

# QUELQUES MOTS SUR LES GERBES EM QUELQUES MOTS SUR LE MAPPING DE LA MATIERE



Jérôme ODIER





# Plan : →Quelques définitions →Quelques mots sur les gerbes EM →Quelques mots sur le mapping de la matière

# Le calorimètre EM d'Atlas



Segmentation η-φ (η=pseudo-rapidité, φ=angle azimutal).
 Trois compartiments S1, S2, S3.
 Un cluster est un ensemble de cellules contigües.

3







# QUELQUES MOTS SUR LES GERBES EM

But : pour les données cosmiques et le Monte Carlo, comparer des variables caractérisant les gerbes EM utiles pour la reconstruction des électrons et des photons.

I. Etude pour le barrelII. Etude pour les endcap

# Données et Monte Carlo

Données :

Muons cosmiques de 2008, déclenchement quand une trace est reconstruite dans le barrel du détecteur interne (trigger de haut niveau L2). ~165000 évènements.

#### ·Simulation :

Un Monte Carlo « volume pixel » et un Monte Carlo « volume détecteur interne » ont été utilisés. **Pas de trigger simulé**. ~2000000 évènements.



Le seuil fixé pour reconstruire les « slidingwindow clusters » est à une énergie transverse de 3GeV. C'est pourquoi dans toute l'étude, nous effectuons la coupure suivante : E>5GeV

La figure ci-contre montre le spectre en énergie des objets EM reconstruits.

Bon accord entre données et simulation.



# Coupures d'acceptance

Comme il n'y a pas de trigger simulé dans les Monte Carlo, l'acceptance est très différente des données.

i) Forte différence dans le premier bin (pas de coup dans le silicium). Nous proposons une première coupure :

## (# coups Pixel + # coups SCT) > 0

ii) Nous proposons une coupure de projectivité sur le paramètre d'impact :

d0<220mm



iii) Afin de sélectionner les traces qui sont compatibles avec les exigences de déclenchement dans les données, nous avons considéré :

$$p_{t,trace}$$
 > 5 GeV

8

## **Coupures d'acceptance**



nous pouvons considérer que c'est raisonnablement bon pour faire une étude sur les gerbes EM.



## Évènements « collision »

 Pour ne conserver que les événements pas trop différents de ceux qui seront observés lors des collisions, on propose :

$$f_1 = \frac{E_{strips}}{E_{tot}} > 10\%$$

9

## Variables dans S2

Les variables sur les gerbes EM dans le deuxième compartiment sont considérées comme les variables les plus robustes pour l'identification des électrons et des photons dans Atlas.



a)R $\eta$ : rapport de l'énergie des clusters 3x7 en  $\eta x \phi$  sur l'énergie des clusters 7x7 en  $\eta x \phi$  dans S2.

b)R $\phi$ : rapport de l'énergie des clusters 3x3 en  $\eta x \phi$  sur l'énergie des clusters 3x7 en  $\eta x \phi$  dans S2.

## Bon accord entre données et simulation.

## Variables dans S1



Confinement latéral de l'énergie de la gerbe ou encore rapport de l'énergie en dehors du cœur de trois strips sur l'énergie du coeur :  $F_{side} = (E_{\pm 3} - E_{\pm 1})/E_{\pm 1}$ 

# Bon accord entre données et simulation.





A grand η, l'orientation globale des cellules est inversée ce qui traduit une forte non-projectivité des nuons cosmiques traversant les bouchons, les muons avec une impulsion horizontale sont rares !!

Plus de distinction  $\phi$ <0 et  $\phi$ >0.

Projective direction

#### II. Etude pour le endcap

Energie et variables dans S2





a) Spectre d'énergie pour les candidats électromagnétiques après renormalisation.

b) R $\eta$ : rapport de l'énergie des clusters 3x7 en  $\eta x \phi$  sur l'énergie des clusters 7x7 en  $\eta x \phi$  dans S2.

L'accord est un peu moins bon pour R $\phi$  (rapport de l'énergie des clusters 3x3 en  $\eta x \phi$  sur l'énergie des clusters 3x7 en  $\eta x \phi$ ) car la statistique permet difficilement d'imposer une contrainte sur  $\phi$ .

Malgré la faible statistique du MC, l'accord reste correct.

### II. Etude pour le endcap

## Variables dans S1



 a) Confinement latéral de l'énergie de la gerbe ou encore rapport de l'énergie en dehors du cœur de trois strips sur l'énergie du cœur :

 $\mathsf{F}_{\mathsf{side}} = (\mathsf{E}_{\pm 3} - \mathsf{E}_{\pm 1})/\mathsf{E}_{\pm 1}$ 

b) Largeur dans trois strips centrée sur celle de plus haute énergie :

$$W_{eta} = \sqrt{\frac{\sum E_i (i - i_{max})^2}{\sum E_i}}$$

Malgré la faible statistique du MC, l'accord reste correct.





# QUELQUES MOTS SUR LE MAPPING DE LA MATIERE

But : étudier la répartition de la matière à l'intérieur du détecteur interne en utilisant les conversions de photons.

# Mapping de la matière dans Atlas

C'est important pour :

- analyses minbias.
- analyses électrons/photons.

Objectif visé (pour  $m_w$ ) :

- $\sim$  1%  $X_0$  pour le détecteur interne.
- $\sim 5\% X_0$  pour l'avant du calo LAr.



→Méthodes basées sur le détecteur interne :

- Conversions de photons.
- Localisation du bremsstrahlung pour les électrons.

→Méthodes basées sur le calorimètre :

- Flux d'énergie en minbias.
- Gerbes électromagnétiques d'électrons à haute impulsion transverse.

→Méthodes basées sur le calorimètre et le détecteur interne :

## Reconstruction des vertex de conversion

→Conversion à partir de  $\pi^0$ ,  $\eta$ ,  $\eta'$  d'évènements minbias.

→Traces en provenance du détecteur interne : pixel et SCT (= silicium) ainsi que TRT.

- →Traces à faible  $P_t$  (pas de clusters EM).
  - Pas de sensibilité à l'alignement.
  - Plus affecté par le bremsstrahlung et la diffusion multiple.



Sélection des pairs de traces associées au vertex:

- Coupure lâche sur sur la variable PID au niveau du TRT.
- → Coupures géométriques :
  - Distance et angle entre les traces.
  - ✓ D-R1-R2  $\rightarrow$  0, traces parallèles.
- Fit du vertex :  $\chi^2_{vertex}$



R

# Mapping de la matière dans Atlas

Coupures pour obtenir 90% pureté **G** (pour R<400mm) :

- · Au moins un coup dans les pixels pour les traces de repour PID>0.9
- ~ PID>0.9
- Chi2 vertex<5</li>
- $\sim \Delta \phi(vtx, trks)$



**Beam-pipe** Pixel (barrel) SCT (barrel) Etc...

29.0mm<R<36.0mm 50.5mm<R<122.5mm 299.0mm<R<514.0mm

On peut faire de même en Z et η...

# <sup>1</sup>Mapping qualitatif i) and quantitatif ii)

- i) Avant estimation de l'efficacité :
  - Comparaison de la carte des vertex de conversion entre données et MC.
    - Cette première approche qualitative peut déjà montrer des différences importantes.
  - Rechercher des zones avec efficacité -10 constante.



$$\frac{x}{X_0} = \frac{-9}{7} \ln(1 - P(R)) \text{ avec } P(R) = \frac{N(R)}{N(BP)} P(BP) \frac{\epsilon(BP)}{\epsilon(R)}$$

N(R) : nombre de conversions reconstruites en R.
N(BP) : nombre de conversions reconstruites au "beam pipe".
P(R) : probabilité pour un photon de se convertir en R.
P(BP) : probabilité pour un photon de se convertir au "beam pipe".

→ La détermination de ∈(R) sera une tâche difficile, processus itératif partagé entre prise de données et génération de MC.



20

# Données à 900GeV

	→ 10M évènements minbias
0.2 vraies conversion/évènement	→ 2M conversions
0.02 conversion reconstructibles / évènement	→ 200k conversions
Efficacité de reconstruction $\epsilon \approx 30\%$	→ 60k conversions
Coupures de qualité pour le mapping de la matière	→ 6k conversions hautes qualité

Conversions reconstructibles :

 $R_{vertex} < 800 \text{mm}, \eta_{vertex} < 2.5, p_{t,trace} > 500 \text{MeV}$ 

Premier regard sur les traces à petite impulsion transverse.
 Premier regard sur la reconstruction des vertex et leur ajustement.
 Première carte qualitative, peut-on voir quelque chose?

# Données à 7TeV

La connaissance initiale attendue est 5-10% Xo.

- 1-2bp-1:
  - valider la reconstruction et la sélection.
  - établir un mapping quantitatif.

10-20pb-1 et 5% X<sub>0</sub> : 200pb-1 et 1-2% X<sub>0</sub> :

besoin de statistique MC supplémentaire pour la détermination de  $\epsilon(R)$ .

1-2% X<sub>0</sub>, statistique précise dans les pixels avec ~350k conversions :

~1 conversion/événement (à 10TeV).

Au final, besoin de  $\mathcal{O}(10^9)$  conversions pour mener à bien l'étude.



# Conclusion

- GERBES EM
  - Un certain nombre d'études témoignent des très bonnes performances du calorimètre EM d'Atlas au démarrage (stabilité électronique, timing, reconstruction du signal, uniformité, etc...)
  - La présente étude sur les variables de gerbes EM montre un bon accord entre les cosmiques et la simulation.
    - C'est encourageant pour la reconstruction de l'énergie des électrons et photons au démarrage du LHC.
- MAPPING DE LA MATIERE
  - → Besoin de données pour valider la reconstruction des vertex et générer ne nouveaux MC basés sur des meilleurs géométries.
  - → Même si les outils sont en place, tout reste à faire...

# Iteration on detector description

