

# Service Mécanique

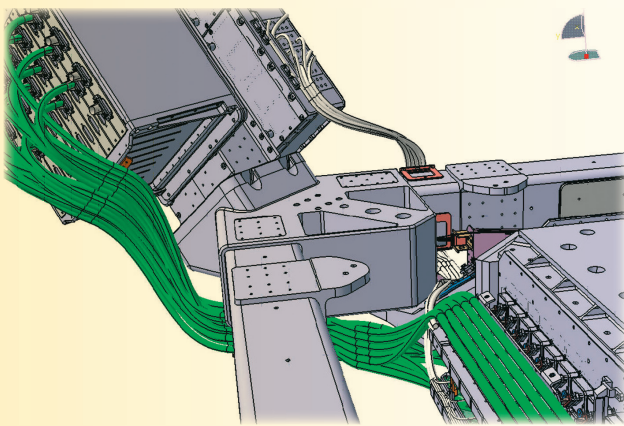


Bureau d'études : F. Cadoux, P. Delebecque, N. Geffroy, **C. Girard**, A. Jérémie, B. Lieunard, P. Mugnier, Y. Bastian, M. Caille, G. Gaillard, I. Monteiro, T. Rambure  
 Atelier : J. Ballansat, J-P. Baud, P. Baudin, Y. Beeldens, J-M. Dubois, L. Giacobone, L. Journet, F. Peltier  
 Stagiaires : DUT (5), Ingénieurs (3)

## Mission

Conception, étude, réalisation, C.A.O et calculs de structures sont les domaines d'activité des membres du service de mécanique du LAPP. La mission du service consiste à prendre en charge, au sein d'une expérience, la réalisation d'un ensemble ou d'un sous-ensemble mécanique d'un appareillage de physique (principalement détecteur). Les expertises se font au niveau de la définition, de la faisabilité, du prototypage, de la fabrication et/ou de la sous-traitance et du montage sur les sites d'expériences.

## Organisation



Implantation des câbles pour le calorimètre d'AMS

Le service est structuré par projet ou expérience de physique, avec pour chaque projet un « responsable de projet technique ». L'équipe projet se compose généralement d'un ingénieur, d'un ou deux assistants-ingénieurs et de plusieurs techniciens d'atelier. Cette composition peut évoluer en fonction de l'avancée du projet. Certains membres du service sont engagés dans plusieurs projets à la fois et gèrent leurs activités en fonction des priorités.

Les membres du service se répartissent en équipes projet LAPP (AMS, OPERA, LHCb, HESS, LAVISTA, R&D ILC) qui elles-mêmes s'inscrivent dans des collaborations internationales pouvant atteindre plusieurs dizaines d'équipes. Ainsi, une compétition importante et des dates de réalisation souvent contraignantes demandent rigueur et organisation.

## Moyens et ressources

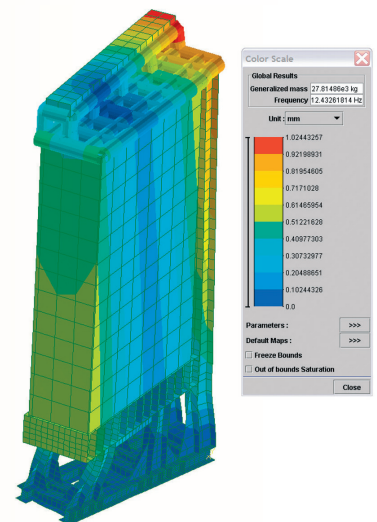
Le bureau d'étude est doté de CAO 2D - 3D, avec les progiciels EUCLID et CATIA standardisés au sein de l'ensemble des laboratoires de l'IN2P3. Huit stations de travail de 2Go de mémoire et d'une capacité de stockage de 25 Go sont affectées à l'activité conception, cet ensemble est connecté à un serveur et au Centre de Calcul de l'IN2P3 à Lyon. Cette structure permet la gestion et la réalisation de projets importants : les travaux peuvent être réalisés en collaboration avec d'autres laboratoires grâce à l'échange de fichiers par le réseau. Un post processeur permettant d'utiliser la CFAO de CATIA en liaison avec la commande numérique a été étudié et installé en fin d'année 2003 et les premières pièces ont été réalisées ces deux dernières années.

Le service réalise ses études avec des logiciels de calcul par éléments finis : SAMCEF, CATIA, NASTRAN. Ces logiciels sont utilisés pour réaliser des simulations sur le comportement des appareillages (thermomécanique, vibration, électromagnétique etc.) en fonction notamment de leur composition (alliages, composites etc.). Ces études et simulations permettent ainsi d'optimiser les dimensions des pièces, de diminuer le nombre d'essais à réaliser avant de passer à la construction et de prévoir le comportement de certains équipements à des contraintes difficiles à simuler à l'échelle.

A l'atelier, le parc de machines-outils du laboratoire est très diversifié : fraiseuses, tours, commande numérique etc. Un atelier de soudure (TIG, MIG) est aussi disponible ainsi qu'une machine de mesure tridimensionnelle pour le contrôle métrologique des pièces dont la résolution peut atteindre 5  $\mu\text{m}$  sur des déplacements de 700 mm.

Pour les différents tests et pour valider et/ou compléter les études, le service dispose de salles blanches et de nombreux équipements :

- une étuve cyclique avec une plage de température de  $\pm 80^\circ\text{C}$
- une sonde à ultra sons avec bac d'immersion
- une machine de traction
- une centrale d'acquisition pour jauges, thermocouples, etc.
- une binoculaire équipée d'une caméra avec un logiciel d'analyse d'image
- un analyseur de gaz
- un détecteur de fuite à l'hélium.



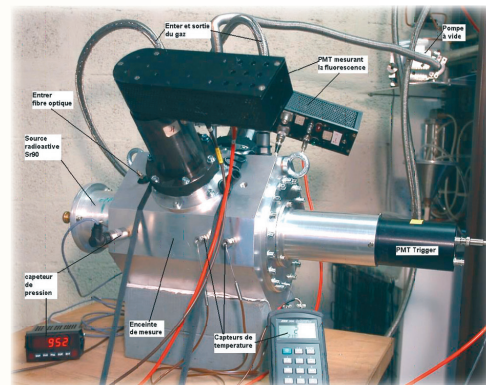
Simulation de la déformation du calorimètre hadronique LHCb



Manipulateur de briques d'OPERA

Dans un premier temps, le bureau d'études conçoit à l'aide de logiciels la géométrie de l'appareillage, puis teste, sélectionne ou met au point les matériaux à utiliser. La géométrie des pièces réalisées devant être connue avec précision parfois jusqu'au micron, leurs déformations sous chargement doivent être soigneusement calculées et vérifiées.

Localement sont surtout réalisés des prototypes et des éléments de finition en cours d'assemblage. L'essentiel des réalisations est sous-traité. Ceci implique la rédaction de documents techniques parfaitement structurés pour les appels d'offre et le choix des sous-traitants ainsi qu'une bonne collaboration avec le tissu industriel.



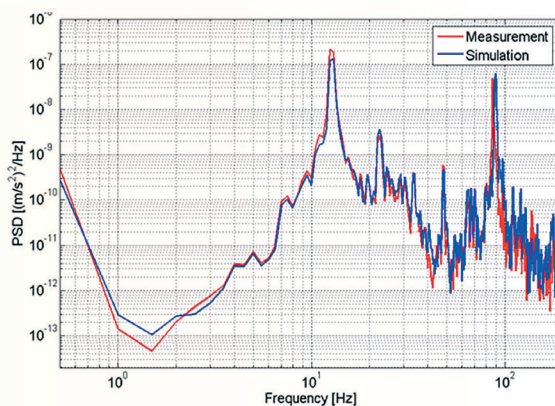
Réalisation d'une enceinte étanche pour Mac Fly

Cette diversité des projets permet aux membres du service d'acquérir des compétences multiples dans le comportement, la mise en œuvre ou l'utilisation des matériaux qui conduit souvent à des réalisations nouvelles (collage, pliage, usinage, contrôle géométrique, etc.) et la mise en œuvre de techniques nouvelles.

Parallèlement à ces activités, chacun se voit confier des tâches d'intérêt général nécessaires au bon fonctionnement du service (gestion du matériel informatique, documentation technique, entretien du parc machines etc...).

### Détail des projets menés

- VIRGO (1991 à 2003) : réalisation, suivi de fabrication et installations sur site des 9 tours et du banc de détection dans le respect des critères de propreté et de vide
- ATLAS (1996 à 2004) : étude et réalisation des anneaux de la structure porteuse du calorimètre, gestion de l'assemblage de 9 modules en salle propre et tests cryogéniques, pliage de 2000 électrodes de 2m<sup>2</sup> en kapton cuivré
- AMS (2000 à 2006) : étude et suivi des tests de qualification de la structure du calorimètre électromagnétique (ECAL) et de sa collection de lumière dans le respect des spécifications spatiales. Pour AMS, le service a dû se familiariser à NASTRAN, imposé par la NASA notamment pour le calcul des modes propres de vibration et des contraintes mécaniques dans les cas de sollicitations dynamiques extrêmes
- OPERA (2001 à 2006) : conception, réalisation et suivi de fabrication de 2 manipulateurs pour les 210.000 briques avec des amplitudes importantes de mouvements 12m, 7m, 25m, mise au point des différents actionneurs et senseurs d'automatisme
- LHCb (2003 à 2006) : conception des chariots et des plates-formes pour l'électronique des calorimètres électromagnétique et hadronique. Pour ce projet, pour des raisons de sécurité, le CERN a demandé une évaluation des déformations des structures mécaniques des calorimètres soumises à des sollicitations sismiques. Le service a ainsi développé ses compétences dans l'utilisation des modules de calculs sismiques de SAMCEF
- LAVISTA : évaluation, simulation et tests sur le comportement vibratoire de structure devant supporter des éléments d'accélérateurs futurs.



Comparaison des PSD d'accélération numérique et expérimentale sur l'extrémité libre d'une poutre

### Compétences acquises

Le service met en œuvre des techniques nouvelles et des matériaux classiques ou novateurs pour répondre aux cahiers des charges de plus en plus contraignants des expériences. Il s'adapte et fait évoluer ses compétences.

Il a ainsi acquis ces deux dernières années de nombreuses compétences dans les calculs dynamiques (vibrations, études sismiques...) notamment au travers des développements sur LAVISTA.

Il a aussi développé, par sa collaboration avec l'ESIA, une nouvelle compétence en automatisme pour les besoins de l'expérience OPERA pour laquelle un système de manipulateurs basé sur des capteurs et des moteurs a été conçu et réalisé.

Les passerelles développées entre le bureau d'étude et l'atelier permettent maintenant la réalisation de pièces en CFAO sur la fraiseuse à commande numérique.