

# Service Études et Réalisations Mécaniques

*D. Grondin, D. Bondoux, Y. Carcagno, G. Damieux-Verdeau, D. Fombaron, C. Fourel, G. Freche, C. Geraci, J. Giraud, M. Legrand, J.-C. Malacour, D. Marchand, J. Menu, E. Perbet, S. Roni, S. Roudier, F. Vezzu*

*This service is in charge of 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 du LPSC (SERM) assure pour les expériences de physique les différentes phases de faisabilité, conception, réalisation, mise au point et montage sur site d'ensembles mécaniques, cryogéniques et pour le vide.

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

Fin 2013, le service est constitué de 15 agents: Bureau d'études: 3 IR, 2 IE, 3 AI - Atelier: 1 AI, 3 T, 2 ATRF - Montage & Vide-cryogénie: 1 T.

Le service est représenté dans les instances du laboratoire: au Conseil d'Unité, au CHS, à la CPL, à la CRTP et au CTI (comité technique informatique). Il compte aussi le responsable technique du laboratoire ainsi que le responsable des moyens CAO.

Accueil de stagiaires DUT, BTS, Ingénieurs et Masters.

## **Répartition des RH sur les projets**

Pendant les années 2012 et 2013 le SERM a été impliqué à différents niveaux dans la majorité des projets techniques du LPSC, 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 réalisation complète d'instruments.

Le service assure aussi des activités de coordination technique pour 4 projets: GRANIT, FFFER, MYRRHA-LEBT et LSST-chargeur, ainsi que les coordinations mécaniques de 4 projets: IBL, ILC, ALICE ITS et SPIRAL2 ligne n+ Analyse Booster.

## **Fiche de compétences et moyens matériels spécifiques**

### **Compétences en études, conception et calcul**

- Études et réalisations d'ensembles mécaniques pour grands instruments, sources d'ions et accélérateurs. Ensembles utilisant des matériaux spécifiques, des traitements de surface particuliers, des usinages 3D élaborés, des structures mécano-soudés, des installations hydrauliques et pneumatiques.
- Techniques du vide (primaire, secondaire et ultravide), modules de vide et

cryogénie, chambres sous pression, mécanismes sous vide, basse température, environnements spéciaux.

- Composites : préimprégné carbone-époxy, développement de pièces structurales.
- 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 et thermomécaniques, systèmes de thermalisation, optimisation, vibrations, vide, cryogénie, hydraulique.
- Mise en œuvre de systèmes automatisés, contrôle commande et interface homme-machine.
- CAO (CATIA V5) - Installations et support au LPSC.

### **Compétences en réalisations, fabrication, usinage, montage**

#### **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, de chaudronnerie et de mécano-soudure (chambres sous pression, mécanismes sous vide, basse température et environnements spéciaux, installations hydrauliques, systèmes de thermalisation, usinages 3D élaborés sous CFAO, structures métalliques).

#### **Montage/assemblage/câblage**

- Le SERM assure le montage, l'assemblage et les tests des expériences complètes sur site : montage d'ensembles mécaniques, de tuyauteries, de systèmes cryogéniques, câblage de sondes, alignement.
- Gestion logistique et transport d'expériences, assistance aux expériences sur site.
- Maintenance des installations et des machines atelier, upgrade expériences.

### **Compétences en formation**

- Le SERM organise plusieurs formations au laboratoire : en CAO/Calcul (CATIA, SMARTEAM, calcul Éléments Finis), en usinage et dans le domaine du vide (détection de fuites).
- Co-animation du réseau calcul mécanique IN2P3.

## **Moyens spécifiques au SERM**

### **Conception**

- CAO : CATIA V5-R21, *EUCLID*, *AUTOCAD*, sur des stations de travail CAO 64 bits.
- Gestion de documentation technique : SMARTEAM, EDMS, et connexion à CDN (CERN).
- Simulation/calcul : ANSYS Workbench-V14.5, SAMCEF, SAMCEF Field.

### Fabrication/usinage

- Un atelier mécanique (usinage traditionnel, CN avec liaisons CFAO, électroérosion à fil, contrôle dimensionnel), un atelier de chaudronnerie soudure.

### Montage

- Salle dédiée au montage mécanique, salle de nettoyage, atelier équipé.

### Vide/cryogénie

- Systèmes d'analyse et de détection de fuite, banc de pompage pour étalonnage jauges à vide primaire, étuve à vide programmable, ensemble de nettoyage - étuvage/vide.

### Activités de R&D

Fortes collaborations et développements communs avec les autres services (pôle accélérateurs & sources d'ions), partenariat étroit avec l'ILL, le LNCMI et d'autres organismes (CEA, CERN, etc.).

R&D sur un système de refroidissement global de grand détecteur :

- Définition, montage et tests d'un système de circulation fluide sous-atmosphérique « leakless » (h=13 m), étude de l'installation globale et du système de supervision. Tests de systèmes diphasiques (caloducs) et liaisons sur circuits de refroidissement de grands détecteurs.
- Programme de R&D sur le refroidissement par  $\mu$ -dissipateurs thermiques : moules et réalisation de plaques refroidisseurs en composite incorporant des mini tubes polyimides.

Développement sur les composites préimprégnés :

- Développement et réalisation de structures alvéolaires composite multi matériaux (préimprégnés carbone-époxy/tungstène).
- Conception et réalisation de pièces structurales en matériaux composites (HexMC, LONZA) avec moules haute pression chauffant.

### Prestations extérieures

Réalisation de pièces mécaniques sur centres d'usinage à CN pour d'autres laboratoires et organismes de recherche (CEA, Institut Néel, INFM, etc.).

Prestations d'études et de calcul pour le LNCMI et l'ESRF, sur la caisse d'aimants splittés et le dimensionnement mécanique de prototypes de source ECR à haute fréquence (technologie Poly Hélix).

### Faits marquants en 2012 et 2013

#### Mise à niveau des infrastructures : CAO et atelier

- CAO : l'installation continue de stations de travail 64 bits pour la conception de grands ensembles. Déploiement de CATIA V5-R21.
- Calcul : déploiement du logiciel ANSYS.
- Intégration au réseau R&D mécanique IN2P3 sur les 3 thèmes retenus : R&D Matériaux (composites), Système de refroidissement, Intégration systèmes (mécatronique-automatisme).
- Atelier : possibilités d'usinage accrues avec le perfectionnement des agents dans l'utilisation de la machine CN à électroérosion par fil et la mise en œuvre de la CFAO.

### **ALICE ITS - WP9 (Mechanics & Cooling Working Package)**

- Réalisation de 4 moules prototypes pour le moulage des « cooling panel » composite (ép. 0,16 mm) pour les couches internes et externes du « silicon tracking detector ».

### **DAMe**

- Conception et réalisation des interfaces d'adaptation et de verrouillage mécanique des prototypes de détecteurs en transmission sur les accélérateurs de radiothérapie à faisceau de photons modulés (IMRT) du CHU de Grenoble.

### **EXOGAM**

- Modification, étude, fabrication et montage du système de supportage du multi-détecteur de rayonnement EXOGAM. Assemblage au LPSC à l'été 2012 et transfert sur une ligne de l'Institut Laue Langevin en septembre.
- Début 2013 le SERM a fait évoluer la structure de supportage pour permettre in situ le remplacement de 8 détecteurs germanium par 16 scintillateurs en bromure de lanthane (LaBr3).

### **FFFER**

Coordination technique du projet.

Responsabilité de l'étude et de la fabrication du four et de la boucle à sels fondus fluorés (RSF) pour l'étude du dégazage par bullage.

- Optimisation et tests du bouchon froid (organe de sécurité passive).
- Développement, fabrication et montage final du circuit comprenant le circulateur et le séparateur, fonctionnant à des températures élevées (600°C).

### **GENEPI 2**

- Maintenance de l'installation et upgrade GENEPI 2 (plateforme PEREN).
- Upgrade du système de pompage du banc de fabrication des filaments pour les accélérateurs GENEPI.

### **GRANIT**

Coordination technique de la collaboration.

Suite de la construction et des tests du spectromètre installé à l'Institut Laue Langevin.

- Système d'extraction et de transport des neutrons, système de transition résonnante.
- Conception et intégration de la liaison source UCN / spectromètre. Amélioration du cryostat-source.
- Optimisation de la puissance de la cryo-source - stabilisation de la température à 0,8 K.
- Connexion de la source au spectromètre et installation des miroirs.

### **IBL : (ATLAS Upgrade) Insertable B Layer - WG3 (Integration & Installation Working Group)**

La table d'insertion/extraction, les 2 tables intermédiaires ainsi que 4 châssis/conteneurs des différents éléments de l'opération de changement de Beam Pipe supportant l'IBL dans ATLAS, sont opérationnels au CERN.

Conception et intégration complète du système d'insertion automatique de l'IBL dans le détecteur.

- Tests mécaniques et automatisation process, opérations de training au hall 180 au CERN pour l'opération d'insertion d'IBL en caverne dans le détecteur Pixel.

### **ILC CALICE (International Linear Collider)**

R&D sur la conception du calorimètre électromagnétique (EM) à échantillonnage, silicium-tungstène (Si/W) : réalisation de structures alvéolaires composites (2,5 m en pré-imprégné) et de systèmes de refroidissement du détecteur (environ 83 millions de voies). Responsabilité des End-cap du ECAL (2 x 25,3 t). Simulations numériques et tests de cisaillement des structures. Conception et chaudronnerie de l'outillage lourd de manutention/positionnement des modules (1,5 t à 2,6 t).

- **EUDET** - upgrade de l'échangeur thermique et du système de refroidissement connectable au démonstrateur.
- **AIDA** - développement du système opérationnel de thermalisation de l'électronique embarquée. Construction de la centrale pour la boucle sous-atmosphérique prototype. Design d'un système optimisé d'accrochage des modules.

### **LSST Chargeur de filtres**

Coordination technique du projet.

Chargeur de filtres manuel du télescope : conception et réalisation d'un système de translation motorisé permettant le chargement et le déchargement des filtres à l'intérieur de la caméra (mécanique, automatisme, plans de tests). Participation au groupe système.

- Design avancé du système de verrouillage des filtres.
- Conception du container et du chariot de transport.
- Définition du contrôle-commande.
- Premier prototype de fonctionnement des clamps.

### **MIMAC et source COMIC**

- Fabrication d'une Ligne de Quenching (ligne de calibration composée d'une source COMIMAC + détecteur Micromegas) pour l'IRSN.
- Fabrication de 2 ensembles chambre MicroMegs, réalisation et montage d'une chambre (470 x 470 x 540) accueillant un module bi-chambre de  $\mu$ TPC.

### **MYRRHA-LEBT**

Coordination technique du projet.

Étude détaillée et fabrication mécanique des premiers éléments de la Ligne Basse Énergie (2,5 m), premier tronçon de l'injecteur pour la future machine MYRRHA.

### NIKA-1

- Réalisation d'un ensemble polariseur 120 mm motorisé avec lame demi onde, implanté au MCBT-Institut Néel. Cet ensemble est utilisé pour tester les technologies à intégrer dans le développement d'une caméra (prototype 2.3' FOV) à base de matrices de MKIDs (Microwave Kinetic Inductance Detectors) pour des observations dans le domaine millimétrique avec le télescope de 30 m de l'IRAM.

### NIKA-2

- Réalisations mécaniques de certaines parties du cryostat final (miroirs M6 et M7 du 50 K - support lentille dans le 1 K - ensemble rehausse dans le 100 mK) réalisé en accord avec le groupe cryogénique de l'Institut Néel pour l'instrument plus important 6.5' FOV.
- Réalisation des supports de filtres thermiques (2 x 6 paires).

### PLASMA

Fabrication d'un ensemble multi-cibles V2 pour réacteur.

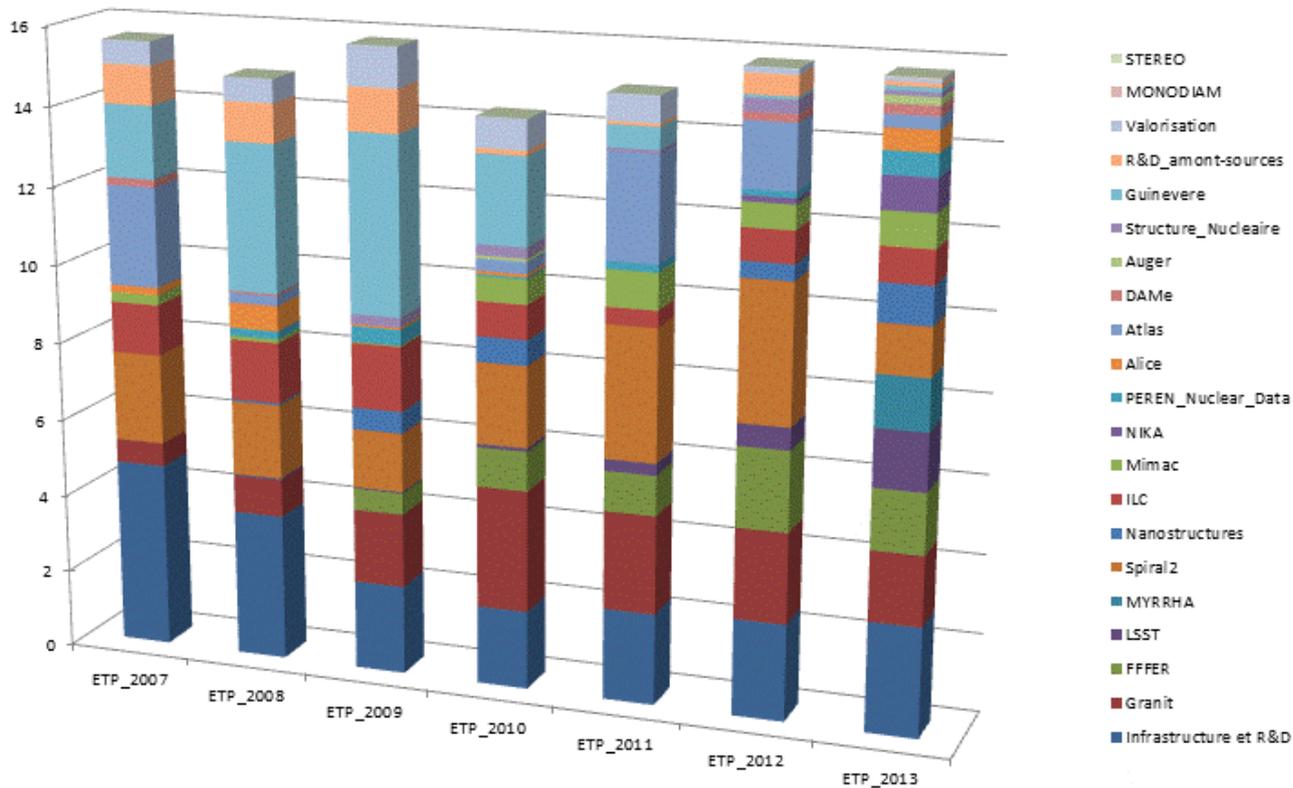
### SPIRAL2/Sources d'ions

- **Booster de charge nucléarisé** - conception et phase des études détaillées.
- **Éléments standards pour les lignes de SPIRAL2** - conception d'un propulseur.
- **Ligne n+ Analyse-Booster** - Conception avancée - Études de la ligne n+ composée d'un tronçon horizontal de 4,50 m et d'un tronçon vertical de 6 m, en environnement confiné.
- **SPIRAL2 PHOENIX V2** - adaptations pour la source.
- **SPIRAL2 PHOENIX V3** - développement mécanique de la source.

### Sources d'ions

- **Source ECR 60 GHz** - fabrication & montage avec le SSI au LNCMI.
- **Ligne Haute Intensité et source 5,8 GHz** - fabrication de l'ensemble source.
- **Booster SPES** - lancement de la conception mécanique avancée.

## ETUDES & REALISATIONS MECANIQUES



Répartitions annuelles des RH du SERM sur les projets du laboratoire.