

**Expérimentateurs :** B. Aubert, J. Colas, L. Di Ciaccio, P. Ghez, S. Jézéquel, R. Lafaye, S. Laplace, P. Perrodo, H. Przysiezniak, G. Sauvage, **I. Wingerter**, R. Zitoun.

**Equipe Technique :** A. Bazan, F. Bellachia, G. Daguin, P. Delebecque, N. Dumont-Dayot, S. Elles, C. Girard, G. Ionescu, A. Jérémie, N. Massol, J-M. Nappa, J-L. Panazol, G. Perrot, J. Prast

**Doctorants :** M. Aharrouche, M. Consonni, O. Gaumer, D. Prieur, F. Tarrade

**Visiteurs étrangers :** M. El Kacimi, D. Goudami, E. Richter-Was

**Stagiaires :** DUT (2), Maîtrise (1)

**Abstract :** ATLAS is one of the two general purpose detectors designed to study proton-proton collisions at 14 TeV at the LHC (Large Hadron Collider) being built in the LEP tunnel at CERN. One main feature of this detector is a very fine grain liquid argon electromagnetic calorimeter specially suited for the search of the Higgs boson decays. The ATLAS-LAPP group participated in the construction of the barrel part of this calorimeter; it is producing electronics boards for calibration and readout. The group also took part in the 2004 ATLAS combined run where a full slice of ATLAS (from pixel to muon chambers) was exposed to the CERN-SPS beams.

The group is now getting ready for the analysis of data by contributing to the development of reconstruction software, to the commissioning of the apparatus and by analysing key physics channels.

## Présentation générale

L'expérience ATLAS est l'une des deux expériences en construction au CERN dont l'un des buts est la découverte de la pièce manquante de la construction de la matière : le boson de Higgs qui permettrait d'expliquer l'origine de la masse. Le LHC (Large Hadron Collider), qui est assemblé actuellement au CERN, produira en 2007 des collisions de protons à  $\sqrt{s}=14\text{TeV}$ . Le boson de Higgs devrait y être produit. Pour l'identifier, le détecteur ATLAS, 50m de long et 30m de hauteur, est en cours d'installation à 100m sous terre. C'est une mosaïque de plusieurs détecteurs dont le calorimètre électromagnétique à argon liquide, élément clé de l'ensemble.

La physique attendue et le fonctionnement de l'accélérateur imposent de fortes contraintes sur l'électronique de lecture (fréquence de 40MHz, gamme dynamique de 16bits, bas bruit, tolérance aux radiations) et sur le système d'acquisition qui doivent analyser un flot de données gigantesque.

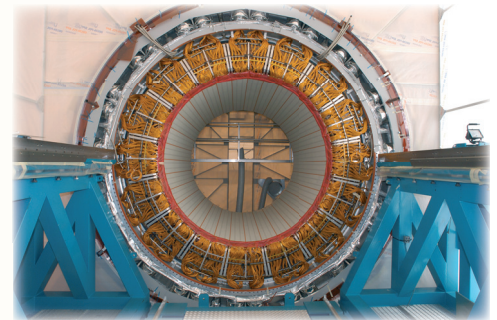


Figure 1 : vue de la partie tonneau du calorimètre électromagnétique après insertion dans le cryostat (fin 2003).

Le groupe ATLAS-LAPP a participé à la conception, à la fabrication, aux tests et à l'assemblage du tonneau du calorimètre électromagnétique (Figure 1) : il a assemblé et qualifié dix des trente-deux modules et a plié 40% des électrodes. Les performances obtenues lors des tests en faisceau, satisfont le cahier des charges imposé pour la mise en évidence du boson de Higgs dans sa désintégration en deux photons. Le groupe participe à la fabrication de deux cartes électroniques : la carte calibration qui permet d'étalonner le calorimètre avec une précision de 0.1% et la carte ROD qui permet de reconstruire l'énergie déposée dans chaque cellule à 100kHz.

Des membres du groupe assurent les responsabilités :

- du logiciel online pour le calorimètre électromagnétique (code de configuration et temps réel exécuté dans le DSP)
- du logiciel de reconstruction du calorimètre des signaux d'ADC aux clusters
- du groupe BackEnd de la collaboration argon liquide
- de la partie électromagnétique du run combiné ATLAS 2004
- du commissioning du détecteur ATLAS dans son ensemble (Figure 2).

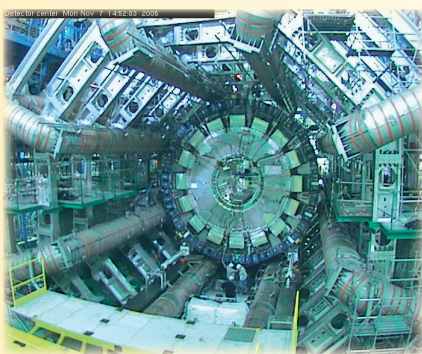


Figure 2 : vue, le long du faisceau, des bobines toroïdes du détecteur de muons d'ATLAS (octobre 2005)

## Collaboration

ATLAS est une collaboration de plus de 150 instituts venant de 34 états. 7 laboratoires français (Annecy, Clermont-Ferrand, Grenoble, Marseille, Orsay, Paris et Saclay) de 2 instituts (IN2P3 et CEA) y participent. Le LAPP collabore intensivement avec les laboratoires français de Marseille, Orsay et Saclay et les laboratoires de Genève (Suisse), Milan (Italie), Brookhaven et Nevis (USA) et bien sûr avec le CERN.

Le LAPP collabore avec le LPHEA de Marrakech (pour le GDRI calorimétrie électromagnétique d'ATLAS) et avec le Henryk Niewodniczanski Institute of Nuclear Physics PAN de Cracovie au travers des accords franco-polonais de l'IN2P3.

Le groupe du LAPP a organisé sa préparation de l'analyse :

- en participant à l'analyse des calibrations de 4 modules de série du calorimètre tonneau en faisceau-test
- en prenant une part active à la prise de données du run combiné en 2004, et en analysant ces données : l'expérience ainsi acquise devrait lui permettre d'être très efficace pour la compréhension des données proton-proton de 2007 (Figure 3)
- en étudiant, par l'utilisation de canaux de physique simulés, différents processus du modèle standard comme la production inclusive des W et Z, ou la production du Higgs en  $\tau^+\tau^-$  ainsi que plusieurs modes exotiques comme la production de photons non pointants dans le cadre du modèle SUSY GMSB (Figure 4) ou l'étude de processus dans le cadre des modèles de dimensions supplémentaires universelles.

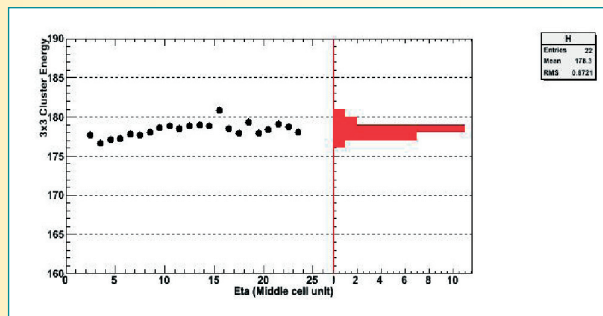


Figure 3 : Uniformité de réponse du module tonneau du run combiné ATLAS de 2004 (une ligne en  $\eta$ )

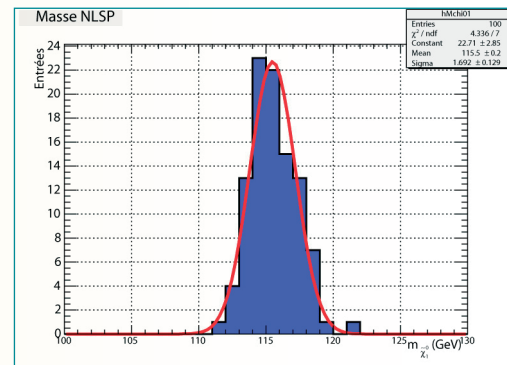


Figure 4 : Reconstruction de la masse du neutralino produit dans le cadre du modèle SUSY GMSB, où le neutralino (NLSP) se désintègre en un photon et un gravitino, avec une longueur de désintégration de 1m.

du Higgs en  $\tau^+\tau^-$  ainsi que plusieurs modes exotiques comme la production de photons non pointants dans le cadre du modèle

SUSY GMSB (Figure 4) ou l'étude de processus dans le cadre des modèles de dimensions supplémentaires universelles.

Pour ces analyses, le groupe a participé aux développements des logiciels de calibration, de reconstruction des électrons dans le cadre des logiciels officiels d'ATLAS et a aussi acquis une bonne expérience des logiciels de simulation.

## Conceptions et réalisations

L'activité technique du groupe ATLAS-LAPP comporte quatre points principaux :

**Carte calibration et son banc de test :** l'injection dans chaque cellule du calorimètre d'impulsions électriques permet son étalonnage avec une précision de 0.1%. A cet effet, une carte a été développée avec le LAL. Le LAPP qui a conçu, validé et qualifié l'ASIC, permettant la configuration de la carte, a mis en place le banc de test permettant actuellement de valider les 128 cartes qui seront installées dans ATLAS.

**Carte PU, banc de test associé et installation dans le puits :** le LAPP

- a conçu et produit 800 cartes Processing Unit (carte fille où réside le DSP) équipant les cartes ROD
- a développé le banc de test permettant de mettre à l'épreuve la majorité des 200 cartes ROD avant installation
- a conçu et produit la carte ROD-Injecteur qui permet de simuler le signal optique des cartes FrontEnd en entrée des RODs et ainsi de les tester
- est responsable de l'installation des cartes ROD dans la salle de comptage de l'expérience (Figure 5)

**Logiciel online :** pilotage des cartes et code DSP. Le LAPP a la responsabilité du software de configuration de l'électronique du calorimètre électromagnétique et du code exécuté dans les DSP qui assurera la reconstruction en ligne de l'énergie et du temps de chaque cellule.

**Logiciel offline :** reconstruction de l'énergie des signaux d'ADC aux clusters. Ce développement a été initié dans le cadre du run combiné et est mis en œuvre pour l'ensemble du calorimètre (électromagnétique et hadronique).

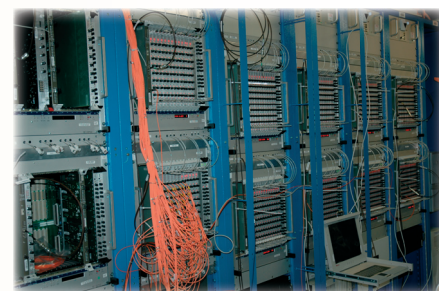


Figure 5 : L'ensemble des cartes ROD pour la partie tonneau électromagnétique est installé dans la salle de comptage ATLAS.

## Faits marquants - Perspectives



Figure 6 : Descente du cryostat tonneau (solénoïde + calorimètre électromagnétique) dans le puits ATLAS (octobre 2004)

Pendant ces deux dernières années les faits marquants pour le groupe ATLAS-LAPP ont été sans conteste :

- l'assemblage et la descente dans le puits en octobre 2004 du tonneau électromagnétique (Figure 6), marquant ainsi la fin d'une dizaine d'années de conception, de développement et d'assemblage. Le tonneau a été placé dans sa position finale en novembre 2005
- la prise de données, pendant six mois, du run combiné ATLAS : la collaboration a fait fonctionner, non seulement des cartes finales de l'électronique frontale, des cartes ROD, mais aussi le système d'acquisition pour l'ensemble des sous-détecteurs et le software de reconstruction officiel d'ATLAS, ATHENA
- l'installation, dans le puits ATLAS, de plus de 80% des cartes RODs (été-automne 2005).

Au printemps 2006, le tonneau du calorimètre électromagnétique sera rempli d'argon liquide. La mise en route du détecteur prévue au printemps 2006 permettra de mettre en œuvre les procédures de calibration et de correction, de préparer les constantes d'étalonnage pour la première prise de données (deuxième moitié de 2007), d'acquérir des données de calibration et d'observer les rayons cosmiques traversant le calorimètre.

Toute l'attention du groupe est désormais portée vers le démarrage de la machine LHC prévu pour l'été 2007.

## Pour en savoir plus

<http://lapp.in2p3.fr/atlas/General/> - <http://atlas.web.cern.ch/Atlas/>