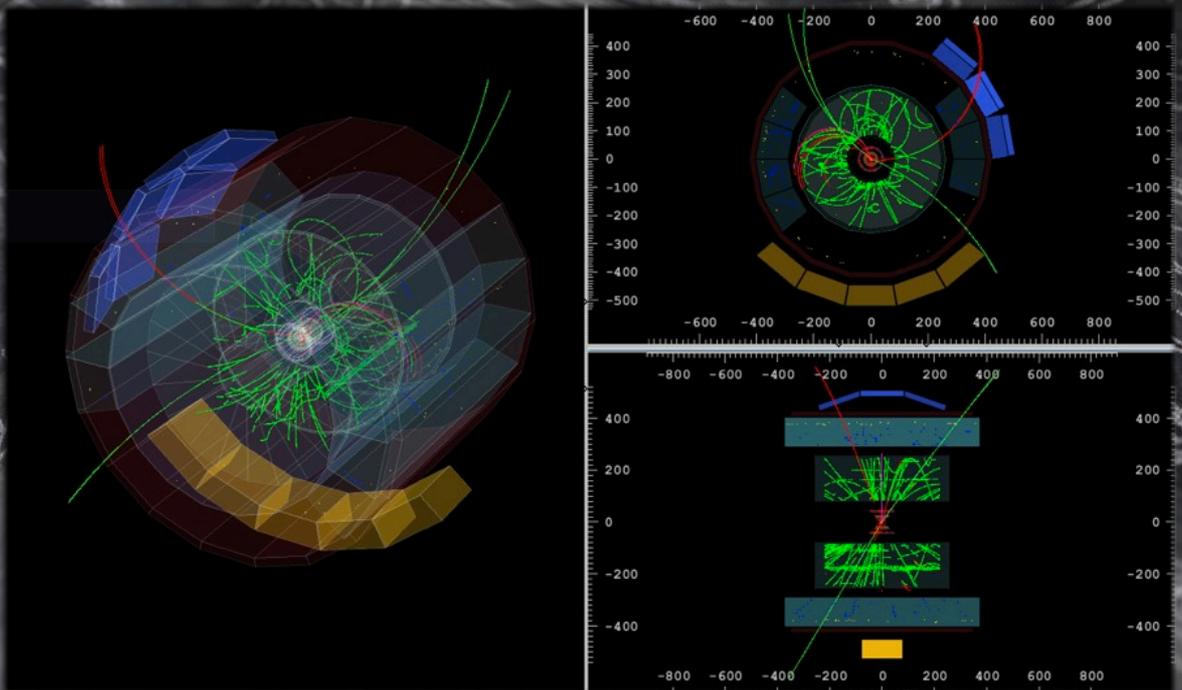


Exercice



«J'ai vu un monde dans une scène.»

Arno

Objectif

Contexte :

Etude du Plasma de Quarks & Gluons

Tache à effectuer :

Compter les particules étranges

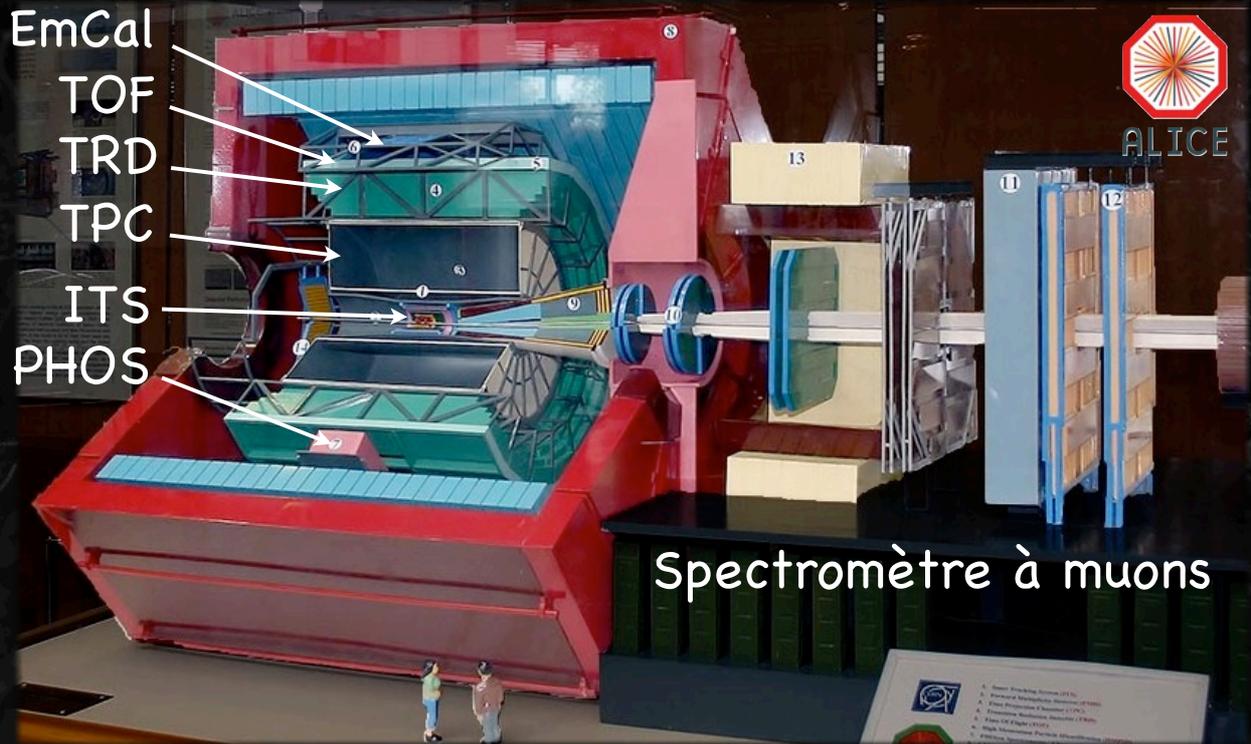
Pourquoi ?

- Créées uniquement lors des collisions
- Taux de production : signature du PQG en Pb-Pb
- En collisions :

p-p à $E = 7 \text{ TeV}$: validation des modèles
référence pour Pb-Pb
nouvelle physique ?

Pb-Pb à $E = 2.76 \text{ TeV}$: Création d'un QGP ?

L'expérience ALICE



Données à analyser : p-p (7 TeV) et Pb-Pb (2,76 TeV)

Identification de particules

Listes des particules directement mesurables :

électron e^- / positron e^+	$m_e = 511 \text{ keV}/c^2$
muons μ^\pm	$m_\mu = 106 \text{ MeV}/c^2$
pions π^\pm	$m_\pi = 139 \text{ MeV}/c^2$
(anti)-proton $p^{+(-)}$	$m_p = 938 \text{ MeV}/c^2$

Comment reconnaît-on une particule ?

courbure de la trajectoire \Rightarrow impulsion \vec{p} et charge Z
calorimètre \Rightarrow énergie (E)

$$\text{Relativité Restreinte} \Rightarrow mc^2 = E^2 - \vec{p}^2 c^4$$

Carte d'identité d'une particule : masse & charge

Identification de particules

Comment reconnait-on une particule ?

courbure de la trajectoire \Rightarrow impulsion \vec{p} et charge Z
calorimètre \Rightarrow énergie (E)

$$\text{Relativité Restreinte} \Rightarrow mc^2 = E^2 - \vec{p}^2 c^4$$

Carte d'identité d'une particule : masse & charge

Désintégration d'une particule :



Conservation de l'énergie, de l'impulsion et de la charge

$$\Rightarrow E_A = E_B + E_C$$

$$\vec{p}_A = \vec{p}_B + \vec{p}_C$$

$$Z_A = Z_B + Z_C$$

\Rightarrow masse & charge de A

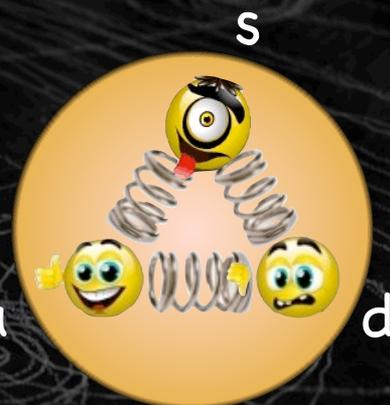
Particules étranges

Les quarks :

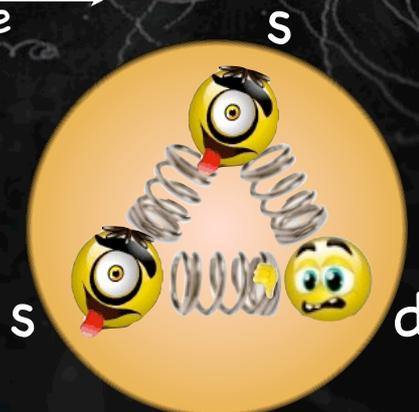
Up	Charm	Top	
			$+\frac{2}{3} e$
Down	Strange	Beauty	$-\frac{1}{3} e$

masse \rightarrow

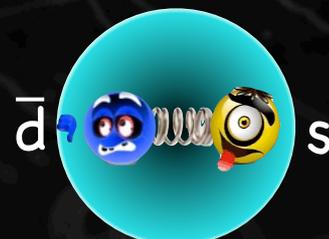
(anti)-Lambda : Λ^0



Xi : Ξ^-



Kaon neutre : K^0

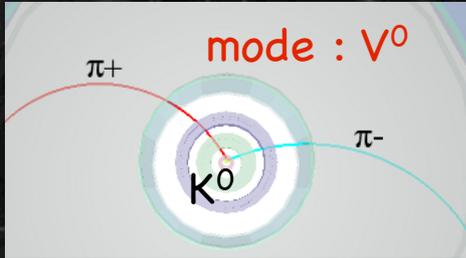


Désintégration des Particules étranges

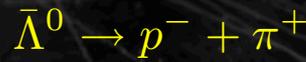
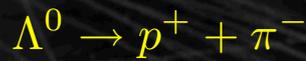
Kaon neutre : K^0



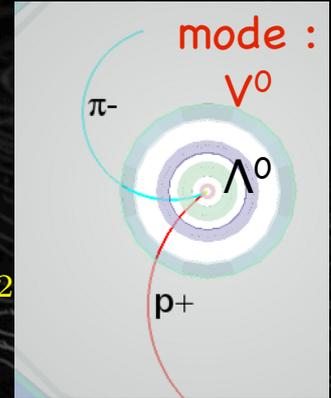
$$m_{K^0} = 0,497 \text{ GeV}/c^2$$



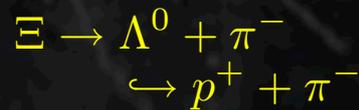
(anti)-Lambda : Λ^0



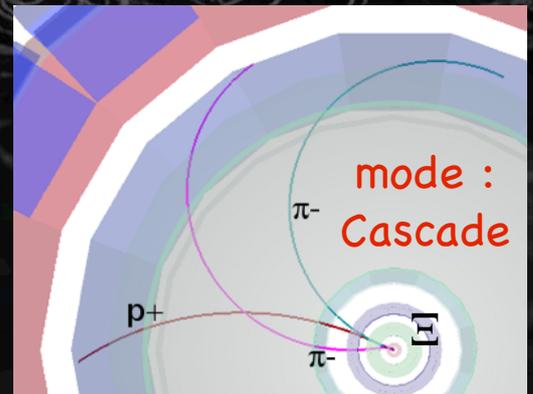
$$m_{\Lambda^0} = 1,115 \text{ GeV}/c^2$$



Xi : Ξ^-



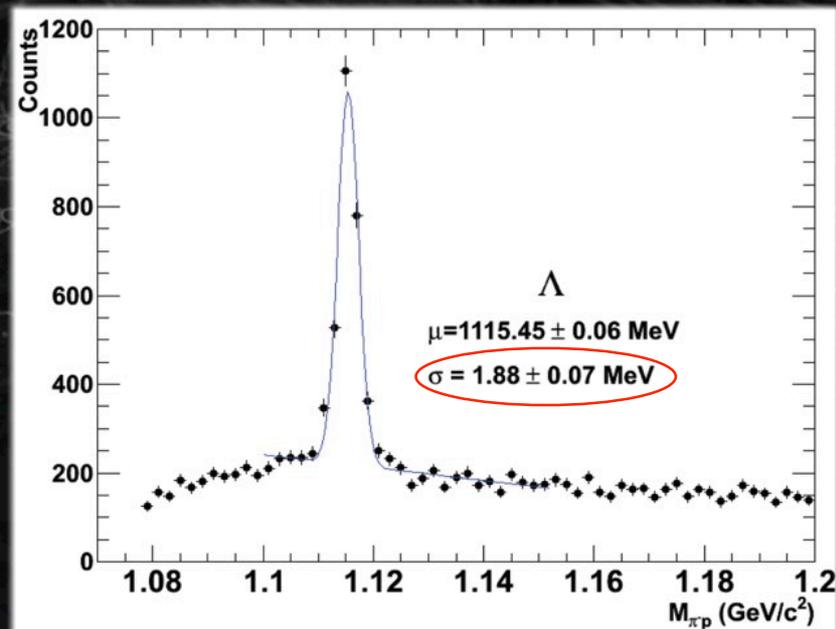
$$m_{\Xi^-} = 1,321 \text{ GeV}/c^2$$



Comparaison Mesure/Simulation

Toute mesure est entachée d'erreur !

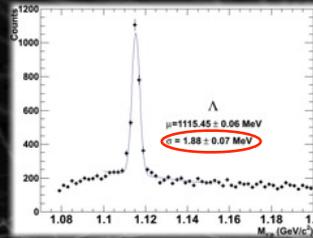
1) Résolution de l'instrument :



Comparaison Mesure/Simulation

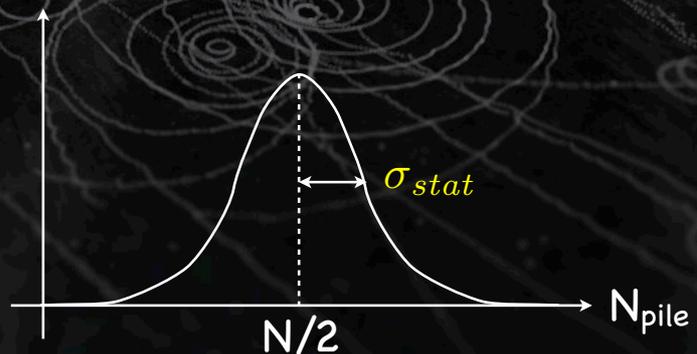
Toute mesure est entachée d'erreur !

1) Résolution de l'instrument :



2) Erreur Statistique :

N pile/face
Pour N = 100
 $\langle N_{pile} \rangle = N/2 = 50$
mais pas à chaque essai



$$\sigma_{stat} = \sqrt{N}$$

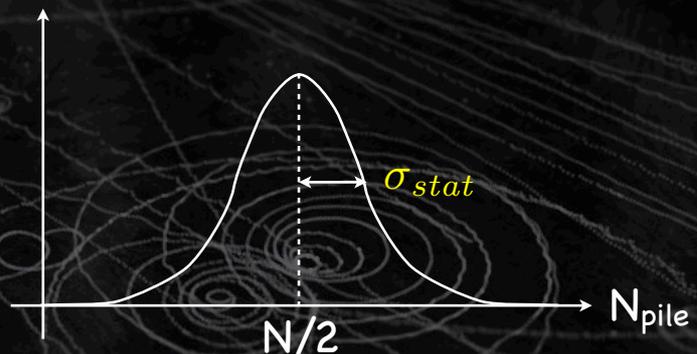
N : nombre d'événements

Comparaison Mesure/Simulation

Toute mesure est entachée d'erreur !

2) Erreur Statistique :

N pile/face
Pour N = 100
 $\langle N_{pile} \rangle = N/2 = 50$
mais pas à chaque essai



$$\sigma_{stat} = \sqrt{N}$$

N : nombre d'événements

Comparaison avec la simulation :

Votre résultat : $N_{K^0}^{mes} = N \pm \sigma_{stat}$

Est-ce compatible avec la simulation ?

$$N - \sigma_{stat} < N_{K^0}^{Sim} < N + \sigma_{stat}$$



Instructions

Lancement des programmes

- 1) Ouvrir une session :
login : inviteXX (XX = 01-20)
mot de passe : flagada
- 2) Ouvrir un terminal :
application «Terminal» ou «xterm»
- 3) Initialiser les variables dans la fenêtre terminal :
source env_MasterClass (une seule fois par fenêtre)
- 4) lancement des programmes :
Exercice d'initiation : mc1
Exercice d'analyse : mc2

Exercice Initiation (30mn)

Objectif :

Montrer comment sont détectés les particules étranges
sélection de traces candidates
calcul de masse invariante

Faire réaliser que cette méthode est fastidieuse
et irréalisable pour analyser des millions d'événements

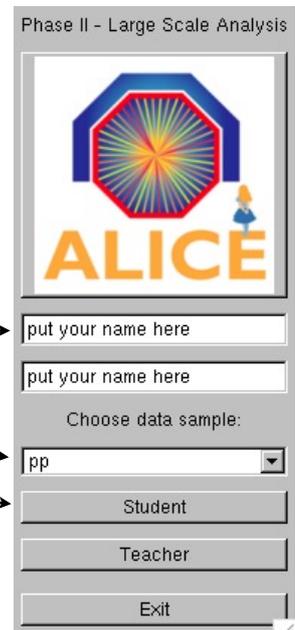
- 1) Lancement : mc1
- 2) Sélectionner le mode démo (collisions p-p)
- 3) Ouvrir la fenêtre calculatrice (à gauche de la fenêtre principale)
- 4) Repérer les particules étranges via leur mode de désintégration
Indice : désintégration par le mode V0
- 4) Cliquer sur les traces et copier les informations dans la calculatrice
- 5) Calculer la masse invariante grâce à la calculatrice et identifier la particule mère
- 6) Faire la même chose sur un exemple de collision Pb-Pb :
relancer l'exercice (mc1) et sélectionner le data set 7

Exercice Analyse (1h)

Objectif :

Montrer comment le nombre de particules produites est déterminé
analyse statistique
détermination du signal et du bruit de fond

- 1) Lancement : mc2
- 2) remplir avec vos noms
- 3) commencer par les données pp
- 4) effectuer l'exercice en mode «étudiant»



Exercice Analyse : p-p

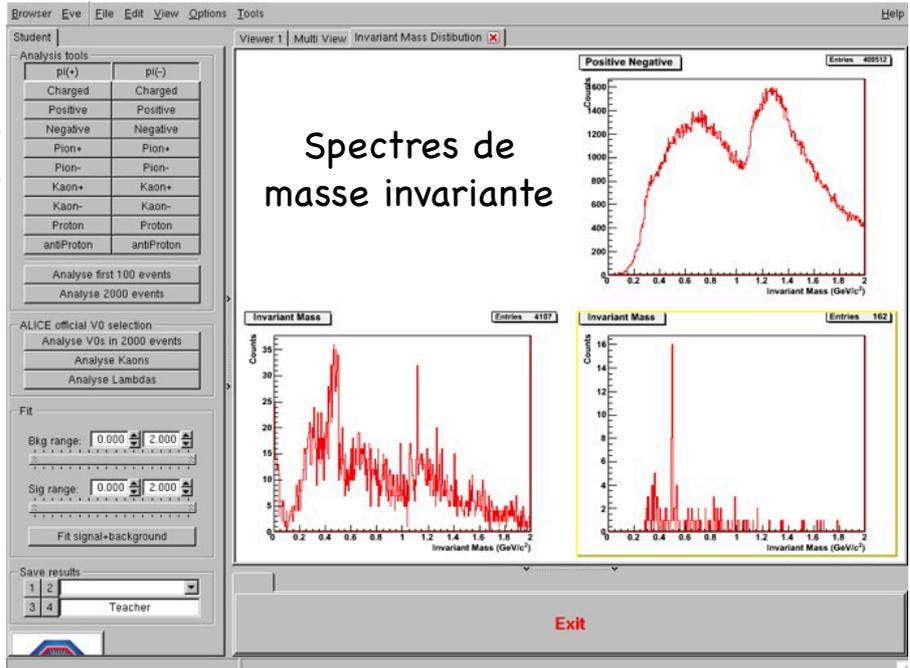
Choisir une particule à analyser (K^0 , Λ , ou $\bar{\Lambda}$)

Sélectionner les types de particules filles

Lancement des analyses (avec/sans V0)

Paramètres du fit (voir plus loin)

Sauvegarde des données (type + position du spectre)



Soyez patients, il y a un temps de latence après l'affichage.

Exercice Analyse : p-p

Calcul des paramètres

- Bruit de fond :

$$ax^2 + bx + c$$

- Signal :

Courbe en cloche (gaussienne)

Réglage des domaines
Bruit de fond & Signal

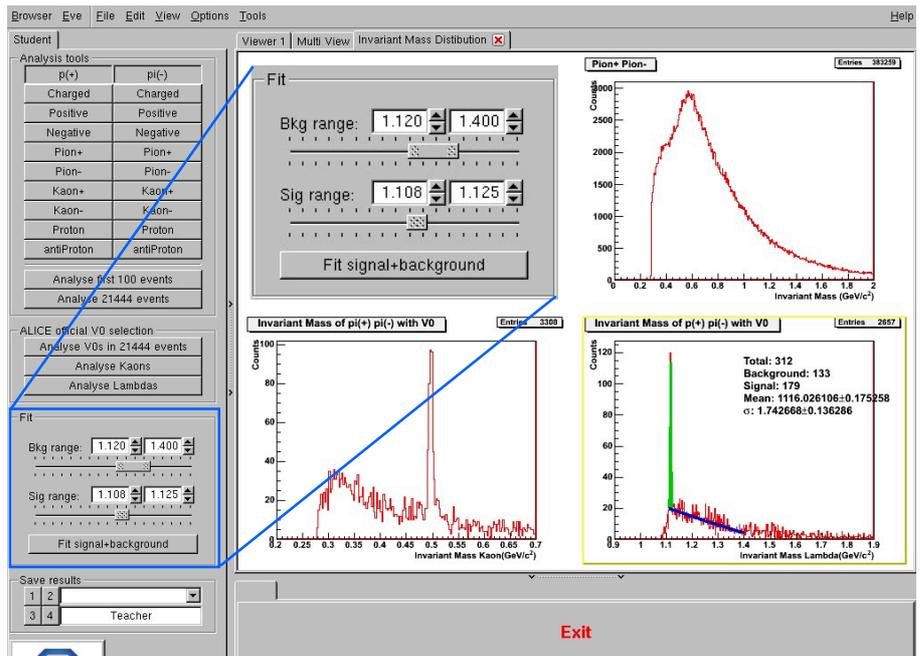
Calcul des paramètres

- Bruit de fond :

$$ax^2 + bx + c$$

- Signal :

Courbe en cloche (gaussienne)



Détermination du nombre de particules (Signal)

de la masse (Mean) et de l'erreur sur la masse (σ)

Exercice Analyse : p-p

Calcul des paramètres

- Bruit de fond :

$$ax^2 + bx + c$$

- Signal :

Courbe en cloche
(gaussienne)

Réglage des domaines

Bruit de fond & Signal

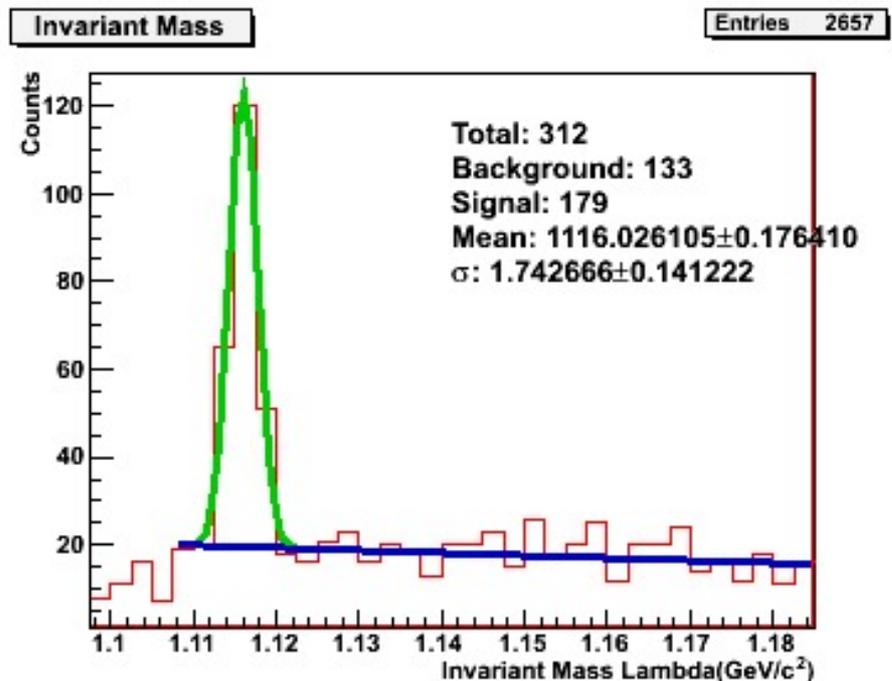
Calcul des paramètres

- Bruit de fond :

$$ax^2 + bx + c$$

- Signal :

Courbe en cloche
(gaussienne)



Détermination du nombre de particules (Signal)

de la masse (Mean) et de l'erreur sur la masse (σ)

Exercice Analyse : Pb-Pb

Analyser la même particule que pour p-p (K^0 , Λ , ou $\bar{\Lambda}$)

Sortir de l'application et relancer (mc2) en sélectionnant
les données PbPb

Tracez les spectres et effectuez l'analyse en mode

Ne vous laissez pas impressionner, vous savez déjà quelle
est plus ou moins la masse de vos particules

Si vous avez le temps, analyser les autres particules étranges

N'HESITEZ PAS A SOLLICITER VOS TUTEURS

En piste !

