

Détecteurs en Vrac

11 Mars au 13 Mars, Fréjus

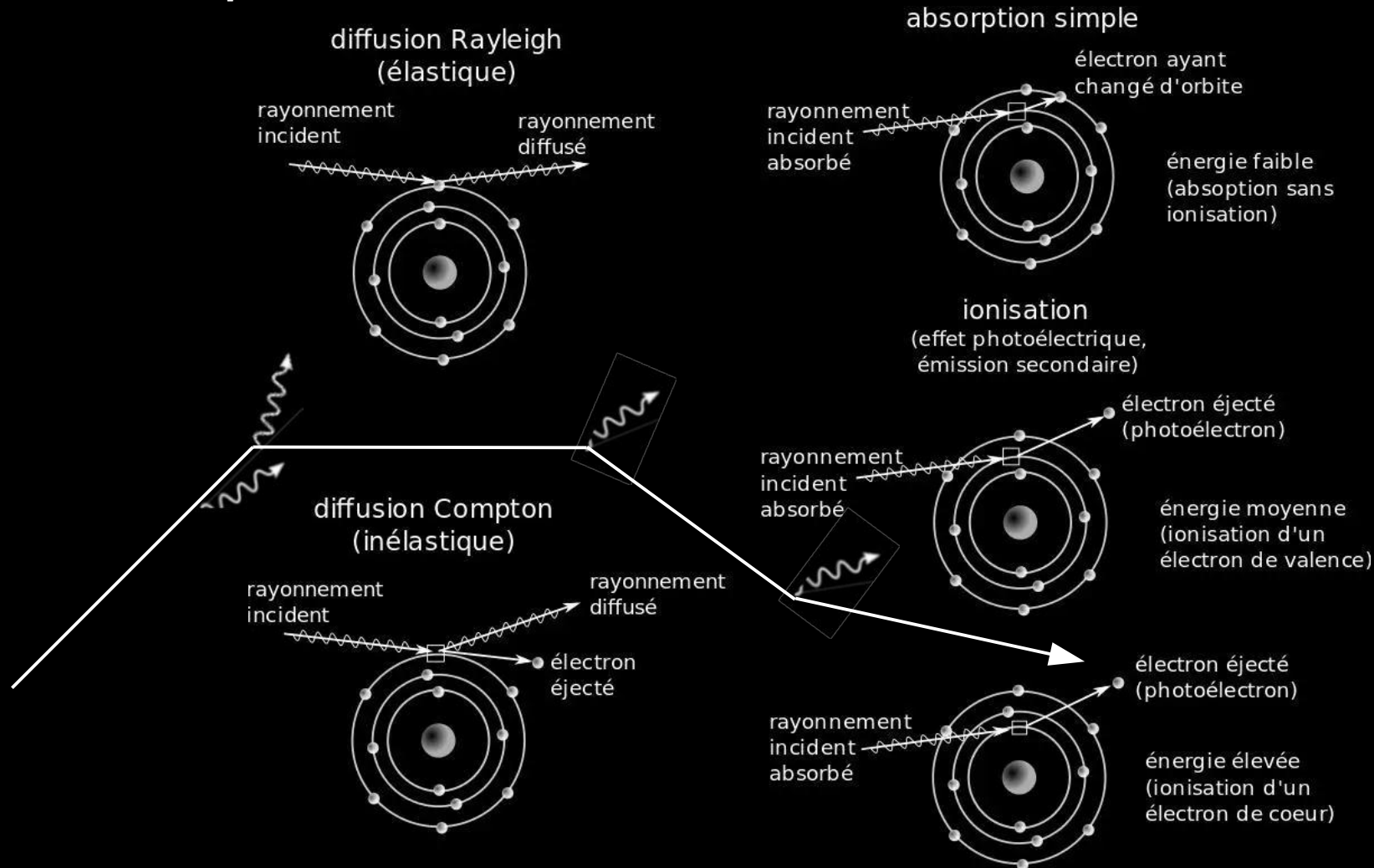
- 1/ Détecter quoi \leftrightarrow pourquoi (1h)
- 2/ Interaction particules matière (1h)
- 3/ Généralités sur les détecteurs (1h)
- 4/ Application sociétales (1h)
- 5/ Exemple avec D0/ATLAS (Fermilab/CERN) (1h)

laurent chevalier

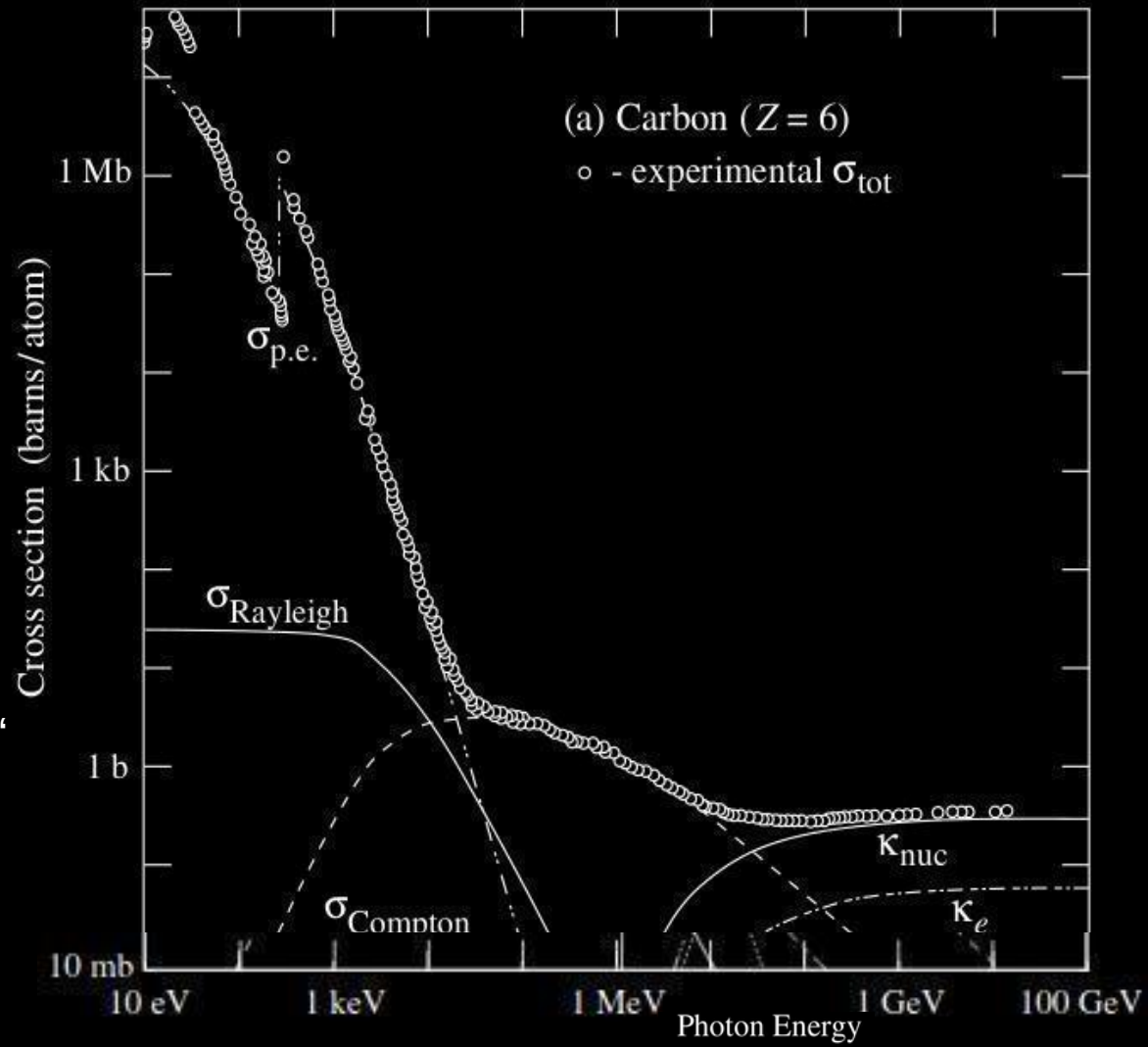


Interaction particules / matière

Pas très réaliste !!!

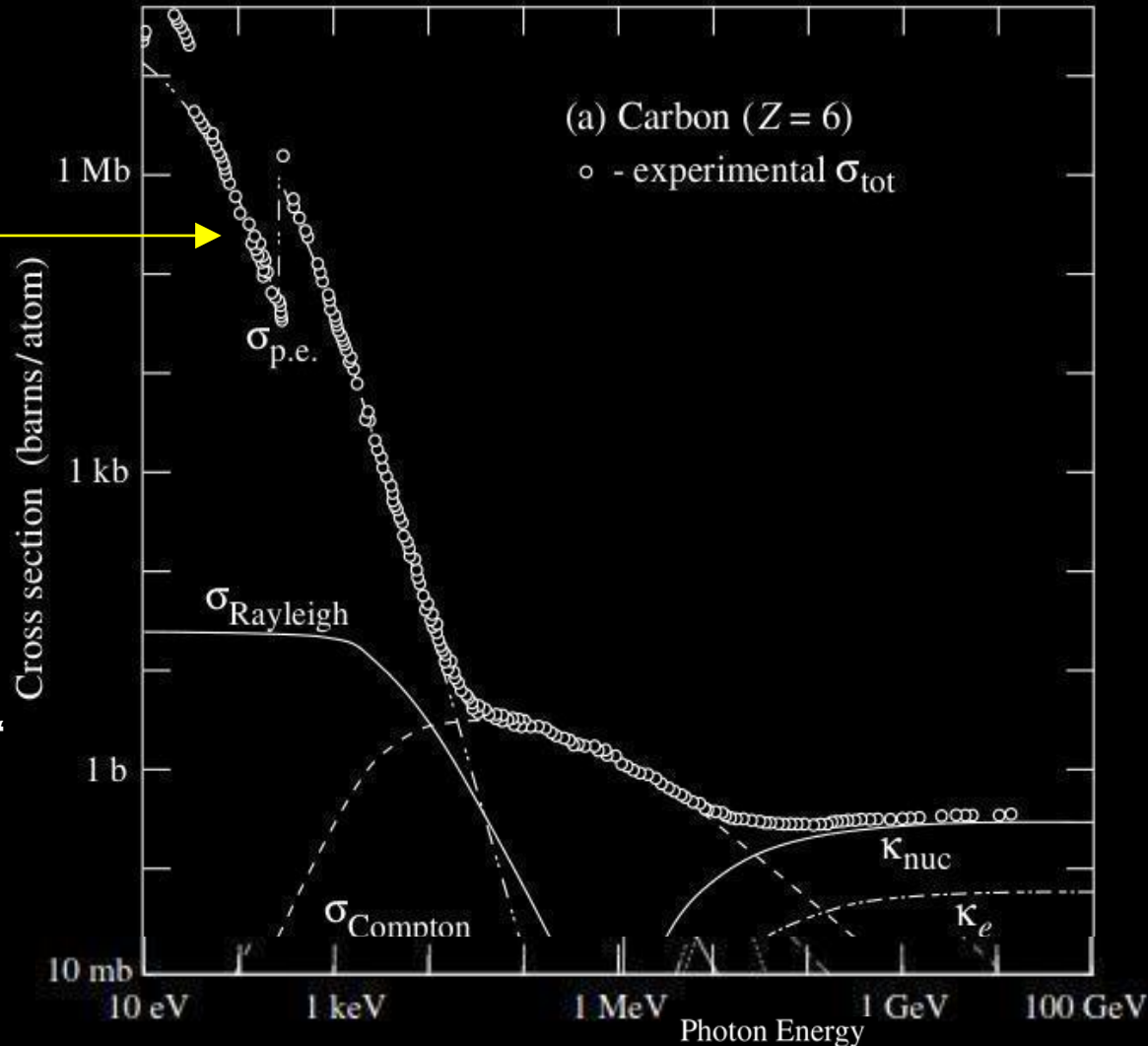
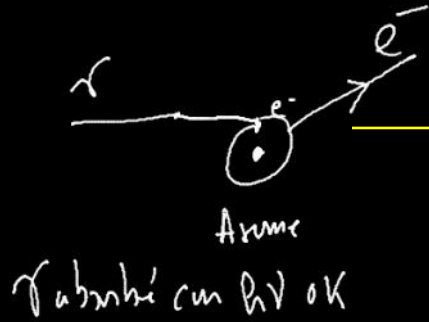


Interaction particules / matière

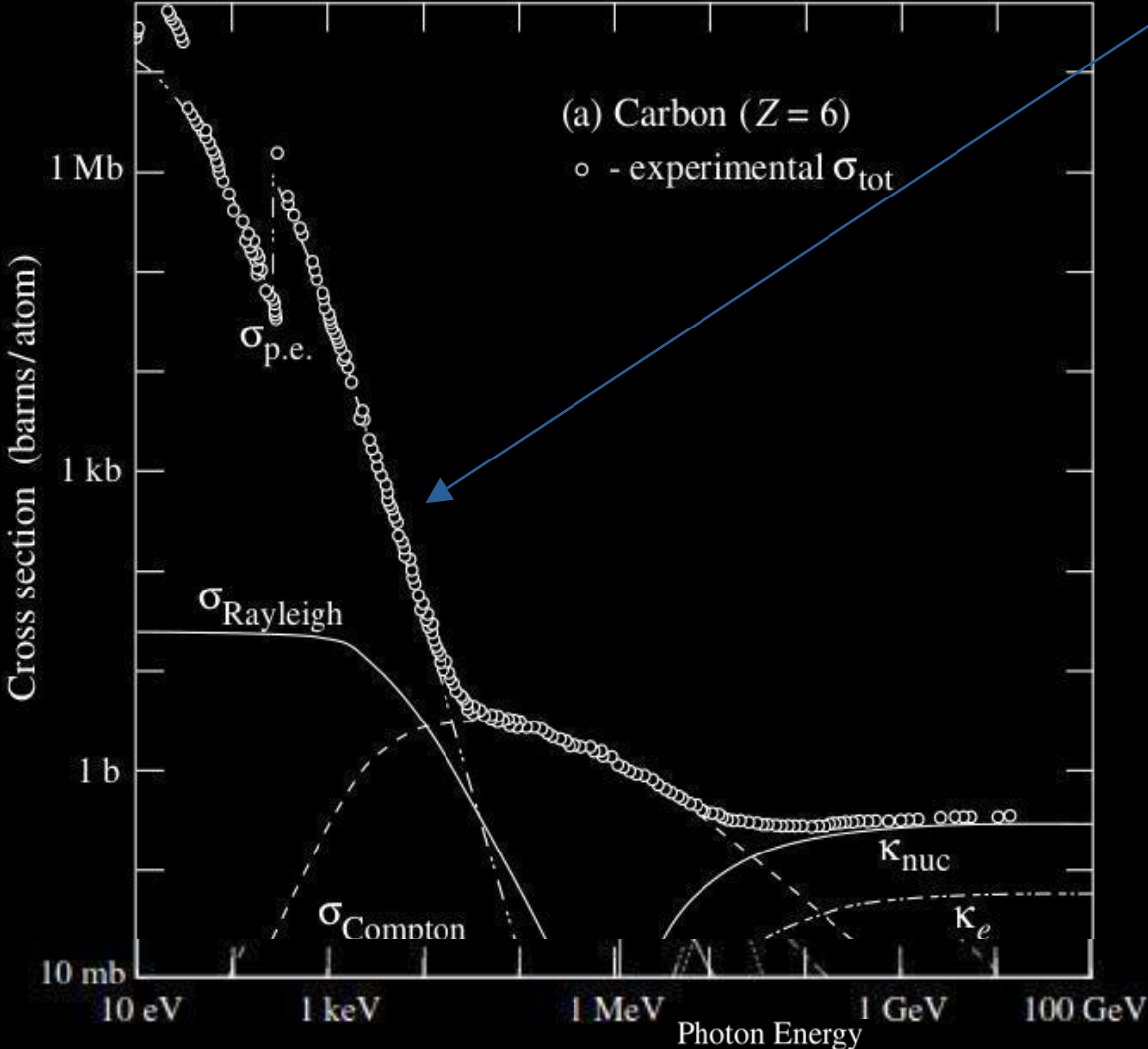


Interaction particules / matière

Photo électrique



Interaction particules / matière

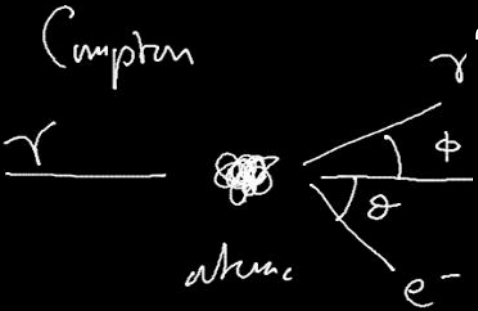
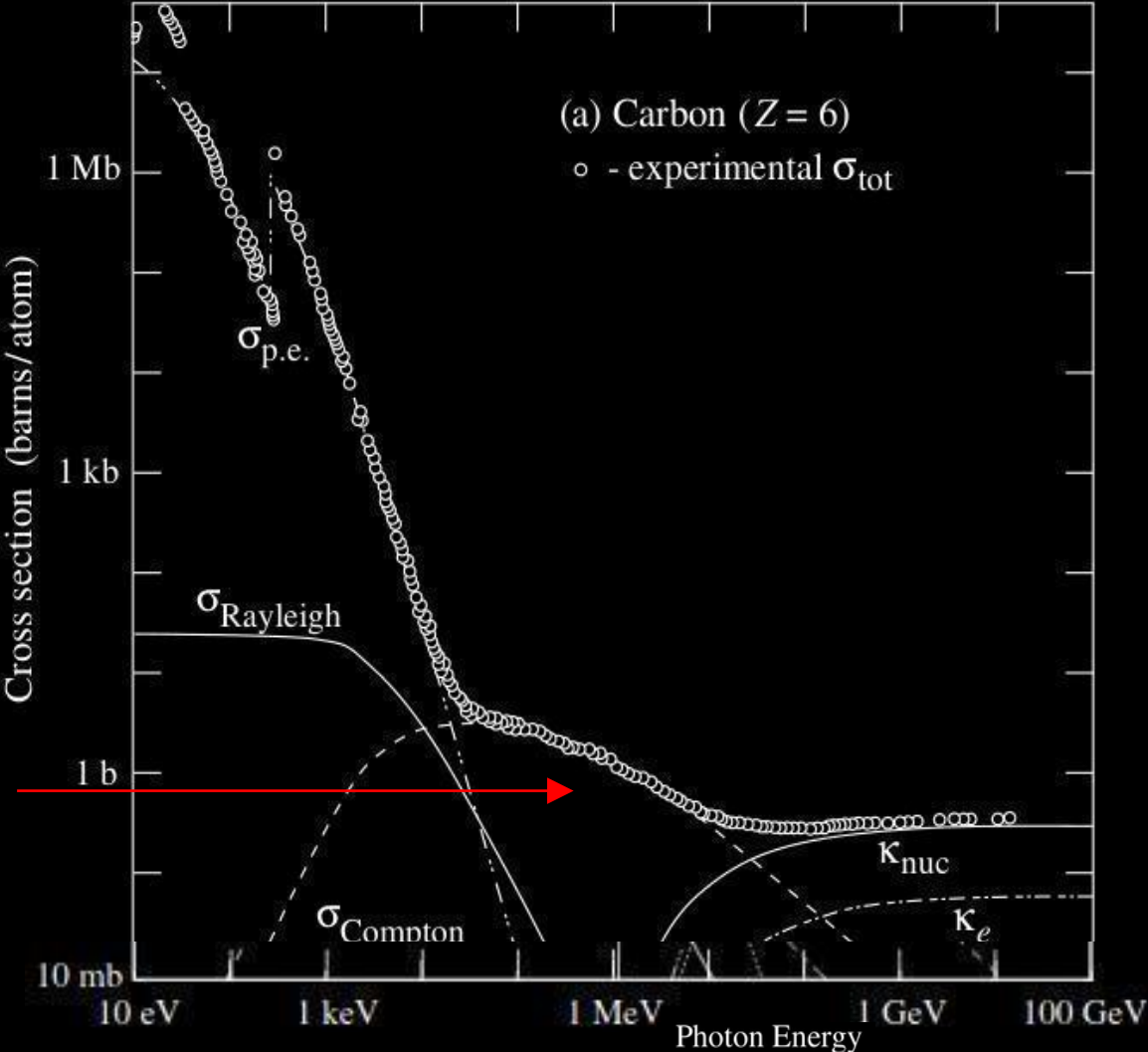


Rayleigh γ

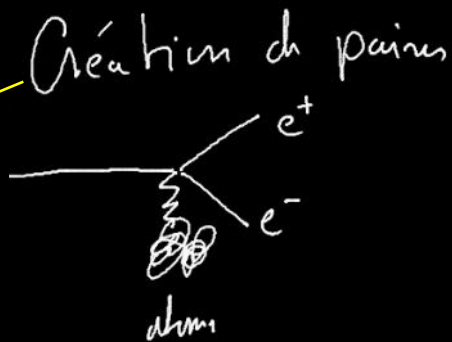
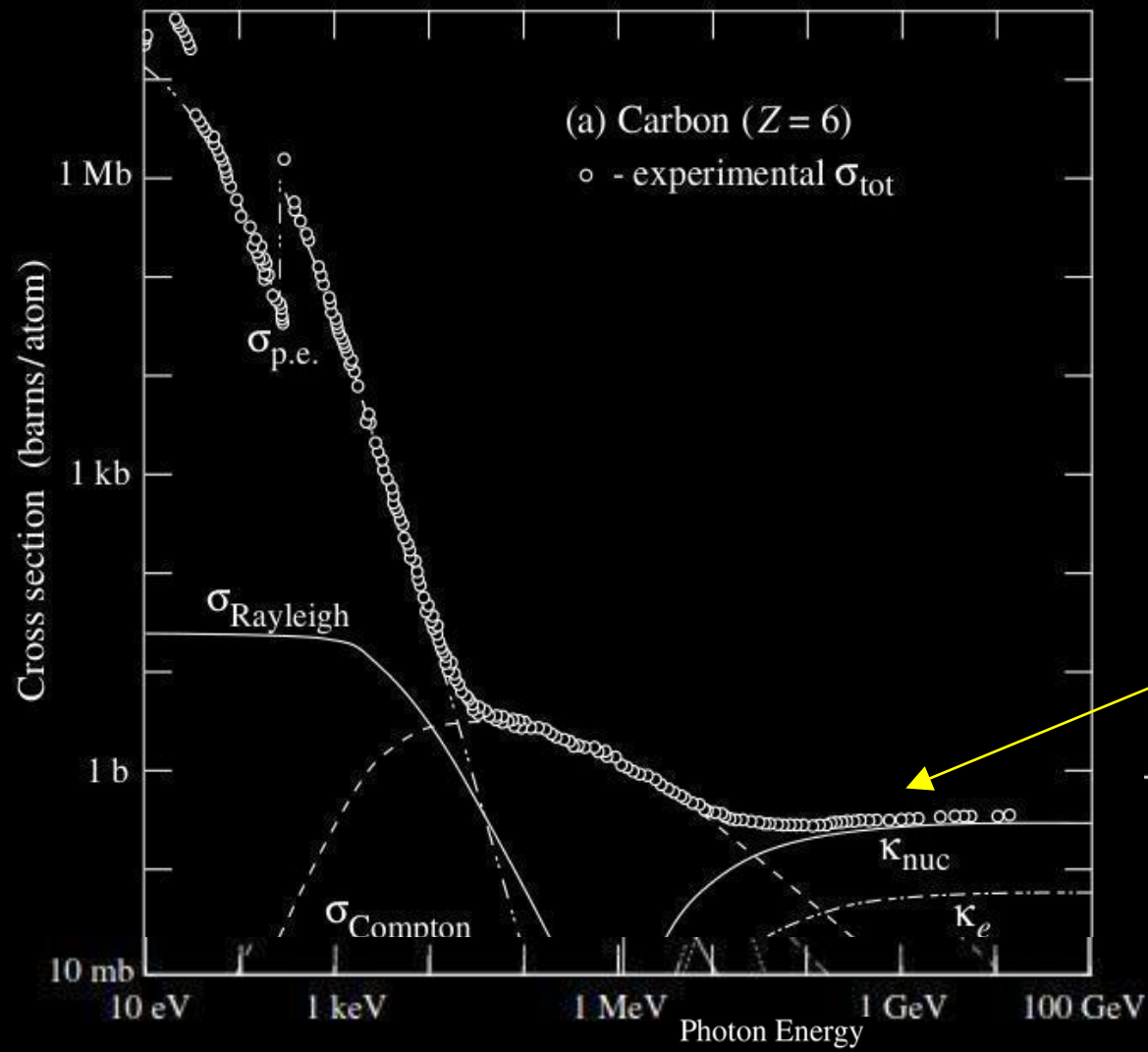
γ'

atome

Interaction particules / matière

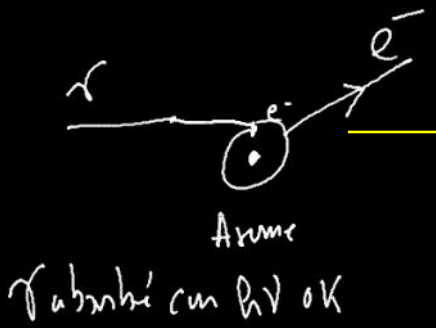


Interaction particules / matière

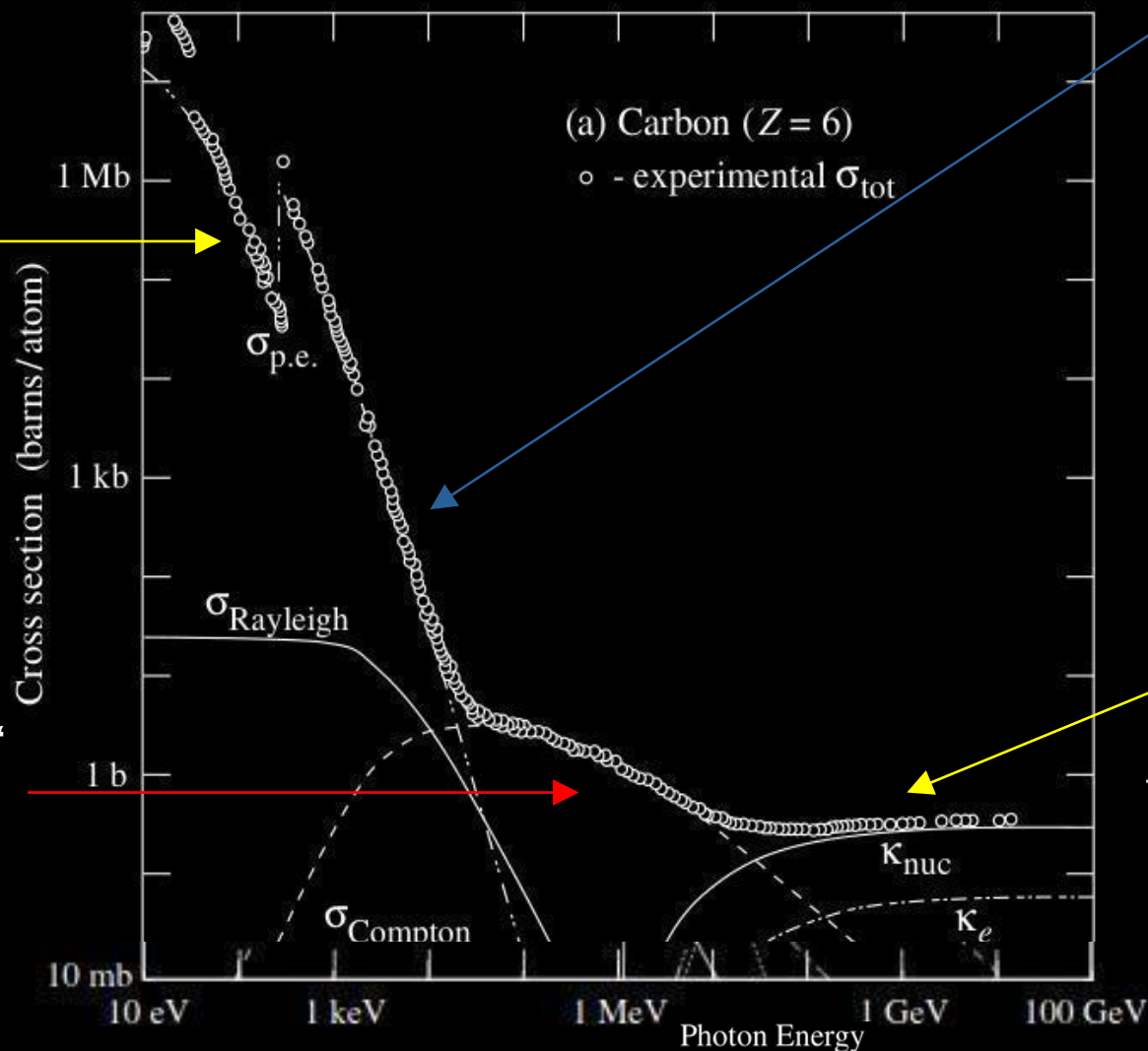


Interaction particules / matière

Photoélectrique



Compton



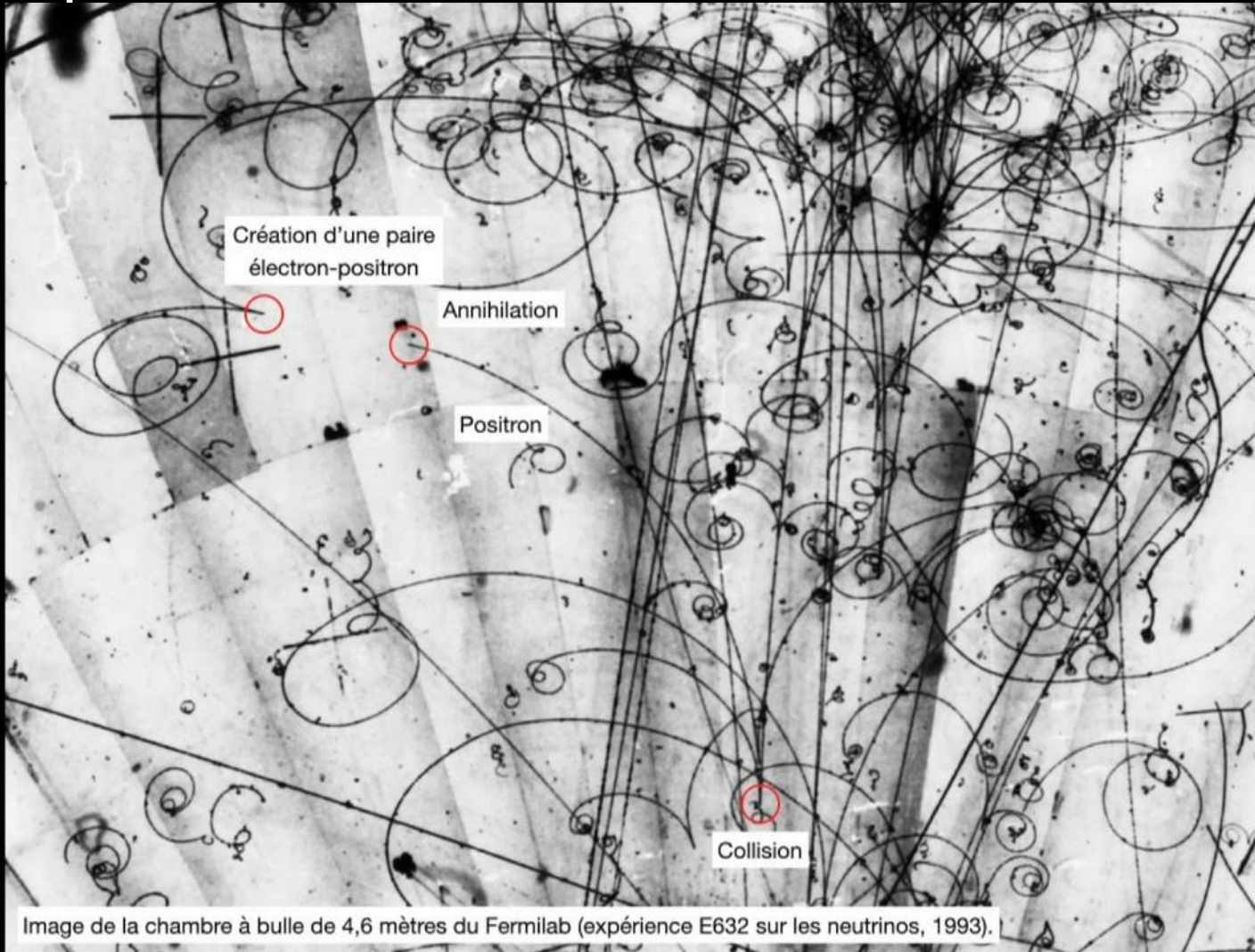
Rayleigh
 γ
 γ'



Création de paires



Interaction particules / matière



Interaction particules / matière

Particules détectées par leur interaction avec la matière

- électromagnétique → $> \text{keV}$ → interaction avec le cortège électronique de l'atome
- forte → $> \text{GeV}$ → interaction avec le noyau atomique
- faible → $> \text{MeV}$ → W,Z

Interaction particules / matière

Particules détectées par leur interaction avec la matière

- électromagnétique → $> \text{keV}$ → interaction avec le cortège électronique de l'atome
- forte → $> \text{GeV}$ → interaction avec le noyau atomique
- faible → $> \text{MeV}$ → W,Z

Principalement par des mécanismes électromagnétiques

- Ionisation, excitation
- rayonnement
 - Transition
 - Cherenkov
 - Bremsstrahlung (synchrotron)

Interaction particules / matière

Particules détectées par leur interaction avec la matière

- électromagnétique → $> \text{keV}$ → interaction avec le cortège électronique de l'atome
- forte → $> \text{GeV}$ → interaction avec le noyau atomique
- faible → $> \text{MeV}$ → W,Z

Principalement par des mécanismes électromagnétiques

- Ionisation, excitation
- rayonnement
 - Transition
 - Cherenkov
 - Bremsstrahlung (synchrotron)

Perturbations

- fluctuations de Landau
- diffusion multiple → dû aux diffusions élastiques et inélastiques
- création de paires (e^+/e^-)

Interaction particules / matière

Particules détectables directement

- Photon, électron, muon
- Hadrons (quarks) → jets

Matière du détecteur

- Atome → noyau & électron

Interaction fonction de

- Charge, masse, énergie, impulsion de la particule
- A, Z des noyaux de la matière

Interaction particules / matière

Particules détectées par leur interaction avec la matière

- électromagnétique → $> \text{KeV}$ → interaction avec le cortège électronique de l'atome
- forte → $> \text{GeV}$ → interaction avec le noyau atomique
- faible → $> \text{MeV}$ → W,Z

Principalement par des mécanismes électromagnétiques

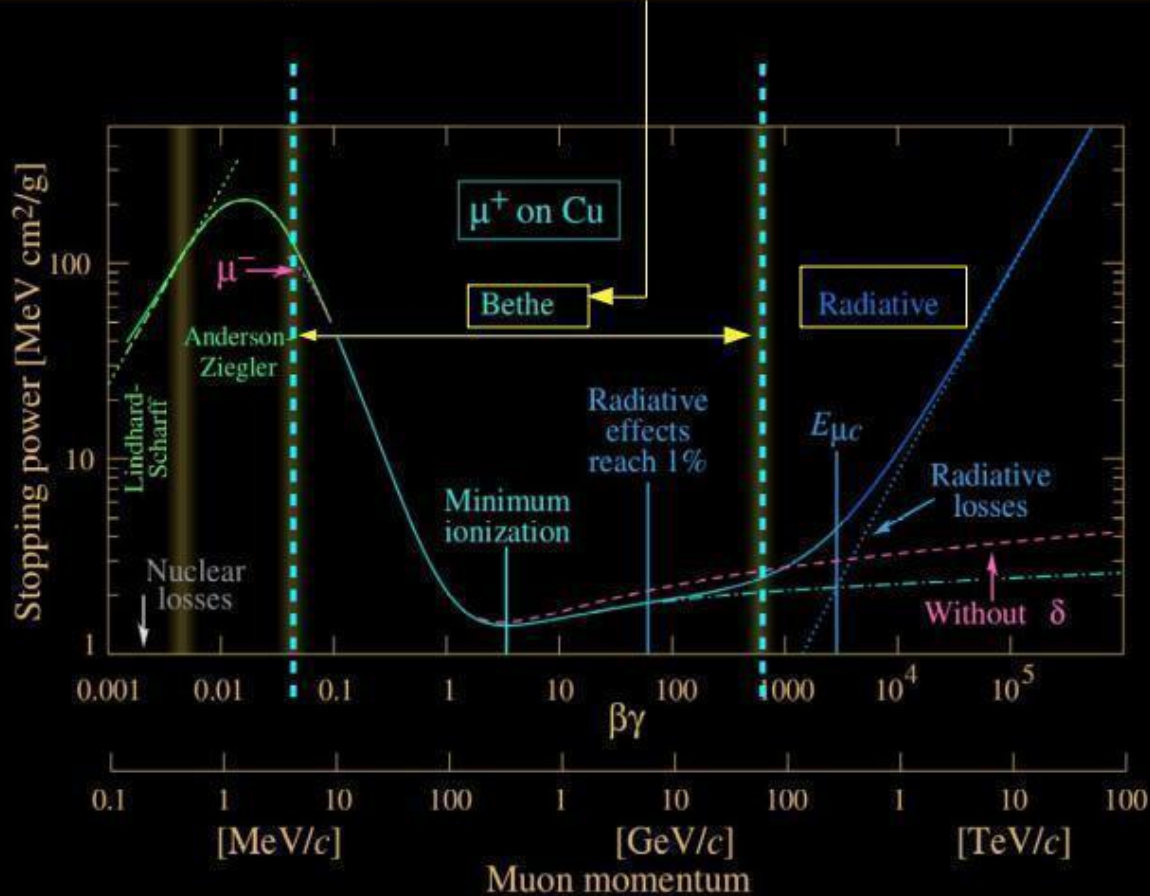
- Ionisation, excitation
- rayonnement
 - Transition
 - Cherenkov
 - Bremsstrahlung (synchrotron)

Perturbations

- fluctuations de Landau
- diffusion multiple → dû aux diffusions élastiques et inélastiques
- création de paires (e^+/e^-)

Interaction particules / matière

$$-\frac{dE}{dx} = K z^2 \frac{Z}{A} \frac{1}{\beta^2} \left[\frac{1}{2} \ln \frac{2m_e c^2 \beta^2 \gamma^2 T_{max}}{I^2} - \beta^2 - \frac{\delta(\beta\gamma)}{2} \right]$$



Interaction particules / matière

$$-\frac{dE}{dx} = K z^2 \frac{Z}{A} \frac{1}{\beta^2} \left[\frac{1}{2} \ln \frac{2m_e c^2 \beta^2 \gamma^2 T_{max}}{I^2} - \beta^2 - \frac{\delta(\beta\gamma)}{2} \right]$$

Remarques: **Hans Bethe** calcul (non- et relativiste) LO
Félix Bloch corrections d'ordre supérieur
Enrico Fermi écrantage

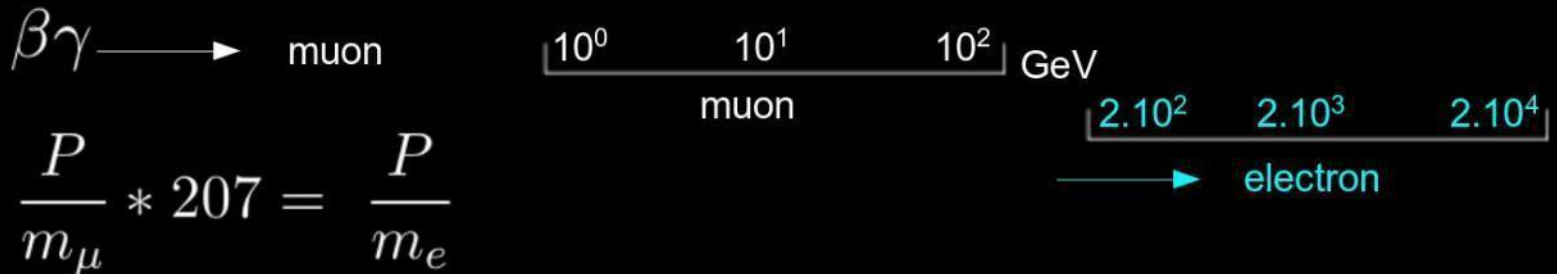
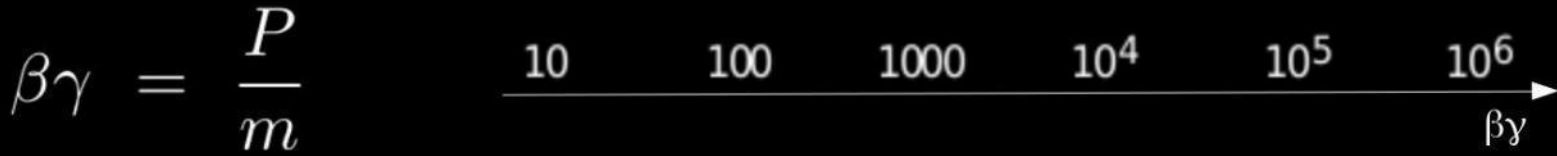
Formule ok \sim MeV \rightarrow \sim TeV, [entre crochet] légèrement différente pour les e^+/e^-

Interaction particules / matière

$$-\frac{dE}{dx} = K z^2 \frac{Z}{A} \frac{1}{\beta^2} \left[\frac{1}{2} \ln \frac{2m_e c^2 \beta^2 \gamma^2 T_{max}}{I^2} - \beta^2 - \frac{\delta(\beta\gamma)}{2} \right]$$

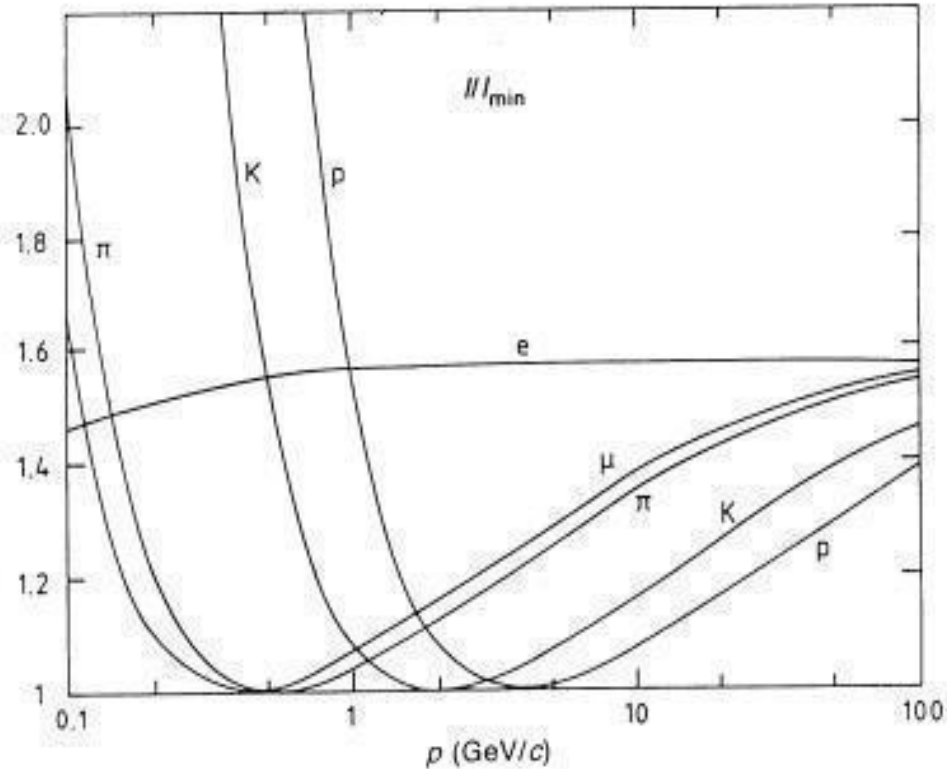
Remarks:

$$\frac{dE}{dx} \propto \frac{1}{\beta^2} \ln(\beta^2 \gamma^2)$$



Interaction particules / matière

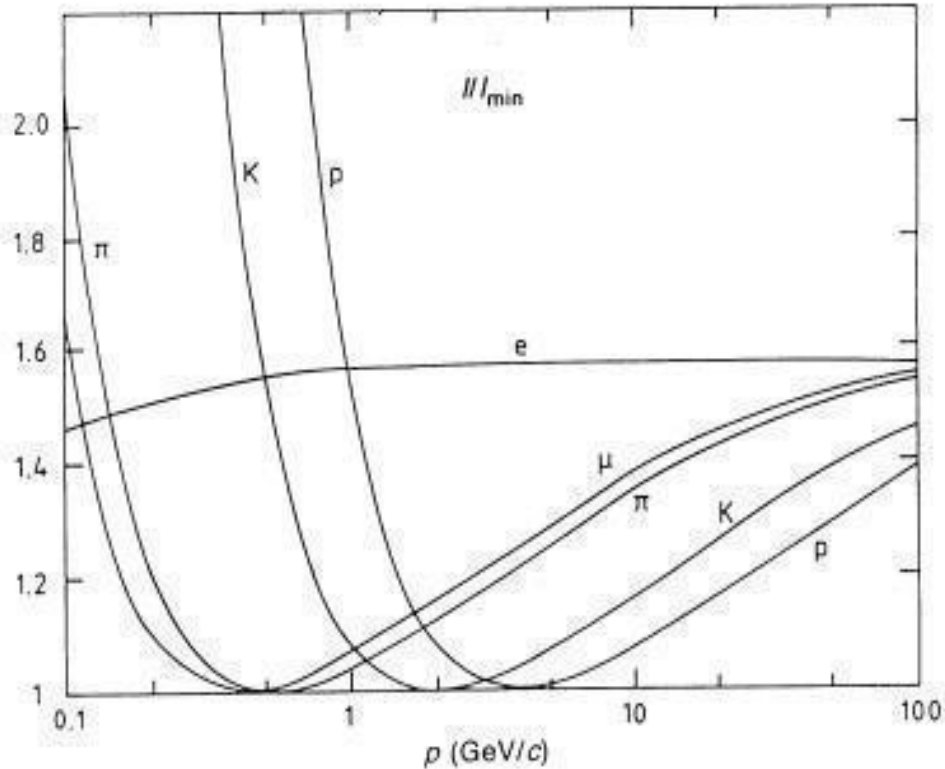
Calcul



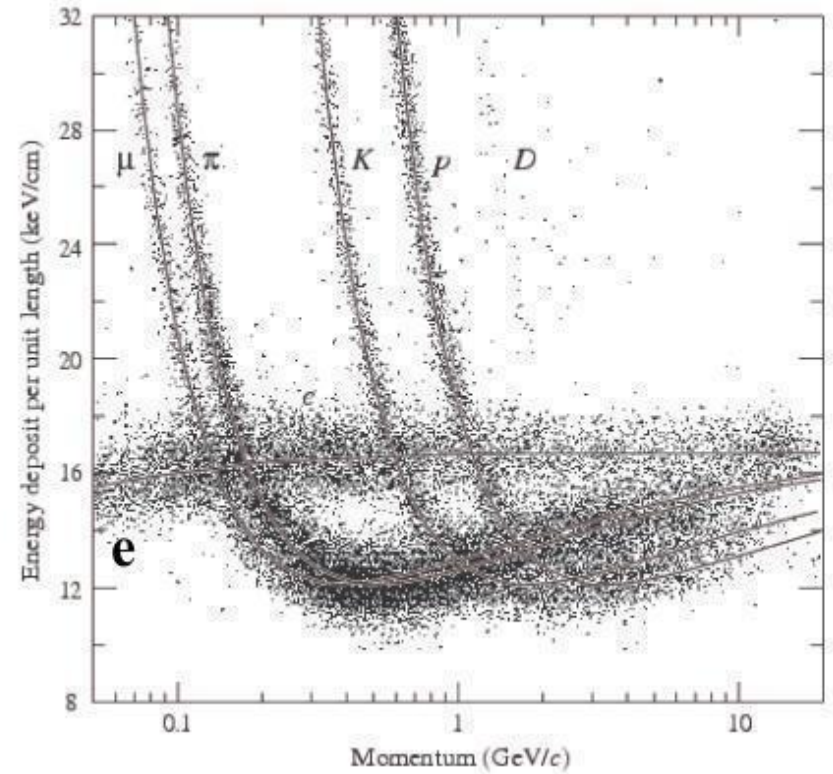
laurent chevalier

Interaction particules / matière

Calcul



Mesures



laurent chevalier

échelle d'énergie : $\sim 0.1 \rightarrow \sim 10$ GeV

Interaction particules / matière

Particules détectées par leur interaction avec la matière

- électromagnétique → $> \text{KeV}$ → interaction avec le cortège électronique de l'atome
- forte → $> \text{GeV}$ → interaction avec le noyau atomique
- faible → $> \text{MeV}$ → W,Z

Principalement par des mécanismes électromagnétiques

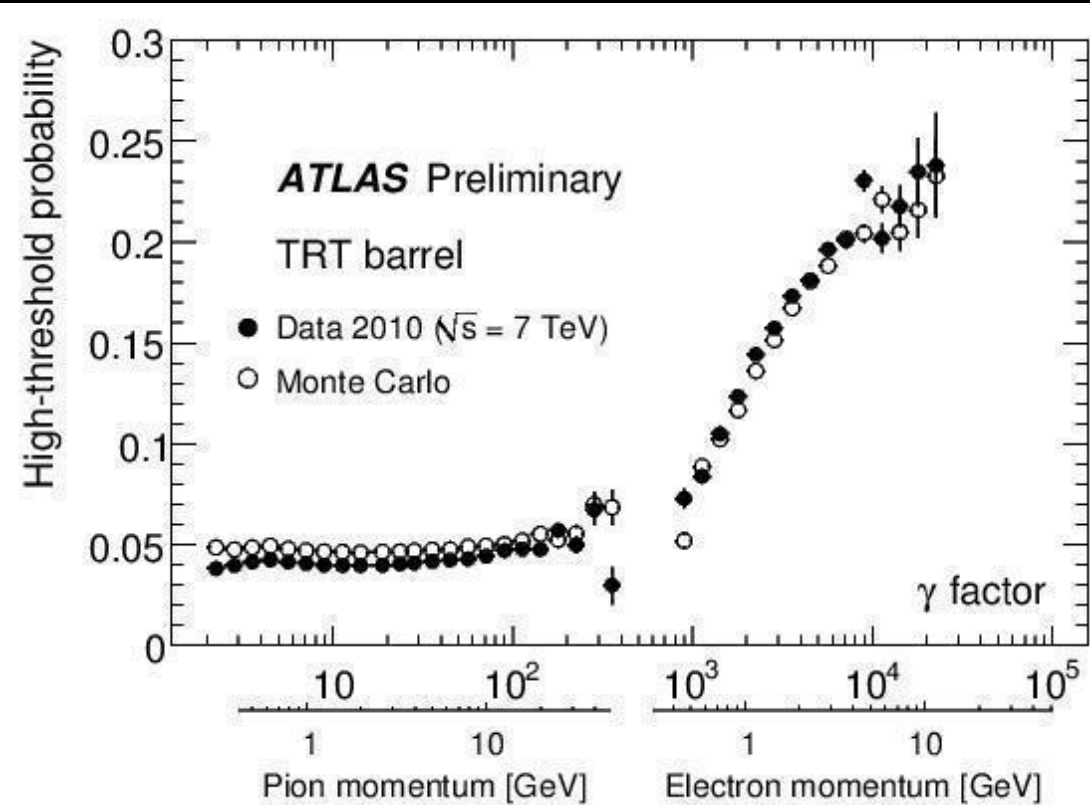
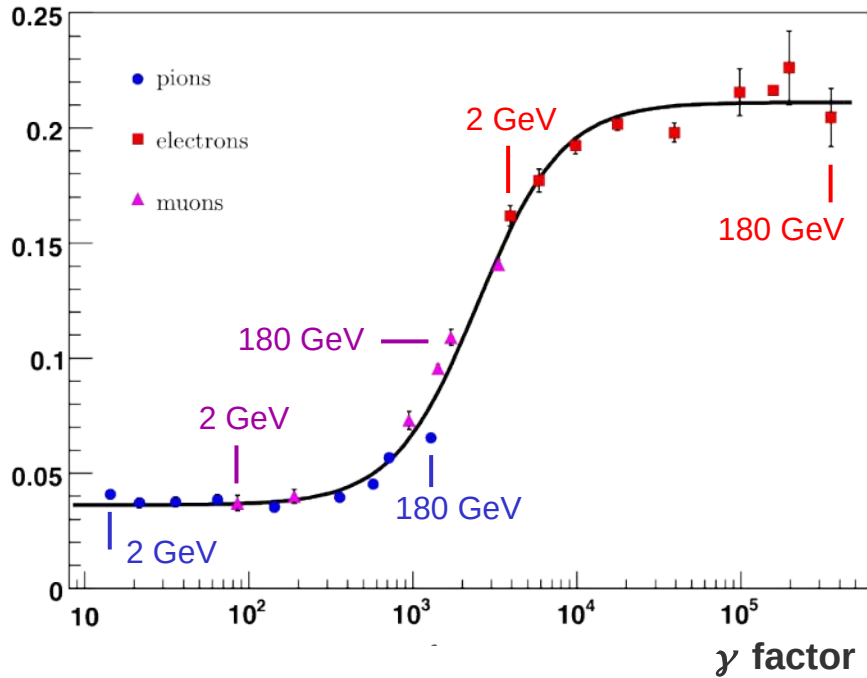
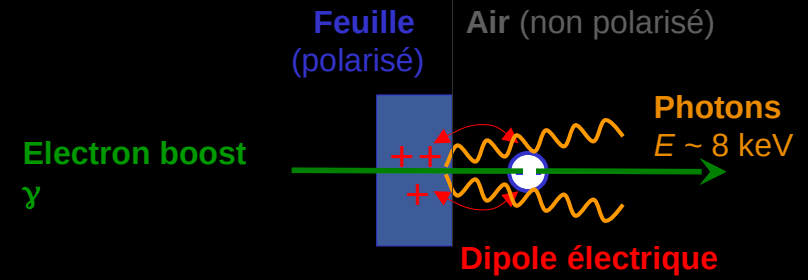
- Ionisation, excitation
- rayonnement
 - Transition
 - Cherenkov
 - Bremsstrahlung (synchrotron)

Perturbations

- fluctuations de Landau
- diffusion multiple → dû aux diffusions élastiques et inélastiques
- création de paires (e^+/e^-)

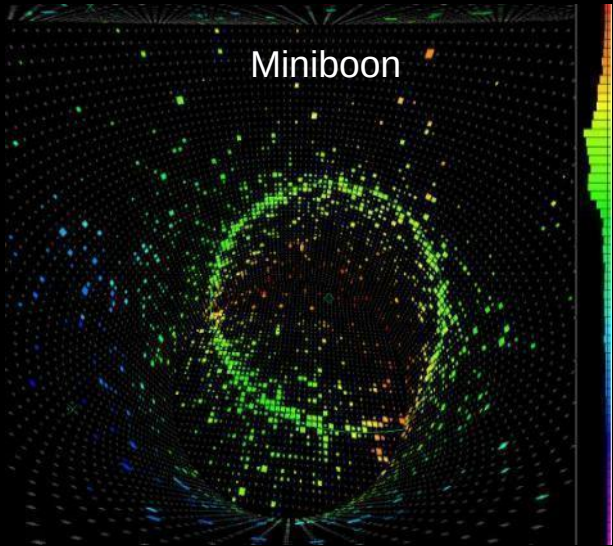
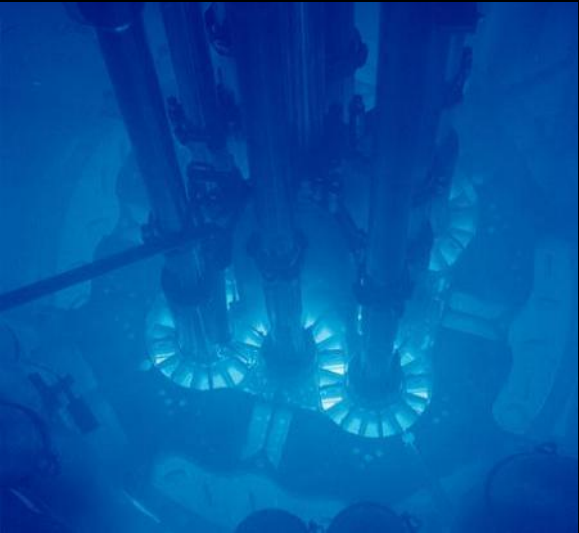
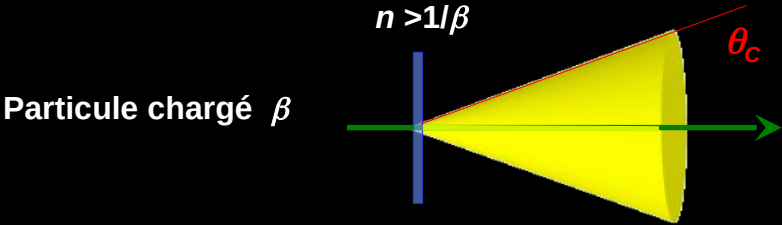
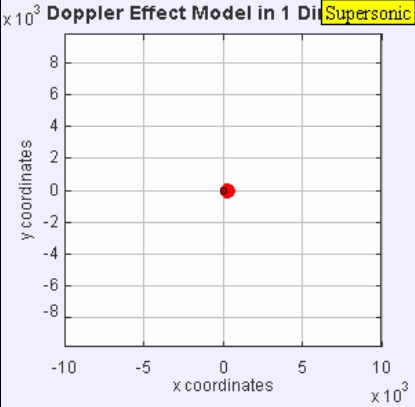
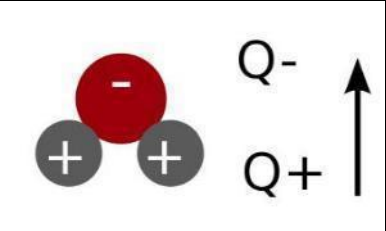
Interaction particules / matière

Rayonnement de transition



Interaction particules / matière

Cherenkov



laurent chevalier

Interaction particules / matière

Particules détectées par leur interaction avec la matière

- électromagnétique → $> \text{KeV}$ → interaction avec le cortège électronique de l'atome
- forte → $> \text{GeV}$ → interaction avec le noyau atomique
- Faible → $> \text{MeV}$ → W,Z

Principalement par des mécanismes électromagnétiques

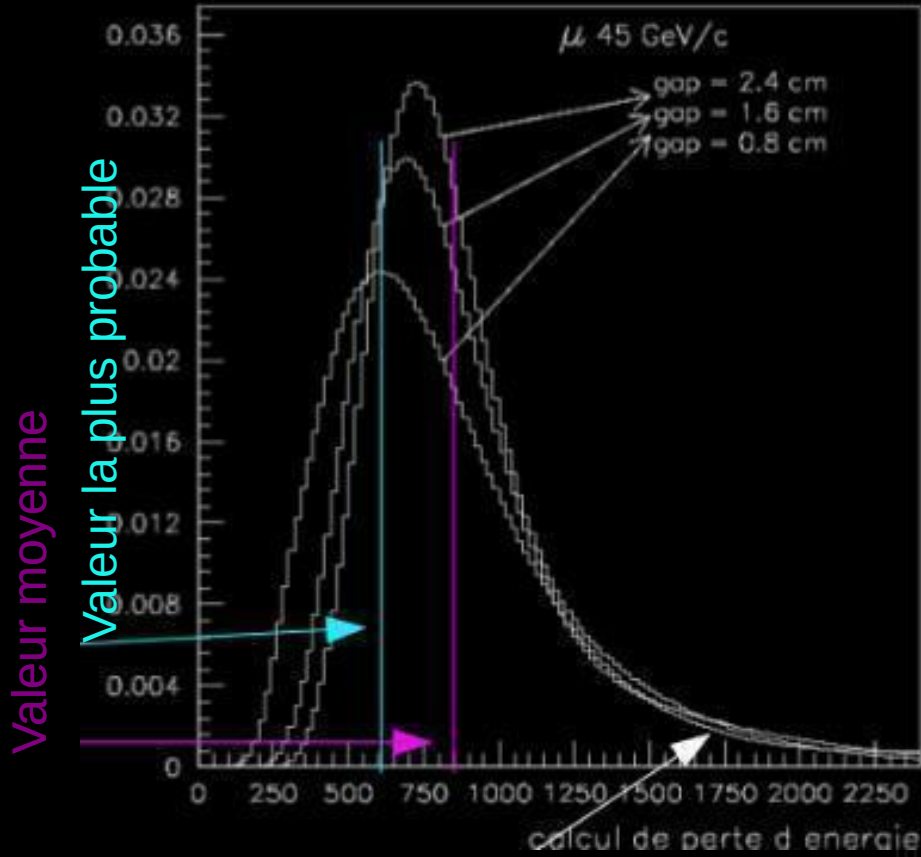
- Ionisation, excitation
- rayonnement
 - Transition
 - Cherenkov
 - Bremsstrahlung (synchrotron)

Perturbations

- fluctuations de Landau
- diffusion multiple → dû aux diffusions élastiques et inélastiques
- création de paires (e^+/e^-)

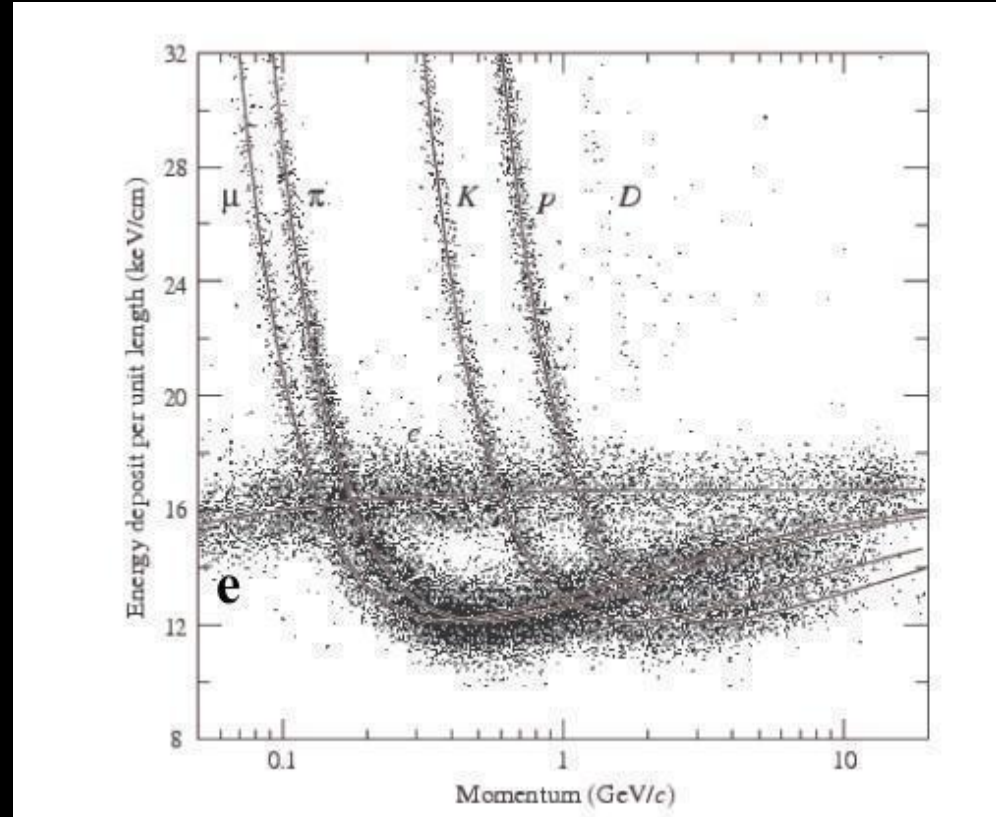
Interaction particules / matière

Fluctuations de Landau



δ ray grandes fluctuations

Mesures



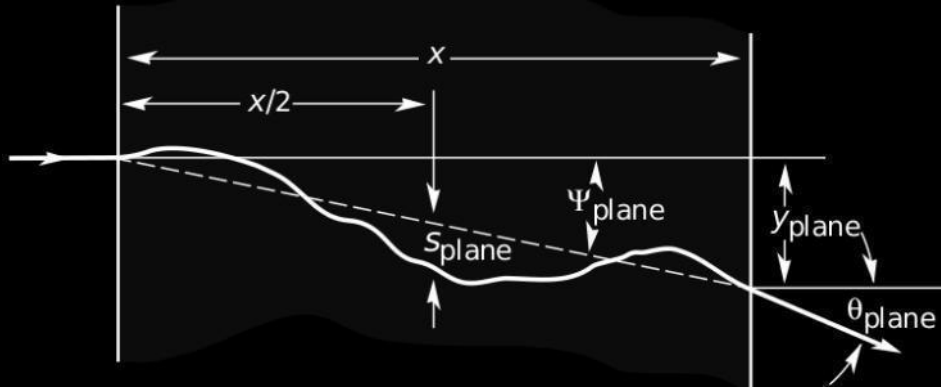
Gamme d'énergie : $\sim 0.1 \rightarrow \sim 10 \text{ GeV}$

Interaction particules / matière

Diffusion multiple : perturbation de la détection

- diffusion Coulombienne
- Déflexion de la trajectoire de la particule par le milieu
- Minimiser la matière pour le trajectographe

$$\theta_0 = \frac{13.6 \text{ MeV}}{\beta c p} z \sqrt{x/X_0} \left[1 + 0.038 \ln(x/X_0) \right]$$



Interaction particules / matière

Création de paires

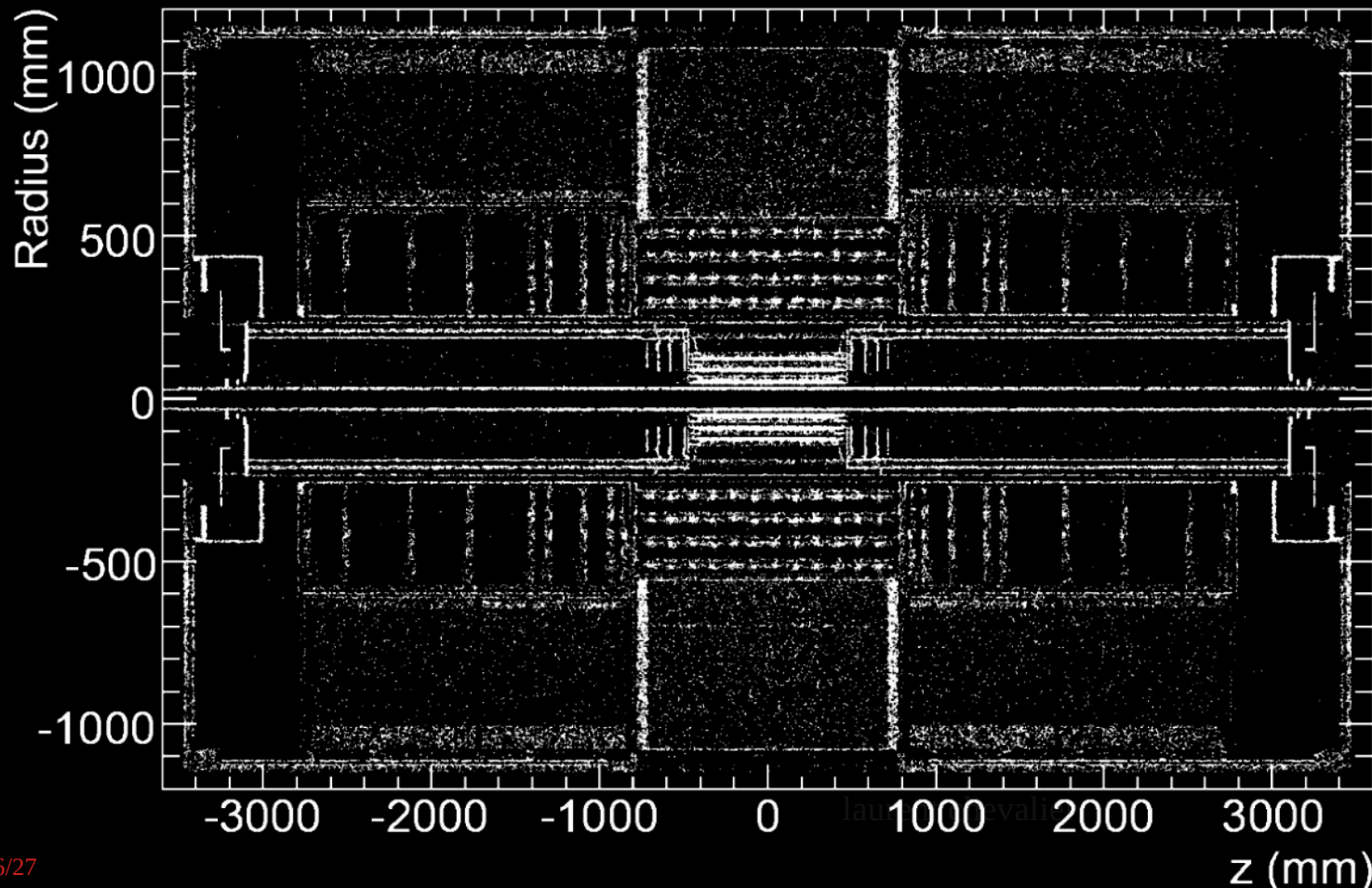
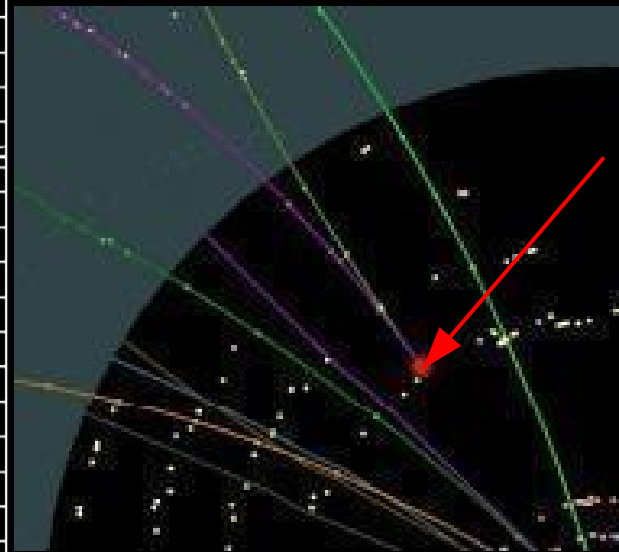
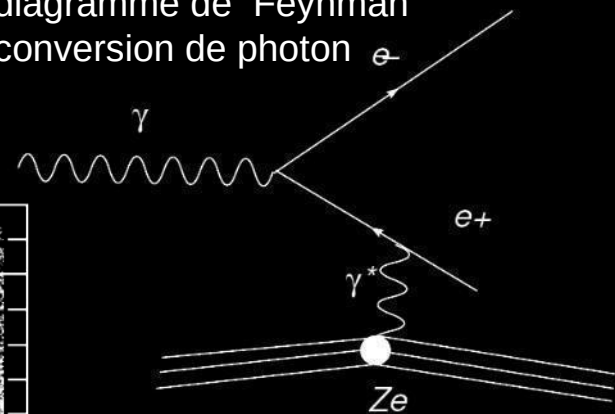


diagramme de Feynman
conversion de photon e^-



Détecteurs en Vrac

11 Mars au 13 Mars, Fréjus

- 1/ Détecter quoi \leftrightarrow pourquoi (1h)
- 2/ Interaction particules matière (1h)
- 3/ Généralités sur les détecteurs (1h)
- 4/ Application sociétales (1h)
- 5/ Exemple avec D0/ATLAS (Fermilab/CERN) (1h)

laurent chevalier

