

# Études et Réalisations Mécaniques

*A. Garrigue, D. Bondoux, A. Beteille, J. Brunet, Y. Carcagno, J.-M. Carretta, L. Coppola, G. Damieux, F. Dekeirel, A. Fontenille, C. Fourel, M. Jullien, J.-C. Malacour, D. Marchand, G. Michel, E. Perbet, P. Petit, N. Rico, S. Roudier, G. Suteau, E. Vernay, F. Vezzu*

*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 softwares and of numerous machining tools.*

## Introduction

Le Service Étude et Réalisations Mécaniques a en charge la conception, la réalisation et le montage d'ensemble mécaniques et cryogéniques. Son personnel compétent dispose d'outils de Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur performants ainsi que d'un parc de machines-outils conséquent.

## ► Évolution des outils de conception et de fabrication

### CAO

Au cours des deux années écoulées le logiciel CATIA est devenu l'outil de dessin de référence du Service Études et Réalisations Mécaniques. Le logiciel EUCLID est cependant toujours utilisé afin d'assurer la compatibilité avec des études démarrées précédemment et afin de permettre des échanges avec des partenaires utilisant également ce logiciel (pour l'expérience ATLAS en particulier). De plus le logiciel SMARTEAM de gestion de documentation technique est utilisé depuis 2003, le SERM a servi de site pilote pour l'installation du logiciel à l'IN2P3.

Pour les calculs prédictifs l'utilisation du logiciel en Éléments Finis SAMCEF est devenue courante, plus particulièrement pour des dimensionnements en thermique et en tenue mécanique.

### Atelier

Le parc de machines-outils a été renforcé début 2003 par l'acquisition d'un tour numérique « Cazeneuve maxicat 590 ». Cette machine permet la réalisation de pièces de profil complexes qui étaient précédemment irréalisables avec les machines-outils plus anciennes.

### CFAO

Afin d'exploiter au mieux les possibilités d'usinage de la fraiseuse numérique de l'atelier, les équipes du bureau d'étude et de l'atelier ont testé en 2003 une liaison CFAO entre cette machine et le logiciel CATIA. Les fichiers ainsi générés permettent de simplifier grandement la création des gammes d'usinage dans le cas de pièces mécaniques très complexes.

Cette liaison CFAO, déjà validée au LPSC, sera testée en 2004 par d'autres laboratoires de l'IN2P3. Une solution globale à tous ces laboratoires doit être implantée en 2004.

## ► Principales réalisations

### Projet ATLAS/Cryogénie de proximité

L'expérience ATLAS sera implantée sur le LHC du CERN. Pour cette expérience le SERM est en charge de la cryogénie de proximité. Le rapport d'activité 2000-2001 décrivait le détail des prestations que le service devait fournir et les premières réalisations.

Ce projet a représenté durant la période 2002-2003 un travail important. Il s'est concrétisé par la conception, l'approvisionnement et le montage de nombreux équipements dans le hall d'intégration 180 du CERN. Les études restantes sont maintenant proches de leur conclusion.

À l'issue de ces phases d'ingénierie, fabrication, montages et tests, une importante coordination technique sera nécessaire afin d'assurer :

- le démontage des équipements du hall 180 (dès 2004) ;
- l'installation et la mise en route des équipements dans la caverne.

### Installation au B180

En vue des tests en froid des calorimètres avant leur descente dans la caverne ATLAS, l'installation des équipements dans le hall 180 du CERN a été complétée par :

- la fourniture des plates-formes End-Cap et barrel pour l'installation des vases d'expansion et des boîtes à vannes (voir figure 1) ;
- la fourniture et les tests de réception des vases d'expansion et boîtes à vannes, leur intégration au système cryogénique du hall 180 ;
- la fourniture et l'installation des systèmes de vide en collaboration avec l'équipe du CERN ;
- l'élaboration des spécifications techniques, le lancement et la réalisation du marché des lignes cryogéniques LN2 et LAr (120 mètres de DN20 à DN210 ; 235 k€).

Ces deux systèmes, barrel et End-Cap, seront mis en service début 2004 pour une phase de tests allant jusqu'en 2005.

On notera que les lignes rigides LN2 et LAr ont été conçues de façon à ce qu'une partie non négligeable de ces lignes soit réutilisée dans la caverne ATLAS.



Figure 1 : Équipements cryogéniques du End-Cap C de l'expérience ATLAS (hall 180, CERN).

### Lignes cryogéniques pour l'installation dans la caverne

Concernant ce lot, les travaux suivants ont été effectués :

- élaboration des spécifications techniques et lancement du marché des lignes cryogéniques flexibles de la caverne (70 mètres de DN150, 280 mètres de DN20 et DN32 ; 266 k€) ;
- rédaction des spécifications techniques des lignes cryogéniques rigides de la caverne ;
- étude et test d'un prototype du système de guidage de la ligne flexible de sécurité argon qui sera utilisé durant les déplacements des End-Caps.

Les lignes flexibles seront livrées en mars 2004.

Pour la rédaction des spécifications techniques des lignes cryogéniques rigides, de nombreuses réunions de travail avec la Coordination Technique (TC) d'ATLAS ont été nécessaires afin de prendre en compte les nombreuses interfaces avec d'autres parties du projet et les contraintes d'environnement (compacité, mouvements relatifs dans ATLAS pendant sa construction et son fonctionnement, sollicitations sismiques...). Le marché correspondant sera lancé en Mars 2004.

## Installation dans la caverne

Le scénario d'installation de tous les équipements de la cryogénie de proximité dans la caverne a été préparé tant pour le détecteur ATLAS proprement dit que pour les plates-formes techniques déportées.

## Sources d'ions

### Rénovation des lignes de faisceau du LPSC

Les lignes de faisceau du LPSC ont été arrêtées de l'été 2002 à l'été 2003 pour une rénovation complète. Durant cette période le SERM a été en charge de l'étude et de la réalisation :

- d'ensembles mécaniques améliorés ;
- de châssis et de supports d'aimants permettant un alignement rationnel des différents composants des lignes de faisceau.

La complexité des réalisations mécaniques effectuées est illustrée par la photographie de la ligne PHOENIX « booster » 1+/n+ fournie ci-contre (Figure 2).

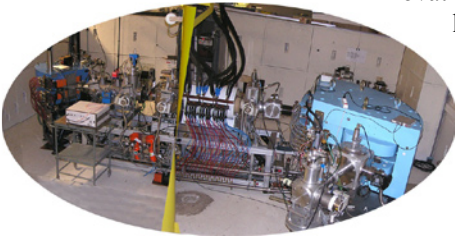


Figure 2 : La ligne PHOENIX booster 1+/n+

### Source Micro PHOENIX

Figure 3 :  
Électrode  
de la source  
Micro  
PHOENIX  
réalisée à  
l'atelier du  
SERM.



Le SERM a réalisé l'étude et la conception mécanique détaillée de cette source compacte. Cette réalisation constitue une première pour le LPSC du fait de l'utilisation exclusive d'aimants permanents.

Les forces électromagnétiques générées par les aimants utilisés sont extrêmement élevées, elles doivent être « contrées » lors des phases d'assemblages. Cette spécificité a conduit le SERM à mettre au point des méthodes et outillages d'assemblages spécifiques.

## SPIRAL2

Le SERM a démarré en 2003 un avant projet de coupleur radiofréquence avec les cavités accélératrices supraconductrices du LINAC de SPIRAL2. Ces coupleurs doivent en particulier répondre à des exigences de couplage électromagnétique et de dissipation thermique.

Des recherches de procédés technologiques nécessaires à la réalisation de ces coupleurs ont été initiées :

- brasure céramique-métal ;
- dépôt électrolytique de cuivre sur acier inoxydable.

Des calculs de dissipation thermique de l'antenne ont également débuté. À cet effet, les données géométriques issues d'une maquette numérique du coupleur (réalisée sous CATIA) ont été transférées vers le logiciel en éléments finis utilisé (logiciel SAMCEF-FIELD).

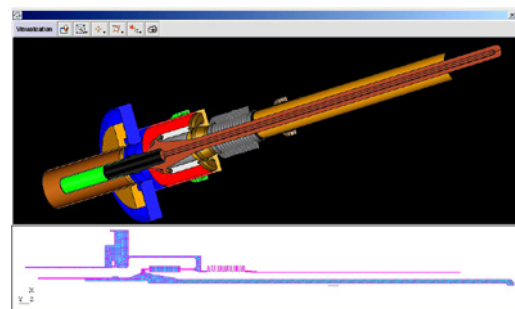


Figure 4 : Représentation volumique et maillage en éléments finis axisymétrique du coupleur.

## n-DVCS

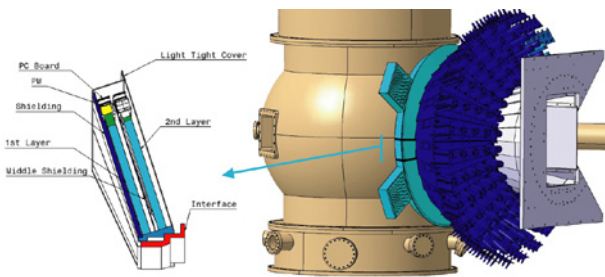


Figure 5 : Vue du détecteur en place sur l'expérience et coupe d'un secteur.

L'ensemble de la partie mécanique du détecteur a été défini en 2003. La forme conique du détecteur et la place disponible réduite ont conduit à une conception par secteurs angulaires. Une attention particulière a été portée aux procédures d'usinage et d'assemblage qui sont relativement complexes du fait de cette conception.

L'usinage des pièces mécaniques et l'assemblage du détecteur seront effectués durant le premier semestre 2004.

## Usinage de pièces mécaniques complexes

- Boîtier DCE pour l'expérience Planck : un boîtier en Fortal pour le modèle de vol a été réalisé sur commande numérique avec l'aide de la CFAO, qui a été mise au point à cette occasion. Le programme d'usinage correspondant sera utilisé pour l'usinage de deux ou trois boîtiers pour 2004.
- Pièces pour l'expérience GØ : deux guides de lumière concave et convexe polis ont été réalisés sur le tour numérique ; quatre cadres en Fortal (supports d'aérogel) ont nécessités 46 jours d'usinage sur la fraiseuse Gambin.
- Usinage dans la masse d'une chambre d'ionisation en Fortal pour la Structure Nucléaire, utilisée dans les expériences auprès du spectromètre LOHENGRIN à l'ILL.

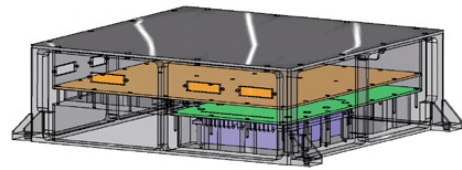


Figure 6 : Vue du boîtier.

## ► Accueil de stagiaires

Le SERM accueille et encadre régulièrement des stagiaires qui sont amenés à travailler sur des sujets de thermique et de mécanique. Ont été accueillis :

- en 2002 un étudiant de l'IUT de Génie Thermique et Énergétique, Université Joseph Fourier, Grenoble ;
- en 2003 un élève ingénieur de l'École Supérieure des Technologies Industrielles Avancées.