

# L'astronomie gamma et l'analyse de données général sur l'astronomie

Module Recherche en physique moderne RECH 601

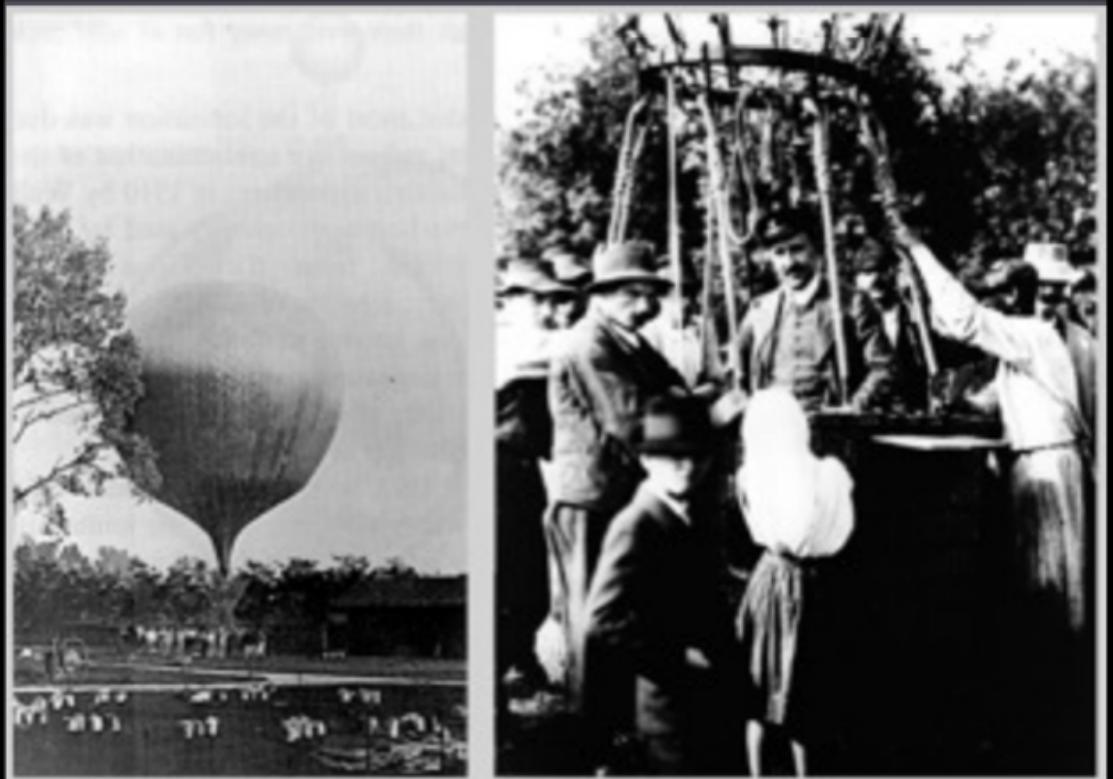
David Sanchez ([david.sanchez@lapp.in2p3.fr](mailto:david.sanchez@lapp.in2p3.fr))

# Rayons Cosmiques

découverts en 1912 par le physicien Victor Hess  
(Nobel 1936) en effectuant des vols en ballon.

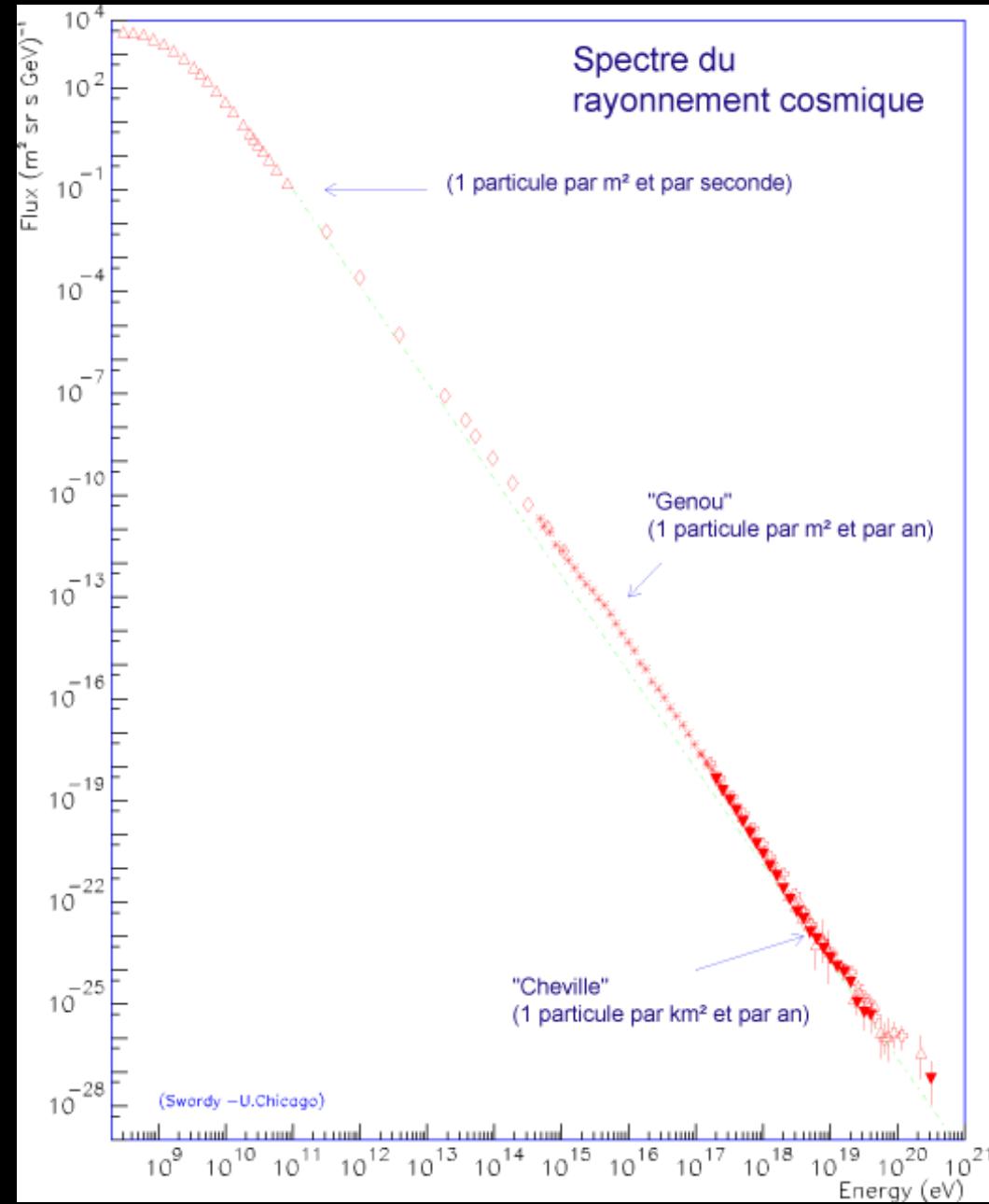
Les objets à l'origine des rayons cosmiques ne sont toujours pas clairement identifiés.

Les rayons cosmiques sont principalement constitués de proton (99%)



# Rayons Cosmiques

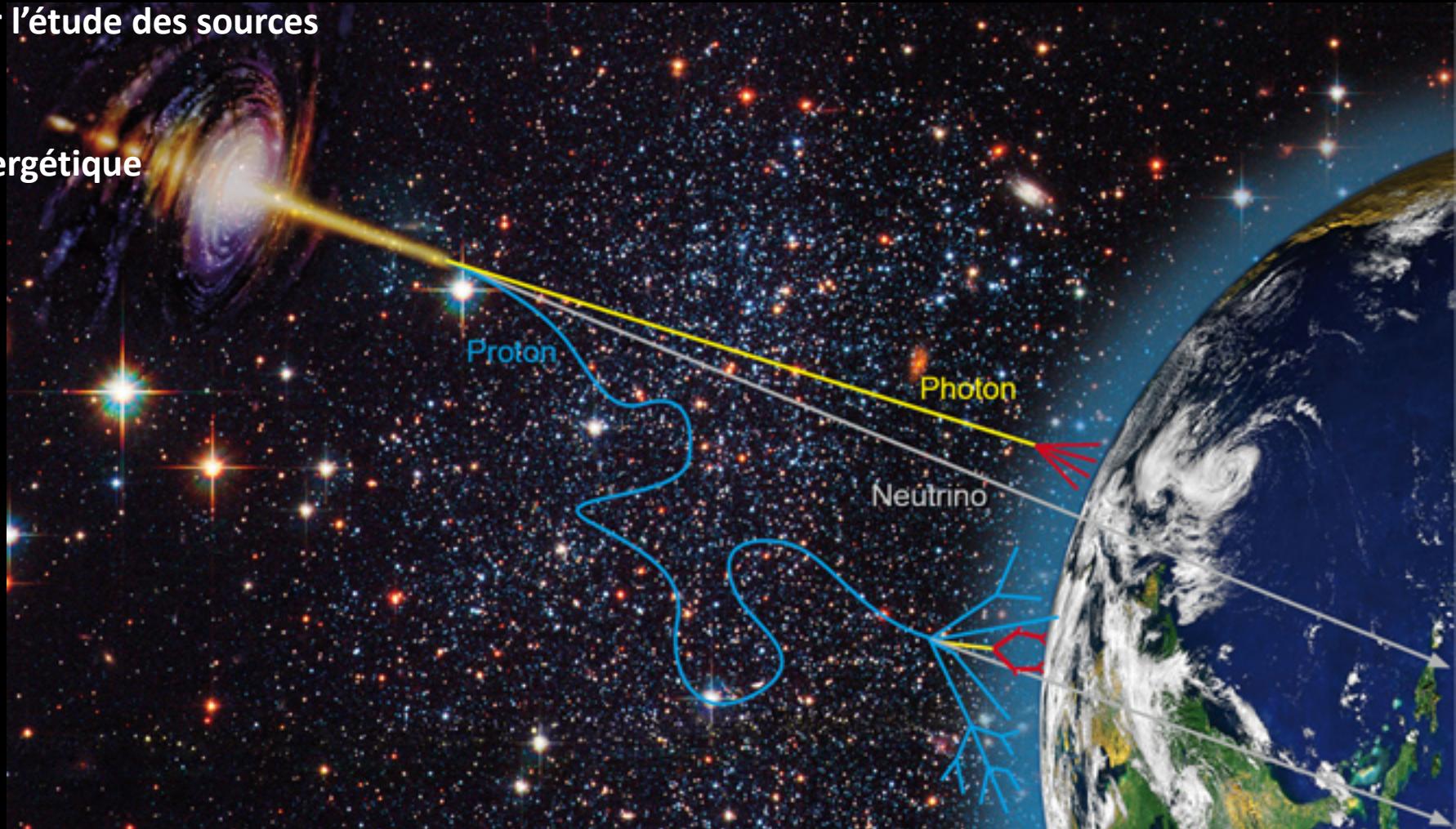
- Presque linéarité sur 12 ordre de grandeur en énergie et 32 en flux
- Questions principales en astrophysique
  - Origine ?
  - Propagation?
  - Composition ?



# Intérêt de l'astronomie gamma

Les rayons gamma sont idéaux pour l'étude des sources distantes

- Non chargés (donc non déviés)
- Produits par des sources très énergétiques



# Défis de l'astronomie gamma

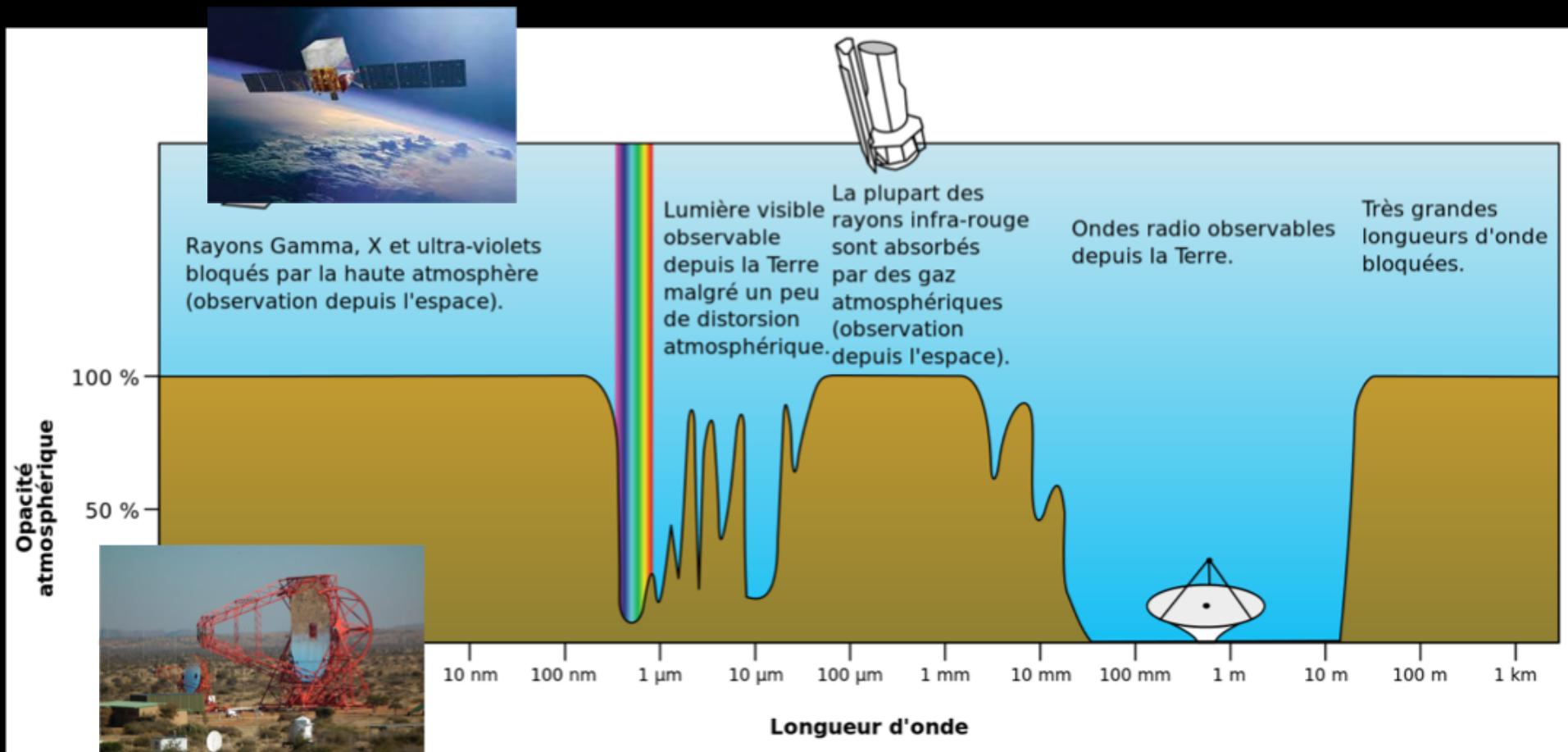
Atmosphère opaque aux rayons Gamma

→ observation dans l'espace

1m<sup>2</sup> de surface de détection

Flux très faible

Retour sur Terre : Astronomie Cherenkov



# Les détecteurs Cherenkov

H.E.S.S.



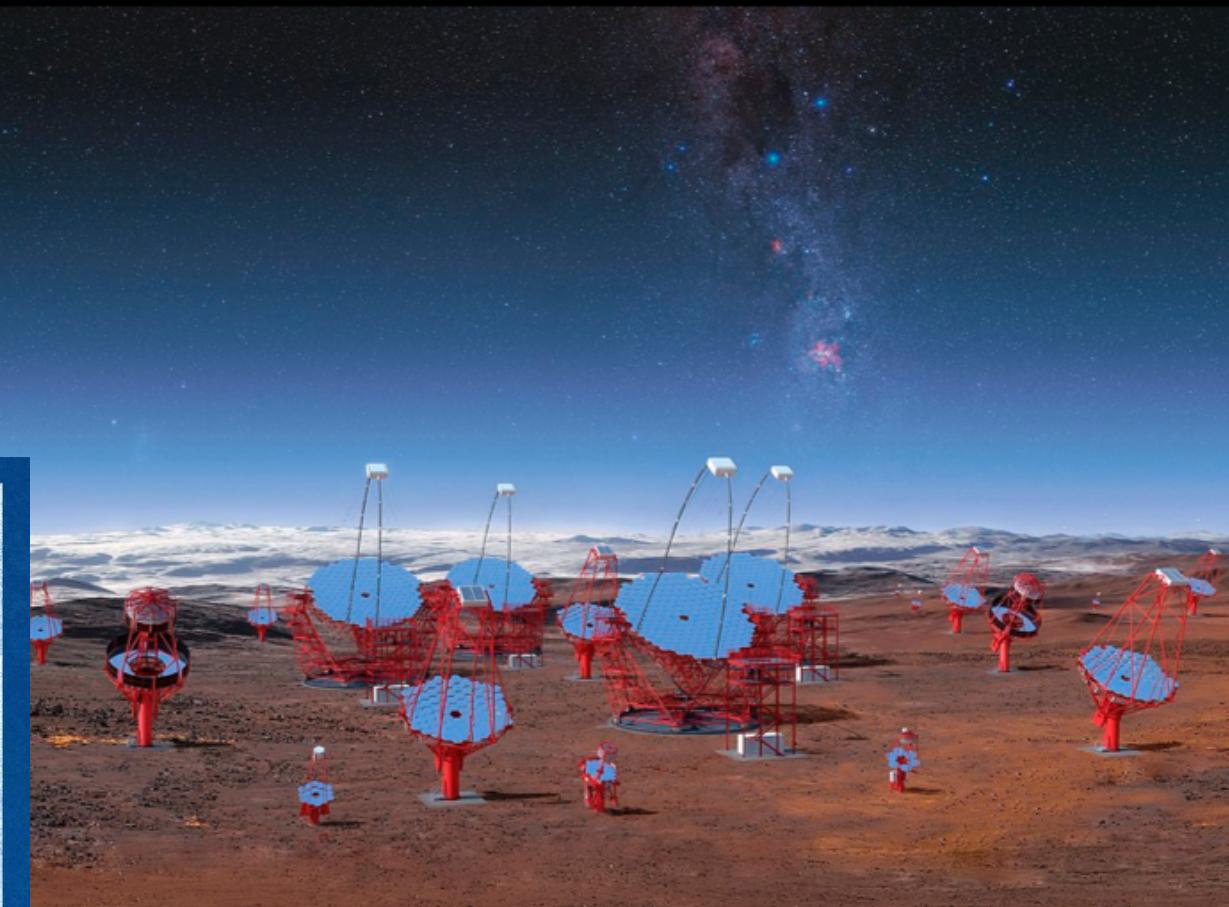
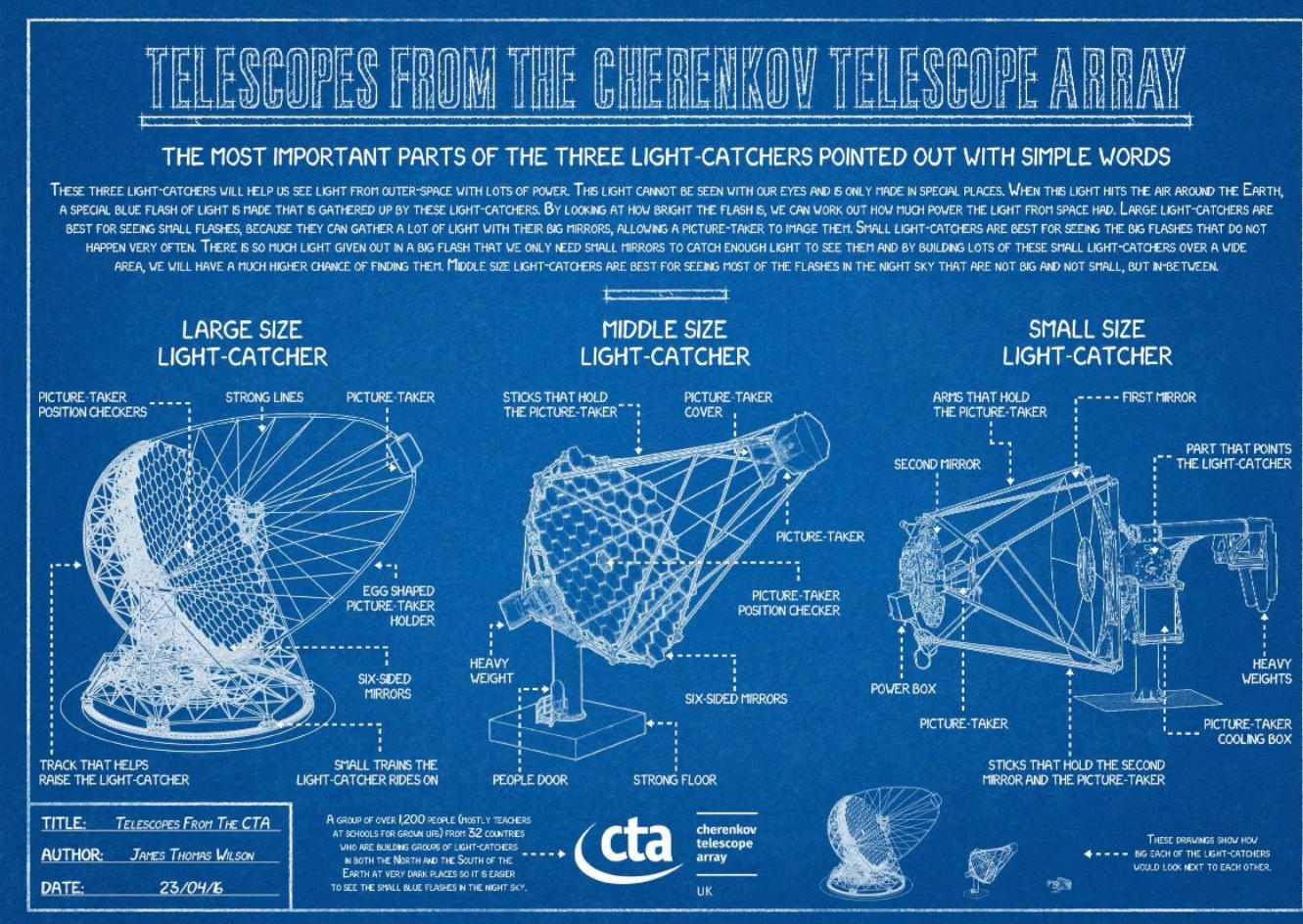
MAGIC



VERITAS



# Le futur : CTA



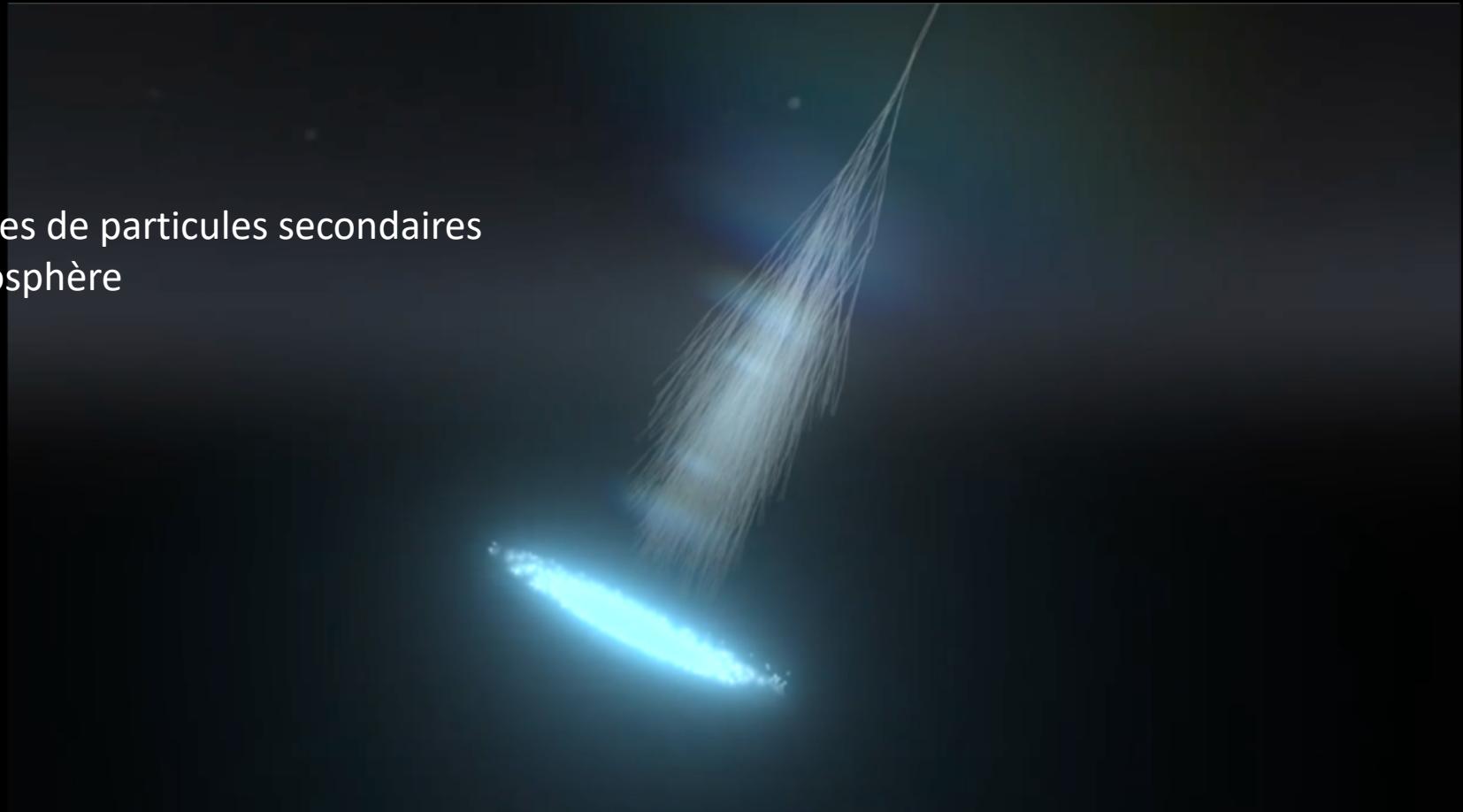
# L'atmosphère comme calorimètre

Gamma vont produire des cascades de particules secondaires  
lorsqu'ils vont rentrer dans l'atmosphère

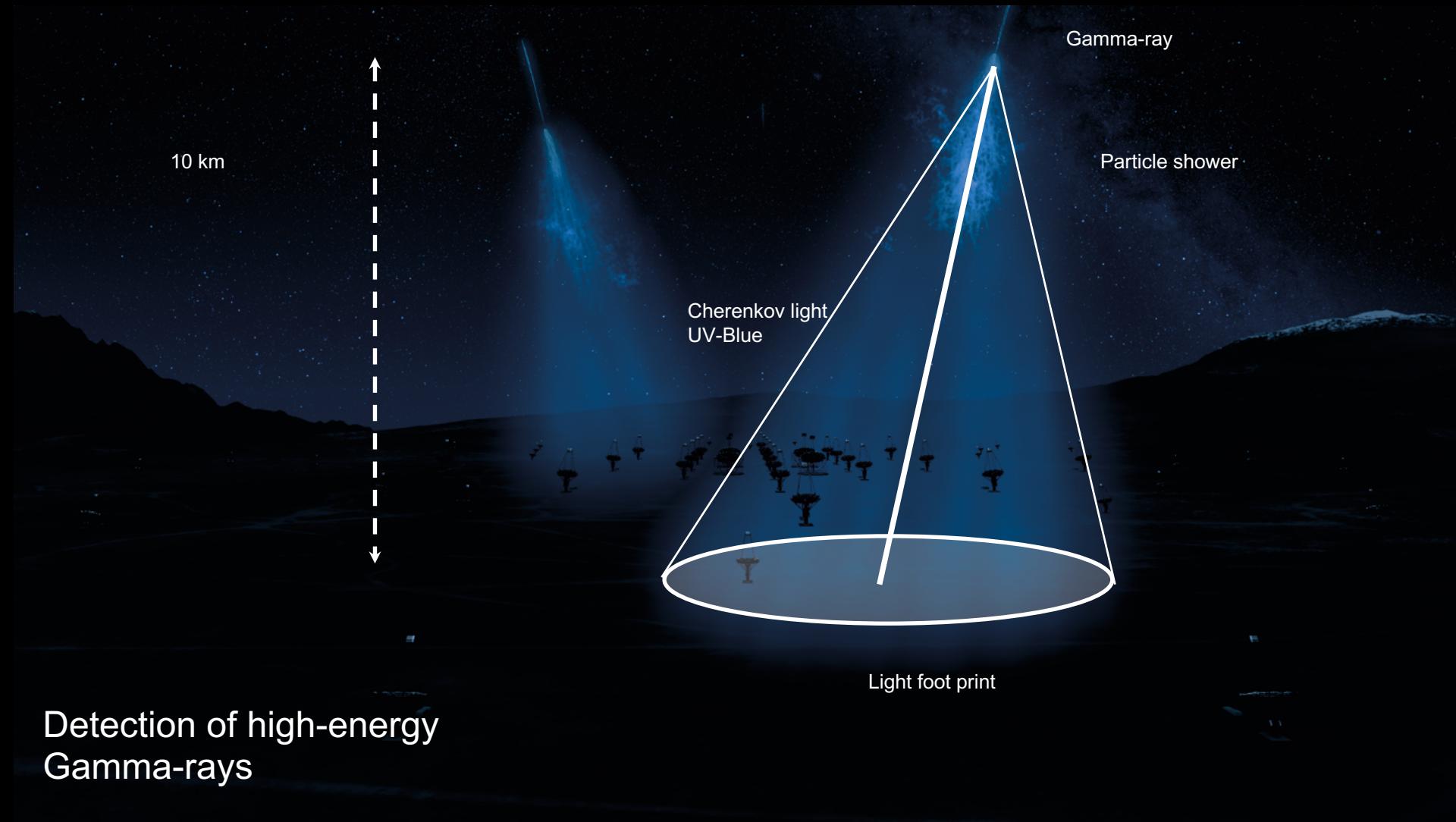
Gerbes d'électron/positron plus  
Rapide que la lumière dans l'air

-> Emission Cherenkov

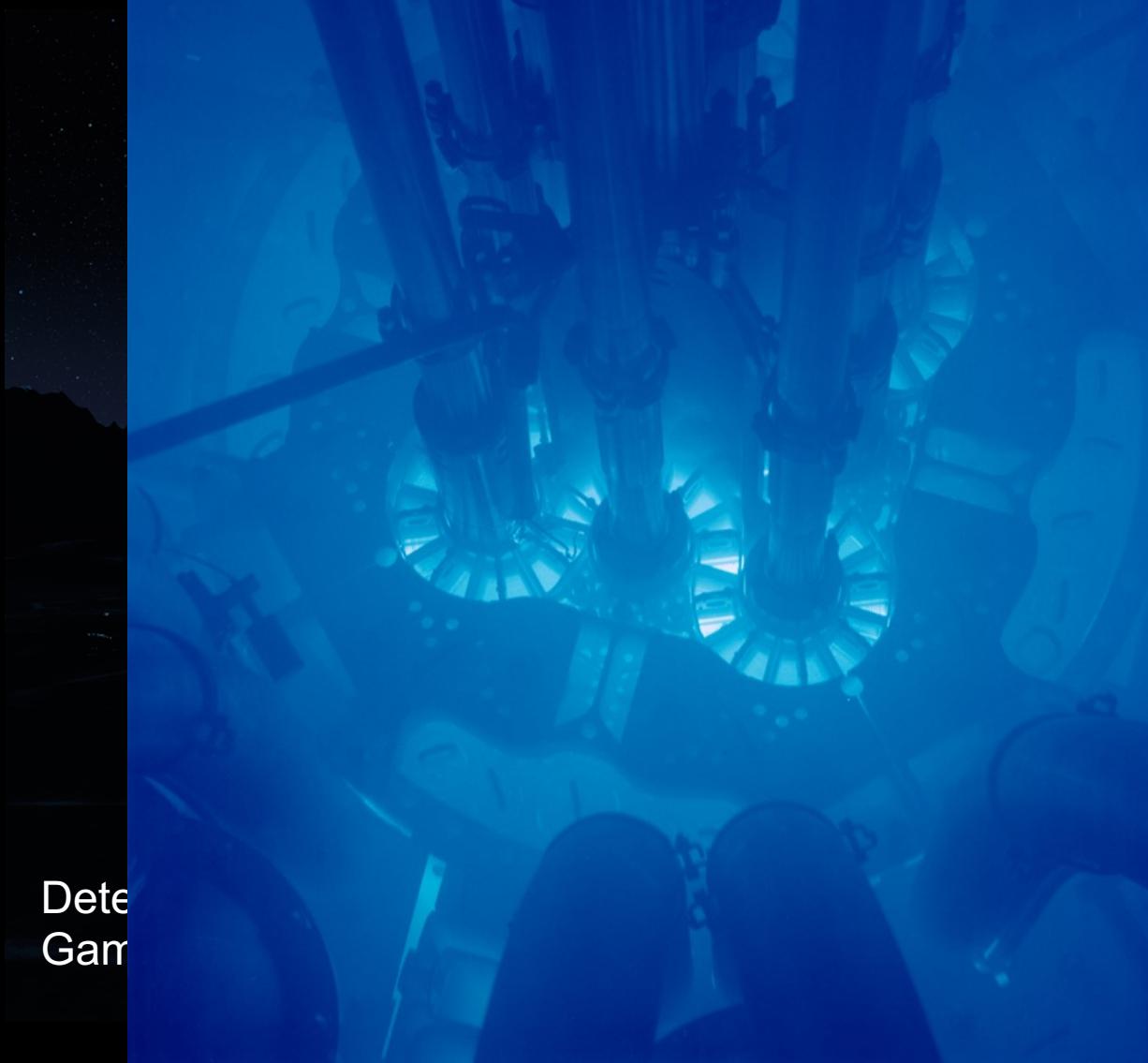
Cours (qlq ns) et faible



# L'atmosphère comme calorimètre



L'atm



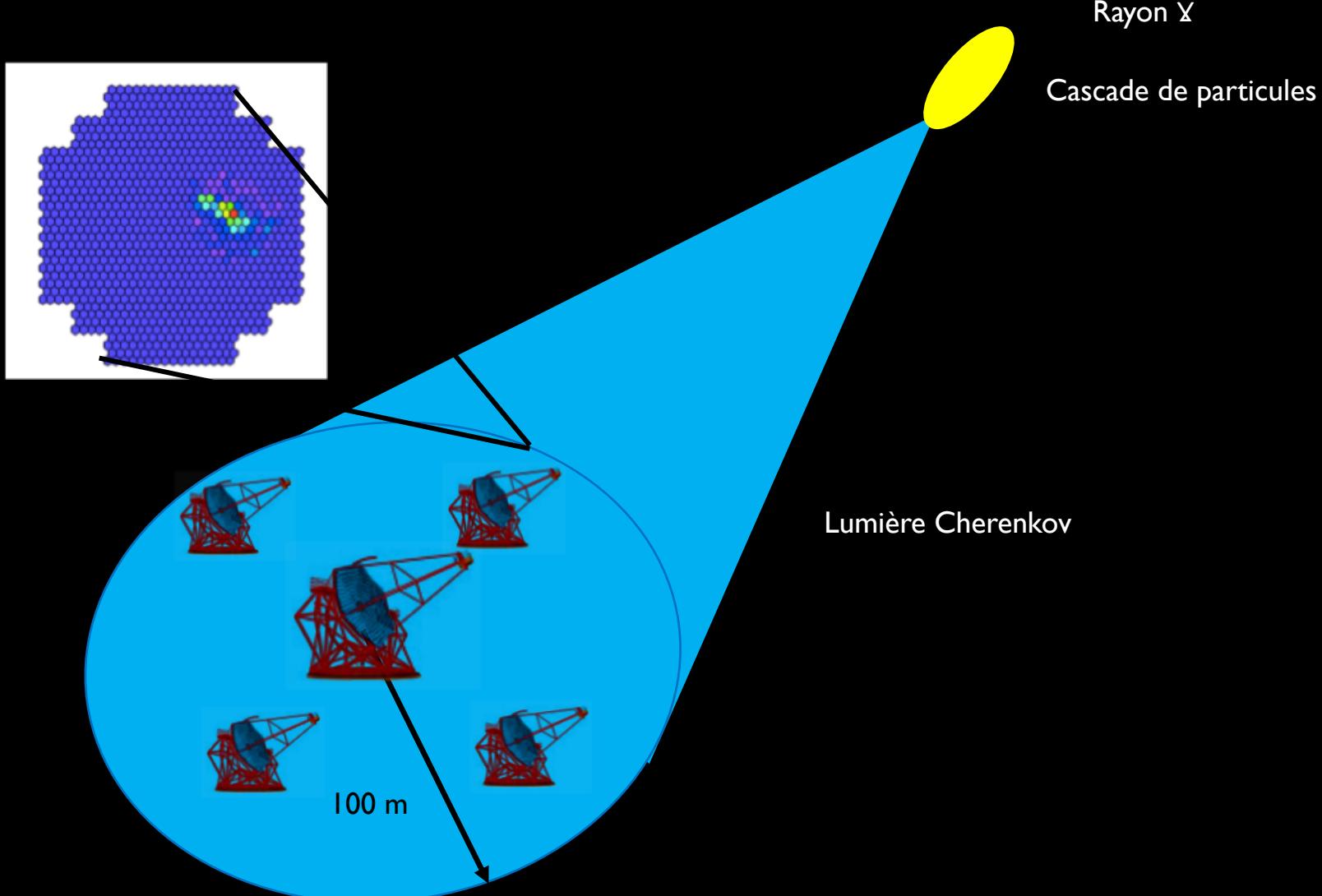
Dete  
Gam

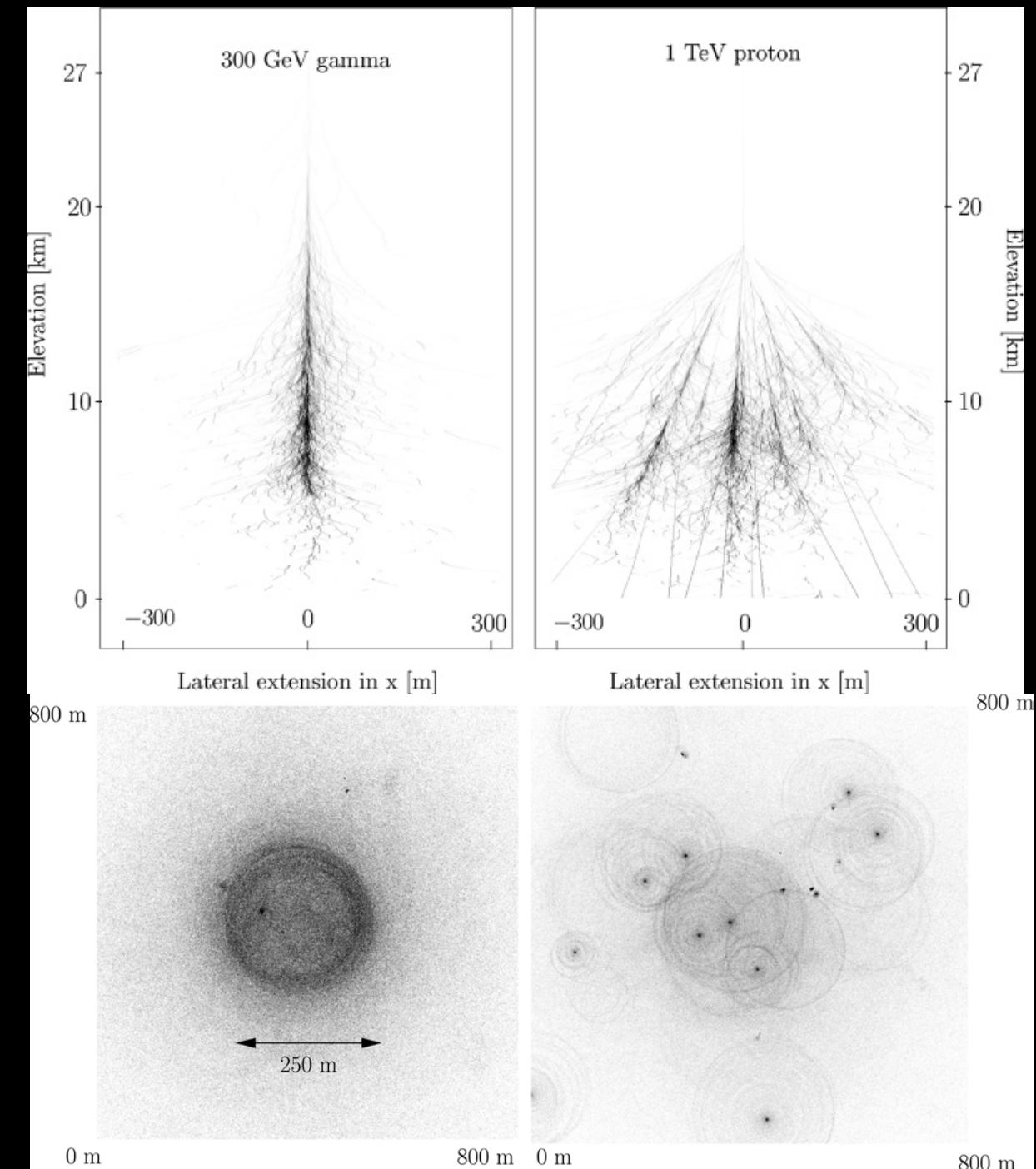
mètre



t print

# L'atmosphère comme calorimètre

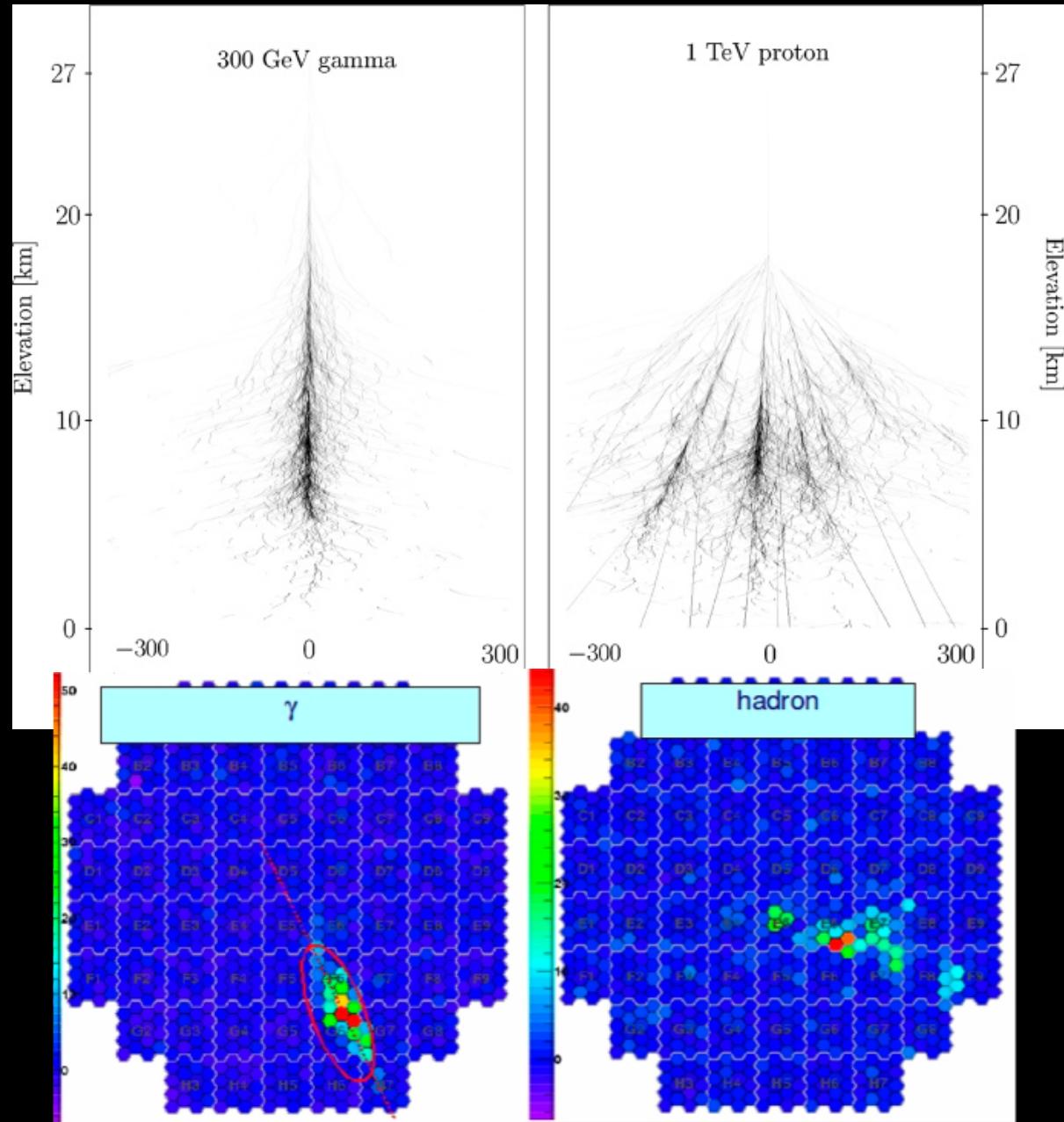




Bruit de fond très important:  
Rayons cosmiques

Gerbes très différentes -> Images  
dans les cameras très différentes

# L'atmosphère comme calorimètre

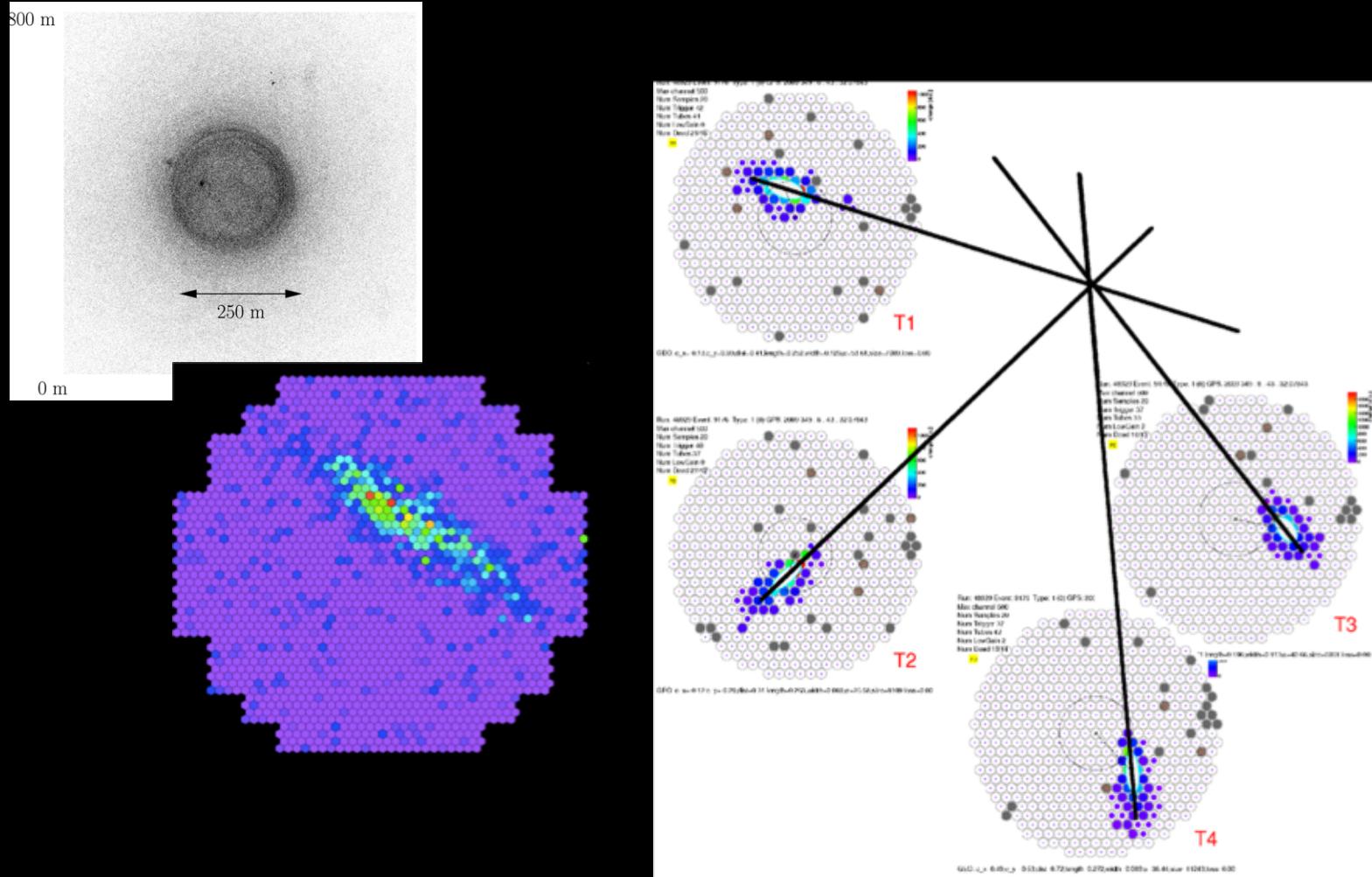


Bruit de fond très important:  
Rayons cosmiques

Gerbes très différentes -> Images  
dans les cameras très différentes

Possible discrimination entre les rayons gamma et les  
rayons cosmiques

# Determination de la direction et de l'énergie



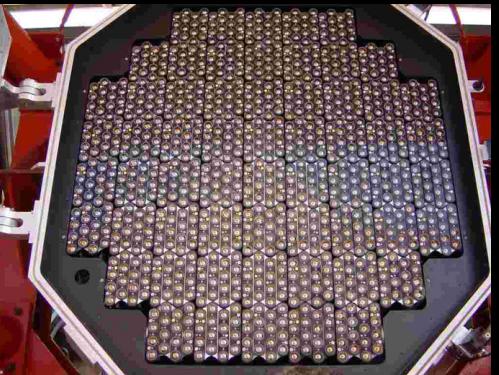
Reconstruction d'un photon

Ellipse -> direction

Intensité de l'image -> énergie

# Analyse de Données

Prise de données



Données brutes

Calibration et reconstruction



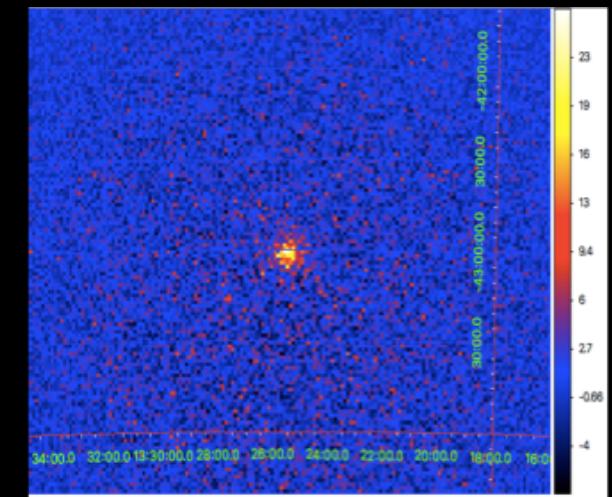
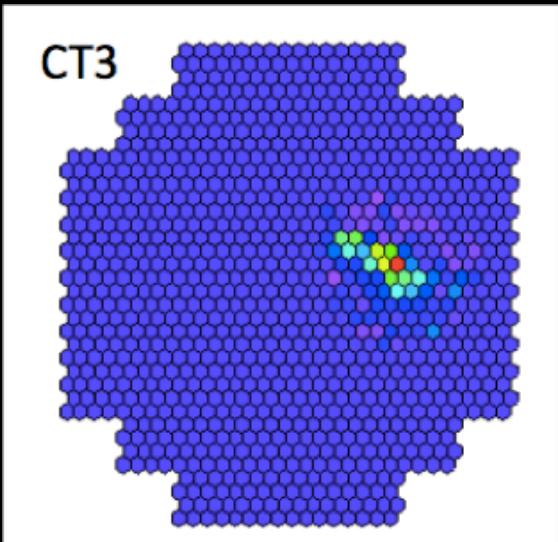
Données calibrée

Analyse des données



Cartes, spectres

(Energie  
Direction d'arrivée...)



# Détermination du fond

Rejection du fond est imparfaite.

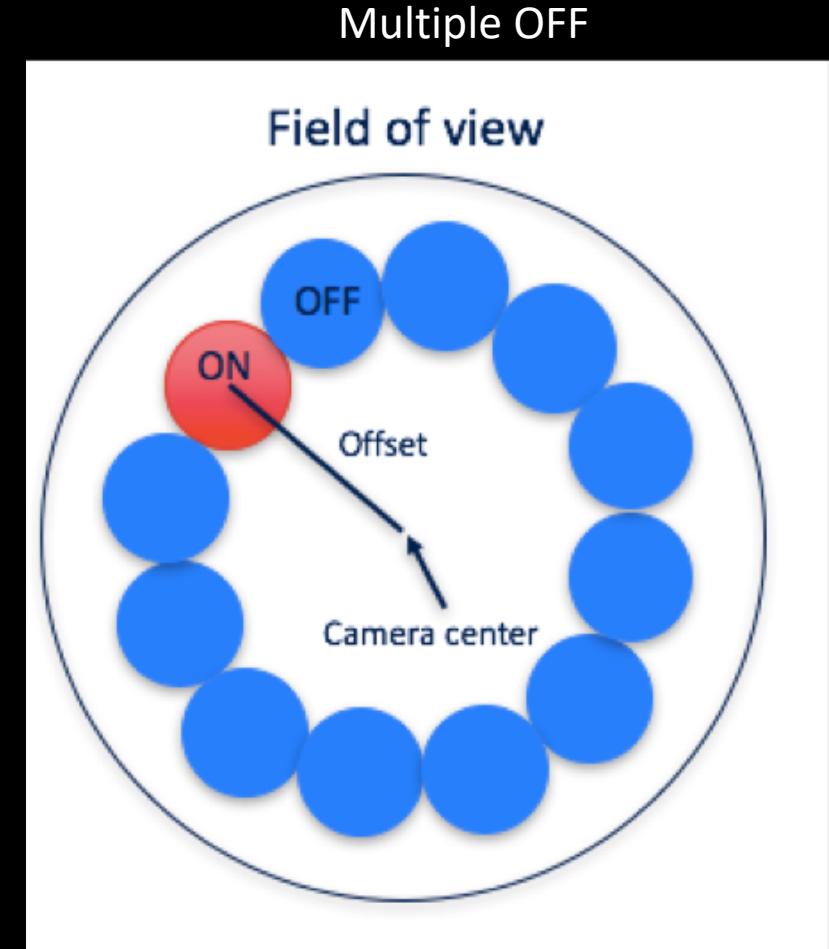
ON : Position de la source

OFF : Zone de comptage du fond

Excès:  $N_{ex} = N_{on} - \alpha N_{off}$

On compte le nombre d'évènement dans une région ON (source) et dans une région similaire

La caméra pointe à coté de la source ainsi les régions bleues sont identiques à la région rouge



# Spectre et courbe de Lumière

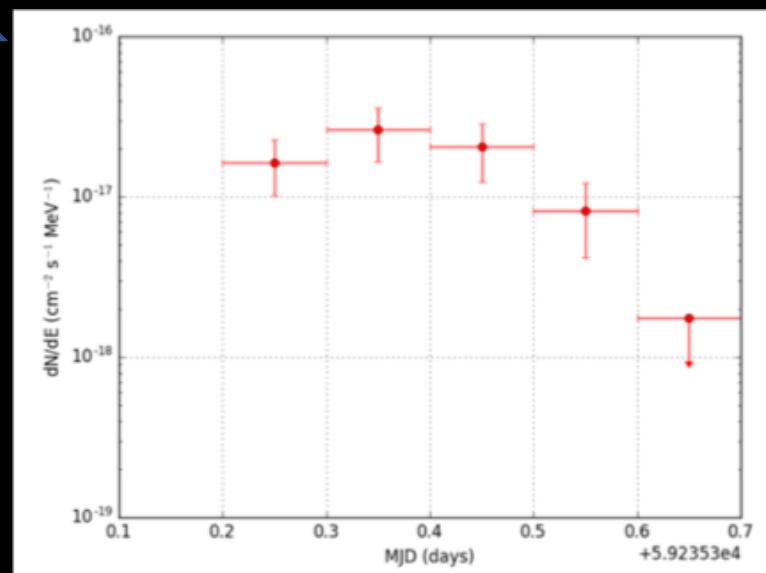
ON : Position de la source

OFF : Zone de comptage du fond

Excès:  $N_{\text{ex}} = N_{\text{on}} - \alpha N_{\text{off}}$

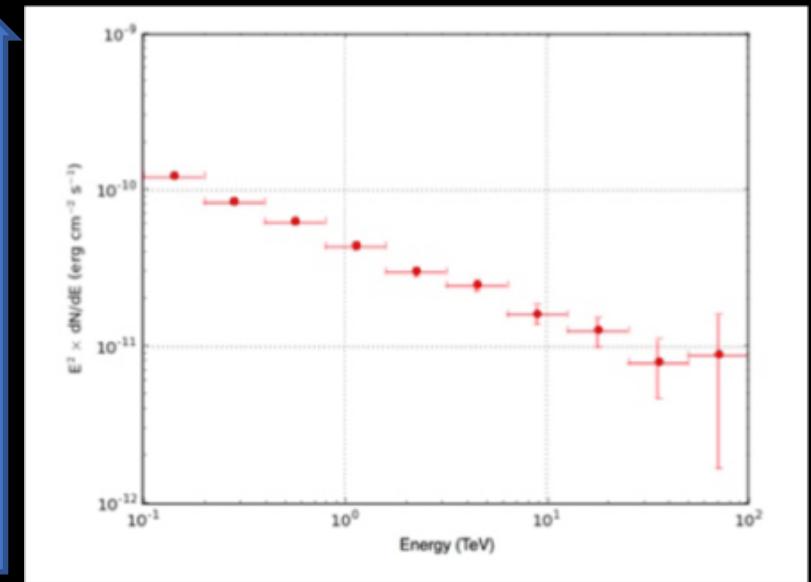
Excès -> Flux de photon

Flux  
Ici  
 $dN/dE$



Temps

Flux  
Ici  
SED



Energie

# But du projet informatique

But :

- analyser les sources (les simulations ont déjà été effectuées)
- Les outils informatiques utilisés seront ceux de CTA + donnée en format FITS

Méthode

- Une partie « à la main »
- Utilisation de script pré-écrit pour comparaison



# A vous de jouer maintenant

