

Calibration in situ des jets avec le détecteur ATLAS et recherche de la supersymétrie

Baptiste Abeloos

Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire

November 19, 2015

Introduction

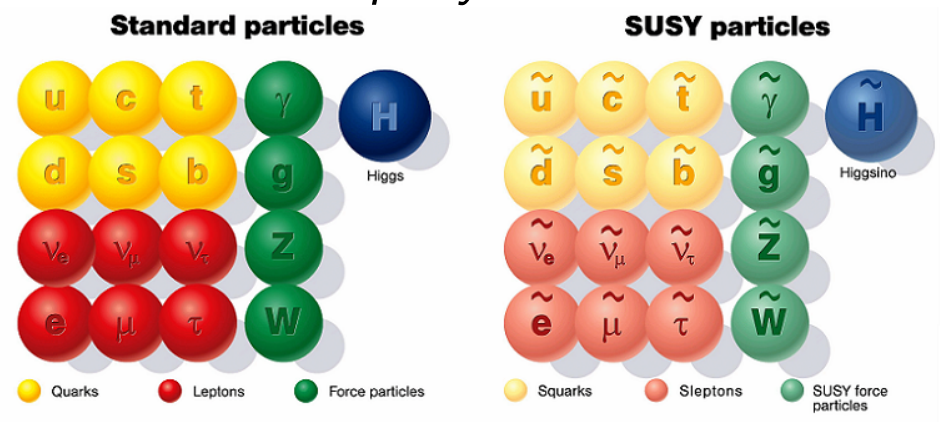
Motivations pour le BSM

- Ne décrit pas la gravitation
- N'explique pas la masse des neutrinos
- N'explique pas l'asymétrie matière-antimatière
- Ne propose pas de candidats pour la matière noire
- Problème de hiérarchie

Le Modèle Minimal Supersymétrique

- La supersymétrie permet l'unification des bosons et des fermions
- Elle prédit l'existence de nouvelles particules

Supersymétrie



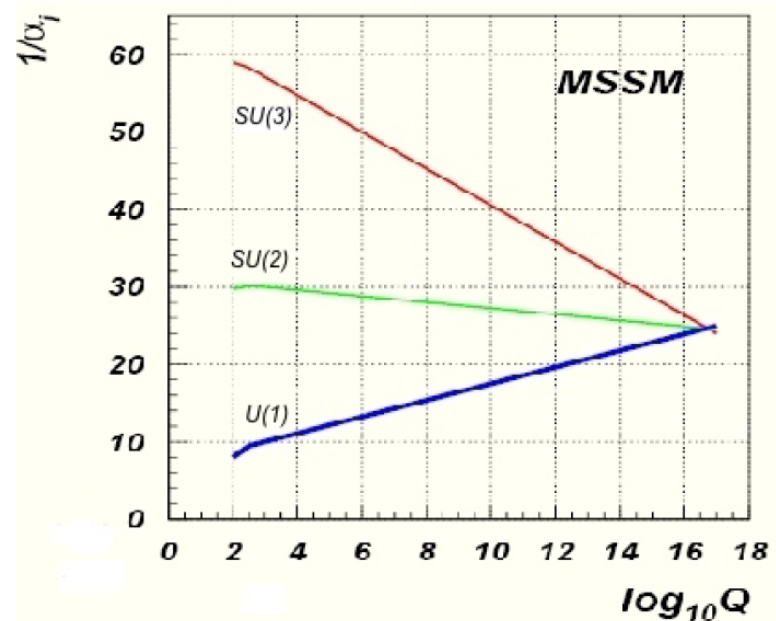
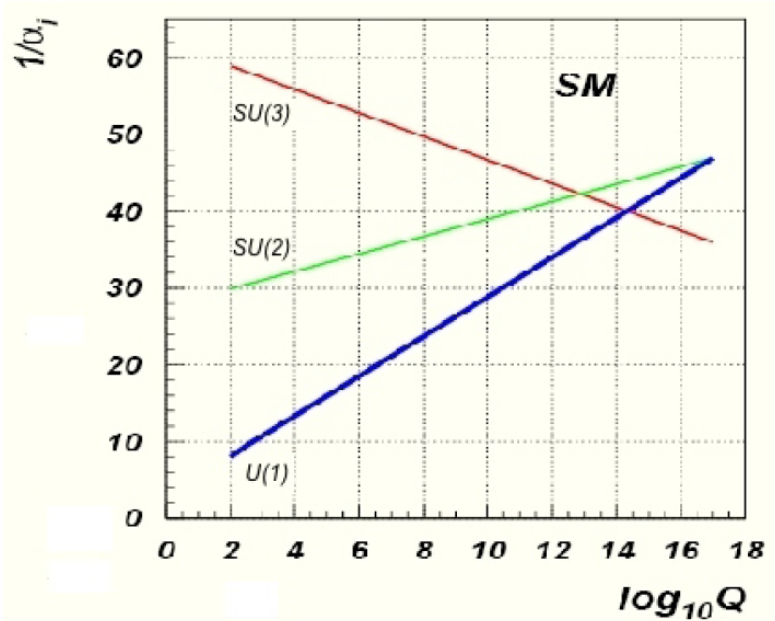
- quark \longleftrightarrow squark
- lepton \longleftrightarrow slepton
- higgs \longleftrightarrow higgsinos
- bosons de jauge \longleftrightarrow jauginos

Après la brisure de symétrie: 4 neutralinos et 2 charginos

Le Modèle Minimal Supersymétrique

- Les corrections associées aux sparticules compensent celles apportées par les particules du MS
→ règle le problème de hierarchie
- Permet l'unification des constantes de couplages
- Propose un candidat pour la matière noire (neutralino)

Unification des couplages

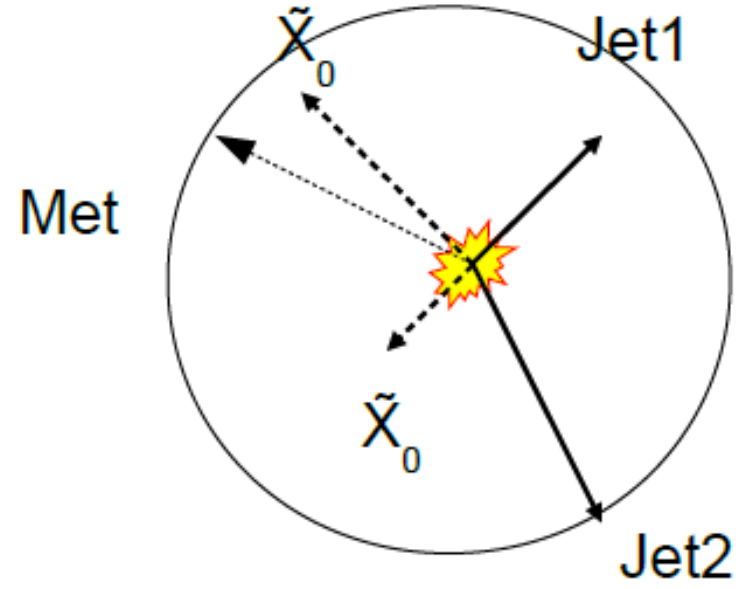
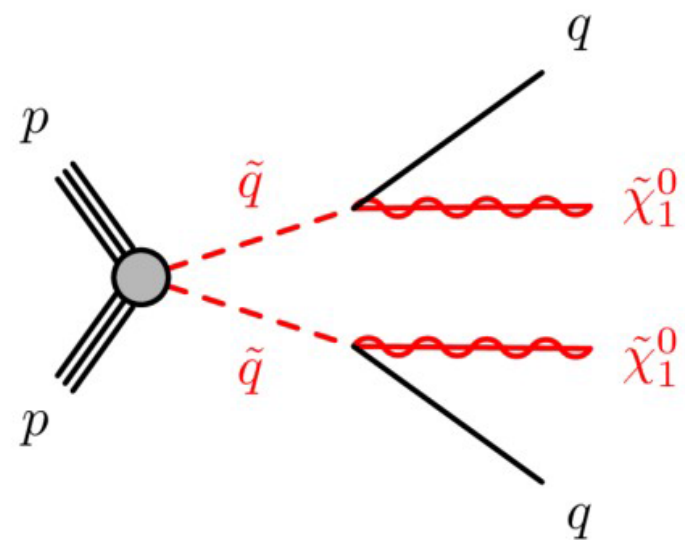


La recherche de squarks et gluinos

- $\tilde{\chi}^0$ est la particule la plus légère
- Les neutralinos ne peuvent pas être détectés (MET dans le détecteur)
- $\vec{Met} = -\sum \vec{p}_T$

→ Une mauvaise mesure de l'impulsion des jets a une influence sur la mesure de la MET

$$pp \rightarrow \tilde{q}\tilde{q} \rightarrow q\tilde{\chi}^0, q\tilde{\chi}^0$$

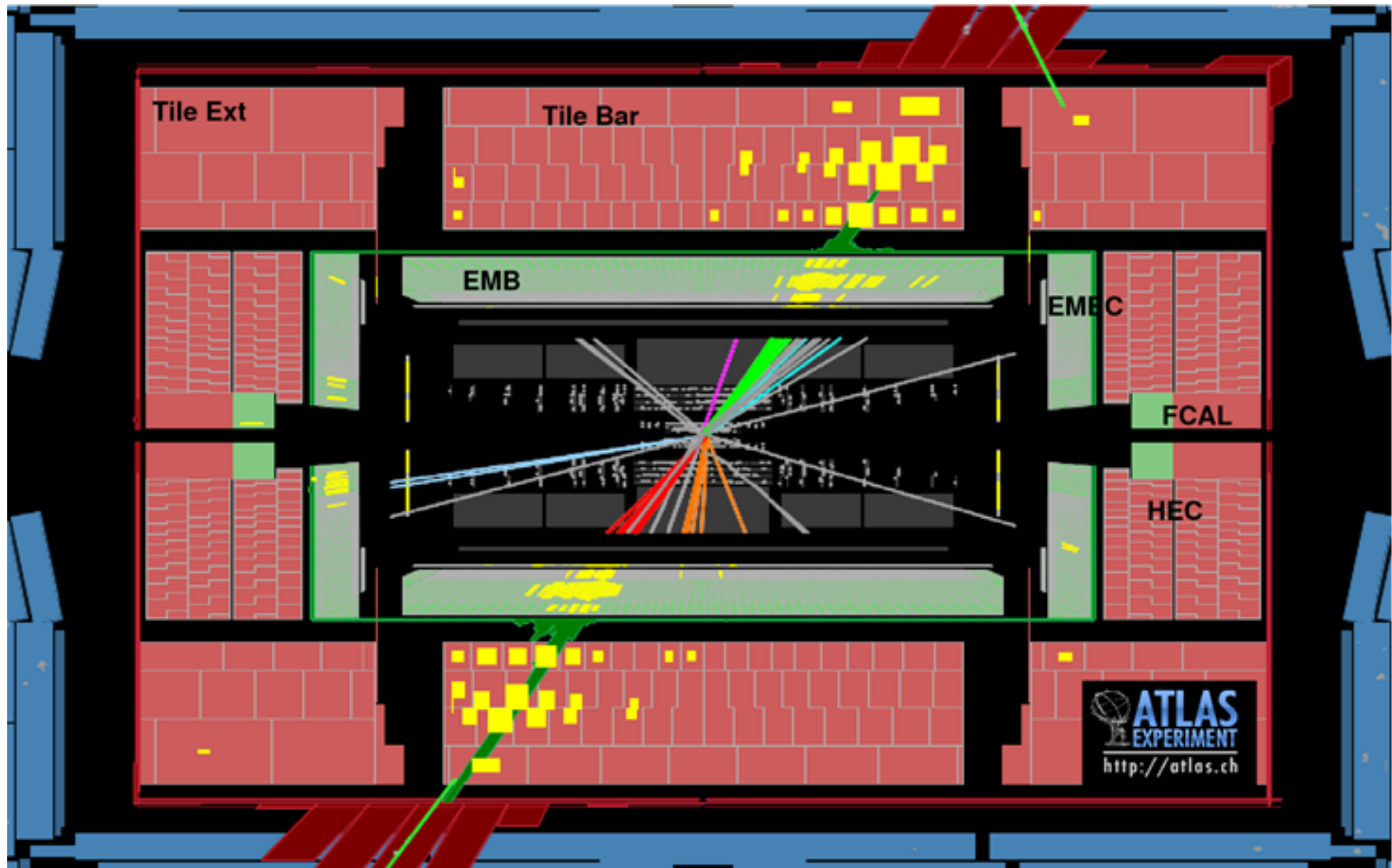


Content

- 1 Reconstruction des jets dans le détecteur ATLAS
 - Les étapes de la reconstruction des jets
 - Les différentes méthodes de correction in situ
- 2 La mesure directe de la méthode $\gamma + jets$
 - Description de la méthode $\gamma + jets$
 - Les distributions
 - Résultats pour les jets EM
- 3 Calcul des incertitudes
 - Les différentes incertitudes de l'analyse
 - Les résultats

Reconstruction des jets avec le détecteur ATLAS

Reconstruction des jets



Event display

Reconstruction des jets

- Un jet est une collection d'objets générés par l'hadronisation d'un parton
- Dans cette analyse, les jets sont reconstruits à partir de groupes de cellules du calorimètre (topo-cluster)
- On peut utiliser différentes calibrations pour les topo-clusters
 - Calibration à l'échelle électromagnétique (EMTopo)
 - Calibration à l'échelle locale (LCTopo)
- Ces topo-clusters sont rassemblés dans un rayon $R=0.4$

Calibration des jets

Différentes corrections de l'énergie et de la direction basées sur la simulation MC sont appliquées aux jets (JES) afin de corriger:

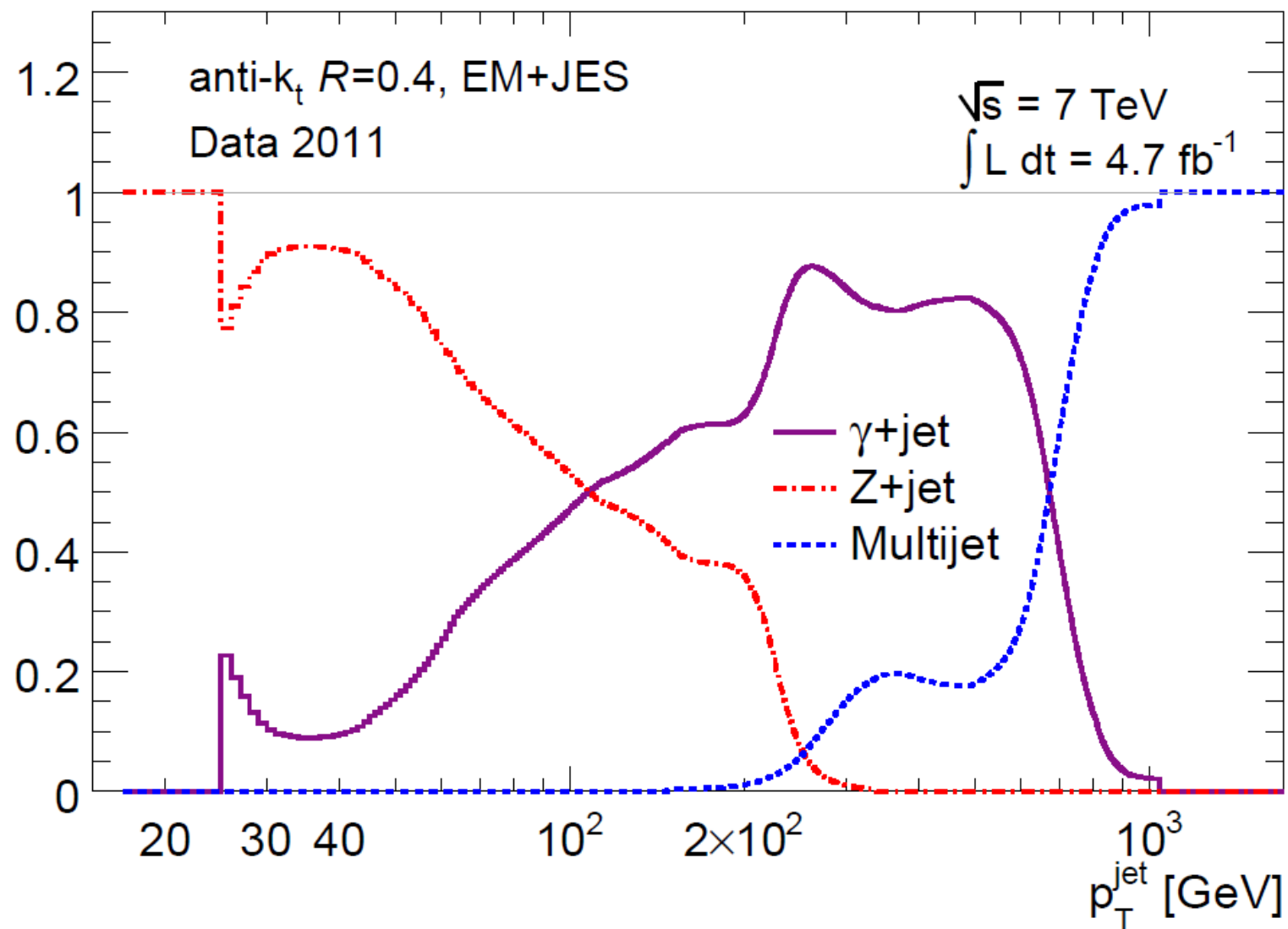
- Non compensation du calorimètre d'ATLAS
- Matériaux morts
- Le pile-up
- Les pertes d'énergie

→ EM + JES

calibration in situ

- Corrections supplémentaires appliquées en utilisant directement les données
 - Comparaison de l'impulsion du jet avec celle d'un objet de référence
 - Plusieurs méthodes in situ ont été développées
 - Les événements di-jets (calibration relative en η)
 - Z+jet/ γ +jet
 - Calibration absolue basée sur un objet de référence (Z ou γ)
 - Pour les jets centraux
 - Par exemple la mesure directe de la balance (DB)
 - Multi-jet à grand p_T
- La méthode a différentes sensibilités au pile-up et aux radiations de partons
- Méthodes combinées pour le résultat final de la JES

calibration in situ (Run1)



La mesure directe de la méthode $\gamma + jets$

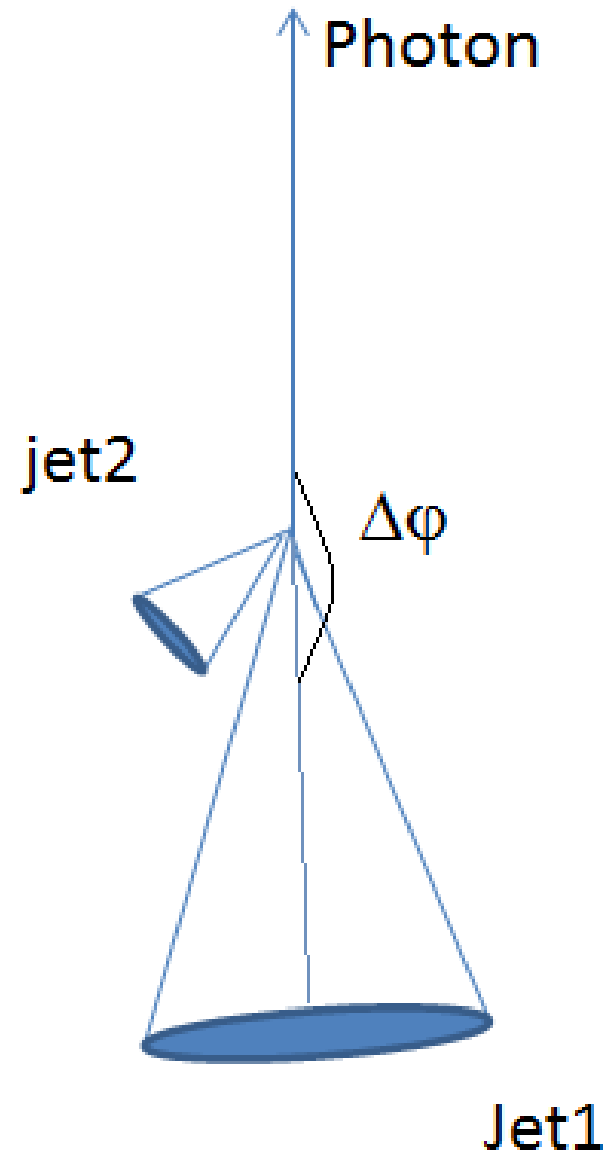
La mesure directe de la méthode $\gamma + jets$

- Analyse basée sur les données à $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$.
- Sélection des événements avec un jet et un photon opposés
- Projection de l'impulsion des photons sur la direction des jets:

$$p_T^{Ref} = p_T^\gamma \times |\cos(\Delta\Phi)| \quad (1)$$

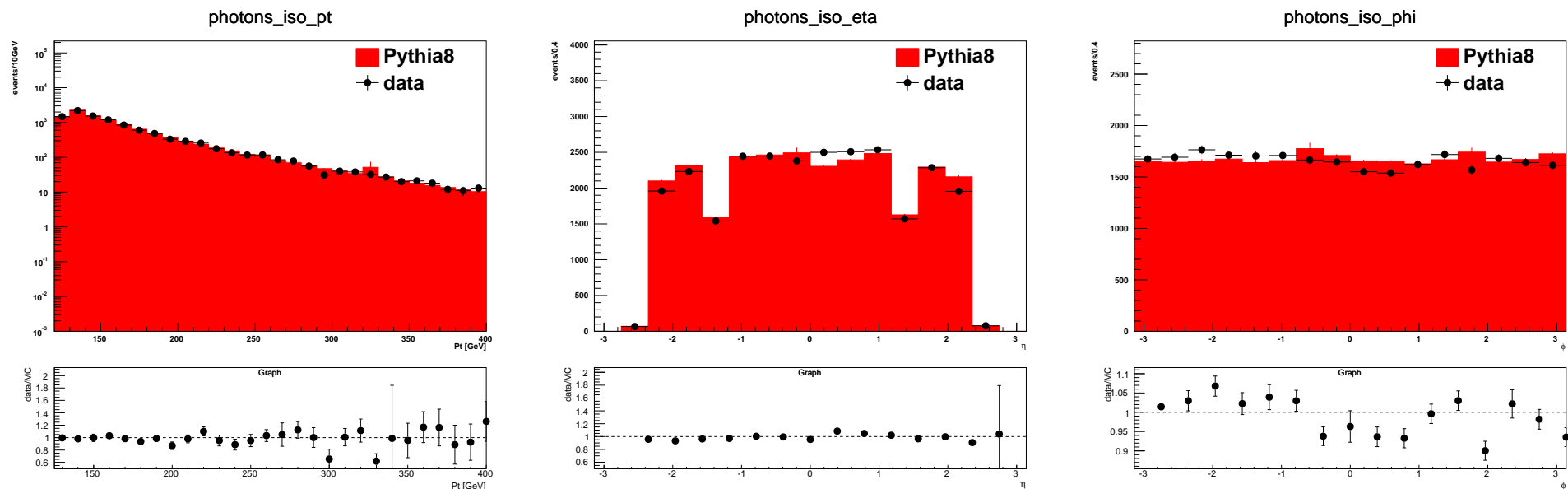
- Comparaison de p_T^{Ref} à l'impulsion du jet dominant pour différentes regions en p_T :

$$\mathcal{B} = \frac{p_T^{jet}}{p_T^{Ref}} \quad (2)$$



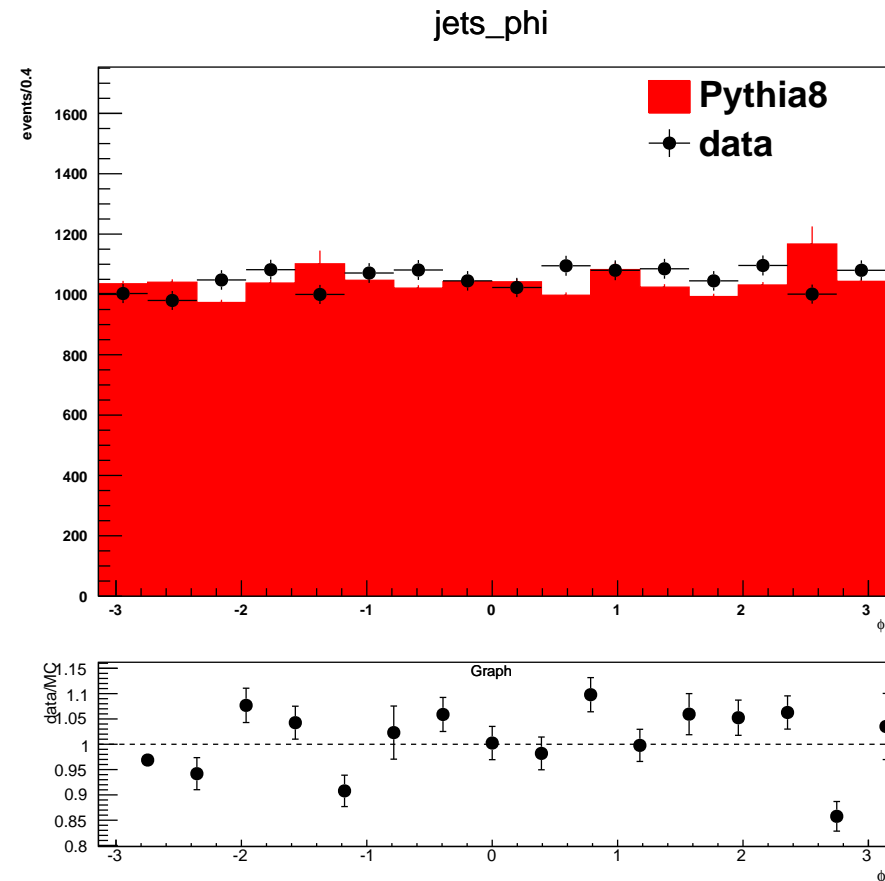
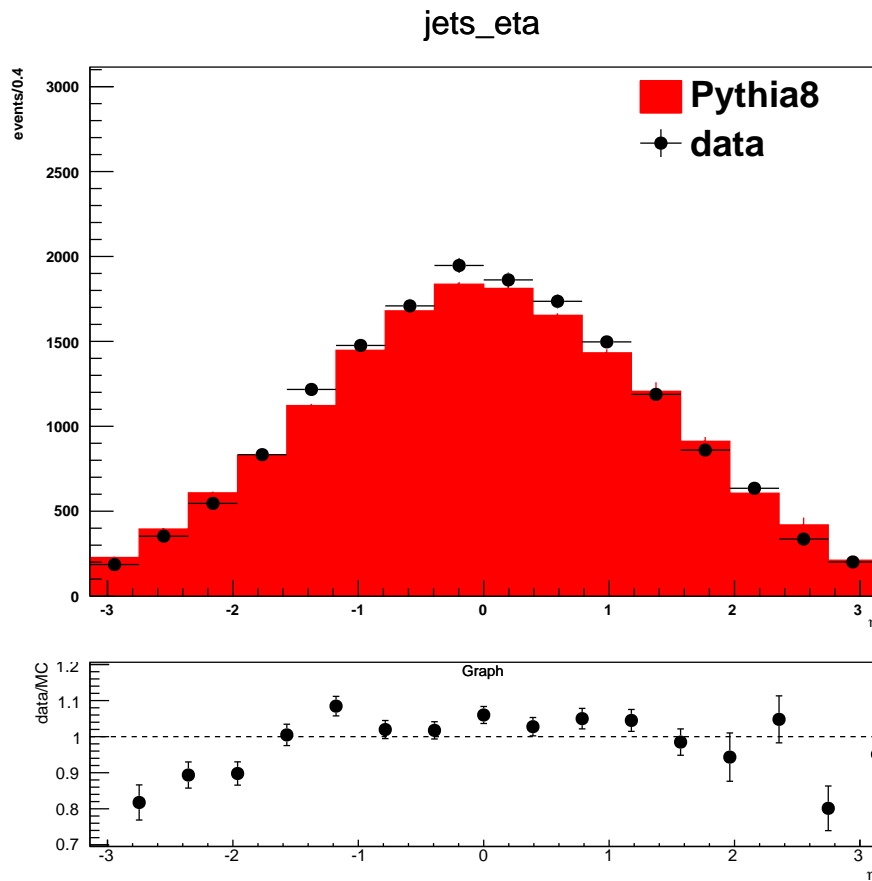
distributions en p_t , η et ϕ

Distribution des photons isolés



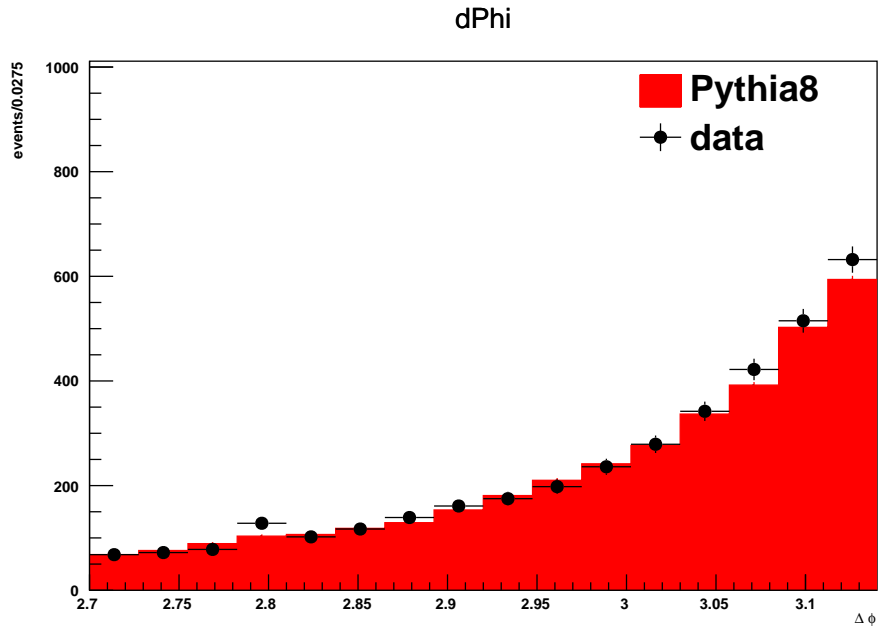
Selection: photons "Tight" et isolés, $p_t^{ref} > 125 \text{ GeV}$

distribution en η , ϕ du jet dominant

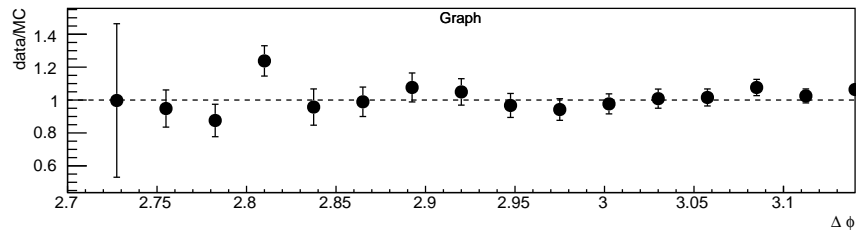


Selection: photons "Tight", isolés et convertis, $p_t^{ref} > 125 \text{ GeV}$

$\Delta\phi$ distribution



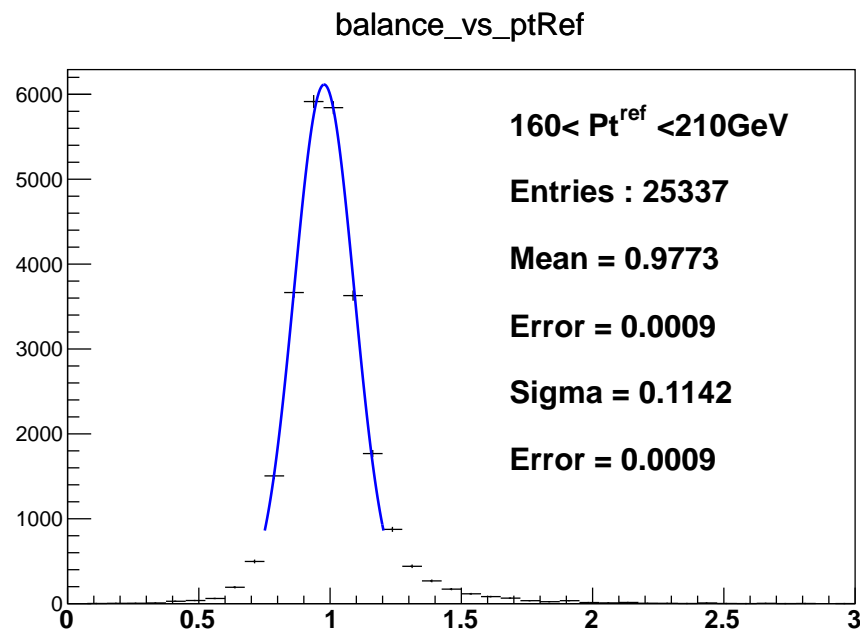
- photons "Tight", isolés et convertis
- $p_t^{ref} > 125 \text{ GeV}$
- $|\eta^{jet}| < 0.8$



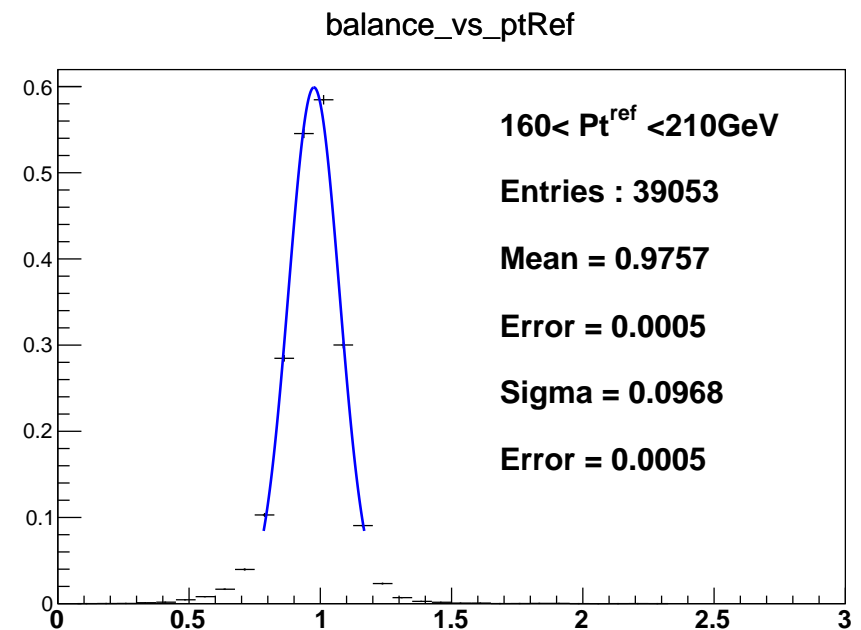
Balance vs pt_{Ref} fit

$$\text{Balance: } \mathcal{B} = \frac{p_T^{jet}}{p_T^{ref}}$$

$$p_T^{ref} = p_T^\gamma \times |\cos(\Delta\Phi)|$$

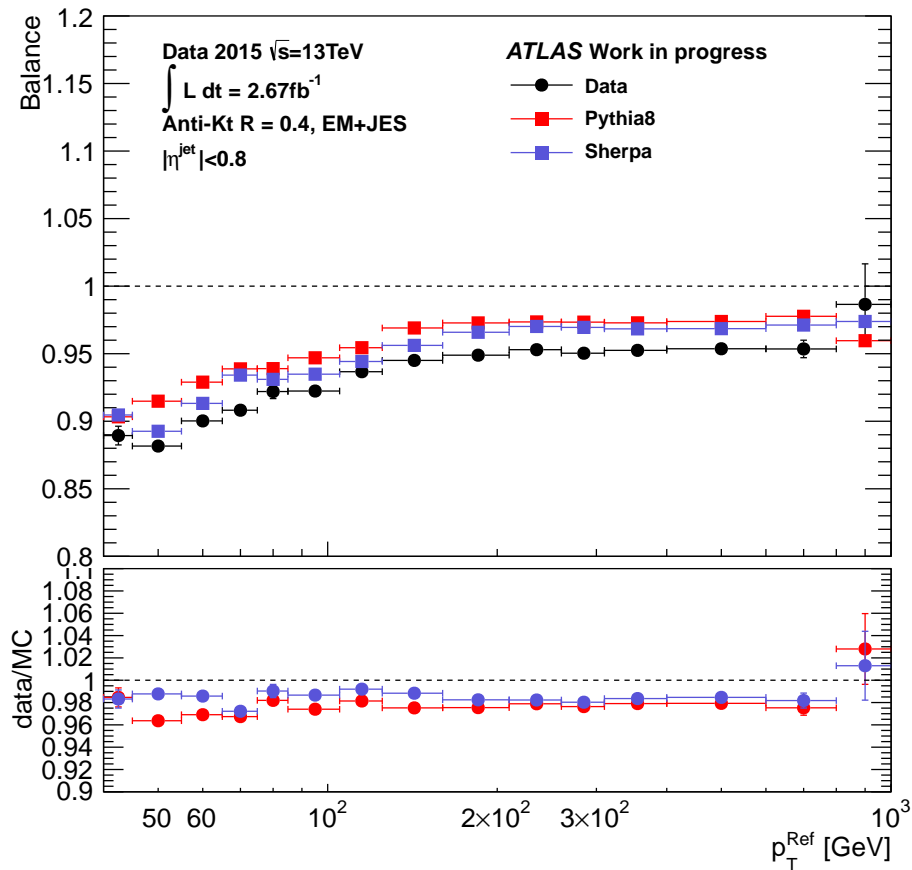
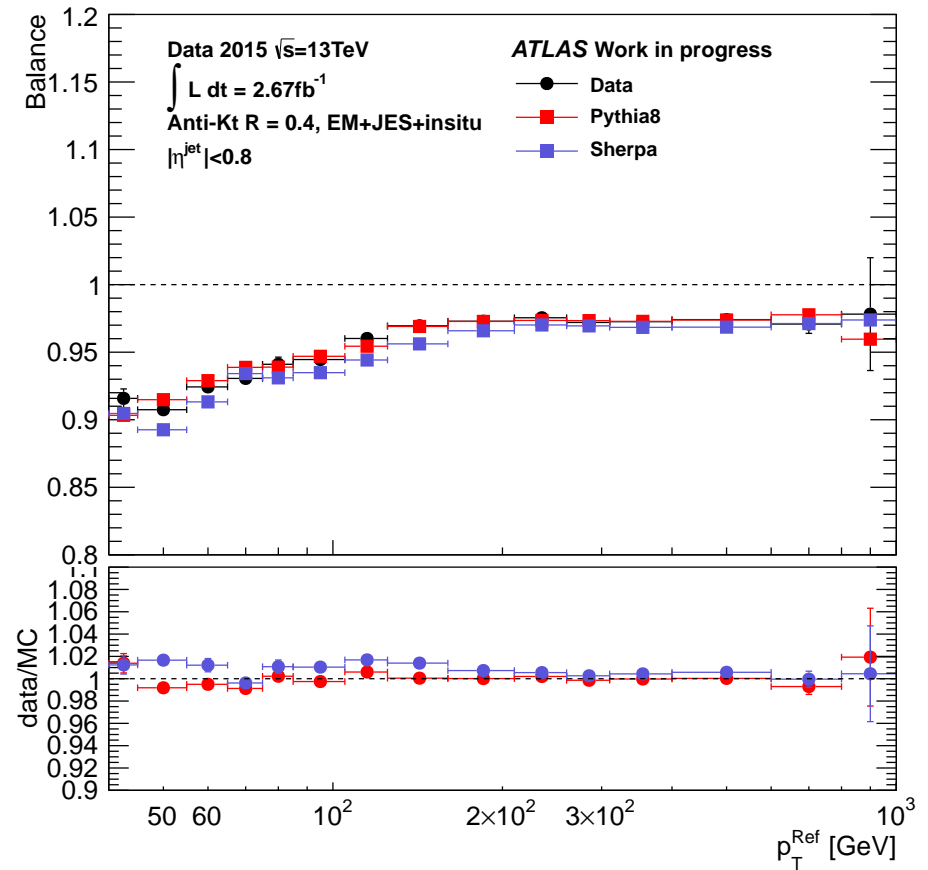


Data, 160 GeV < pt_{Ref} < 210 GeV



Pythia8, 160 GeV < pt_{Ref} < 210 GeV

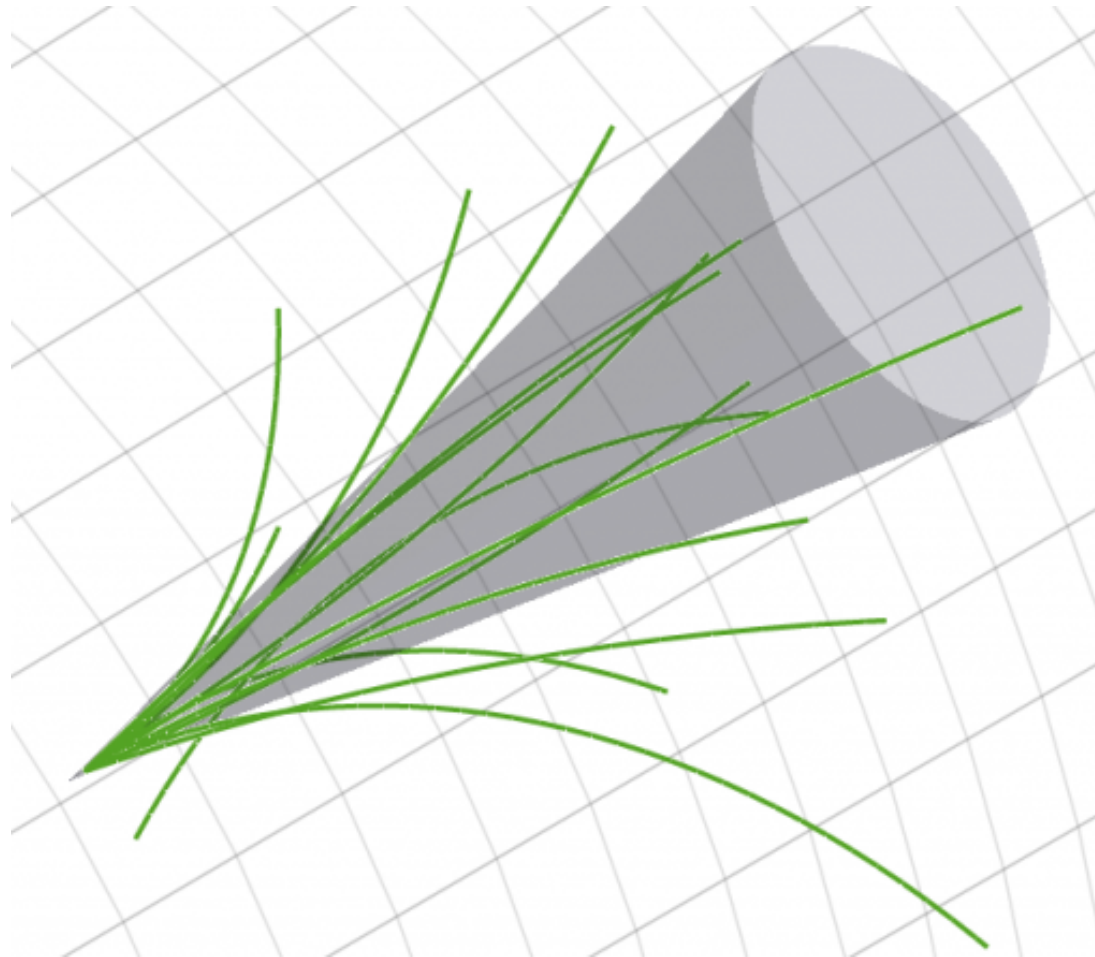
- Calcul de la balance pour différentes régions en énergies
- Comparaison data et MC

Balance vs p_t^{ref} *AntiKt4EMTopo, JES+GSC**AntiKt4EMTopo, JES+GSC+insitu(Run1)*

Calcul des incertitudes

Incertitudes sur:

- le générateur MC utilisé (Pythia8)
- topologie des événements (deuxième jet, angle jet/photon)
- la rejection des jets de pile-up (jvt)
- la calibration des photons (PES, PER)
- la pureté de la selection des photons
- les erreurs statistiques
- l'estimation de l'énergie en dehors du cone



Out-of-cone effects

- Certaines particules issues de la désintégration du parton ne sont pas prise en compte dans le jet
- Cet effet doit être estimé par les simulation
- Les erreurs sur l'estimation doivent être calculées

Fit sur la densité d'énergie des traces

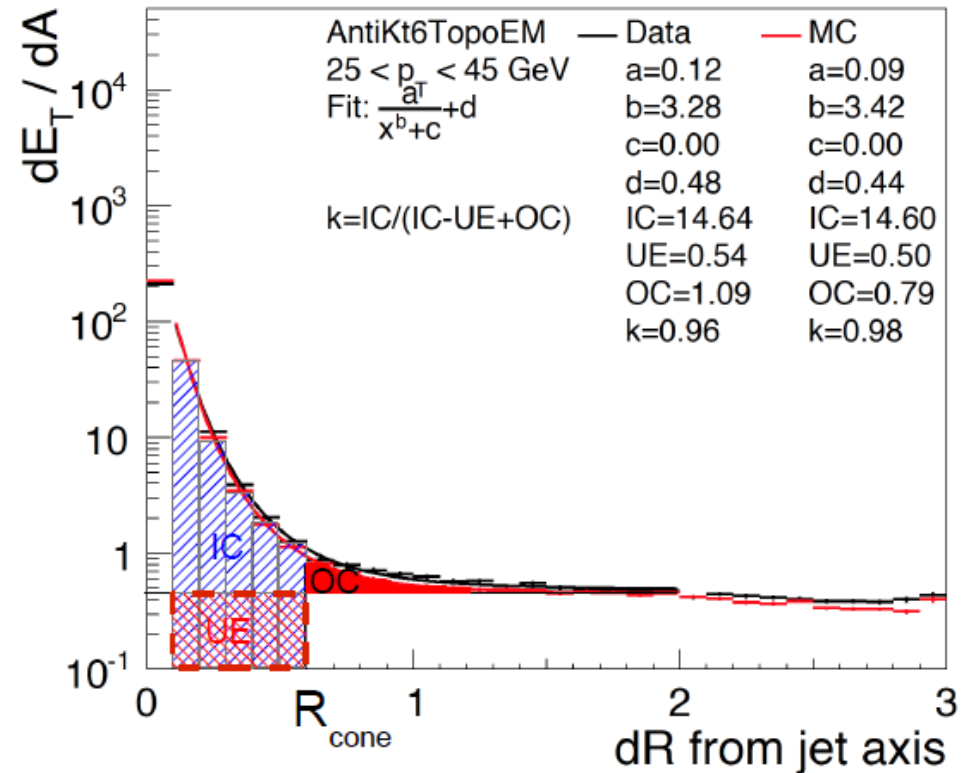
- Fit la distribution avec la fonction

$$f(x) = \frac{a}{x^{b+c}} + d$$

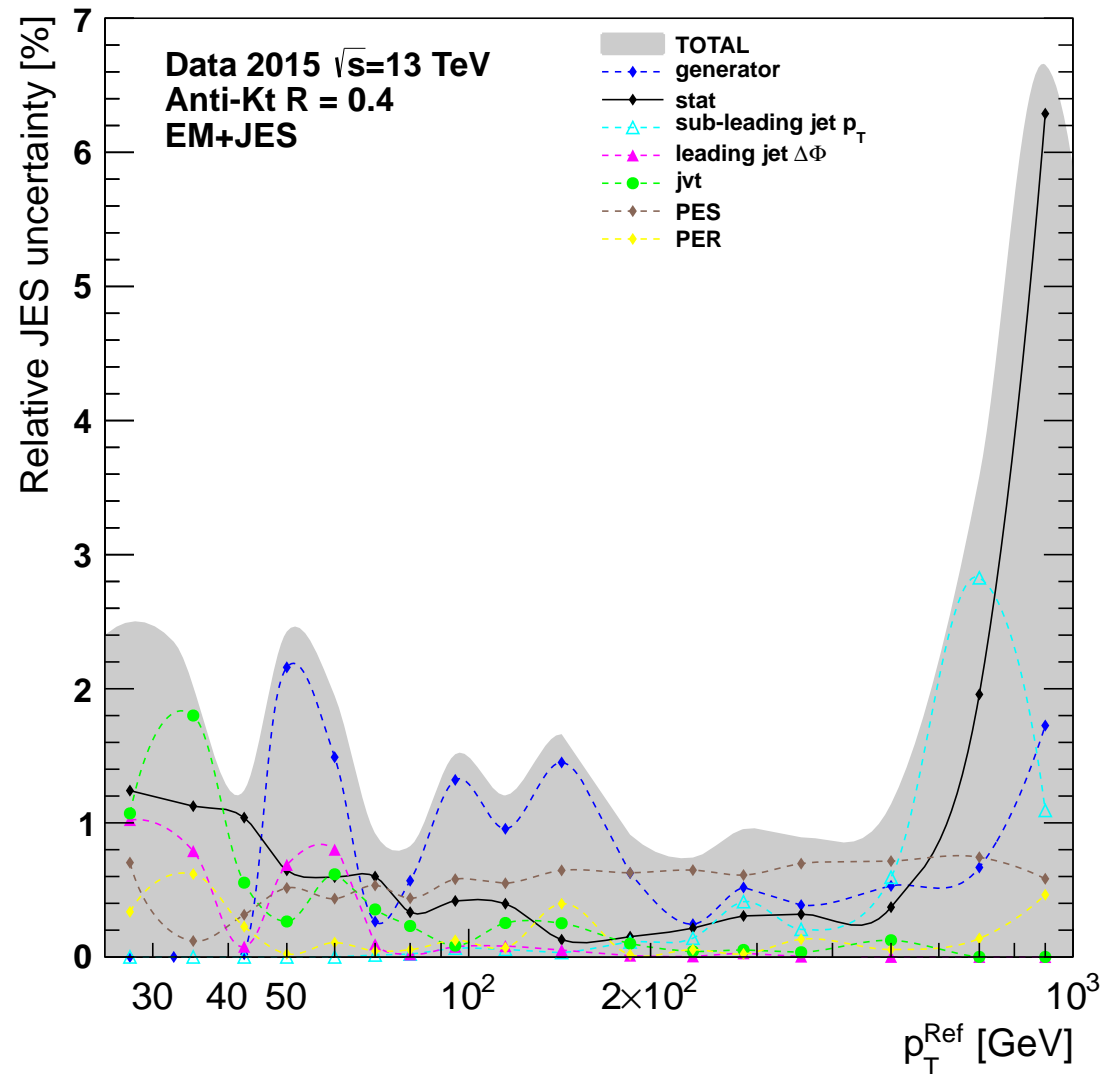
- UE: Bruit de fond
- IC: Energie du jet dans le cone
- OC: Energie du jet en dehors du cone

$$K_{OOC} = \frac{IC}{IC - UE + OC}$$

$$p_T^{part} = k_{OOC} \times p_T^{reco}$$



Systematics on EM+JES



Systematiques sur l'analyse (travail en cours)

Conclusion

- Je travail sur la recherche de squark et gluinos dans le MSSM
- Une partie concerne la calibration in situ des jets
- Travail en cours:
 - Appliquer le bootstrap sur les systématiques
 - Améliorer les fit à bas p_T
- Les premiers résultats seront envoyés le 27 novembre
- Puis travail sur SUSY

BACKUP

BACKUP

Selection

$$\text{Balance: } \mathcal{B} = \frac{p_T^{\text{jet}}}{p_T^{\text{ref}}}$$

$$p_T^{\text{ref}} = p_T^\gamma \times |\cos(\Delta\Phi)|$$

1 Photon selection

- "Tight" identification criteria
- $p_T^\gamma > 25 \text{ GeV}$
- Isolation: "FixedCutTight"
- $E_T^{\gamma \text{Cluster}} / p_T^{\text{tracks}} \in [0, 2]$ (single-track conversion)
- $E_T^{\gamma \text{Cluster}} / p_T^{\text{tracks}} \in [0.5, 1.5]$ (double-track conversion)
- $|\eta^\gamma| < 1.37$

2 Jet selection

- $p_T^{\text{Leadingjet}} > 8 \text{ GeV}$
- $|\eta^{\text{Leadingjet}}| < 0.8$
- $jvt > 0.64$ for $p_T^{\text{jet}} < 50 \text{ GeV}$ and $|\eta| < 2.4$

3 Topological selection

- $p_T^{\text{secondjet}} < \max(8., 0.1 \times p_T^{\text{ref}})$
- $\Delta\Phi > 2.8$