

Plateformes technologiques et d'enseignement

Les plateformes technologiques et d'enseignement sont des zones géographiques, propres au laboratoire, où se trouvent des équipements scientifiques et techniques pour mener à bien des programmes d'enseignement, de recherche ou de valorisation avec des acteurs extérieurs au laboratoire. Pour les industriels souhaitant développer de nouvelles technologies ou de nouveaux composants ces plateformes sont autant de portes d'entrées vers les compétences et le savoir-faire du laboratoire. À chacune de ces zones géographiques, correspond un cadre juridique permettant de réglementer ces interventions extérieures par une charte qui garantit les propriétés physique et intellectuelle des travaux effectués.

Le LPSC compte deux plateformes d'enseignement et trois plateformes technologiques :

- Enseignement :
 - Plateforme Internationale des Procédés Plasmas Avancés (IAP3).
 - Plateforme de physique nucléaire.
- Recherche :
 - Plateforme Internationale des Procédés Plasmas Avancés (IAP3).
 - Plateforme de fluorures liquides.
 - Le nœud de grille de calcul.

Les actions menées et les opérations accomplies sur ces plateformes lors de ces deux dernières années attestent de l'activité de ces structures. Concernant l'enseignement, les plateformes IAP3 et de physique nucléaire ont respectivement assuré la formation de 60 étudiants grenoblois et stagiaires en physique des plasmas et 500 en instrumentation nucléaire (Grenoble INP et Université Joseph Fourier).

Côté recherche, la plateforme IAP3 a engagé plusieurs contrats de collaborations avec des industriels. La plateforme de fluorures liquides est, quant à elle, engagée dans l'étude d'un procédé de nettoyage du combustible du réacteur MSFR. Cette étude expérimentale a nécessité la construction d'une boucle de sel fondu circulant en convection forcée (projet FFFER: Forced Fluoride Flow for Experimental Research). Et enfin, le nœud de grille est désormais qualifié Tier-2 depuis l'été 2011 et a contribué aux prises de données des expériences ATLAS et ALICE à hauteur de plus de 200 Po (200×10^{15} octets) de données qui ont été traités, distribués et analysés grâce à cette plateforme. Une partie de la puissance de calcul (< 10%) est ouverte à d'autres activités que celles du LHC.

Plateforme IAP3

A. Lacoste, S. Béchu, A. Bès, L. Bonny, H. Le Quoc, R. Maurau
S. Roni, S. Roudier, Service des Études et Réalisations Mécaniques
G. Marcotte, 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-tutoring 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 CRPMN¹.

Contexte

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 (PHELMA² et Département 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-LITAP³ 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.

Cette plateforme, récemment labellisée par la MRCT⁴ au titre de ses 22 réseaux de compétences, est hébergée au LPSC et au LPCI⁵ au Mans. Cette structure unique en France permet aussi bien à des universitaires que des industriels d'effectuer des traitements de surface sur des échantillons plans, tri-dimensionnel ou même des poudres grâce à 5 réacteurs plasma. Un suivi des traitements peut être effectué in-situ ou ex-situ.

L'accès à ces installations est réglementé au travers d'une charte d'utilisation co-signée par le CNRS, l'UJF et la MRCT.

¹ Le Centre de Recherche Plasma-Matériaux-Nanostructure est un groupe de recherche du LPSC.

² École d'ingénieurs en PHysique, Électronique et MATériaux de l'INP - Grenoble.

³ Laboratoire International des Technologies Plasmas.

⁴ Missions Ressources et Compétences Technologiques UPS 2274.

⁵ Laboratoire Polymères Colloïdes Interfaces – Le Mans UMR 6120.

Équipements

Dispositifs plasma

Réacteur plasma multi-dipolaires (LPSC - Grenoble).

- Dépôt par pulvérisation et co-pulvérisation assistée par plasma (PAPVD) par dépôts de Si_3N_4 , Er-Ni, NiMnGa, VO_2 ...

Réacteur DECR⁶ (LPSC - Grenoble).

- Implantation ionique par immersion plasma 0-50 keV (PI^3) pour couche de TiN, AlN, TiO, MgH_2 ...

Réacteur matriciel (LPSC - Grenoble).

- Dépôt PACVD de SiOCH...
- Gravure de résine photosensible pour MEMS.

Réacteurs magnétron (LPSC - Grenoble).

- Dépôt par pulvérisation magnétron de Cr pour masques de gravure destinés à la microélectronique.

Réacteur plasma domaine opératoire étendu (LPSC - Grenoble).

- Gravure de Si, Ge, Sn et de polymères.
- Traitement de surface : hydratation de couche de ZnO pour application photovoltaïque.

Réacteur à usage mutualisé avec le laboratoire PCI (Polymères, Colloïdes, Interfaces - Le Mans).

- Traitement de poudres.

Bancs de mesures et de test

- Spectroscopie d'émission optique (in-situ).
- Caractérisation électrostatique par sonde de Langmuir (in-situ).
- Banc de mesure de tension superficielle (ex-situ).
- Banc de mesures micro-onde (ex-situ).

Actions menées sur la plateforme IAP3

Prestations industrielles :

- HEF (42166 Andrézieux Bouthéon) : Essai et validation d'un procédé de nettoyage plasma de parois de réacteur, conception de sources optimisées pour le dépôt de DLC (FUI DLC² - THALES – RENAULT – PSA).
- SAGEM Défense Sécurité (95101 Argenteuil) : Essai d'enlèvement de résine en plasma O_2 .
- THALES (74200 Thonons les Bains) : Conception, mise au point et optimisation d'un réacteur plasma pour le nettoyage de pièces mécaniques, dépôts de couches minces de Si.

Collaboration pour le développement de sources pour la dépollution.

VALEO (92000 La Verrière) : Élaboration de couches à propriétés thermoélectriques.

⁶ Distributed Electronic Cyclotron Resonance

Prestations académiques :

- Institut Néel : Élaborations de matériaux en couches minces pour le stockage d'Hydrogène, propriétés thermoélectriques, etc.
- LMGP : Nettoyage et préparation plasma de surfaces avant croissance de nano-fil.
- ILL : Élaboration d'un procédé de dépôt de couches de B₄C pour la détection de neutrons.
- LPSC : Développement d'un procédé de dépôt de couches de B pour la détection de neutrons ultra froids. Élaboration de contacts ohmiques sur diamant pour la réalisation de détecteurs (ANR MONODIAM).

Enseignement :

Chaque année, une cinquantaine d'étudiants (formations initiale et continue) suivent des séances de travaux pratiques plasma sur cette plateforme. Sont concernés les élèves de Grenoble INP, Polytech Grenoble et du Master plasma de l'UJF.

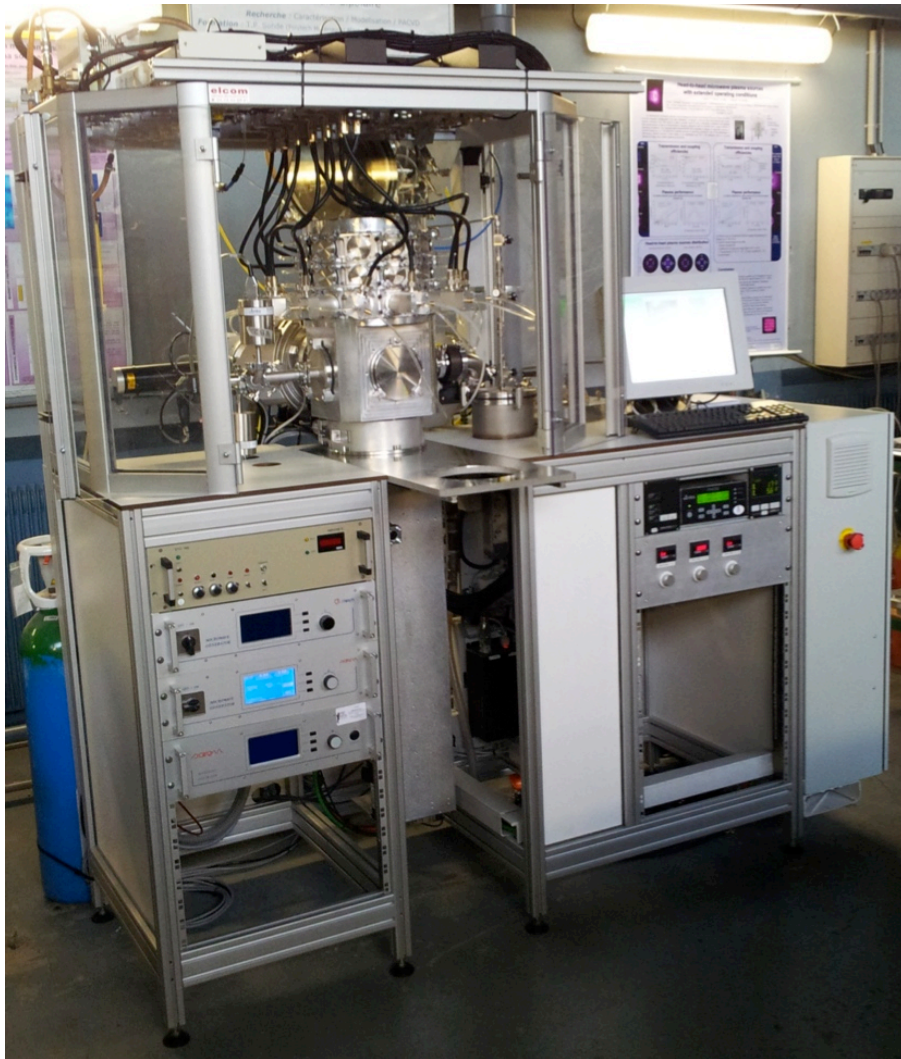


Fig. 1 : Réacteur de gravure plasma à conditions opératoires étendues. Ce réacteur a été développé dans le cadre du programme ANR émergence « APANAGE » et inauguré le 31 janvier 2013 au LPSC.

Réalisations mécanique et électronique

Le service mécanique a été impliqué dans la réalisation des corps de réacteur pour la plateforme et pour la société Thales, ainsi que pour l'usinage de prototype de source plasma.

Le service électronique a quant à lui été mis à contribution pour la conception, la réalisation et le développement d'un dispositif, appelé « Què Æo », de caractérisation des paramètres plasma (potentiels, densités, température des électrons, FDEE) par sonde de Langmuir.

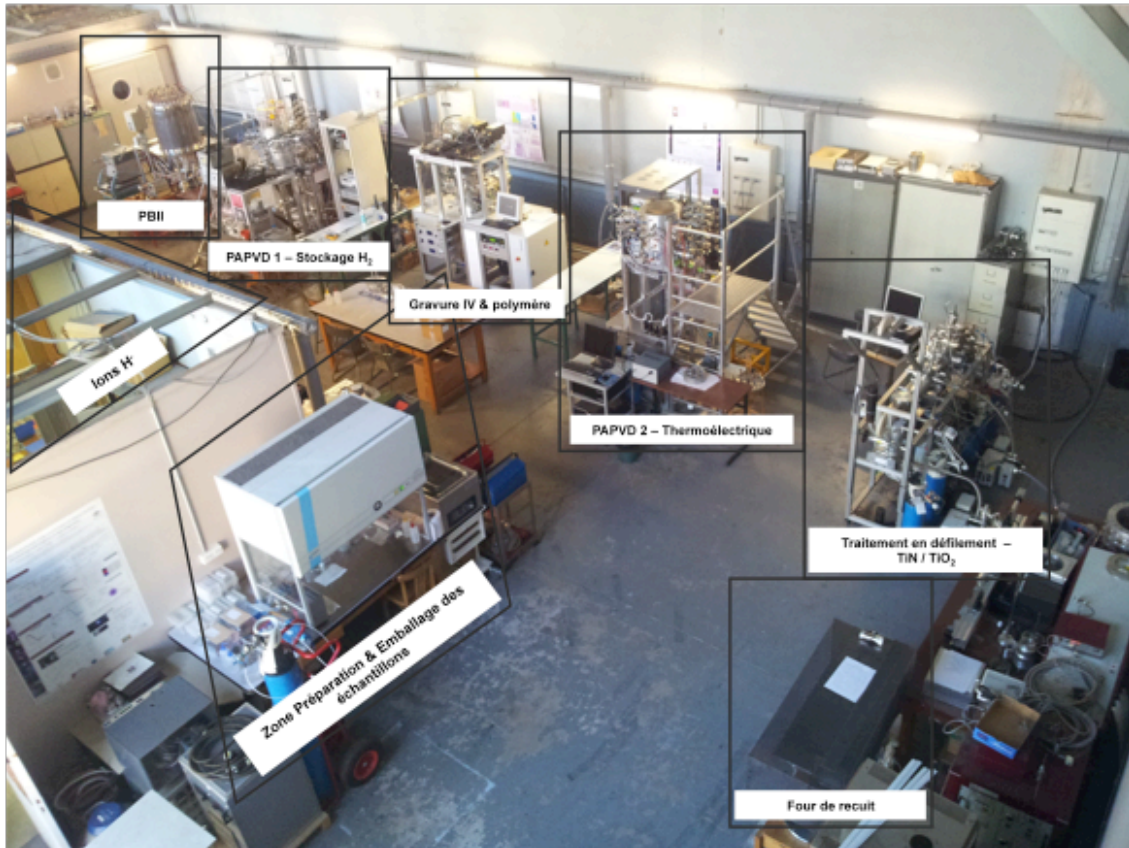


Fig. 2: Vues de détail des réacteurs plasma de la plateforme IAP3 au LPSC.

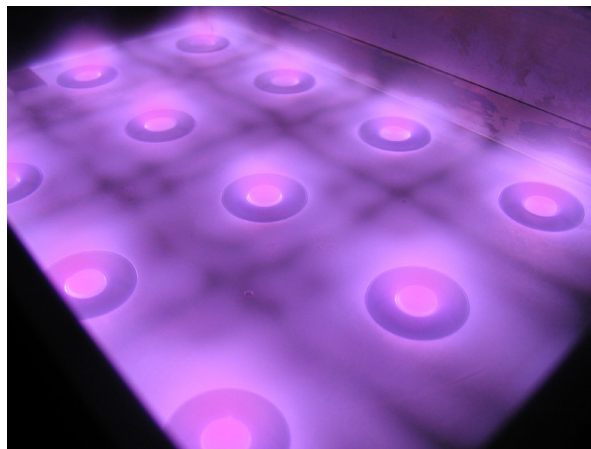


Fig. 3: Plasma matriciel d'argon excité par 12 sources individuelles pour des pressions de fonctionnement comprises entre ~ 1 Pa et ~ 500 Pa et des puissances micro-onde comprises entre 20 W et 200 W par source. Ce réacteur fonctionne depuis 6 ans sur la plateforme IAP3.

Plateforme de physique nucléaire

*Enseignants-Chercheurs, moniteurs, vacataires, chercheurs CNRS
Service Détecteurs et Instrumentation
Service Électronique
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.

Contexte

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). Au sein de la plateforme on dispose aussi d'une salle avec 10 postes informatiques pour la simulation du pilotage de réacteurs nucléaires REP 1300 MW utilisant le logiciel SIREP (développé par la société CORYS).

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 et pour des développements spécifiques. Les travaux pratiques sont en constante évolution pour s'adapter aux nouveaux enseignements et aux filières utilisant la plateforme. On peut par exemple citer la mise en place d'une nouvelle expérience destinée aux étudiants de Master 2 dont l'objectif est de mesurer la durée de vie dans le vide de l'orthopositronium qui est un état lié positron-électron.

Plateforme fluorures liquides

V. Ghetta, M. Allibert

J. Giraud, J.-C. Malacour, J. Menu, S. Roni, Service des Études et Réalisations Mécaniques

M. Heusch, O. Zimmermann, Service Détecteurs et Instrumentation

P. Cavalli, E. Lagorio, G. Marcotte, Service Électronique

Taking advantages of the pre-existence of an equipment dedicated to salt mixtures preparation and small to medium sized experimentations (group of three well equipped glove boxes under controlled atmosphere), a more ambitious project has been built related to MSFR (Molten Salt Fast Reactor) study. The objectives of this project were to develop experimental work on on-line cleaning technics (bubbling) for the reactor and to gather a technical team able to ensure further technical R&D with fluoride salt. That needs manpower with various abilities and recovery of lost molten salt handling knowledge. The current work is focused on the construction of a forced convection molten salt loop (FFFER project: Forced Fluoride Flow for Experimental Research). This project comprises the improvement of all associated technics (flow and level measurements, separating valves, etc.) and work on water and plexiglass mock-up.

Introduction

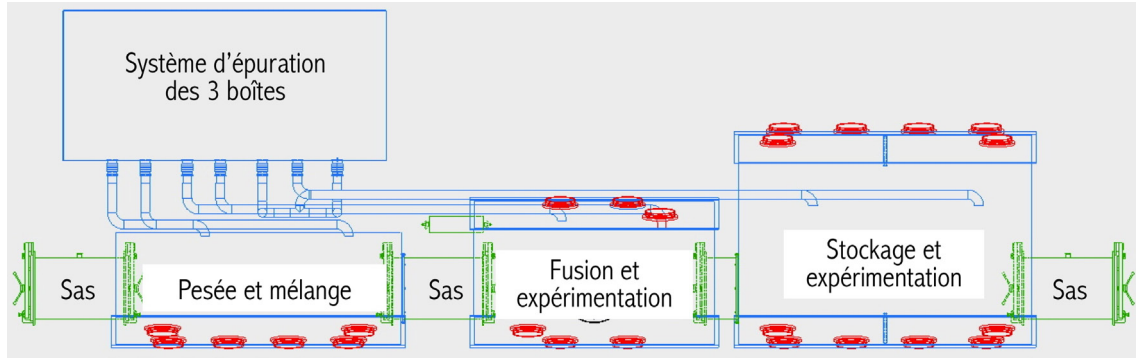
Cette plateforme est dédiée aux expérimentations mettant en jeu des composés de type fluorures à l'état liquide ou solide et regroupe des aspects complémentaires :

- Élaboration et mise en forme de mélanges de différents fluorures (LiF, NaF, KF, CaF₂, ZrF₄, etc.).
- Construction de dispositifs expérimentaux dédiés à l'étude et à la mise en œuvre des fluorures liquides.

Les projets en cours portent sur un procédé de nettoyage du combustible du réacteur MSFR. Il s'agit d'un traitement de bullage en ligne, destiné à être effectué en continu et qui a pour objectifs d'extraire une partie des gaz de fission formés lors du fonctionnement du réacteur et de limiter le taux de particules solides en suspension dans la circulation. L'étude expérimentale nécessite la construction d'une boucle de sel fondu circulant en convection forcée (projet FFFER : Forced Fluoride Flow for Experimental Research).

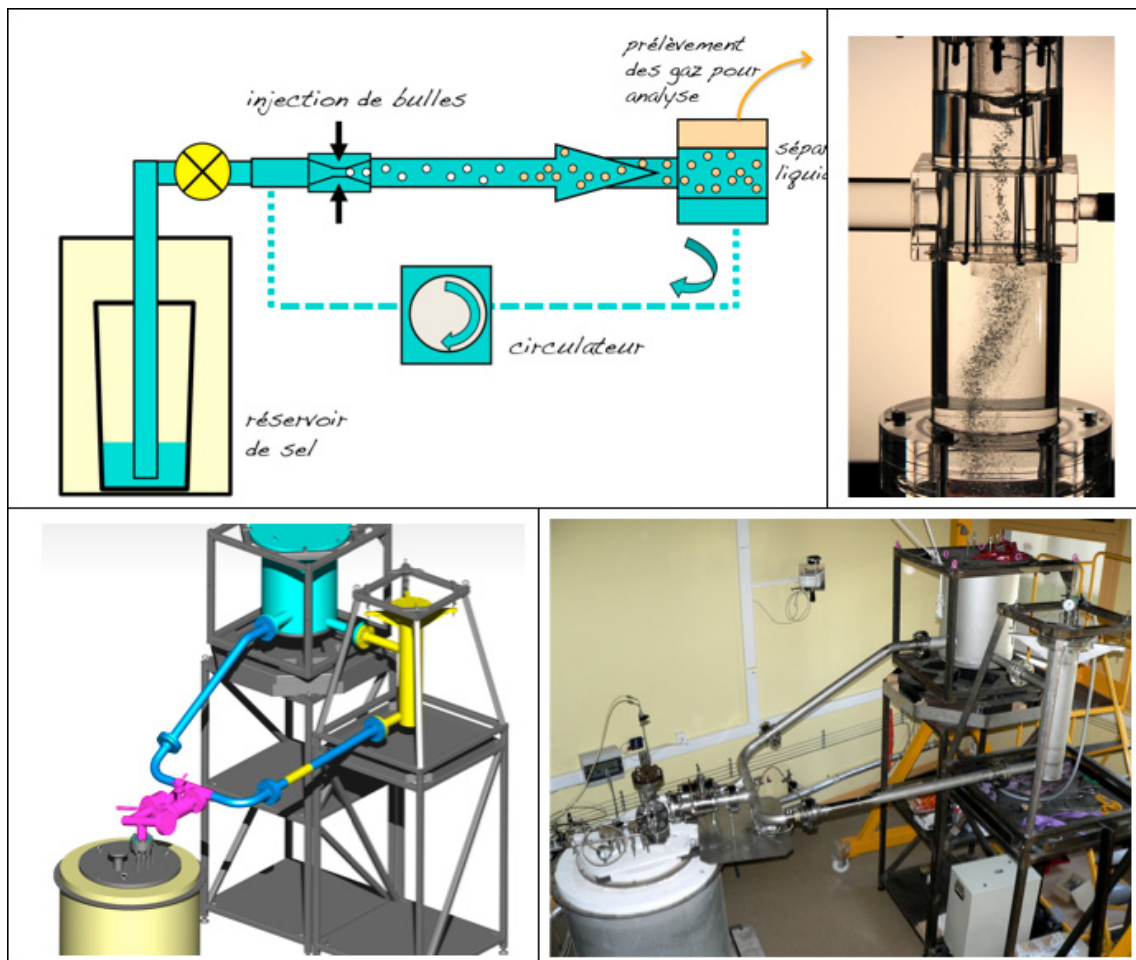
Expérimentation en boîtes à gants

La chaîne de trois boîtes à gants sous atmosphère contrôlée (vapeur d'eau et oxygène) de la plateforme permet d'effectuer des préparations de fluorure en quantité importante (lingots d'environ 15 cm de haut sur 16 cm de diamètre à partir de mélange de poudre en une seule fusion). Le mélange salin qui est utilisé pour la boucle a été fabriqué dans cette installation. Des expériences de petites tailles peuvent y être installées (tests de mesures par ultrason en mode statique, système à électrode tournante pour mesure de l'oxygène dissous, etc.).



Projet FFER

Le projet est bâti autour de la construction d'une boucle de circulation de fluide liquide. Il regroupe des développements techniques très diversifiés : conception d'ensemble par le bureau d'étude, réalisation à l'atelier du laboratoire, mise au point sur maquettes hydrauliques de la partie séparation liquide/gaz, réalisation du contrôle commande, réalisation de capteurs de niveaux, étude d'un système de vanne à cristallisation (bouchon froid), essais de mesures de débit par ultrasons, réalisation du circulateur, etc. L'ensemble est dans la phase d'assemblage final.



Illustrations : Schéma de principe de la boucle ; vue de la maquette en eau du séparateur liquide/gaz en cours de fonctionnement ; schéma d'ensemble simplifié ; vue de la boucle lors du montage provisoire effectué pour le raccordement des tubulures.

Le nœud de grille du LPSC

S. Crépe-Renaudin

B. Boutherin, C. Biscarat, C. Gondrand, Service Informatique

The LPSC grid node was created in 2008 to contribute to data processing and analysis of the ATLAS and ALICE Large Hadron Collider (LHC) experiments as a Tier-3 of the worldwide LHC Computing Grid (WLCG). Since then the site CPU and storage capacities have been multiplied by more than a factor ten. The site has moreover demonstrated its ability to deliver a high quality of service to the LHC experiments so that it has been accepted by WLCG as a Tier-2 site in 2011 and is integrated in the LHCONE network since 2013. On top of the LHC activities, the site has been progressively opened to other scientific fields from LPSC as well as other local or international ones.

Contexte

Le nœud de grille du LPSC a été mis en place en 2008 pour répondre à la demande du groupe ATLAS du LPSC de participer au traitement des données de l'expérience ATLAS auprès du Large Hadron Collider (LHC). Dans un premier temps, le site a été ouvert aux expériences ATLAS et ALICE du LHC auxquelles participe le LPSC. Le LPSC a ainsi rejoint la grille de calcul du LHC (WLCG : « Worldwide LHC Computing Grid ») en tant que site de niveau Tier-3. À l'été 2011, la collaboration WLCG a validé le passage au niveau Tier-2 du nœud du laboratoire.

Les capacités de calcul et de stockage du site ont régulièrement augmenté et le site a fait la preuve de sa fiabilité et de son efficacité. Avec le démarrage des prises de données des détecteurs du LHC en 2010, les expériences ATLAS et ALICE ont déjà produit plus de 200 Po de données qui ont été traitées, distribuées et qui sont analysées grâce à la grille de calcul. Le site du LPSC a participé à cet effort depuis sa création.

Parallèlement aux développements des activités grille autour du LHC, le site s'est progressivement ouvert à d'autres acteurs en lien avec des activités de recherche du LPSC ou des activités locales et régionales. Ces activités hors LHC représentent moins de 10% de la puissance de calcul délivrée par le site, elles sont dotées d'un espace de stockage spécifique sous iRods pour la plupart d'entre-elles.

Le nœud de grille du LPSC

Infrastructure

Le nœud de grille du LPSC se trouve dans la salle informatique du laboratoire, qui permet l'hébergement de huit baies 42 U avec une puissance électrique disponible de 120 kW. La salle dispose d'un onduleur (30 kVA) pour les services critiques et d'un système de refroidissement par « free cooling » particulièrement fiable, d'une puissance de 100 kW.

Le nœud de grille occupe aujourd'hui cinq des huit baies disponibles dans la salle informatique du LPSC. Sa capacité de calcul est constituée de 95 serveurs, correspondant à 852 cœurs d'une puissance totale de 9220 HEP-SPEC 06⁷. Quant

⁷ <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/FIOgroup/TsiBenchHEPSPEC>

au stockage, 21 serveurs offrent une capacité de 785 To utilisable sous le « Disk Pool Manager » DPM⁸. Les évolutions de la puissance de calcul et de stockage depuis 2008 sont représentées sur la figure 1. Les achats effectués fin 2013 ne sont pas pris en compte sur cette figure.

Pour les activités de grille hors LHC deux serveurs de stockage iRods ont été mis en place dans la période 2011-2013 pour les applications qui n'utilisent pas DPM. Ils offrent une capacité utilisable de 60 To.

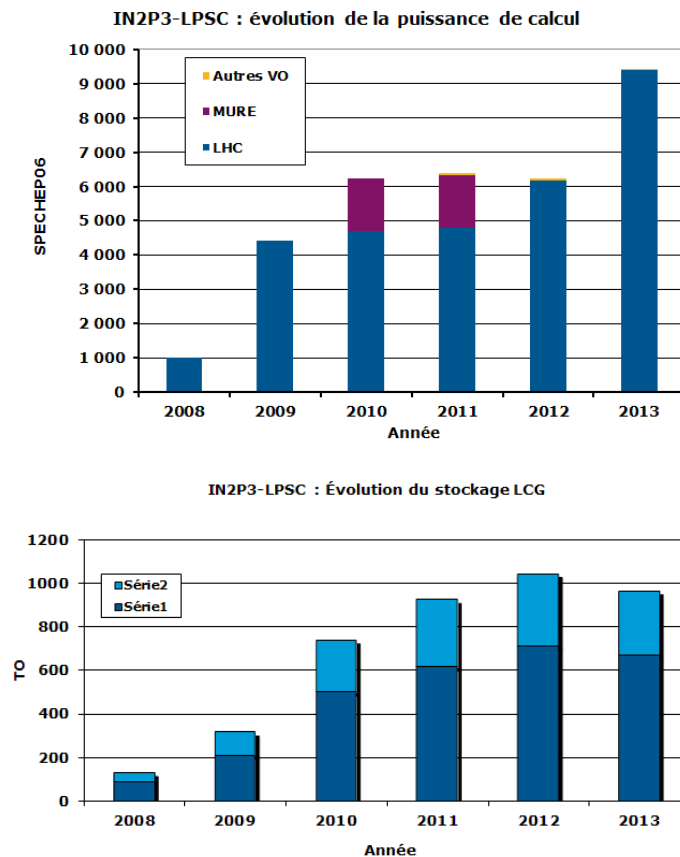


Fig. 1 : Évolution de la capacité de calcul et de stockage du nœud de grille du LPSC (en bleu foncé, la capacité utilisable telle que vue par DPM). Les matériels installés au dernier trimestre 2013 ne sont pas pris en compte.

Les services de grille disponibles au LPSC sont répartis sur une architecture virtualisée basée sur trois serveurs VMWARE ESX. Cette architecture a été mise en place fin 2013. Le Tier-2 du LPSC dispose d'un BDII⁹ « Database Information Index » pour le site, de deux CREAM-CE « Computing Elements », de plusieurs UI « User Interface », d'une VOBOX, d'un serveur DPM « Disk Pool Manager » et d'un serveur XRootD. Les configurations de l'ensemble des services sont déployées via Quattor¹⁰.

L'ensemble de la grille est surveillé via le serveur NAGIOS du LPSC.

Le réseau

Le cœur du réseau local est basé sur deux commutateurs CISCO NEXUS 5010 dotés de 40 ports à 10 Gbits/s. Le LPSC étant situé sur le polygone scientifique

⁸ <https://svnweb.cern.ch/trac/lcgdm/wiki/Dpm>

⁹ <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/EGEE/BDII>

¹⁰ <http://quattor.sourceforge.net>

de Grenoble, la connexion à RENATER, dont le point de présence est sur le campus de Saint-Martin-d'Hères, se fait via le réseau métropolitain Metronet. Fin septembre 2012, le réseau du LPSC est passé de 1 à 5 Gbits/s. Par la suite un VLAN dédié a été obtenu pour la grille de calcul qui a permis d'atteindre un taux de transfert de 10 Gbits/s. Ceci a permis de connecter le nœud de grille du LPSC au réseau LHCONe qui donne des accès privilégiés aux autres sites de WLCG (la figure 2 montre l'évolution très nette des transferts réseaux au moment du passage à 5 Gbits/s).



Fig. 2: Évolution des taux de transfert du LPSC vers les Tier-1 d'ATLAS, mesuré par ATLAS pour des fichiers de plus de 1 Go, au moment du passage à 5 Gbits/s.

Le personnel

Les activités du LPSC étant structurées sous forme de projet, la plateforme technique du Tier-2 du LPSC possède une responsable scientifique, S. Crépé-Reinaudin, et une responsable technique, C. Gondrand. Parmi les membres du service informatique qui permettent le bon fonctionnement du site, on notera que trois ingénieurs travaillent quotidiennement sur le projet pour l'équivalent d'un temps plein. L'activité principale du site étant le calcul LHC, un physicien pour chacun des groupes LHC du laboratoire fait le lien entre le site et les besoins des groupes ALICE et ATLAS.

Les activités du site

Le site du LPSC est principalement utilisé pour le calcul LHC. Les premières Organisations Virtuelles (VO) à y être installées ont donc été, outre les VO Ops et dteam permettant de tester le bon fonctionnement du site, les VO ATLAS et ALICE. Les activités grille de ces deux expériences sont décrites respectivement dans les parties *Hadrons et Noyaux* et *Quarks et Leptons* de ce rapport.

Depuis, le site s'est ouvert à d'autres disciplines, qu'elles soient nationales (VO France-Grille, et formation France-Grille) régionales (VO Rhône-Alpes, EU-MED pour les pays méditerranéens), ou qu'elles correspondent à des besoins d'équipes de recherche du LPSC (VO MURE dédiée à la simulation de réacteur nucléaire, VO Biomed pour l'imagerie médicale).

Une collaboration s'est engagée autour des grilles de calcul et de l'informatique verte entre le service informatique du LPSC et le groupement de laboratoire pour le calcul intensif CIMENT¹¹. CIMENT vise au développement de projets de calcul de type méso-centre au sein des universités grenobloises. Les thématiques scientifiques de CIMENT regroupent des domaines variés tels que la climatologie, la chimie, éloignés de ceux du LPSC. CIMENT a déployé une grille de calcul exploitée via l'intergiciel CIGRI qui permet de fédérer plusieurs sites. Sur cette grille les sites sont exploités en mode opportuniste, permettant ainsi une meilleure utilisation des ressources.

Pendant la période 2011-2013 le LPSC a eu plusieurs projets qui ont bénéficié des ressources de la grille CIMENT dans ce mode. Ainsi il a été possible d'utiliser jusqu'à 700 cœurs en simultané sur des courtes périodes et 200 cœurs en moyenne pour une production de 6 mois. L'objectif principal de la collaboration entre le LPSC et CIMENT est de créer une synergie entre le nœud EGI du LPSC et la grille CIMENT et de fournir aux utilisateurs de nouvelles ressources. En 2013, la capacité de calcul de CIMENT est passée de 3500 à 5700 cœurs grâce à l'acquisition d'un calculateur haute performance (HPC) ce qui ouvre des perspectives de développement importantes pour le LPSC.

L'évolution de l'utilisation du site du LPSC en termes de CPU depuis sa création est montrée sur la figure 3. Comme il a été déjà mentionné, la figure indique clairement que le site est majoritairement utilisé par les expériences LHC, ATLAS et ALICE.

IN2P3-LPSC : normalized CPU time in HEPspec06 by VO and date

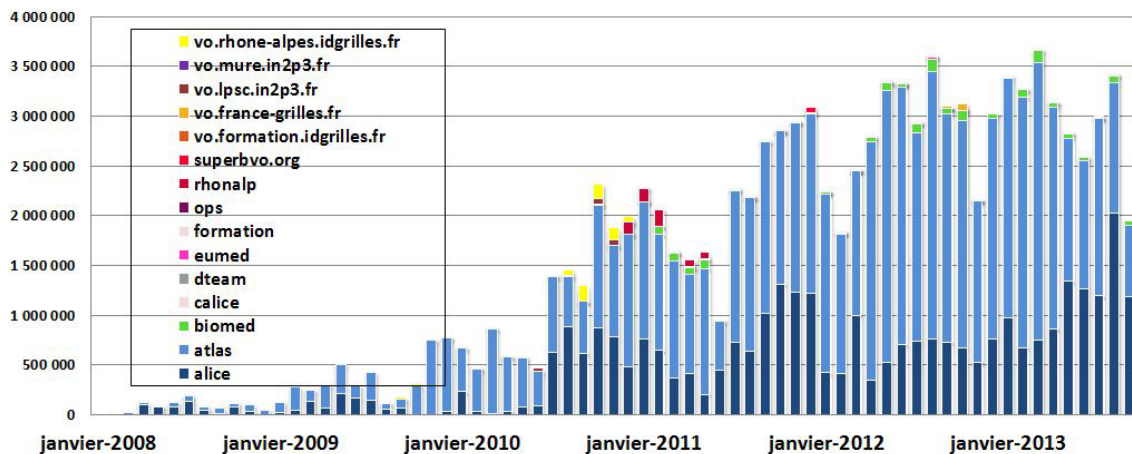


Fig. 3: Évolution mois par mois du temps de calcul normalisé utilisé par les différentes VO supportées par le LPSC depuis la mise en production du site jusqu'à mi-septembre 2013.

La contribution du site du LPSC relative à celle de l'ensemble des Tier-2 de LCG France est de 4% pour la période 2012-2013. Coté stockage la contribution du LPSC est passée de 7 à 8% pendant la même période.

Perspectives

Le nœud de grille du LPSC est un Tier-2 de LCG depuis l'été 2011. Le passage du niveau Tier-3 à Tier-2 a entraîné une augmentation de l'utilisation du site tant du côté des transferts de données, de l'utilisation du stockage que de la puissance de calcul. Depuis son passage Tier-2, le LPSC a réussi à maintenir une bonne fiabilité

¹¹ <https://ciment.ujf-grenoble.fr>

conforme aux exigences pour cette catégorie comme le montre la figure 4. Il a également tenu ses engagements en termes de ressources de calcul et de stockage.

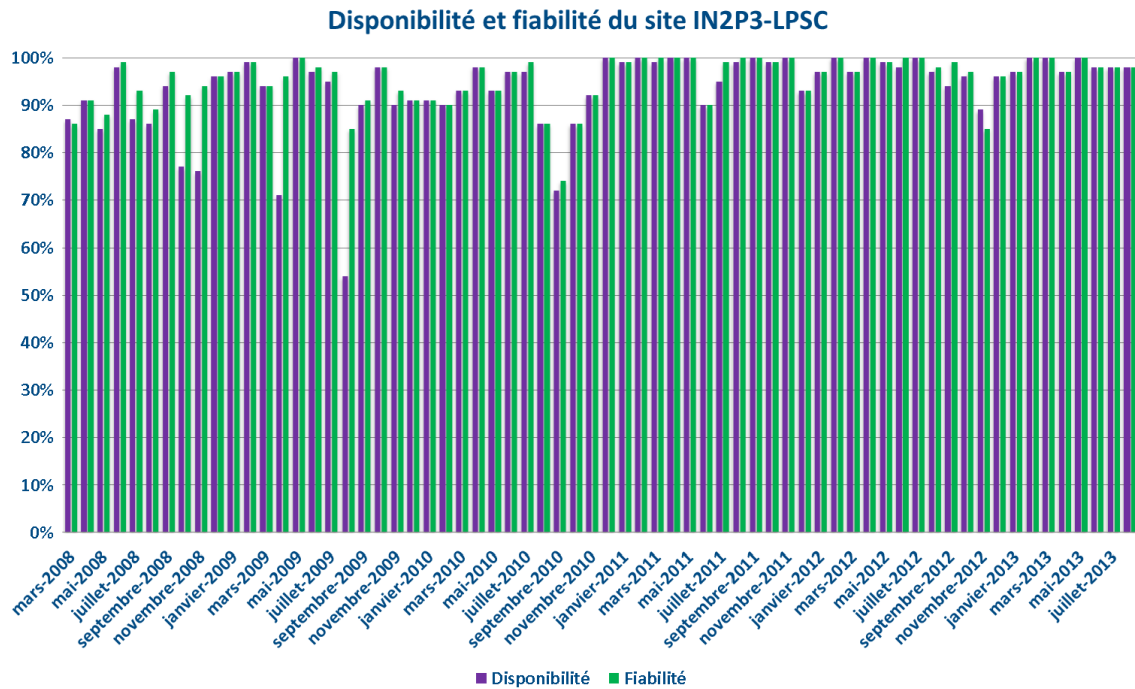


Fig 4: Disponibilité et fiabilité du site IN2P3-LPSC de 2008 à 2013.

Le LHC a terminé sa première phase de prises de données début 2013. Après une pause de 18 mois il délivrera à nouveau des collisions aux expériences mais à plus grande luminosité. Les activités grille devront augmenter en conséquence. Les engagements pour 2014 devraient être atteignables mais en 2015 les besoins des expériences LHC vont augmenter de l'ordre de 30% pour le stockage. La croissance du site à un tel niveau restera liée à la possibilité de trouver des financements autres que ceux de WLCG, ceux-ci ne permettant que de renouveler une partie du matériel obsolète.

Les autres enjeux concernent notre capacité à suivre les évolutions technologiques telles que l'arrivée du Cloud et des GPU qui seront nécessaires pour le modèle de calcul des expériences et à suivre les évolutions rapides du middleware de la grille EGI.

La collaboration avec CIMENT va se poursuivre avec un développement pour l'expérience ATLAS qui concerne des calculs d'erreurs systématiques pour la recherche de nouvelles particules.

Enfin 2014 devrait voir le début des développements dans le cadre de l'Equipex BEDOFIH¹² pour le portage de leur application sur la grille.

Pour en savoir plus

Site web du nœud de grille du LPSC : <http://lpsc.in2p3.fr/informatique/tier2.html>.

Demande de passage à un nœud de type Tier-2 de WLCG pour le nœud de grille du Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie de Grenoble, LPSC11280.

¹² <http://www.upmf-grenoble.fr/equipex-bedofih-155109.htm>