

0/ Introduction

1/ Détecter quoi $\leftrightarrow$ pourquoi

2/ Interaction particules matière

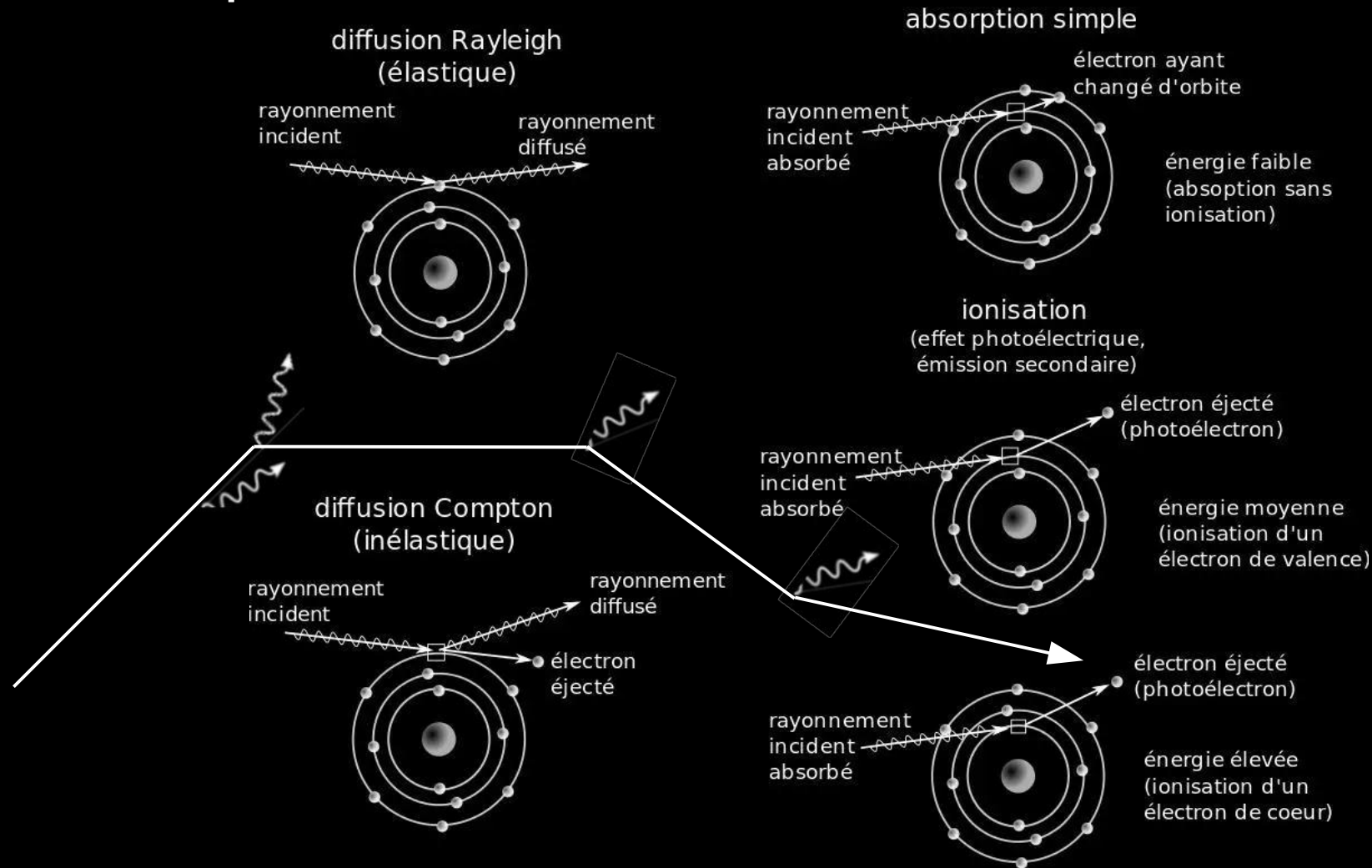
3/ Généralités sur les détecteurs

4/ Application sociétales

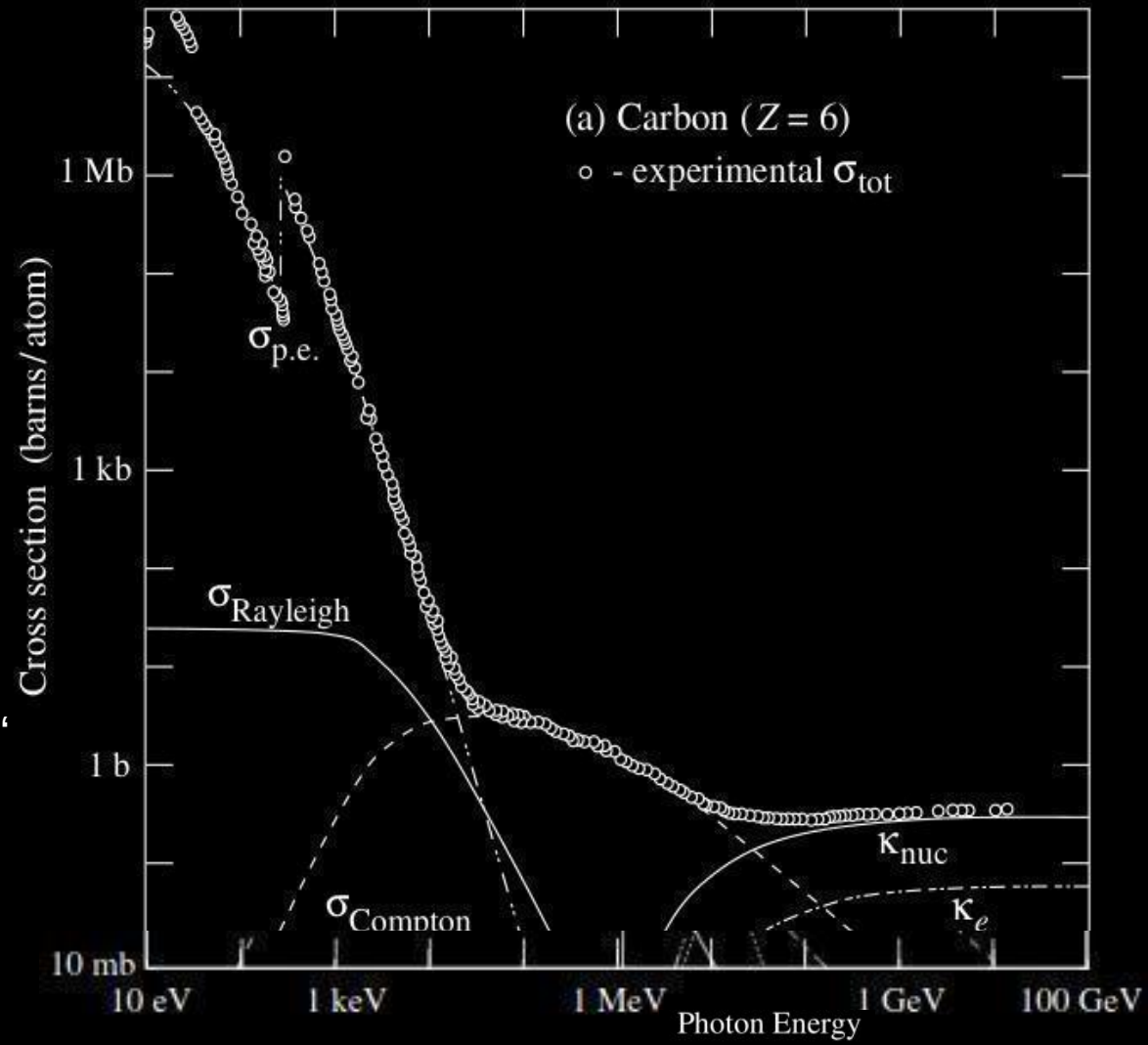
5/ Exemple avec D0/ATLAS (Fermilab/CERN)

Interaction particules / matière

Pas très réaliste !!!

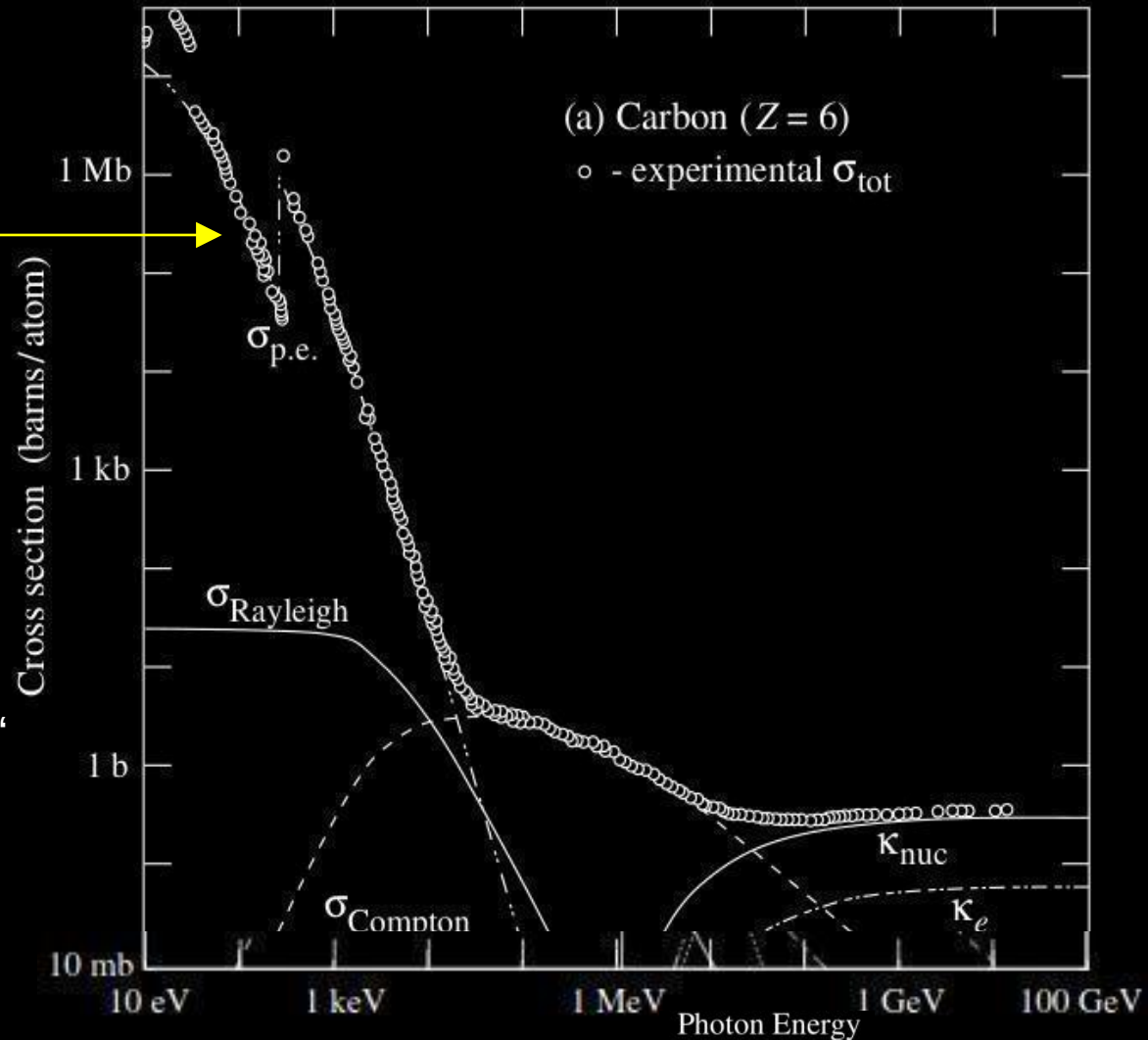
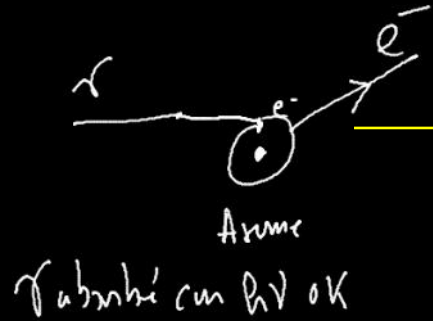


Interaction particules / matière

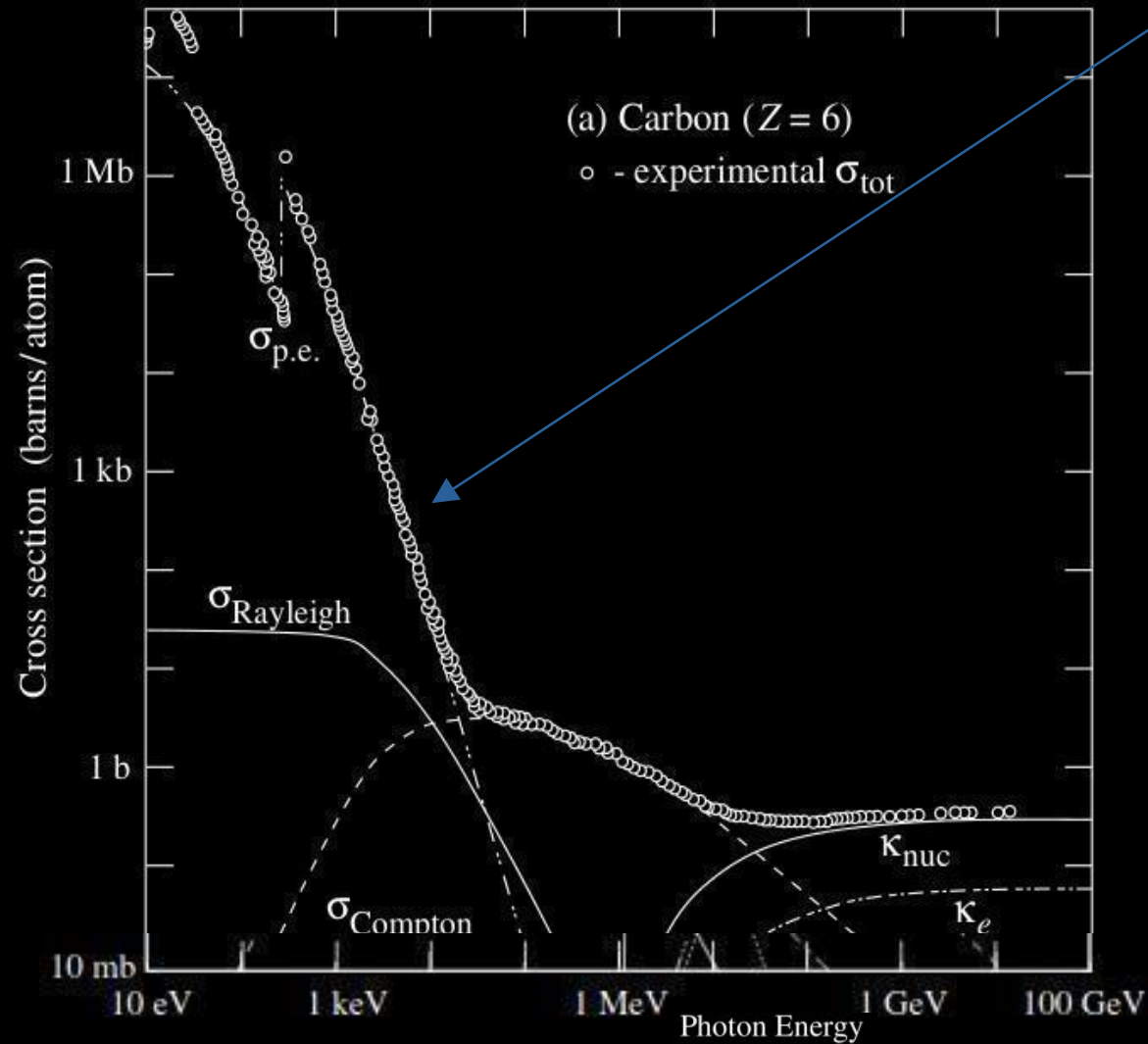


Interaction particules / matière

Photo électrique



Interaction particules / matière

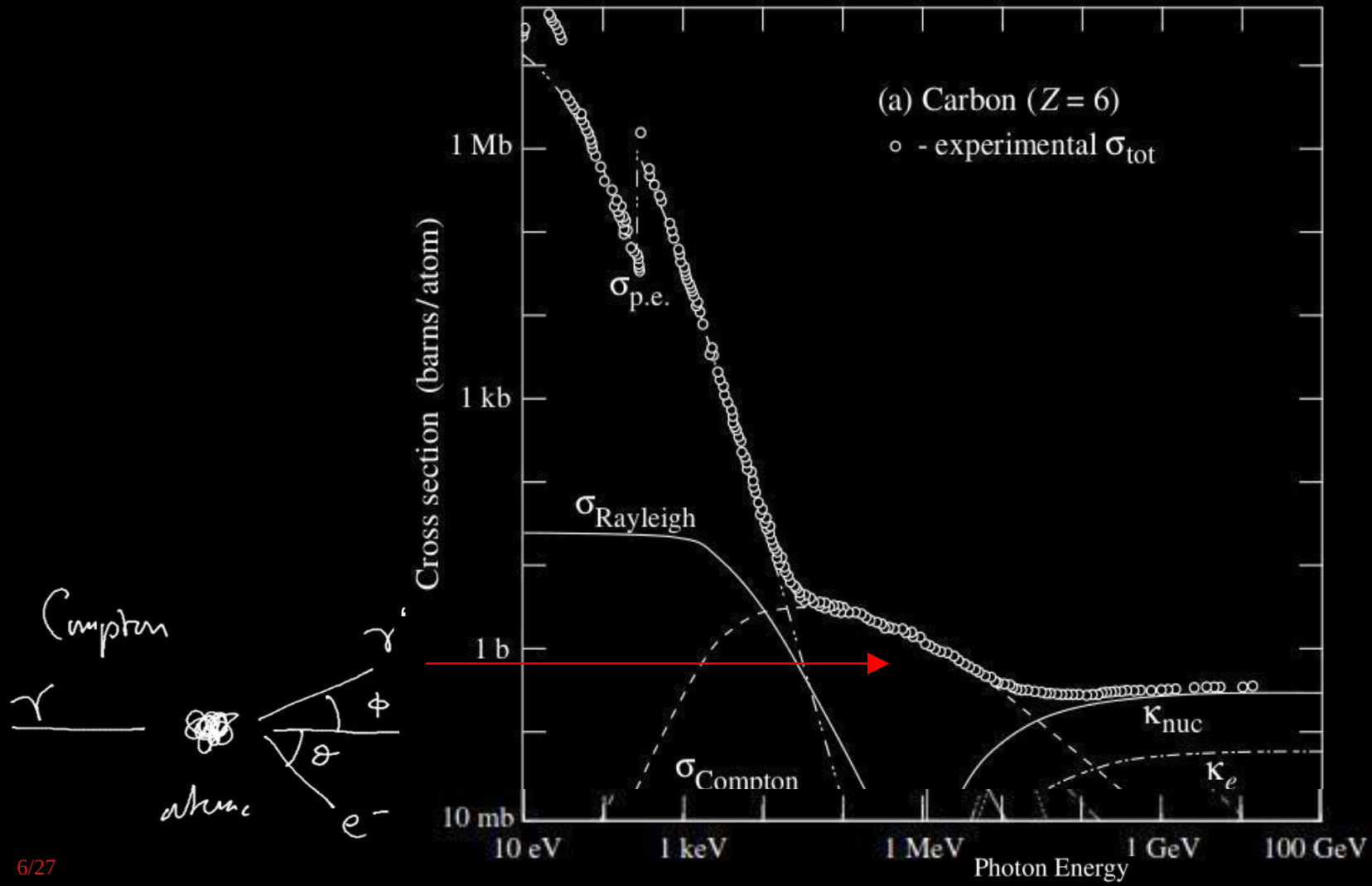


Rayleigh γ

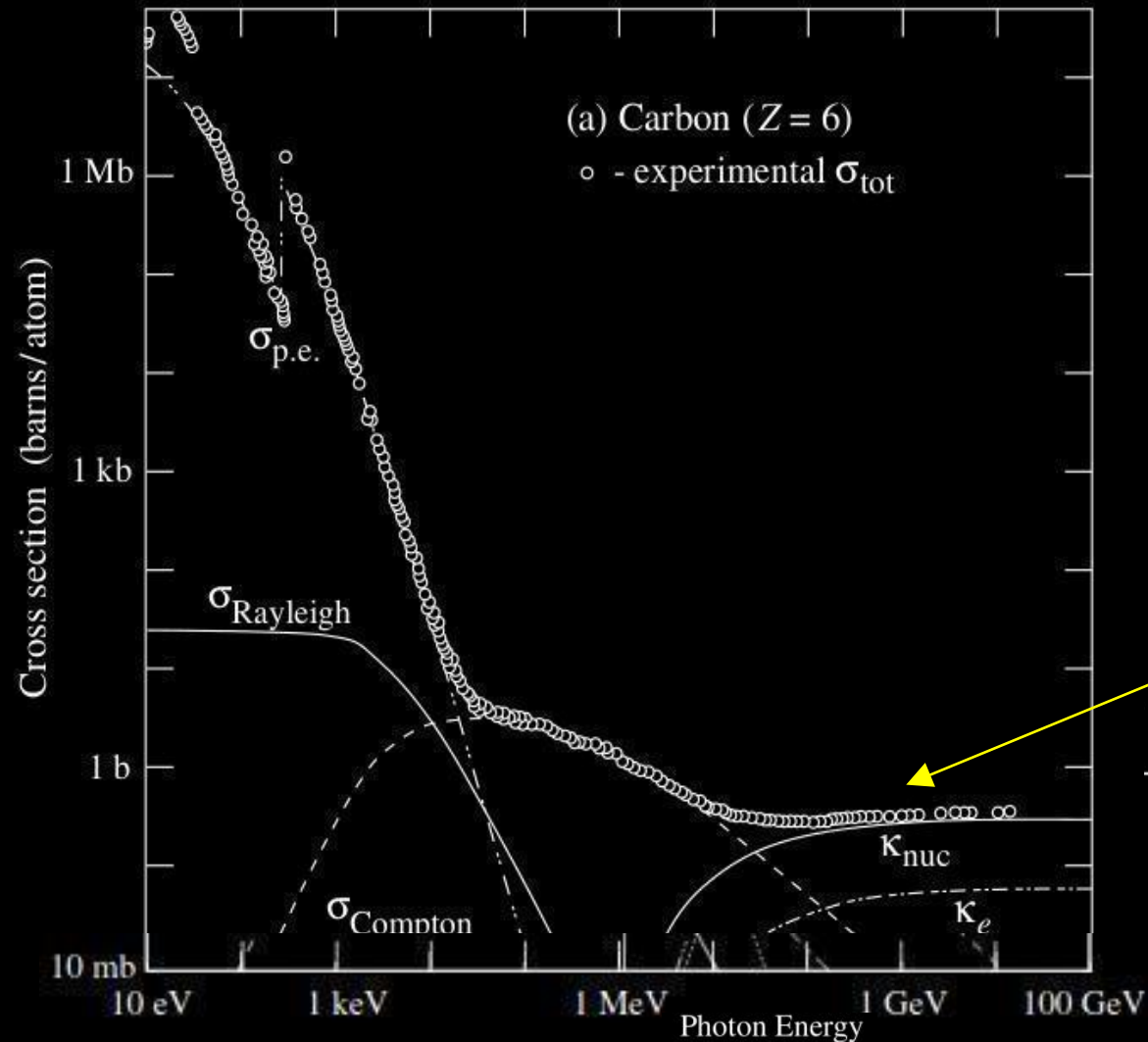
γ'

atome

Interaction particules / matière



Interaction particules / matière

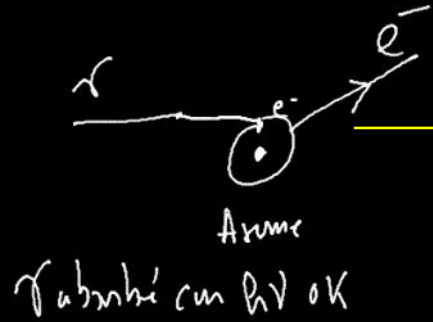


Création de paires

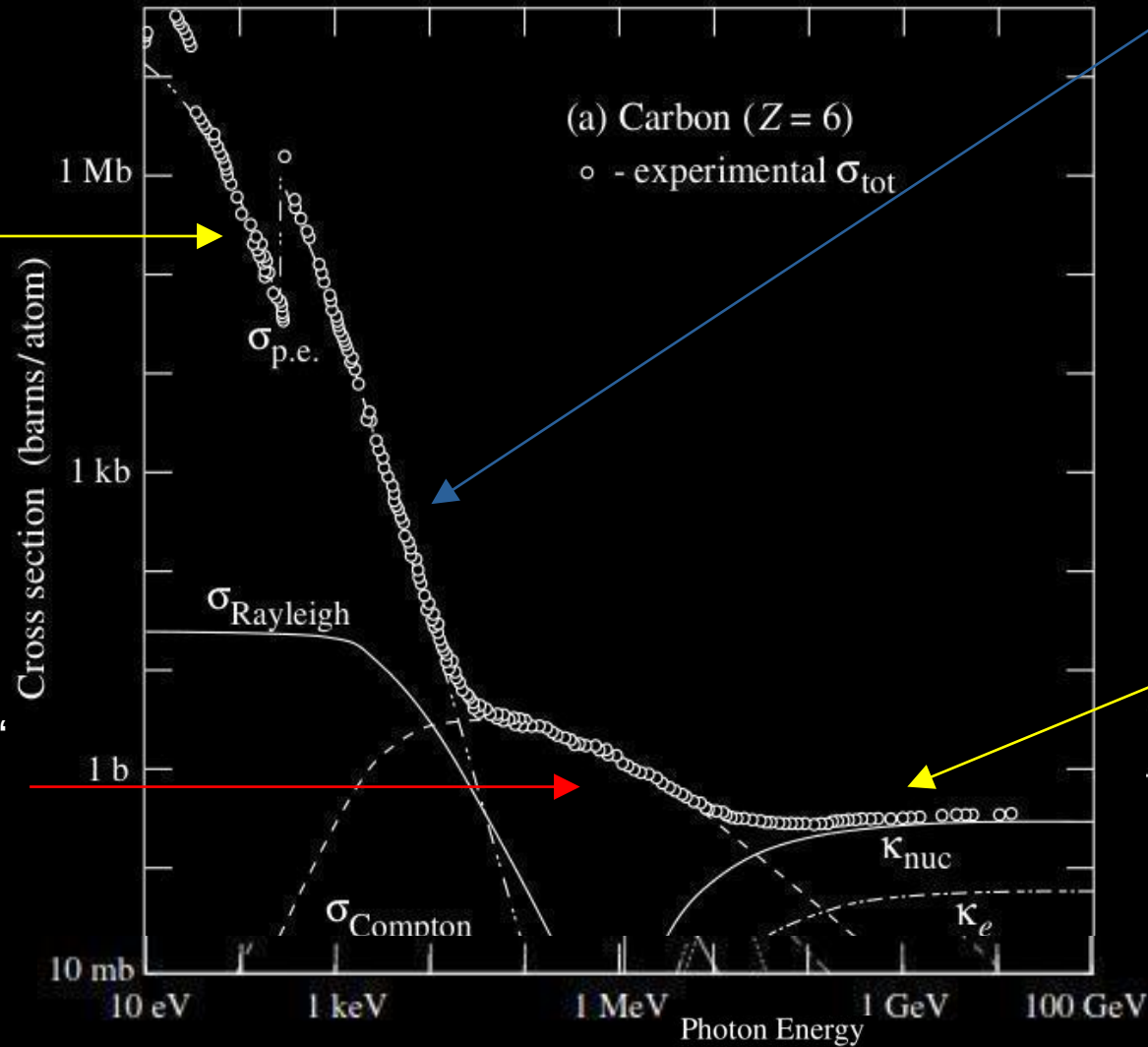
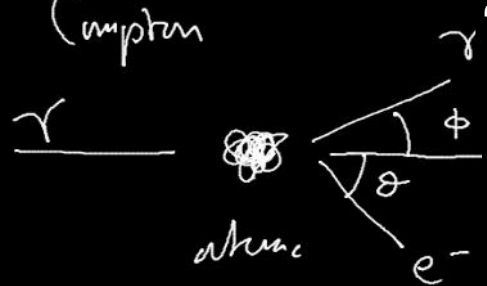
e^+
 e^-
atome

Interaction particules / matière

Photoélectrique



Compton



Rayleigh γ

γ'

atome

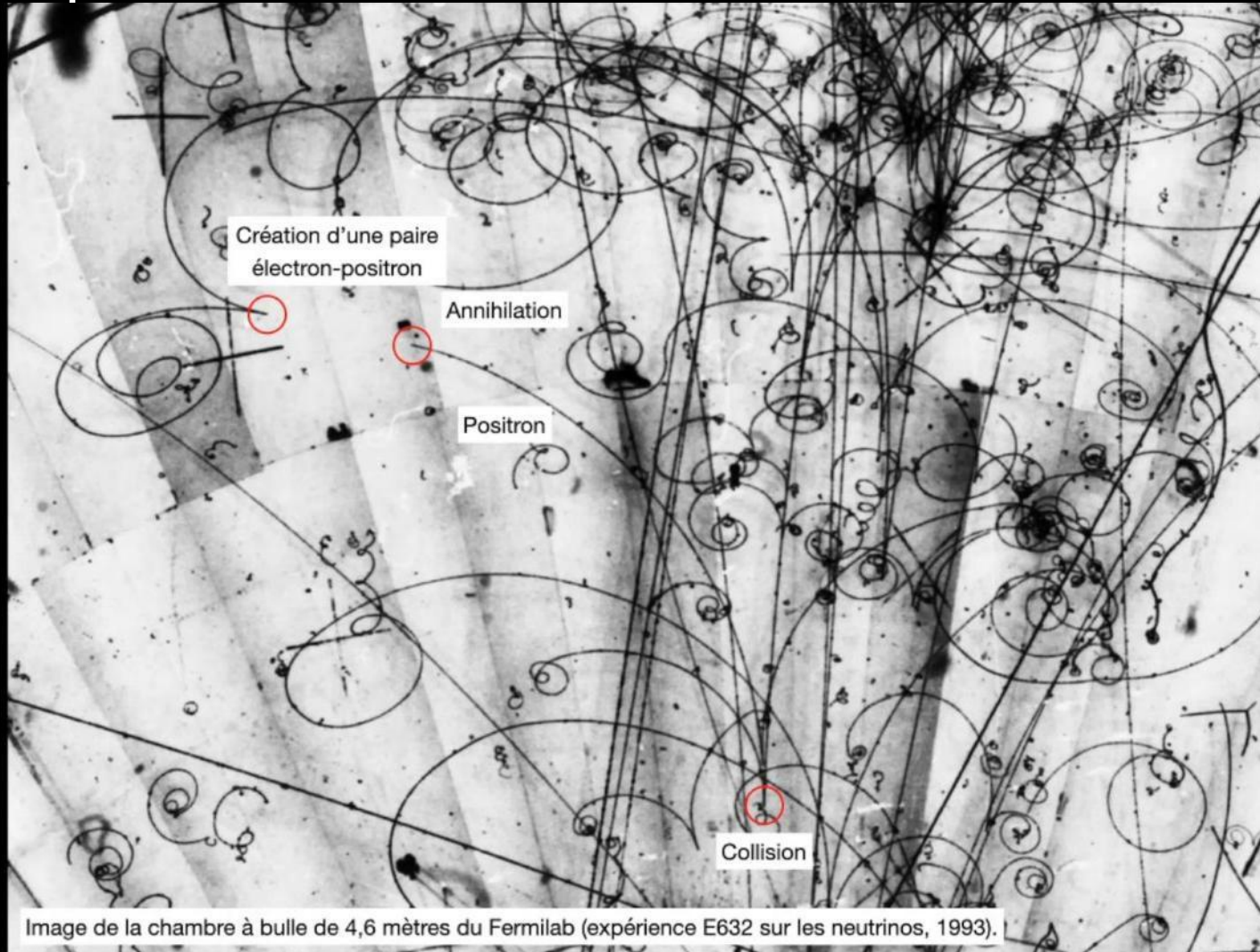
Création de paires

e^+

e^-

atome

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^-)

laurent chevalier

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)

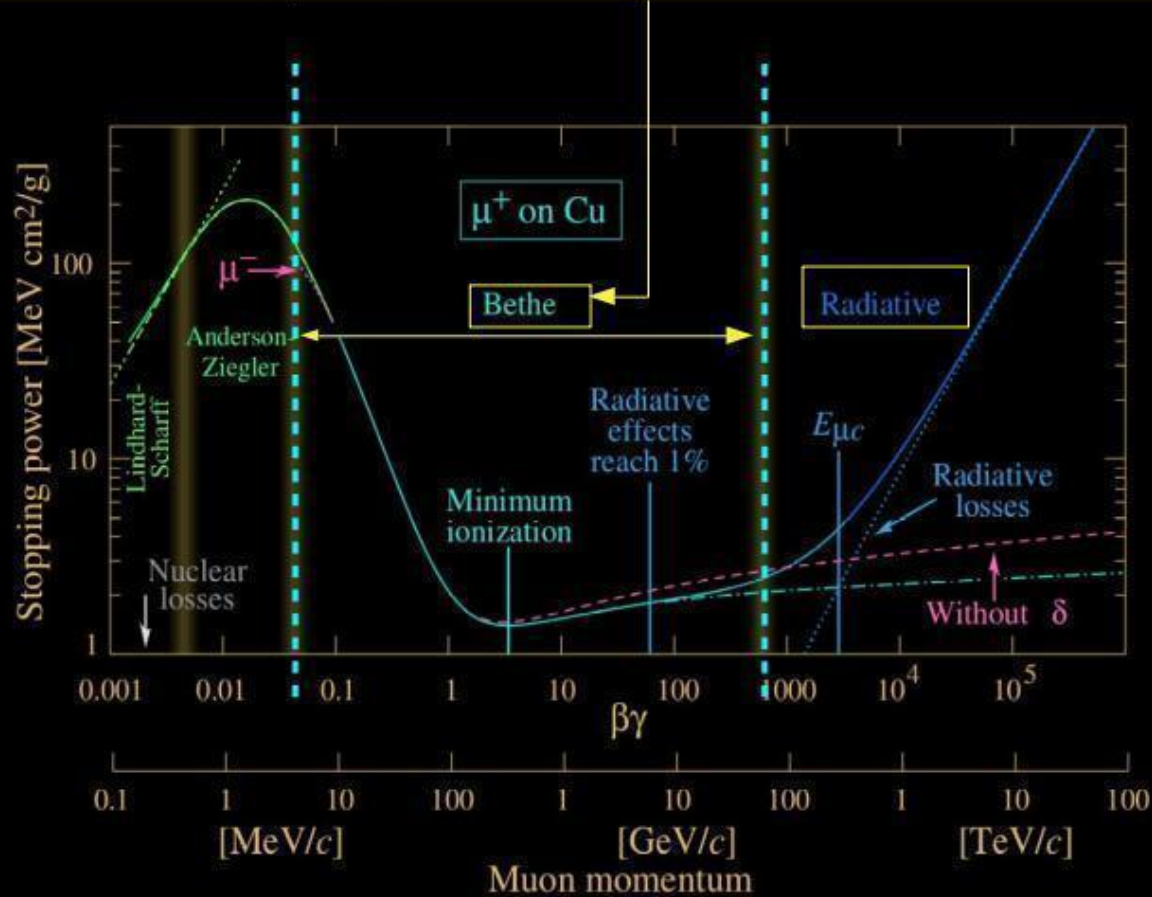
Perturbations

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

laurent chevalier

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**
Félix Bloch
Enrico Fermi

calcul (non- et relativiste) LO
corrections d'ordre supérieur
écranage

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

laurent chevalier

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:

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

$$\beta\gamma = \frac{P}{m}$$

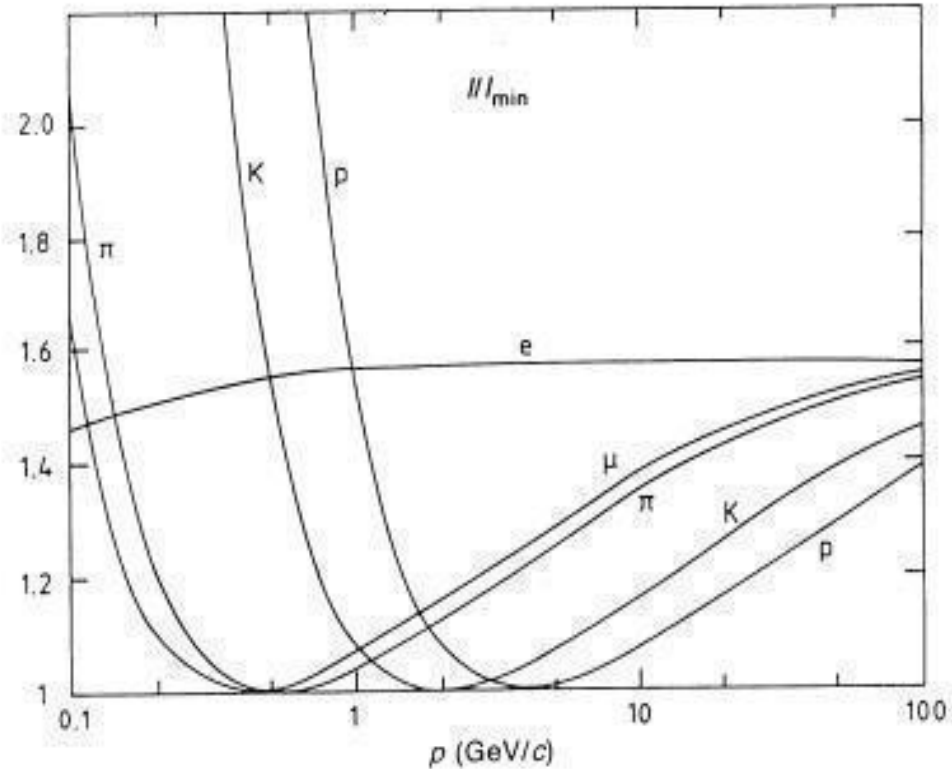

$\beta\gamma \longrightarrow$ muon



$\frac{P}{m_\mu} * 207 = \frac{P}{m_e}$

Interaction particules / matière

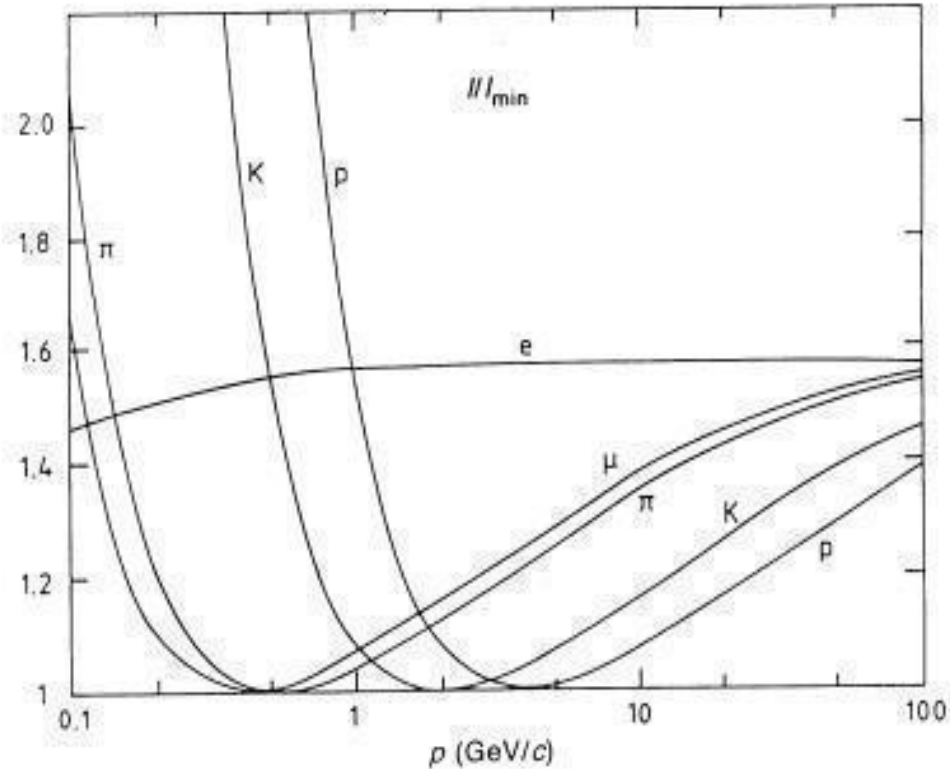
Calcul



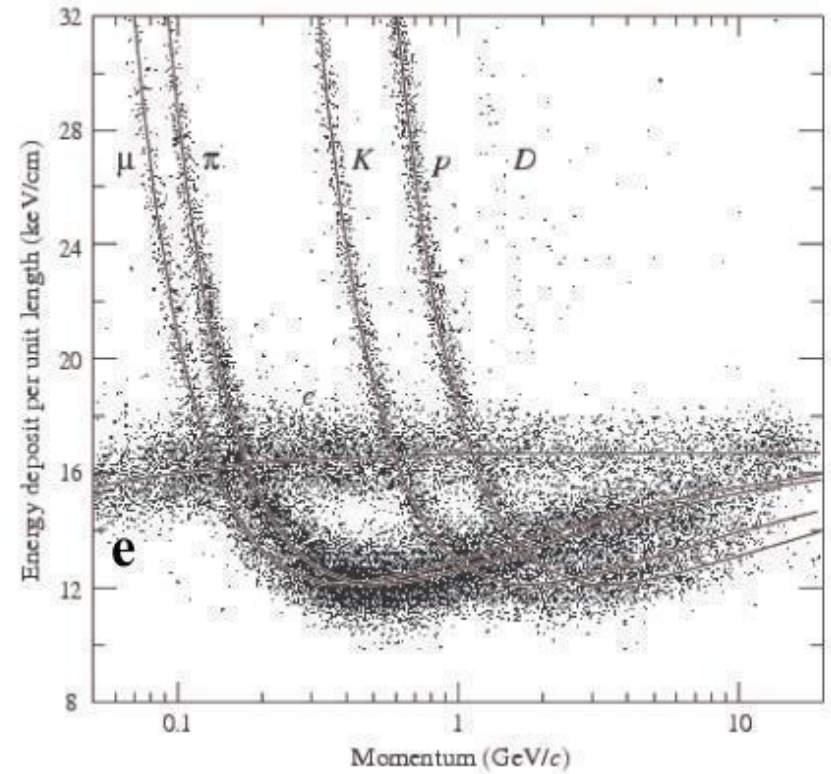
laurent chevalier

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)

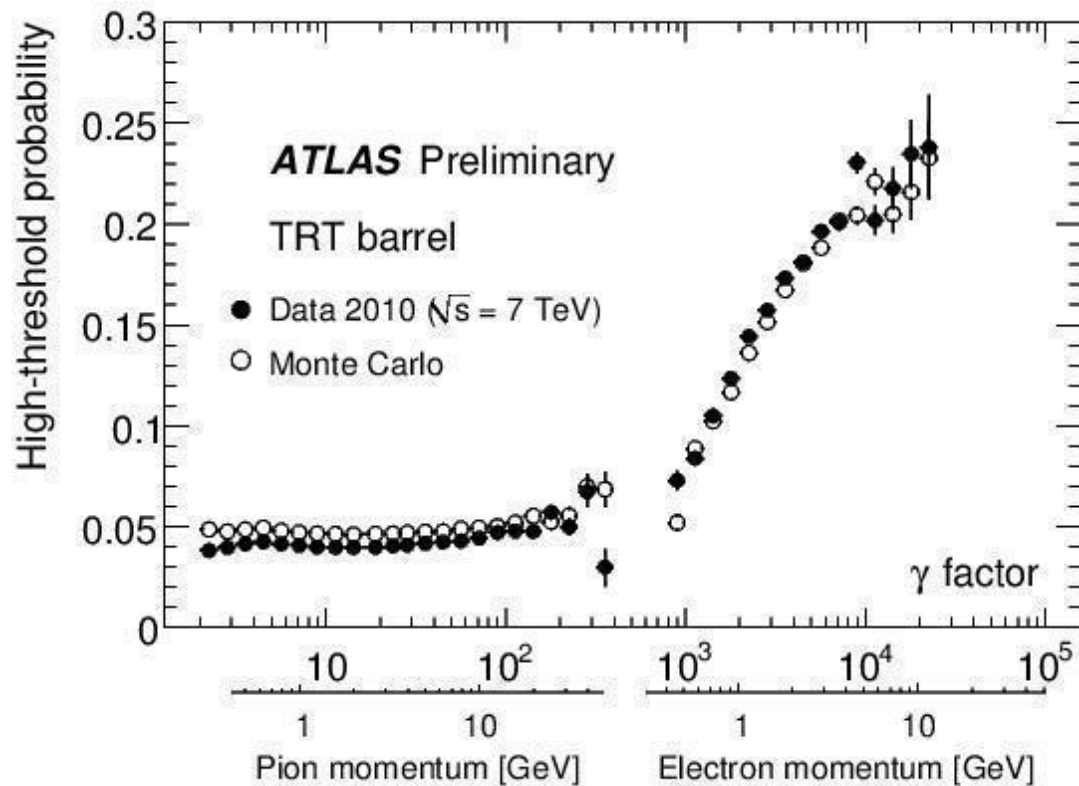
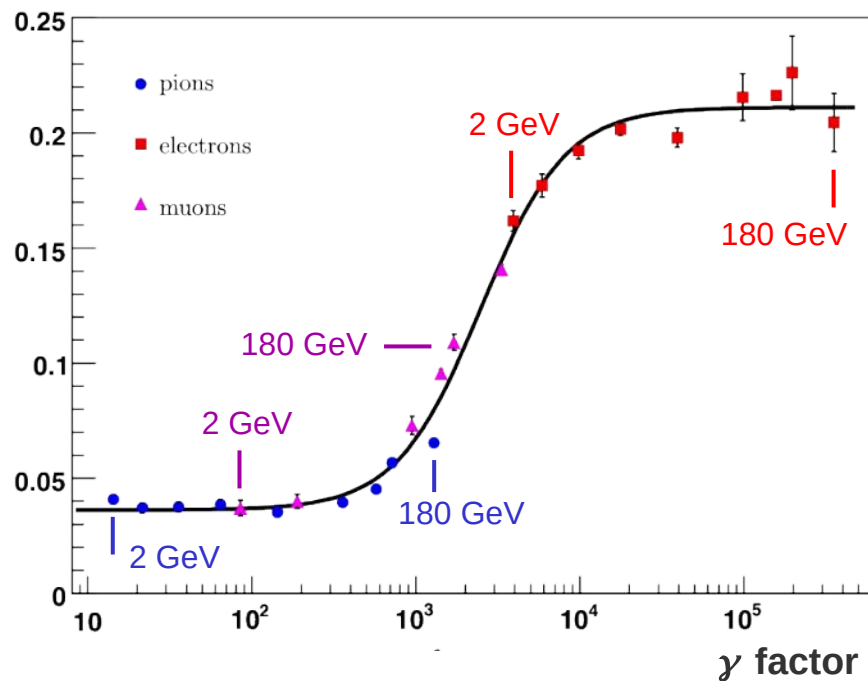
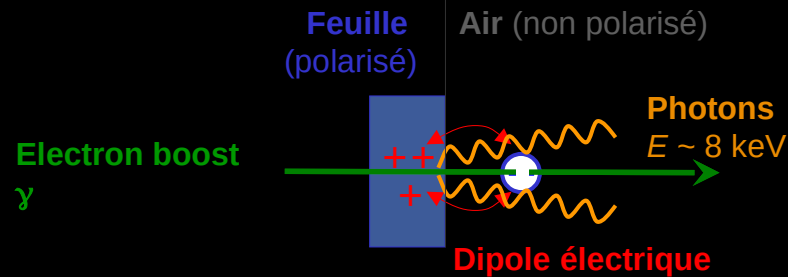
Perturbations

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

laurent chevalier

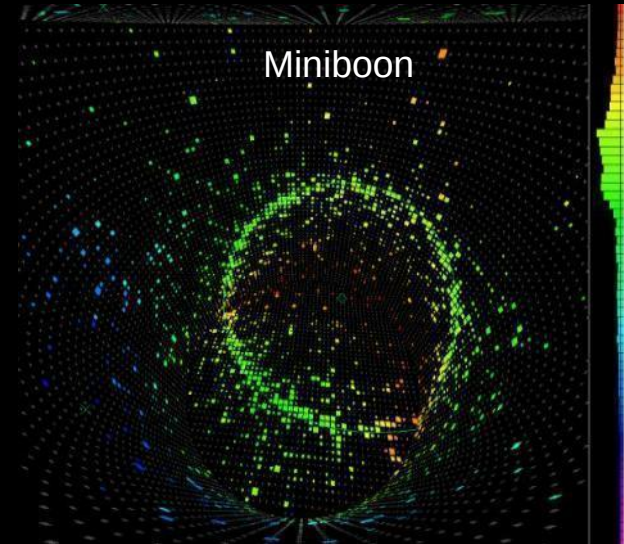
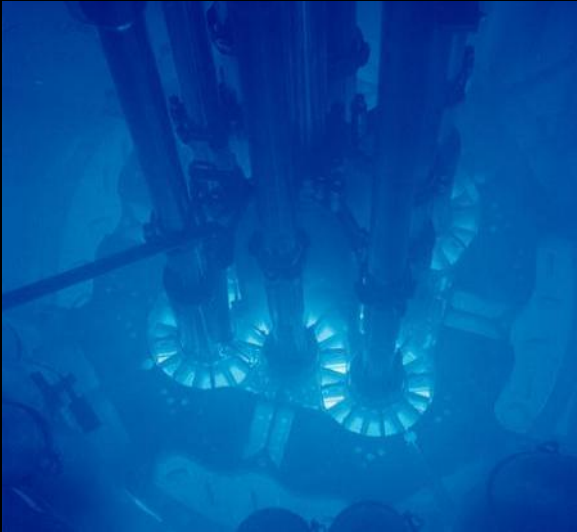
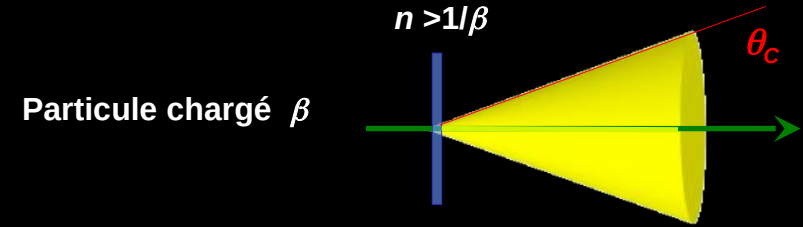
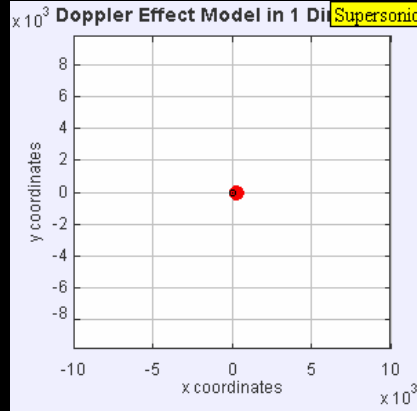
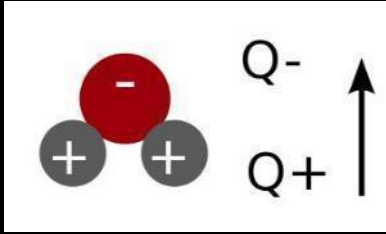
Interaction particules / matière

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

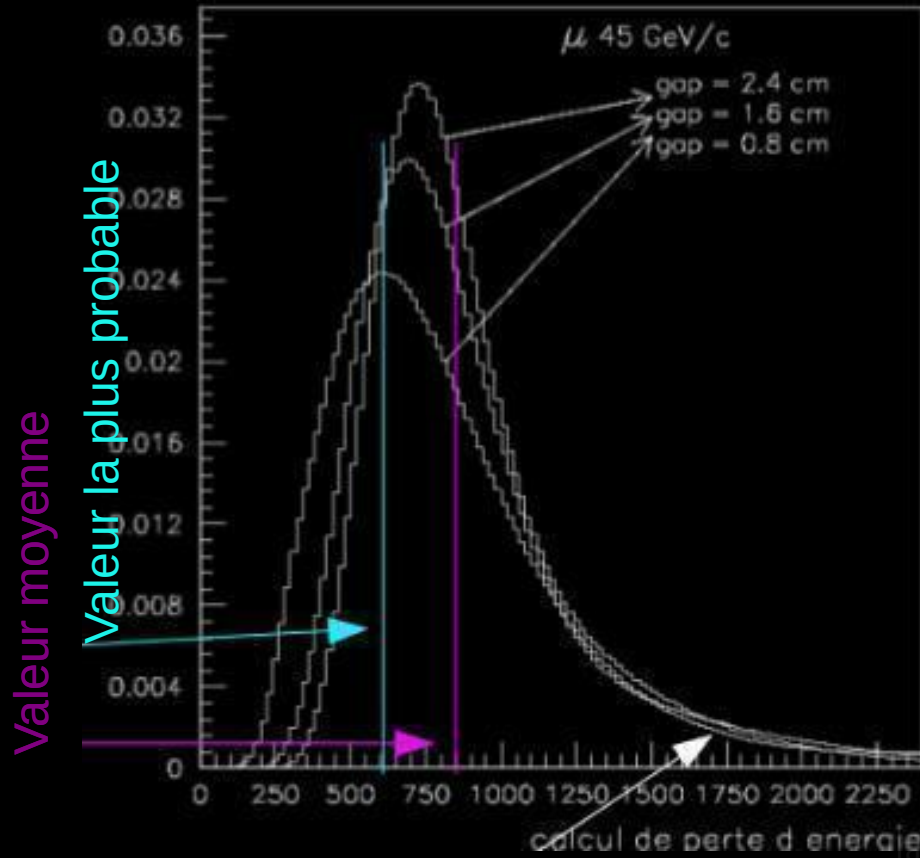
- fluctuations de Landau
- diffusion multiple → dû aux diffusions élastiques et inélastiques
- création de paires (e^+/e^-)

laurent chevalier

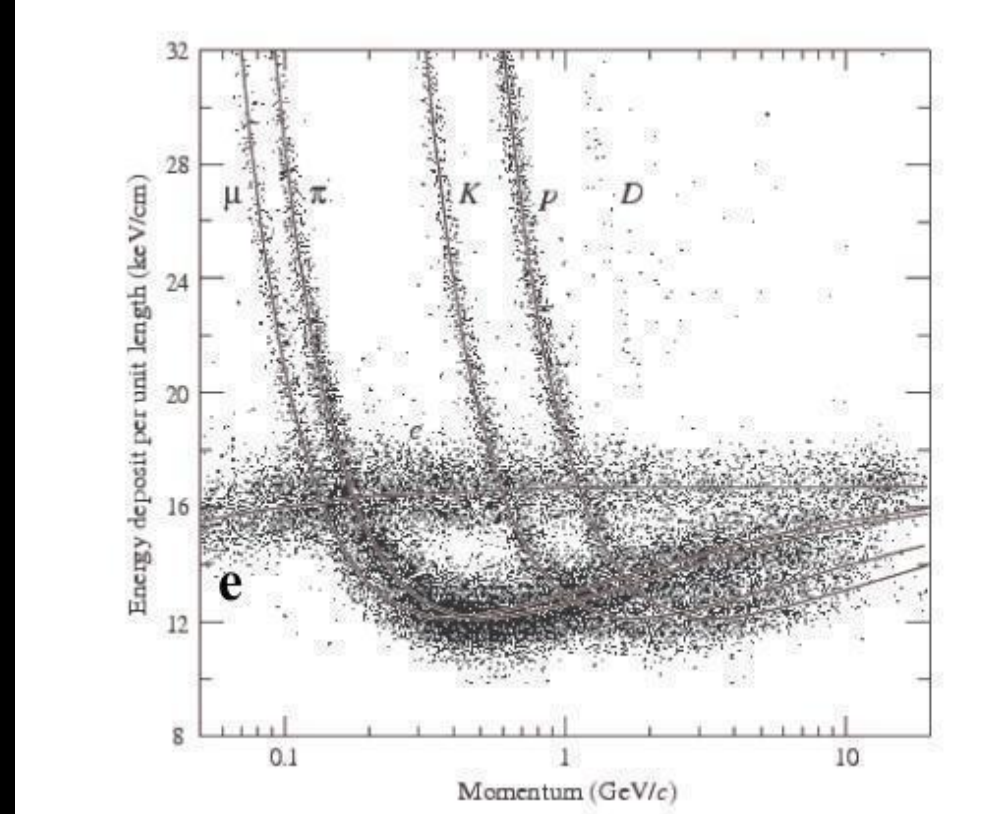
Interaction particules / matière

Fluctuations de Landau

Mesures



δ ray grandes fluctuations



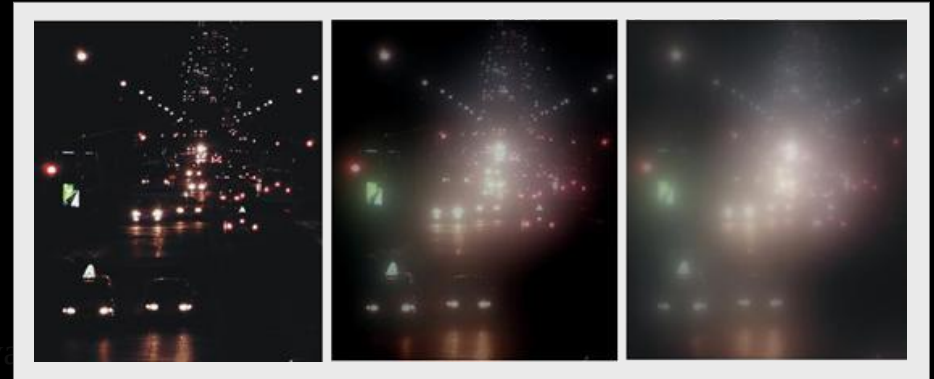
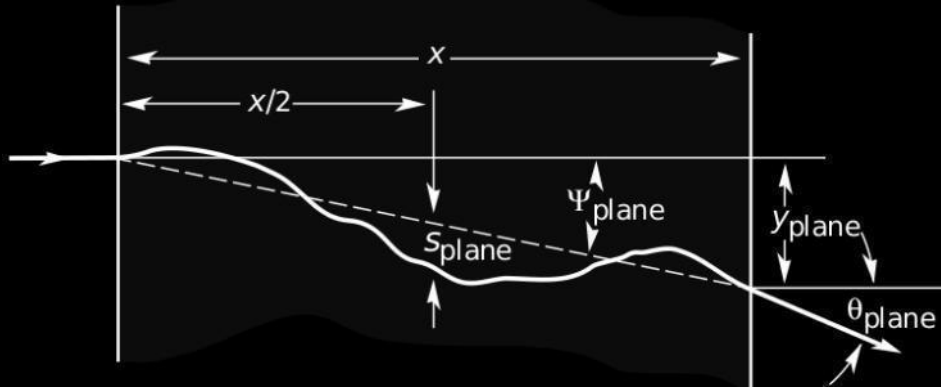
Gamme d'énergie : $\sim 0.1 \rightarrow \sim 10 \text{ GeV}$

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

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



Interaction particules / matière

Création de paires

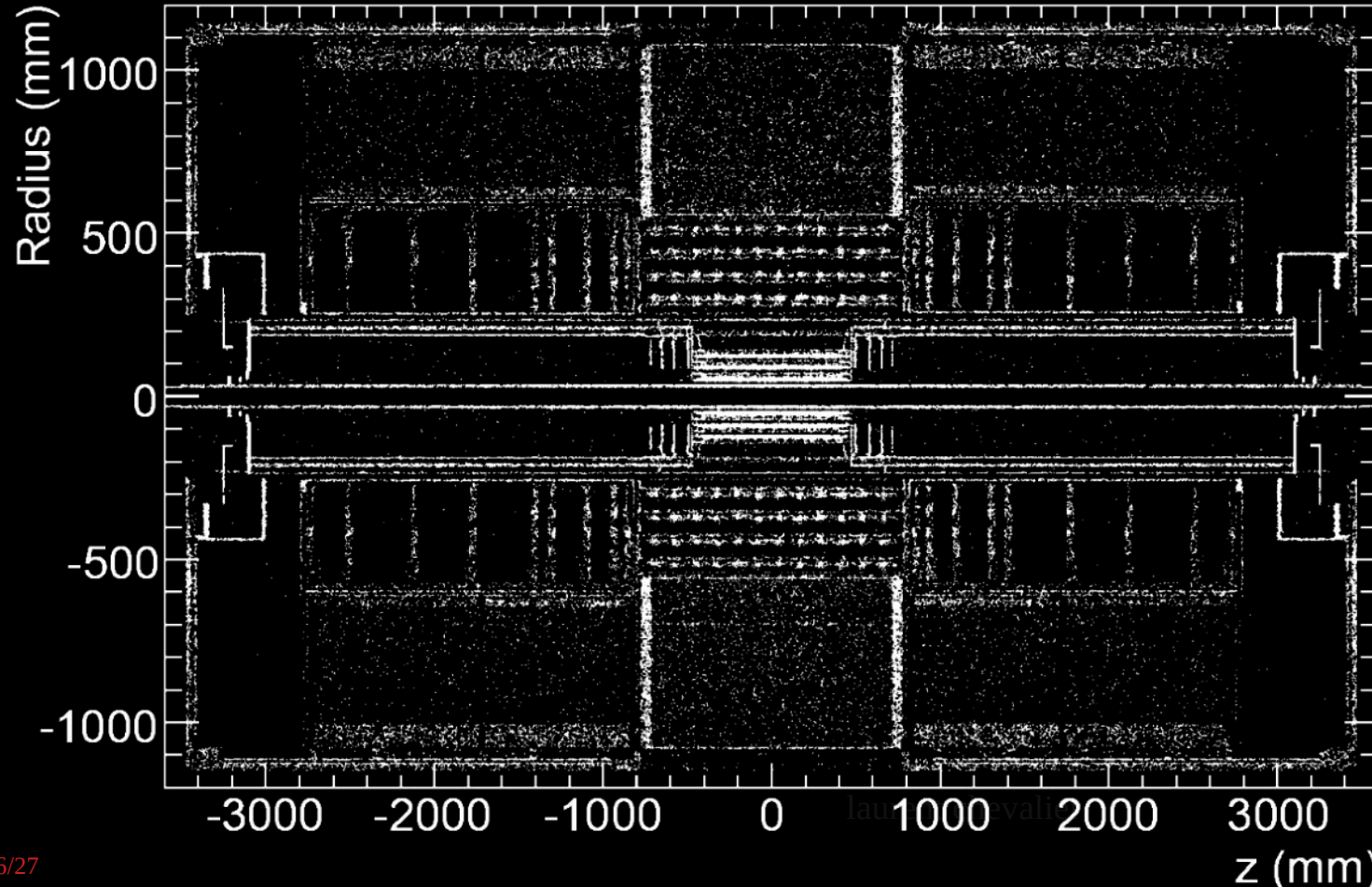
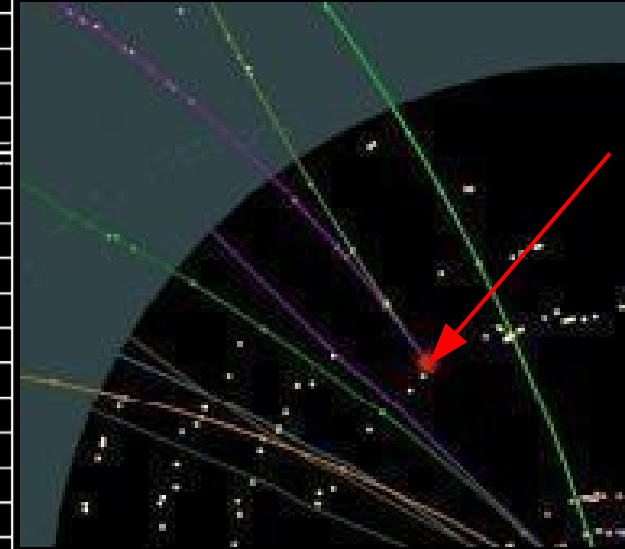
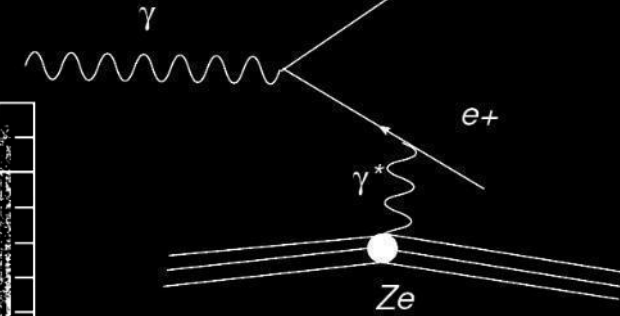


diagramme de Feynman
conversion de photon e^-



0/ Introduction

1/ Détecter quoi $\leftrightarrow$ pourquoi

2/ Interaction particules matière

3/ Généralités sur les détecteurs

4/ Application sociétales

5/ Exemple avec D0/ATLAS (Fermilab/CERN)