

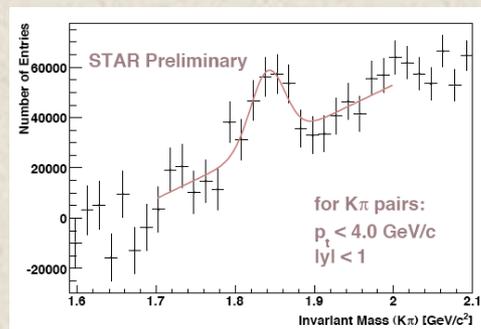
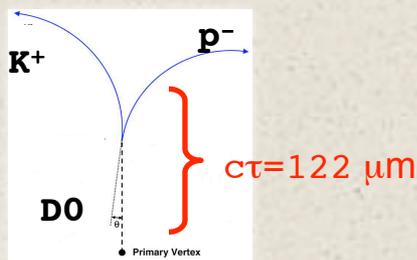
Performances du SSD de
l'expérience STAR à
RHIC

Jonathan Bouchet
Subatech

- Motivation
- Description
- Données/caractéristiques du SSD
- Calibration
- Efficacité
- DCA/pointing resolution
- V0
- Conclusion : run VII ++ ...

Motivations

- Proposé pour augmenter les capacités de trajectographie dans la partie centrale de par une meilleure connexion des traces de la TPC avec les hits du SVT
- l'efficacité de reconstruction des particules étranges (vertex secondaire)
- Depuis quelques années, un nouvel intérêt dans le détecteur de vertex de STAR de "mesurer" la production de charme ouvert
- STAR a déjà fait ce genre de mesure utilisant la TPC seule

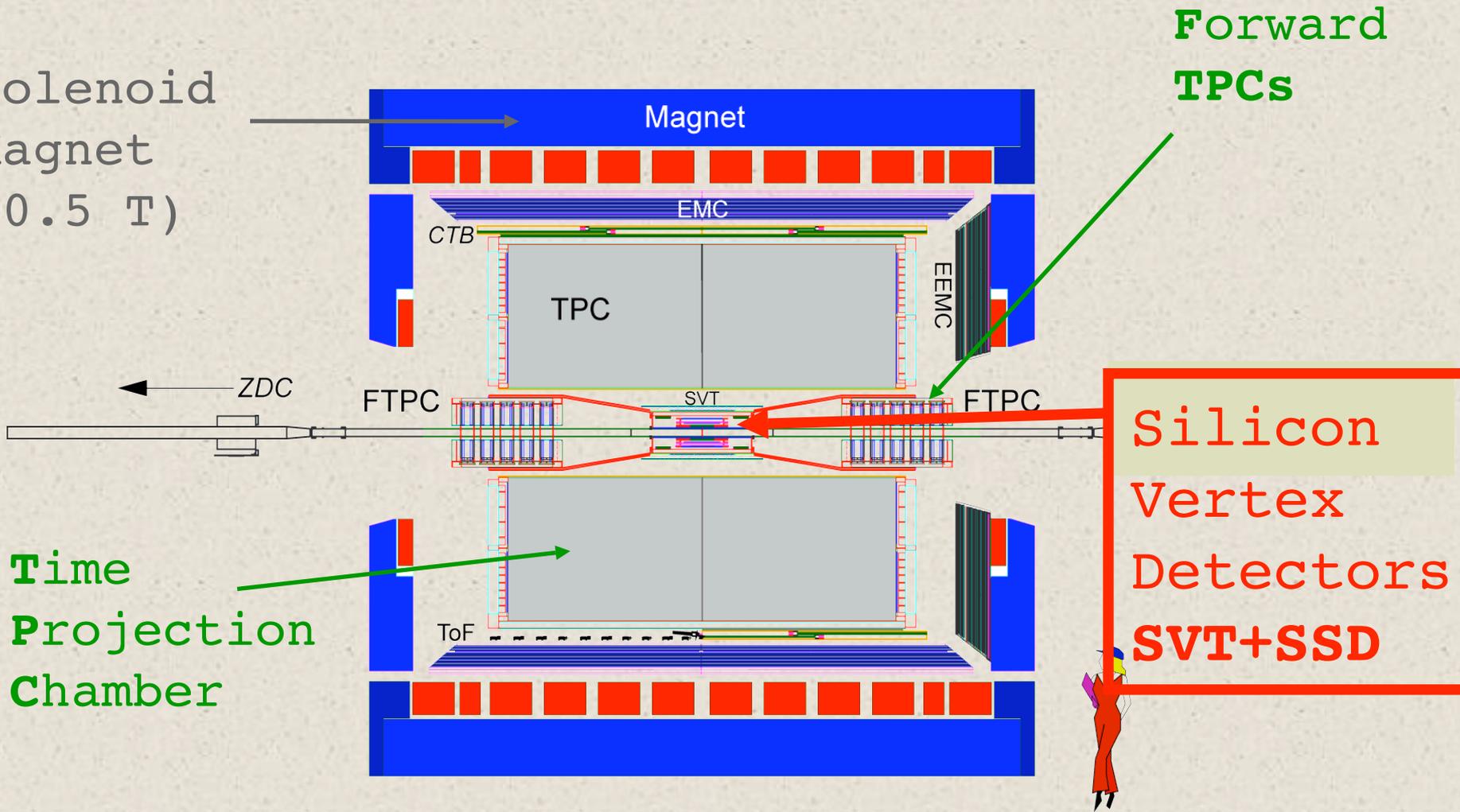


Significance : 4.7σ
(1)

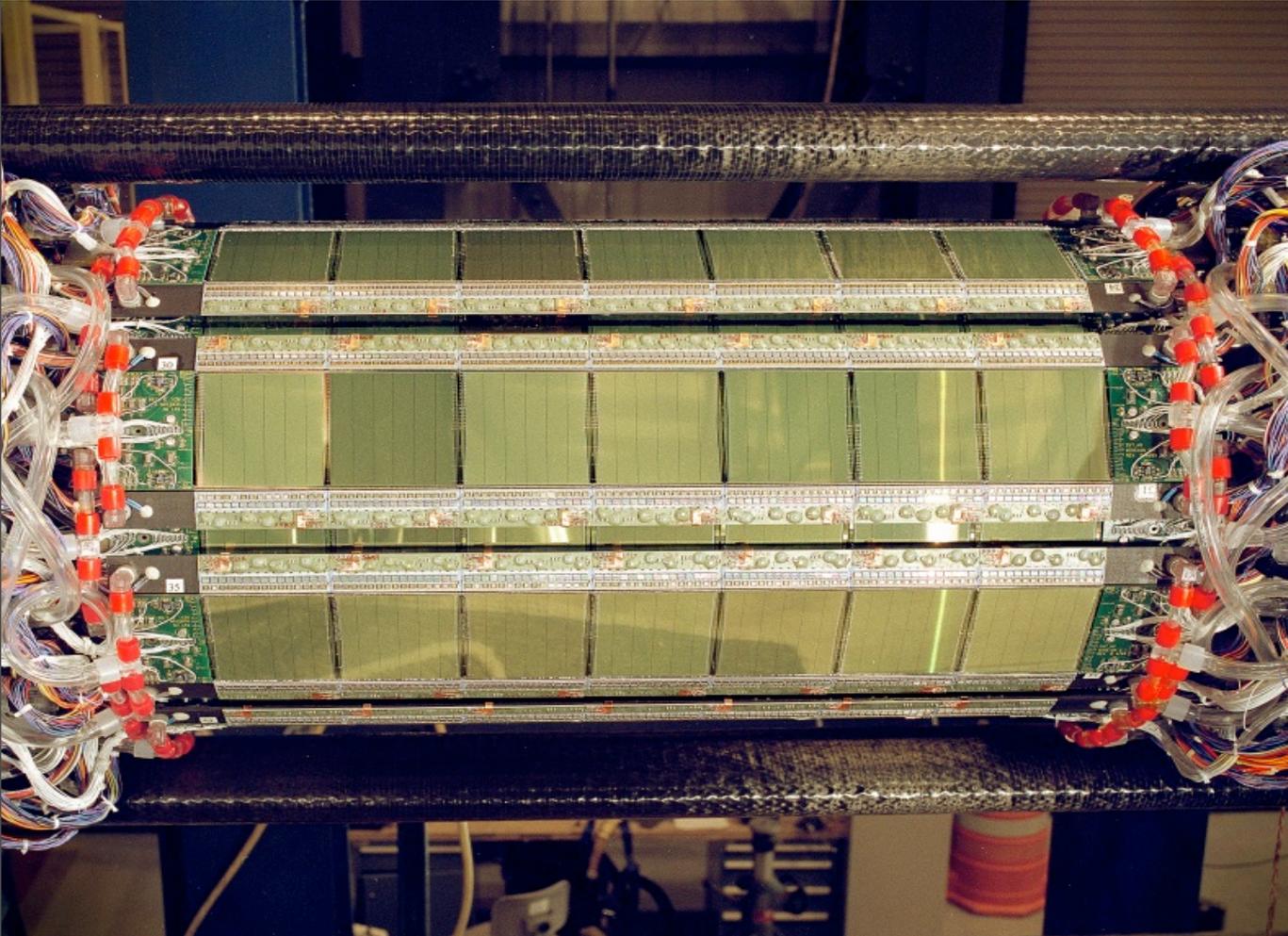
- **But** : réduire le fond combinatoire en identifiant directement la topologie du vertex de décroissance
- coupure sur la distance de plus courte approche des traces nécessite une résolution précise
- Différence majeure avec les particules étranges : faible longueur de décroissance
---> Disposition, longueur de radiation du détecteur de vertex existant ne sont pas optimisées pour ce genre de mesure
- Effort pour calibrer le détecteur de vertex afin de tenter de³ mesurer ce signal physique

Solenoid Tracker at RHIC

Solenoid
Magnet
(0.5 T)



Solenoid Tracker at RHIC



3 couches
(placées à
7,11,15 cm de
l'axe du
faisceau) de 216
détecteurs au
silicium à
dérive.

**Résolutions
intrinsèques :**

80 μm selon r/ϕ

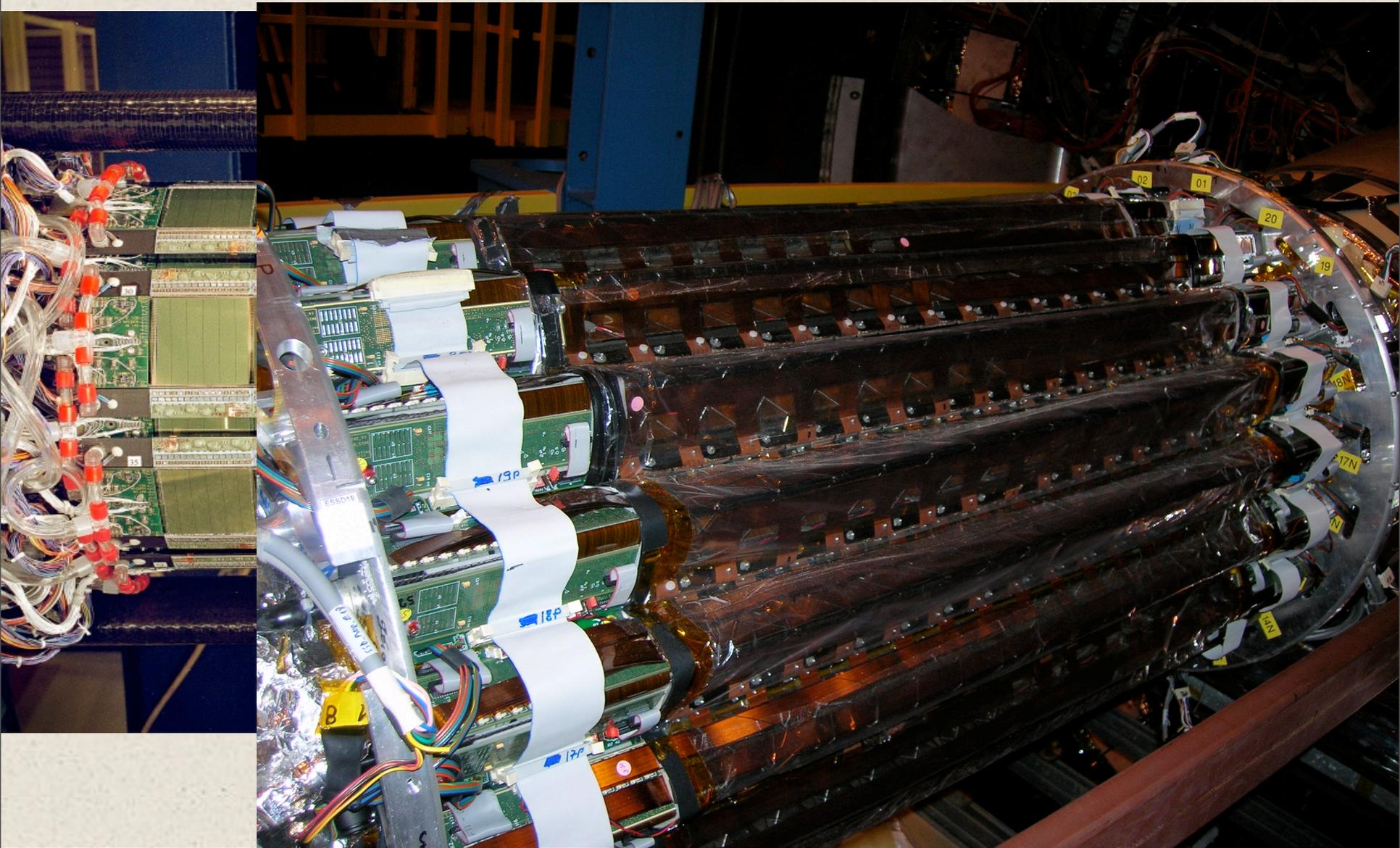
80 μm selon Z

**Longueur de
radiation :**

1.8% X_0 par couche

77

Solenoid Tracker at RHIC

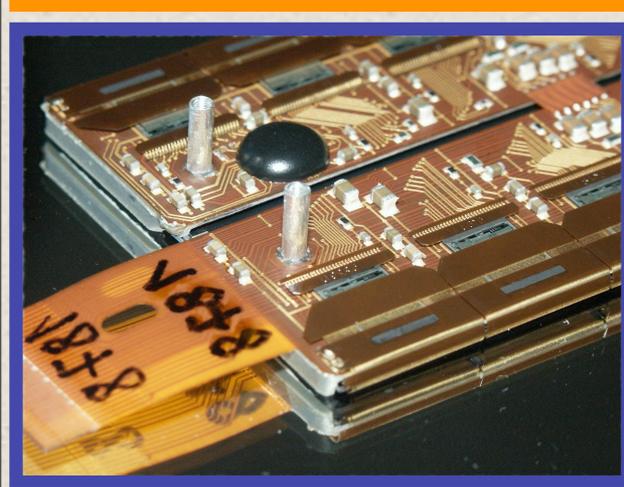
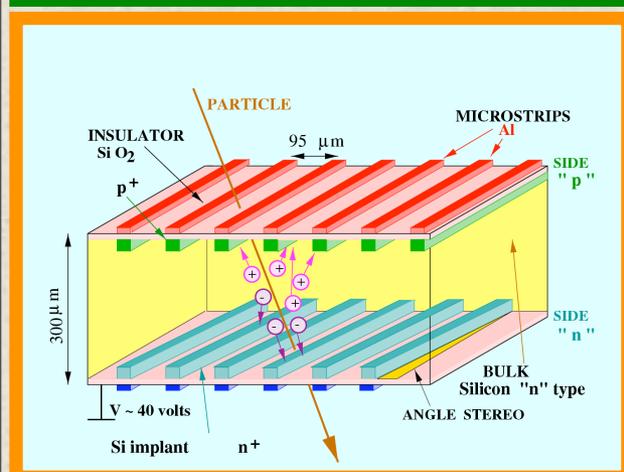


Silicon Strip Detector

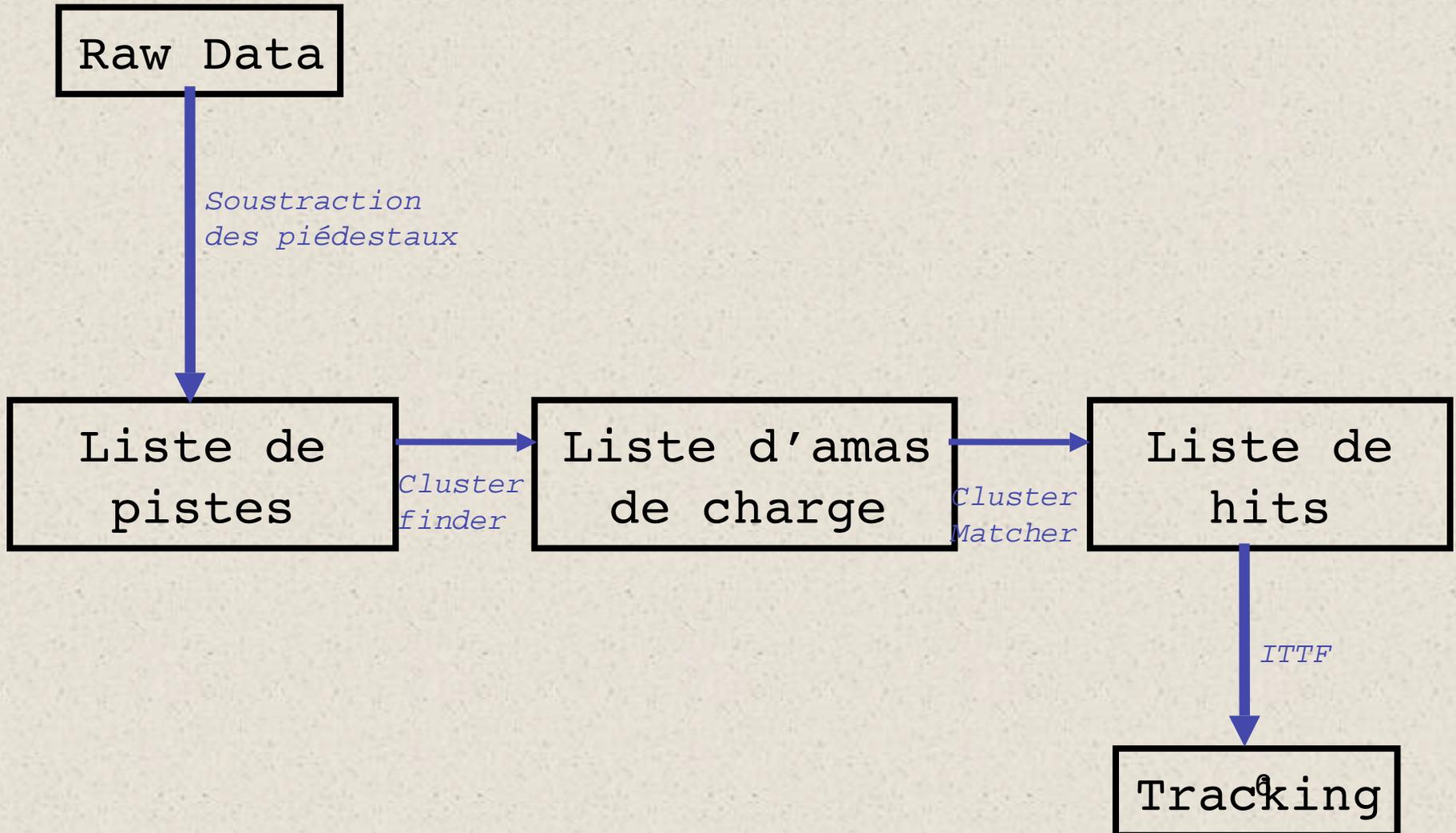
- 1 couche (23 cm du vertex primaire) de 320 modules de détection
- Arrangés en 20 échelles
- Couverture en pseudo rapidité : $-1.2 < \eta < 1.2$
- Surface $\sim 1 \text{ m}^2$

- Détecteurs double face à μ pistes
- 768 pistes par face, espacées de $95 \mu\text{m}$
- Angle stéréoscopique 35 mrad (conditionne notre résolution)
- Résolutions intrinsèques : $20 \mu\text{m}$ selon r/ϕ , $740 \mu\text{m}$ selon Z

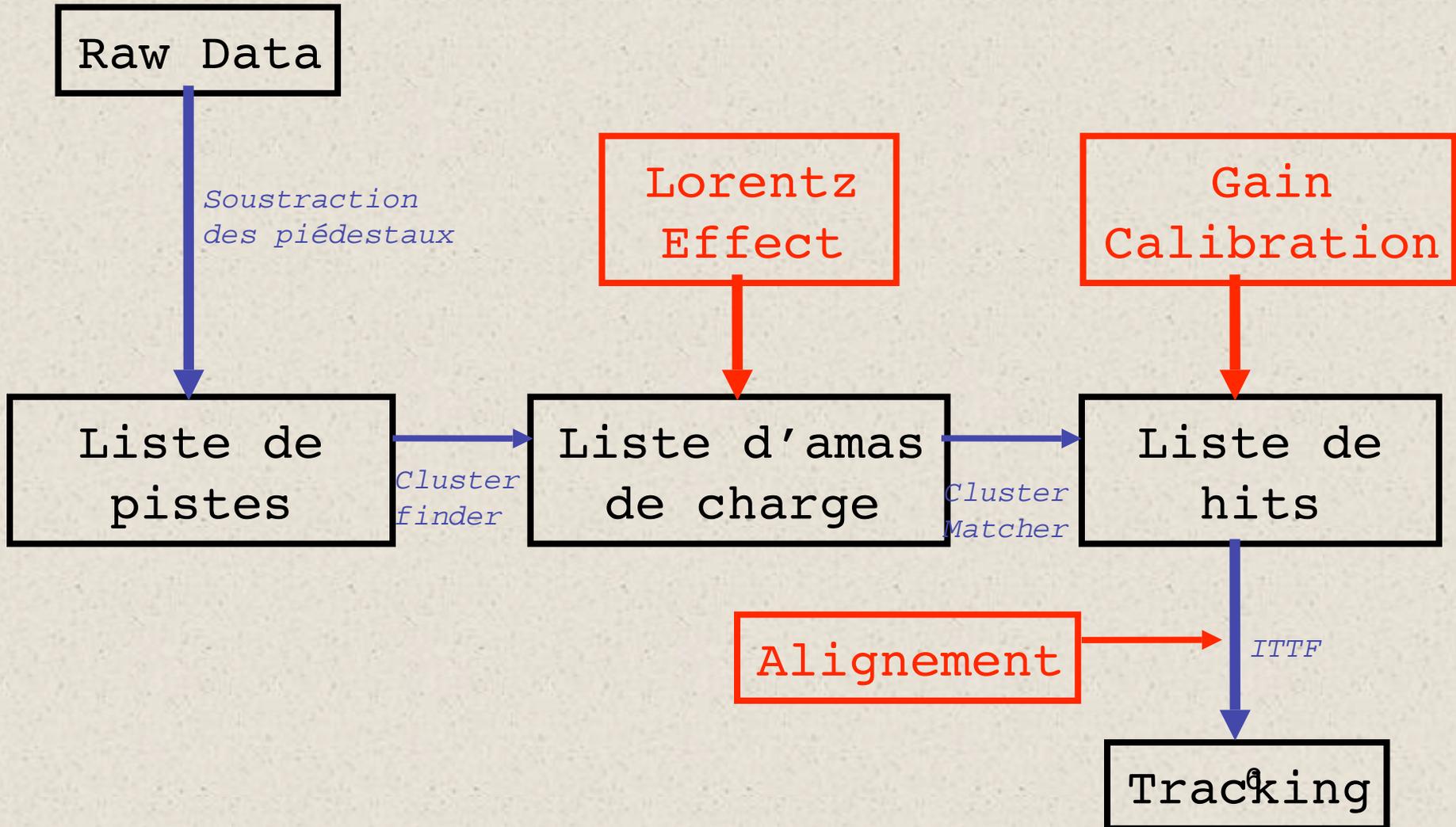
- Circuit de lecture (A128C) : amplification, mise en forme du signal (6*2 puces par modules)
- 0.5 M canaux de lecture (strips)⁵



Reconstruction des données du SSD

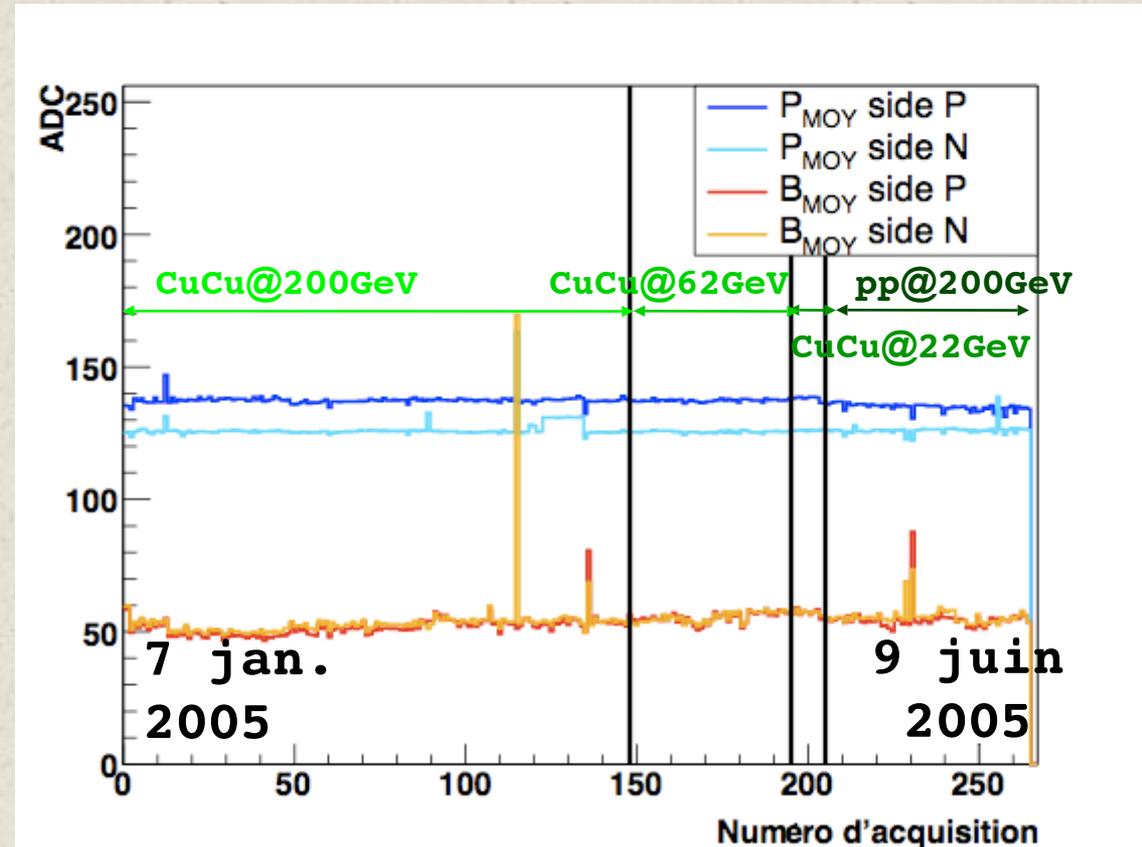
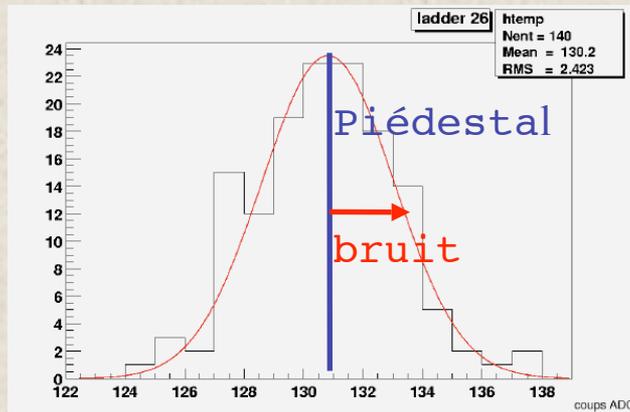


Reconstruction des données du SSD



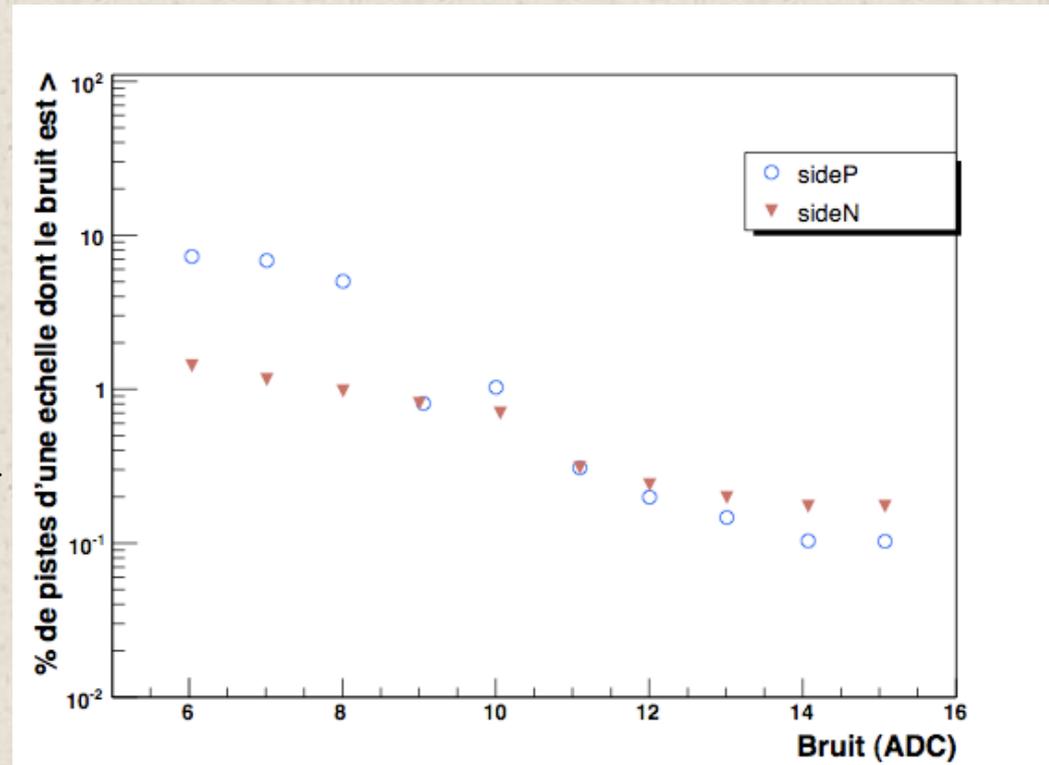
Stabilité des valeurs de piédestaux et de bruits

- Réponse à «vide» du détecteur
- Acquisition sans collisions
- Piédestal = moyenne du «signal»
- Bruit = écart-type associé



Évaluation du pourcentage de pistes bruyantes

- Efficacité de reconstruction chute à 88 % si 10% de pistes bruyantes/mortes
- $\langle \text{bruit} \rangle \sim 4$ ADC
- Globalement, le pourcentage de pistes dont le bruit est > 6 ADC est de l'ordre de 10 %
- 4.5% pour un bruit > 8 ADC



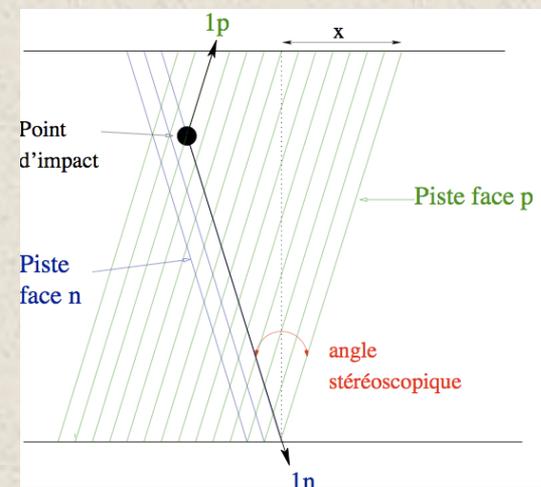
Reconstruction des points

- **Étape 1 : reconstruction des amas de charge**

- Un amas de charge est un groupement de pistes d'indices consécutifs dont le signal est induit par le passage d'une particule.
- Corrections apportées au soft pour ne prendre en compte que les pistes « physiques »
- S'assurer que l'on ne tue pas les pistes recevant réellement du signal

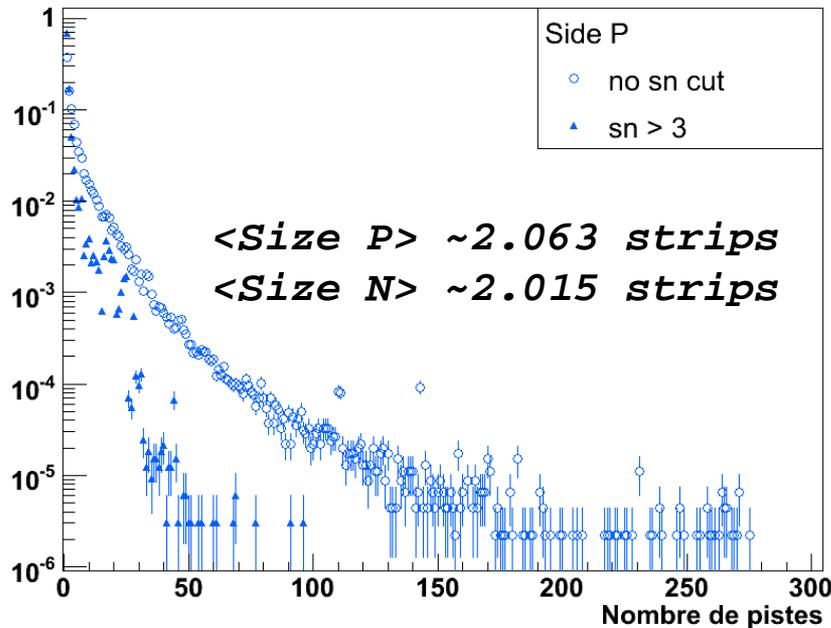
- **Étape 2 : association géométrique des amas de charge**

- Du à l'angle stéréoscopique, la corrélation des indices des amas de charge sur les faces P avec ceux des faces N permet de reconstruire la position en 2-D du hit

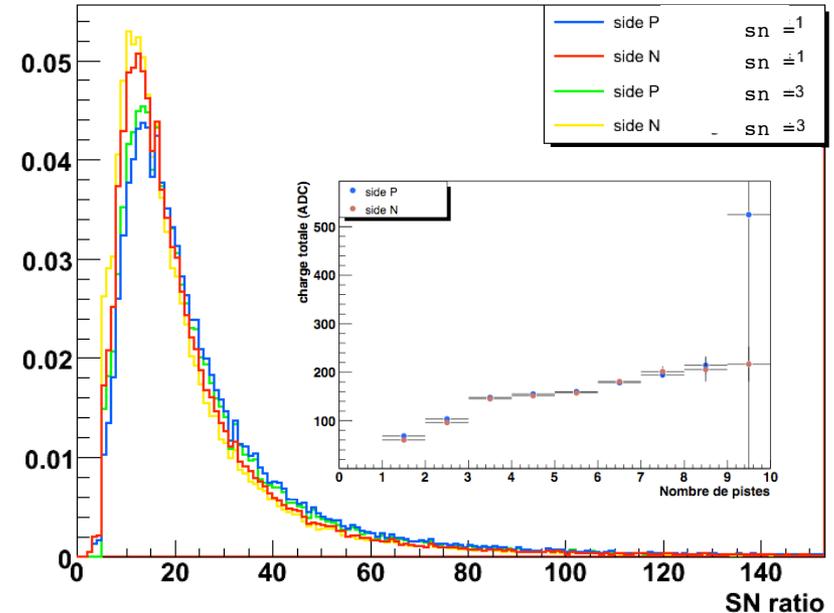


Caractéristiques des amas de charge

Taille des amas : side P



Signal sur bruit [1]



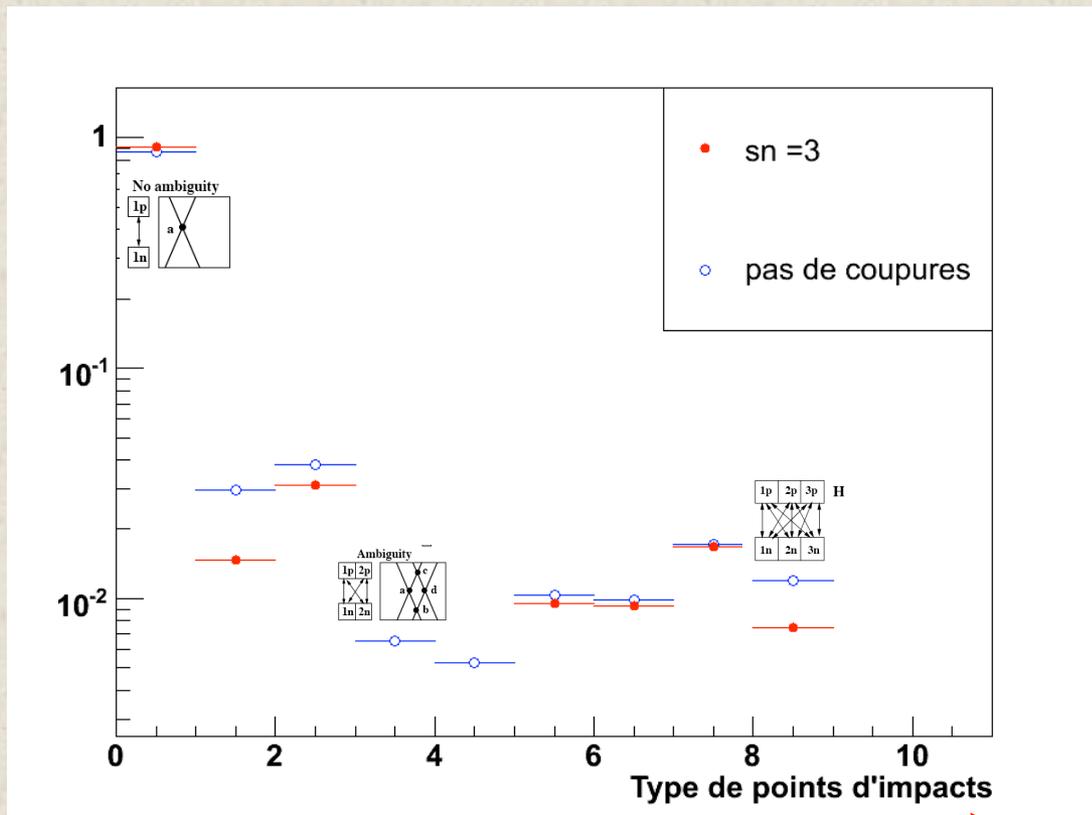
La taille des amas diminue dès que la coupure sur les pistes voisines vaut $s/n > 2$

10

[1]: Rapport signal sur bruit $S/N = s_i / (b_i)/N$

Hit reconstruction

- 8 hits /détecteur
=limite supérieure
- Ambiguïté due à l'association des amas face à face diminue
→ environnement en amas diminue

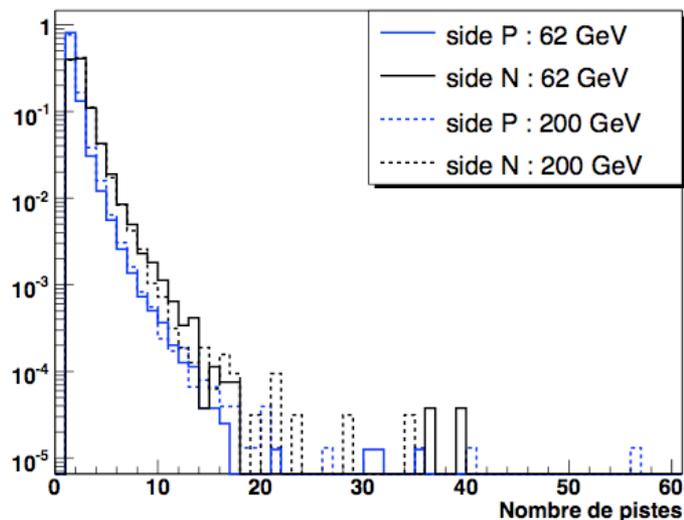


Ambiguïté croissante

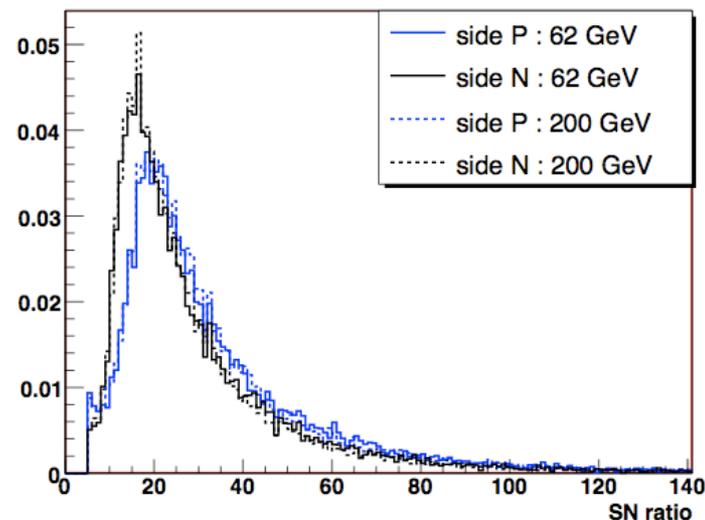
% de type non-ambigu	85.6	86.2	88.9	89.9
coupure	x	1	2	3

Comparaison 62-200GeV

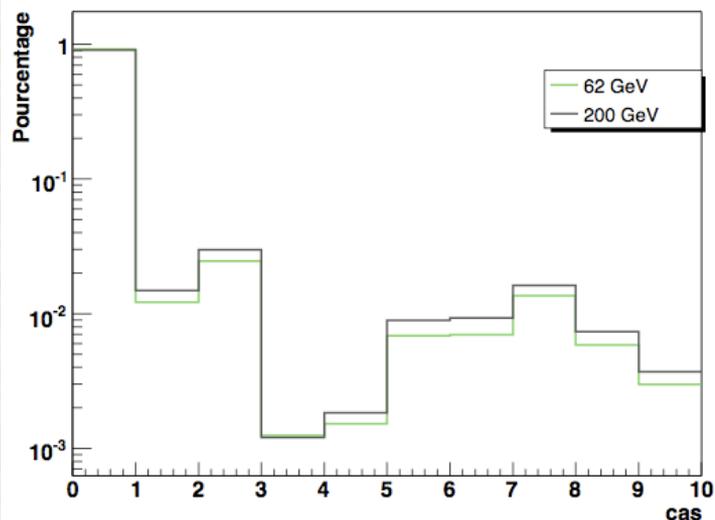
Taille des amas



Rapport S/N des amas



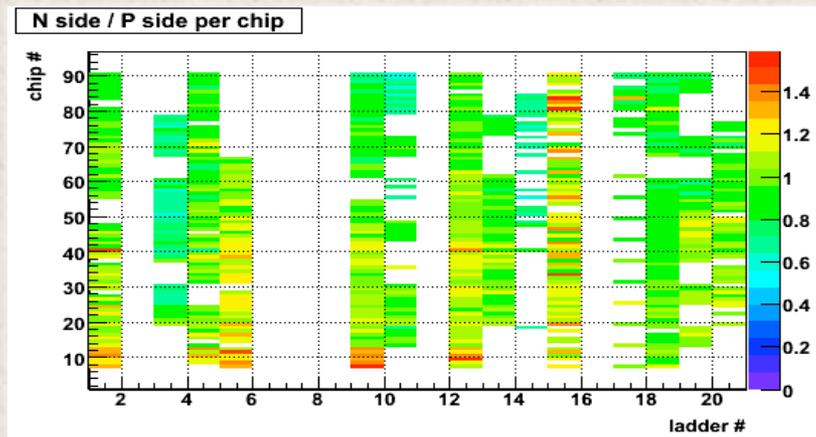
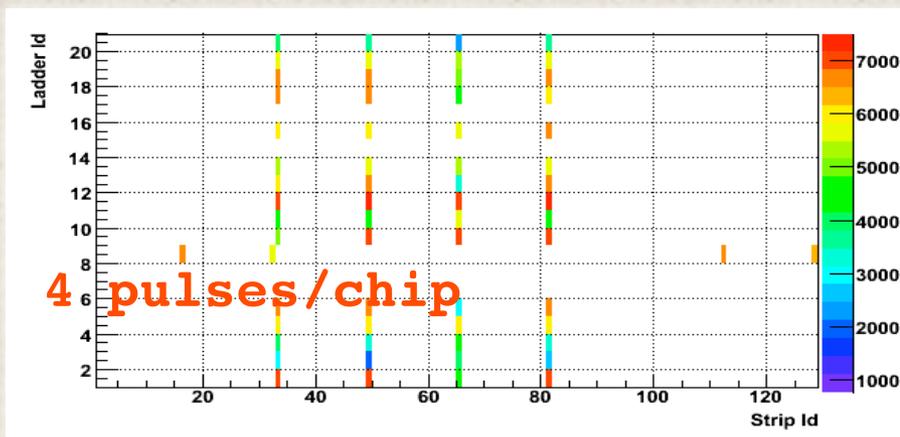
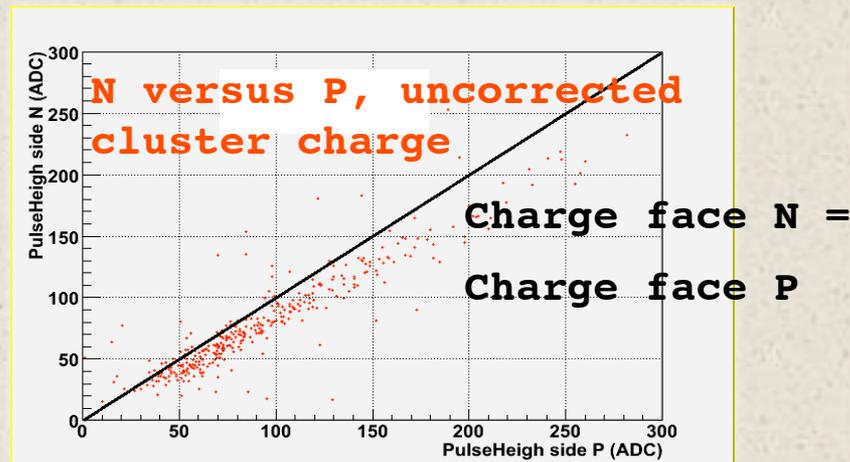
Type de points d'impacts



- Amas : pas de différences observées lors de la reconstruction des données CuCu@62GeV et 200GeV
- Points d'impacts : plus de type ambigu en CuCu62 qu'en CuCu200
--> environnement plus dense à 200GeV qu'à 62 GeV

Charge calibration

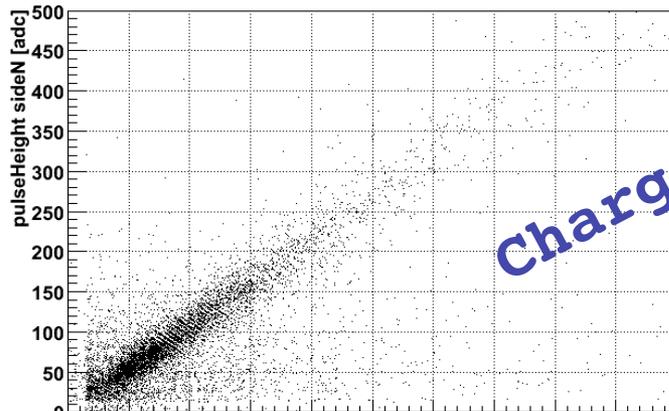
- La même quantité de charge sur les 2 faces est attendue pour des MIP.
- Valeurs déduites des runs pulsers pour corriger le gain relatif entre les signaux des faces P et celui des faces N



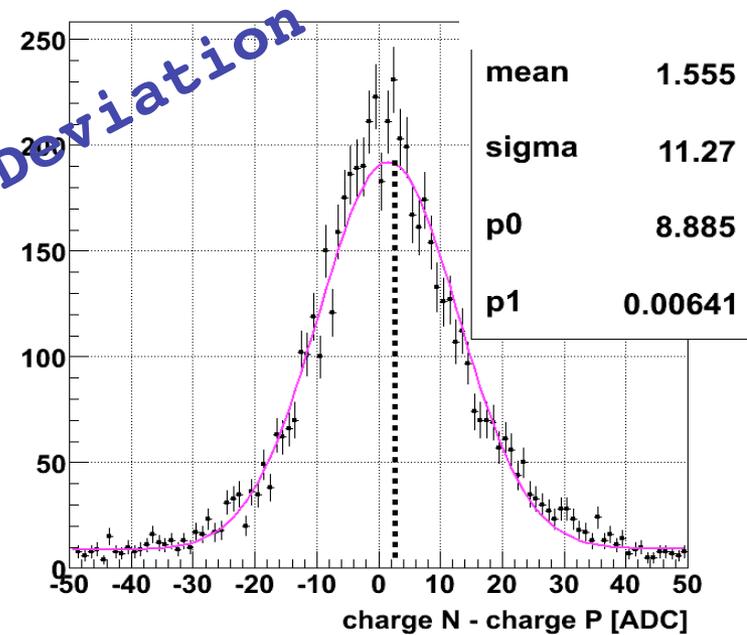
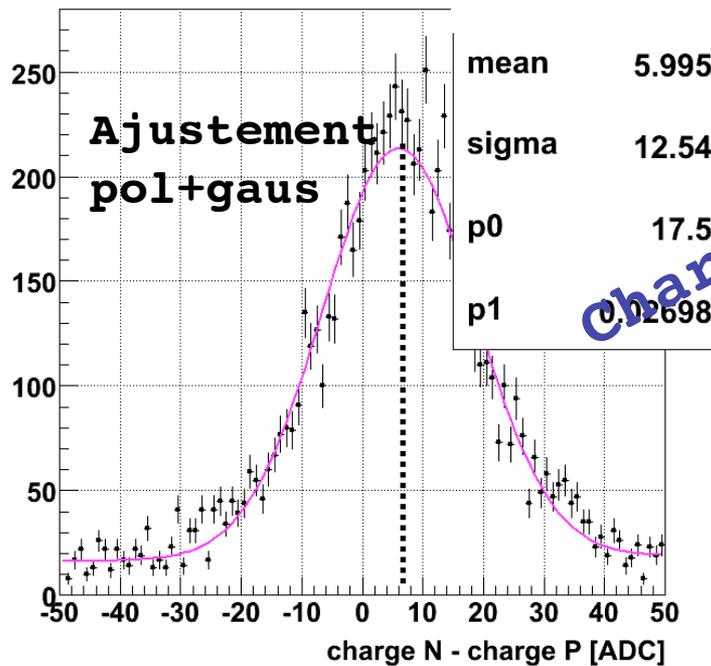
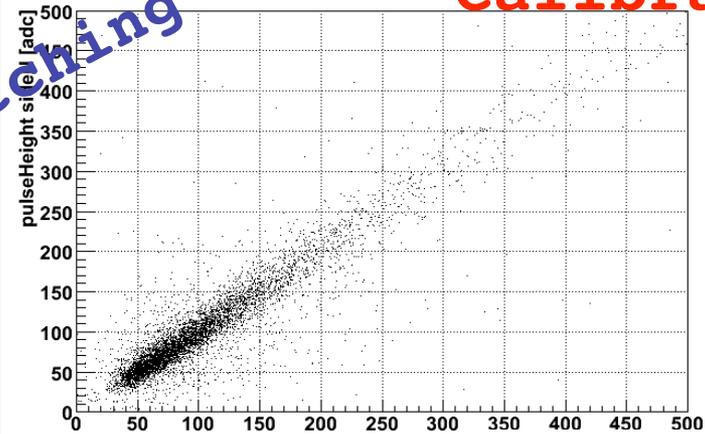
but : le charge matching est utilisé pour discriminer les vrais hits des ghosts.

Résultats

Non calibrated

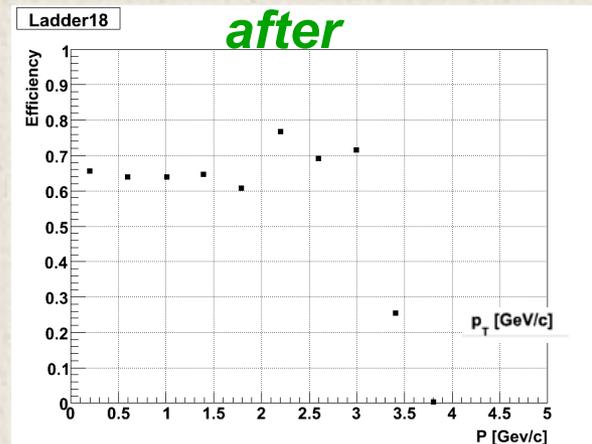
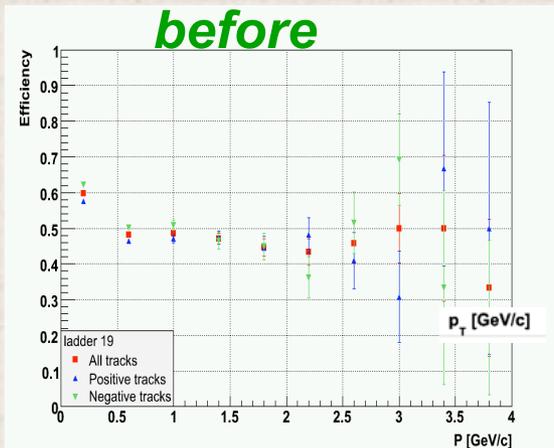
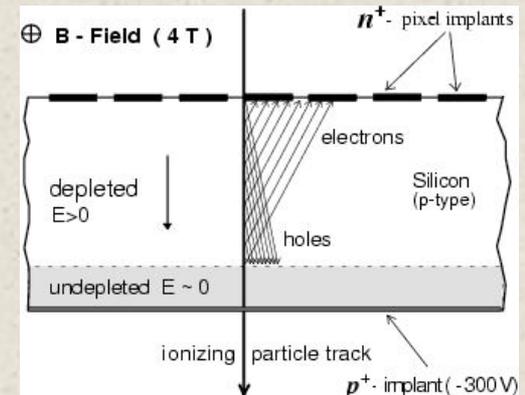


Calibrated



Lorentz Effect

- Observation : décalage dans la direction Z des résidus selon l'orientation du champs
- Lorentz effect : les trajectoires des électrons et trous sont modifiées par la force de Lorentz (combinaison du champ magnétique de l'aimant de STAR avec le champ électrique reignant au sein des détecteurs en silicium)



- Values from CMS [1]
- Augmentation de l'efficacité car l'association de la trace avec le point du SSD est améliorée

- Implementé pour la reproduction des données CuCu
- Besoin de notre propre mesure de l'effet de Lorentz car la vitesse des e^+/e^- dépend de T et de la tension de déplétion

Alignement

❖ Afin d'atteindre l'objectif sur la précision de la DCA des traces un alignement précis de l'ensemble (TPC+SSD+SVT) est requis

❖ **Méthode [1]:**

❖ Alignement global et local utilise les résidus :

$X_{G,L}^{hit} - X_{G,L}^{Trace}$ et un vecteur de 6 paramètres définissant le désalignement (3 rotations+3 translations)

❖ Résultats: réévaluation des Erreurs associées aux points d'impacts :

SVT resolution :

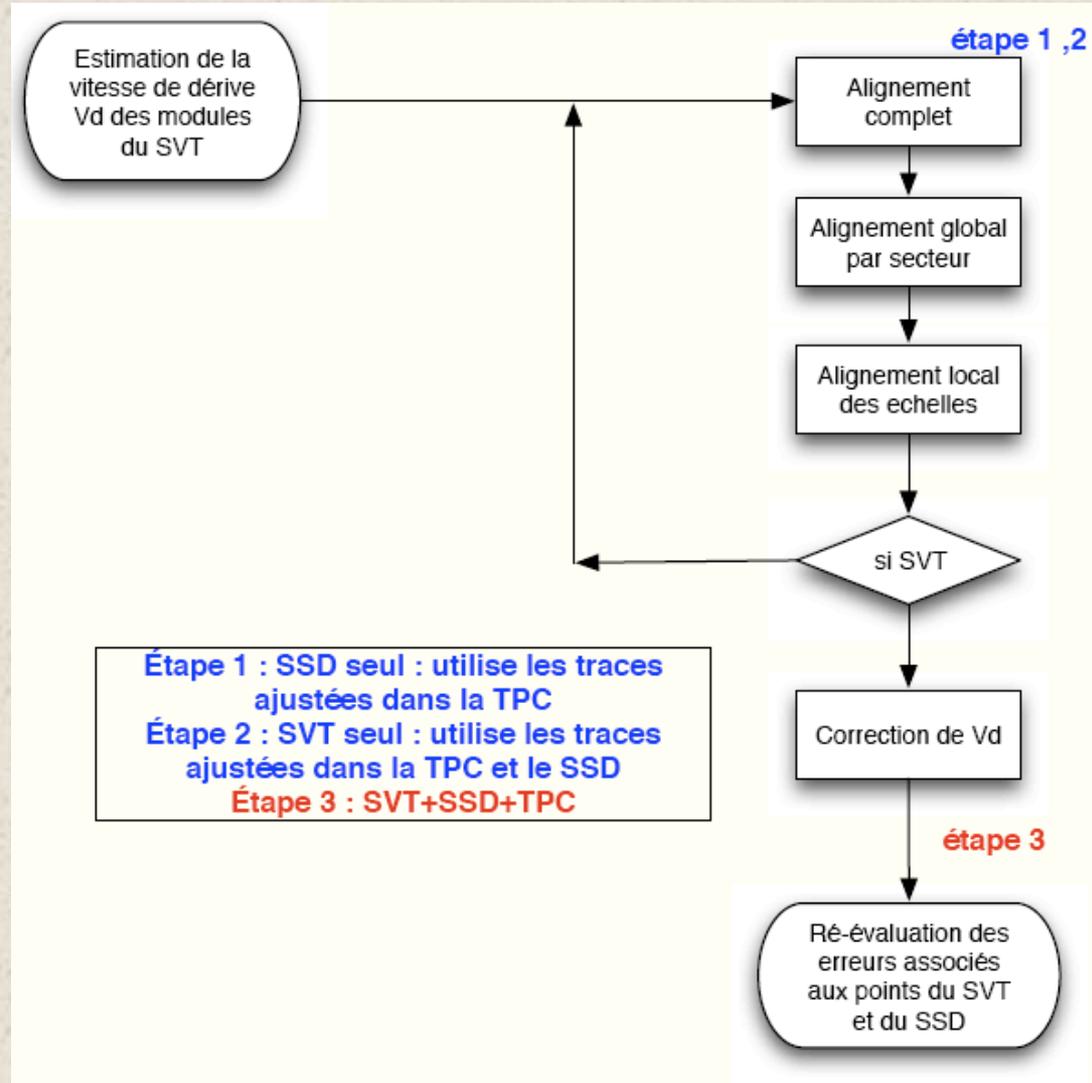
$$\sigma_{\rho\phi} = 49.5 \pm 5 \mu\text{m}$$

$$\sigma_z = 30 \pm 7 \mu\text{m}$$

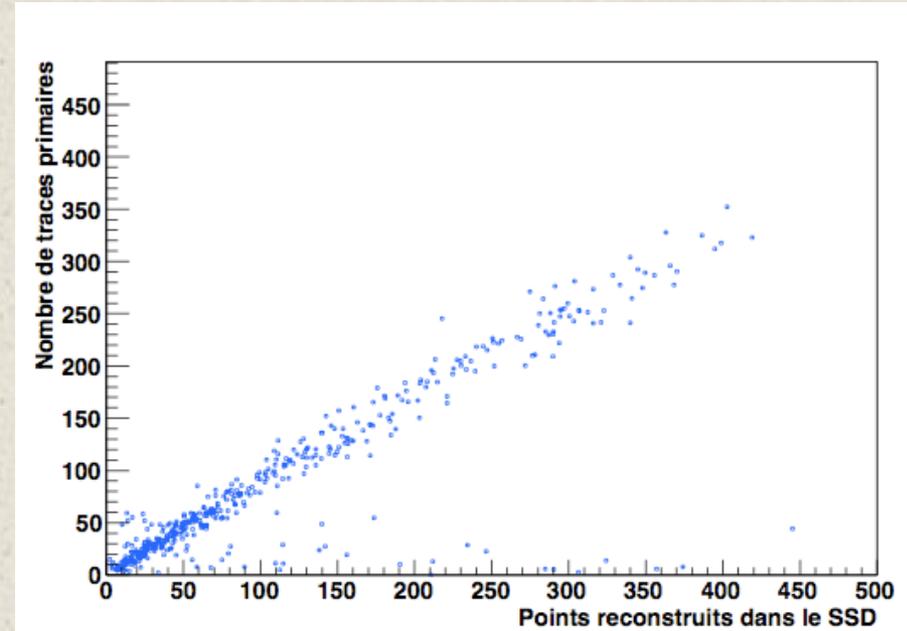
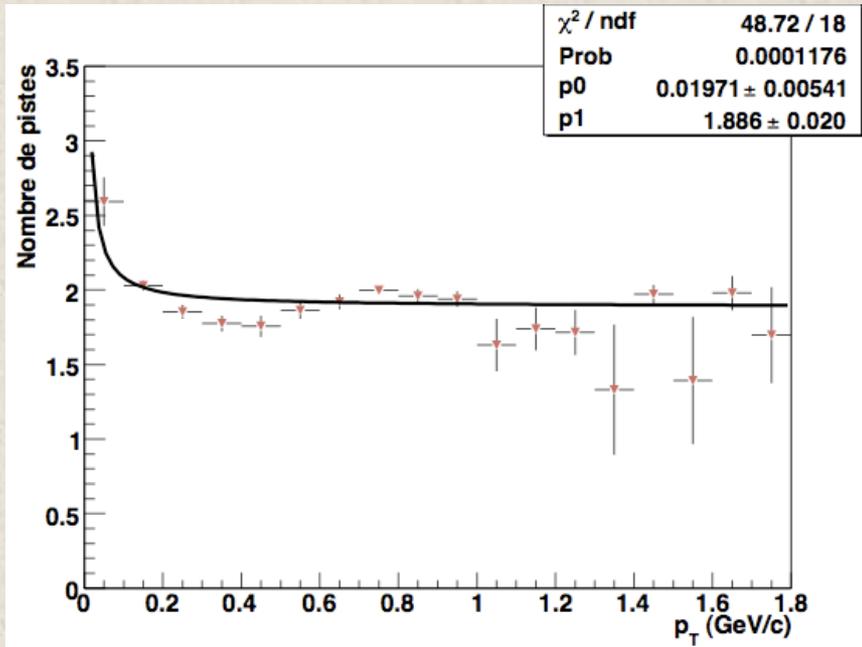
SSD resolution :

$$\sigma_{\rho\phi} = 30 \mu\text{m}$$

$$\sigma_z = 742 \pm 41 \mu\text{m}$$



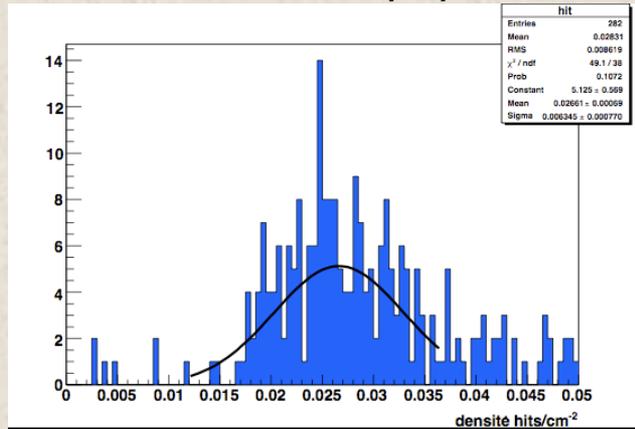
Corrélation SSD vs TPC



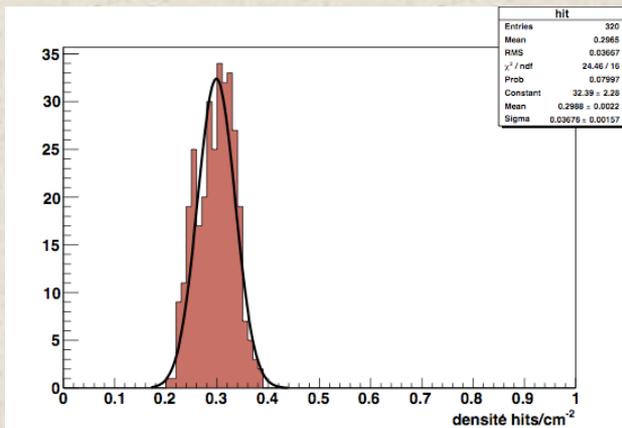
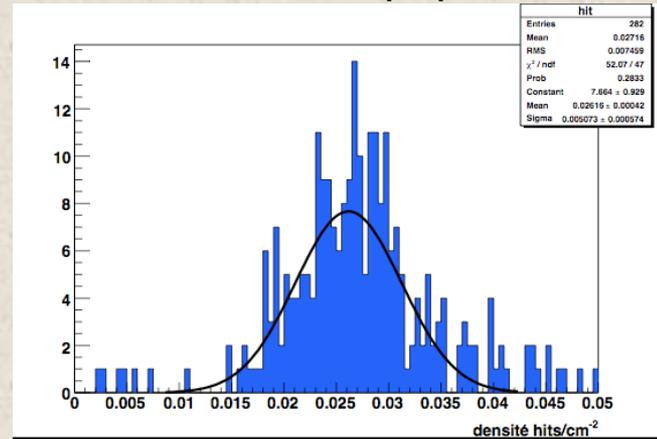
- Nombre de pistes des amas de charge en fonction de p_T des traces
- $|z_{\text{vertex}}| < 10$ cm ; SSD acceptance
- Plus p_T décroît ($p_T < 0.4$ GeV/c), plus la taille des amas augmente
- Nombre de traces globales et primaires en fonction du nombre de points dans le SSD par évènement (indépendamment du tracking)

Densité de points d'impacts

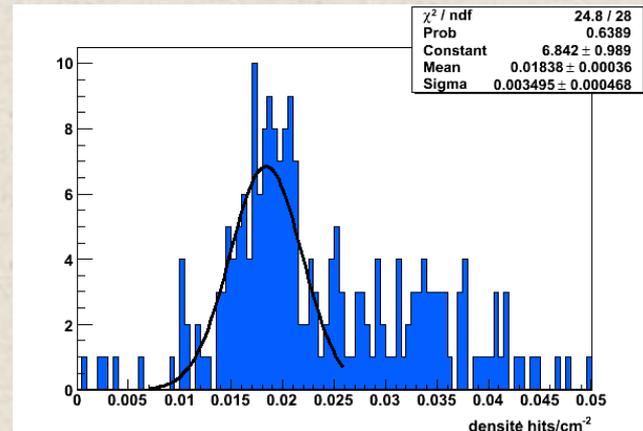
CuCu@200GeV ; $|z| < 10$ cm



CuCu@200GeV ; $|z| < 20$ cm



AuAu@200GeV ; $|z| < 10$ cm
(simulation)

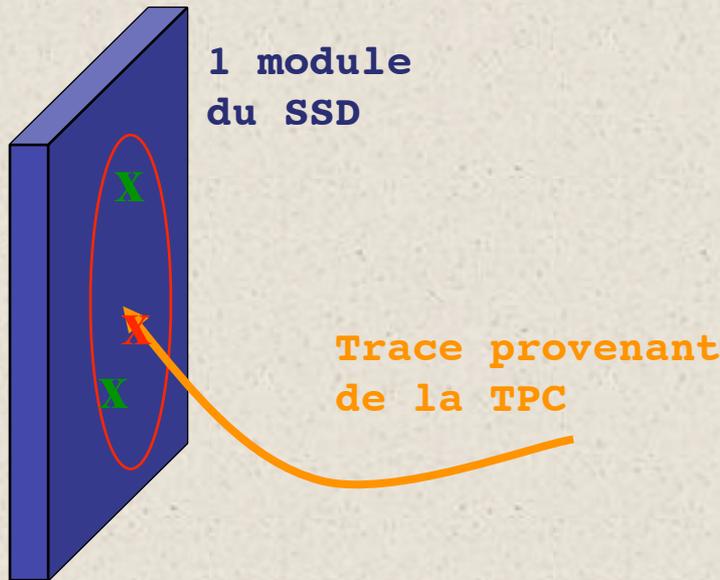


CuCu@62GeV ; $|z| < 10$ cm

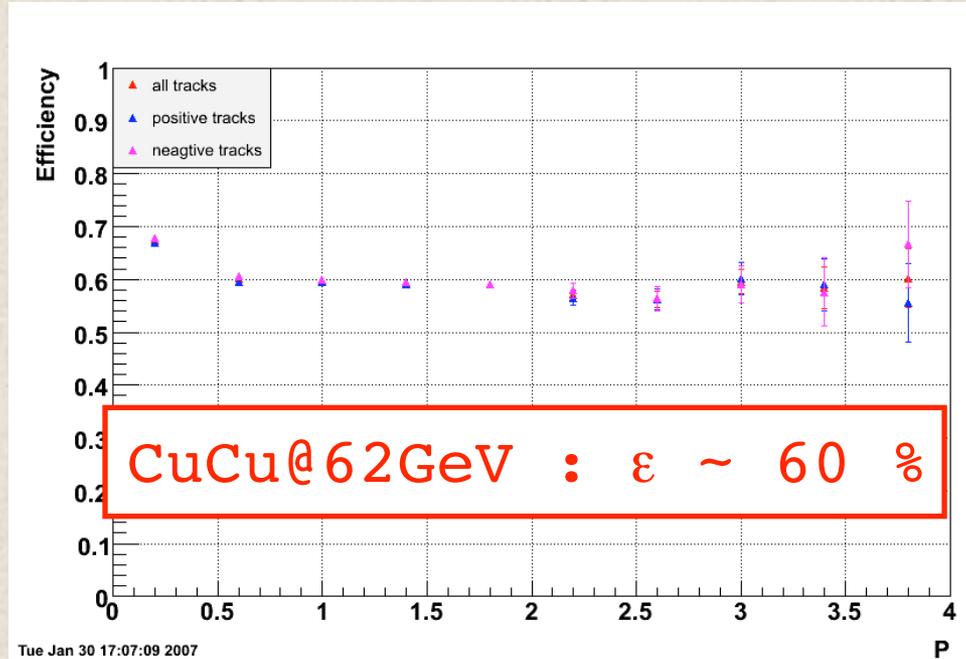
Densité (Hits/détecteur)	CuCu@62GeV	CuCu@200GeV	AuAu@200GeV (simu)
données	0.6	0.9	8

Efficacité de trajectographie

- Projection de la trace sur le SSD lors du *track finding/fitting*
- k points candidats et n points *fittés* sont associés à chaque trace.



- L'efficacité a été définie comme une distribution binomiale entre le nombre de traces ayant un nombre de points candidats = nombre de points ajustés



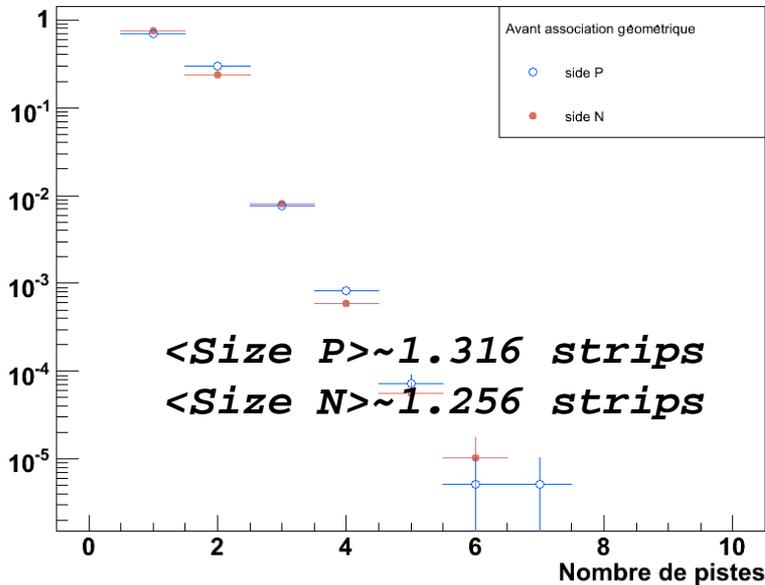
$$\epsilon = \frac{\text{\# tracks with SSD}}{\text{All tracks}} \quad \left| \begin{array}{l} \text{Geometrical} \\ \text{Acceptance} \end{array} \right.$$

Simulation : résultats/modifications

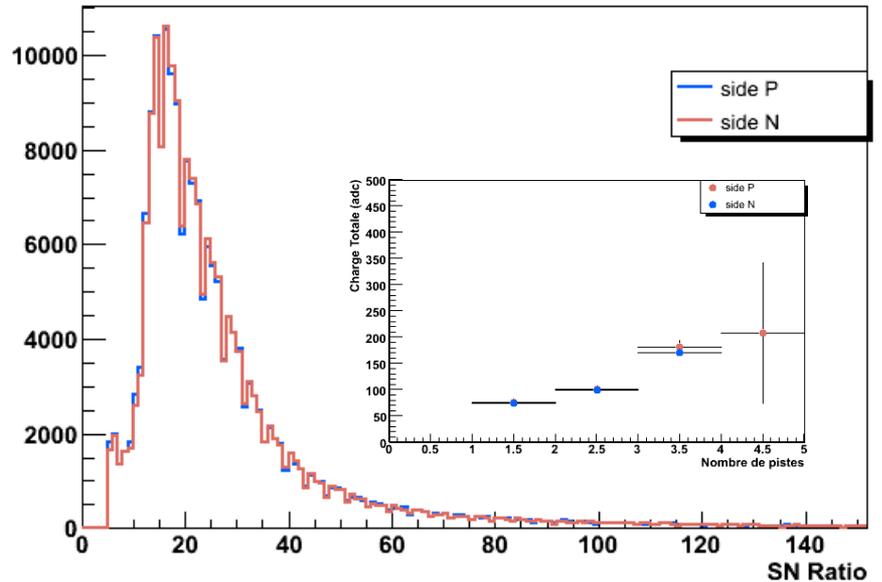
- Efficacité avec les données simulées (CuCu200 hijing) de l'ordre de 80 %.
- Réécriture du code pour **unification avec la chaîne de reconstruction** des données réelle (modification/unification des classes utilisées dans les 2 chaînes) :
 - Pour comprendre les différences entre la simulation et les données réelles
 - Futur : **embedding** avec le SSD.
- Simulation *réaliste* : modification pour prendre les vrais piédestaux
- Fast simulator : test de l'acceptance géométrique

Simulations (CuCu@200GeV Hijing)

Taille des amas



Signal sur bruit



- Différence avec les données réelles dans la taille des amas dû à la limitation dans la simulation sur la taille des amas.

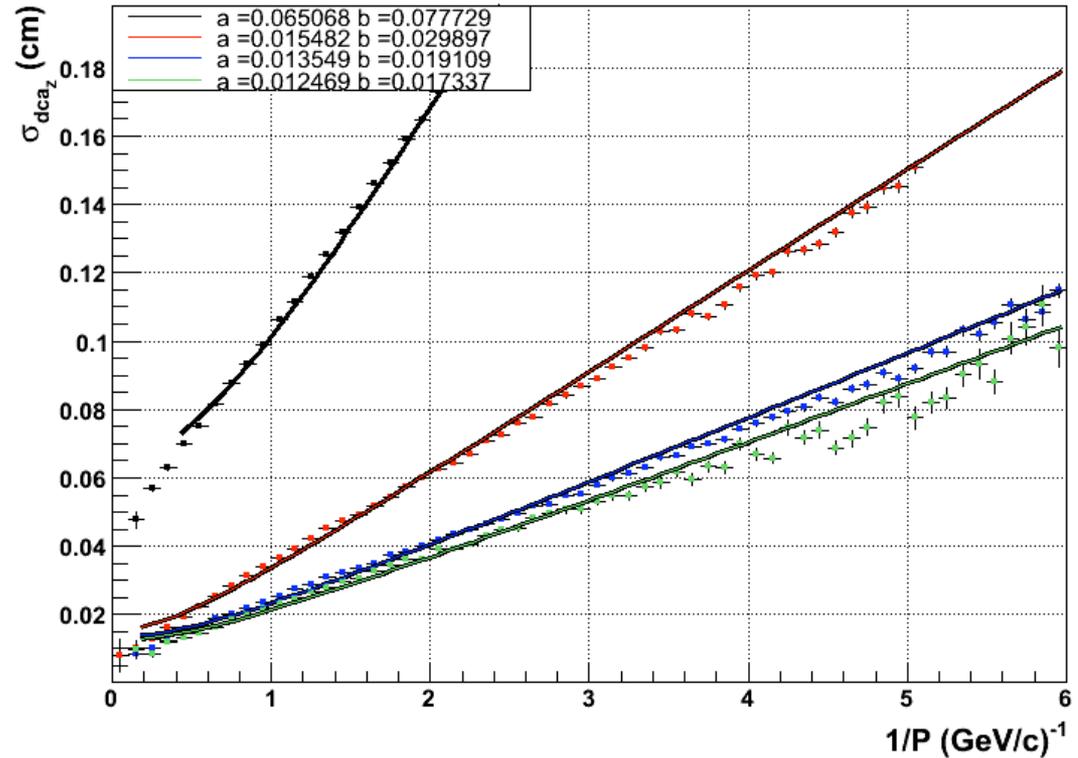
Distance de plus courte approche

- Critère de qualité pour évaluer la précision du SVT/SSD : résolution sur le DCA
- $\sigma_{DCA}^2 = \sigma_{vertex}^2 + \sigma_{tracking}^2 + \sigma_{MCS}^2$
- Contributions :
 - $\sigma_{vertex} \sim 600\mu\text{m}/\sqrt{N\text{tracks}}$
 - $\sigma_{track} \sim 2 * \sigma_{XY}$ (σ_{XY} : résolution intrinsèque du détecteur)
 - Multiple Coulomb Scattering $\sim 170\mu\text{m}/P(\text{GeV}/c)$: cela constitue notre limite à atteindre
- Requis : $\sigma_{track} \sim \text{MCS}$ à 1GeV

$$\begin{cases} \sigma_{XY} < 80\mu\text{m} \\ \sigma_Z < 80\mu\text{m} \end{cases}$$

DCA résolution selon Z

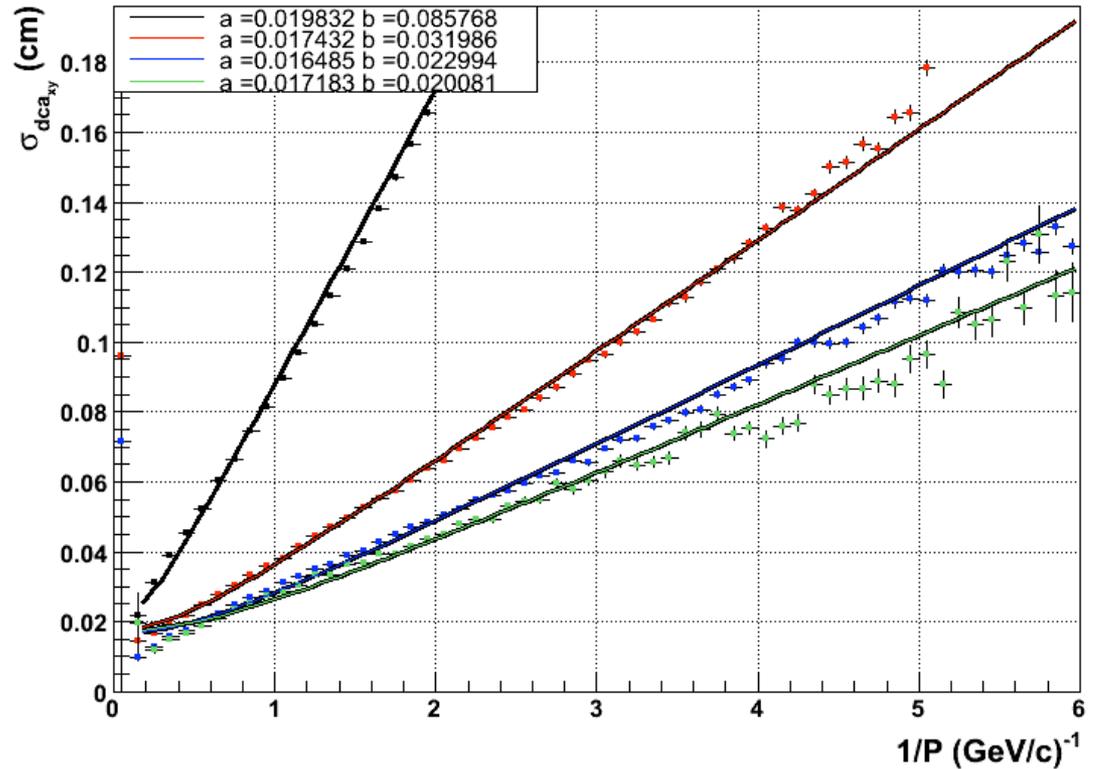
Nombre de Silicon hits	σ_z @ 1 GeV (mm)
1 ●	1005
2 ●	333
3 ●	235
4 ●	214



Ajustement : $\sigma_z = \sqrt{a^2 + (b/P)^2}$

DCA résolution selon XY

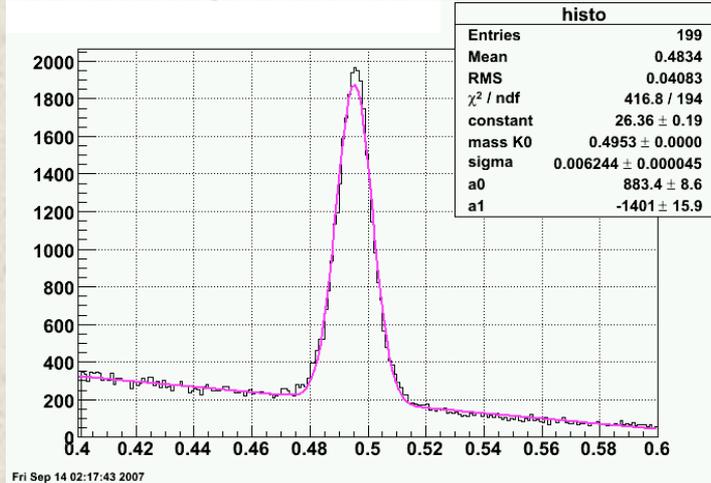
Nombre de Silicon hits	σ_{xy} @ 1 GeV (μm)
1 	880
2 	365
3 	285
4 	270



Ajustement : $\sigma_{XY} = \sqrt{(a^2 + (b/P)^2)}$

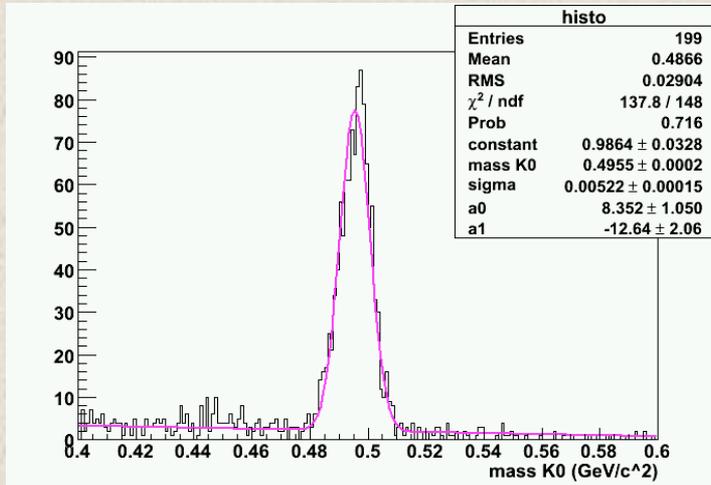
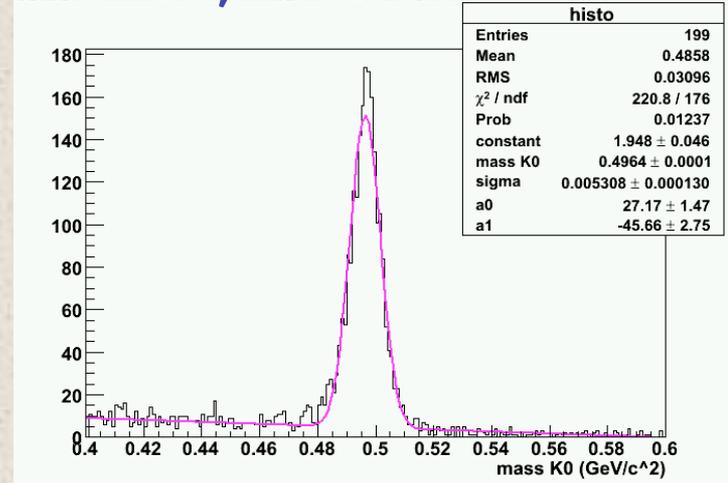
Masse $K_S^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ ($c\tau = 2.68$ cm)

SSD=0 ; SVT=0

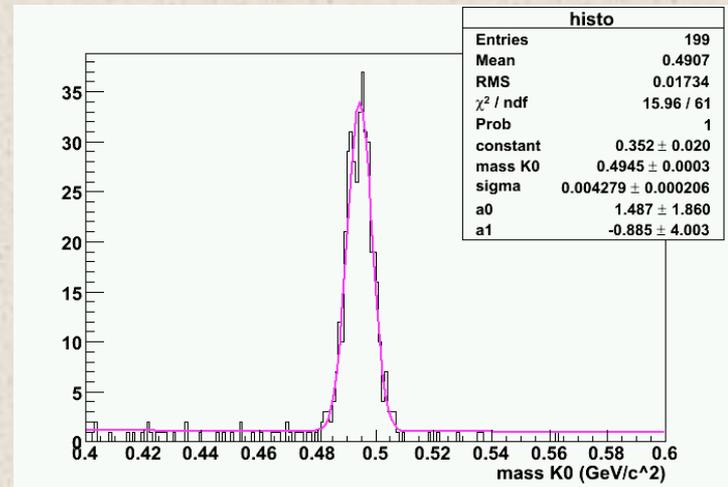


Fri Sep 14 02:17:43 2007

SSD=1 ; SVT=0

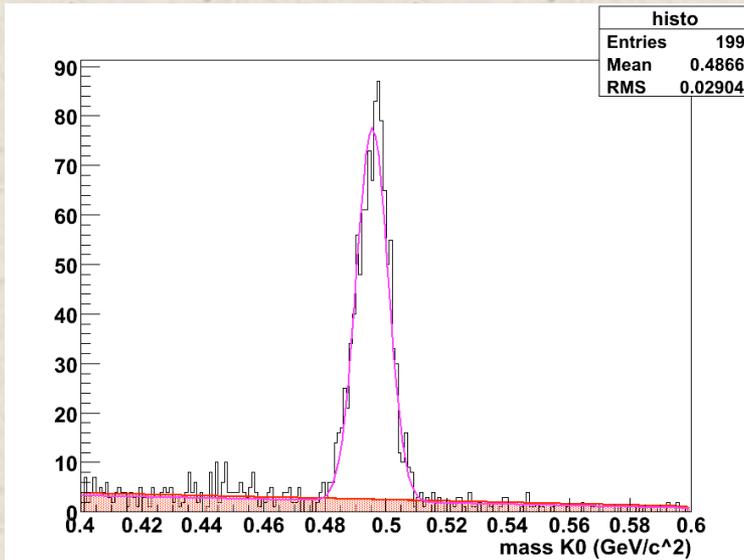
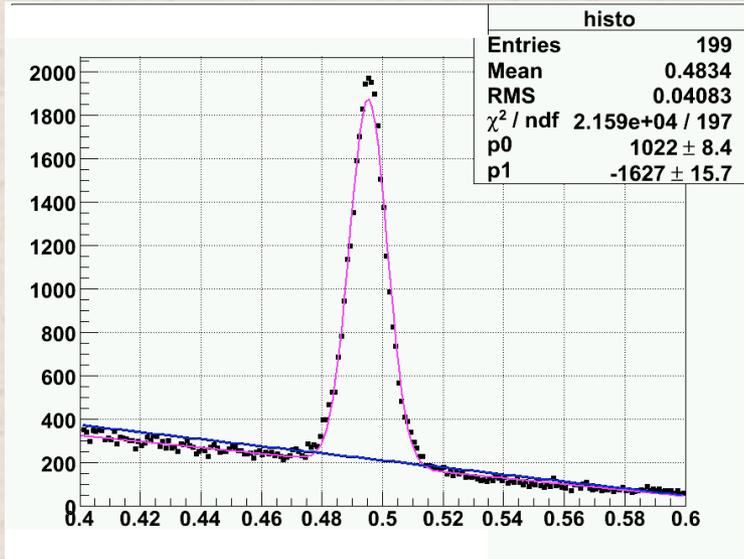


SSD=1 ; SVT=1



SSD=1 ; SVT>1

Signal sur bruit



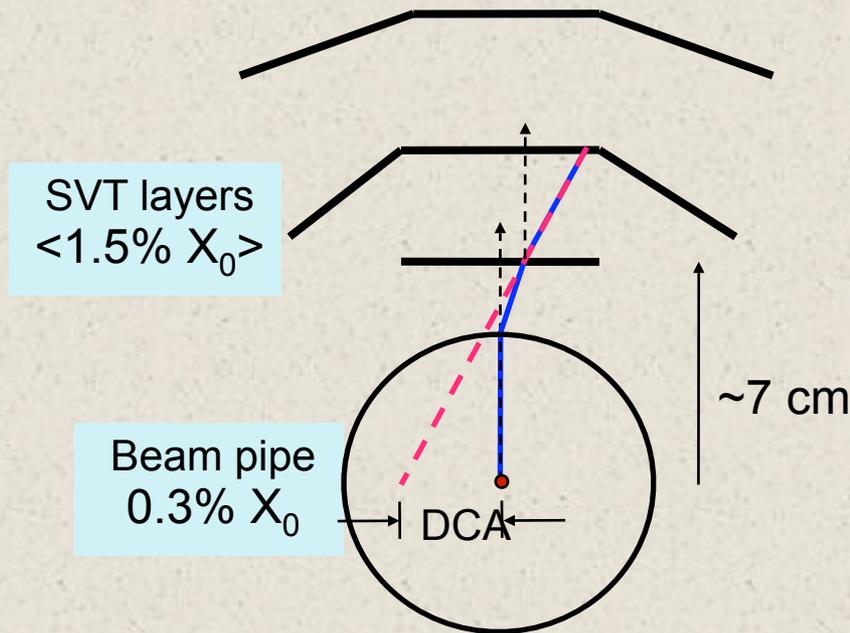
S/B	Bin counting	Intégrale
Sans svt-ssd	3.79	3.85
Avec ssd et 1svt	13.48	12.74

Run VII

- Les 1^{ières} analyses montrent l'**impact** du SSD (et SVT) sur les données physiques (propriétés des traces)
- SSD (et SVT) pratiquement **toujours présents lors du run VII** (AuAu@200GeV)
- Calibration du SSD faite.
- Run pulser permettront de «scanner» toutes les pistes
 - Évaluation des pistes mortes
- Acquisition sans soustraction de piédestaux :
 - Évaluation du déplacement de mode commun
- Alignement en cours

Multiple Coulomb Scattering

$$\theta_0 = \frac{13.6 \text{ MeV} * z * \sqrt{(x/X_0)(1+0.038 \ln(x/X_0))}}{\beta c P}$$



Cas des traces inclinées

