

*Isolation des photons de grande impulsion dans les collisions proton+proton à  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV*

Ahmed Hadj Henni@SUBATECH

*PLAN DE LA PRESENTATION:*

- 1. Présentation de la Méthode d'extraction des photons directs: SICR.*
- 2. Conditions d'applicabilité de la méthode SICR.*
- 3. Résultats Simulations.*
- 4. Résultats Données Réelles.*
- 5. Première estimation de l'excès de photons directs.*
- 6. Travail à faire...*

# 1. Méthode d' 'extraction des photons directs:

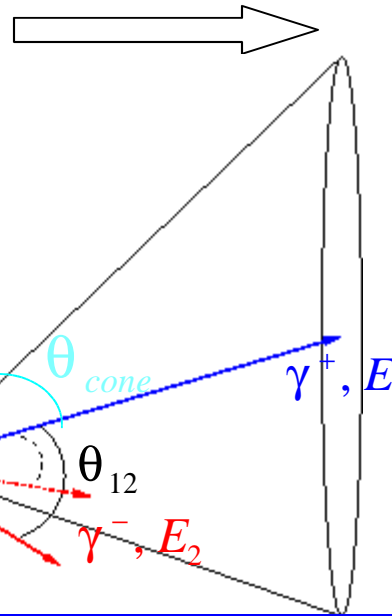
## Spectroscopic Isolation Cut Analysis

Le taux de branchement de la décroissance EM du pi0 = 98.8% + forte multiplicité.

$$m_{\pi} \approx 0.135 \text{ GeV} / c^2$$

$$c\tau = 25.1 \text{ nm}$$

$$\pi^0 \quad (m_{\pi^0}, E_{\pi^0})$$



On ne prend en compte que la décroissance du pi0 !!!

$$\cos\theta_{12} = \frac{\gamma_{\pi}^2 \beta_{\pi}^2 - \gamma_{\pi}^2 \alpha^2 - 1}{\gamma_{\pi}^2 (1 - \alpha^2)}$$

$$\alpha = \frac{|E_{\gamma_1} - E_{\gamma_2}|}{|E_{\gamma_1} + E_{\gamma_2}|}$$

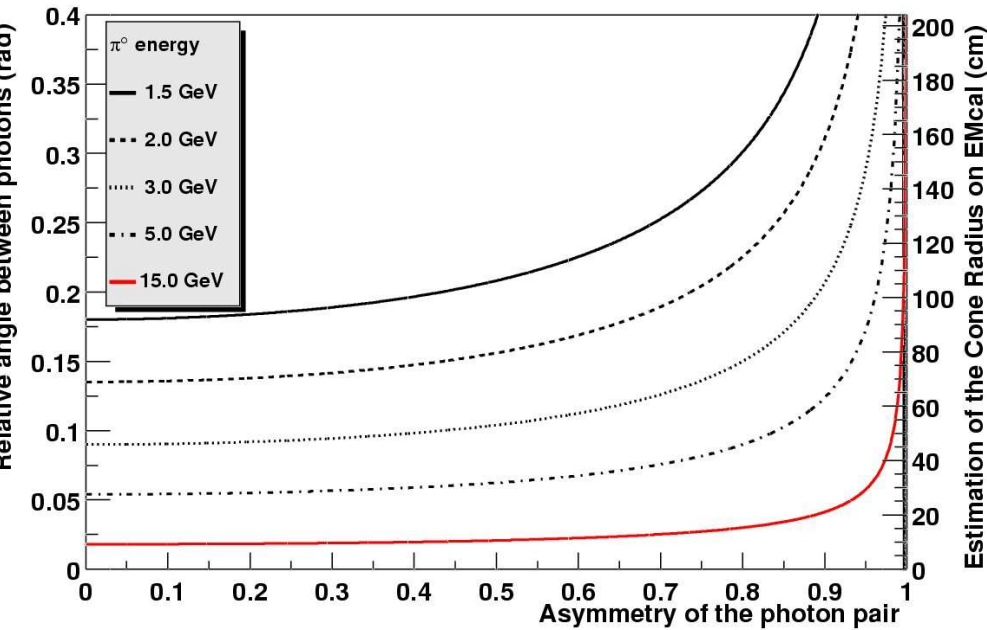
1. Dès qu' on détecte un photon, on définit un cône autour avec une ouverture

2. On impose que l'intersection du cône avec le détecteur soit contenue à l'intérieur de ce dernier. Si c'est le cas  $\rightarrow$  « photon candidat »

3. On cherche un partenaire à l'intérieur de ce cône + vérification que la masse invariante est proche de la masse du pi0 ( 100-160 MeV ).

- Si c'est le cas photons issus d' une décroissance EM du pi0.
- Sinon  $\rightarrow$  « photon isolé »

## 2. Conditions d'applicabilité de la méthode SICA



- **Restriction du domaine de alpha due à l'acceptance limitée d'EMCal**

→ introduction de  $\alpha_{\max}$

$$\rightarrow \cos\theta_{\text{cone}} = \frac{\gamma_{\pi}^2 \beta_{\pi}^2 - \gamma_{\pi}^2 \alpha_{\max}^2 - 1}{\gamma_{\pi}^2 (1 - \alpha_{\max}^2)}$$

- **Pour les données réelles** : 1. Estimation de l'énergie du pi0 :

$$E_{\pi^0} = E_{\gamma_1} + E_{\gamma_2} = \frac{2}{1 + \alpha} E_{\gamma_1} \Rightarrow E_{\pi^0} \geq \frac{2}{1 + \alpha_{\max}} E_{\gamma_1}$$

2. Energie seuil (0.250 GeV):  $\alpha_{up} = 1 - 2 \frac{E_{th}}{E_{\pi}}$

$$\alpha_{up} = 0.9 \text{ pour } E_{\pi} = 5.0 \text{ GeV}$$

## Calcul de l'excès de photons directs [1] :

On définit les paramètres suivants :

$$R_d = \frac{N_{i,d}}{N_{c,d}} \quad R_{\pi^0} = \frac{N_{i,\pi^0}}{N_{c,\pi^0}}$$

$$R_\gamma = \frac{N_{i,\gamma}}{N_{c,\gamma}} \quad \epsilon = \frac{N_{c,\gamma}}{N_{c,\pi^0}}$$

Ce qui donne pour les données :

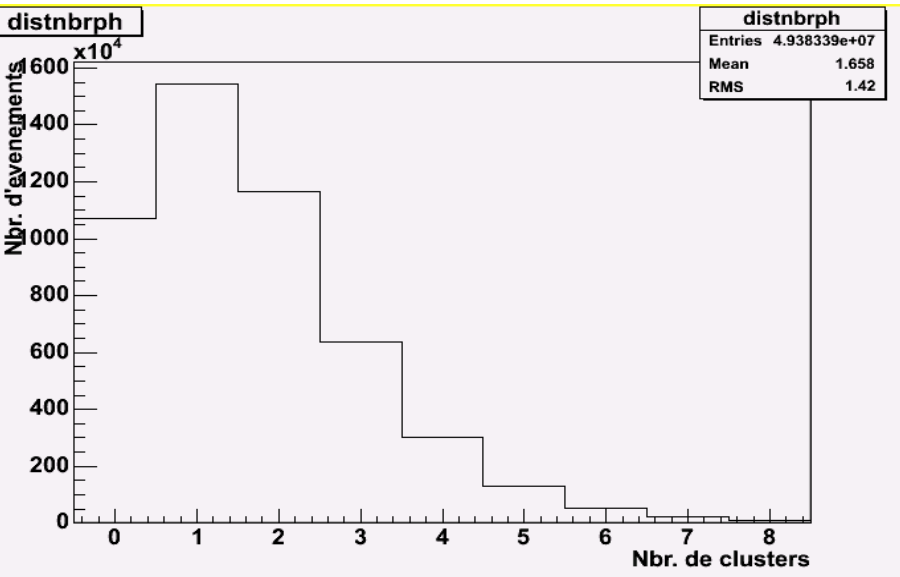
$$R_d = \frac{N_{i,\pi^0} + N_{i,\gamma}}{N_{c,\pi^0} + N_{c,\gamma}} = \frac{N_{i,\pi^0} + R_\gamma \times \epsilon \times N_{c,\pi^0}}{N_{c,\pi^0} + \epsilon \times N_{c,\pi^0}} = \frac{1}{1 + \epsilon} \times (R_{\pi^0} + \epsilon \times R_\gamma)$$

Finalement :

$$\epsilon = \frac{R_d - R_{\pi^0}}{R_\gamma - R_d}$$

Approximé en :

$$\epsilon = \frac{R_d - R_{\pi^0}}{1 - R_d}$$



*simulations*

*ce que l'on va déterminer avec les données.*

- Calculer le taux de photons faussement vus comme isolés avec les simulations.
- + ◦ Appliquer SICA aux données réelles et soustraire les résultats des simulations.

## Restrictions de la méthode SICA

L'acceptance finie du calorimètre restreint l'ouverture du cône dans lequel le photon compagnon est recherché.

A cause de la grande multiplicité des collisions RHI, grande probabilité de former une fausse paire de photons qui vérifie les conditions de SICA.

Mais cet effet est contrebalancé par l'évolution en loi de puissance des spectres de photons et de pions + jet-quenching.

Problème d'étendre la méthode à des mésons plus lourds ( $\eta$ ).

### 3. Résultats Simulations :

Utilisation des données simulées ( DST ) :

1  $\pi^0$  par événement + spectre uniforme de  $\pi^0$

3M événements générés

spectre en loi de puissance [2] :

$$A \times \left( \frac{p_0}{p_0 + p_T} \right)^n \quad A = 393 \text{ mb} \cdot \text{GeV}^{-2} c^3; p_0 = 1.212 \text{ GeV} / c; n = 9.97$$

[2]: *PRL Midrapidity Neutral-Pion Production in Proton-Proton Collisions at ( PHENIX Collaboration )*.

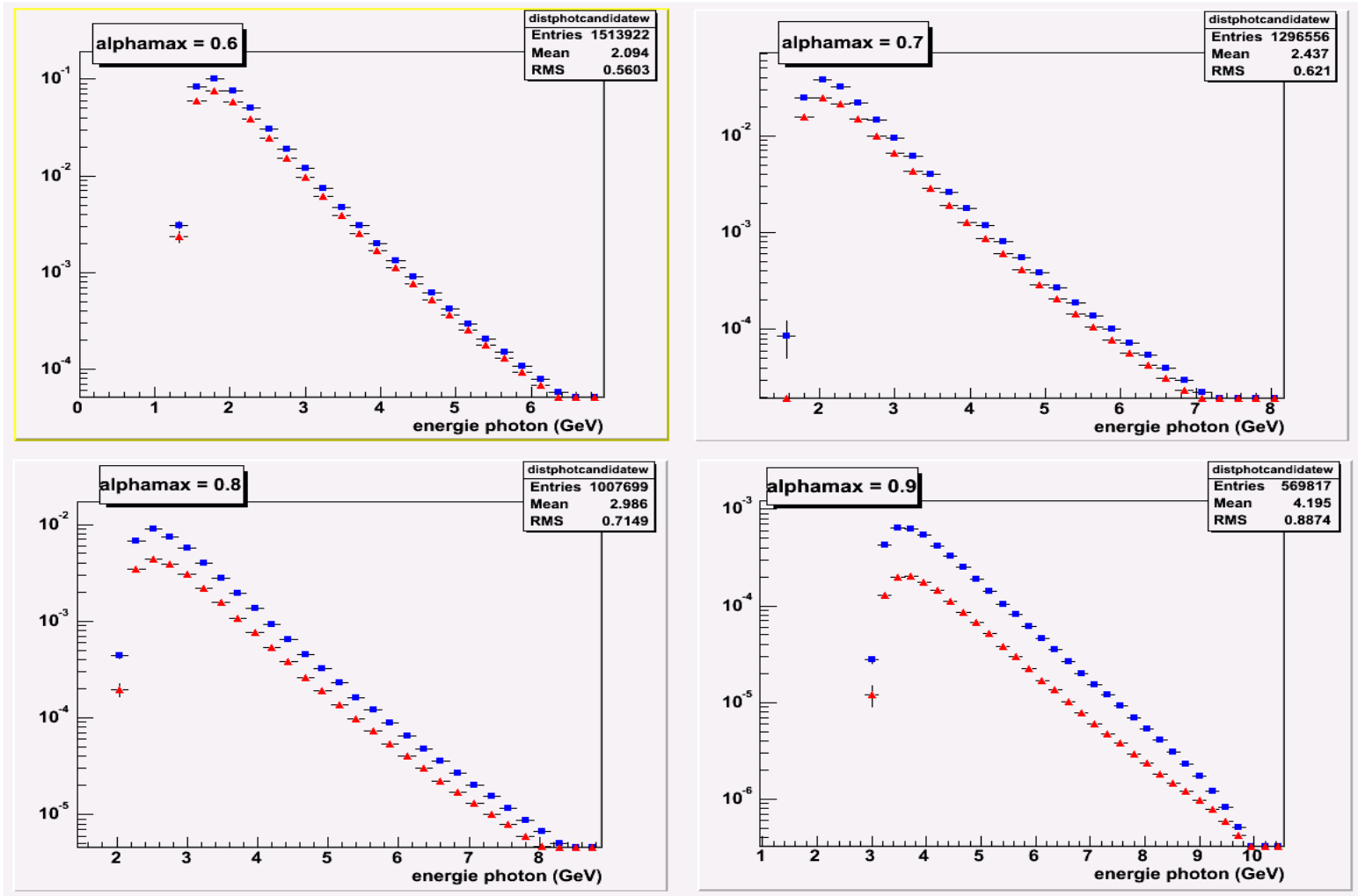


Fig1: spectres des photons candidats (bleu) et des photons isolés (rouge) pour différentes coupures en asymétrie avec un spectre initial pour l'énergie du  $\pi^0$  en loi de puissance .

Estimation du rapport :

$$R_{\pi^0}$$

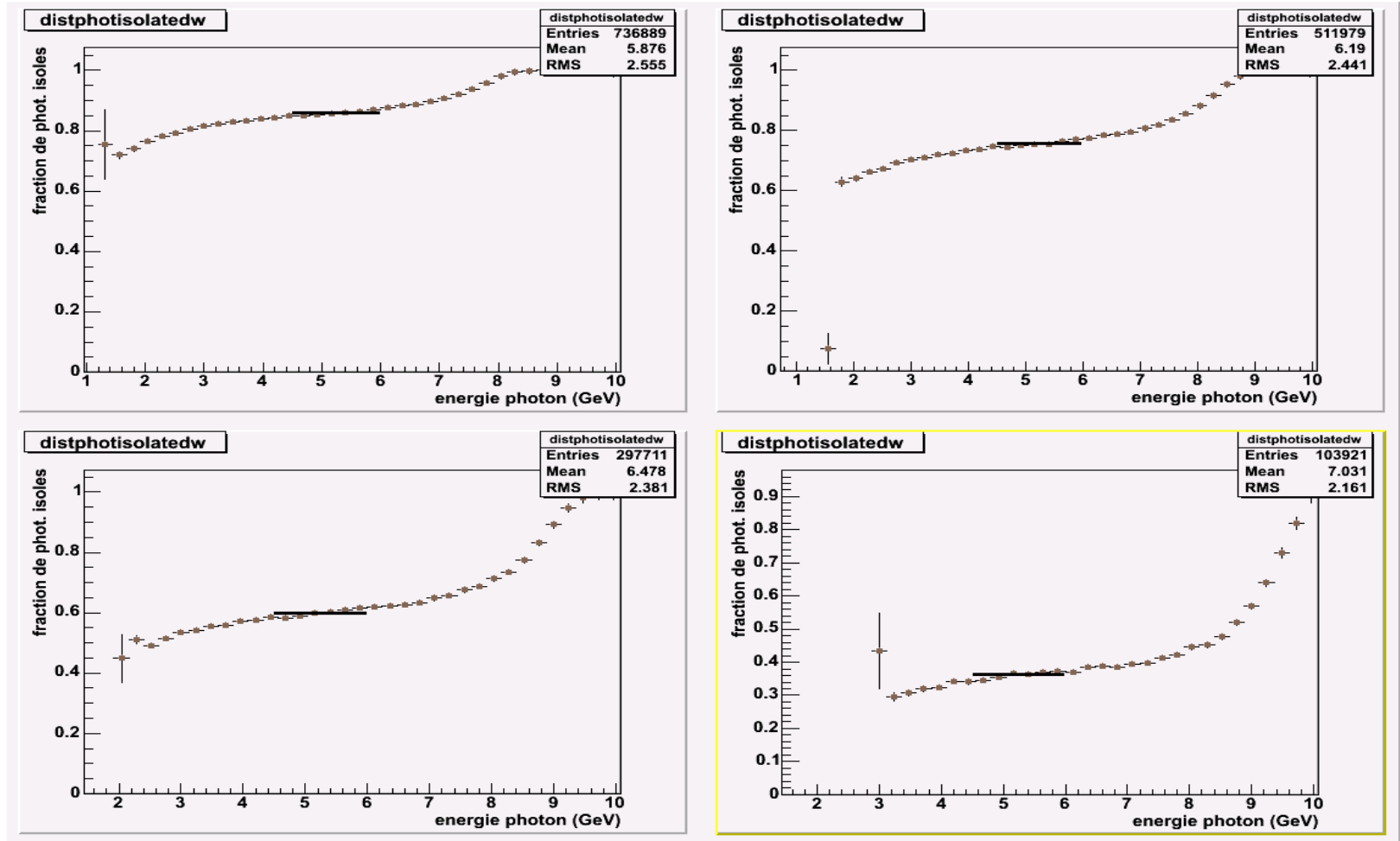


Fig2: rapport des spectres de photons isolés sur photons candidats pour différentes coupures en asymétrie avec un spectre initial pour  $l$  'énergie du  $\pi^0$  en loi de puissance .



## 4. Résultats données run3 pp à 200 GeV

Infos générales sur l'analyse:

PWG\_Photon\_run3pp\_v03AG\_pro51-0000088351-5100.root

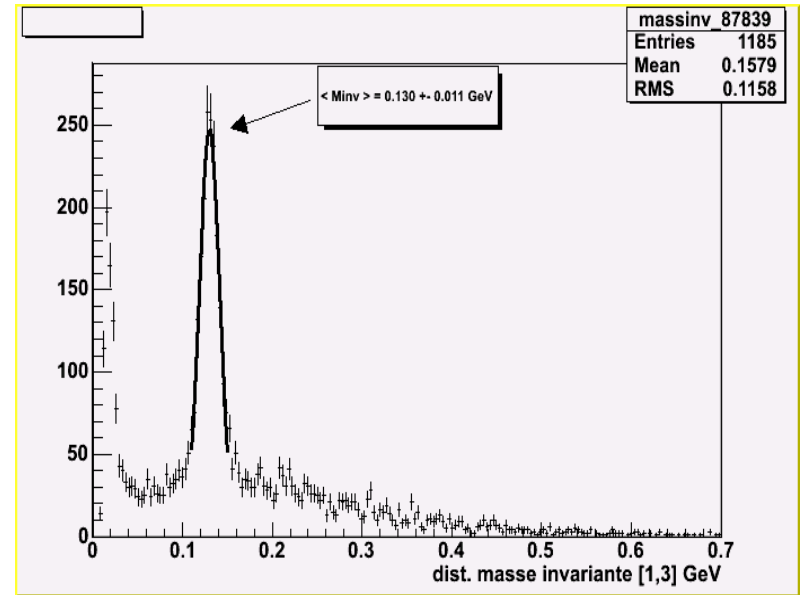
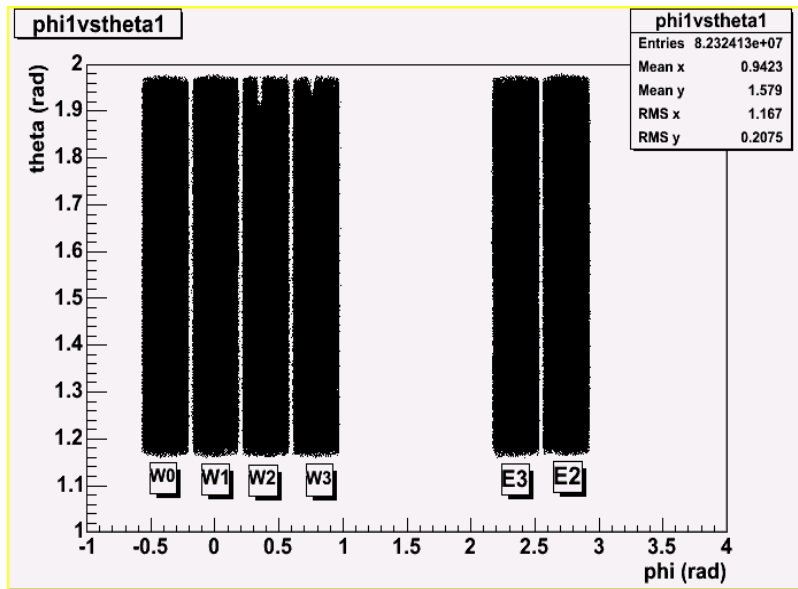
PWG\_Photon\_run3pp\_v03AG\_pro51-0000088351-5200.root

etc ...



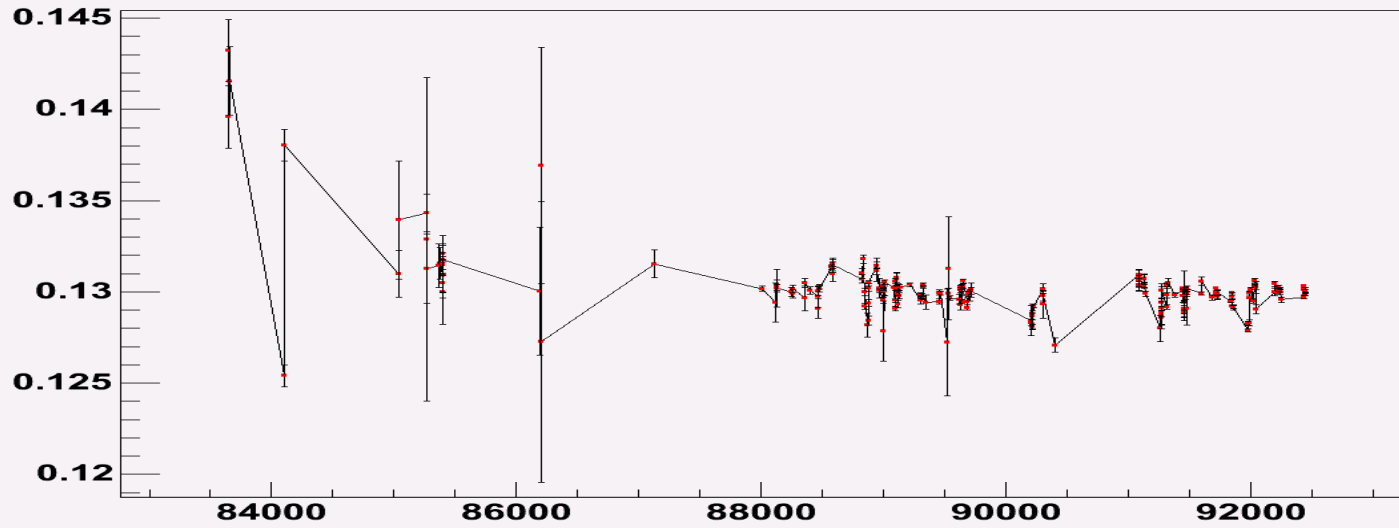
~ 46.0 M d'événements

Etude uniquement sur les 6 secteurs PbSc:

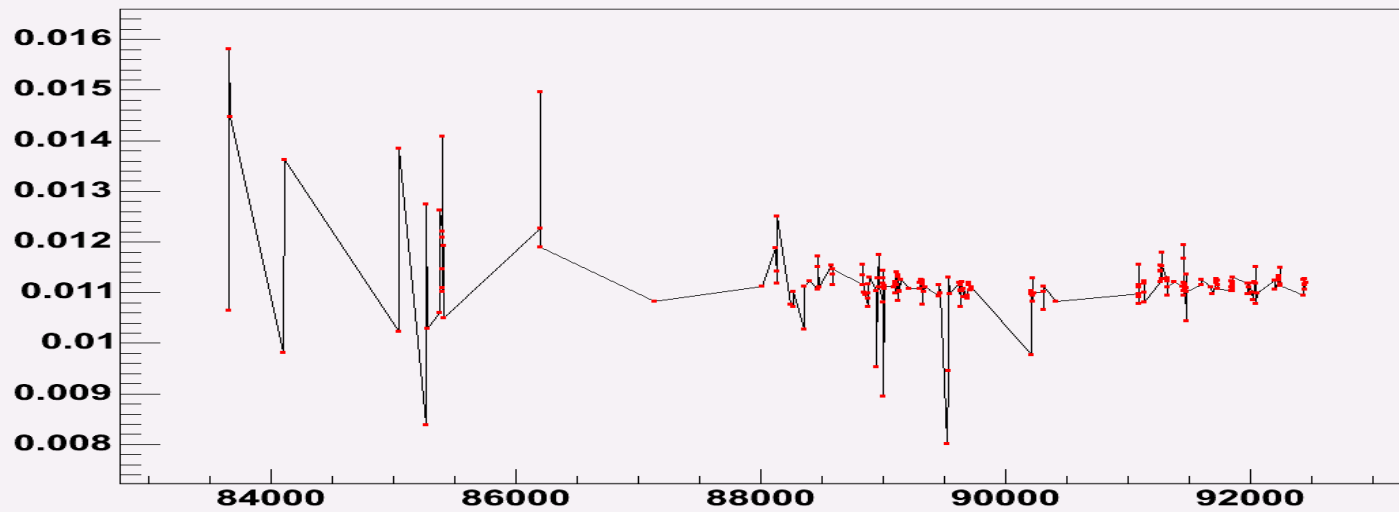


~ 11.6 M d'événements éliminés

Graph



Graph



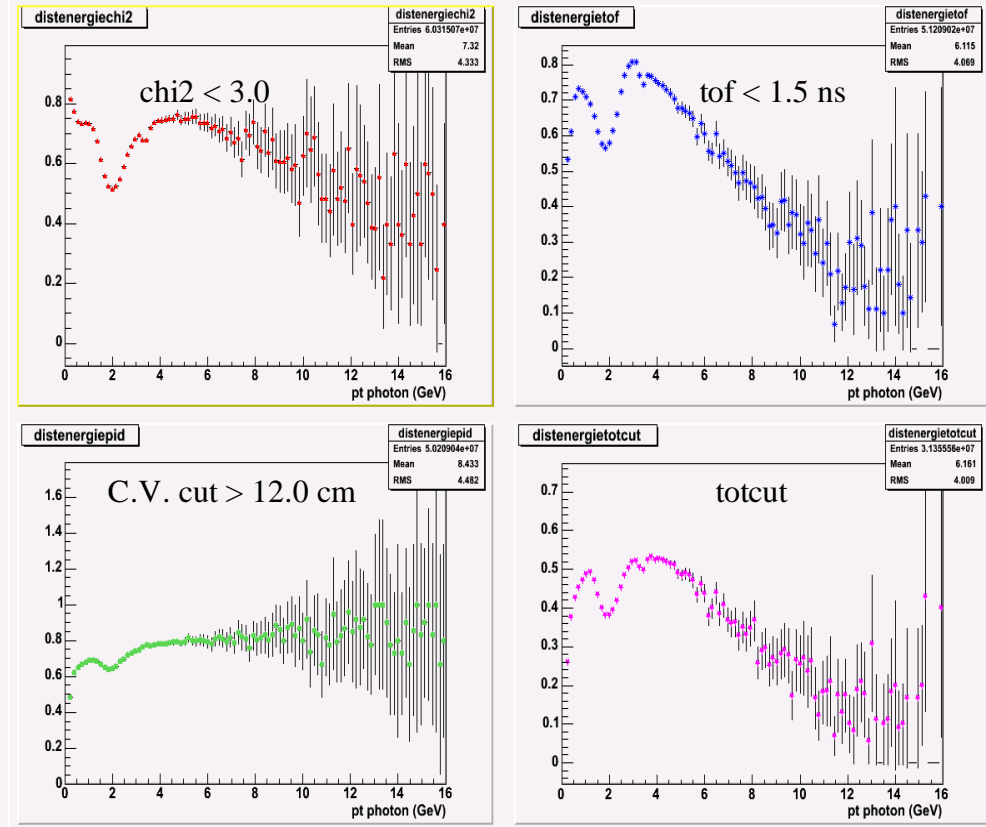
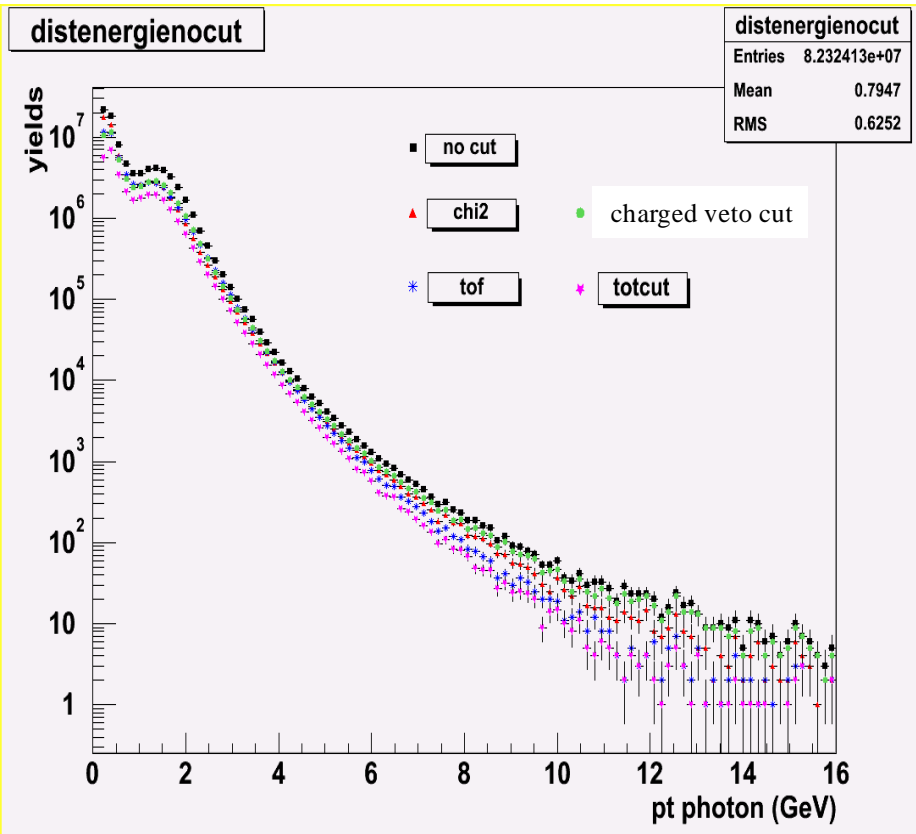


Fig3: Spectre de photons dans différents cas de coupures

Fig4: Taux de photons restant après les coupures

3 coupures différentes disponibles: temps de vol  
 chi2  
 particules chargées

➡ Uniquement la coupure chi2 pour la suite...

## Distribution en masse invariante:

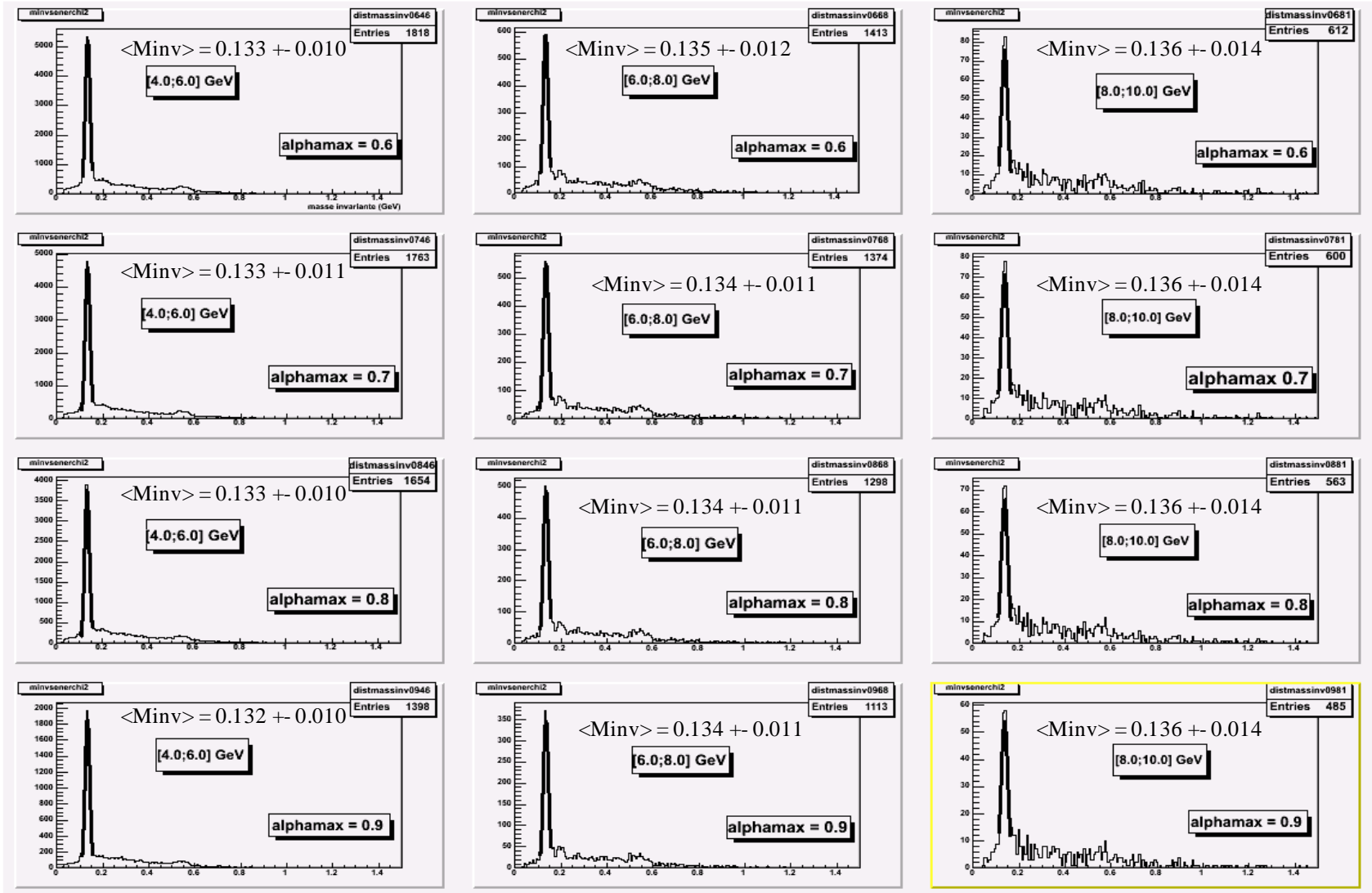


Fig5: distribution en masse invariante des photons candidats pour différents domaines d'énergies et pour différentes coupures en asymétries.

## Spectres photons candidats et isolés:

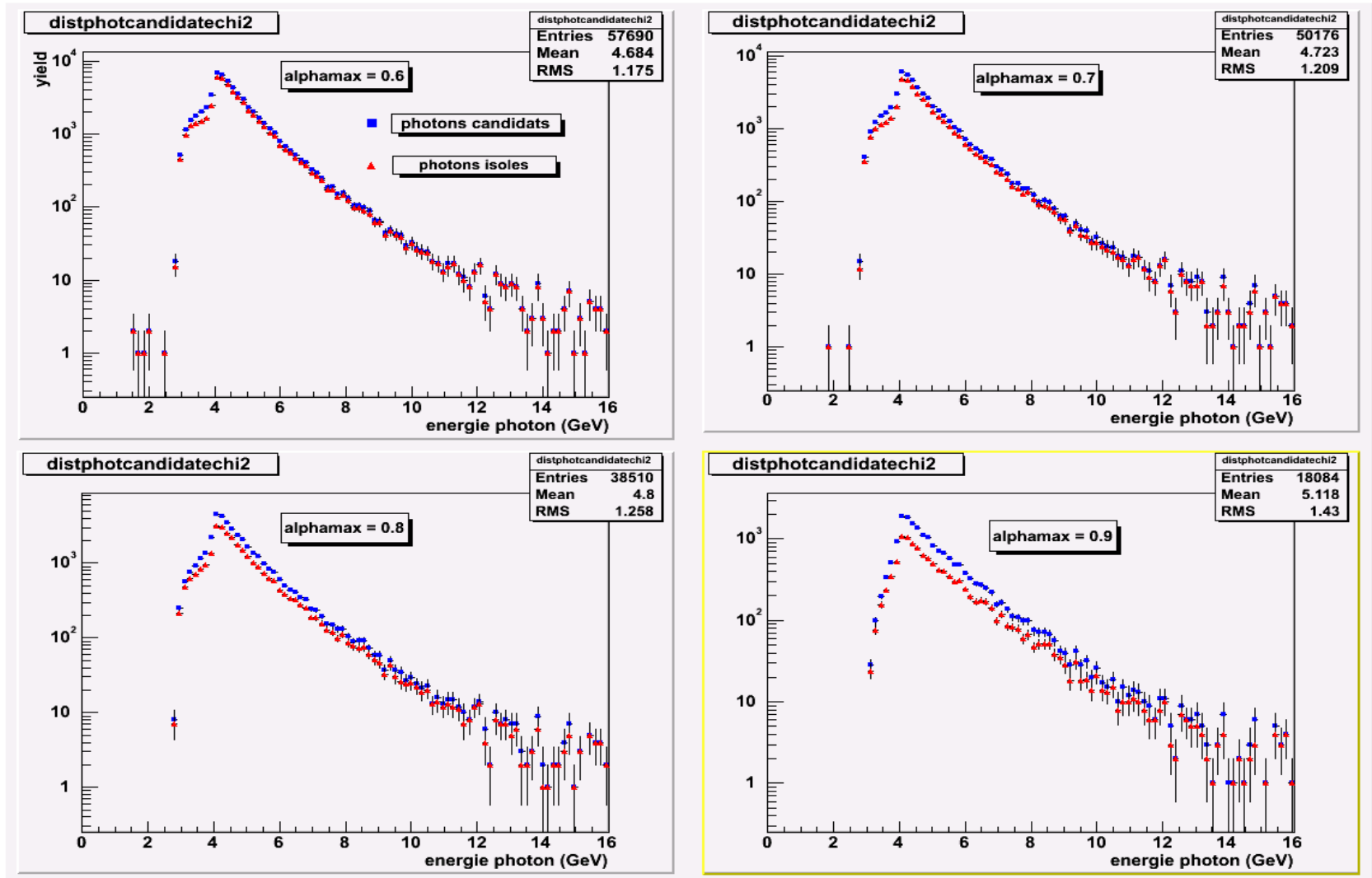


Fig6: spectres des photons candidats ( bleu ) et des photons isolés ( rouge ) pour différentes coupures en asymétries et coupure  $\chi^2 < 3.0$ .

Fraction de photons isolés :

$R_d$

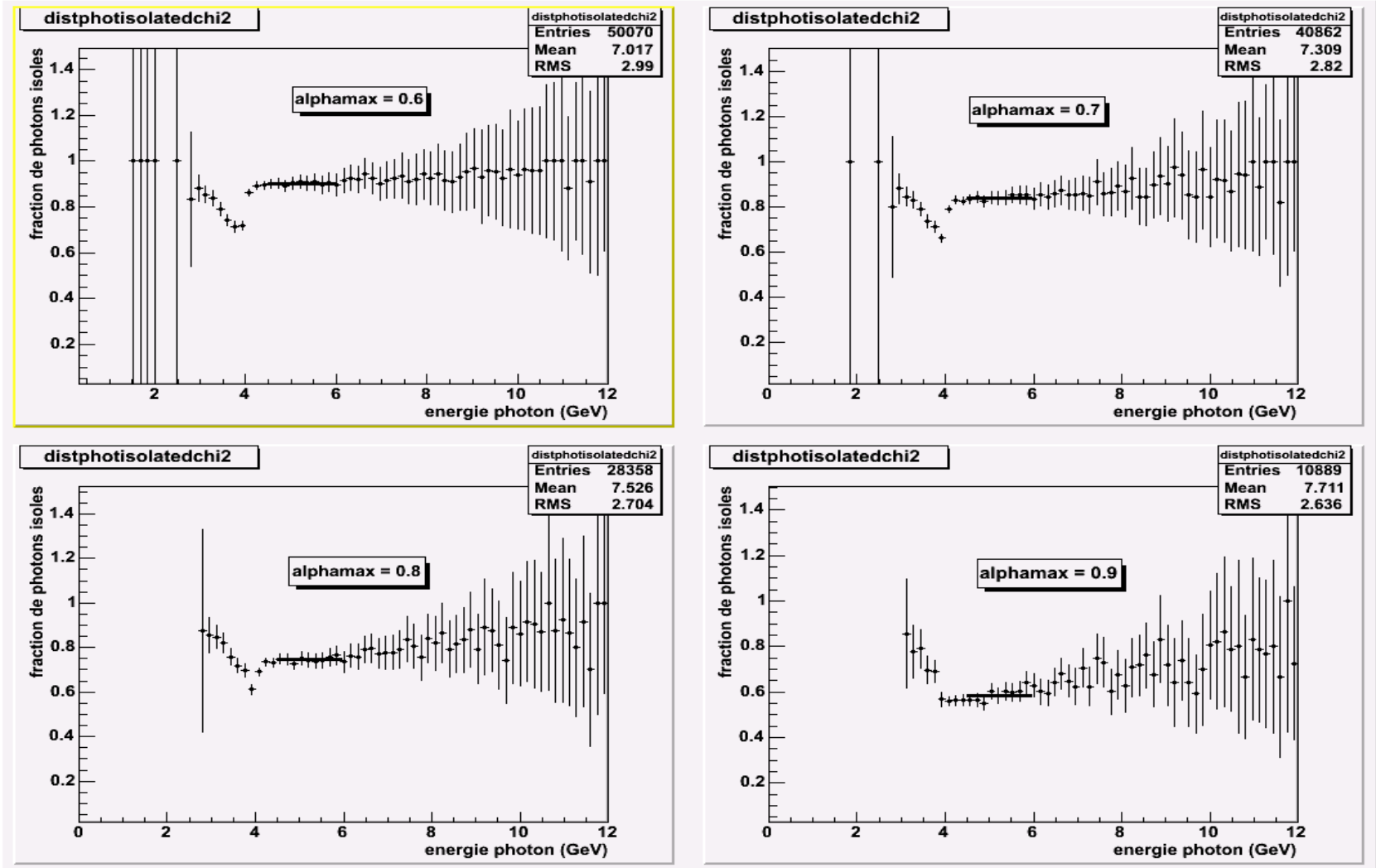
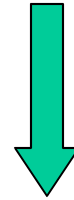


Fig7: rapport spectres photons isolés sur photons candidats pour différentes coupures en asymétries, et coupure  $\chi^2 < 3.0$  pour le run3 pp à 200 GeV.

## 5. Estimation de l'excès :

$$\varepsilon = \frac{R_d - R_{\pi^0}}{1 - R_d}$$



Similaire à :

$$\frac{(\gamma/\pi^0)_{meas.}}{(\gamma/\pi^0)_{decay}} - 1$$

Mais sans :

- \* correction de l'efficacité
- \* contr. Hadrons chargés
- \* contr n, \n
- \* etc...

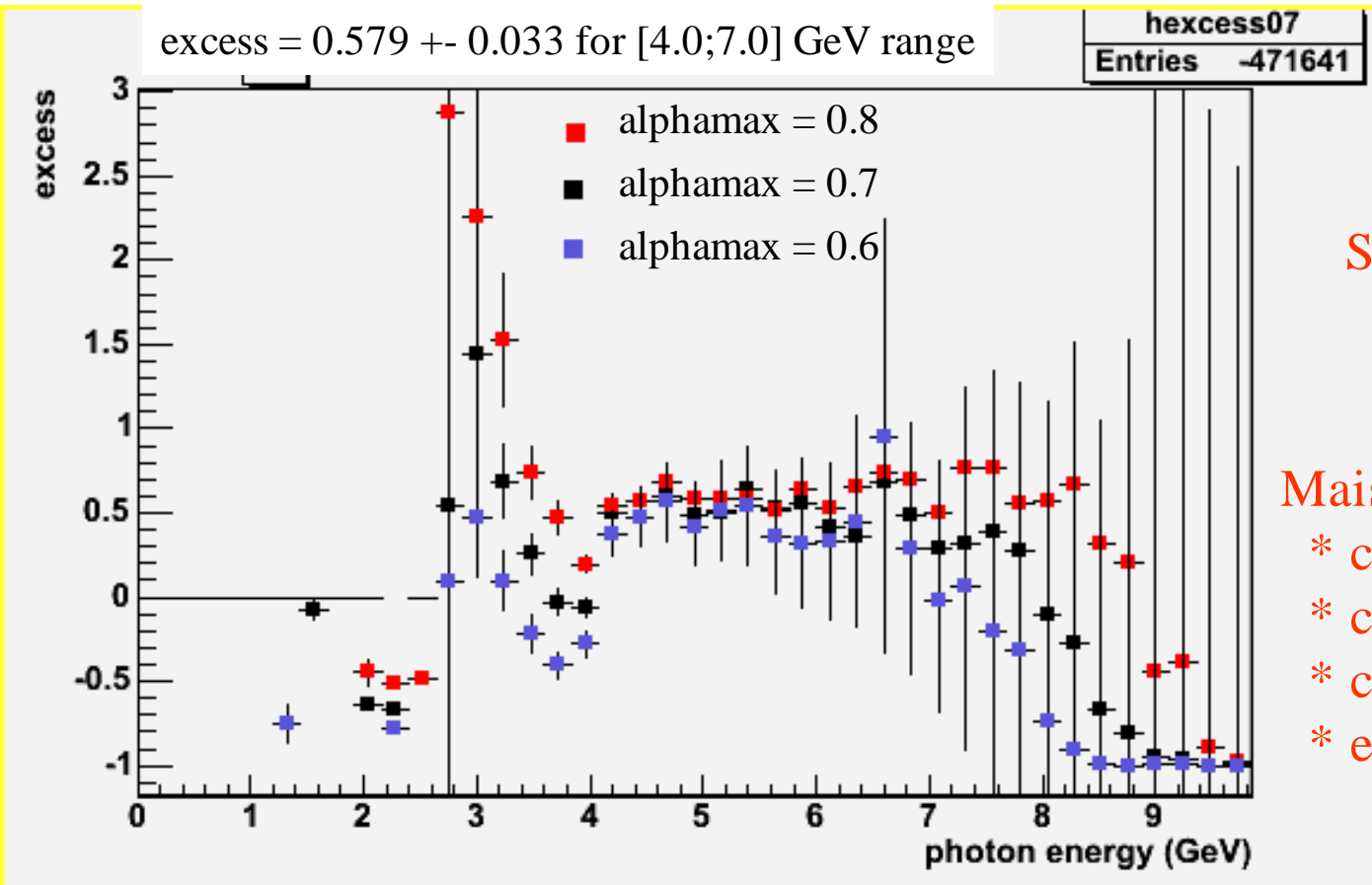


Fig8 Estimation de l'excès pour différentes coupures en asymétries, en fonction de l'énergie du photon (GeV).

## 6. Travail à faire...

- *l'efficacité de détection*
- *mauvaises associations de paires ( collisions Au-Au )*
- *tenir compte de  $\eta \rightarrow \gamma\gamma$  ( taux de branchement de 39.3% )*
- *le nombre de hadrons pris pour des photons.*



*Simulations*



*Excès de photons directs*