

# Bilan 1<sup>ère</sup> année

« Mesure des spectres en énergie positons et électrons avec AMS et interprétation théorique de ces mesures »

L. Basara

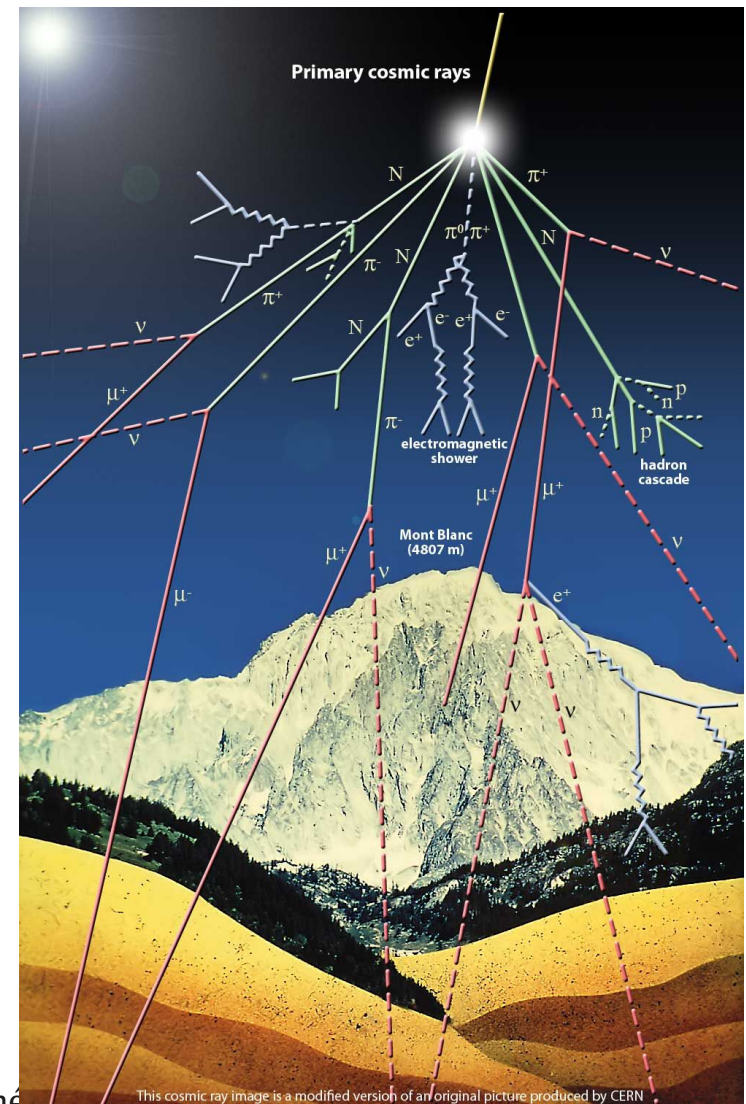
Directeur de thèse : S. Rosier-Lees

# Plan de la thèse

- Calibration du calorimètre électromagnétique avec les particules au minimum ionisant
  - A terre
  - En vol
- Identification des électrons et des positrons
  - Développement de techniques multi-variables
  - Calcul d'acceptances
  - Interprétation

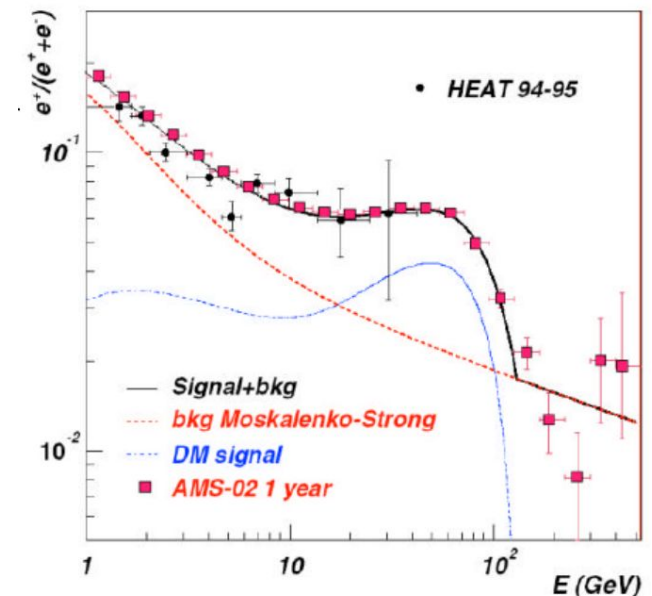
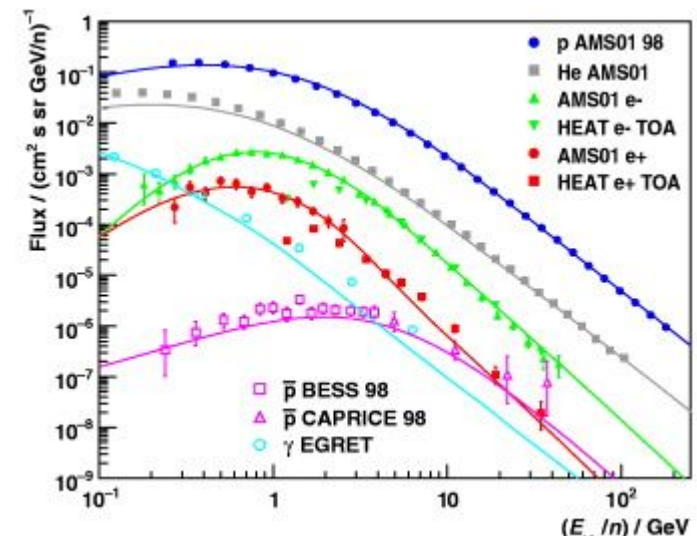
# Les rayons cosmiques

- Atmosphère = calorimètre
- Au sol -> essentiellement muons
- Remonter aux primaires -> aller au-delà de l'atmosphère



# Spectres des cosmiques en énergie

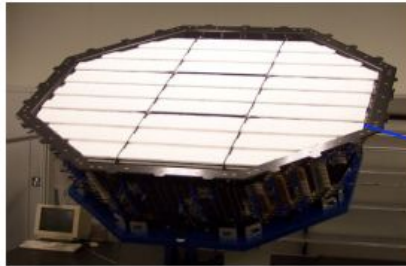
- Flux des cosmiques autour du GeV
- Dominé par les protons
  - 90% p
  - 9% He
  - Le reste :  $e^-$ ,  $e^+$ ...
- Les positrons :
  - $e^+$ ,  $e^-$  produits par spallation
  - composante additionnelle MN ?
  - 10 000 fois moins nombreux que les protons
  - Besoin de réjection  $e^+/p$
  - Aller plus loin que PAMELA



# AMS : un détecteur de physique des particules dans l'espace

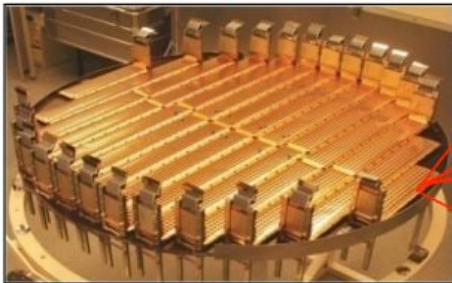
TRD

Identify  $e^+$ ,  $e^-$



## Silicon Tracker

Z, P

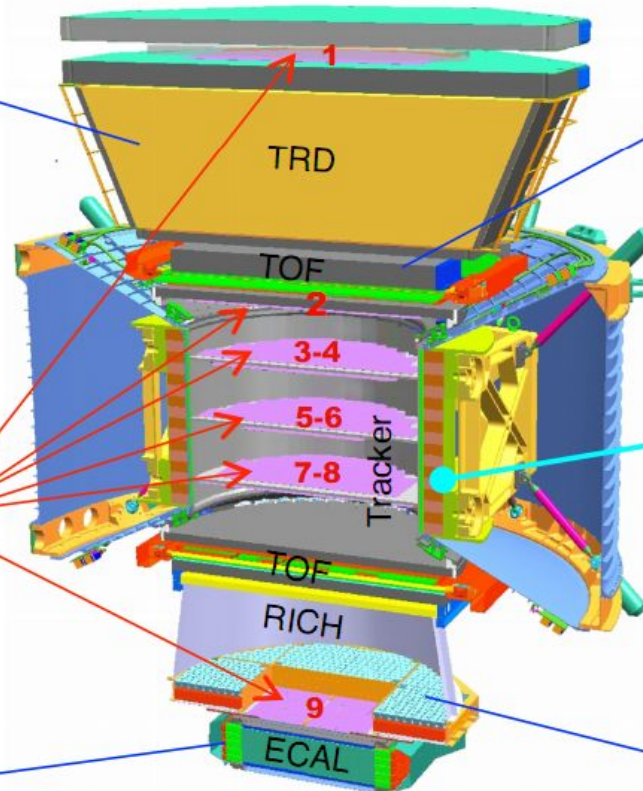


## ECAL

E of  $e^+$ ,  $e^-$ ,  $\gamma$



Particles and nuclei are defined by their charge ( $Z$ ) and energy ( $E \sim P$ )



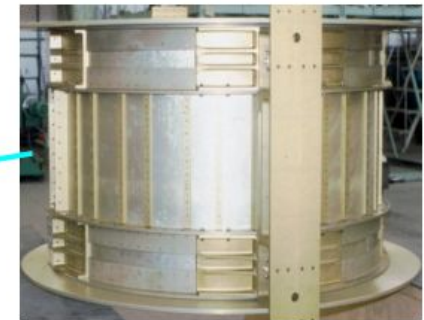
Z, P are measured independently from Tracker, RICH, TOF and ECAL

## TOF

Z, E

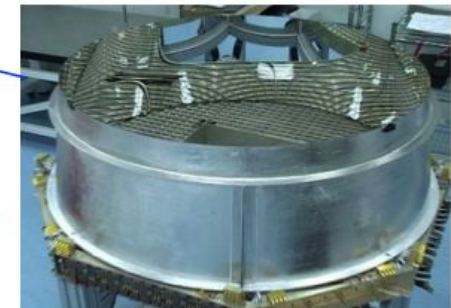


Magnet

 $\pm Z$ 

RICH

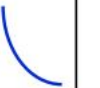
Z, E



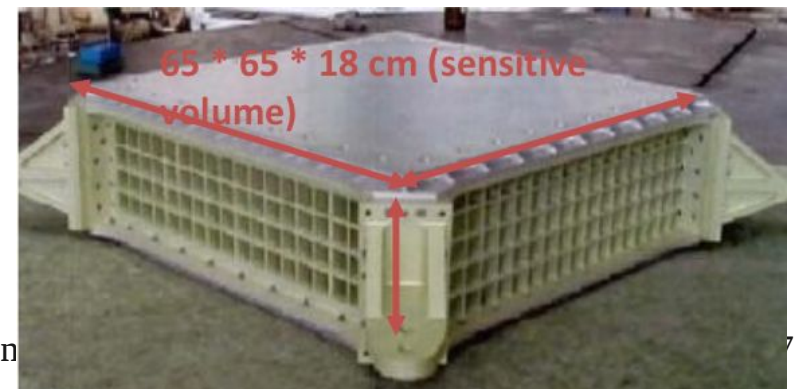
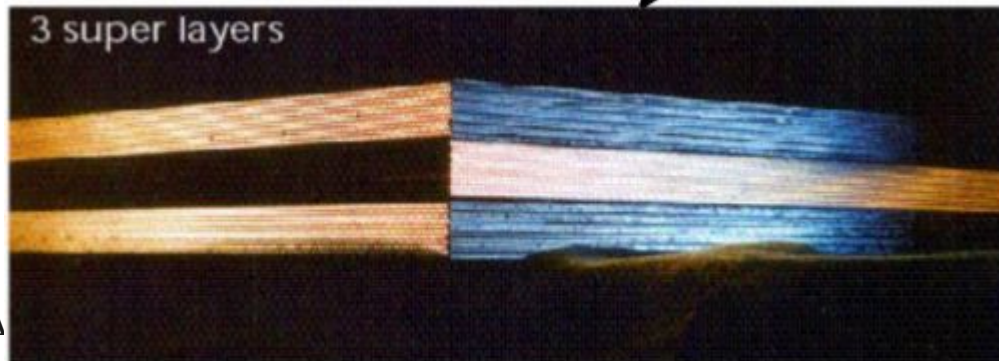
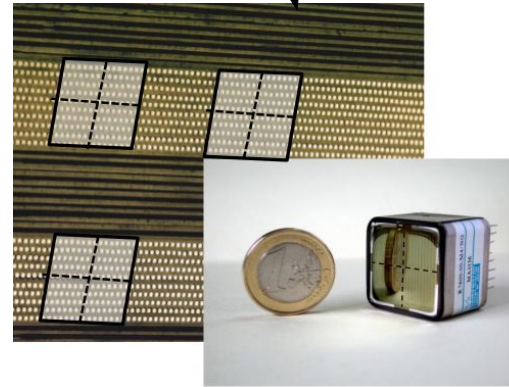
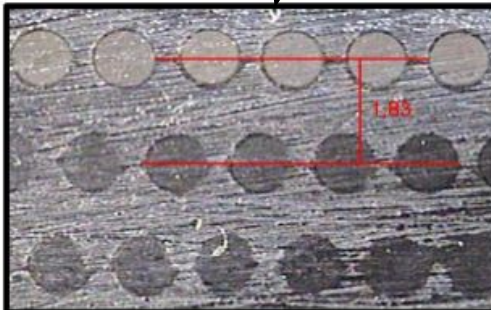
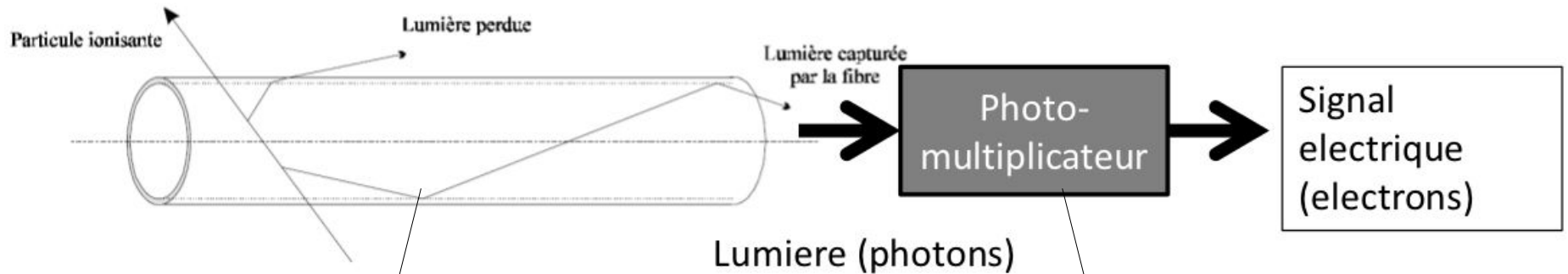


# AMS : les différents détecteurs

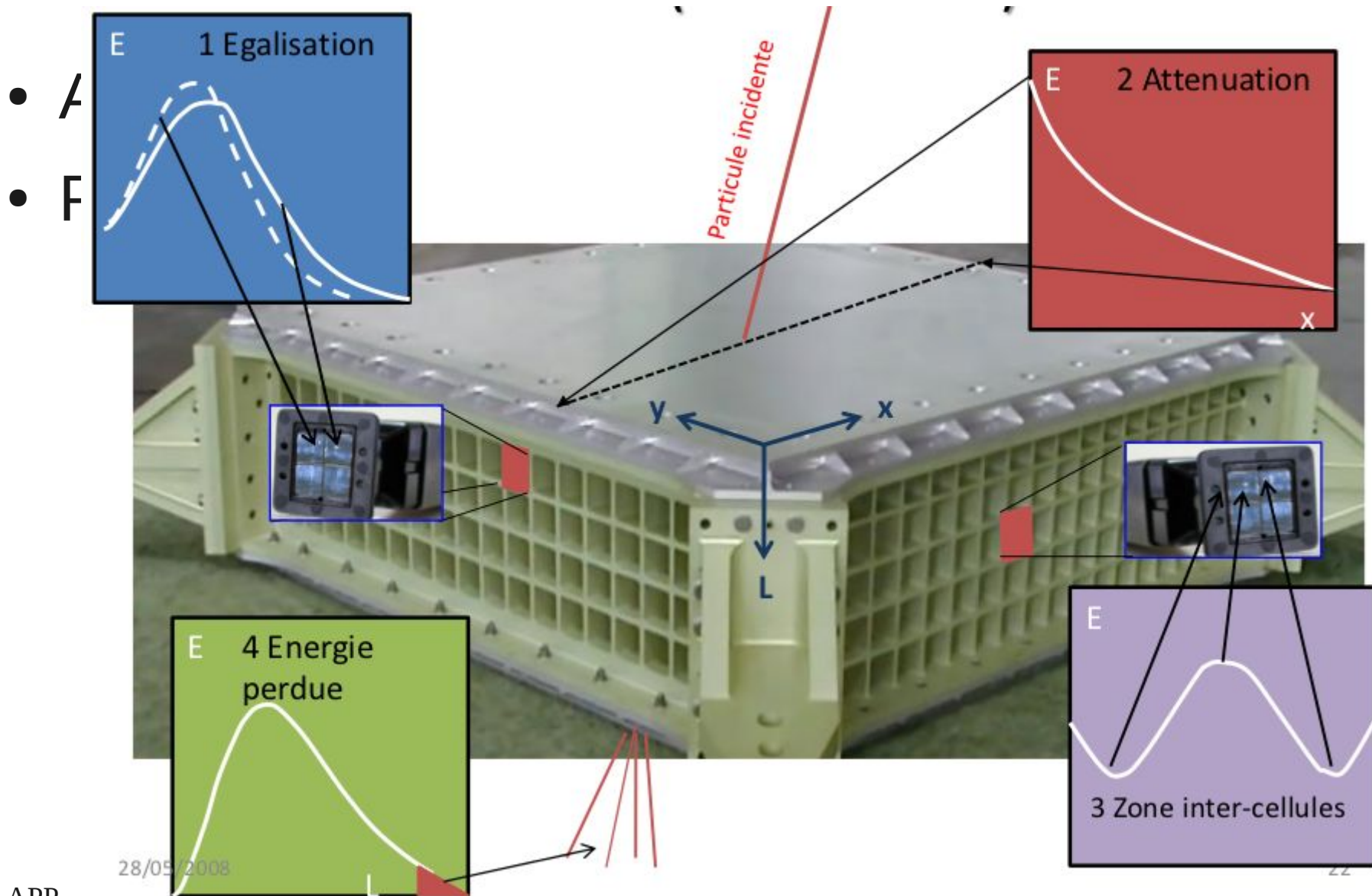
- Z, signe de Z, E, M
- Matière / antimatière
- Matière noire

|                        | $e^-$                                                                               | P                                                                                     | He, Li, Be, ... Fe                                                                    | $\gamma$                                                                              | $e^+$                                                                                 | $\bar{P}, \bar{D}$                                                                    | $\bar{He}, \bar{C}$                                                                   |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TRD</b>             |    |     |    |                                                                                       |    |    |    |
| <b>TOF</b>             |    |     |    |    |    |    |    |
| <b>Tracker</b>         |    |     |    |    |    |    |    |
| <b>RICH</b>            |   |    |   |    |   |   |   |
| <b>ECAL</b>            |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Physics example</b> | <b>Cosmic Ray Physics</b>                                                           |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | <b>Dark matter</b>                                                                    |                                                                                       | <b>Antimatter</b>                                                                     |

# Le calorimètre électromagnétique



# Nécessité de corrections

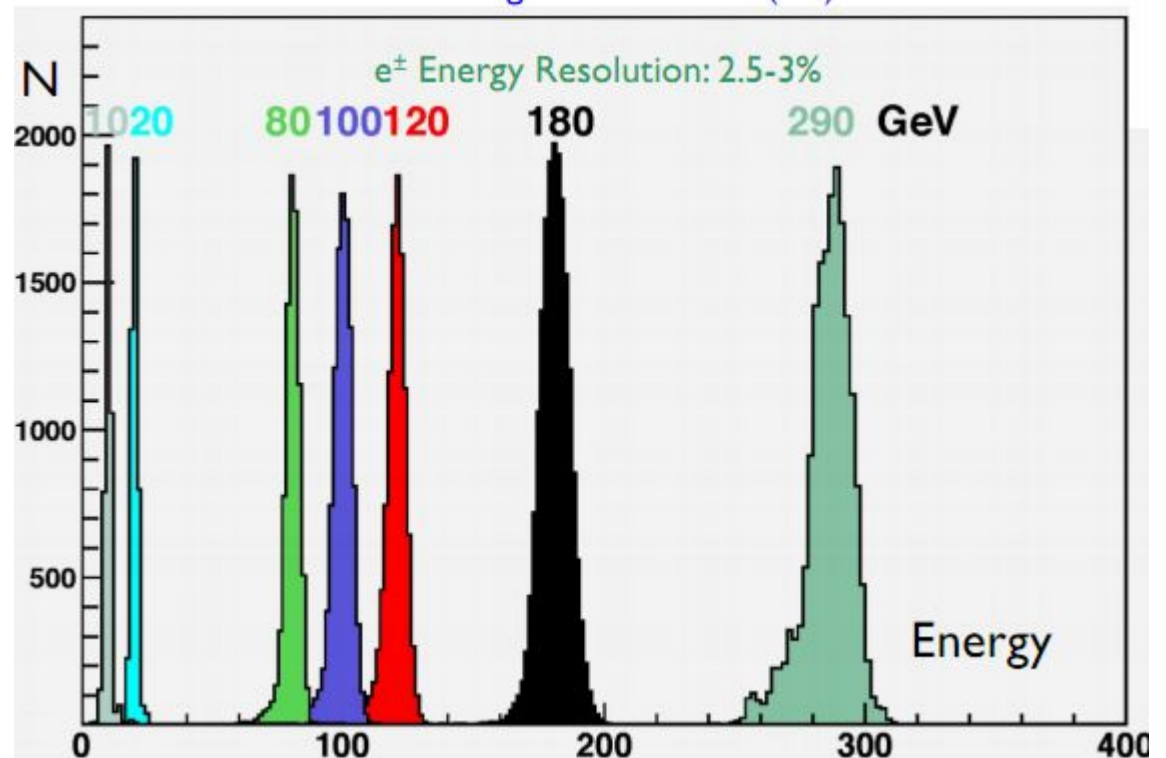


28/05/2008



# Jeux de données

- Tests faisceau au CERN :
  - TB 2007
  - TB 2010
  - Protons, électrons -> énergie connue.
- Tests au sol avec les cosmiques (KSC)
  - Muons essentiellement

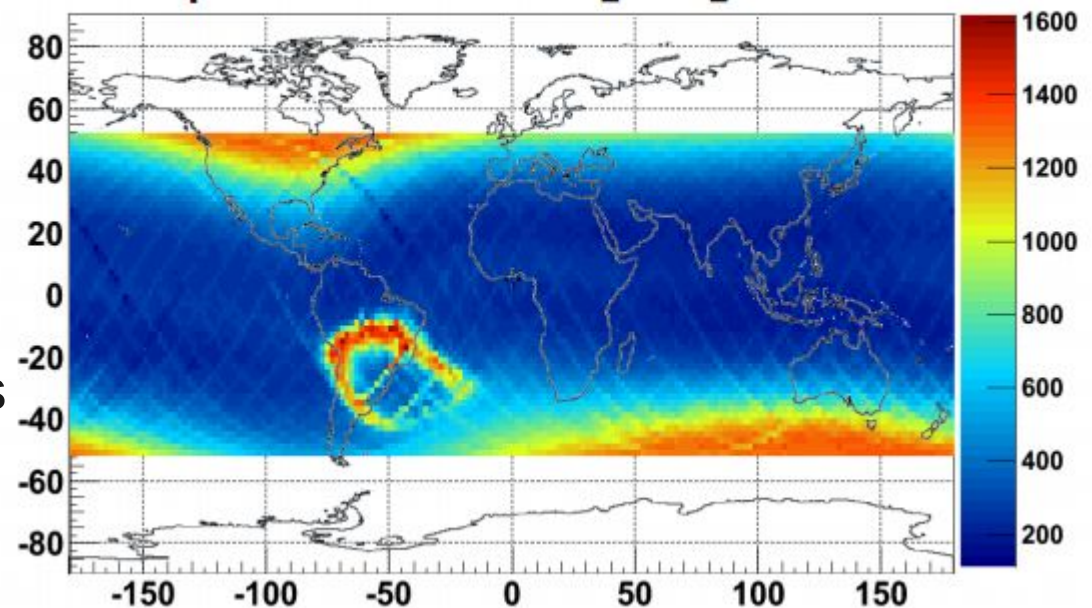


# Jeux de données

- Tests faisceau au CERN :
  - TB 2007
  - TB 2010
  - Protons, électrons -> énergie connue.
- Tests au sol avec les cosmiques (KSC)
  - Muons essentiellement
- Après le décollage de la navette
  - 9 milliards d'événements
  - Essentiellement des protons

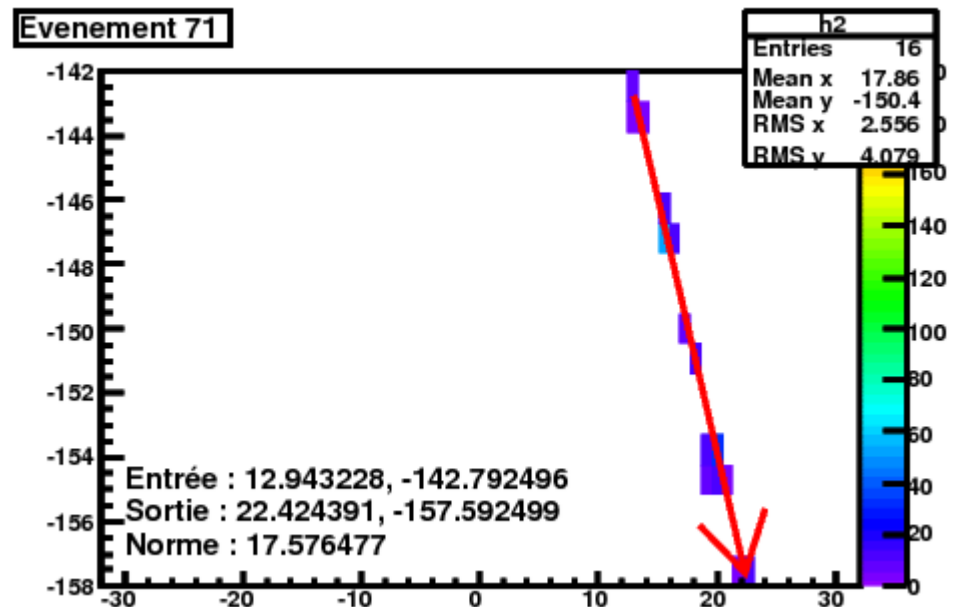


Acquisition rate [Hz]



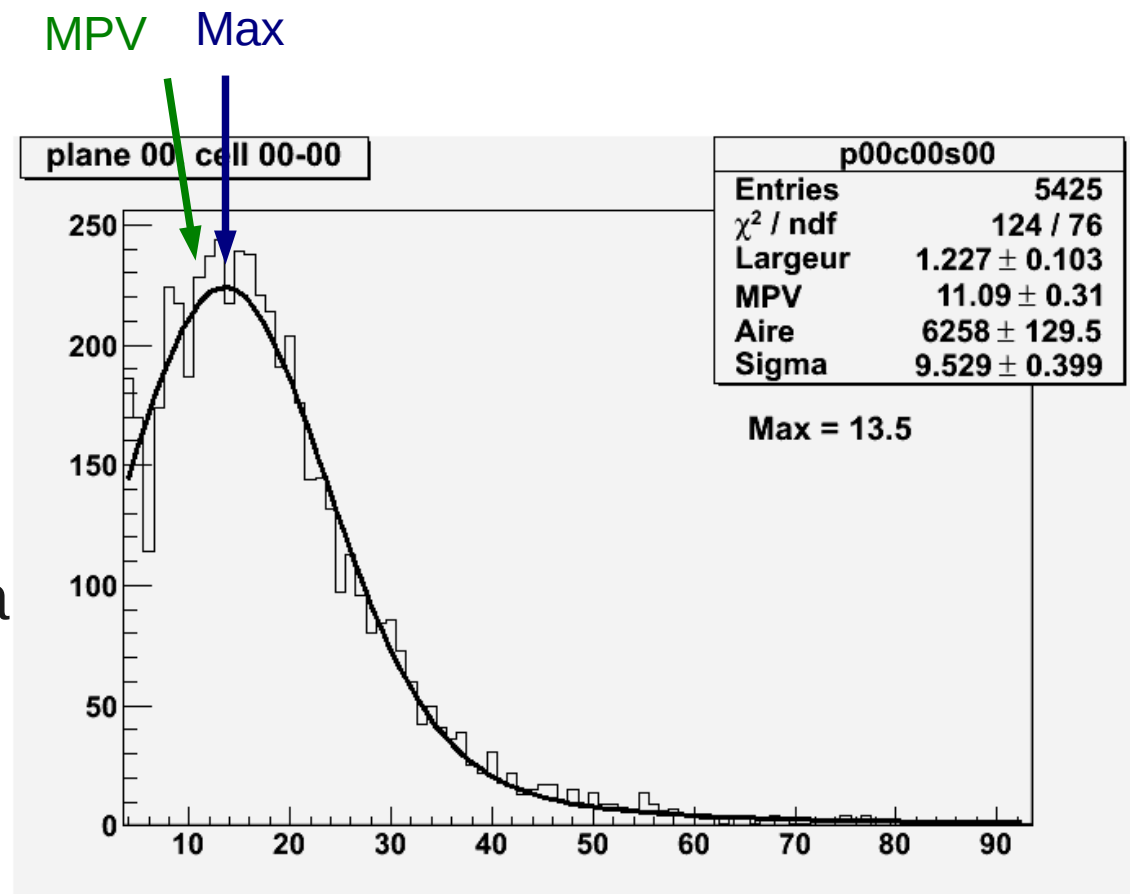
# Le MIP comme dépôt d'énergie standard

- MIP : proton « n'interagissant presque pas »
- Trace rectiligne, dépôt d'énergie faible
- Traces obliques : dispersion de l'énergie déposée -> on ne garde que les traces verticales
- Contraintes sur la sélection
  - Nombre minimal de couches touchées
  - Nombre de cellules adjacentes touchées
  - Énergie minimale / maximale déposée (varie en  $Z^2$ )



# Ajustement par cellule

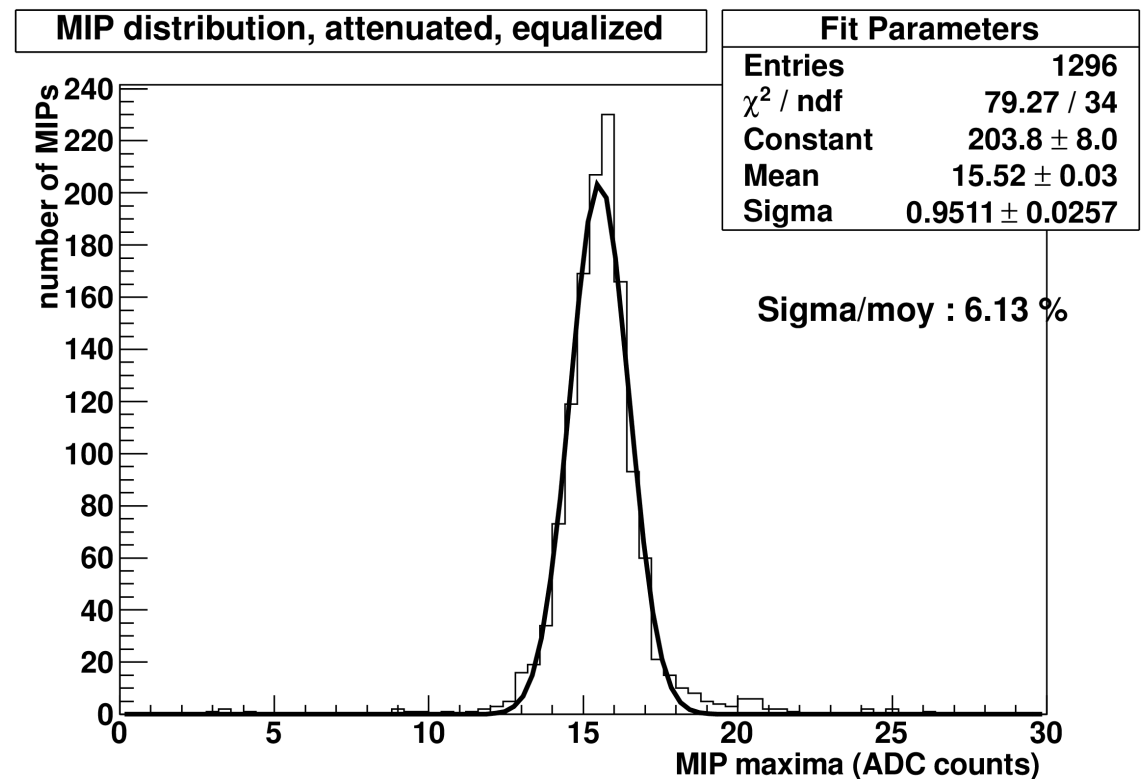
- Landau  $\otimes$  gaussienne
- 4 Paramètres
  - 3 de la Landau
    - Aire
    - Largeur
    - MPV (Most Probable Value)
  - 1 de la gaussienne : sigma
- Calculés par ailleurs
  - Maximum de la courbe
  - $\chi^2$





# Egalisation

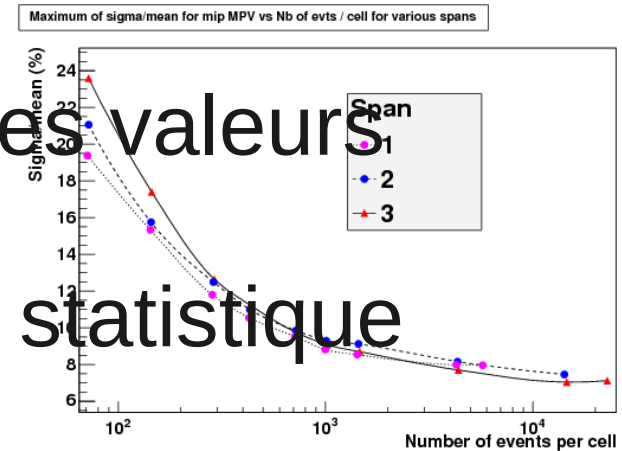
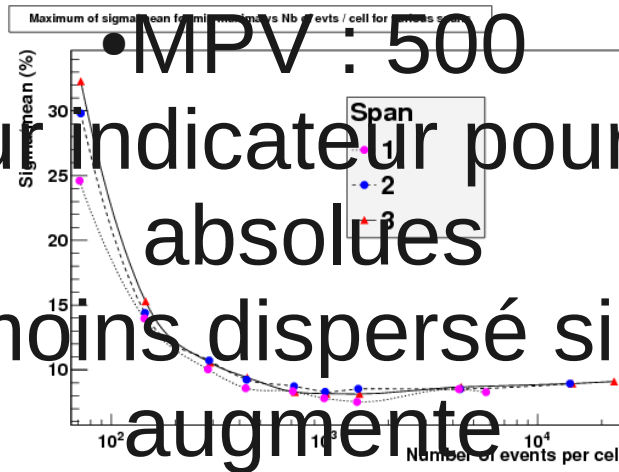
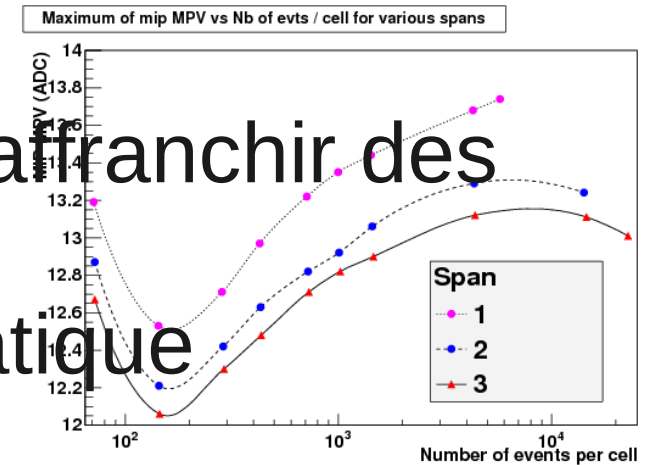
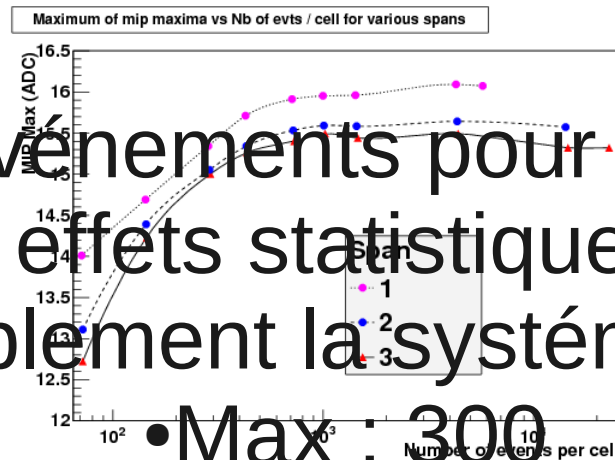
- Distribution des ajustements
  - Gaussienne
  - Ecart-type -> indicateur de dispersion
  - Dispersion = sigma / moyenne
  - Objectif : réduire la dispersion
- Egalisation
  - Une cellule = des paramètres d'ajustement donnés
  - On considère le max trouvé dans chaque cellule
  - Signal pondéré pour chaque cellule par  $1/\max_{\text{cellule}}$



Données KSC sept. 10

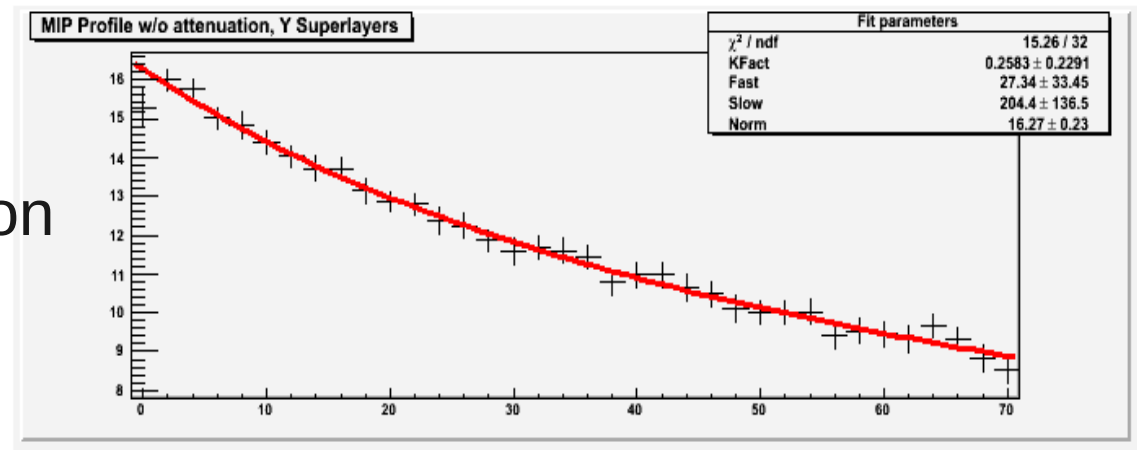
# MPV ou Max ?

- Nombre d'événements pour s'affranchir des effets statistiques
- Simplement la systématique
- Max : 300
- MPV : 500
- Max meilleur indicateur pour des valeurs absolues
- Mais MPV moins dispersé si la statistique augmente



# Attenuation

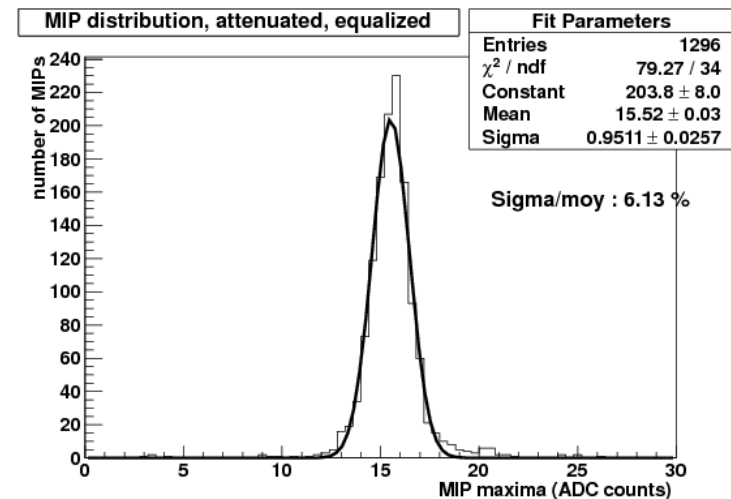
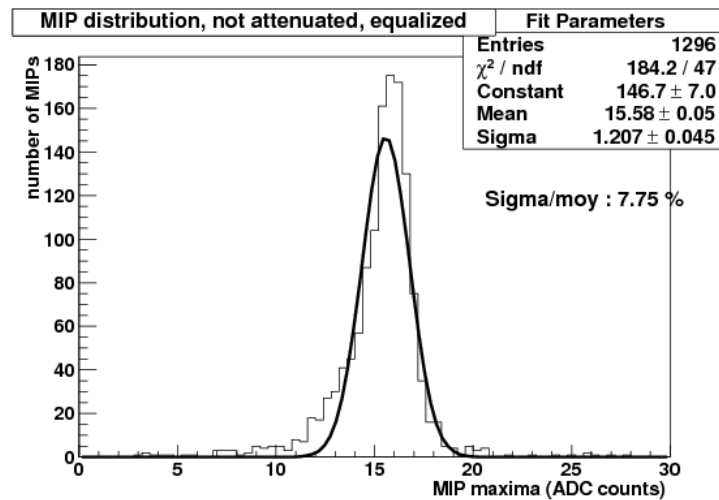
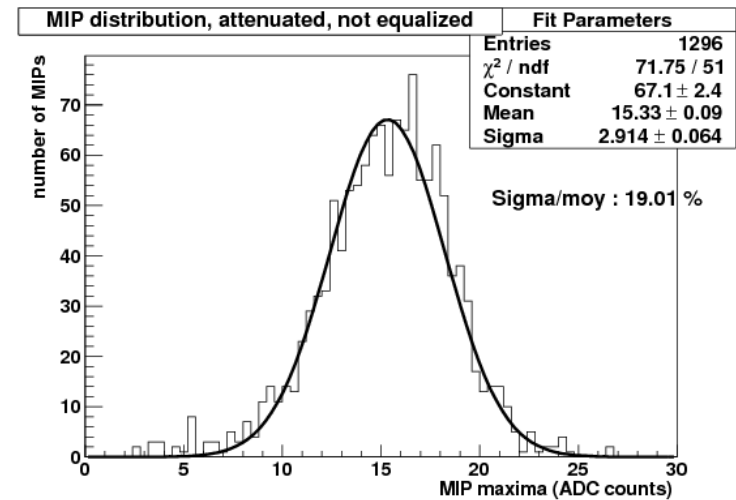
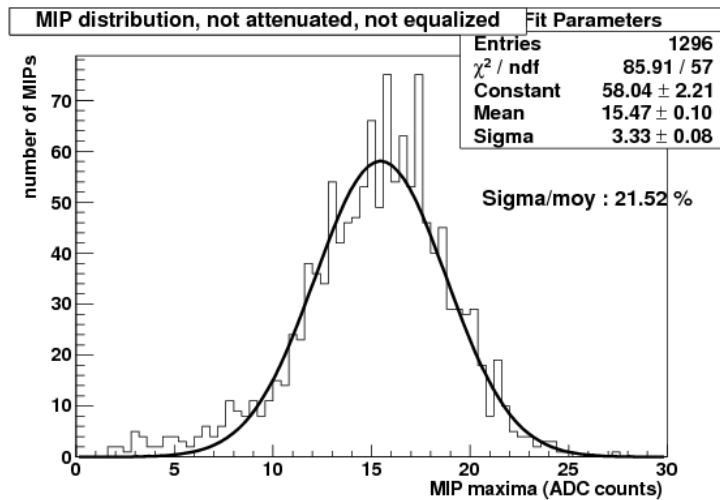
- Décrite par  
AMS Note 2008-07-01
- Détermination de la position  
des hits par interpolation
- Profil suit la formule
  - X, distance au PM en  
« cellules »
  - N normalisation



$$AttCor(X) = N \left[ k \exp\left(\frac{-fast}{X}\right) + (1-k) \exp\left(\frac{-slow}{X}\right) \right]$$

- On trouve  $K = 17.7\%$   
 $S = 286.30$   
 $\mu = 12.11$

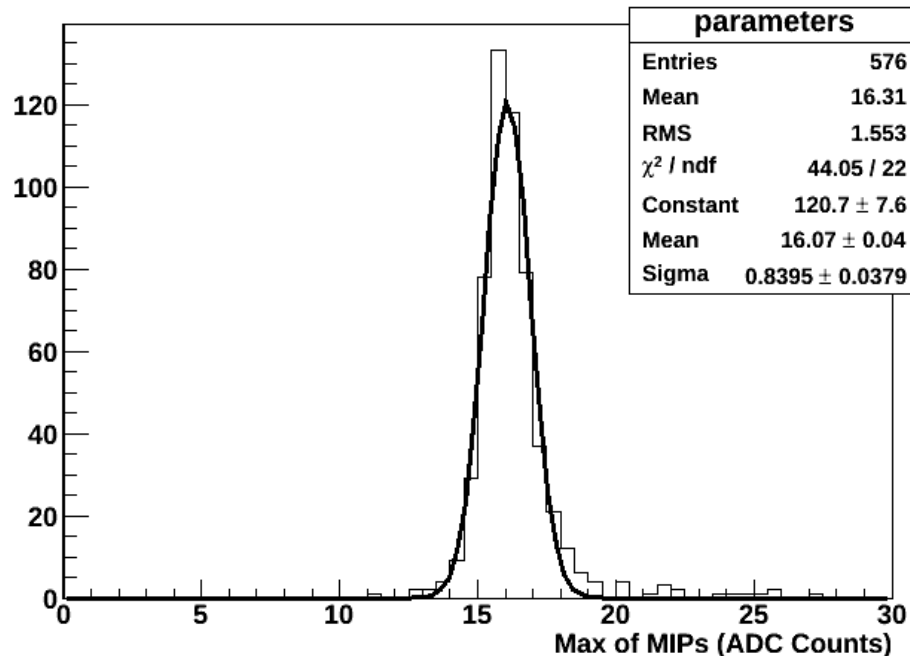
# Effets relatifs de l'atténuation et de l'égalisation





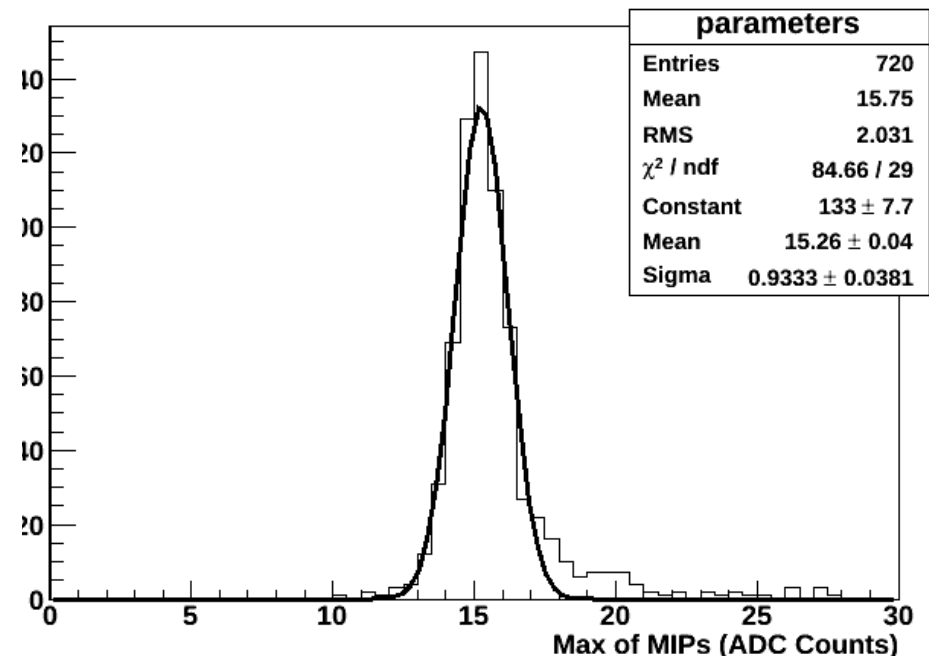
# Différences selon les axes

MIPs max distribution, Odd SL



Moy = 16.1, dispersion = 5.2 %

MIPs max distribution, Even SL

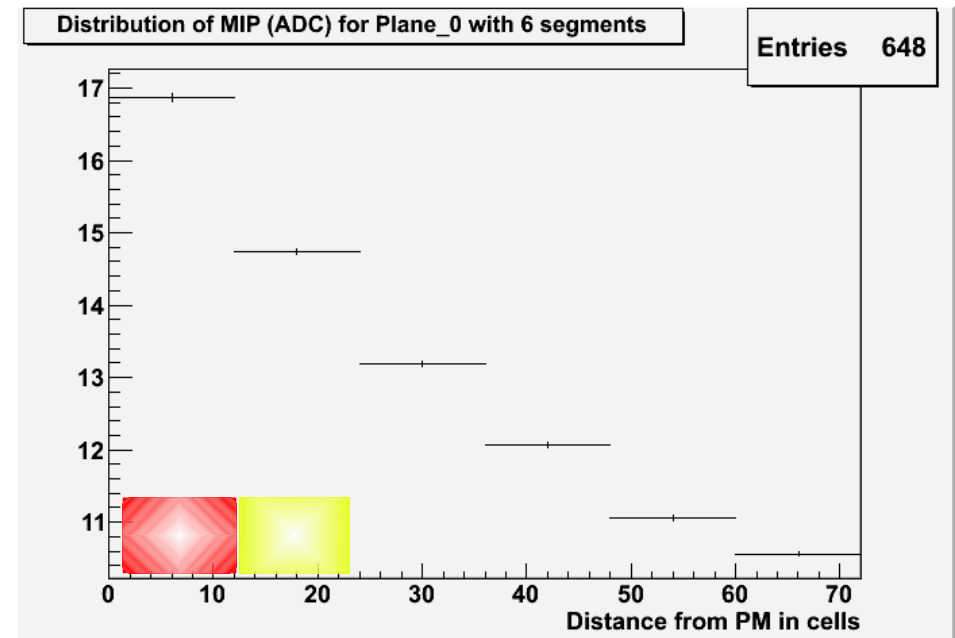


Moy = 15.3, dispersion = 6.1 %

- Queue de distribution pour les couches en Y
- Des valeurs différentes de K, F et S pour les couches X et Y ?

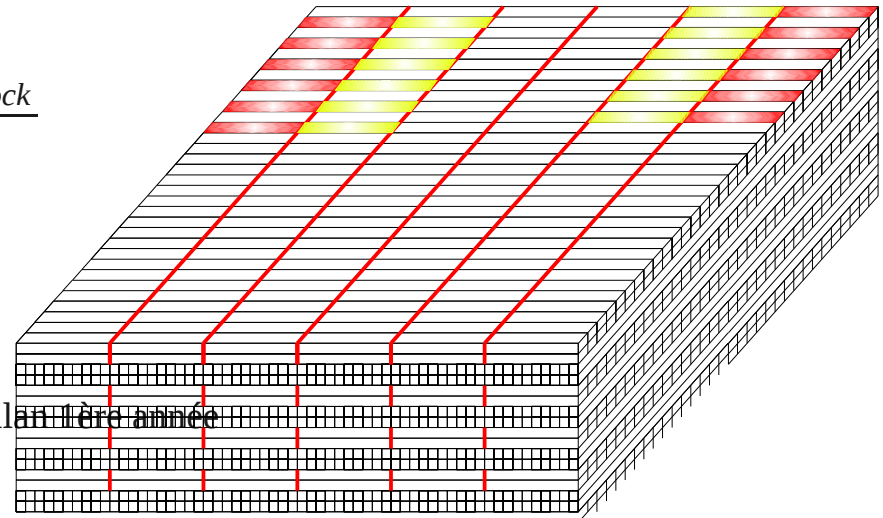
# Division en segments

- Division de chaque cellule en n segments
  - Tenir compte de la distance au PM
- Tous les segments « en rouge » sommés
- Ajustés par landau  $\otimes$  gaussienne
  - A chaque segment correspond un maximum
  - Chaque maximum ajouté à un profil



$$Bin(1)_{value} = \sum_{72 \text{ first blocks}} \frac{Max_{Distribution \text{ of MIPs} \in \text{first block}}}{72 \text{ blocks}}$$

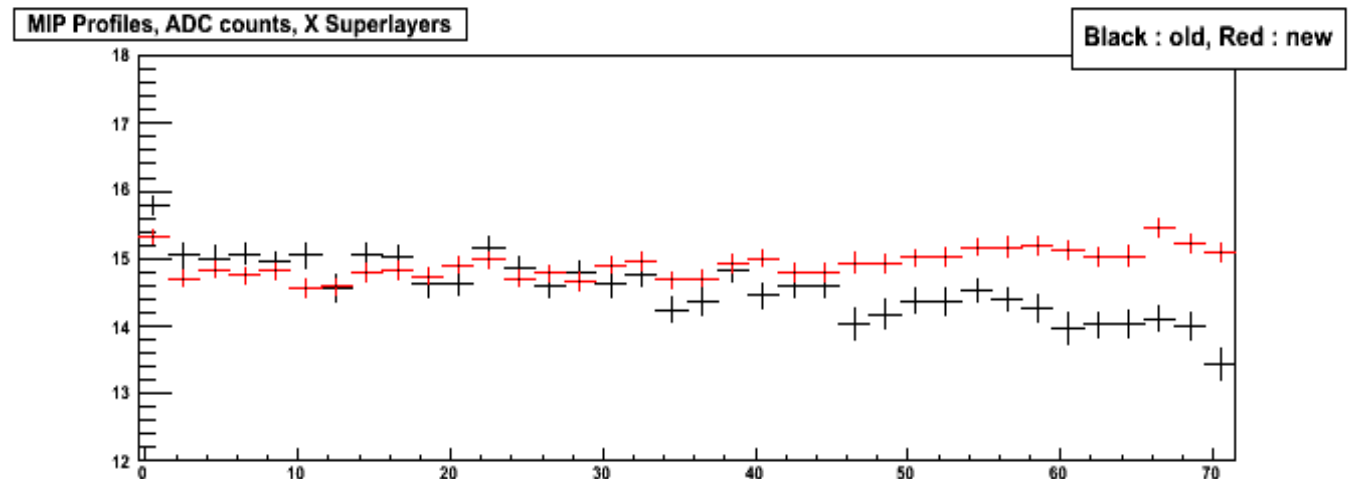
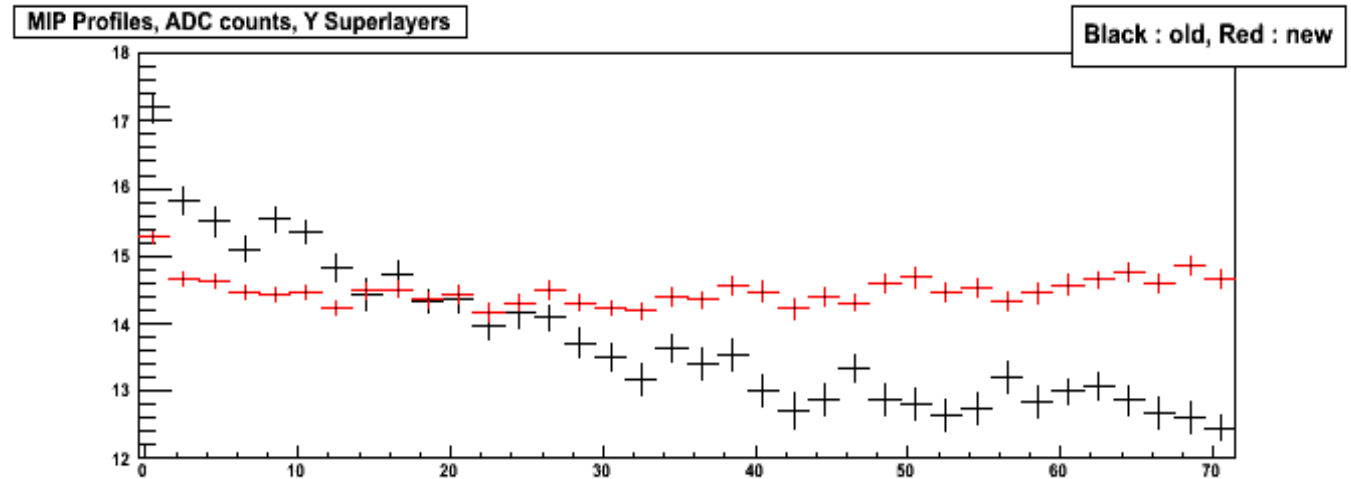
→ Réduire le biais via la statistique



# Prise en compte des nouveaux coefficients

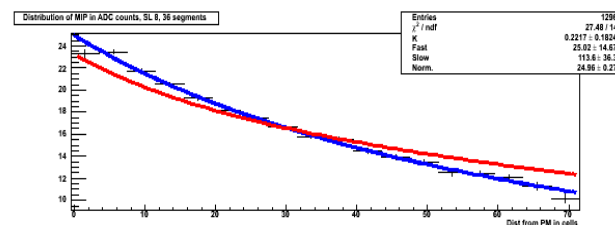
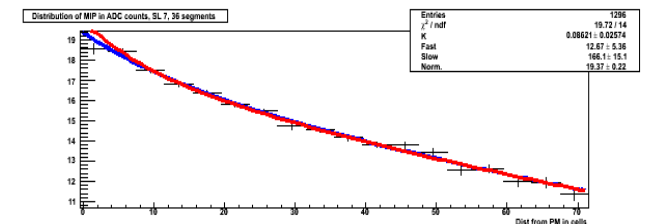
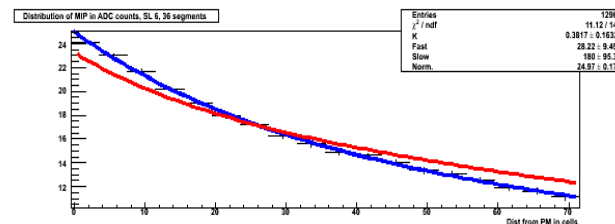
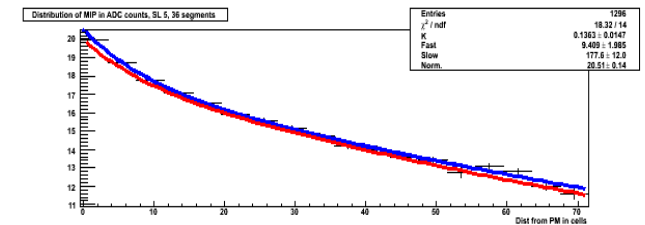
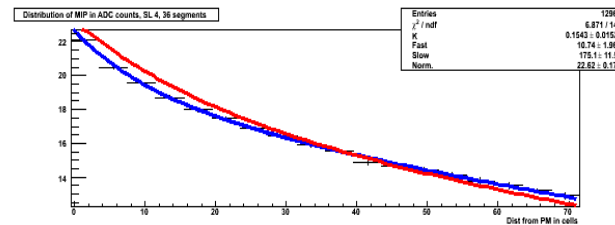
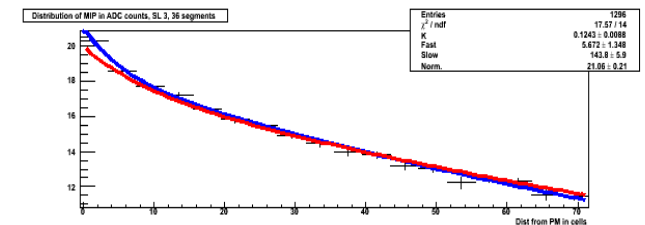
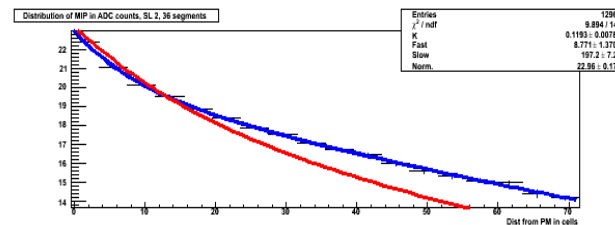
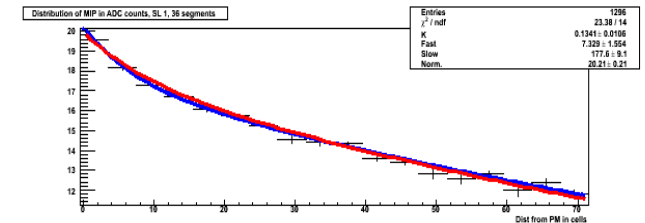
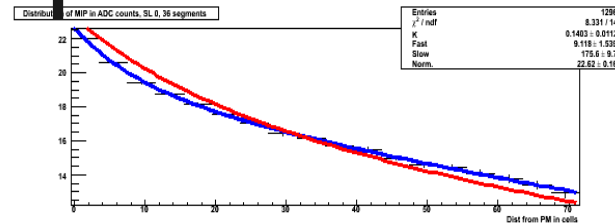
- Correction précédente insuffisante
- Données redressées, en particulier en Y
- Statistique insuffisante pour le faire par couche

--> AMS Note  
2011-04-01  
avec C. Goy



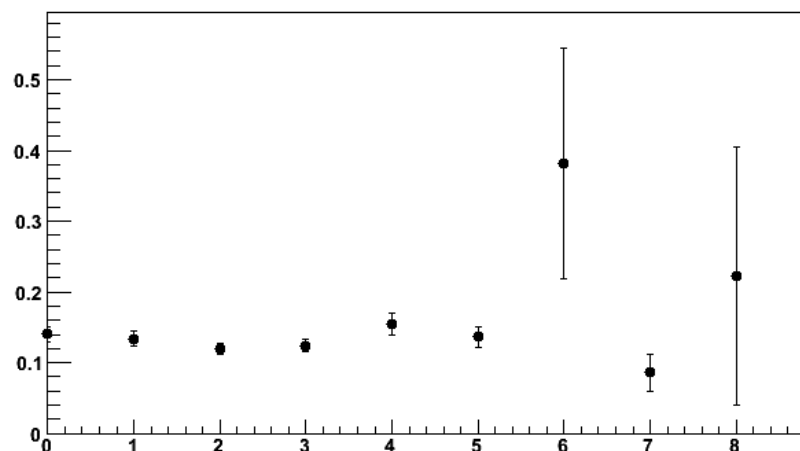
# Après le décollage : atténuations par couche

- Atténuation le long de la fibre
  - Rouge : par vue, bleu : par couche
- Problèmes pour les supercouches paires (à gauche)
- Paramètres correspondants ?

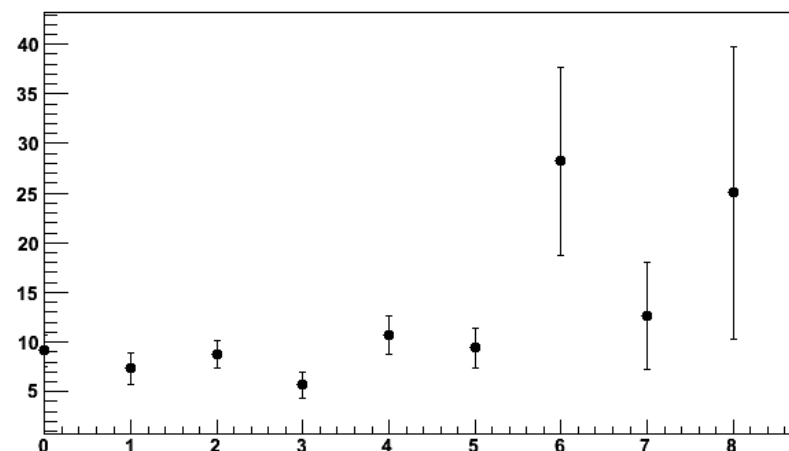


# Paramètres retenus par couche

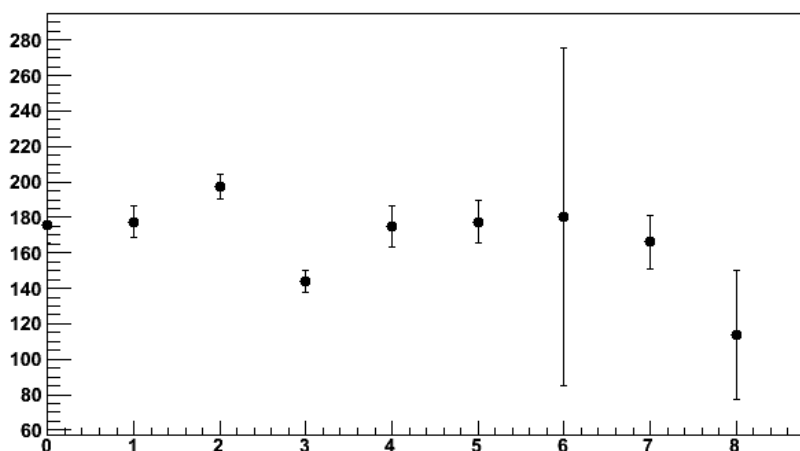
K



F

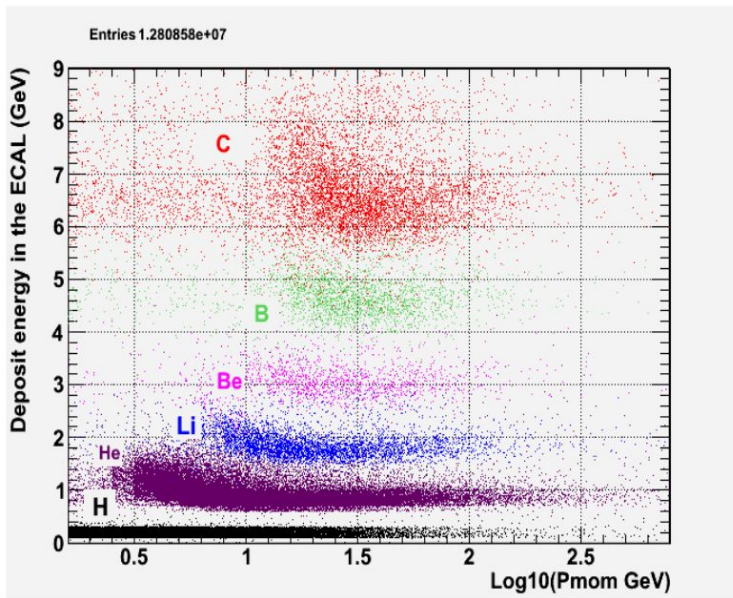


S



- Homogène pour les SL impaires, dispersion pour les paires (notamment deux dernières)
- Pris en compte dans la reconstruction

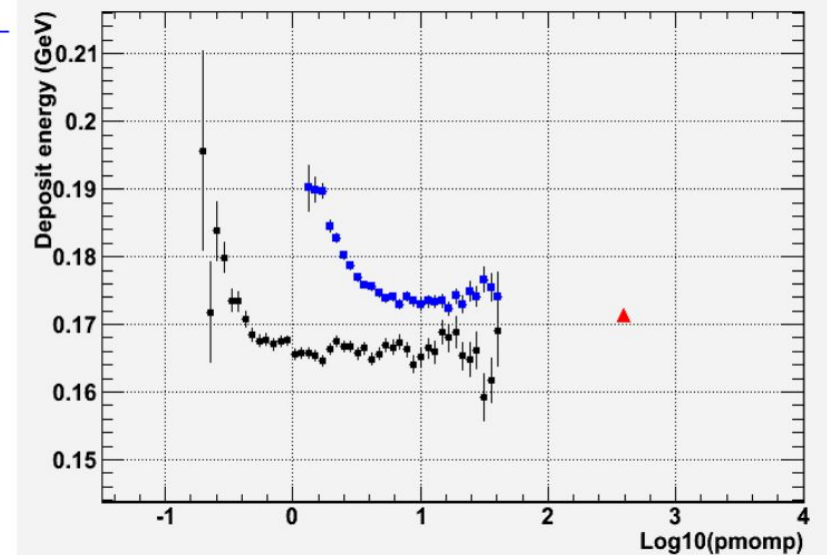
# Retrouver Bethe-Bloch grâce au MIP



ISS data – 2 days –  
mid of July  
(temp=13 C)

KSC data – 2910  
(temp 23 C)  
Calibration and  
attenuation to be  
checked

Proton 400 GeV  
(temp 23 C)  
Calibration and  
attenuation to be  
checked

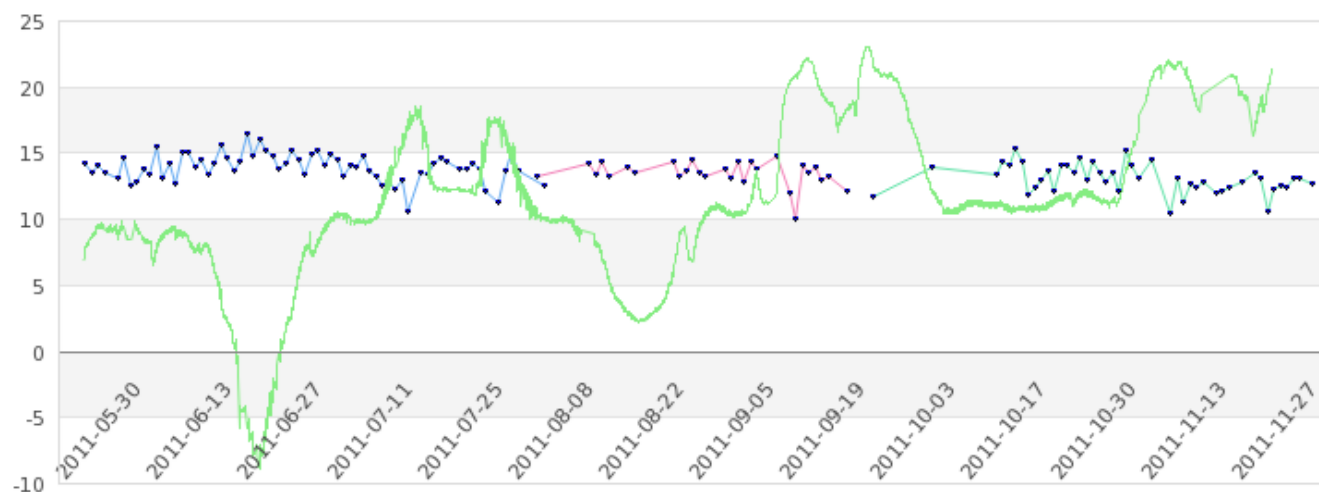
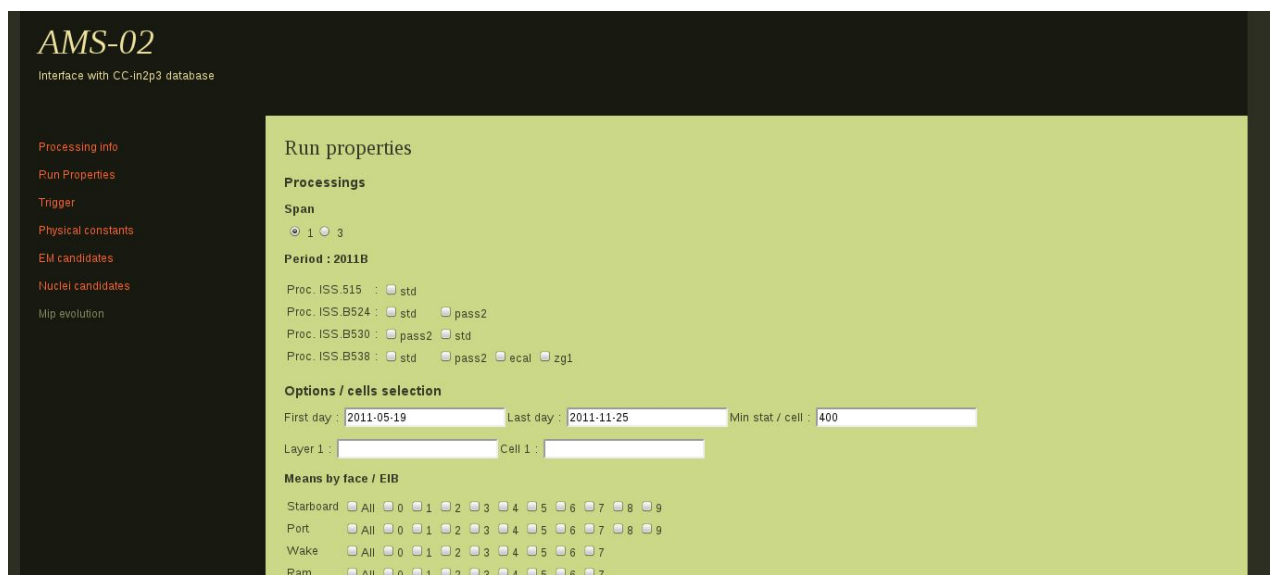




# Base de données

## Base de données

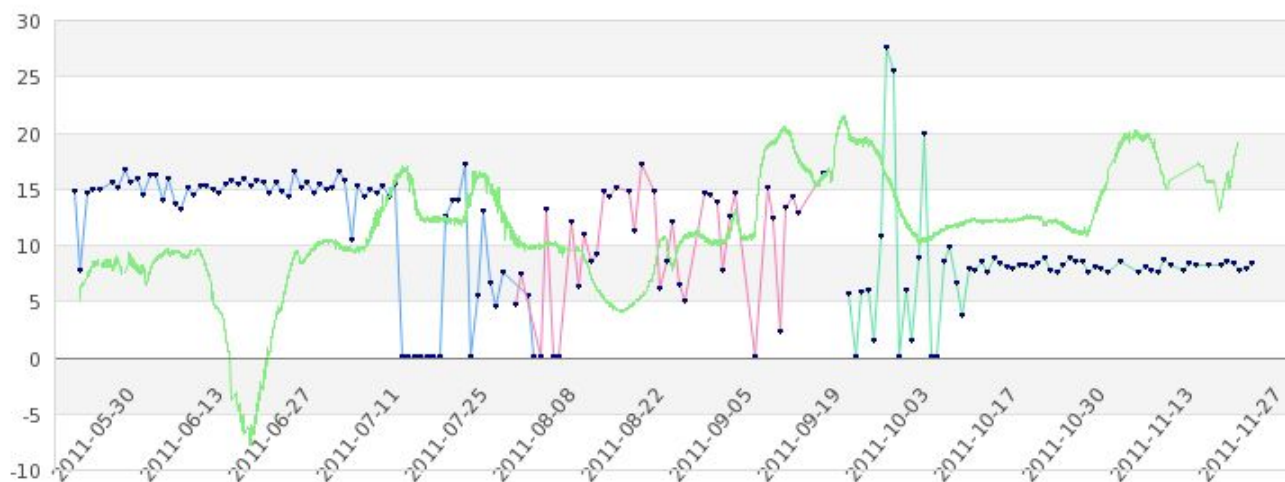
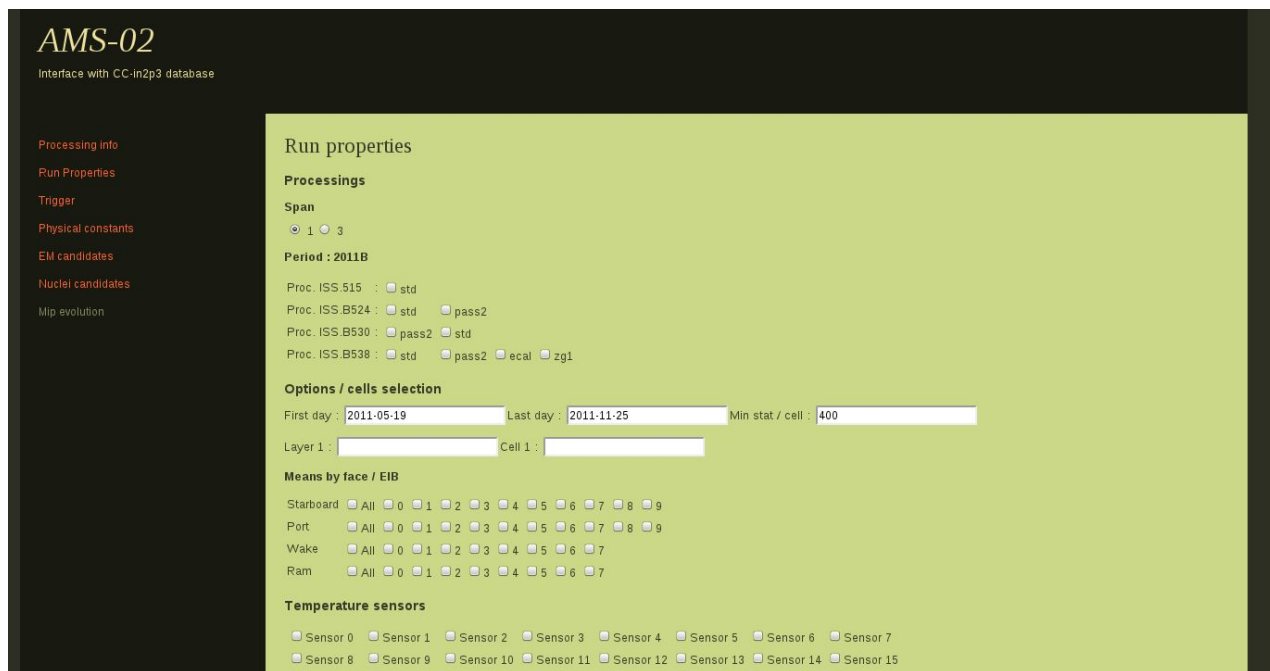
- Journaliser, centraliser et mettre à disposition les données dès leur réception
- Base de données MySQL / interface PHP
- Evolution des MIPs et des températures en fonction du temps
  - MIP : cellules, faces
  - Températures : par senseurs



# Base de données

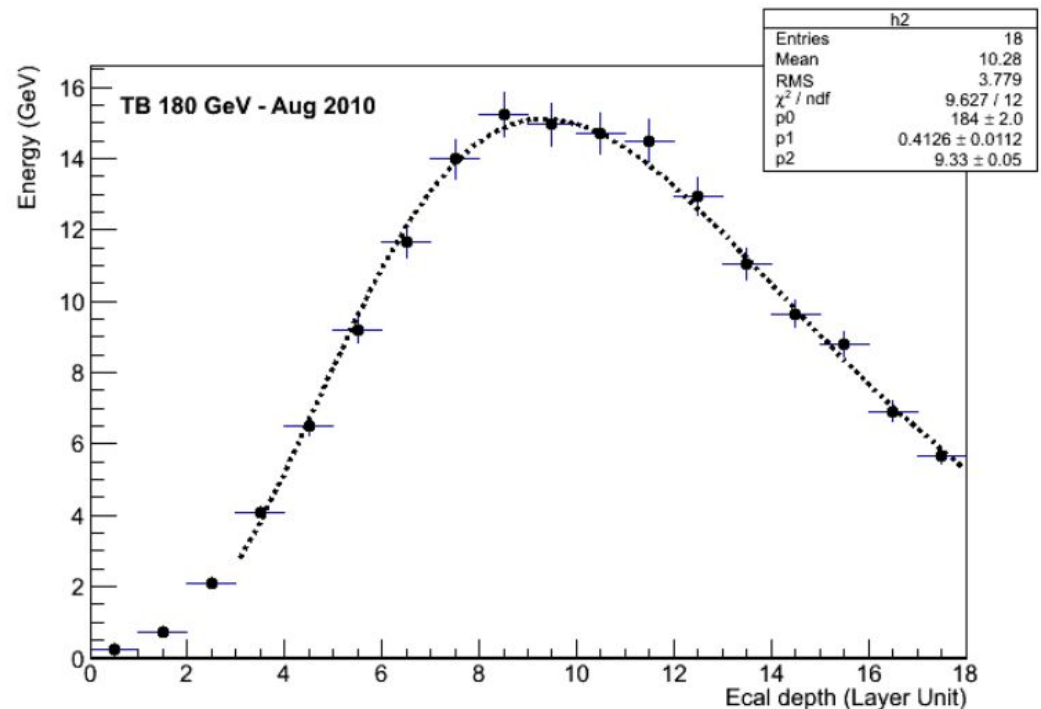
## Base de données

- Journaliser, centraliser et mettre à disposition les données dès leur réception
- Base de données MySQL / interface PHP
- Evolution des MIPs et des températures en fonction du temps
- Exemple de récupération d'une cellule



# Etude du maximum de la gerbe

- Identification des particules
  - Détermination précise de l'énergie
- Énergie déposée dans chaque couche
  - Existence d'un maximum
  - Varie comme  $\log(E)$
- Vérifier accord sol/espace



# Autres activités

- Monitorat à l'IUT d'Annecy
  - TP d'Électronique en GMP
  - TP de Physique en GEII
- Missions aux USA
  - Kennedy Space Center
    - Implémentation de mon code de sélection des MIPs
    - Formation pour les shifts
  - Johnson Space Center (Houston)
    - Travail sur le logiciel de monitoring
    - Shifts, passage expert calorimètre
- Transfert du POCC au Cern
  - Shifts
  - Expert on-call ECAL



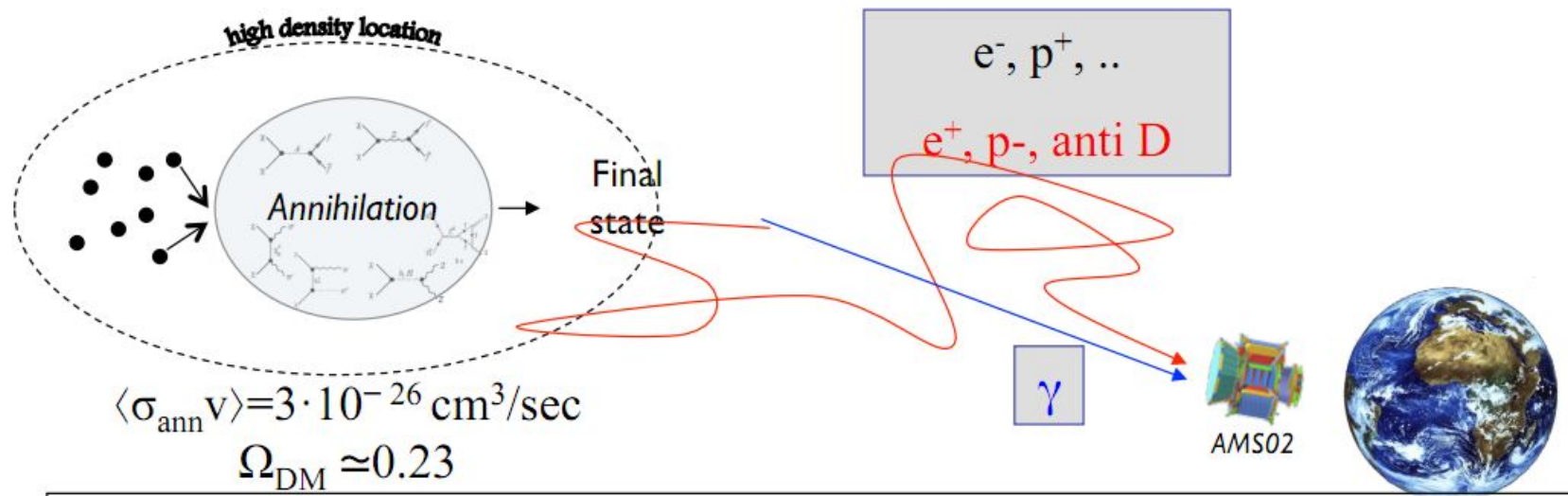
# Perspectives

- Identifier les  $e^+$  /  $e^-$ 
  - Travail sur les variables discriminantes
  - Optimiser l'identification
  - Analyse multivariée (TMVA) sur ces variables
  - Domaines en énergie
- Calculer l'acceptance
  - Complexe (champ géomagnétique, position AMS...)
  - Déterminer les flux
  - Normalisation des spectres (notamment  $e^+$  /  $(e^+ + e^-)$  )
- Interprétation des données
  - Matière noire ?

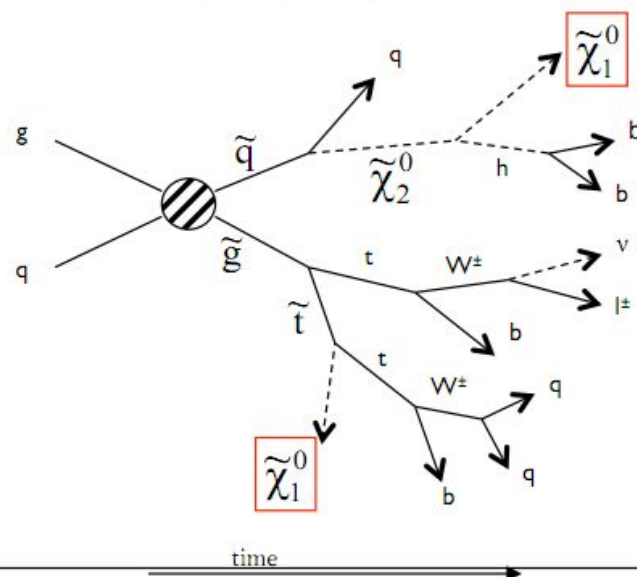
Merci de votre attention...



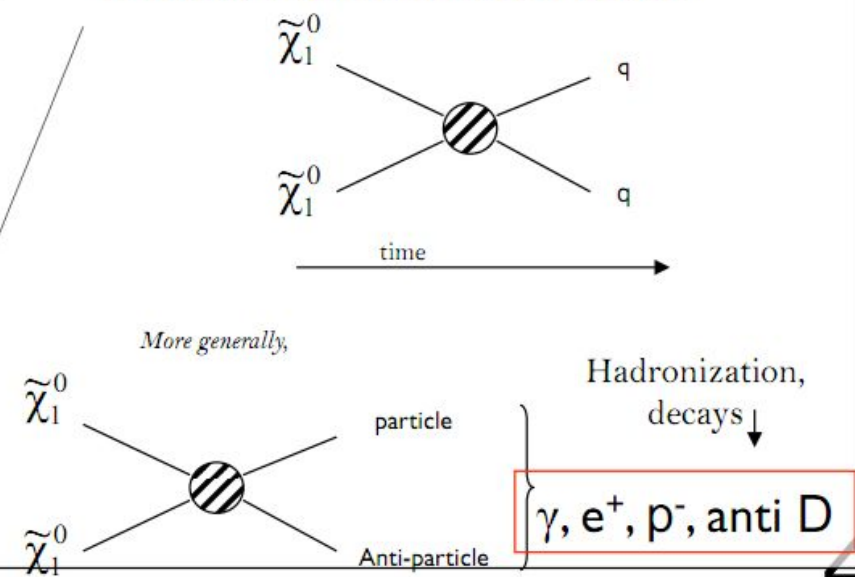
# Recherche indirecte de matière noire



## DARK MATTER SEARCHES IN COLLIDER EXPERIMENTS

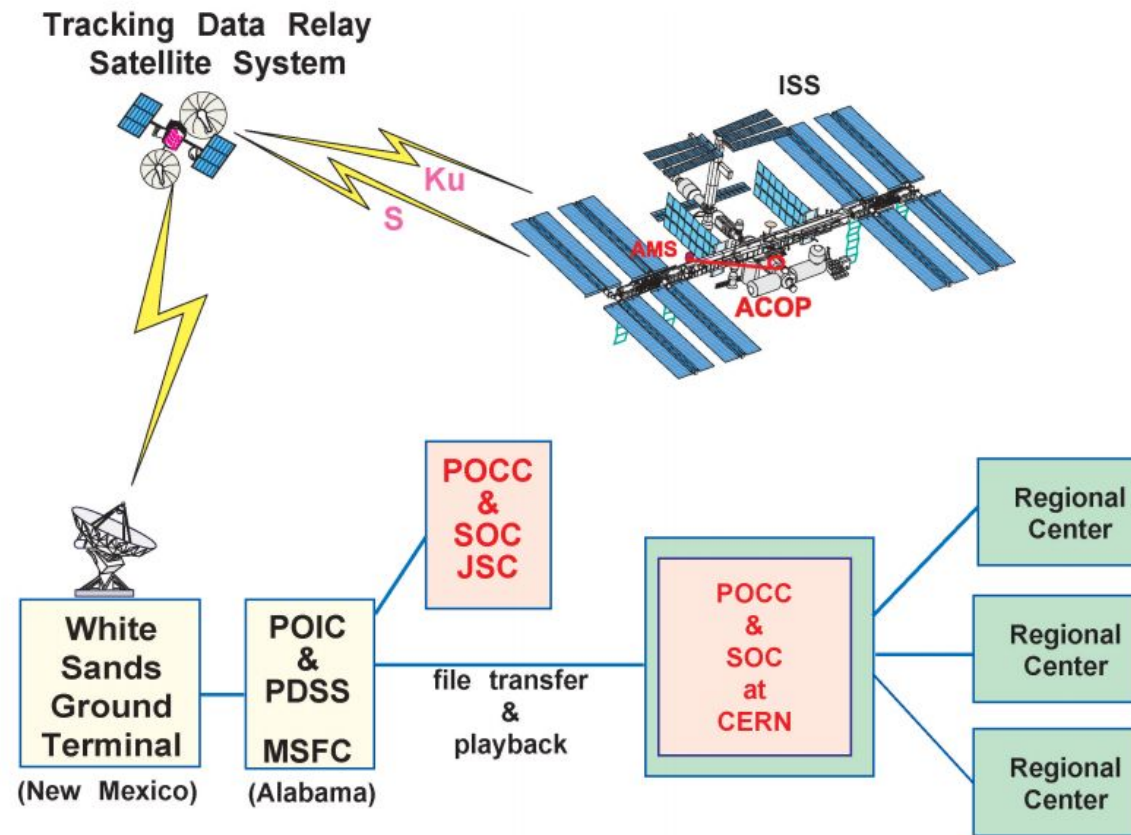


## INDIRECT SEARCH FOR DARK MATTER



# Transfert des données

## Data Transfert



10 Mbits/sec average  
science data downlink  
Rate ( at least  
20%of the ISS band width)

ACOP (AMS Crew  
Operation Post) allows  
ISS local storage and  
backup of data when  
downlink is off.

Main processing center at  
CERN

ACOS: AMS Crew Operation Post

POCC: Payload Operation Control  
Center

SOC: Science Operation Center

MSFC: Marshall Space Flight Center  
(Al)

JSC: Johnson Space Flight Center  
(Tx)