



# Etude des re-interactions d'un faisceau de pions dans une cible nucléaire pour la mesure de la section efficace Drell-Yan

Antoine Chauvin  
Stage de Master 2 PSA  
Du 04 avril 2018 au 20 juin 2018  
Au CEA Orme de Saclay  
Direction: Stephane Platchkov

# Le spectromètre COMPASS

Au SPS au CERN

Expérience sur cible fixe

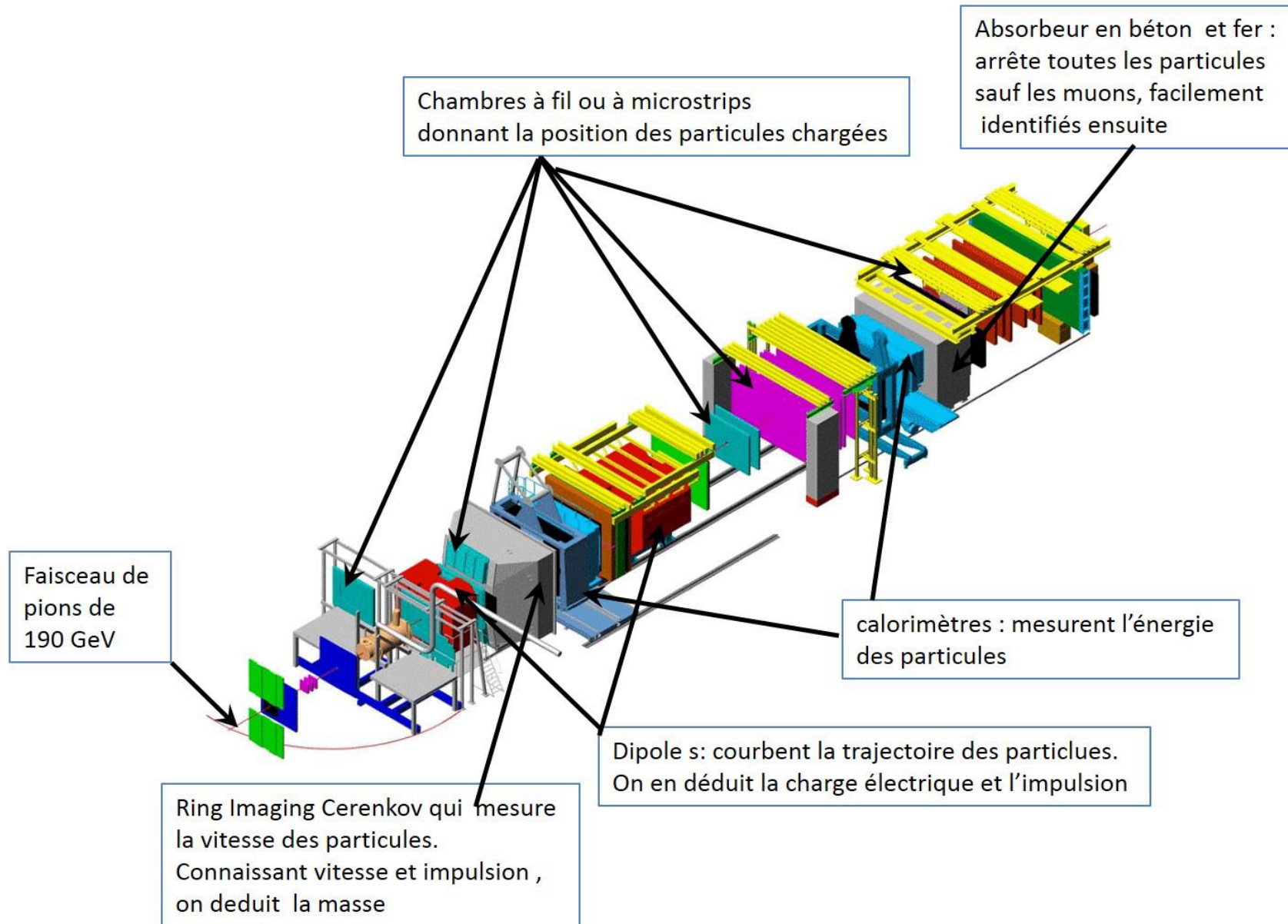
Recherche: spectroscopie et structure des hadrons

Faisceau de pions ( $\pi^-$ ) de 190GeV

Energie disponible dans le Centre de Masse (CM)  $\sqrt{s} = 18,9 \text{ GeV}$



# La configuration COMPASS



# Processus Drell-Yan

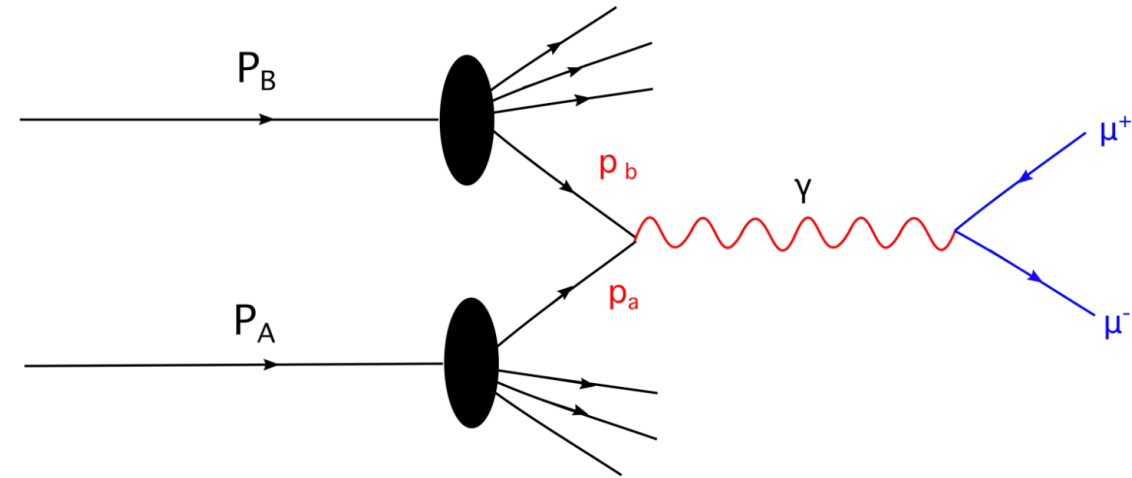
Proposée en 1970 par Sidney Drell et Tung-Mow Yan.

$$p_a = x_1 P_A$$

$$p_b = x_2 P_B$$

Processus QED

$$\frac{d^2\sigma}{dx_1 dx_2} = \sum_i \frac{4\pi\alpha^2 Q_q^2}{9q^2} [f_q^B(x_1) f_{\bar{q}}^T(x_2) + f_{\bar{q}}^T(x_2) f_q^B(x_1)]$$



Dépendance aux Fonctions de Distribution des Partons longitudinale  $f(x)$

PDF: Objet non perturbatif  $\rightarrow$  Mesure

# Processus Drell-Yan

Processus QCD aux ordres supérieurs

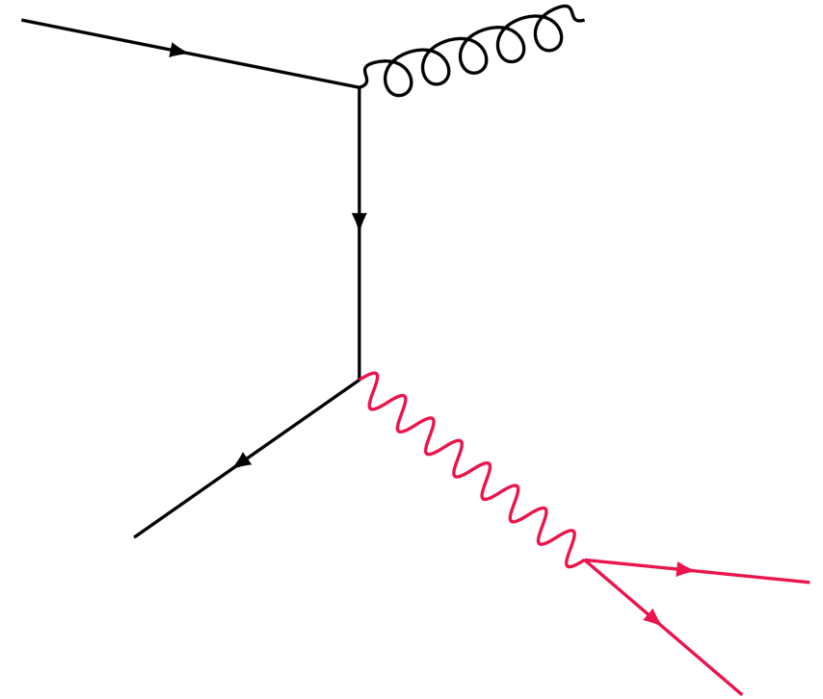
Pris en compte jusqu'à l'ordre  $\alpha_s^2$

Drell-Yan:

Simple car QED

Facilement mesurable à travers la paire de  $\mu^+\mu^-$

Permet d'accéder aux PDF des pions et PDF nucléaires



# Section efficace et longueur d'interaction

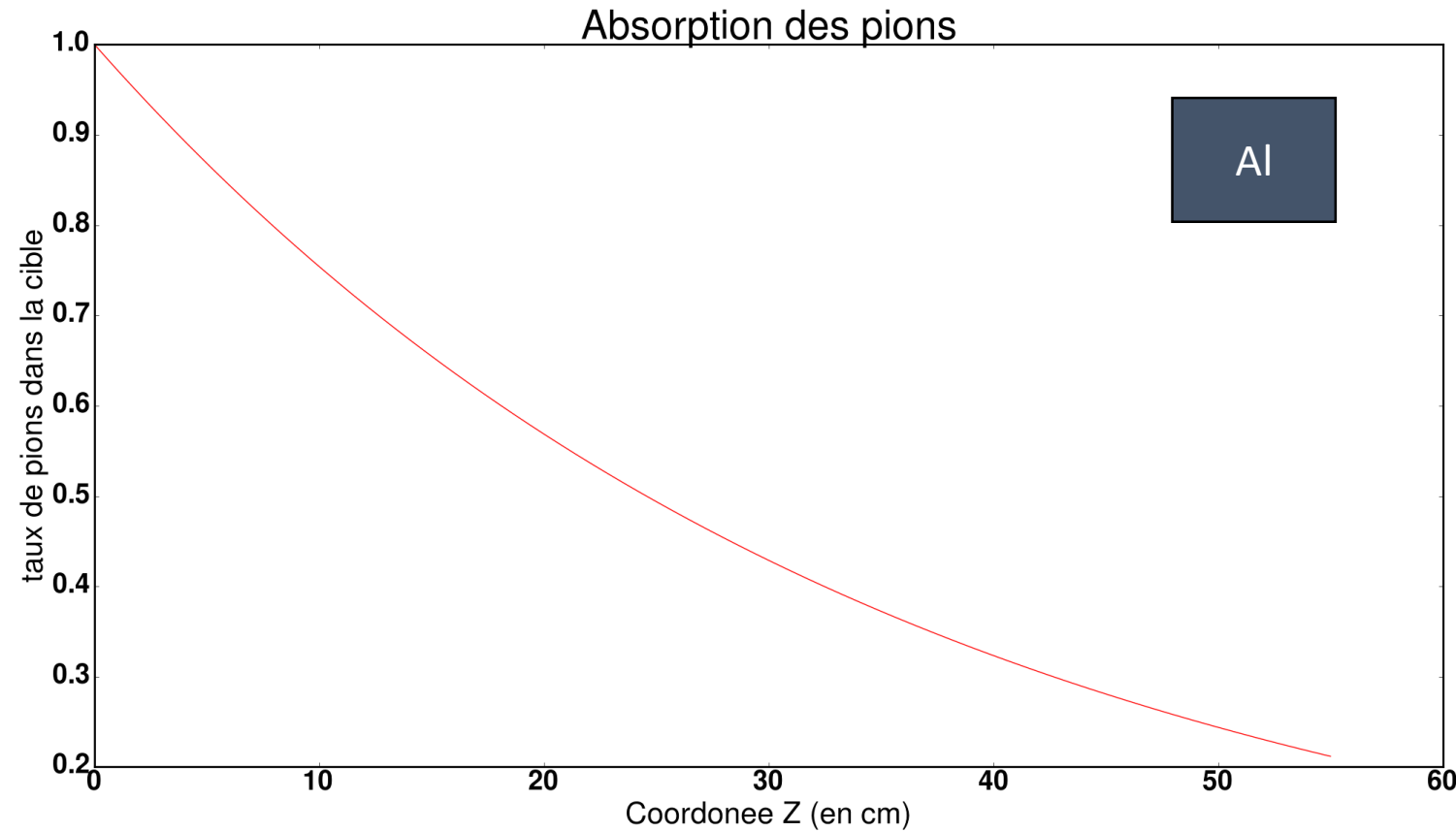
Mesure des propriétés des muons

$$\sigma = \frac{N_{\text{paire mesurée}}}{L * A}$$

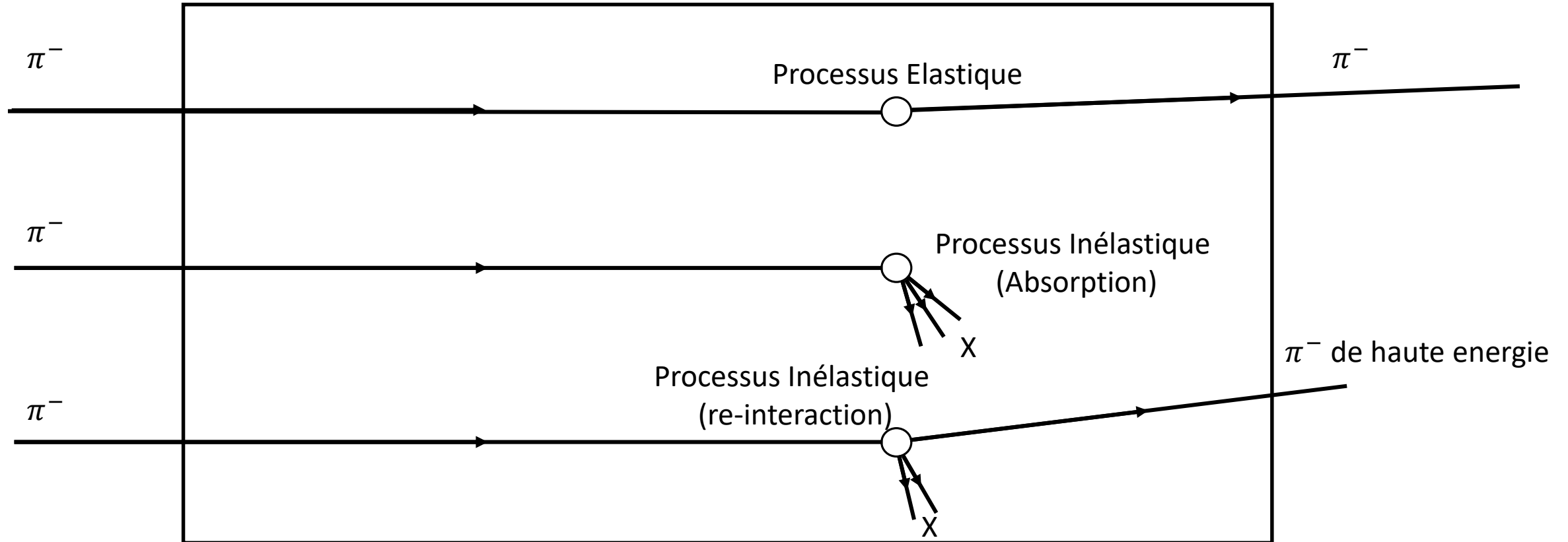
Luminosité dépend du Flux.  $L = \text{flux incident} * \text{nb centre diffuseur}$

$$I(x) = I_0 \exp\left(-\frac{\rho z}{\lambda_{\text{int}}}\right)$$

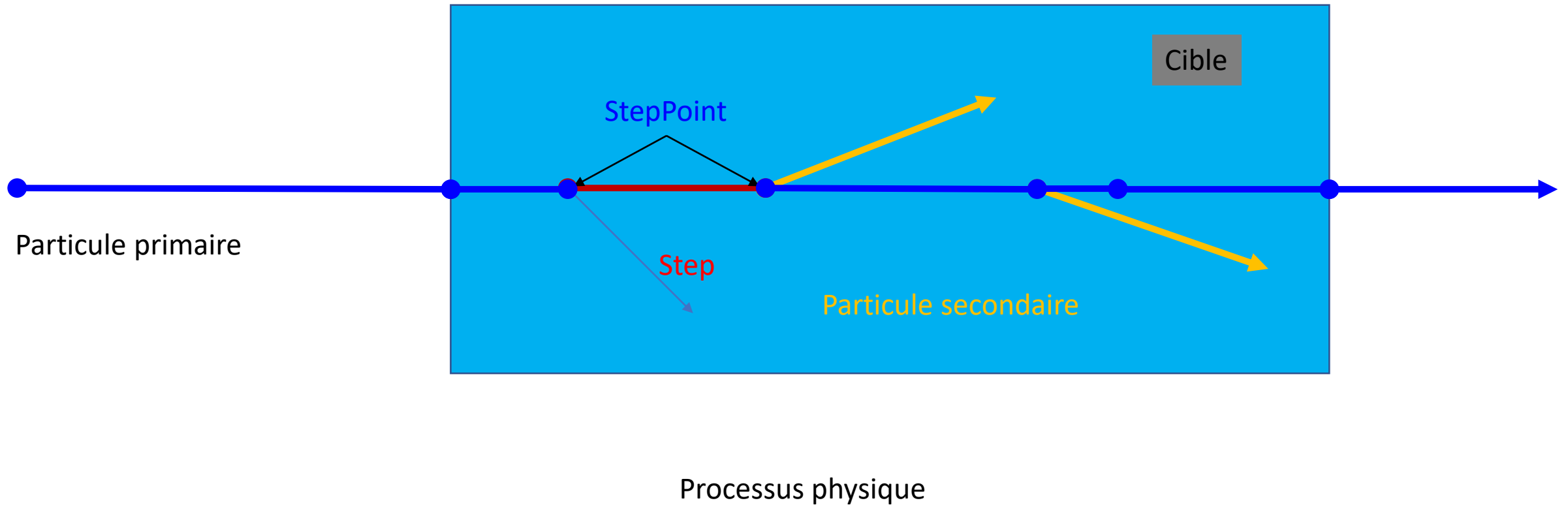
Longueur interaction: longueur moyenne pour réduire le flux de  $\frac{1}{e}$



# Interactions des pions dans la cible



# Geant4: Déroulement





# Geant4: Modèles

Processus physique: calculé à partir de modèles

$$\lambda(E) = \left( \sum_i [n_i \cdot \sigma(Z_i, E)] \right)^{-1}$$

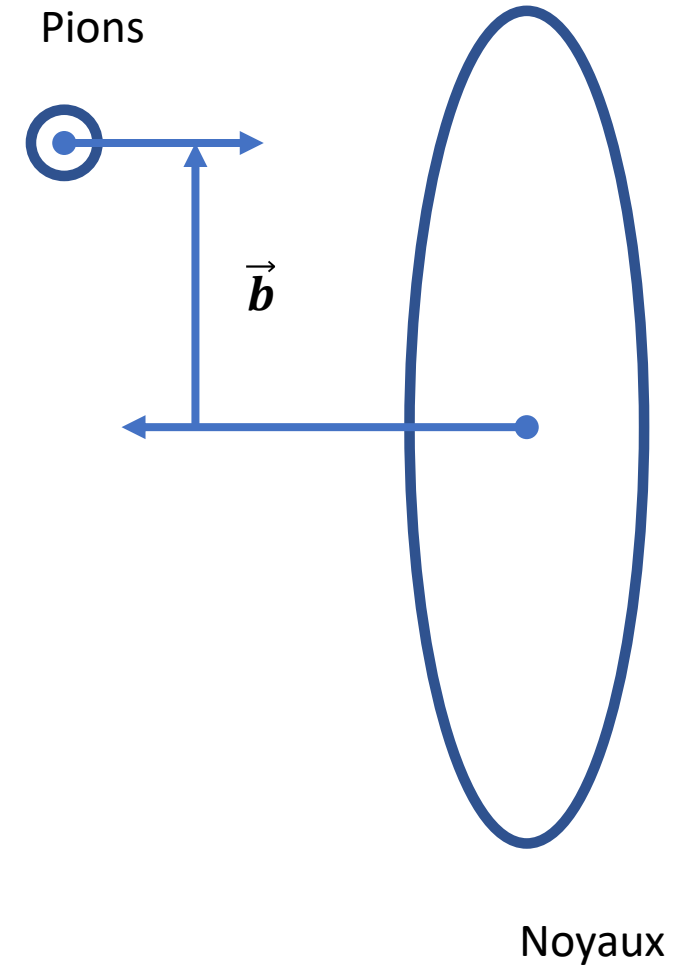
Le  $\sigma(Z, E)$  calculé à partir du modèle de Glauber-Gribov

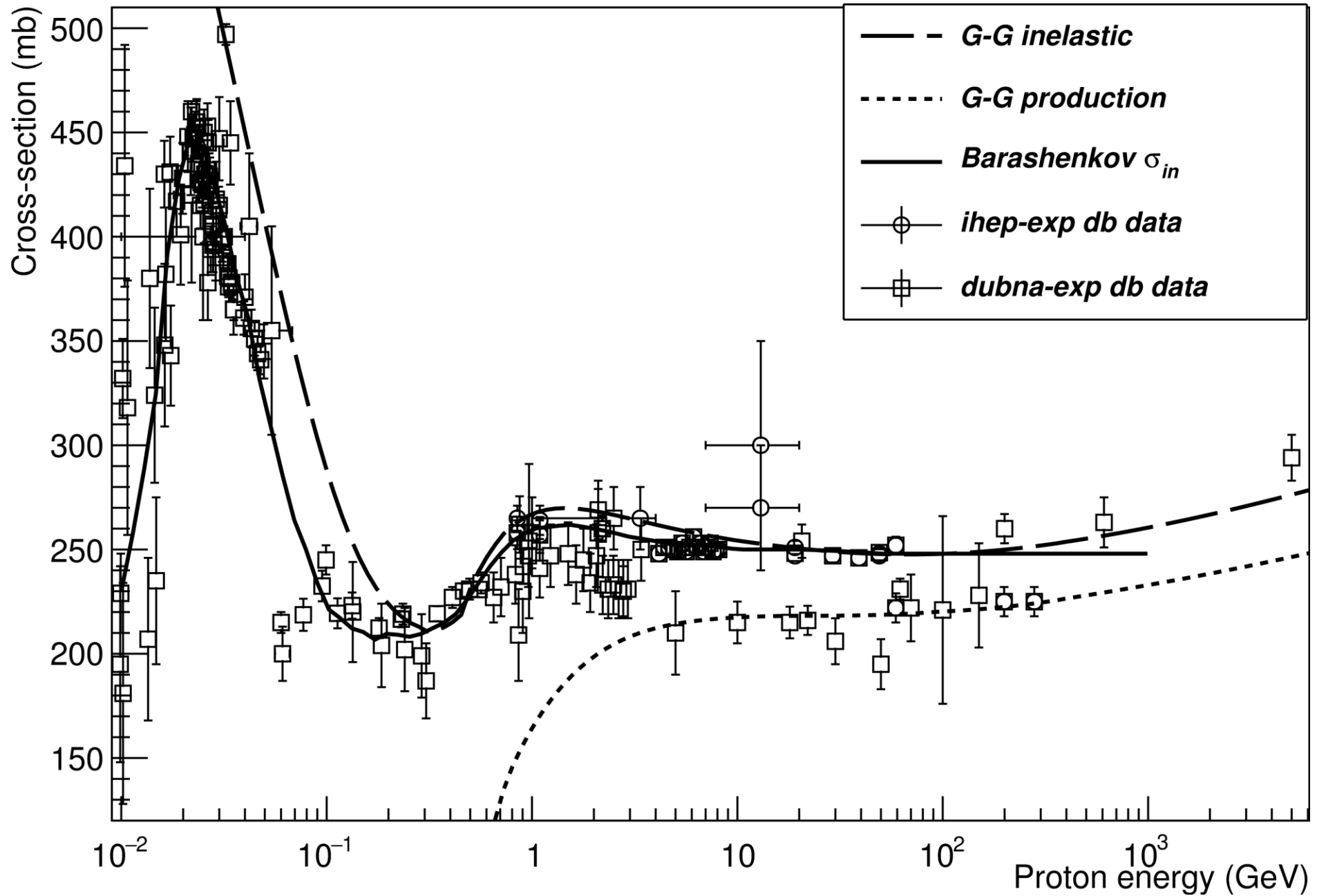
Glauber-Gribov: considération géométrique et donnée  $\sigma$  hadons-nucleons

Etat final:

Inélastique: Quark-Gluon-String

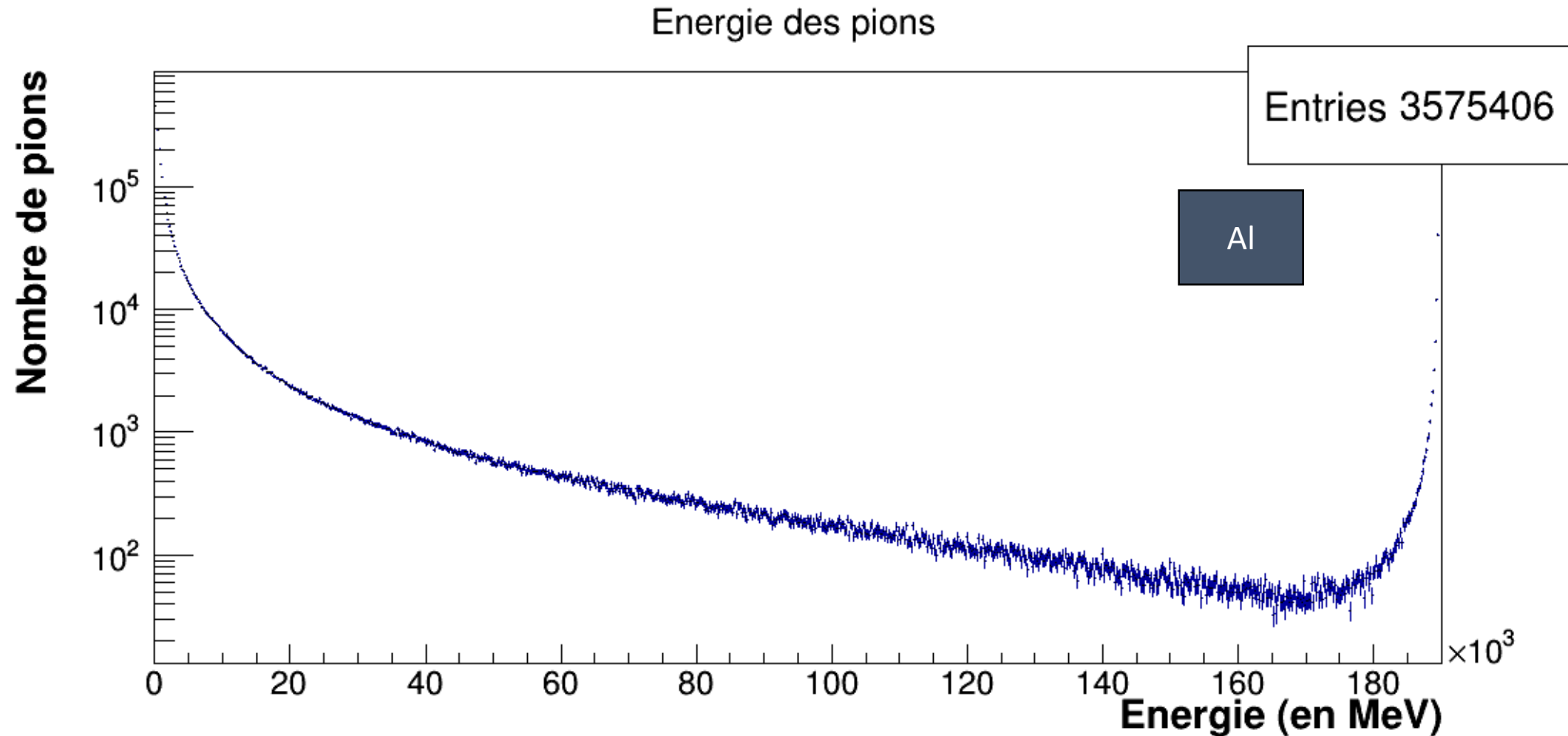
Elastique: basée sur Glauber



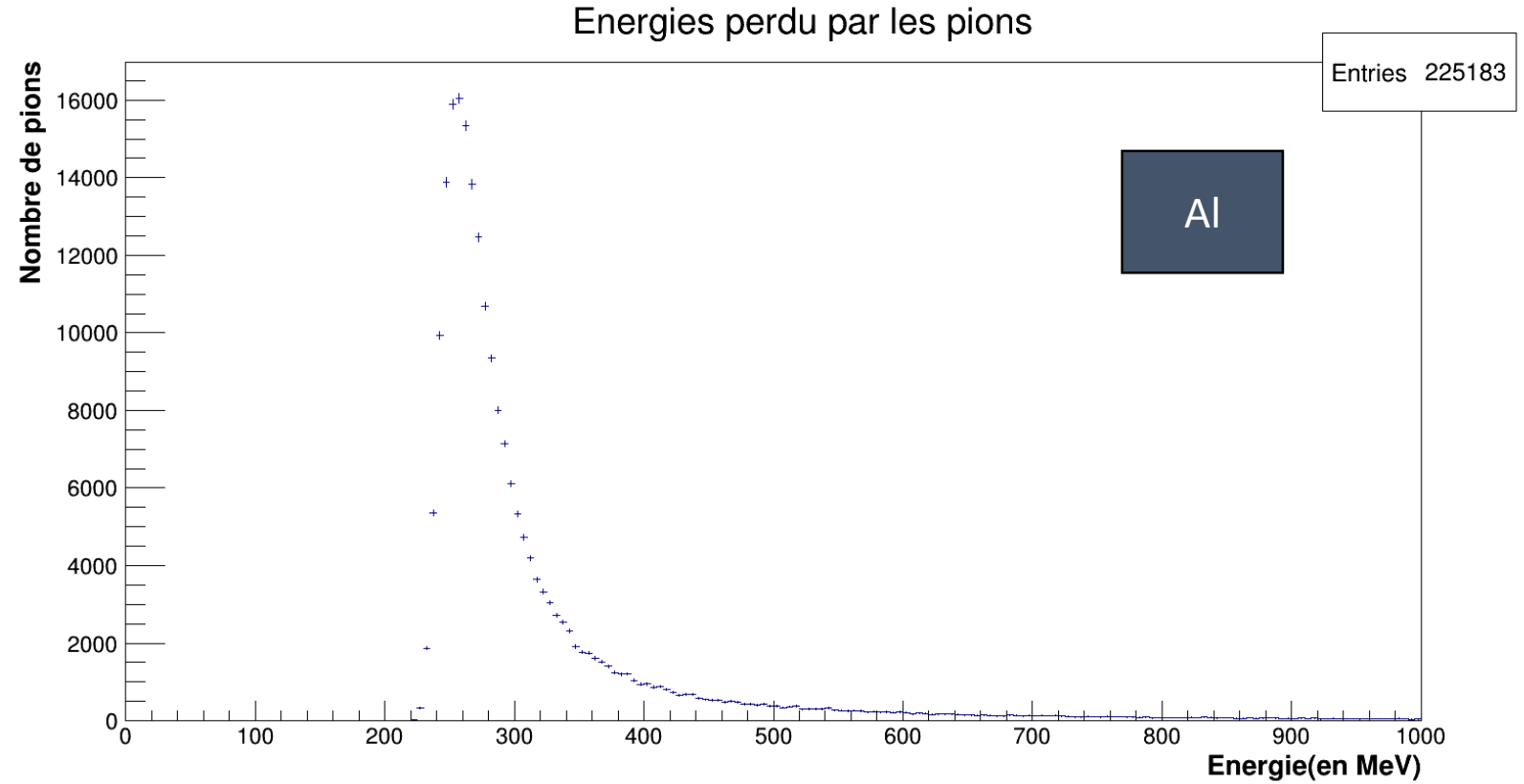


Source: [Col17c]

# Spectre en énergie



# Energie Perdue



Suit une courbe de Landau

Energie moyenne perdue: 365 MeV

Pouvoir arrê aluminium: 2,4 g/MeV/cm<sup>3</sup>

Perte énergie attendue: 356 MeV

# Comparaison de 2 modèles d'absorption

Choix de coupure: 100 GeV

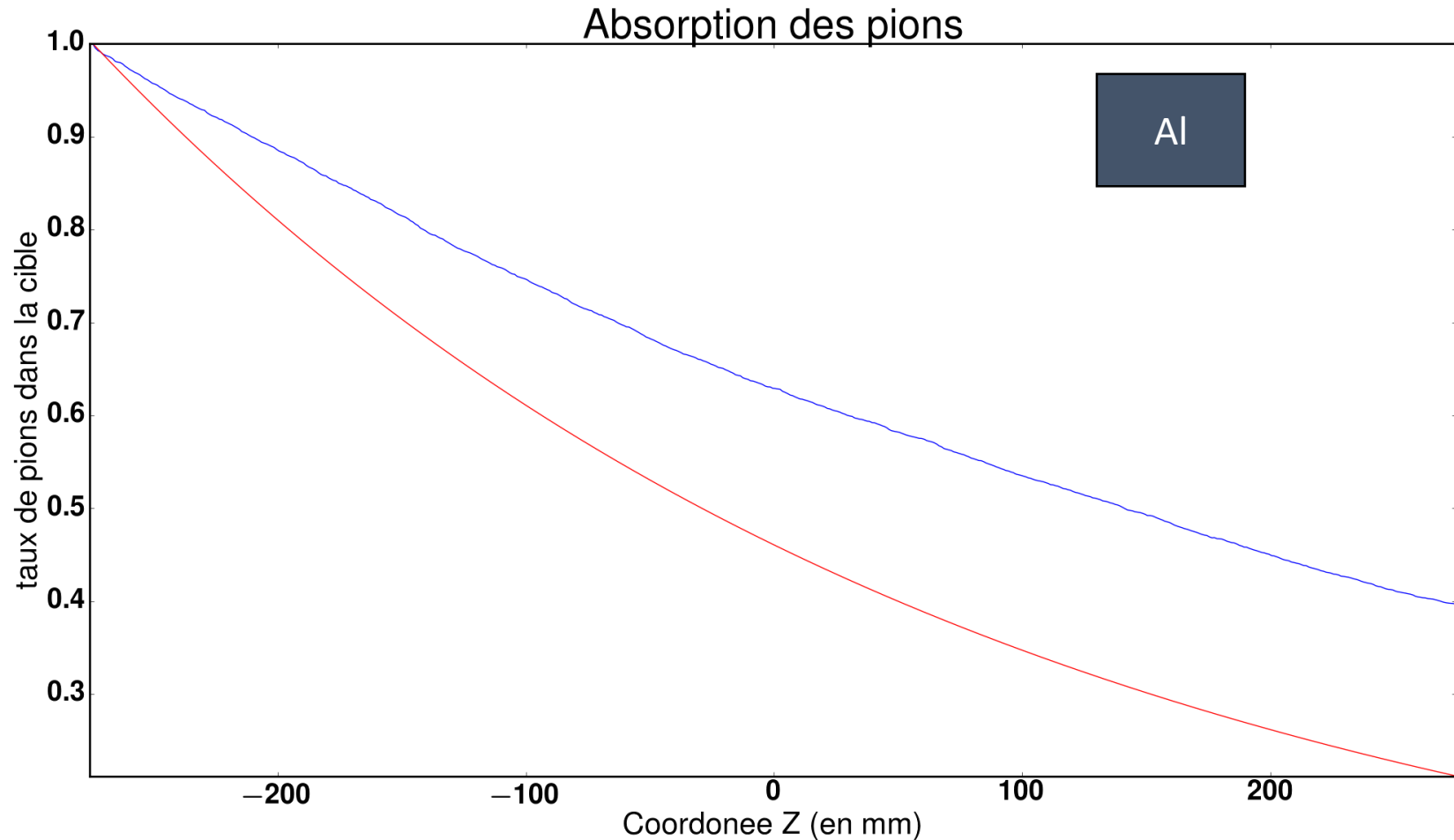
Suit une exponentielle décroissante

Ecart entre simulation et calcul

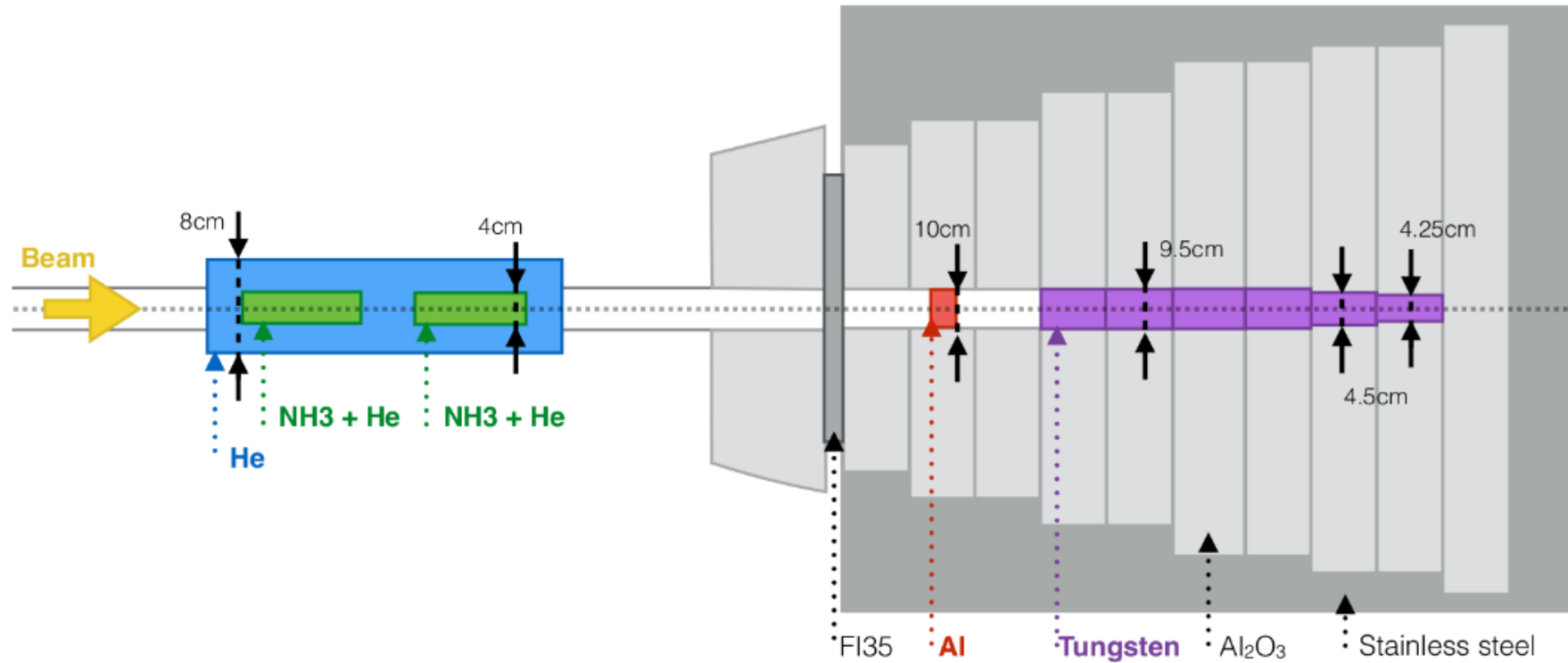
**Simulation:** 60%

**Calculée:** 79%

**Hypothèse:** Contribution des pions secondaires, choix de coupure en énergie, longueur interaction choisie



# Propriétés des cibles

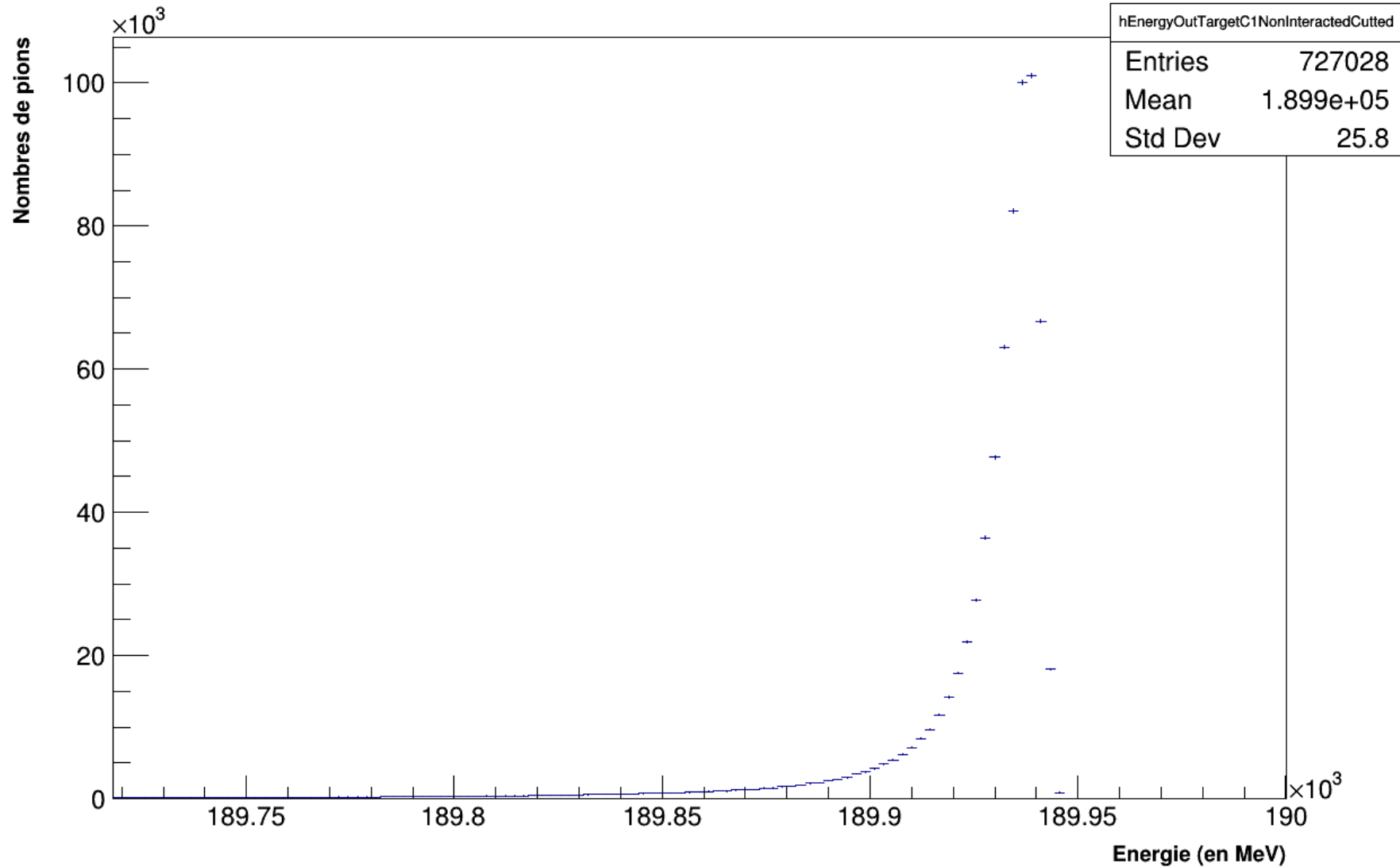


Source: [COM]

Cible	Longueur	Densité effective	Longueur interaction
NH <sub>3</sub> +He	55 cm	0,5251 g/cm <sup>3</sup>	89,98 g/cm <sup>2</sup>
Aluminium	20 cm	2,699 g/cm <sup>3</sup>	95,6 g/cm <sup>2</sup>
Tungstène	120cm	19,3 g/cm <sup>3</sup>	133,9 g/cm <sup>2</sup>

# Spectre en énergie

Spectre en energie des pions



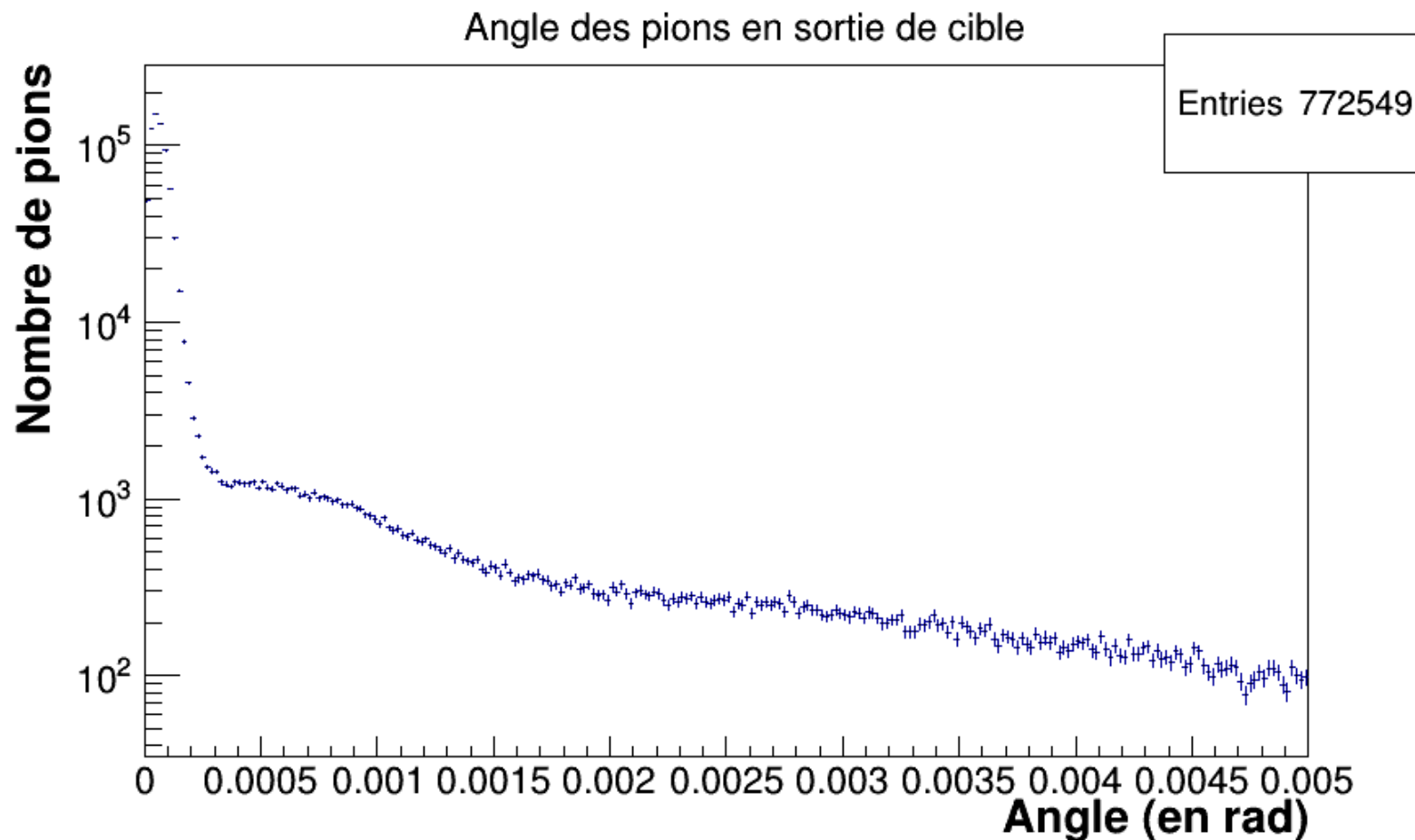
# Distribution angulaire

Pic au petit angle

Pic à rapprocher du pic en énergie

Angle faible, pic avant 5mrad

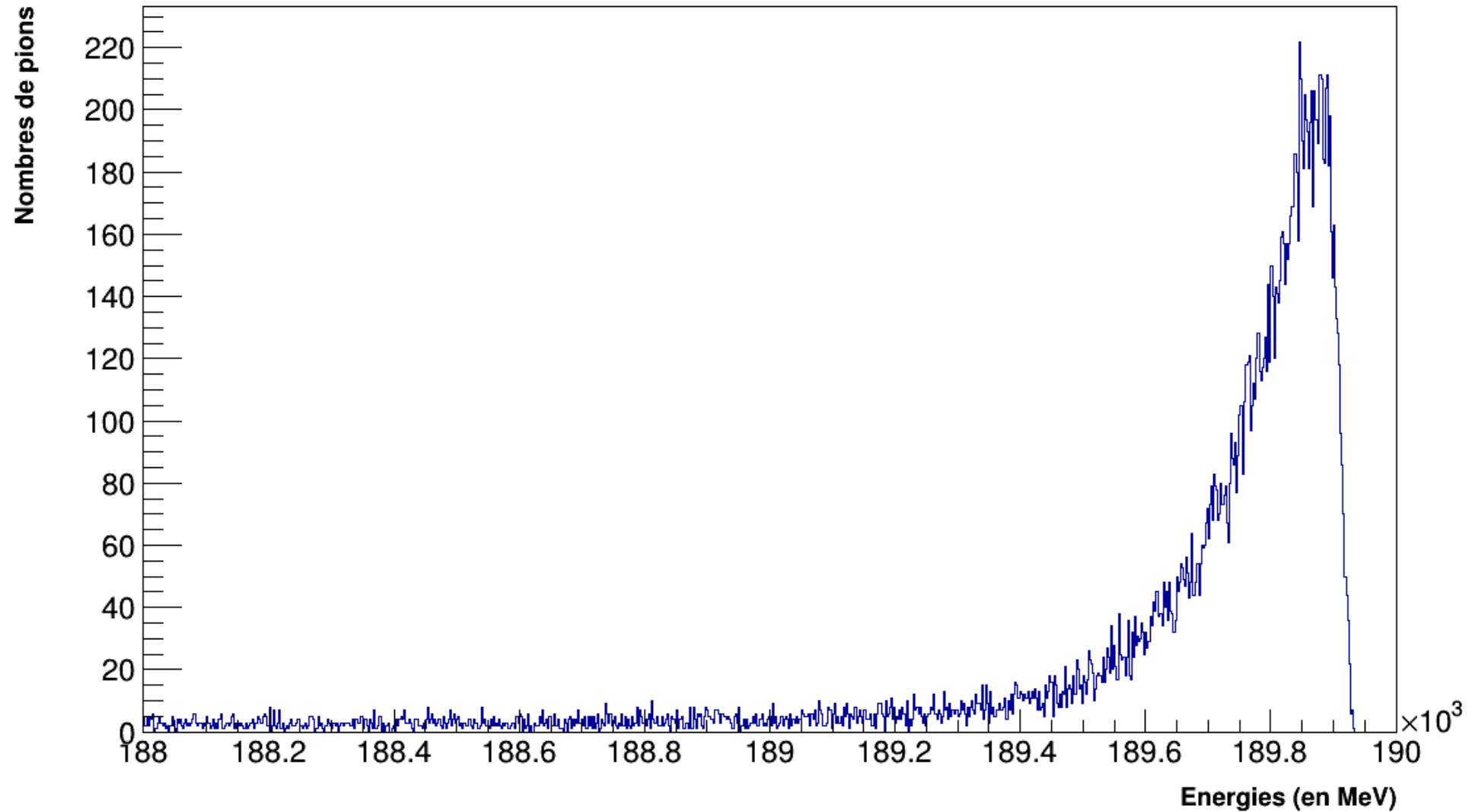
A comparer au 0,19 rad nécessaire pour ne pas atteindre la cible suivante





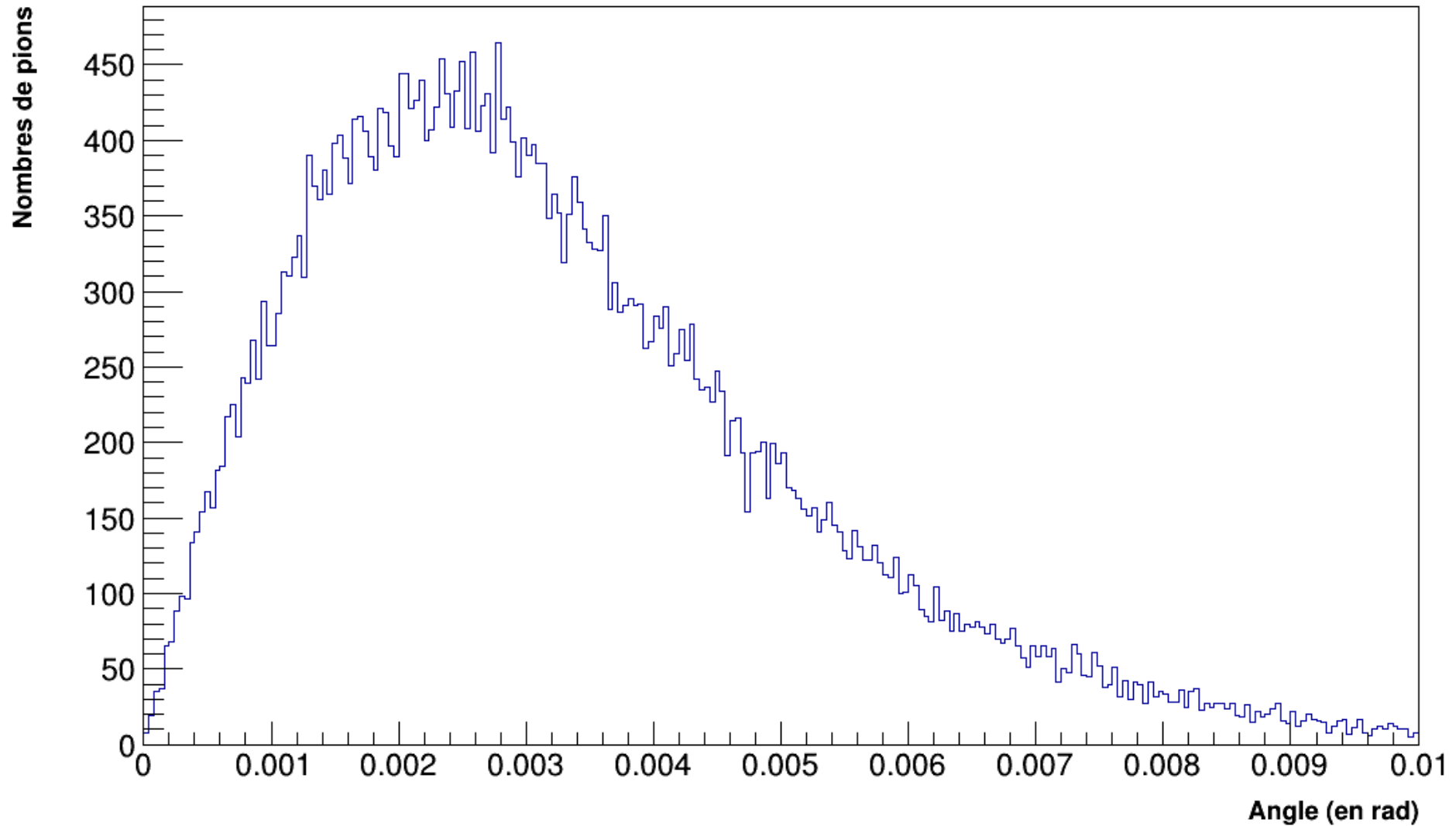
# Ré-interaction

Distribution en énergie des pions de ré-interactions



# Ré-interaction

Distribution angulaire des pions de ré-interactions



# Ré-interactions

## Résultats préliminaires:

Cible	NH3+He
Nombre de pions en entrée	100% (964892)
Pourcentage de pions ayant interagi de manière inélastique dans la cible	24,7 (237864)
Pourcentage de pions de ré-interactions créés	4,7% (45521)
Pourcentage de pions n'ayant interagi que de manière élastique dans la cible	75,3% (727028)

# Perspectives

Comprendre l' écart entre les résultats obtenus par simulation et par calcul à partir de la longueur d' interaction

Analyse plus approfondie des pions qui ont interagi dans la cible

Prendre en compte la composition des cibles de COMPASS, la distance entre les cibles.

# Conclusion

Mise en place d'un code de simulation pour étudier les taux de ré-interactions dans les cibles

Le code fonctionne, l'interprétation des résultats semble cohérente mais est en cours. Résultat préliminaire pour le taux de ré-interactions.

Amélioration de l'analyse nécessaire afin d'avoir une quantification assez précise des ré-interactions dans COMPASS

# Références

- [A+03] S. Agostinelli et al. Geant4—a simulation toolkit. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A : Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 506(3) :250 – 303, 2003.
- [AMS09] S. Arnold, A. Metz, and M. Schlegel. Dilepton production from polarized hadron hadron collisions. *Phys. Rev.*, D79 :034005, 2009.
- [CCK+79] A.S. Carroll, I-H. Chiang, T.F. Kycia, K.K. Li, M.D. Marx, D.C. Rahm, W.F. Baker, D.P. Earty, G. Giacomelli, A.M. Jonckheere, P.F.M. Koehler, P.O. Mazur, R. Rubinstein, and O. Fackler. Absorption cross section of  $\pm$ ,  $k\pm$ ,  $p$  and  $p$  on nuclei between 60 and 280  $gev/c$ . *Physics Letters B*, 80(3) :319 – 322, 1979.
- [Col17a] Geant4 Collaboration. Book For Application Developers. 2017.
- [Col17b] Geant4 Collaboration. Geant4 Guide For Physics Lists. 2017.
- [Col17c] Geant4 Collaboration. Geant4 Physics Reference Manual. 2017.
- [COM] Schema COMPASS. [http://irfu.cea.fr/Images/astImg/392\\_1.png](http://irfu.cea.fr/Images/astImg/392_1.png).
- [Gri09] V M Grichine. A simplified Glauber model for hadron–nucleus cross sections. *Eur. Phys. J. C*, 62 :399–404, 2009.
- [Mey17] Marco Meyer. Estimation of Absolute cross-sections for Drell-Yan 2015 Data- Collaboration Meeting. 2017.
- [Nai17] Charles-Joseph Naim. Etude des sections efficaces de production de paires massives de muons dans les collisions pions-noyaux à COMPASS. 2017.
- [O+14] K. A. Olive et al. Review of Particle Physics. *Chin. Phys.*, C38 :090001, 2014.

Merci pour votre attention