

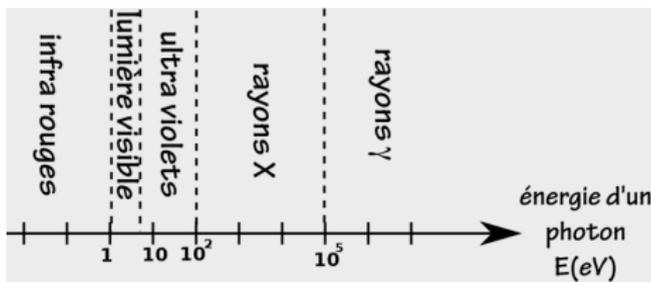
# Astronomie gamma

## Observer le ciel en rayons gamma

- **Quoi** : Qu'est-ce qu'un rayon gamma?
- **Comment** les détecte-t-on?  
(Avancées scientifiques majeures dues à **HESS** et *Fermi-LAT*)
- **Pourquoi** nous intéressent-ils?
- Quels **enjeux** pour demain et pour le LUPM?

# Qu'est-ce qu'un rayon gamma?

- la lumière est composée de particules: les *photons*
- les rayons gamma sont des photons d'énergie très élevée

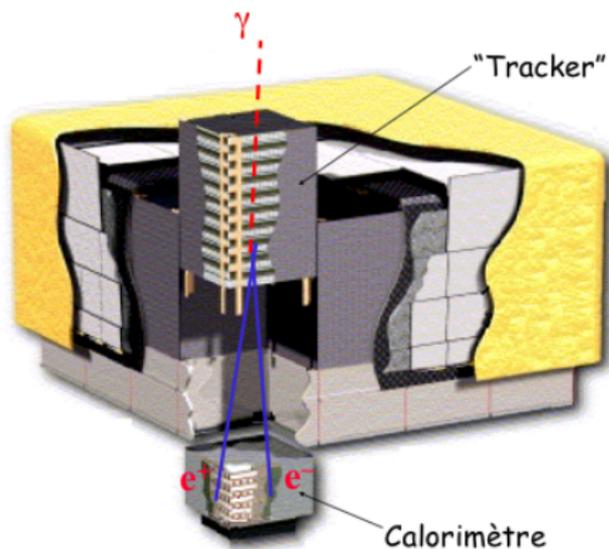


- une unité d'énergie utile: l'**électron-volt** (eV)
- kilo =  $10^3$  : keV (rayons X)
- méga =  $10^6$  : MeV (rayons gamma de basse énergie)
- giga =  $10^9$  : **GeV** (rayons gamma de **haute énergie**)
- téra =  $10^{12}$  : **TeV** (rayons gamma de **très haute énergie**)

# Comment détecte-t-on les rayons gamma (au GeV)?

- les photons sont des particules sans masse, électriquement neutres
- $E = mc^2$  ! Ils peuvent se convertir en particules détectables

$$\gamma \rightarrow e^- + e^+$$



- l'atmosphère est (*heureusement!*) opaque aux rayons gamma et autres **rayons cosmiques** de haute énergie
- le détecteur (cf. *Fermi-LAT*) doit être embarqué sur un satellite

# Comment détecte-t-on les rayons gamma (au TeV)?

- à ces énergies, ne sont plus détectables avec un satellite, car:
  - ① il faut un détecteur plus massif pour les arrêter (*ce sont de gros poissons*)
  - ② il faut une surface plus grande pour en intercepter suffisamment (*ils sont rares, il faut un grand filet*)



- on utilise l'atmosphère terrestre comme détecteur! (cf. **HESS**)
- du sol, on peut observer (par nuit sans lune) un bref flash bleuté (*lumière Tcherenkov*) résultant de leur interaction avec l'atmosphère

# Pourquoi les rayons gamma nous intéressent-ils? (I)

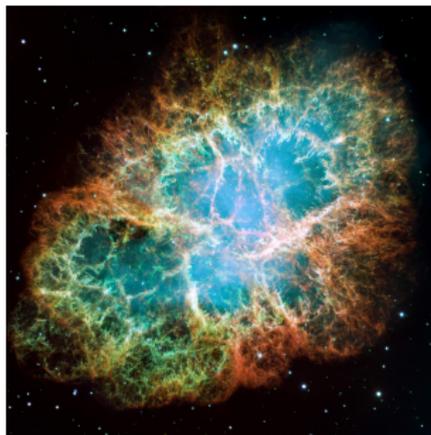
- électriquement neutres, ils se propagent en ligne droite (contrairement aux rayons cosmiques chargés, déviés par les champs magnétiques spatiaux)
- **témoins directs** des phénomènes les plus violents de l'Univers, par exemple:



*(vue artistique)*

## Sursauts gamma

Explosions violentes et brèves  
aux confins de l'Univers



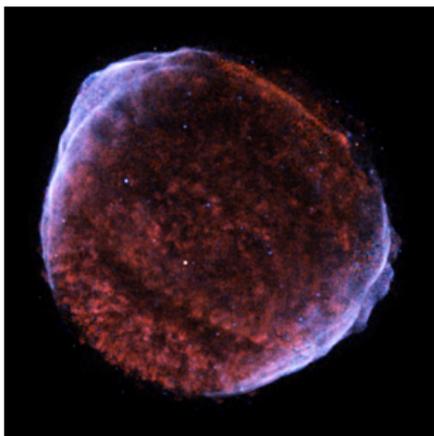
*(Nébuluse du Crabe)*

## Pulsars et leurs nébuleuses

Étoiles à neutrons en rotation  
rapide, accélérant des électrons

# Pourquoi les rayons gamma nous intéressent-ils? (II)

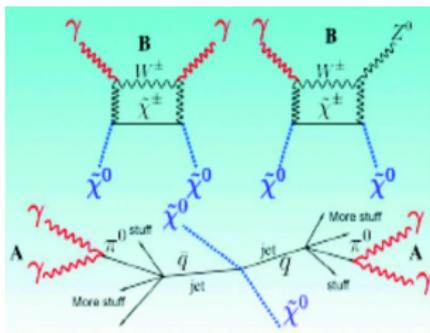
Pour en savoir plus sur ces différents sujets: présentations demain!



*(Vestige de SN 1006)*

## Vestiges de supernovae

Onde de choc de l'explosion d'une étoile, accélérant des particules du gaz interstellaire



*(Désintégration du neutralino)*

## Matière noire

Désintégration éventuelle de particules massives, principaux constituants de l'Univers

# Quels enjeux pour demain?

## Enjeux scientifiques

- Cerner l'origine des rayons cosmiques (RC) :
  - **vestiges de supernovae** et RC galactiques?
  - **nébuleuses de pulsars** et électrons / positons cosmiques?
  - **sursauts gamma** et RC d'ultra-haute énergie?
- Déterminer la nature de la **matière noire** :
  - complémentarité avec les résultats du LHC

## Enjeux instrumentaux (pour le LUPM)

- Astronomie gamma au sol : **Cherenkov Telescope Array**
- Astronomie gamma spatiale : pistes à l'étude (présentation demain)