

Recherche de particules Supersymétriques dans l'expérience CMS au LHC

-

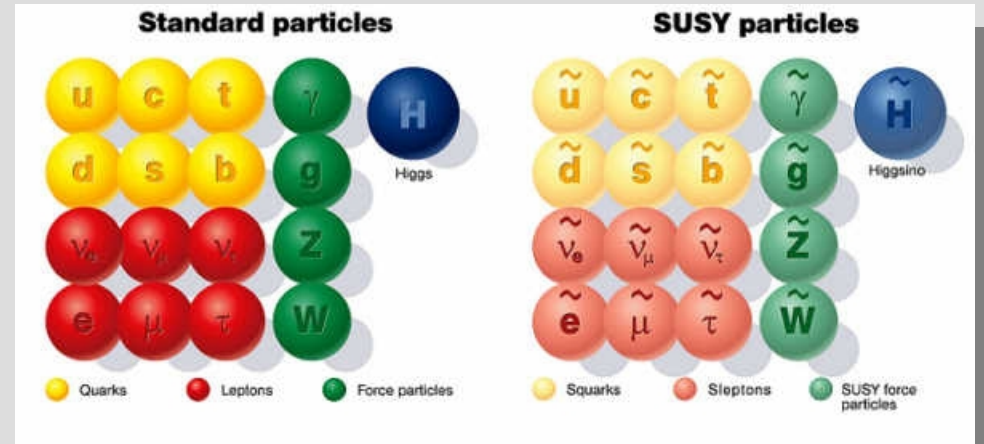
Reconstruction des muons cosmiques pour l'alignement du trajectographe

Yohann Tschudi
2eme année
Institut de Physique nucléaire de Lyon

Plan

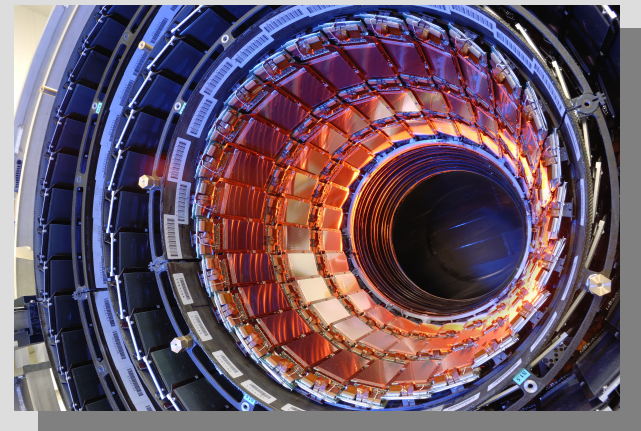
Partie analyse:

- La supersymétrie
- Signal étudié
- Simulation et résultats



Partie technique:

- Les rayons cosmiques et CMS
- Reconstruction dans CMS



SUSY - Introduction

- Fin années 60 : Golfand et Likhtman.
- Début années 70: **Wess et Zumino**.

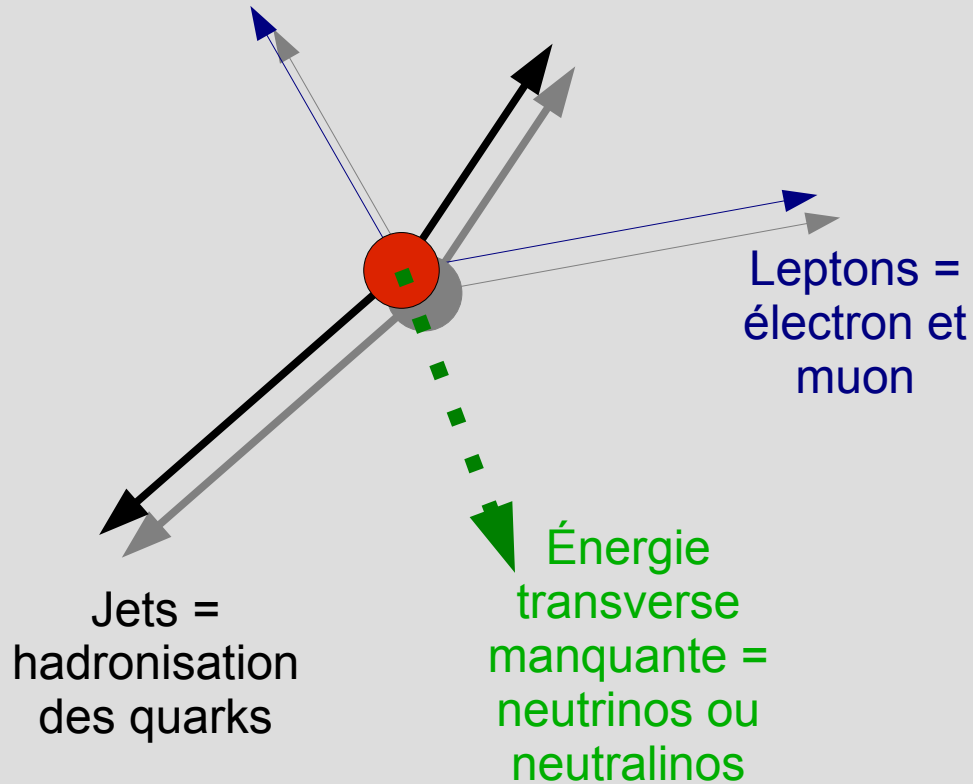
- Intuitif – MS = théorie effective ?
- Problème de hiérarchie du MS.
- Divergence de m_{Higgs}
- **Neutralino** - Candidat matière noire.

Constituants de la matière				Bosons de jauge			
	1 ^{ère} famille	2 ^{ème} famille	3 ^{ème} famille	Interaction forte	Interaction électro-magnétique	Interaction faible	
Quarks	Up (u)	Charm (c)	Top (t)	Gluons (g)	Photon (γ)	Bosons W^+ W^- Z^0	Bosons de Higgs H^+ H^- H, h, A
	Down (d)	Strange (s)	Bottom (b)				
Leptons	Electron (e^-)	Muon (μ^-)	Tau (τ^-)				
	Neutrino (ν_e) électronique	Neutrino (ν_μ) muonique	Neutrino (ν_τ) tauique				
Particules supersymétriques							
sQuarks	sUp (\tilde{u})	sCharm (\tilde{c})	sTop (\tilde{t})	Gluinos (\tilde{g})	Photino ($\tilde{\gamma}$)	Jauginos Winos (\tilde{W}^+) (\tilde{W}^-) Zino (\tilde{Z}^0)	Higgsinos \tilde{h}^+ \tilde{h}^- $\tilde{h}_1^0, \tilde{h}_2^0$
	sDown (\tilde{d})	sStrange (\tilde{s})	sBottom (\tilde{b})				
sLeptons	sElectron (\tilde{e}^-)	sMuon ($\tilde{\mu}^-$)	sTau ($\tilde{\tau}^-$)				
	sNeutrino ($\tilde{\nu}_e$) électronique	sNeutrino ($\tilde{\nu}_\mu$) muonique	sNeutrino ($\tilde{\nu}_\tau$) tauique				

SYMETRIE ENTRE FERMIONS ET BOSONS

SUSY - Jargon

PLAN TRANSVERSE



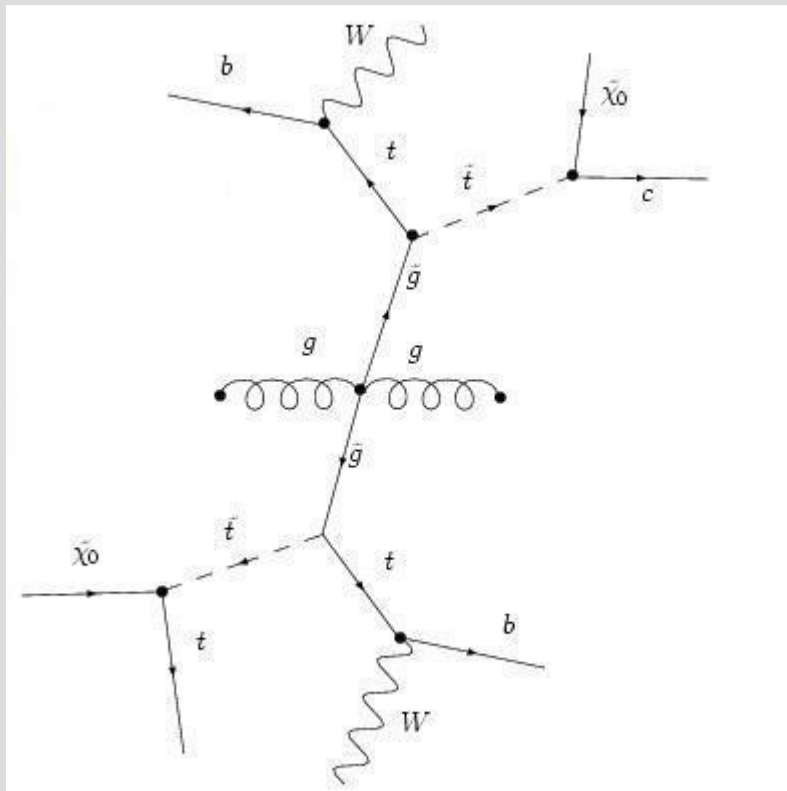
Signatures dans un detecteur:

→ **Leptons** =
électron = trace dans le trajectographe
+ dépôt d'énergie dans le calorimètre
électromagnétique – Gerbe fine.
muon = trace dans le trajectographe
plus dépôt dans les chambres à
muons

→ **Jets** = ensemble de traces dans le
trajectographe + dépôt d'énergie dans
le calorimètre hadronique = Gerbe
large

→ **MET** = rien

SUSY – Stop léger



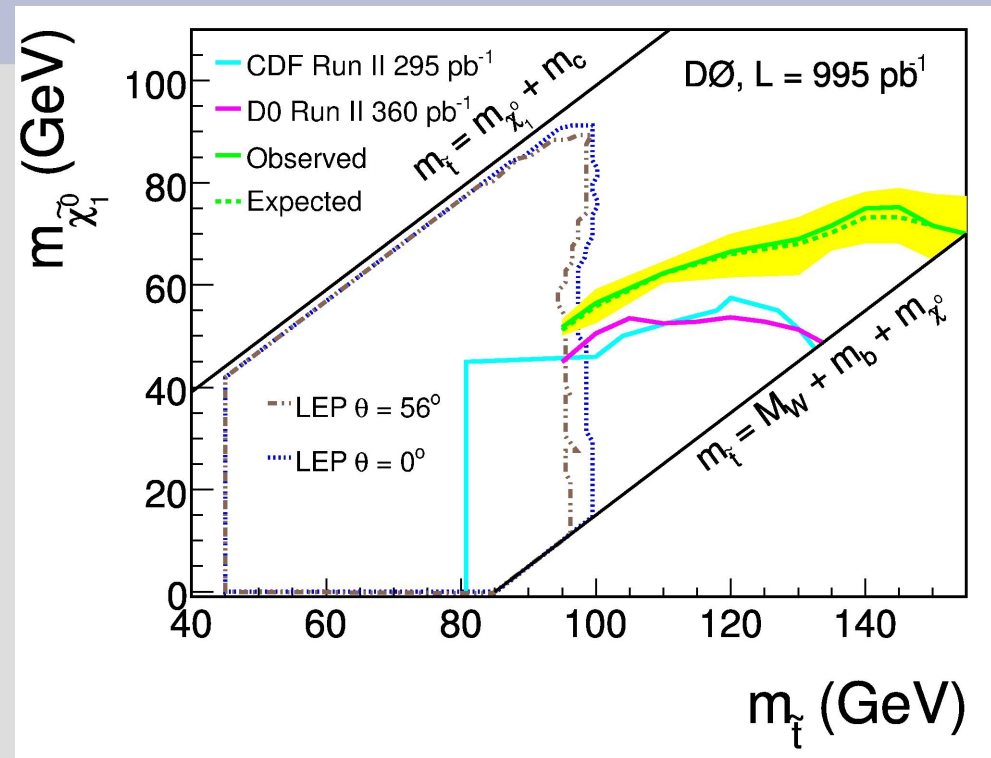
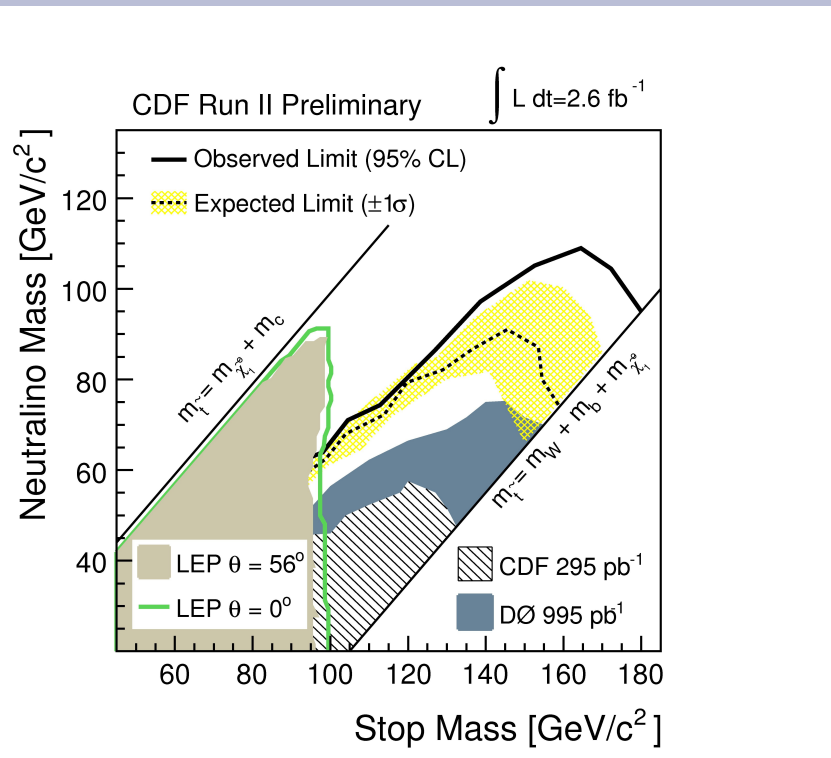
→ MSSM: 20 paramètres libres. Parmi eux, 17 vont être fixes a de très grandes valeurs.

→ Quark Top **plus lourd** que son partenaire SUSY: le Squark Stop . m_{Higgs} le plus léger et m_{Gluino} **fixes** (120GeV et 613GeV). Étude en fonction du Δm entre $m_{\text{Neutralino}}$ et m_{Stop}

→ Grande section efficace de production au LHC (Section efficace de 3,1 pb a 7TeV et de 58pb a 10TeV).

→ Production avec une paire de quarks top. Travail en collaboration avec l'équipe Top de l'IPNL.

SUSY – Références



Limites attendues et observées a 95% de niveau de confiance par les expériences CDF et DØ au TeVatron de la masse du Stop en fonction de la masse du neutralino

SUSY – Démarche

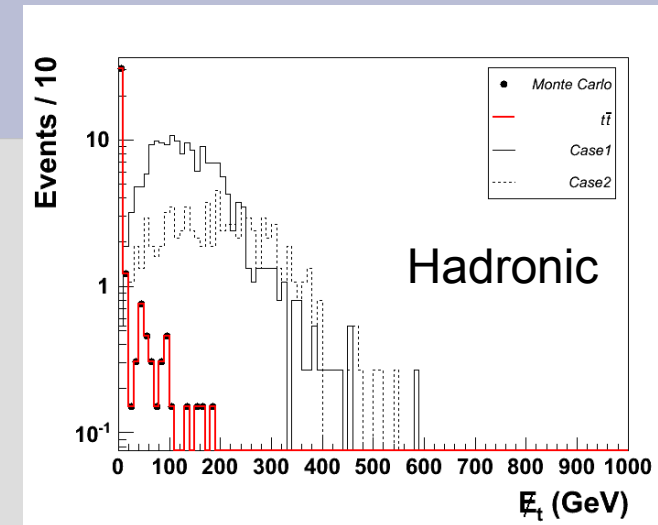
→ **Choix des paramètres** (SUSYSuspect - calcul des masses des particules supersymétriques) et calcul des **rapports d'embranchement** (SDecay).

→ **Génération des événements** (Pythia – MadGraph) et étude au niveau générateur des différents canaux selon la désintégration des 2 W:

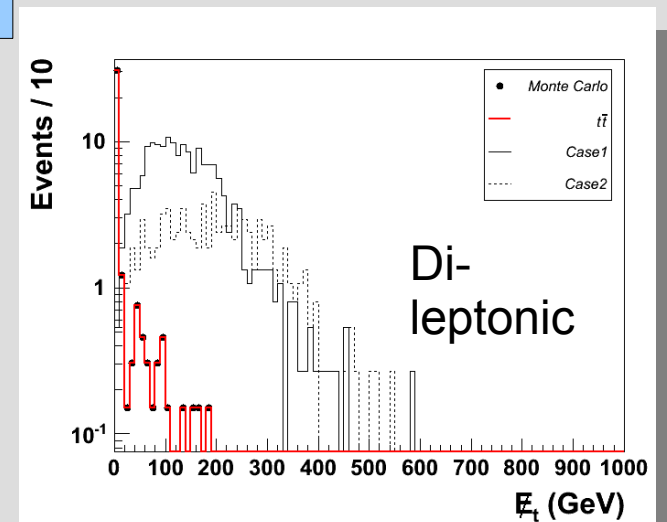
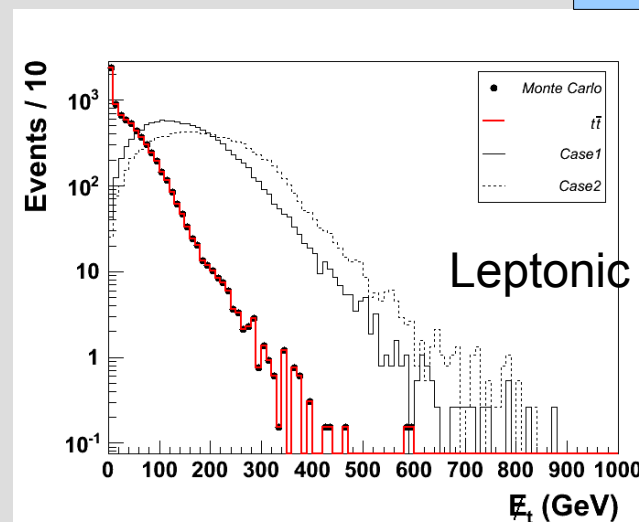
- Hadronique
- Semi-leptonique
- Di-leptonique

→ **Simulation**

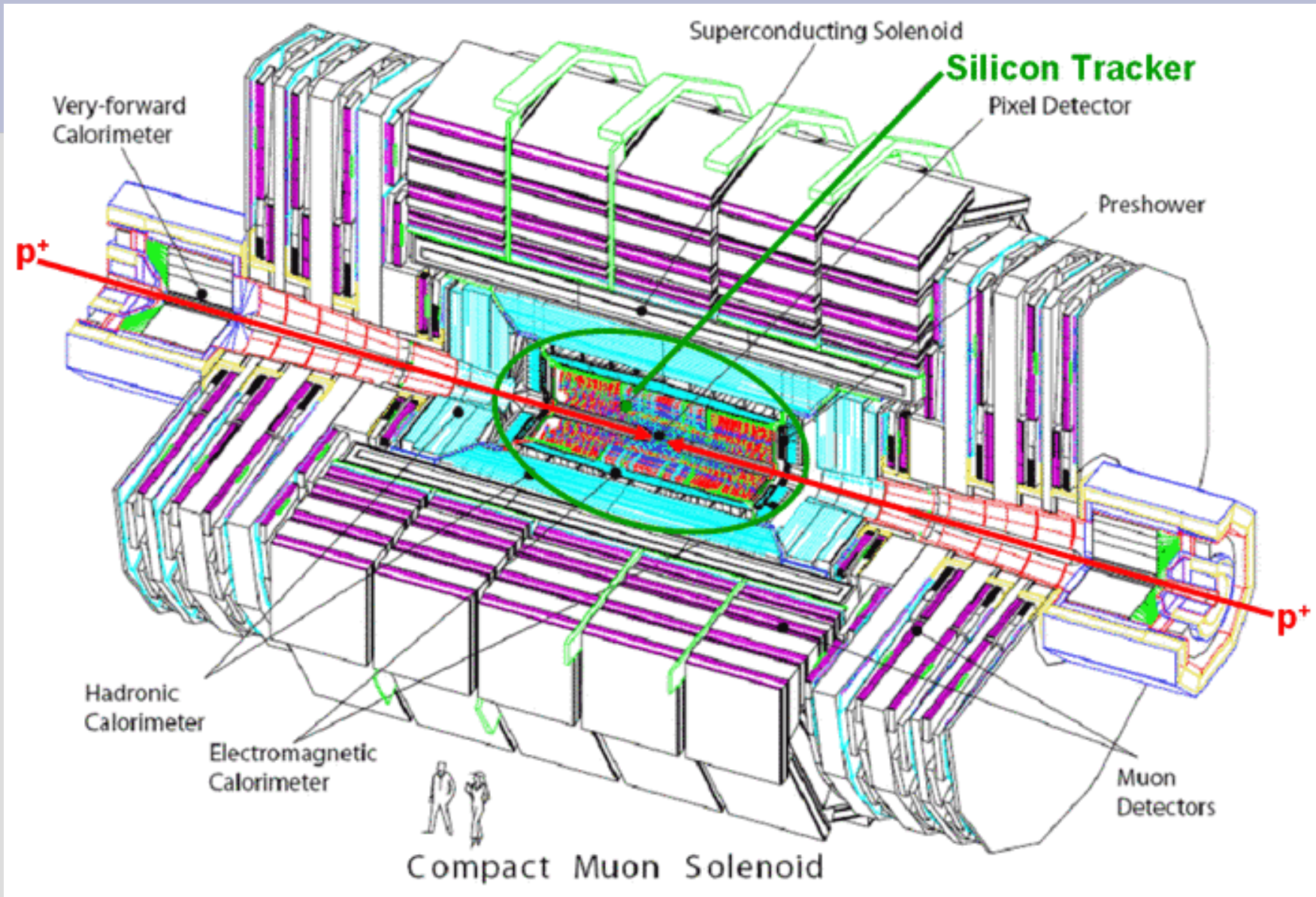
→ **Reconstruction**



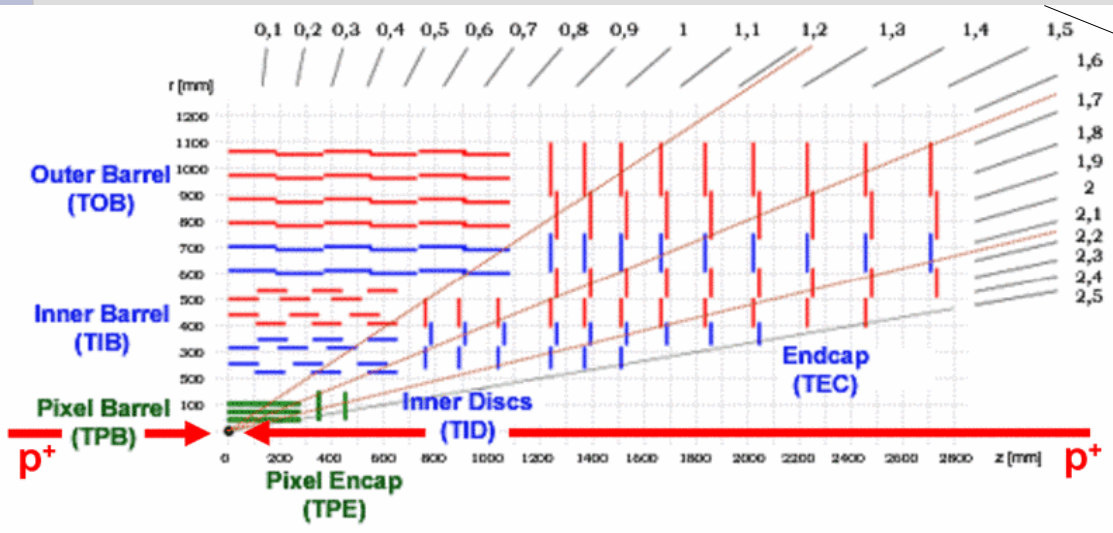
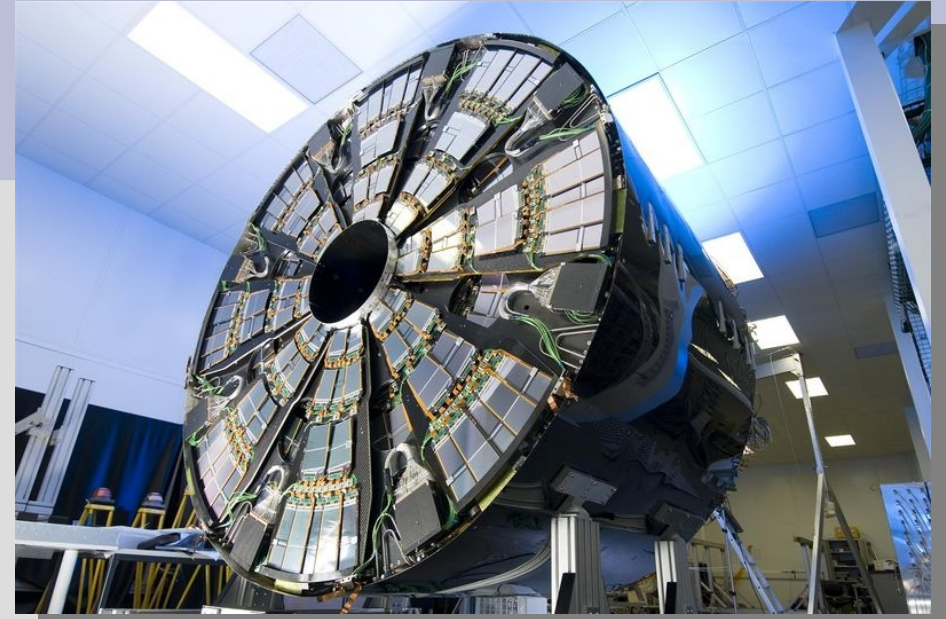
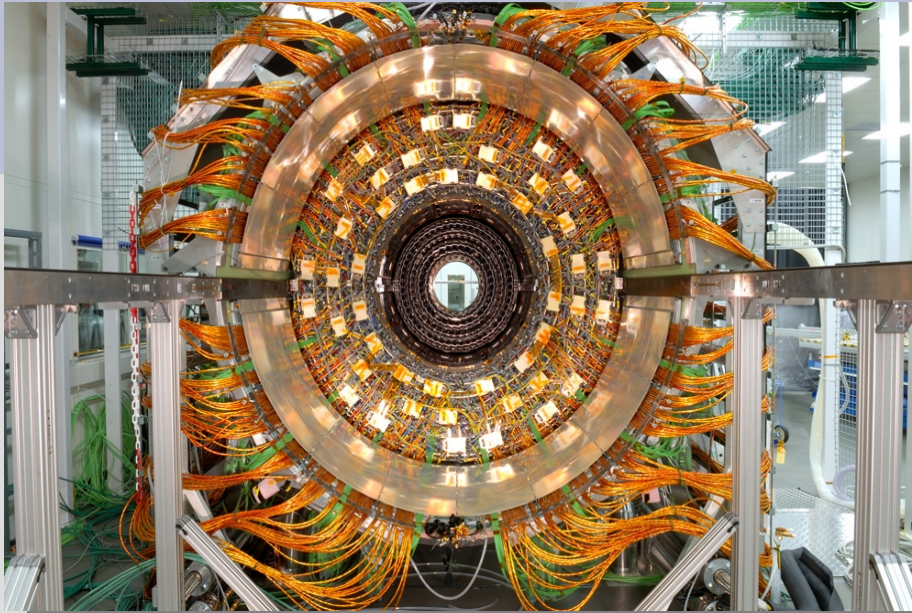
7 TeV



CMS – Description



CMS – Trajectographie



Tonneau et bouchon du trajectographe de CMS

Agencement des couches dans le plan (r,z)

CMS – Reconstruction et alignement

Reconstruction des traces:

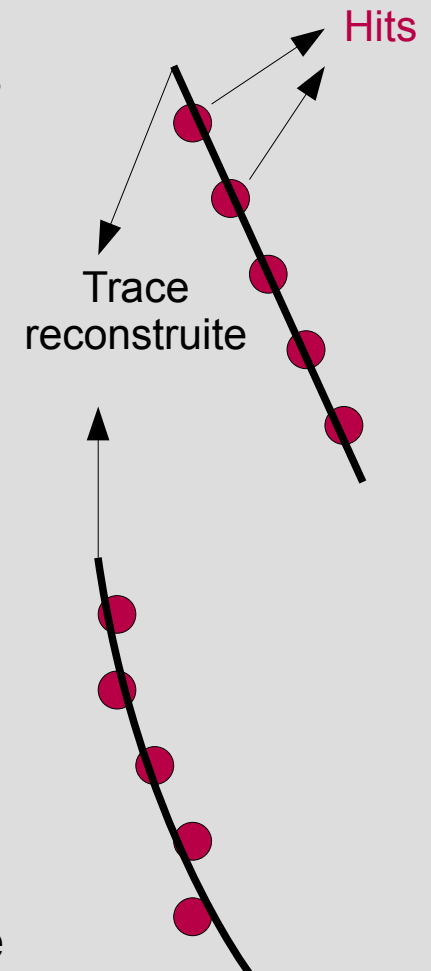
- **Combinaison** de hits sur 2 (pair) ou 3 (triplet) couches successives
- **Création** de traces candidates
- **Choix** de la meilleure trace (fit – Minimisation du χ^2)

2 types:

- Reconstruction « **cosmique** » - Extérieur vers l'intérieur
- Reconstruction **classique** – Point d'interaction vers l'extérieur

Alignement:

- Alignement des **couches** entre elles
- Très important pour une bonne reconstruction des traces
 - Bon calcul de p_T – Bonne reconstruction des **objets**.
- Alignement grâce aux traces de la collision – Eff = **98%**
- + Alignement grâce aux traces cosmiques – Eff = **100%** - Weak mode



CMS – Processus de la reconstruction régionale (I)

BUT:

Reconstruire le rayon cosmique pendant les collisions afin d'avoir un alignement parfait

PROBLEMES:

Reconstruction cosmique :

→ Trop de hits en collision → la reconstruction pour les rayons cosmiques prend trop de temps et engendre un grand taux de faux.

Reconstruction classique:

→ Ne reconstruit pas le muon cosmique.

→ nécessité de créer une nouvelle manière d'identifier et de reconstruire le muon dans le trajectographe.

SOLUTION:

→ **Identification (online)** = utilisation de déclencheurs (triggers) spécifiques – Utilisation des chambres à muons.

→ **Reconstruction (offline)** = création d'une nouvelle méthode de génération de graines (seeding). Combinaison effectuée dans une région et non sur toute la couche.

→ Pour la reconstruction, les étapes sont:

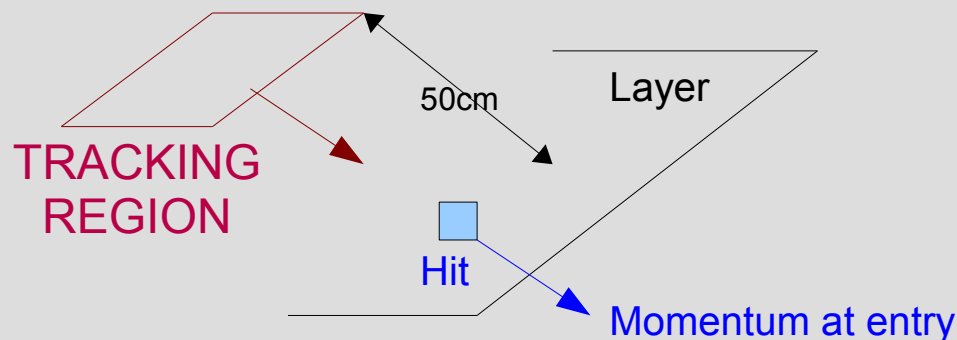
4-Vecteur → graines de trajectoires → traces candidates → traces reconstruites.

CMS – Processus de la reconstruction régionale (II)

→ La reconstruction régionale nécessite 2 entrées:

- Une **position de départ** de la reconstruction. Cette position est donnée par la position du hit sur la dernière couche du trajectographe + une distance de 50cm le long de l'impulsion de la particule.

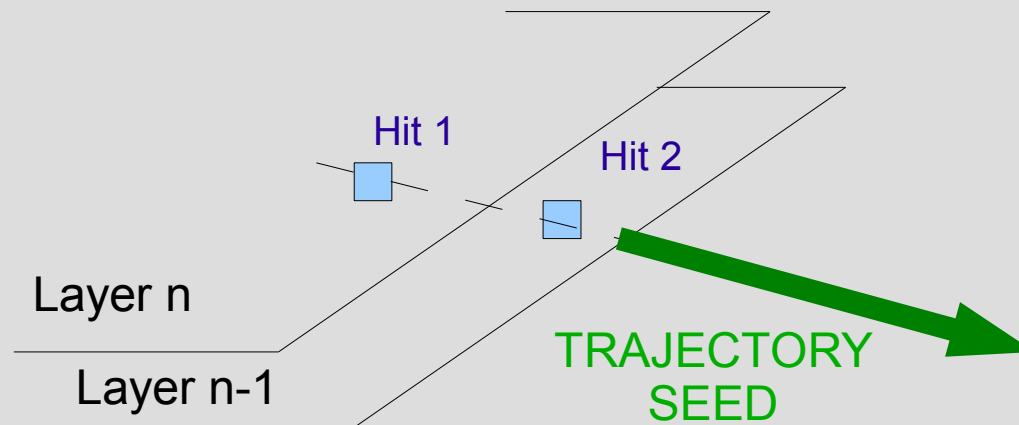
- La **direction** et le **sens** de la reconstruction sont donnés par la direction et le sens de la particule qu'on désire reconstruire au point d'entrée dans le trajectographe..



Cette première étape permet de créer une « graine » de hits (paire ou triplet de hits) = 2 ou 3 hits présents sur 2 ou 3 couches contiguës.

CMS – Processus de la reconstruction régionale (III)

→ Une fois les graines de hits créées, on essaye de déterminer les **trajectoires associées** et possibles (trajectory seeds).



→ Ces graines de trajectoires sont ensuite le point de départ pour la création de **traces candidates**.

→ La méthode du χ^2 est celle utilisée pour déterminer quelle est la **meilleure trace**.

CMS – Exemples

Échantillon de rayons cosmiques + bruit de fond important (minbias).

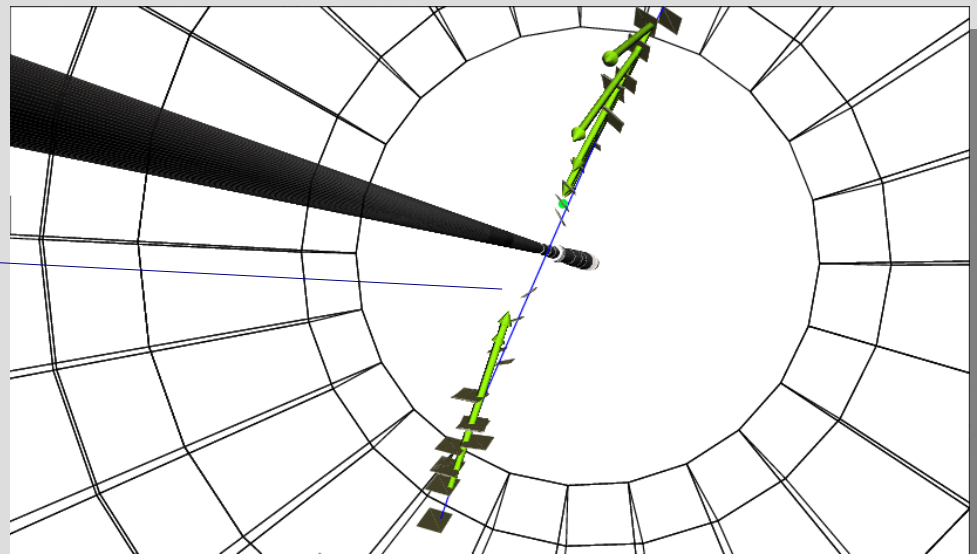
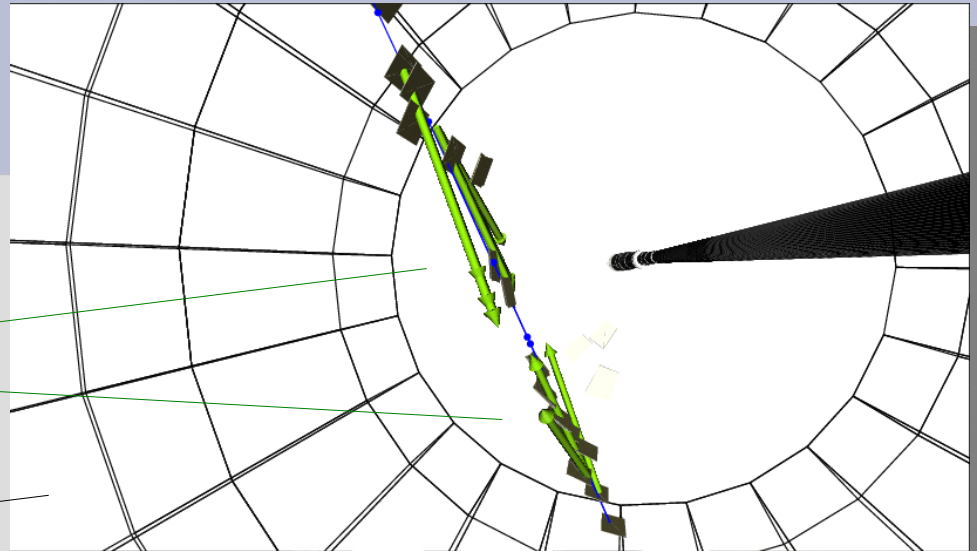
Jeux de graines de trajectoires

Aimant

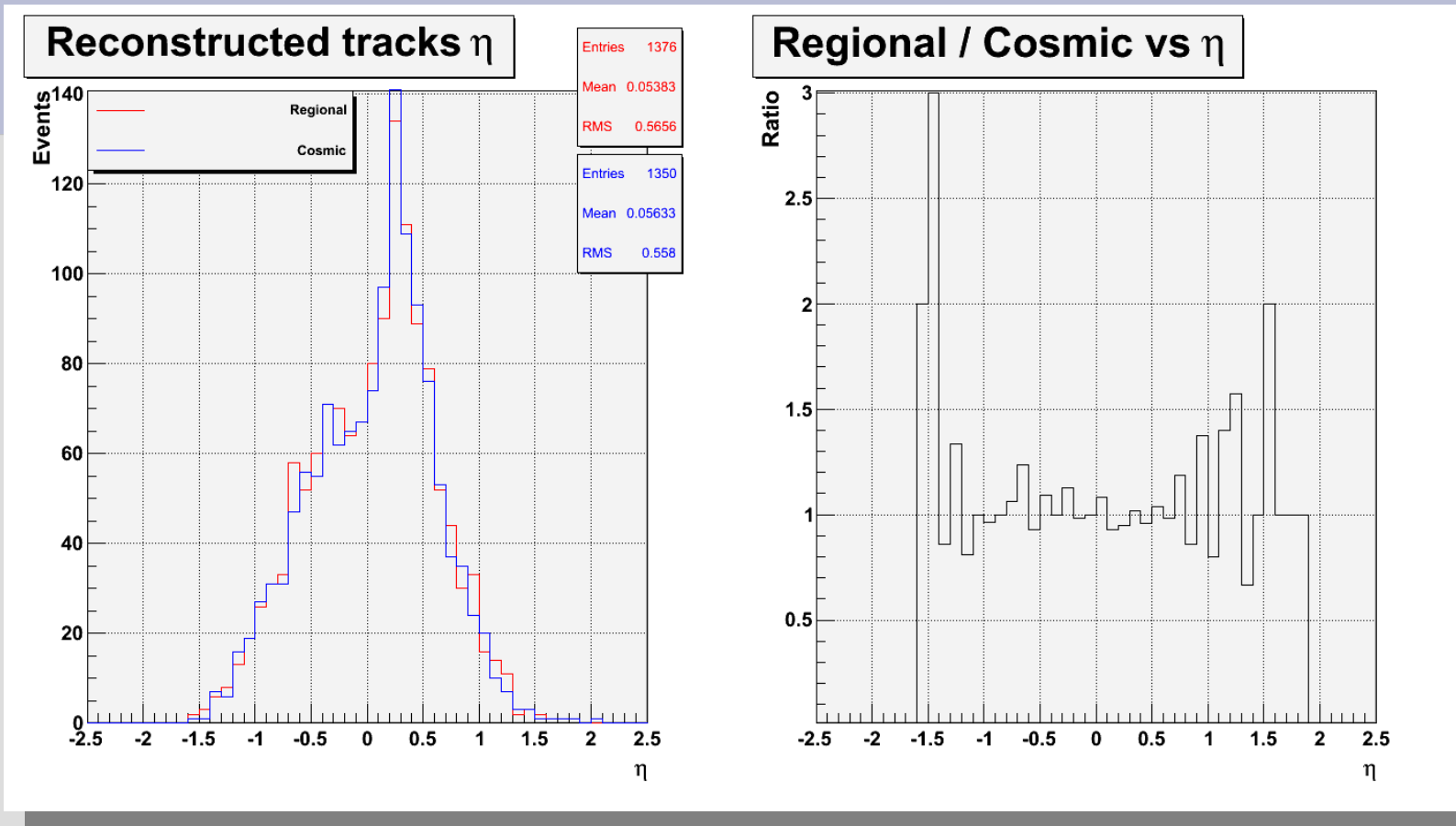
Conduit du faisceau

Trace simulée

Exemples de jeux de graines de trajectoires dans le tonneau.



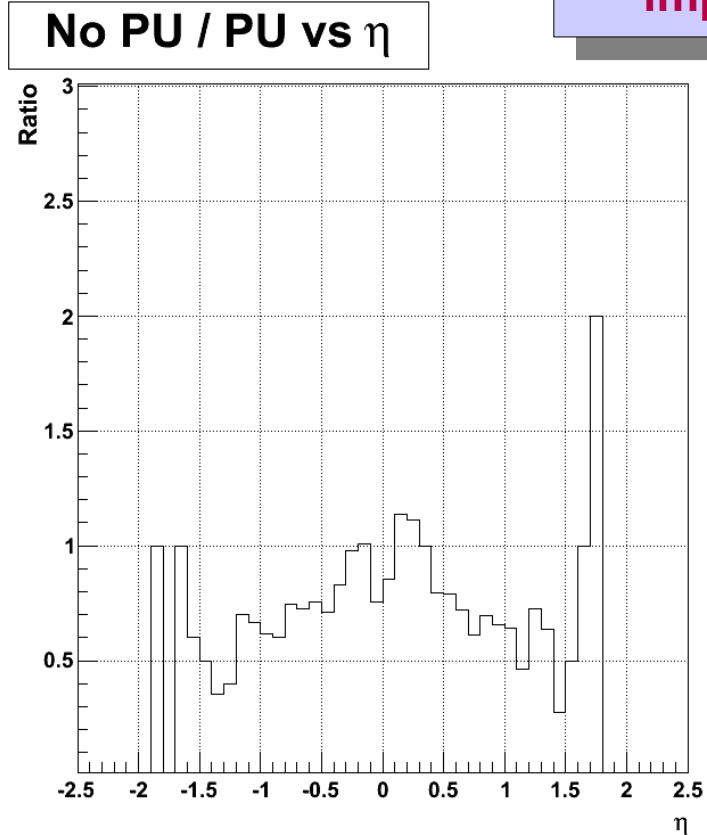
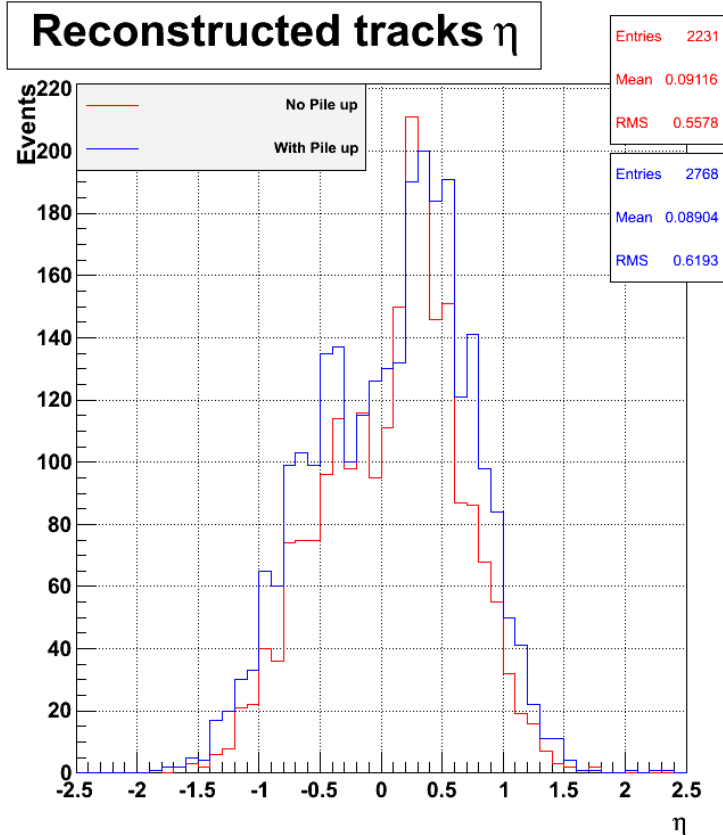
CMS – Résultats (I)



Comparaison Reconstruction cosmique – Reconstruction régionale sur un échantillon de muons cosmiques seuls.

CMS – Résultats (II)

Échantillon de rayons cosmiques + bruit de fond important (minbias).



Pile Up – Empilement:
→ Electronique
→ Physique

↓
Collisions inelastiques

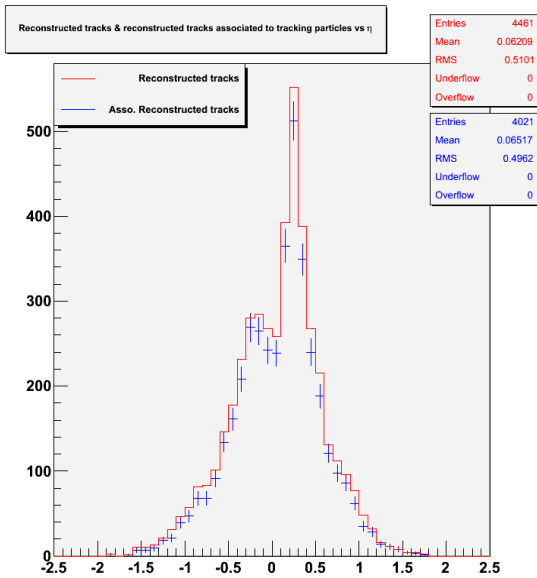
Comparaison Reconstruction régionale sur un échantillon de muons cosmiques seuls – Reconstruction régionale sur un échantillon de muons cosmiques + bruit de fond.

CMS – Résultats (III)

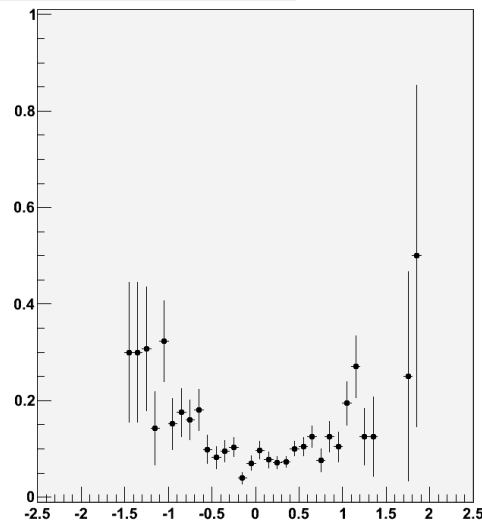
Échantillon de rayons cosmiques + bruit de fond important (minbias).

→ Taux de faux = 10% en moyenne

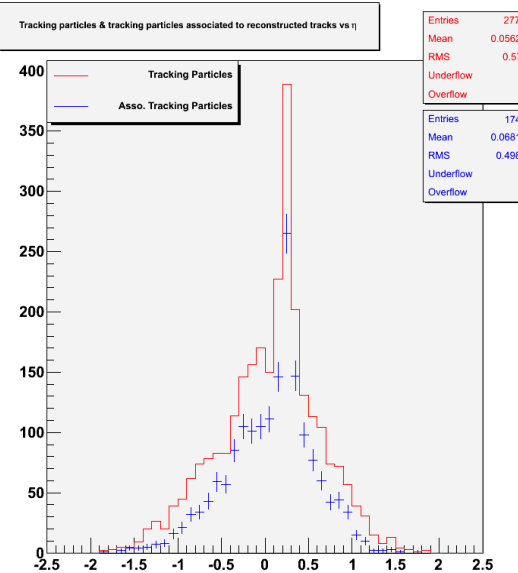
→ Nécessite d'être amélioré par de l'ajustement fin.



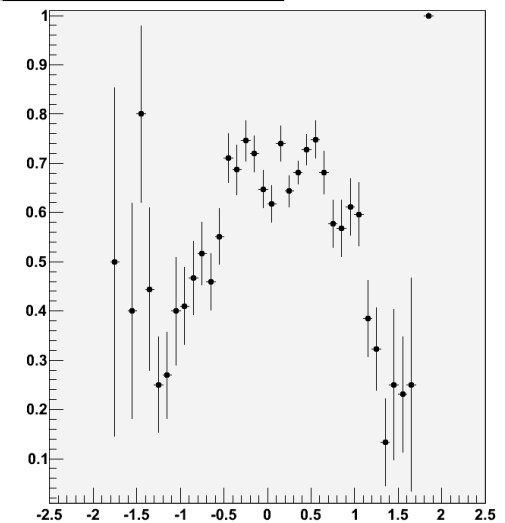
Fake rate vs eta



→ Efficacité correcte.

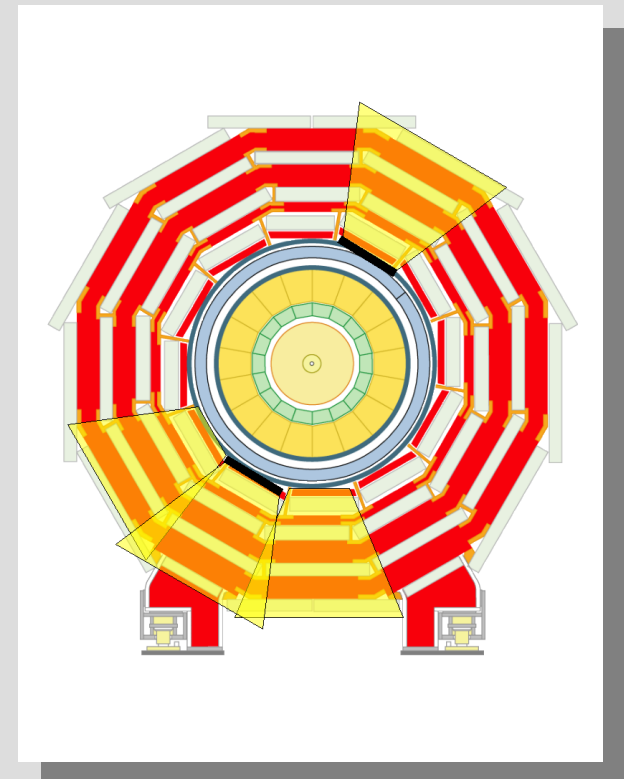
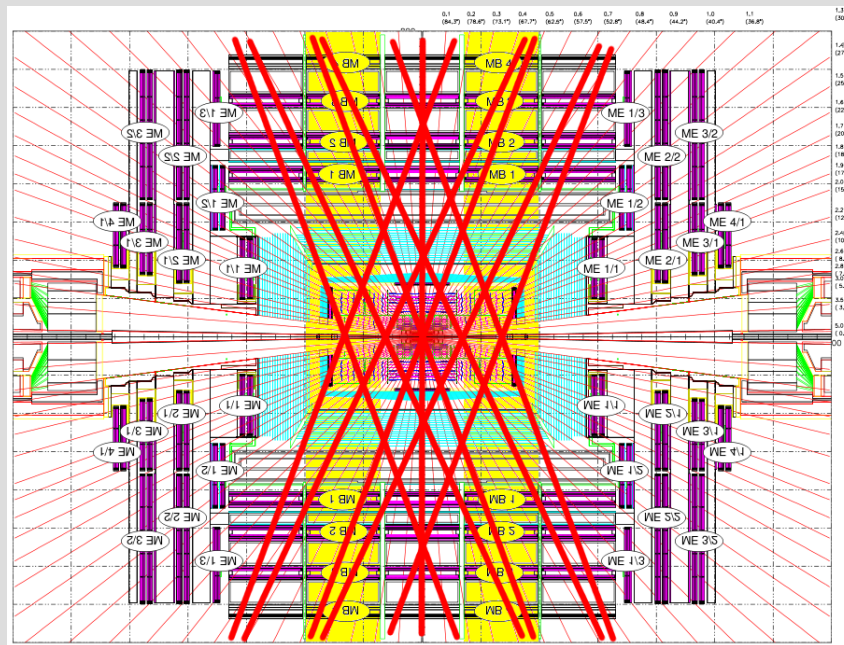


Efficiency vs η



CMS – Identification

→ Le RPC Technical Trigger – 1er niveau de déclenchement.



→ Association de ce trigger avec des triggers « physiques » Muon puis première reconstruction online → 4-vecteur d'entrée à la reconstruction régionale.

CMS – Conclusion

→ SUSY:

- Étude au niveau générateur du signal « **Stop léger** » en cours.
- **Simulation** et **reconstruction** des évènements SUSY terminées (50000 évènements).
- Étude des **fonds** en collaboration avec le groupe Top de Lyon.

→ Reconstruction régionale:

- Conception de la **structure C++** de la reconstruction terminée.
- **Implémentation dans le software** CMS d'ici janvier.
- **Ajustements fins** nécessaires.
- **Identification** du muon cosmique grace aux triggers:
 - Le RPC TT est en cours d'étude et les premiers résultats ne sont pas très bons.
 - L'étude des différents triggers physiques est cours. Les premiers résultats sont encourageants.
- **Application** a des triggers exotiques.

« Vive le Quebec Libre »

Mat