

Expérimentateurs : C. Adloff, G. Coignet, C. Goy, R. Kossakowski, S. Rosier-Lees, **J-P. Vialle**  
 Equipe Technique : F. Cadoux, G. Cougoulat, J-M. Dubois, N. Fouque, R. Hermel, J. Jacquemier, L. Journet, V. Riva, J. Tassan  
 Doctorants : J. Pochon, L. Girard, P. Brun  
 Visiteurs étrangers : Z. Li Zuhao, Li Xinqiao (IHEP Beijing)  
 Stagiaires : DUT (2), DEA (1)

**Abstract :** *The AMS02 detector will be the first magnetic spectrometer launched in space for a long duration on the international space station. It will be able to measure with high precision and high statistics the charged cosmic ray fluxes in the GeV to TeV range, including light nuclei with charge  $Z < 25$  and their isotopes up to masses  $A < 25$ . This high sensitivity will allow to search for primordial antimatter (related to CP violation), for non-baryonic dark matter, and will allow to constrain cosmological models, giving a link between infinitely small (particle physics) and infinitely large (cosmology). Gamma rays emission from point-like sources (AGN, GRB, SNR...) or dark matter would also be measured in the GeV to TeV energy range.*

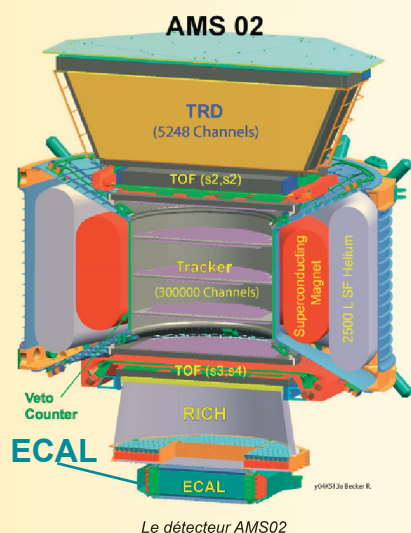
*LAPP shares major responsibilities in the design and construction of the electromagnetic calorimeter, which plays a key role for physics with gamma and leptons.*

## Présentation générale

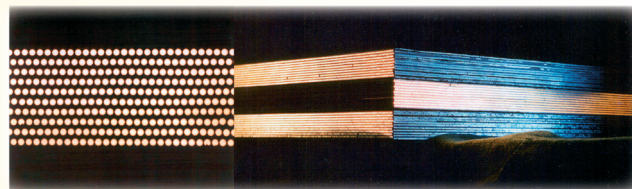


AMS02 est un spectromètre magnétique de grande ouverture organisé autour d'un aimant supraconducteur à champ dipolaire. 8 plans de détecteur de traces en Silicium, un système de temps de vol fait de 4 plans de scintillateurs, un détecteur à radiation de transition, un compteur Cerenkov de type RICH et un calorimètre électromagnétique (ECAL) permettent une mesure redondante des paramètres cinématiques des particules et noyaux ainsi que leur identification.

Le groupe AMS du LAPP est impliqué dans la conception et la construction du calorimètre électromagnétique (ECAL) du détecteur AMS02 qui sera installé sur la station spatiale internationale pour 3 ans minimum.



L'ECAL, "sandwich" de feuilles de plomb et de couches de fibres scintillantes, est essentiel pour la mesure et l'identification des particules électromagnétiques (positons, électrons et rayons gamma) ; il intervient directement dans la recherche de matière noire supersymétrique et pour l'étude des sources de gamma de haute énergie (AGN, Sursauts Gamma etc.), domaines de physique pour lesquels les expérimentateurs du groupe LAPP apportent un effort particulier en terme de simulation de la physique et d'études des performances attendues.



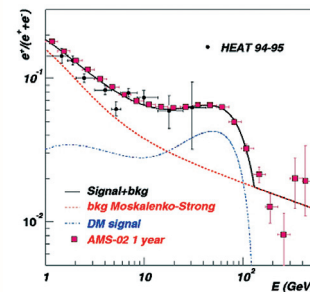
Les modules du ECAL avec les fibres scintillantes

## Collaboration

AMS02 est une collaboration internationale regroupant 50 instituts de 16 pays différents dont 3 laboratoires français. 3 laboratoires participent au développement et à la construction du ECAL : le laboratoire de l'INFN à Pise, chargé de la construction de la partie sensible (sandwich de feuilles de Plomb et de fibres scintillantes) ; le laboratoire IHEP de Beijing chargé de la construction de la structure mécanique support et de sa qualification spatiale ; et enfin le LAPP qui a en charge toute l'instrumentation, l'électronique, l'assemblage, ainsi que l'intégration avec le reste de l'instrument.

Le détecteur AMS01 embarqué pour 12 jours à bord de la navette DISCOVERY en 1998 a été un succès. Le groupe du LAPP a montré que l'effet de piégeage autour de l'équateur des particules cosmiques chargées, observé pour la première fois, est dû à la configuration du champ magnétique terrestre, et à partir des mesures d'AMS01, a pu prédire les flux de neutrinos atmosphériques.

Le LAPP s'attache plus particulièrement au problème de détection de la matière noire qui pourrait se signaler dans les flux de positons, d'antiprotons, ou de gamma. Deux doctorants travaillent sur ce sujet. Enfin, parallèlement à sa participation aux groupements de recherche GDR-SUSY et GDR-PCHE, le groupe prépare la physique des sources de gamma de haute énergie (du GeV à quelques centaines de GeV), objet d'une autre thèse, domaine où AMS pourrait aussi apporter une contribution importante.



Prévision par AMS des spectres de positons avec et sans neutralinos

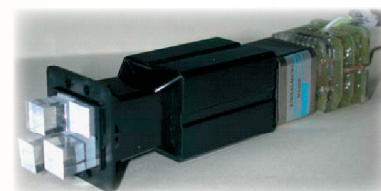
## Conceptions et réalisations

Le groupe LAPP a la responsabilité de l'instrumentation du ECAL, ce qui comprend la conception et la réalisation :

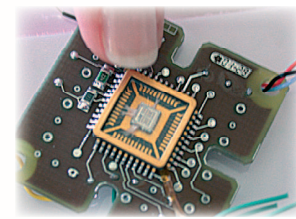
- des calculs par éléments finis de la structure de support (conjointement avec Beijing), ainsi que la coordination de l'ensemble de la mécanique du ECAL en collaboration avec la NASA pour répondre aux exigences du domaine spatial
- du système de collection de lumière (guide de lumière, coupleurs optiques, support des photomultiplicateurs, blindage magnétique etc.)
- de l'électronique Front-End (circuit intégré, bases haute tension, ADC de conversion etc.), de la numérisation et mémorisation des signaux des photomultiplicateurs (PMT) : l'ECAL d'AMS02 devant détecter et mesurer aussi bien une particule au minimum d'ionisation qu'une gerbe électromagnétique de 1TeV, cette électronique de grande gamme dynamique (60000) a été réalisée à l'aide d'un ASIC comprenant deux gammes d'amplification pour chacune des 4 anodes d'un PMT et traitant aussi la dernière dynode pour la redondance
- de l'électronique intermédiaire dite EIB (transmission des signaux, fonctions de création du trigger gamma etc.)
- de la mécanique d'équipement (joints, radiateurs, panneaux, supports etc.)
- de l'assemblage de l'ECAL (câbles, capteurs, etc.) ainsi que son intégration dans AMS (outils, câblage etc.).

Les tests du ECAL et de l'électronique en faisceau au CERN en juillet 2002 ( $p$ ,  $e^-$ ,  $e^+$  et  $\mu$ ) et septembre 2004 ( $e^-$ ) ont permis de montrer que les performances nominales sont atteintes.

Enfin, le LAPP apporte une contribution aux logiciels et à l'analyse des données du ECAL, mais aussi à la simulation pour l'ensemble de l'expérience.



Système de collection de lumière

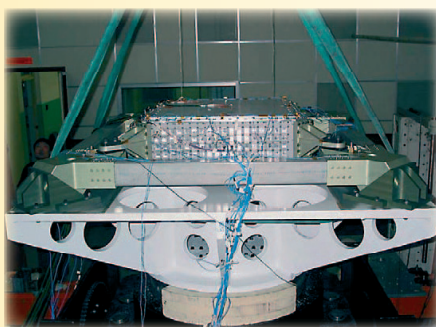


Carte front-End et son circuit intégré



Le ECAL avec son électronique et les câbles pour la haute tension

## Faits marquants - Perspectives



Test en vibration de la structure porteuse à Beijing

Pour ces développements et pour répondre aux exigences du spatial en terme de sécurité et en vue de l'intégration du ECAL, le groupe n'a cessé d'acquérir de nouvelles compétences et de s'équiper : salle blanche, enceinte thermique, système de vide développé au LAPP et NASTRAN (logiciel de calculs par éléments finis reconnu par la NASA), sont venus compléter l'équipement. Un banc de tests en rayons cosmiques a été mis au point ainsi que des bancs de test de l'électronique. Des tests de vibration du système de collection de lumière ont été réalisés sur un pot vibrant.

Ainsi, l'instrumentation du ECAL et toute sa mécanique support ont fait l'objet d'un développement poussé, de réalisation de prototypes, de mise au point de bancs de test avec leur électronique et leur système d'acquisition. Le LAPP a notamment préparé et réalisé les tests

en vibration dits de « mission success » avec le module d'ingénierie instrumenté partiellement de blocs de collection de lumière.

Outre les tests en faisceau et les différents tests fonctionnels, de nombreux tests de qualification spatiale ont été réalisés avec succès : test en irradiation de l'ASIC, des composants de l'électronique intermédiaire ou EIB, tests en vibration de la structure porteuse à Beijing, tests vide-thermique...

Une nouvelle exposition en faisceau test aura lieu à l'été 2006 avec le modèle de vol terminé pour calibrer le détecteur.

## Pour en savoir plus

<http://lapp.in2p3.fr/AMSLAPP/>

<http://ams.cern.ch/AMS/>