

Soutien aux activités de recherche

Service Administratif et Financier

S. Benaïssa, A. Colas, L. Coppola, C. Deslorieux, C. Martin, F. Petiot, N. Rico, B. Roisin, C. Servoz-Gavin, C. Vannier, A. Vey

The Administrative and Financial Service has a major role in ensuring various vital administrative supports for the research activities and projects. Further responsibilities of the Service include the management of the annual budget and all financial operations as well as management of the human resources including the continuous training of the staff.

Missions et organisation

Ce service assure en continu un rôle d'interface avec les trois établissements de tutelle de l'unité ainsi qu'un rôle d'assistance et de conseil auprès des responsables de groupes et de services et des personnels de l'unité.

Le service traite tous les problèmes administratifs, financiers liés à l'activité globale du laboratoire et est étroitement associé à l'activité contractuelle des groupes de physique.

Le service est constitué d'une équipe de 11 personnes, réparties en 3 pôles d'activités : le bureau des ressources humaines, la gestion budgétaire et financière, l'accueil – logistique – conciergerie.

Le bureau des ressources humaines

Il a pour mission de conseiller et informer les personnels sur leurs droits et leurs obligations. Il assure la gestion et le suivi des dossiers de carrière des personnels permanents et temporaires, la gestion de leurs congés et congés maladie. Il instruit et effectue le suivi administratif des dossiers de recrutement des contractuels, des doctorants et des stagiaires (préparation du dossier administratif, engagement financier, formalités auprès des structures de contrôle). Il prend en charge l'accueil des personnels en leur apportant toutes les informations pour faciliter leur intégration dans le tissu local et au sein du laboratoire.

Le bureau des ressources humaines assure également une veille réglementaire dans le domaine de la gestion du personnel et des ressources humaines et le suivi des demandes de postes.

La population gérée par le bureau du personnel en 2015 est de 210 membres dont 68 chercheurs et enseignants chercheurs, 87 IT, 54 doctorants et post-doctorants. En 2015, le laboratoire a accueilli 3 nouveaux permanents (2 chercheurs et 1 IT), 10 nouveaux doctorants, 7 CDD (dont 5 chercheurs), 78 stagiaires (dont 54 M1&M2).

Le suivi des personnels nécessite un important travail de mise à jour de bases de données et de tableaux de bord multiples, pour être en capacité de répondre aux nombreuses enquêtes des différentes tutelles du laboratoire.

Le bureau des ressources humaines gère par ailleurs le Plan Formation de l'Unité en liaison avec le correspondant formation du laboratoire. Il est chargé de sa mise en œuvre : diffusion des offres de formation, instruction des demandes d'inscription (362 demandes de formation exprimées au PFU en 2015, 201 demandes d'inscription gérées pour 98 agents) et gestion des crédits du laboratoire affectés à la formation permanente.

La gestion budgétaire, contractuelle et financière

Le service administratif et financier est chargé de l'élaboration et du suivi du budget annuel du LPSC : prise en charge des ressources, suivi et justification des contrats, échéanciers prévisionnels des ressources attendues (contrats pluriannuels) ; répartition suivant les critères LPSC de ces ressources ; exécution du budget et suivi consolidé des trois tutelles.

Il participe activement au montage de projets et de collaborations (coopérations internationales, projets européens, réseaux nationaux, projets régionaux, coopérations industrielles). Il met au service des chercheurs ses connaissances juridiques et administratives pour l'élaboration des dossiers, notamment par sa participation aux réunions du Comité de Revue Technique de Projet (CRTP).

Il travaille en collaboration avec le Correspondant Valorisation du laboratoire et avec les services correspondants des trois tutelles.

Une base de données des relations contractuelles élaborée en 2010 permet d'avoir un suivi de l'ensemble des contrats du laboratoire, de la négociation à la fin d'exécution contractuelle.

Pour l'année 2015 le budget s'est élevé à un peu plus de 15 M€ HT incluant la masse salariale dont 37% en provenance des ressources contractuelles (coopérations internationales, projets européens, réseaux nationaux, projets régionaux, collaborations industrielles). En 2015 le laboratoire a géré 7 contrats européens, 9 contrats institutionnels nationaux, 20 contrats de collaboration avec les industriels. Le LPSC est également partie prenante de 3 LABEx (ENIGMASS, FOCUS et PRIMES) et d'un EQUIPEX (BEDOFIH).

L'équipe des gestionnaires financiers assure l'exécution du budget. Elle traite dans le respect des règles en vigueur plus de 5000 actes administratifs par an se traduisant par l'engagement des dépenses (commandes, missions), la création des ordres de missions et les réservations de billetterie et d'hôtel, le calcul du montant des remboursements dus aux agents, la transmission des états de frais au paiement, la liquidation des factures, la gestion des immobilisations.

Pour mener à bien ces activités, les gestionnaires sont chargés d'un portefeuille de groupes et services dont les crédits sont composés de toutes les sources de financement.

L'équipe logistique

Elle a en charge l'accueil des visiteurs et l'accueil téléphonique, le gardiennage du site et la conciergerie, le vagemestre, la réception des colis et la gestion des véhicules administratifs.

Faits marquants en 2014 et 2015

Ces deux années ont été consacrées à la mise en place de procédure et de méthodes de travail communes permettant de fiabiliser les actes de gestion et d'optimiser le temps de traitement. La capitalisation de cette phase de formation s'est concrétisée, en relation avec le responsable qualité du laboratoire, par la rédaction de procédures tant dans le domaine RH que Financier.

Depuis 2012, les trois tutelles du laboratoire ont confié la gestion des crédits du laboratoire au CNRS par la signature d'une convention de délégation globale de gestion financière. Cette gestion centralisée des crédits auprès d'un seul établissement, avec l'utilisation d'un seul outil de gestion permet d'optimiser l'organisation du pôle financier et de consolider les ressources et les dépenses du laboratoire.

En 2014, tous les laboratoires de la délégation Alpes sont entrés dans le processus de dématérialisation de la dépense et du traitement centralisé des factures à Nancy. Le déploiement du SCTD a nécessité de modifier en profondeur l'organisation du laboratoire ainsi que les relations entre les services acheteurs et le service administratif et financier. Ce déploiement a également eu des impacts forts sur l'organisation individuelle du travail des gestionnaires.

En 2015, en prévision de la mise en œuvre de la nouvelle réglementation relative à la Gestion Budgétaire et Comptable Publique (GBCP), la délégation Alpes, en tant que site pilote, a déployé deux nouveaux outils, l'un pour la gestion des contrats de recherche (Webcontrat), l'autre pour le recrutement des personnels non permanent (CANOPEE). Ces deux outils ont nécessité pour les gestionnaires RH et finances adaptation et apprentissage de nouveaux process.

Mener à bien l'ensemble des missions dévolues au service administratif et financier implique de chaque membre de l'équipe une grande capacité à travailler en équipe, une forte autonomie, une motivation individuelle importante, une expertise technique en croissance permanente, un intérêt pour l'apprentissage de nouveautés fonctionnelles ou techniques, une réactivité et une flexibilité importante.

Service Communication et Documentation

C. Favro, J. Riffaut, E. Vernay

The purpose of the Communication and Documentation department, composed of three members, is to provide support to promote research results, to organize internal events and facilitate access to information.

Missions et organisation

Le service a un rôle de support aux activités de communication du laboratoire et de son personnel. Son implication peut aller de l'organisation complète de l'opération à un simple rôle de conseil. Il intervient dans les actions de communication interne (journée nouvel entrant, organisation des journées prospectives...), de communication scientifique (organisation de conférences) et dans les actions destinées au grand public, scolaires, professeurs... Un infographiste assure la création de visuels pour les différents supports de communication du laboratoire et de son personnel (signalétique, posters pour les conférences...).

L'activité documentation couvre la gestion des ressources documentaires, la fourniture de documents ainsi que le recensement des publications pour l'ensemble des personnels du laboratoire.

Le service est constitué de 3 personnes (IR, AI, T). Un physicien et le chef de service ont le rôle de Correspondant Communication du laboratoire.

Faits marquants en 2014 et 2015

Parmi les nombreux événements organisés par le laboratoire, on notera la forte implication du service pour l'organisation du 20e anniversaire de l'École des accélérateurs JUAS en 2014 et pour les journées prospectives du LPSC en 2015.

En 2015, la documentation s'est engagée dans les projets LIMBRA et INSPIRE qui concernent le recensement des publications à partir des bases CDS-CERN et INSPIRE pour le premier et l'intégration des notices dans HAL à partir d'INSPIRE pour le second.

Service Détecteurs et Instrumentation

C. Bernard, M. Chala, F. Collovati, R. Faure, O. Guillaudin, M. Heusch, M. Marton, M. Migliore, J.-F. Muraz, A. Pelissier, P. Stassi, O. Zimmermann

The Detectors and Instrumentation Department (SDI), is a team of engineers and technicians with various and different skills and experiences. The department has two objectives:

- *to construct detection and instrumentation systems for laboratory projects;*
- *to study and test new instrumentation and detection techniques.*

The SDI has been involved in all the projects listed below, sometimes collaborating with other technical departments of the laboratory.

Missions et organisation

Le SDI a été créé dans le but de couvrir la conception, la réalisation, et la mise en œuvre de montages instrumentaux pour les expériences du laboratoire. Il a en particulier pour vocation d'assurer une expertise technique dans le domaine des détecteurs à la base des expériences de physique subatomique et de cosmologie.

Le service a pour missions, les études, les développements, les réalisations, les mises en œuvre et la maintenance d'ensembles instrumentaux comprenant :

- La mécanique (études, réalisations et montages).
- Les détecteurs (études, simulations et caractérisations).
- Les contrôles et commandes ainsi que les dispositifs de sécurité.
- Des systèmes d'acquisition embarquée.

Dans le cadre de la Recherche & Développement, le service mène des études sur les nouvelles technologies dans le domaine de l'instrumentation en général :

- Détection (photodétection, radiodétection, détecteurs gazeux).
- Matériaux (thermiques, optiques, mécanique).
- Contrôle/commandes et acquisition (embarqué, sans fil, etc.).

Enfin, le service intervient sur sites dans la plupart des cas pour apporter une assistance au fonctionnement des expériences :

- Assemblages, intégrations, tests et vérifications, caractérisations.
- Installations d'instrumentation en milieux naturels.

Organisation

Chacune des personnes du service est impliquée dans un ou plusieurs projets à différents niveaux de responsabilité. En 2014 et 2015, 5 personnes du SDI sont coordinateurs techniques des projets suivants : ALICE, Auger, LSST, MIMAC, n2EDM.

Fin 2015, le service est constitué de 11 personnes, 1 technicien, 4 assistants ingénieurs, 3 ingénieurs d'études et 3 ingénieurs de recherche. Le SDI est sous la responsabilité d'un IR (voir l'organigramme des services).

Pour en savoir plus

» <http://lpsc.in2p3.fr/index.php/fr/services/service-detecteurs-et-instrumentation-sdi>

Répartition des RH sur les projets

Durant ces deux dernières années, le SDI a contribué à plus de 16 projets du laboratoire, avec un niveau d'implication technique plus ou moins important :

ALICE – Calorimètre électromagnétique, EMCAL-DCAL

- Coordination technique du projet au LPSC.
- Connexion du détecteur DCAL au système de refroidissement.

- Conception et mise en œuvre sur site du système de refroidissement des cartes des Scalable Readout Units (SRU).

ATLAS-ITk

- Pilotage de l'activité de R&D et fourniture de 48 résistances chauffantes homogènes sur support silicium.

DAMe - TRADERA

- Conception, élaboration et tests des prototypes de profileurs de faisceau en radiothérapie conformationnelle.

FFFER

- Développement du contrôle-commande et des dispositifs de sécurité (instruments, matériel et logiciel) de la boucle nominale (sels fondus).
- Réalisation de la mesure acoustique de vélocimétrie.

Laboratoire de mesure des Basses Activités (LBA)

- Responsabilité technique du laboratoire.
- Analyse de radioéléments d'origine naturelle et de nappes phréatiques pour des entreprises privées comme CEZUS-AREVA.
- Mesure de matériaux en provenance de cuves de réacteurs nucléaires pour le CEA.
- Maintenance du laboratoire (voir chapitre associé au LBA).

LOHENGRIN

- Conception d'une chambre de détection avec grille de Frisch.

LSST-CCOB

- Coordination technique du projet au LPSC.
- Conception et réalisation de 2 bancs d'étalonnage pour la caméra CCD : développement et tests de la source « faisceau large ». Début de la phase de R&D pour le banc « faisceau fin ».

MIMAC - COMIMAC

- Coordination technique du projet au LPSC.
- Suivit de la campagne de mesures de longue durée au LSM.
- Prise en charge des opérations de logistique pour les campagnes de mesures hors site (LSM, IRSN, ILL, INFN-LNL).
- Développements et tests de nouvelles structures de détecteurs Micromegas pixélisés bas bruit.
- Couplage de détecteurs Micromegas pixélisés au dispositif COMIMAC.

MONODIAM et MONIDIAM

- Conception et mise au point de dispositifs de test.
- Participation aux tests faisceaux.

MYRRHA

- Conception et réalisation du contrôle-commande des parties « vide » et « refroidissement » de la source et de la ligne basse énergie (EPICS, automate Siemens).

NEWS

- Conception du détecteur sphérique de 30 cm.

Observatoire Pierre Auger, GIGAS - Radiodétection

- Coordination technique du projet au LPSC.
- Participation à l'élaboration du programme de radiodétection des rayons cosmiques sur le site d'Auger en Argentine, installation et fabrication d'antennes.
- Participation à la définition et au management du projet d'upgrade du détecteur de surface Auger Prime.

PEREN

- Maintenance du laboratoire de chimie de la plateforme PEREN.

STEREO

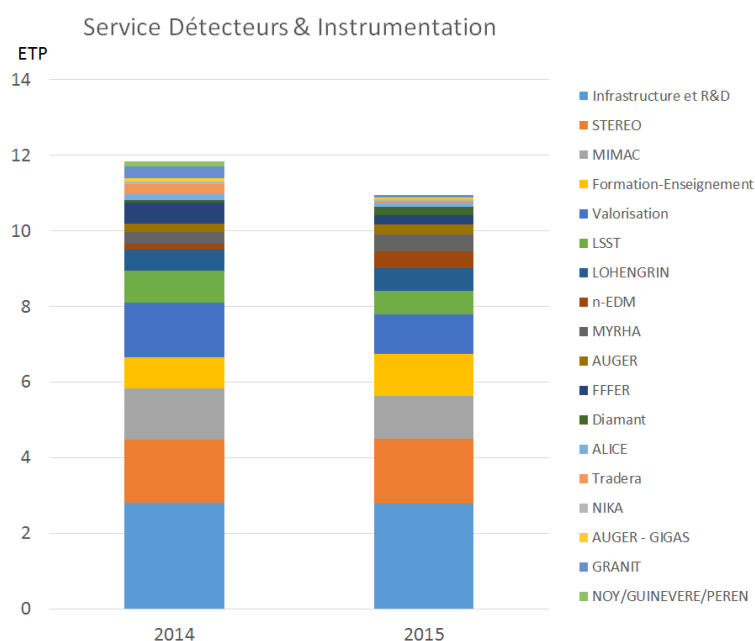
- Coordination technique du projet au LPSC.
- Étude, conception, réalisation et mise en œuvre du blindage actif du détecteur (veto, photo 1).
- Réalisation de dispositifs de test des photodétecteurs.

UCN - GRANIT

- Mise en œuvre et adaptation matérielle et logicielle du système de contrôle-commande.
- Mise en œuvre de l'instrumentation.
- Maintenance.

UCN - n2EDM

- Coordination technique du projet au LPSC.
- Étude et développement et réalisation du banc de test pour la magnétométrie mercure (photo 2).
- Contrôle commande du banc de test.



Répartition des ressources humaines du SDI sur les projets du laboratoire en 2014 et 2015.

Fiche de compétences et moyens matériels spécifiques

Les compétences des personnels du SDI sont diverses et variées, elles se développent en fonction des besoins de chaque projet, elles sont rassemblées dans les domaines suivants :

Détecteurs

- R & D, conception et fabrication, choix, achat et tests (Photo détecteurs, radio détecteurs, détecteurs gazeux, etc.).

Instrumentation

- Choix, achat et mise en œuvre de solutions instrumentales, électroniques et informatiques.

Contrôle et commande

- Conception et développement de systèmes automatiques (matériel et logiciel).
- Conception et développement de systèmes d'acquisition, traitement de données, contrôle et interfaces homme-machine, systèmes de sécurité (automates).
- Conception et développement de systèmes embarqués, distribués ou autonomes.

Mécanique et Optique

- Développement, conception, réalisation et montage de pièces et d'ensembles.

Spatial

- Assurance produits et documentation spatiale.
- Tests unitaires de logiciels embarqués.
- Intégration spatiale.

Qualité & Gestion de projets

- Assurance produits et documentation.
- Gestion de projet.
- Analyse des risques.
- Audits.

Chimie et matériaux

Gestion logistique et assistance aux expériences

De plus, le SDI assure des activités en dehors des projets, telles que listées ci-dessous :

Ressources techniques & infrastructures LPSC

- Mesures basses activités (LBA, voir chapitre correspondant).
- Banc de tissage chambres à fils.
- Administration ATRIUM (gestion électronique documentaire IN2P3) pour le LPSC.
- Coordination des approvisionnements en gaz du laboratoire.
- Co-correspondant formation du laboratoire.
- Un membre élu au Conseil d'Unité.
- Deux membres élus à la CPL.
- Deux membres du CHSCT.
- Présidence du CRTP.

Valorisation

- Fabrication et maintenance de détecteurs gazeux (partenariat EDF).
- Partenariat avec des industriels (EDF/DTG) pour le développement de systèmes de mesures.
- Partenariat avec l'IRSN-LDRI pour la conception d'un système de mesure de courants d'ionisation faibles.

Enseignement, formations :

- Enseignements UJF et INPG en Acquisition de données.
- Encadrement des stages d'observation (collégiens et lycéens) au LPSC.
- Activités pédagogiques pour les lycées.
- Gestion technique de TP et formations.
- Formations LabVIEW niveau débutants et avancé, pour le CNRS (DR11).
- Animation journée « LabVIEW Users Group Exchange » en 2014.
- Animation du réseau d'utilisateurs LabVIEW, « AlpesVIEW ».

Activités de R&D

Les activités de recherche et développement du service Détecteurs et Instrumentation sont toutes liées à des projets du laboratoire. Elles se déclinent selon deux thématiques majeures :

- « Détecteur », qui rassemble toutes les activités de R & D sur les études de nouveaux systèmes de détection des particules, mais également sur les nouveaux concepts qui utilisent des techniques de détection déjà éprouvées. Les études de nouveaux moyens de caractérisation des détecteurs font également partie de cette thématique.
- « Matériaux », qui rassemble les activités de recherche sur la mise en œuvre des nouveaux matériaux utilisés pour les diverses instrumentations des expériences, incluant les études sur leur usinage, collage, moulage, etc.

R&D « Détecteurs »

- Étude et caractérisation de détecteurs gazeux à géométrie sphérique mono voie permettant la mesure de reculs nucléaires de très basse énergie.

Cette activité est reliée au projet NEWS et est assurée au SDI par J.-F. Muraz.

- Étude et caractérisation de détecteurs semi-conducteurs diamants mono et polycristallins.

Cette activité est reliée aux projets MONODIAM et MONIDIAM et est assurée au SDI par J.-F. Muraz.

- Conception et tests de Micromegas pixélisées pour les basses pressions.
- Conception et tests de μ TPC pour la détection matière sombre non baryonique.
- Conception et tests de Micromegas bas-bruit pour les expériences recherchant des évènements rares.
- Système de purification et de contrôle de la qualité des gaz pour les détecteurs gazeux, étude des caractéristiques des différents mélanges gazeux pour les μ TPC.

Ces activités sont reliées au projet MIMAC et sont assurées au SDI par O. Guillaudin et M. Marton.

- Étude des capacités d'une μ TPC pour la détection et la caractérisation de sources de neutrons épithermiques.

Cette activité est reliée au projet AB-NCT et est assurée au SDI par O. Guillaudin et M. Marton.

- Étude de profileur faisceau en radiothérapie, détecteurs pixélisés, fenêtres mylar et mylar/Al, nid d'abeille, grille Cu / Ht, électronique, mécanique Alu.

Cette activité est reliée au projet DAME et est assurée au SDI par O. Guillaudin et M. Marton.

- Conception et test de nouveaux capteurs neutrons destinés à mesurer l'équivalent en eau du manteau neigeux par atténuation de la partie neutronique du rayonnement cosmique.

Cette activité est reliée au projet EDF-DTG et est assurée au SDI par O. Guillaudin, J.-F. Muraz et C. Bernard.

- Études d'antennes large bande pour la radio détection des rayons cosmiques de très haute énergie par le principe du bremsstrahlung moléculaire dans la gamme de fréquence autour du GHz. Design, simulation, conception de prototypes et tests.

Cette activité est reliée au projet GIGAS (Observatoire Pierre Auger) et est assurée au SDI par P. Stassi, M. Chala et M. Marton.

R&D « Matériaux »

- Étude du comportement thermique d'une cible en couche mince de Béryllium 9 sur support graphite.

Cette activité est reliée au projet AB-NCT et est assurée au SDI par J.-F. Muraz.

- Étude et réalisation de résistances chauffantes homogènes sur support silicium.

Cette activité est reliée au projet ATLAS-ITk et est assurée au SDI par J.-F. Muraz.

Activités de valorisation

- **EDF-DTG**, prestation d'étude et de tests de nouveaux capteurs neutrons destinés à mesurer l'équivalent en eau du manteau neigeux.
- **CMCF**, prestation d'étude et de réalisation d'un dispositif de mesure de faibles courants d'ionisation pour l'IRSN-LDRI.

Faits marquants en 2014 et 2015

Plusieurs faits marquants relatifs aux projets dans lesquels le SDI est impliqué ont jalonné les activités de ces deux dernières années :

- **FFFER**, mise en fonctionnement du contrôle-commande de la boucle à sels fondus.
- **GIGAS**, installation des antennes prototypes sur site.
- **LBA**, accréditation du laboratoire et des mesures par l'ASN.

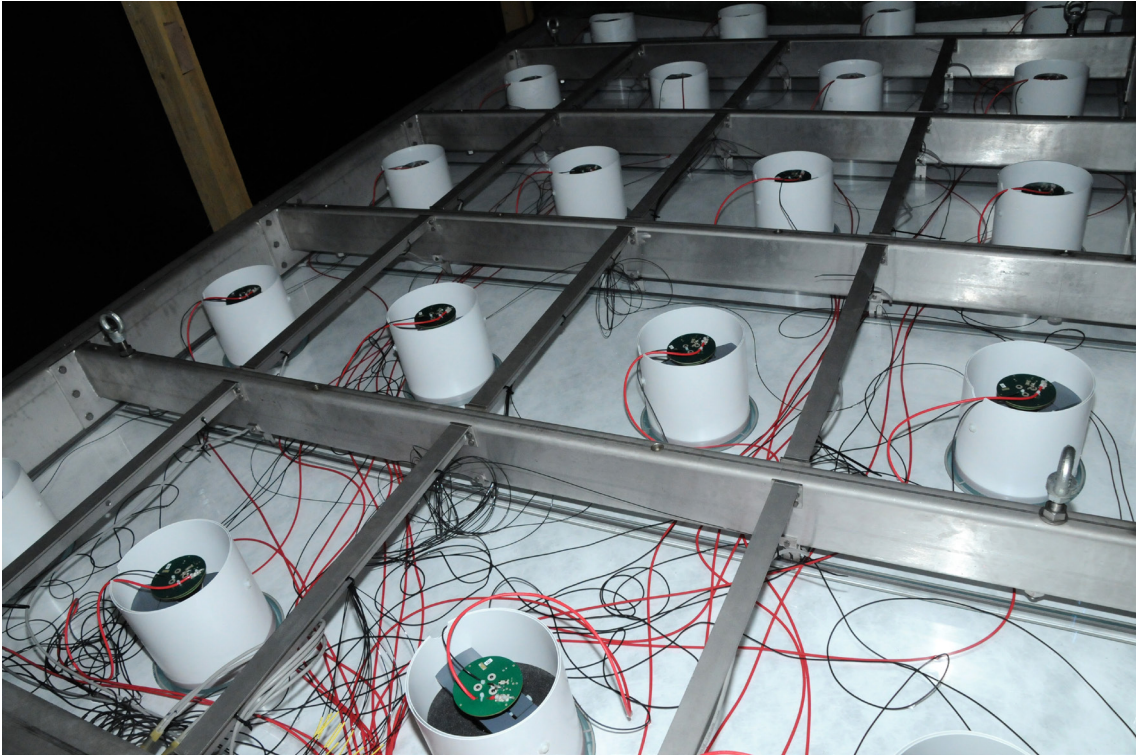


Photo 1 : Blindage actif du détecteur STEREO en cours de montage.

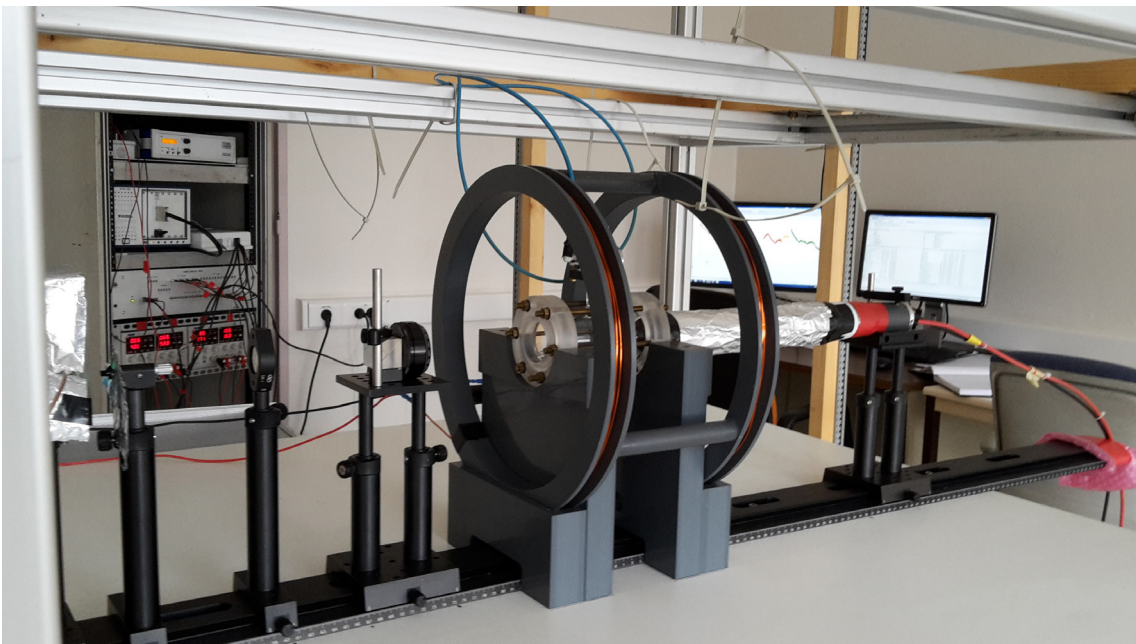


Photo 2 : Projet N2eDM, magnétomètre mercure.

Service Électronique

C. Barruel, S. Benaziza, J.-L. Bouly, G. Bosson, O. Bourrion, J. Bouvier, B. Boyer, P. Cavalli, D. Dzahini, L. Eraud, R. Foglio, L. Gallin-Martel, J.-P. Girard, R. Kzama, E. Lagorio, C. Li, S. Muggeo, N. Ponchant, F. Rarbi, J.-P. Scordilis, E. Tourba, D. Tourres, C. Vescovi, M. Yamouni, M. Zeloufi

The Electronics Group is in charge of the design, manufacturing, and installation of the various electronics equipment used by the LPSC research teams. We are a team of engineers and technicians with skills in various electronics domains: microelectronics, analog front-end design, data acquisition, PCB design, embedded software, etc.

Missions et organisation

Le Service Électronique a pour principales missions la conception, la fabrication, la mise en œuvre et la maintenance des électroniques dédiées au fonctionnement des expériences de physique du LPSC et de celles auxquelles il est associé. Le Service Électronique intervient dans différents domaines de l'électronique, de la conception d'ASIC au développement de systèmes électroniques complexes et de leurs logiciels embarqués.

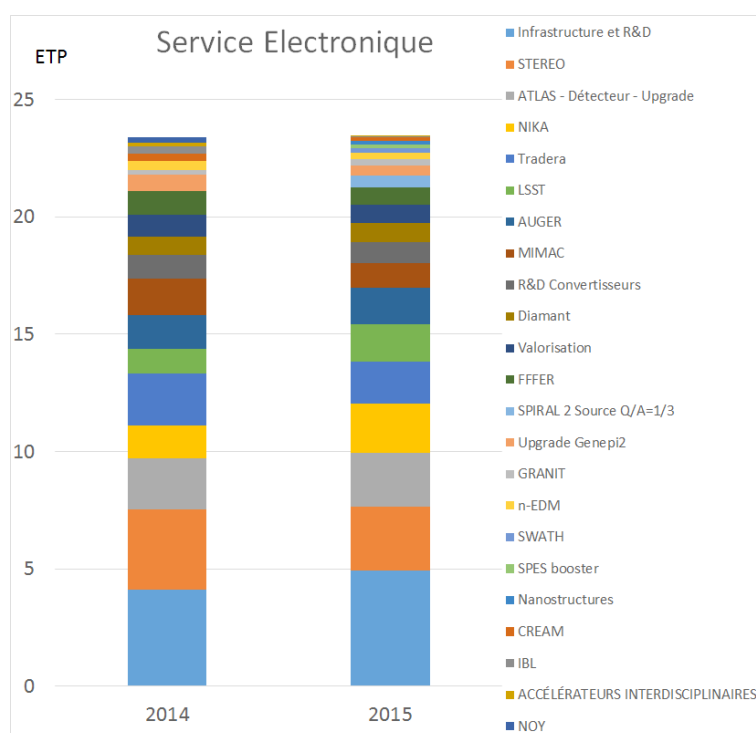
Le service est actuellement composé de 20 agents permanents (5 IR, 6 IE, 2 AI, 7 T), un IE CDD, trois doctorants et un bénévole.

Le Service Électronique est organisé en 4 sous-groupes :

- **Électronique système** : conception de systèmes électronique analogiques, numériques et mixtes, systèmes d'acquisition et logiciels embarqués.
- **Micro-électronique** : conception d'ASIC, Front-End bas bruit et convertisseurs de données.
- **Support** : montage d'expériences, câblage, prototypage et achats.
- **CAO Cartes** : routage et suivi de fabrication des cartes électroniques conçues dans le service, conception de détecteurs sur PCB, maintenance des outils informatiques CAO.

Répartition des RH sur les projets

Au cours des années 2014-2015, le Service Électronique a été impliqué dans la majorité des projets techniques du LPSC (plus de 15 projets en moyenne chaque année). Pour la plupart de ces projets, cette implication, en concertation avec les groupes de physique, va de la phase de définition des fonctionnalités requises, en passant par les choix technologiques, pour se poursuivre jusqu'à l'installation et la mise en route des expériences. Le service prend aussi part dans les activités de coordination technique des projets, au niveau local (NIKA, GUINEVERE, Tradera, NOY, ITk) mais aussi au niveau national (LSST). Il faut noter que sur ces deux années, 7 projets ont nécessité plus de 50% des ressources humaines du service électronique (STEREO, NIKA, Auger, LSST, MIMAC, Tradera/Diamant, ATLAS, IBL, ITk). La répartition des ressources humaines sur les projets du laboratoire est donnée figure suivante.



Ressources humaines du service électronique sur les projets du LPSC.

Fiche de compétences et moyens matériels spécifiques

De par la taille du service et la diversité des réalisations effectuées, les compétences du service électronique sont variées et en perpétuelle évolution, citons les principales :

- **Électronique analogique** : électronique bas bruit, conditionnement de signaux, électronique RF, haute tension, modules NIM et Camac, mise en œuvre de détecteurs (PMT, APD, KIDs).
- **Électronique numérique** : FPGA, DSP, micro-contrôleurs, μ TCA, protocoles VME, USB, Ethernet, temps réel, systèmes embarqués.
- **Microélectronique** : ASIC faible consommation, ASIC front-end faible bruit, convertisseurs de données (ADC et DAC).
- **CAO cartes** : Cartes haute densité, cartes rapides, gestion bibliothèque de composant, service support IN2P3 pour le logiciel Allegro.
- **Montage, câblage** : Montage d'expérience sur site, montage de détecteurs, câblage racks et baies électronique, travail en salle blanche, câblage haute tension, collage, potting, coating.
- **Achats.**
- **Gestion de projet.**
- **Compétences spécifiques** : techniques spatiales, chambres à étincelles, compatibilité électromagnétique.
- **Moyens spécifiques au service** : stations de travail CAO carte et microélectronique, ateliers de câblage et de tests, moyens de tests électroniques (oscilloscopes, analyseur de spectre, analyseurs logiques, etc.), moyens de programmation (EEPROM, FPGA, DSP, μ Contrôleurs), moyens de tests spécifiques ADC et DAC, enceinte thermostatique.

Activités de R&D

De par la spécificité des électroniques développées pour les expériences du LPSC, il y a peu d'activités de R&D à long terme en électronique système. Nous collaborons cependant avec d'autres laboratoires de la région Grenobloise ou de l'IN2P3 et proposons l'accès à nos moyens et compétences spécifiques lorsque cela est possible (Institut Néel, Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble...).

Dans le domaine de la microélectronique, le Service Électronique mène depuis maintenant plusieurs années une étude de fond sur la conception de convertisseurs analogiques numériques et numériques analogiques dédiés aux expériences de physique des particules. Les développements actuels d'ADC sont basés sur des structures pipeline et à approximations successives avec des résolutions cibles > 12 bits, et des vitesses d'encodage allant jusqu'à 50 MHz. La spécificité de ces convertisseurs est l'utilisation de technologies qui restent facilement accessibles tout en maintenant des gammes dynamiques importantes et des consommations très faibles (typiquement inférieures à 1 mW/MHz pour un 12 bits). Un autre axe de R&D dans ce domaine est le développement d'ADC « colonnes » pour l'imagerie, présentant une faible empreinte physique afin de les intégrer directement sur le détecteur.

Faits marquants en 2014 et 2015

- Premières prise de données NIKA (2014), installation et opération de NIKA2 (2015).
- Finalisation de l'électronique STEREO (2015).
- Insertion d'IBL dans le détecteur ATLAS (2014).
- Réalisation du détecteur Tradera (profileur de faisceau pour la radiothérapie) et de son électronique d'acquisition.

Service Études et Réalisations Mécaniques

D. Bondoux, Y. Carcagno, D. Fombaron, C. Fourel, G. Frèche, C. Geraci, J. Giraud, D. Grondin, M. Legrand, C. Le Tulle, J.-C. Malacour, J. Menu, R. Navarro, Y. Odièvre, E. Perbet, S. Roni, S. Roudier, F. Vezzu, L. Vivargent

This service is in charge of the design, manufacturing, and assembly of mechanical and cryogenic systems. Its experienced people make use of modern design and simulation software and of numerous machining tools.

Missions et organisation

Le Service Études et Réalisations Mécaniques assure les différentes phases de faisabilité, conception, réalisation, mise au point, et montage sur site d'ensembles mécaniques, cryogéniques et pour le vide, sur les expériences du LPSC.

Le service propose également aux autres laboratoires et instituts de recherche des prestations d'études et de calculs, de réalisation de pièces et ensembles mécaniques.

Le service est constitué, fin 2015, de 17 agents : 3 IR, 2 IE, 3 AI pour le bureau d'études, 1 AI, 5 T, 1 ATRF pour l'atelier, et 2 AI pour l'équipe Montage & Vide-cryogénie.

Accueil de stagiaires DUT, BTS, écoles d'ingénieurs et Masters. Un apprenti chaudronnier en alternance 1 an.

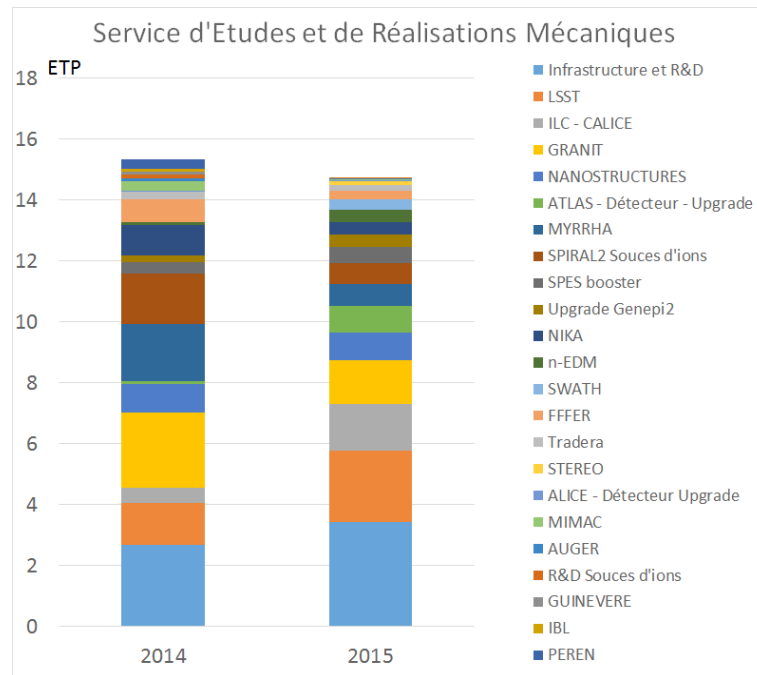
Le service est représenté dans de nombreuses instances du laboratoire: Conseil d'Unité, CLHSCT, CPL (comité du personnel local), CRTP (comité de revue technique des projets), et CTI (comité technique informatique). Il compte aussi le responsable des moyens CAO ainsi que le responsable technique du laboratoire (jusqu'à fin 2015).

Répartition des RH sur les projets

Pendant les années 2014 et 2015 le SERM a été impliqué dans la majorité des projets techniques du LPSC, à différents stades d'implication, depuis les choix technologiques, la conception mécanique, le calcul, la réalisation (atelier ou suivi de prestataires), le montage sur site et la mise en route des expériences, jusqu'à la conception et la réalisation complète d'instruments.

Le service assure aussi la coordination technique pour 5 projets : GRANIT, FFFER, SWATH, MYRRHA LEBT et LSST - chargeur, ainsi que les coordinations mécaniques de 5 projets : ALICE ITS, ATLAS IBL, ILC-CALICE, TraDeRa et NIKA.

Les répartitions des RH sur projets qui suivent reflètent la part des projets majeurs du service, comme GRANIT, MYRRHA LEBT, les sources d'ions, LSST, FFFER, NIKA, ATLAS-ITk...



Répartition des RH du SERM sur les projets du laboratoire.

Description succincte des activités sur projets

ALICE ITS

Dessin de conception et début de production du banc d'assemblage des staves du Middle Barrel pour la mise à jour du « silicon tracking detector » au CERN.

ATLAS ITk

- Prototypes d'échelles à pixels inclinés pour la mise à jour du détecteur à Pixels d'ATLAS au CERN ; optimisation thermique et minimisation de la masse des matériaux utilisés.

AB-NCT

- Importants développements sur la simulation thermique transitoire de cible solide de béryllium et de cible liquide de lithium. 450 heures de travail sur les 2 années.

DAMe-TraDeRa

- Conception, réalisation, et essai sur site d'une interface mécanique ergonomique permettant le montage d'un prototype de profileur de faisceau à l'échelle 1/4 en radiothérapie conformationnelle au CHU de Grenoble. Rédaction des spécifications techniques du démonstrateur échelle 1.

FFFER

- Coordination technique du projet.
- Responsabilité de l'étude et de la fabrication du four et de la boucle à sels fondus fluorés pour l'étude du dégazage par bullage dans les réacteurs à sels fondus.

GENEPI 2

- Upgrade de l'accélérateur GENEPI 2 avec l'implantation de la source Super COMIC 5,8 GHz.
- Chambre à vide et culasse de l'aimant 3 voies.

GRANIT

- Coordination technique de la collaboration (Spectromètre installé à l'Institut Laue Langevin).
- Modification du circuit ^3He et ^4He du cryostat de l'ILL et fiabilisation du fonctionnement de la cryosource : le volume UCN est stable à 0,86 K. Installation de l'ensemble optique complet du spectromètre. Installation du dispositif de mesure de temps de vol et campagne de mesure.

IBL : (ATLAS Upgrade) Insertable B Layer

- Fin des tests du système d'insertion automatique des différents éléments de l'opération de changement de Beam Pipe supportant l'IBL dans le détecteur Pixel d'ATLAS au CERN.

ILC CALICE (International Linear Collider)

- **R&D** - Conception des End-cap (2x25 t) du calorimètre électromagnétique à échantillonnage, silicium-tungstène : réalisation de grandes structures alvéolaires composites et de systèmes de refroidissement du détecteur (~83 millions de voies). Pré-montage de l'outillage lourd de manutention.
- **AIDA2020** – coordination du WP14.5.2 - test du système de thermalisation de l'électronique embarquée. Construction du système de refroidissement sous-atmosphérique « leakless » (h=13 m).
- **EUDET** - tests de performance du système de refroidissement connectable au démonstrateur.

LSST-Chargeur manuel de filtres

- Coordination technique du projet (système de translation motorisé permettant le chargement et le déchargement des filtres à l'intérieur de la caméra du télescope).
- Construction d'un banc de test préliminaire permettant de tester les principales fonctions du Loader ainsi que la communication avec le Filter Control System (FCS). Test du système de verrouillage des filtres et du contrôle-commande.
- Conception avancée de l'armoire de stockage des filtres et du chariot de transport du Loader.

LSST-CCOB

Le CCOB, système de calibration de la caméra CCD du LSST, doit notamment pouvoir balayer toute la caméra uniquement en incidence normale, en mode « faisceau large » d'environ 2 cm de diamètre.

- Conception et réalisation du support source 8 LEDs, assemblage de la source faisceau large.

MIMAC et source COMIC

- Fabrication - adaptation d'une ligne de Quenching (ligne de calibration composée d'une source COMIMAC + détecteur Micromegas).

MYRRHA LEBT

- Coordination technique du projet au LPSC.
- Étude détaillée, fabrication, montage de la ligne basse énergie de l'injecteur pour la future machine MYRRHA.
 - Fabrication mécanique, suivi de sous-traitance, achats, réceptions usine et sur site.
 - Participation au montage de la ligne basse énergie, de ses servitudes, et des dispositifs de contrôle-commande. Participation au commissioning.

N2EDM

- Conception des switches prototypes Ultra Cold Neutron et du co-magnétomètre mercure pour le futur spectromètre de l'Institut Paul Scherrer en Suisse.

NIKA-1 et NIKA-2

- Réalisation d'un nouvel ensemble polariseur motorisé avec lame demi onde, implanté au MCBT-Institut Néel et utilisé pour tester une caméra à base de matrices de MKIDs pour des observations dans le domaine millimétrique avec le télescope de 30 m de l'IRAM.
- Conception et fabrication des miroirs M7 et M8 du cryostat de Nika2, ainsi que du système de rails rouleau pour l'ouverture du cryostat, en accord avec le groupe cryogénique de l'Institut Néel.

PLASMA

- Conception de la source plasma SCHEME (Source of exCited HydrogEn MolEcules) et d'un système d'extraction (ROSAE III) sous vide et haute tension (15 kV) ; étude de l'implantation de la source SCHEME II au synchrotron SOLEIL à Saclay.

SPIRAL2 / SOURCES D'IONS

- **BOOSTER de charge LPSC** : fabrication (ensemble nez d'injection pour 14 et 18 GHz).
- **SPIRAL2 PHOENIX V2** : adaptations pour la source (ensemble blindage CEM, extraction v2).
- **SPIRAL2 PHOENIX V3** : conception et fabrication de la source (ensemble DC breaker, injection).

- **SOURCE ECR 60 GHz** : fabrication & montage avec l'équipe sources d'ions au Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses.
- **Ligne Haute Intensité et source 5,8 GHz** : fabrication du DC breaker v2.
- **BOOSTER SPES (INFN-LNL)** : conception mécanique avancée et fabrication du DC breaker 260.

SWATH

- Coordination technique du projet au LPSC.
- Rédaction et dépôt du projet européen. Début officiel du projet européen. Réalisation d'une maquette en eau, rénovation de la salle d'expérience au bâtiment 7.

Fiche de compétences et moyens matériels spécifiques

Les compétences du SERM se situent dans des activités de conception, réalisation, montage et métrologie, sur différentes technologies, dans les domaines suivants :

Études, conception et calcul

- Études et réalisations d'ensembles mécaniques de laboratoire et de grands instruments, pour les sources d'ions et les accélérateurs, intégrant des systèmes mécaniques complexes, des ensembles mécano-soudés, des installations hydrauliques, des systèmes de thermalisation...
- Techniques du vide primaire et secondaire ; modules de vide et cryogénie : chambres sous pression, mécanismes sous vide, basses températures, environnements spéciaux.
- Composites : pièces structurelles et structures légères en pré-imprégné carbone-époxy.
- Gestion de projets, coordination technique, assurance produit, documentation (coordination nationale IN2P3 de SMARTEAM), analyse des risques ; gestion complète de la sous-traitance.
- Mise en œuvre de systèmes d'acquisition de données (thermique, pression, température...).
- Simulation / calcul (RDM, calculs par éléments finis). Études thermiques, thermomécaniques...
- Mise en œuvre de systèmes automatisés, contrôle commande et interface homme-machine.
- CAO (CATIA) - Installations et support au LPSC.
- Moyens spécifiques : logiciel CATIA V5-6 R2013 sur stations de travail CAO 64 bits ; SmarTeam (gestion de documentation technique), EDMS ; simulation/calcul : ANSYS V16.0.

Atelier Mécanique

Prestations allant du soutien à la prise en charge de réalisations complexes, incluant la gestion de la sous-traitance. Moyens permettant la réalisation, le montage et le contrôle dimensionnel d'ensembles de mécanique générale ainsi que des usinages 3D élaborés et des ensembles mécano-soudés.

- Moyens spécifiques : un atelier mécanique (usinage traditionnel, CN avec liaisons CFAO, électroérosion à fil, contrôle dimensionnel avec bras 3D) ; un atelier de chaudronnerie soudure.

Montage / assemblage / câblage / métrologie

Le SERM assure le montage, l'assemblage et les tests d'expériences complètes sur site: montage de tuyauteries, câblage de sondes, vases d'expansion, boîtes à vannes, lignes cryogéniques ; gestion logistique et transport d'expériences ; assistance aux expériences sur site.

Moyens spécifiques : salle dédiée au montage mécanique, salle de nettoyage, salle de métrologie, salle « vide » et composite (2 étuves à vide). Pour les activités vide/cryogénie : systèmes d'analyse et de détection de fuite ; banc de pompage pour étalonnage jauges à vide primaire.

Formations

Le SERM organise plusieurs formations au laboratoire : en CAO / Calcul (CATIA, SmarTeam, calcul EF), en usinage, et dans le domaine du vide (détection de fuites).

Co-animation du réseau calcul mécanique IN2P3.

Activités de R&D

Fortes collaborations et développements communs avec les autres services (Pôle Accélérateurs et Sources d'ions), partenariat étroit avec l'ILL, le LNCMI et d'autres organismes (CEA, CERN...).

Intégration au réseau R&D mécanique IN2P3 sur les 3 thèmes retenus :

- Systèmes de refroidissement :
 - Grands détecteurs : ILC-CALICE (leakless) et ATLAS ITk (CO₂).
 - Conception de cibles liquides dans le cadre du projet AB-NCT.
- R&D Matériaux (composites) :
 - Longues structures alvéolaires en carbone-époxy / W (bag molding) : ILC-CALICE.
 - Pièces structurelles de haute résistance (thermo-compression) : ILC-CALICE.
 - Structures ultralégères composites pour détecteurs à pixels (ALICE ITS et ATLAS ITk).
- Intégration systèmes (mécatronique-automatisme) : ATLAS-IBL et LSST chargeur de filtres.

Faits marquants en 2014 et 2015

FFFER : Été 2014 : Circulation de sel fluoré jusqu'à 1 m/s et à une température de 600° C. Mesure de la vitesse par ultrasons, validation du procédé de séparation gaz / sel.

LSST : Passage en FDR (Final Design Review) réussi.

GRANIT : Amélioration très significative du fonctionnement de la cryo-source ayant permis des mesures sur des périodes longues.

ATLAS - IBL (Insertable B Layer) : insertion du détecteur IBL effectuée dans la caverne ATLAS du CERN le 7 mai 2014 avec succès à l'aide de l'outillage automatisé de 9 m.

MYRRHA LEBT : Ligne opérationnelle en 2015 et utilisée pour des expériences de caractérisation du faisceau de protons.

SWATH : Août 2015, début officiel du projet européen. Réalisation d'une maquette en eau.

Mise à niveau des outils CAO et métrologie :

- Évaluation du nouveau logiciel de Dassault Systèmes nommé 3D Experience Platform, et mise en œuvre du démonstrateur Enovia V6, en remplacement de CATIA V5-6 R2013 et SmarTeam. F. Vezzu est coordinateur du groupe de travail.

Le but de ce projet a été de vérifier si ce nouvel outil collaboratif pourrait être déployé au sein des laboratoires des différents Instituts du CNRS dans le cadre d'un renouvellement des outils de conception mécanique. L'évolution majeure qu'apporte cette plateforme est sa base de données récente et performante.

- Métrologie : un bras de mesure 3D - 6 axes - volume 2 m, est maintenant opérationnel.

Pour en savoir plus

» <http://lpsc/index.php/fr/services/mecanique/presentation>

Service Sécurité & Radioprotection

W. Regairaz, Assistant de Prévention (AP), Personne Compétente en Radioprotection (PCR) du laboratoire, et Gestionnaire des Matières Nucléaires (PGMN)

This service ensures the management of safety and health at work, and the protection of the Environment. Its purpose is to reduce the hazards, thanks to technical and human arrangements.

Missions et organisation

Sous la responsabilité du Directeur, ce service met en place la gestion de la sécurité des personnes dans le laboratoire. Il s'agit notamment :

- De la sécurité liée aux activités scientifiques et aux infrastructures du laboratoire : prévention des risques (électriques, asphyxie, chimiques, laser, machines-outils, etc.).
- De la radioprotection, et de la gestion des matières nucléaires : dosimétrie, études, mesures, contrôles, gestion des sources radioactives (achat, prêt, transport, évacuation, etc.) et des matières nucléaires, constitution de dossiers d'autorisation.
- De la définition avec les chefs de services, du document d'évaluation des risques et des actions d'amélioration à mener.
- De la préparation des demandes de financement d'actions de mises en sécurité à transmettre au CNRS ou à l'Université.
- De la formation à la sécurité des personnels, notamment lors de leur arrivée.
- De l'établissement de plans de prévention avec les entreprises extérieures ou collaborateurs, et les laboratoires accueillant des agents du LPSC.
- D'actions pour la protection de l'Environnement (déclarations, gestion de déchets dangereux).
- Des situations d'urgence (secourisme, incendie) et de crise (risque nucléaire, grippe, etc.).

Faits marquants en 2014 et 2015

Gestion des matières nucléaires

Nouvelle révision du Dossier d'Autorisation et de Contrôle.

Autorisations ASN

Renouvellement des Autorisations ASN (Autorité de Sureté Nucléaire) pour la détention et l'utilisation de sources radioactives.

Service Informatique

S. Albrand, C. Biscarat, B. Boucherin, Y. Chauvin, G. Dargaud, T. Descombes, J. Fulachier, C. Gondrand, G. Humbert, F. Lambert, F. Melot, P. Meyrand, J. Odier, J. Piarulli, L. Sha

The service has two principal roles:

- *The administration and maintenance of the computing infrastructures, in particular the network, the various servers and the operation of a Tier-2 EGI computing grid.*
- *The development of software applications for high energy physics, and the support of software development for research groups.*

Missions et organisation

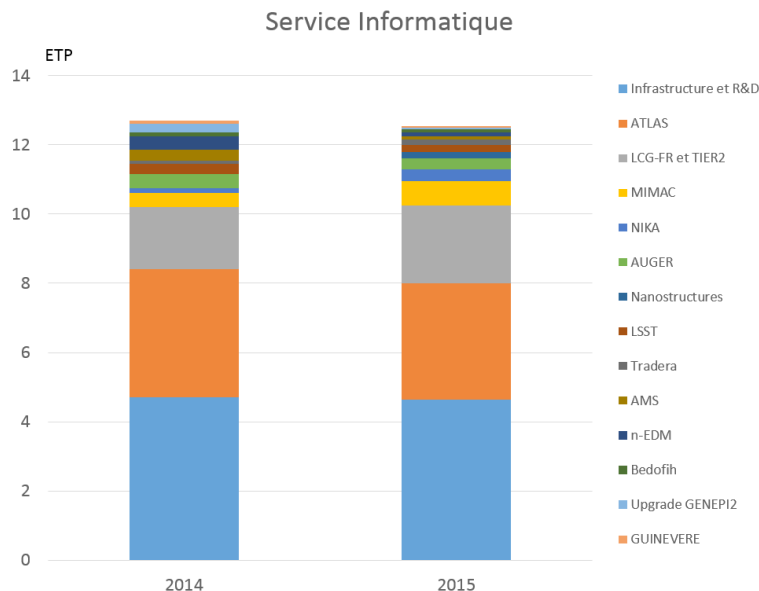
Le service Informatique a deux missions principales :

- Mission d'exploitation des infrastructures informatiques du laboratoire: réseaux, serveurs de données, serveurs de calcul, et nœud Tier-2 de grille de calcul.
- Mission de conception, de développement et d'exploitation de systèmes informatisés au bénéfice des expériences de physique des hautes énergies.

Le service Informatique est sous la responsabilité de B. Boucherin, également chargé de mission « data-centres » pour le groupement de services (GDS) Ecoinfo.

Par ailleurs, C. Biscarat (0,75 ETP) assure la responsabilité nationale de la Coordination Technique de LCG-France, projet piloté par le CNRS-IN2P3 et le CEA, qui représente la France dans la Collaboration internationale Worldwide LHC Computing Grid (WLCG).

Répartition des RH sur les projets



Répartition des RH du service Informatique sur les projets du laboratoire.

Pendant les années 2014 et 2015 le Service Informatique a été principalement impliqué dans les activités suivantes :

- L'exploitation des infrastructures informatiques du laboratoire (voir ci-après).
- Les projets AMI et TagCollector de développement pour l'expérience ATLAS du CERN (cf. § 1.1).
- La mise en place de ressources de calcul sur la grille en particulier pour les expériences LHC (cf. § 3).
- Le développement du système d'acquisition de l'expérience MIMAC, ainsi que les outils de contrôle commande et de visualisation des données (cf. §1.2).

- Le développement et débogage du logiciel de contrôle pour l'observatoire NIKA-2 à l'IRAM (cf. §1.2).
- Le développement de CRDB, un catalogue en ligne de mesures expérimentales de rayonnements cosmiques chargés (cf. §1.2).
- Le développement de LST, Logiciel de Suivi des Thèses, de gestion administrative des doctorants, ainsi que de leur devenir.
- Divers développements de contrôle commande pour les expériences Auger, le pilotage d'une sonde Plasma, LSST, Physique médicale.

Fiche de compétences et moyens matériels spécifiques

Compétences systèmes

Infrastructure

Expérience de la climatisation d'une salle informatique en free-cooling.

Systèmes et réseaux

- Déploiement de systèmes Linux avec Quattor et kickstart, et de systèmes Windows sous Active Directory.
- Compétences dans la mise à disposition de ressources importantes (plusieurs racks 42U) de calcul et de stockage.
- Expérience de la mise en place d'un nœud de calcul de type Tier-2 pour le calcul LHC.
- Administration, exploitation, et surveillance de services (gestion des comptes, authentification, messagerie, Web, bases de données...).
- Cloisonnement, filtrage, surveillance du réseau.
- Sécurité informatique.

Compétences en développement d'applications

Langages de programmation

Principalement C, C++, Java, Python, PHP, SQL XML, XSLT. Mais aussi divers assembleurs, Grafcet, Pascal, Fortran, PL1, Algol.

Bases de Données

ORACLE, MySQL, PostgreSQL.

Techniques particulières

Programmation multithread, web services, Corba, systèmes embarqués, temps réel, programmation système linux (drivers, gestion d'interruption), interfaces homme machine.

Outils de collaboration

Contrôle de version : SVN, Content management : Joomla, IDE : Lab Windows/CVI, Eclipse.

Méthodologies

UML, Agile.

Management de projets et bug tracking : Trac, Redmine (forge in2p3).

Principes d'assurance qualité de logiciel : organisation de revues, rédaction de documents.

Activité de R&D

Accueil de L. Sha, doctorante, pendant un an pour mettre en place une plateforme de test de Cloud Openstack au LPSC.

Développement par T. Descombes de la librairie Libnavajo qui fournit un framework performant et complet pour le développement d'application web dynamique en C++. Libnavajo est mis à disposition sur github.

Faits marquants en 2014 et 2015

Les années 2014 et 2015 ont vu le renforcement de la participation du LPSC à des projets de mutualisation de ressources. Ainsi, 2014 a vu la migration du service de messagerie sur une plateforme

mutualisée au Centre de Calcul de l'IN2P3. Pendant ces deux années les collaborations avec les autres laboratoires de l'Université Grenoble Alpes (UGA) ont été renforcées, en particulier dans le cadre des projets Ciment et Summer.

Projet Ciment

Née en 2011, cette collaboration s'est concrétisée par la mutualisation de ressources informatiques et de savoirs. Relevons par exemple la mise en valeur de ressources opportunistes de CIMENT pour des analyses en physique des hautes énergies comme la recherche de nouvelles particules dans l'état di-photon qui est à ce jour l'analyse la plus en vue au LHC. Cette synergie passe aussi par l'enseignement, avec une participation du LPSC à l'école doctorale de l'UGA sur les technologies de « grille ». La collaboration LPSC-CIMENT s'est récemment renforcée dans le cadre de la nouvelle UMS GRICAD avec la création d'un pôle Physique des Particules dont les deux responsables sont membres du LPSC.

Projet Summer

Implication du LPSC dans le projet Summer de stockage mutualisé à l'UGA. Le service informatique est impliqué dans le Comité Technique en charge de l'exploitation de ces ressources. Une partie du stockage associé aux HOMEDIR 60 To du LPSC est désormais hébergée sur la plateforme Summer.

Projet ATLAS AMI (cf. §1.1)

Montée en puissance du service AMI-Tags pour Atlas. Ce service permet la gestion des paramètres de configuration du logiciel d'analyse d'ATLAS. 92% des requêtes au serveur AMI concerne ce nouveau service.

Refonte totale du backend de l'application pour palier aux limitations de la version initiale.

Hébergement des services AMI sur le cloud OpenStack du CC-IN2P3.

Patrimoine et Infrastructures

P. Roisin

Missions et organisation

Les 10 bâtiments construits en fin des années 60 représentent environ 20 000 m² de bureaux et d'aires d'expérience sur 5 hectares d'emprise au sol. Ils nécessitent un entretien permanent. Les infrastructures sont composées de quatre réseaux d'eau, trois postes de transformateurs, 2 compresseurs alimentant près de 2 km de réseau d'air comprimé, 12 climatiseurs ou ventilo convecteurs, trois chaudières, 8 ponts roulants, 2 ascenseurs, 4 salles blanches...

Faits marquants en 2014 et 2015

Les travaux réalisés

Infrastructures

Mise en place des fluides et de la maçonnerie pour l'expérience MYRRHA.

Réhabilitation de locaux pour la mise place de l'expérience SWATH (photo 1).

Installation de la start up « Polygon Physics », mise en place de ses réseaux eau, électricité, air comprimé.

Expertise du parc arboré (180) et programme pluriannuel de coupes et d'élagage.

Reprise intégrale des étanchéités et isolation de la passerelle reliant le bâtiment 8 au bâtiment 9 ainsi que celle du bâtiment 1 au Hall B et du bâtiment 1 au bâtiment 2.

Réhabilitation complète des bureaux 28, 121, 130, 140, 142, 215, 219, 341, 2 bureaux à l'étage de l'atelier + les circulations et les aires dites de « matières ».

Création d'un nouveau local de métrologie.

Réagencement de la plateforme CAO.

Mise en place de la signalétique fronton du laboratoire.

Mise en œuvre de la plateforme TP : 800 m², 8 corps de métier, 6 mois de travaux (photo 2).

Reprise des locaux « tomographie et jonctions » pour l'accueil d'une société industrielle.

Pose de 10 stores motorisés dans l'atelier.

Plomberie

Remplacement de robinets thermostatiques au 3e étage.

Mise en place du réseau ventilation pièce 215.

Pose de compteurs sur le réseau d'eau industrielle (demande expresse de l'agence de l'eau).

Remplacement de la distribution d'eau industrielle dans le bâtiment principal.

Chauffage / climatisation

Réfection du CTA dans le hall d'entrée.

Entretien des pompes primaires en départ chaufferie.

Étude d'un réseau de refroidissement pour la zone Administration.

Changement de 3 circulateurs.



Photo 1



Photo 2