

Plateformes

LE LPSC héberge cinq plateformes technologiques. Ces plateformes, présentées succinctement dans ce chapitre, sont le fruit du savoir faire scientifique et technique du laboratoire. Les plateformes permettent de transmettre le savoir faire et l'expérience acquise au laboratoire vers la société. D'abord sur le plan académique, avec la formation des étudiants du bassin grenoblois en instrumentation nucléaire et physique des plas-

mas (Grenoble INP et Université Joseph Fourier); ensuite, elles offrent à d'autres laboratoires des moyens de tests et d'analyse dans le cadre de collaborations ou de contrats (PEREN-FFFER, Tier 3, SIAP3). Enfin, certaines plateformes s'ouvrent vers la valorisation industrielle où les entreprises peuvent développer de nouveaux produits en collaboration avec les spécialistes du laboratoire (SIAP3, SIRCE).

Plateforme PEREN-chimie

M. Allibert, V. Ghetta, M. Heusch

C. Fourel, J.-C. Malacour, Y. Menu, G. Michel, Service des Études et Réalisations Mécaniques

R. Faure, A. Nicollet, A. Pelissier, O. Zimmermann, Service Détecteurs et Instrumentation

P. Cavalli, Service Électronique

D. Chapeau, P. Roisin, Service Généraux

Equipments are designed to study on molten fluorides handling and treatment in the frame of the present interest for MSFR (Generation IV reactor). They are notably comprised of three tied glove boxes with a great size furnace, which use is very versatile. Work for the building of a forced convection molten salt loop dedicated to the study of salt cleaning process by helium bubbling is under progress.

Cette plateforme est dédiée à l'étude et à la manipulation de fluorure liquide, ainsi qu'à la fabrication de blocs de sels destinés aux mesures neutroniques. Les travaux effectués dans les installations de la plateforme sont reliés aux recherches concernant le réacteur à sels fondus MSFR, qui appartient à la série de réacteurs proposés par le forum international GenIV et qui est fortement soutenu par le programme interdisciplinaire PACEN du CNRS.

Boîtes à gants

L'ensemble comprend un système de 3 boîtes à gants sous atmosphère purifiée couplées à un four de grande dimension. L'ensemble permet la manipulation et la transformation, dans d'excellentes conditions, de sels fluorés en quantité importante. La réalisation de lingots de ${}^7\text{LiF}$ (température de fusion 852°C), un lingot plein et un creux pour recevoir le détecteur de neutron, a notamment été effectuée. Elle a demandé une mise au point d'un protocole de solidification permettant d'obtenir, à partir de poudre de ${}^7\text{LiF}$, des blocs massifs de grande taille sans porosité interne. L'insertion de dispositifs variés destinés à fonctionner à haute température en contact avec des sels liquides est possible dans le four lié aux boîtes à gants et le test d'une vanne sur un petit circuit de sel liquide a pu y être conduit.

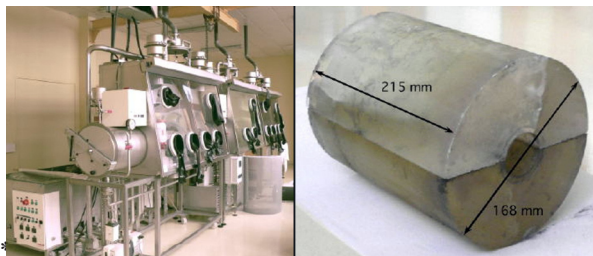


Fig. 1: Série de trois boîtes à gants couplées permettant la préparation des sels et leur fusion (à gauche). Lingot de fluorure de lithium 7 avec le trou axial permettant le passage du détecteur, ce lingot a été réalisé en deux parties pour minimiser les contraintes créées lors de la solidification (à droite).

Projet FFER (Forced Fluoride Flow for Experimental Research)

Une boucle de circulation en convection forcée de sels fondus fluorés est en cours de construction au laboratoire, basée sur un sel ternaire LiF-NaF-KF ($T_f 452^\circ\text{C}$). Les éléments principaux sont un réservoir de grande taille, une vanne « sel », une pompe, un système de bullage et un séparateur liquide/gaz. Le circuit est destiné à fonctionner entre 500° et 700°C . Il constitue un banc de test idéal pour la mise au point de toutes les technologies adaptées à la mise en œuvre des caloporteurs sels fondus à hautes températures (mesure des débits, régulation des niveaux, détection par ultrason, mise au point des pompes...). Les études actuelles sont dirigées vers des mesures liées aux vitesses de dégazage du liquide et sur la validation de modèles hydrodynamiques des milieux biphasés, dans le but de progresser sur le traitement « en ligne » du sel des réacteurs. La construction de l'ensemble ouvre aussi des perspectives ultérieures axées sur les échanges thermiques.

Plateforme IAP3

S. Béchu, A. Bès, M. Diers, A. Lacoste, H. Le Quoc, M. Koo, J. Pelletier, M. Rayar, G. Régnard
E. Perbet, D. Fombaron, S. Roni, S. Roudier, Service des Études et Réalisations Mécaniques
O. Bourrion, D. Tourres, Service Électronique

The International Platform for Advanced Plasma Processing (IAP3) includes up to date plasma equipments devoted to three objectives: 1) Education: technical courses for initial and continuous training; 2) Research: interface between laboratories for pluri-disciplinary research such as co-tutorial PhD, research projects, national and international partnerships (e.g. with Quebec and Vietnam); 3) Transfer of Technology: interface with industrial R&D laboratories in order to promote the plasma technologies and processes developed at CRPMN.

La Plateforme Interuniversitaire des Procédés Plasmas Avancés (IAP3) a été créée en 2001 avec, pour triple vocation :

- Formation pratique en plasma au niveau Master2 pour les filières de formation de l'Université Joseph Fourier (UFR de Physique et Polytech) et de Grenoble INP (PHELMA et Formation Continue).
- Rôle d'interface entre laboratoires pour des recherches pluridisciplinaires (e.g. thèses en co-tutelle).
- Rôle d'interface entre laboratoires et industriels pour favoriser les transferts technologiques (contrats, accueil d'équipes R&D, projets ANR, projets européens).

Avec la création du LIA-LITAP en 2007, la plateforme IAP3 s'intitule désormais Plateforme Internationale des Procédés Plasma Avancés, dénomination plus appropriée à sa nouvelle vocation internationale. Actuellement, les responsabilités scientifique et technique de la plateforme sont assurées par le CRPMN.

La plupart des installations disponibles sur la plateforme IAP3 sont dédiées à la recherche académique et/ou à la valorisation, ainsi qu'à l'enseignement pratique. Aussi, au cours de l'année universitaire, les études fondamentales et appliquées menées sur ces installations sont interrompues pendant plusieurs semaines durant les périodes d'enseignement. Pour cela, ces installations opérant en configuration recherche sont adaptées pour des expériences à caractère pédagogique. Les installations disponibles sur la plateforme IAP3 sont :

- Réacteurs plasma multi-dipolaires (dépôt, gravure);
- Réacteur d'implantation ionique par immersion plasma 0-50 keV (PI³);
- Réacteur matriciel (dépôt, gravure);
- Réacteur d'études pour ions négatifs H⁻ (projet ITER);
- Décharge luminescente;
- Bancs de mesures et de tests (plasma, micro-onde).

Plateforme technologique SIRCE

T. Lamy, P. Sortais, J. Angot, A. Coly, L. Latrasse, M. Marie-Jeanne, J. Médard, T. Thuillier, Service des Sources d'Ions
C. Fourel, G. Damieux-Verdeau, C. Geraci, S. Roni, Service des Études et Réalisations Mécaniques
GRAVIT

Plasmas and ion beams applications in industrial processes are rapidly developing. A close collaboration between industry and applied research may decrease the transfer time from the laboratory to the industry and permits to optimize the R&D products to fulfil as best as possible the requirements of the industrial processes. For that purpose, a technological platform called "plasmas and Ion Sources at the electronic cyclotronic resonance" is available at LPSC.

La plateforme Technologique «SIRCE» (Sources d'Ions et plasmas à la Résonance Cyclotronique Électronique) est dédiée aux applications industrielles des plasmas et des faisceaux d'ions, formées à partir du processus fondamental de la résonance cyclotronique électronique, tout en s'appuyant sur une R&D amont «académique» extrêmement ambitieuse qui permettra de produire les plasmas les plus denses à ce jour dans une source ECR à 60 GHz. La plateforme est financée dans le cadre du Contrat Plan État Région (CPER 2007-2013) et, malgré la période de crise économique, de nombreuses entreprises sont intéressées par l'implanteur multi-faisceaux basé sur

un réseau de sources «COMIC», ainsi que par l'utilisation d'une ligne de faisceau haute intensité. Ces entreprises participent au montage de la plateforme tout en s'engageant financièrement à la hauteur de leurs moyens. Enfin de nombreux prototypes font l'objet de collaborations avec des laboratoires fortement impliqués dans la recherche appliquée de haut niveau (LCAM, IPNL, LMA, LPSC) ou devant assurer la production de faisceaux pour la physique (CERN-ISOLDE). Les technologies utilisées sur la plateforme sont détaillées dans le chapitre valorisation de ce rapport d'activité, l'offre associée est regroupée dans le tableau suivant :

| Process | Mono source COMIC | Traitements plasmas | Faisceaux larges Basse énergie | Faisceaux intenses Haute énergie | Faisceaux très intenses pulsés et cw |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lieu | Ligne 1+ et ligne hors LPSC | Enceinte plasma | Enceinte multi-faisceaux | Banc de test Haute intensité | LNCMI (CNRS Grenoble) |
| Clients | FIB, SIMS Orsay Physics Implantation IPNL RIBs' LPSC/SPIRAL2 ISOLDE R&D Analyse LCAM LPSC-MIMAC | Traitements des surfaces | «Nitruration» RADIALL Implantation Bodycote Ion Beam Sputtering LMA/IN2P3 | Implantation Pantechnick | R&D amont Collaboration internationale LAP LPSC LNCMI CERN Istituto di fisica del plasma |

Table 1 : Résumé de l'offre de la Plateforme Technologique SIRCE.

Plateforme de physique nucléaire

Enseignants-chercheurs, moniteurs, vacataires, chercheurs CNRS du LPSC

A. Nicollet, Service Détecteurs et Instrumentation

O. Bourrion, G. Bosson, B. Boyer, R. Foglio, A. Menthe, G. Marcotte, J.-L. Bouly, Service Électronique

J. Piarulli, P. Meyrand, C. Gondrand, F. Melot, Service Informatique

The “plateforme de physique nucléaire” is an experimental platform dedicated to education in nuclear science. The facility, located in the LPSC building, is the unique centre for experimental education in nuclear science in Grenoble and is commonly shared and managed by the two universities - UJF and Grenoble INP.

La Plateforme de physique nucléaire est le centre unique de formation en physique expérimentale nucléaire sur le pôle grenoblois, elle a donc un rôle central dans l'ensemble des formations les utilisant. Elle est le résultat de la mutualisation des travaux pratiques de l'UJF et de Grenoble INP au sein d'une plateforme commune d'enseignement qui est basée dans les locaux du LPSC.

Les enseignements expérimentaux réalisés sur cette plateforme ont pour objectifs à la fois l'acquisition de connaissances en physique fondamentale (physique nucléaire et physique des particules), en physique appliquée (médecine, énergie/radioprotection) et physique instrumentale (détecteur, système de déclenchement, système d'acquisition et analyse de données).

Les formations utilisant la plateforme sont :

M1 de physique et ITDD (UJF/Physique)

M2 PSA et ITDD (UJF/Physique)

M2 physique bio-médicale (UJF/Médecine)

M2 pro radioprotection (UJF/Médecine)

Génie Énergétique et Nucléaire (INPG)

Instrumentation Physique (INPG)

Instrumentation pour les biotechnologies (INPG)

La plateforme bénéficie du soutien des services techniques du laboratoire dans la maintenance des expériences proposées aux étudiants (SDI) et pour des développements spécifiques.

IN2P3-LPSC : nœud de grille de calcul

S. Crépe-Renaudin

C. Gondrand, F. Lambert, Service Informatique

A grid node has been developed to satisfy the local LHC team computing needs. Since its start in 2008, the LPSC node has grown up and will propose, at the end of 2009, 280 TB of disk space and around 600 cores. The plans are now to open the node to non-LHC experiments.

Les quatre expériences de physique des particules du LHC au CERN devraient produire quelque 15 pétaoctets (1 pétaoctet = 10^{15} octets) de données par an, soit environ 20 millions de CD. Cette gigantesque quantité de données devra être traitée et analysée par des milliers de physiciens répartis sur toute la planète. De tels besoins de calcul et de stockage ne peuvent plus être concentrés en un seul lieu et il est apparu judicieux d'utiliser les capacités importantes des centres informatiques nationaux et régionaux déjà existant. C'est ainsi qu'une grille de calcul a été mise en place : il s'agit de mettre en réseau la puissance de calcul et les espaces de stockage des différents centres, de distribuer les données et permettre leur accès pour chaque utilisateur quelle que soit sa localisation.

La grille de calcul utilisée pour le LHC s'appuie sur la collaboration internationale W-LCG (Worldwide LHC Computing Grid) qui fédère 140 centres de calcul dans 33 pays. Elle devra à terme couvrir une puissance de calcul équivalente à 200 000 processeurs actuels. Les centres de calcul sont répartis en 4 catégories. Le Tier 0 est le centre du CERN qui recueille et traite les données en sortie des expériences LHC. Elles sont ensuite dupliquées dans 11 centres nationaux dits Tier 1 qui ont un contact privilégié avec certains centres de niveau 2 et 3. L'ensemble de ces centres permet le traitement commun des données des expériences pour chaque collaboration, la production centralisée de simulation des données et la possibilité pour chaque membre de la collaboration d'analyser l'ensemble de ces résultats.

Mise en place d'un centre Tier 3 au LPSC

Dans ce cadre, un nœud de grille de niveau 3 a été mis en place au LPSC début 2008. Développé au départ pour répondre aux besoins des équipes ALICE et ATLAS du LPSC, il disposera fin 2009 d'un espace de stockage de 260 To utiles et de 80 serveurs de calcul (plus de 600 cœurs). Une extension régulière est prévue dans les prochaines années afin de faire face à l'arrivée des données et aux besoins en calcul pour les analyser. L'infrastructure en termes de climatisation (système de « free cooling »), de puissance électrique sur onduleur ou non secourue de réseau (cœur à 10 Gbits/s) permettra encore un doublement de la capacité dans l'avenir.



Fig. 1 : Serveurs de données (à gauche) et des processeurs (à droite) du Tier 3 du LPSC.

Le Tier 3 du LPSC fait partie intégrante de la grille LHC française et contribue à ce titre à la production de données Monte-Carlo des expériences ATLAS et ALICE, ainsi qu'à l'analyse des données de ces expériences. En moyenne, entre 40 et 50 processus sont traités à chaque instant. Les performances du site sont très bonnes tant du point de vue de l'efficacité (> 80%) que de la fiabilité.

Pour illustrer la progression de l'utilisation du site depuis sa mise en fonctionnement, la figure 2 montre le nombre d'heures consommées par les différents groupes d'utilisateurs.

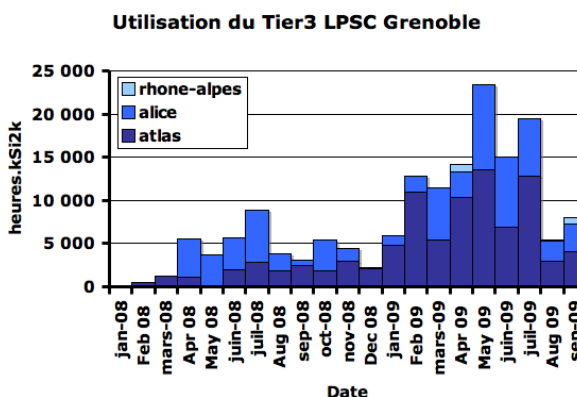


Fig. 2 : Utilisation du Tier 3 du LPSC depuis sa mise en fonctionnement en janvier 2008 par les différents groupes d'utilisateurs (ATLAS et ALICE pour les expériences LHC et grille Rhône-Alpes). L'unité utilisée est le nombre d'heures normalisées pour une puissance en kSi2k.

Perspectives

L'extension de l'usage de ce nœud de grille à d'autres activités que celles du LHC est en cours ou à l'étude, que ce soit sur d'autres thématiques du LPSC ou en collaboration avec d'autres laboratoires, en particulier de la région grenobloise. Ainsi une partie des ressources du groupe QCD sur réseau du LPSC est en cours de mutualisation avec le nœud de grille et l'utilisation du Tier 3 par l'expérience Auger est à l'étude. D'autre part, le site est ouvert aux utilisateurs de la grille régionale Rhône-Alpes, accessible aux chercheurs de toutes les disciplines. Enfin, un projet de mutualisation avec le pôle CIMENT (Calcul Intensif Modélisation Expérimentation Numérique et Technologique) ouvert à l'ensemble des laboratoires du PRES grenoblois, fait l'objet d'une demande de financement à l'Institut des Grilles du CNRS.

Pour en savoir plus

- LCG et utilisation du nœud par ATLAS : Voir chapitre « Quarks, leptons et interactions fondamentales », expérience ATLAS.
- Site web du Tier 3 au LPSC :
<http://lpsc.in2p3.fr/informatique/tier3.html>

