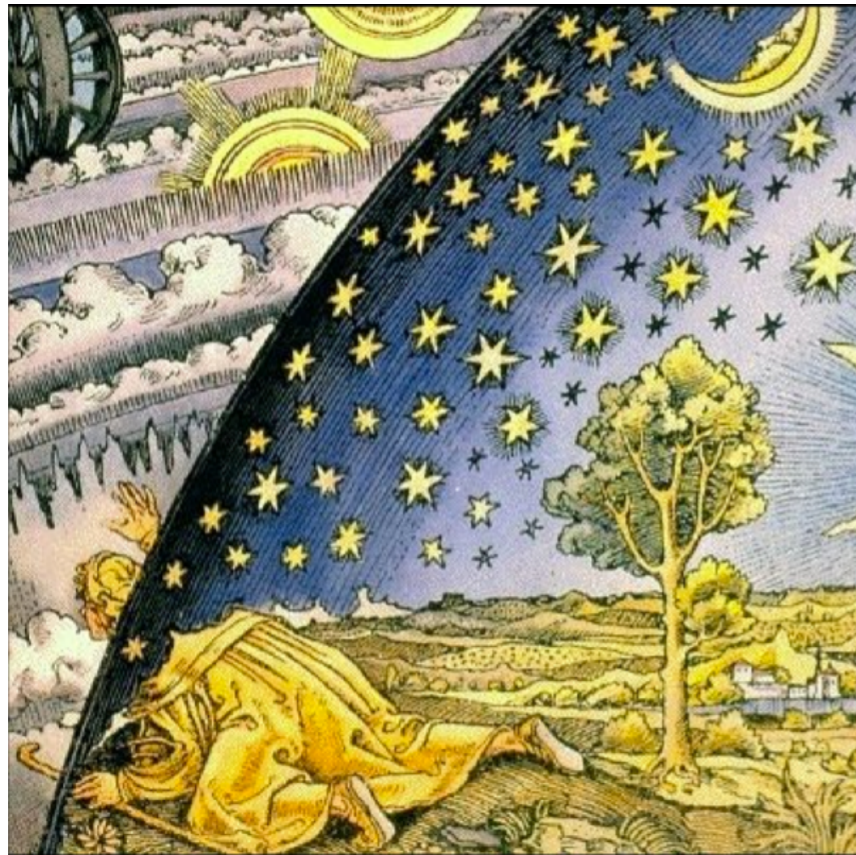


Les deux infinis

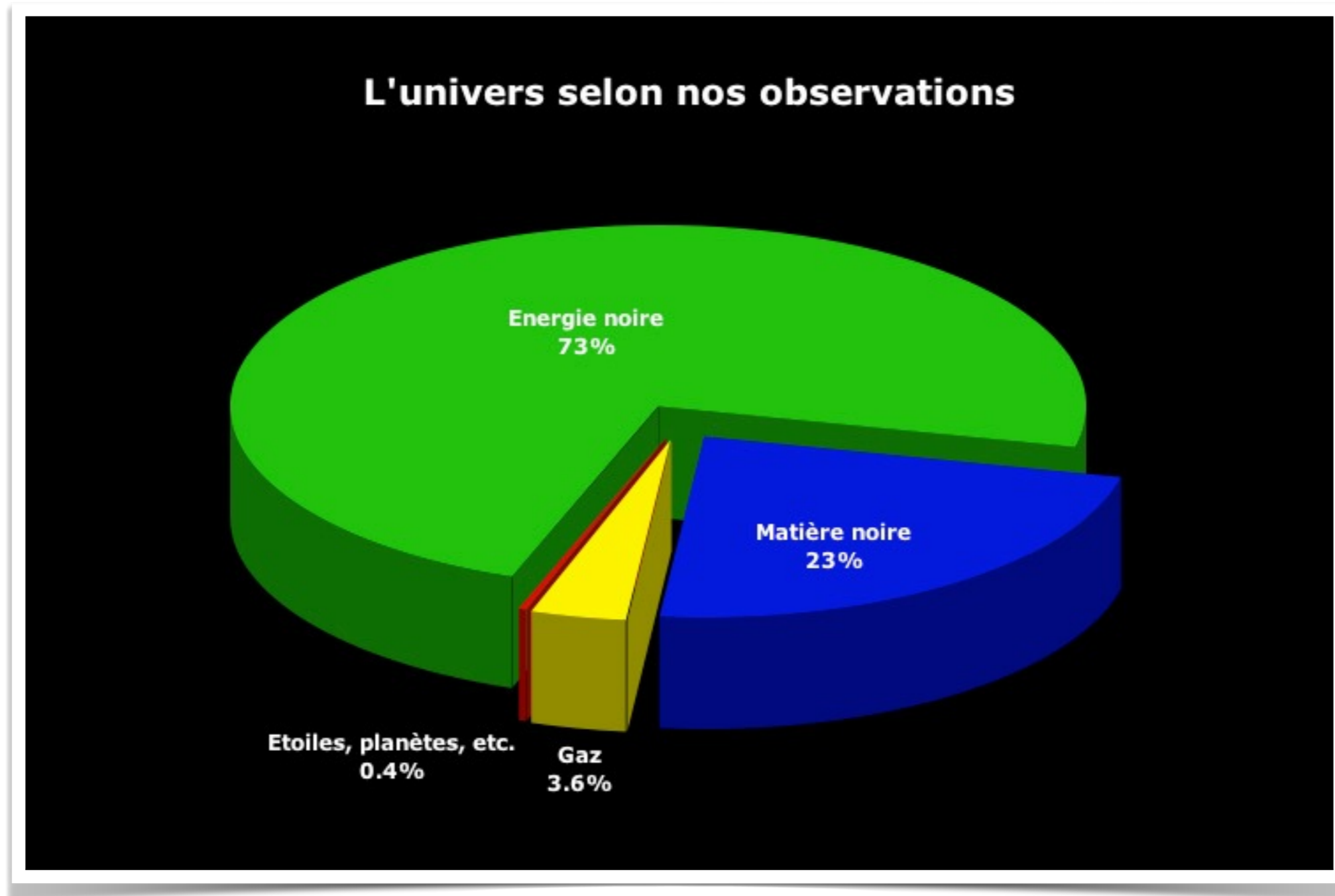
L'infiniment grand et l'infiniment petit



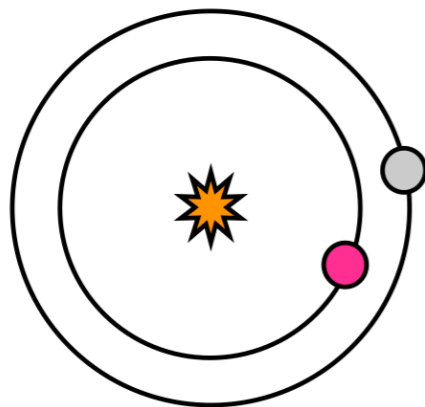
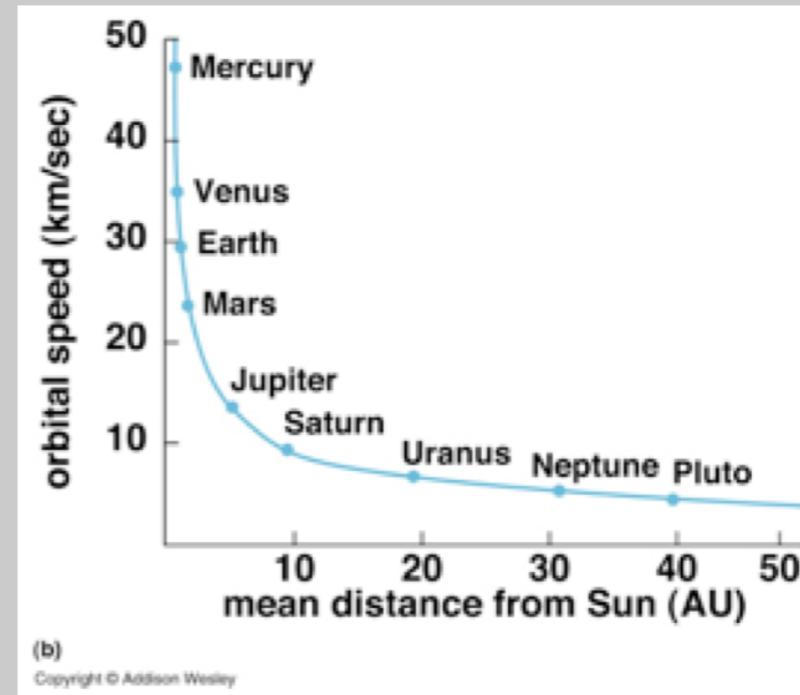
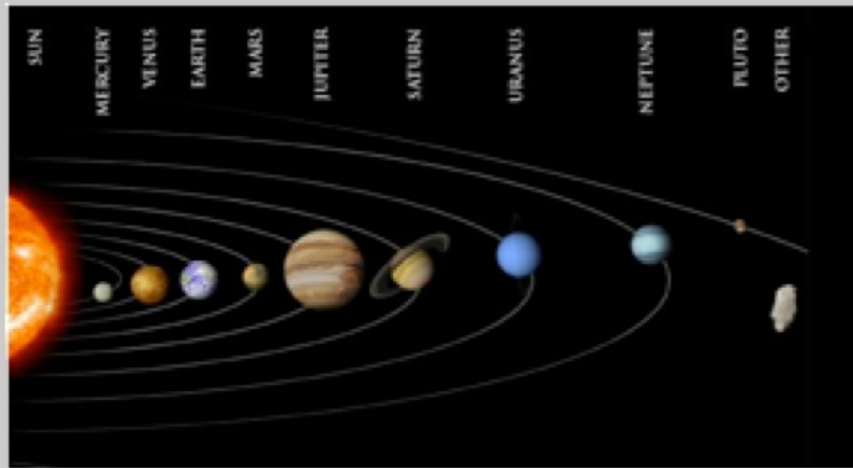
Matière noire

Matière noire :

Quelle fraction de L'Univers ?

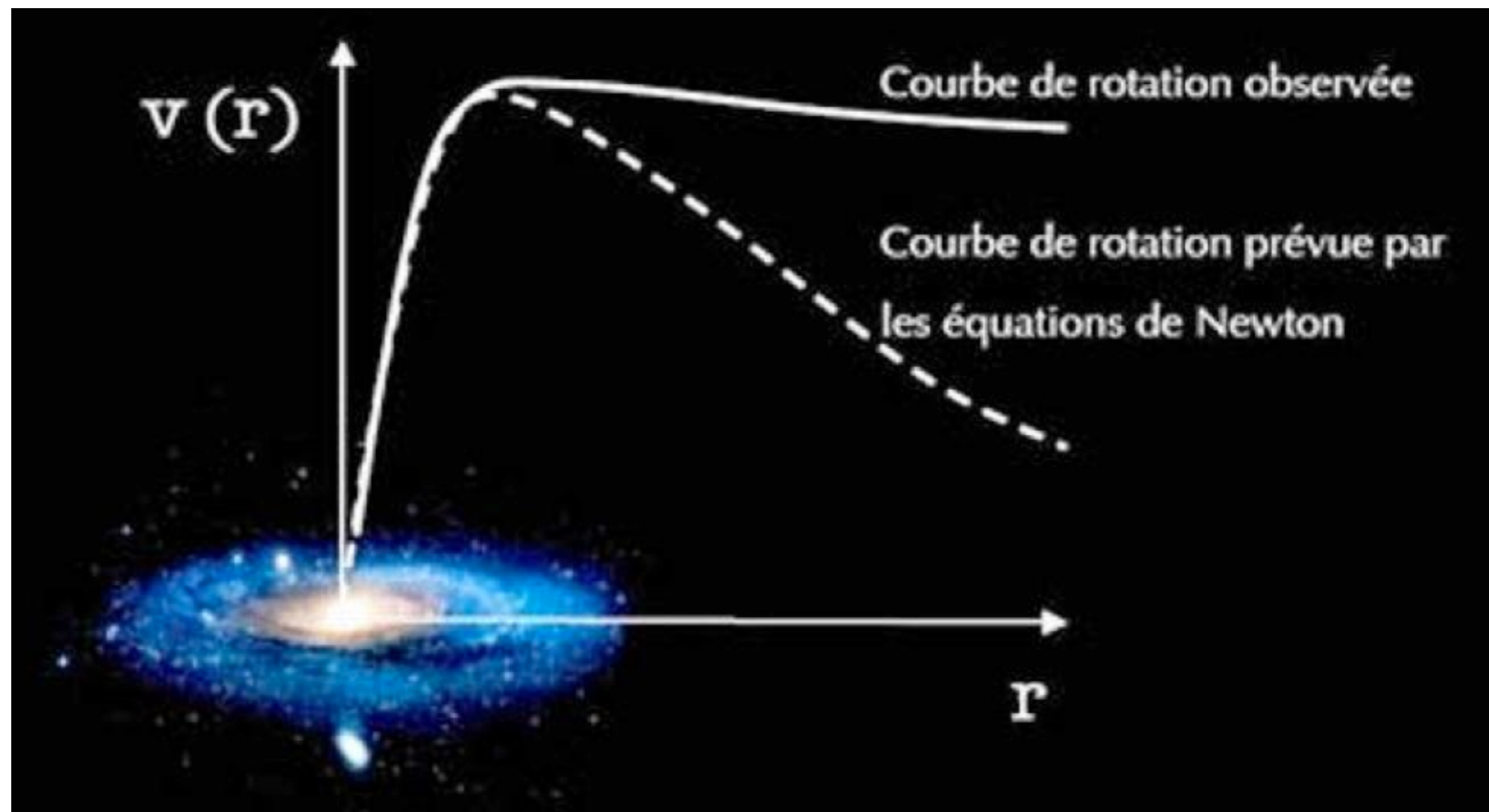


Matière noire : Courbe de rotation des galaxies

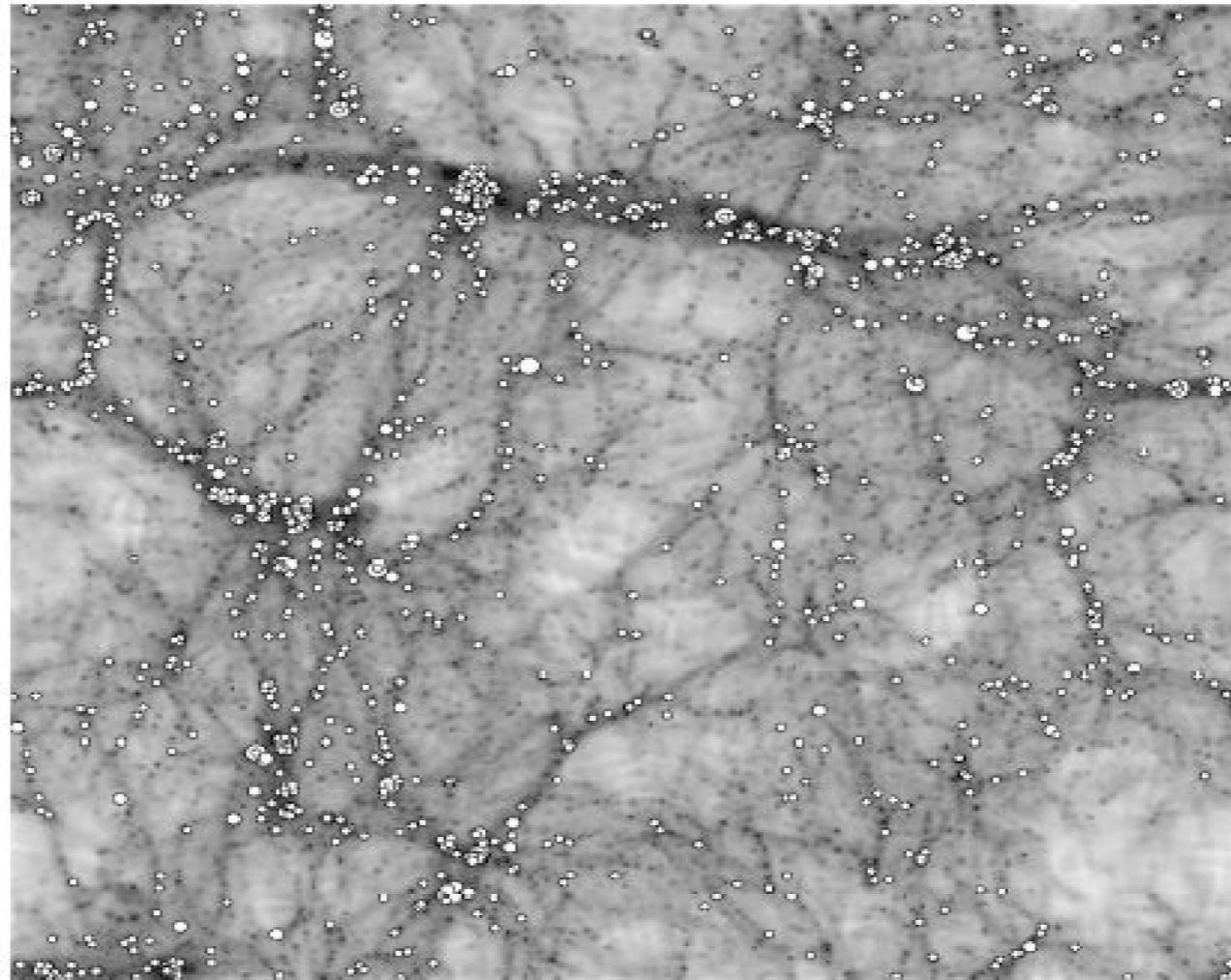


- la vitesse d'un objet :
- dépend du rayon de son orbite
 - de la masse contenue à l'intérieur de l'orbite

Matière noire : Courbe de rotation des galaxies

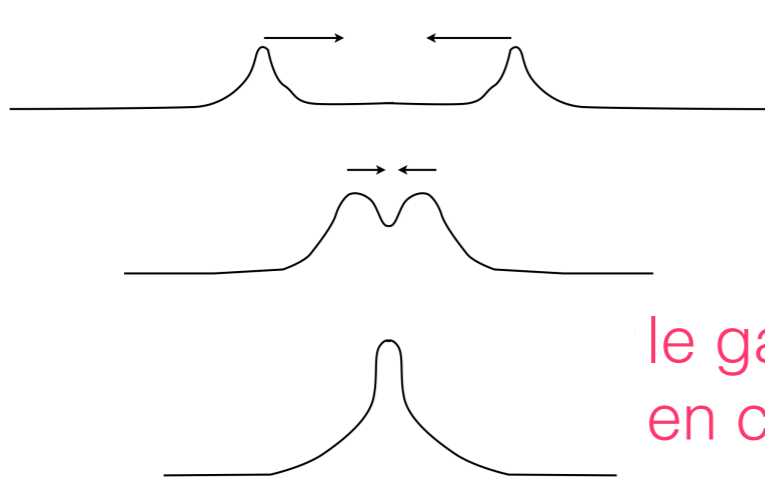


Matière noire : Distribution des galaxies dans l'univers

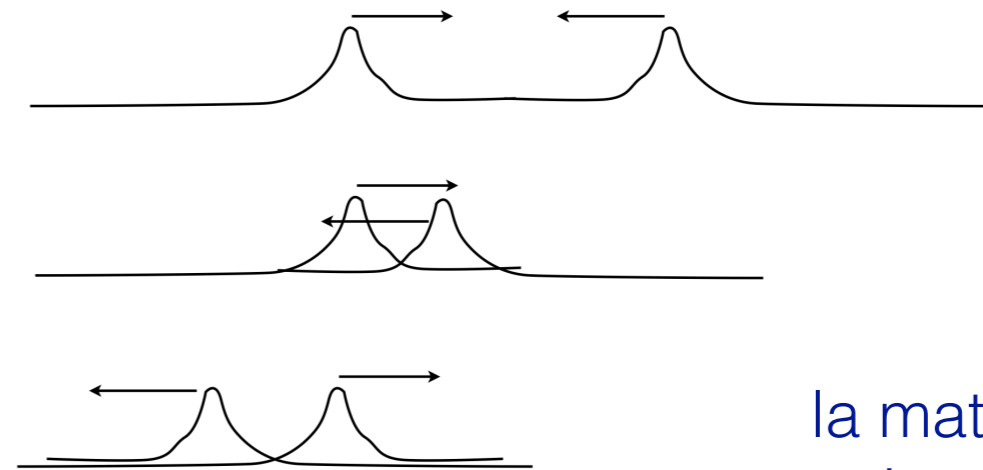


La distribution filamentaire des galaxies indique l'existence d'une matière supplémentaire, non lumineuse.

Matière noire : L'amas du boulet

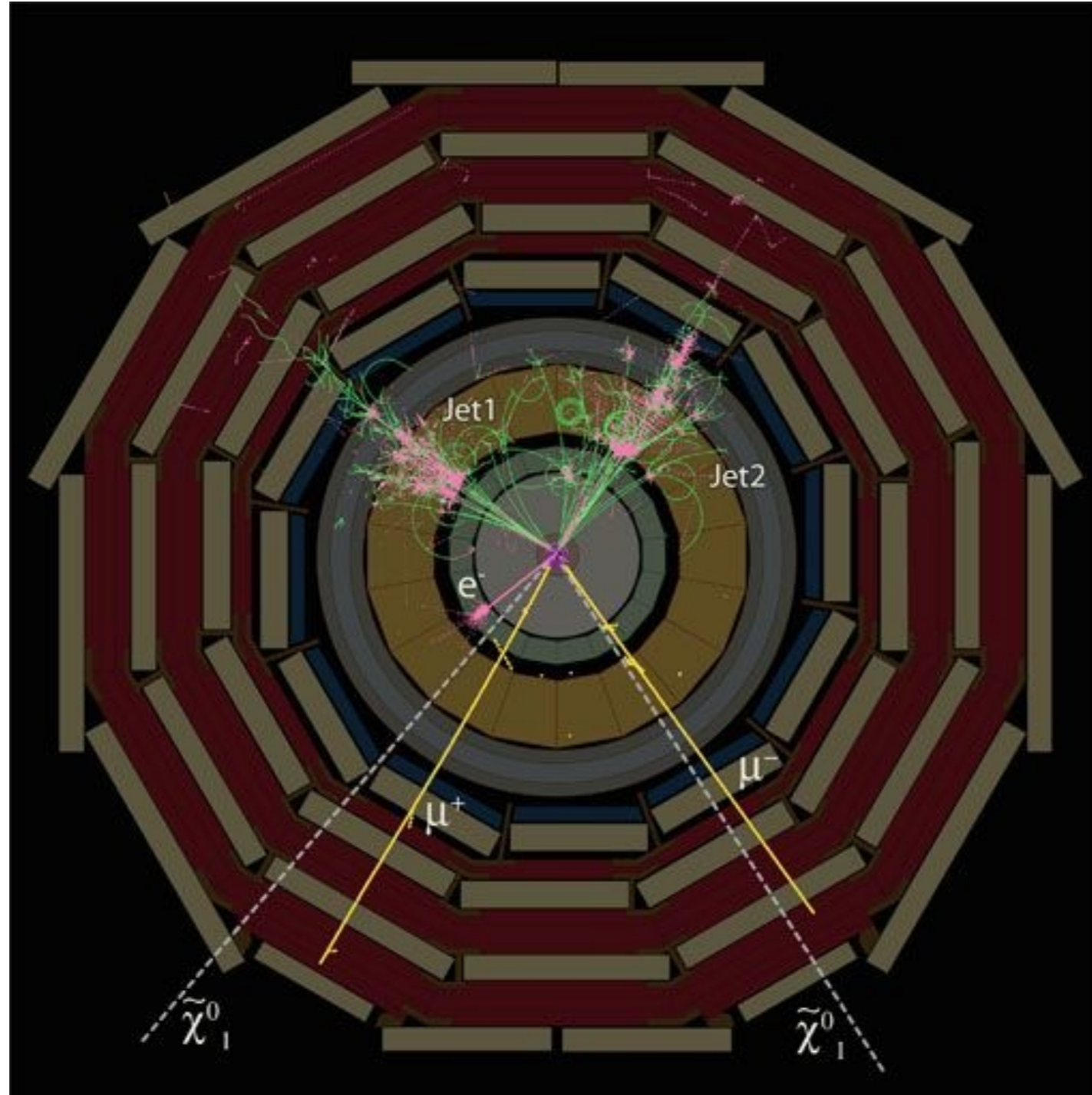


le gaz entre
en collision



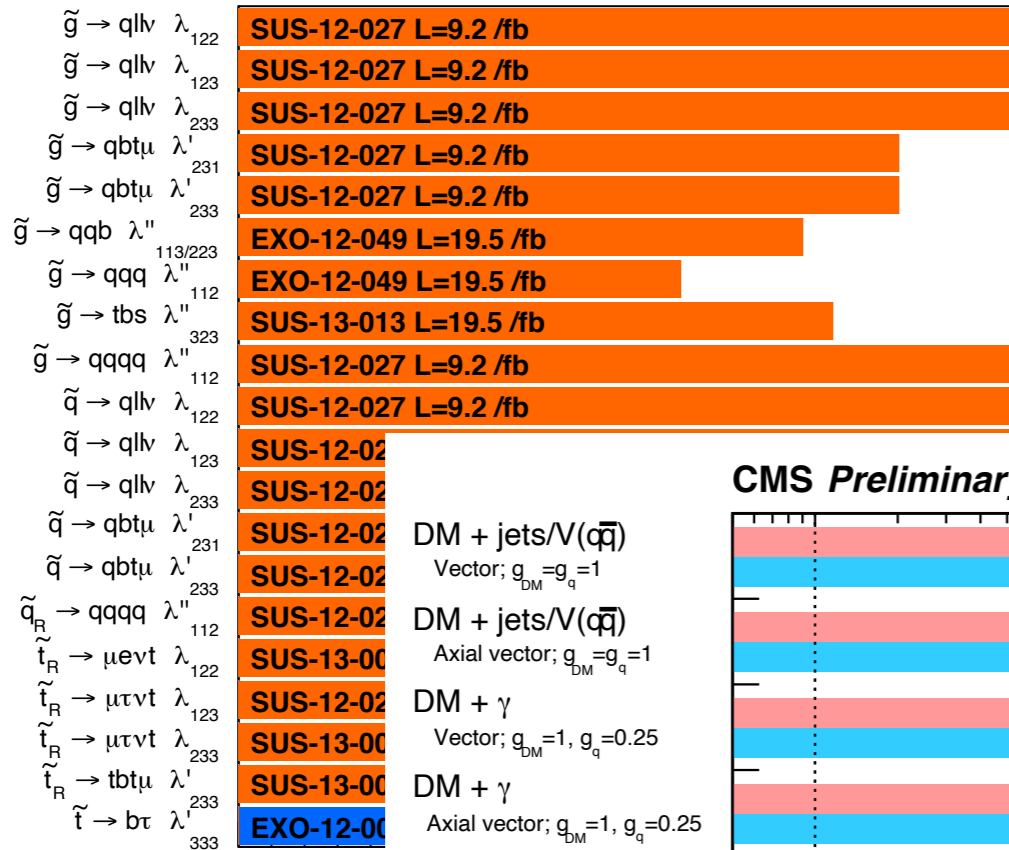
la matière
noire est non
collisionnelle

Nature de la matière noire ?



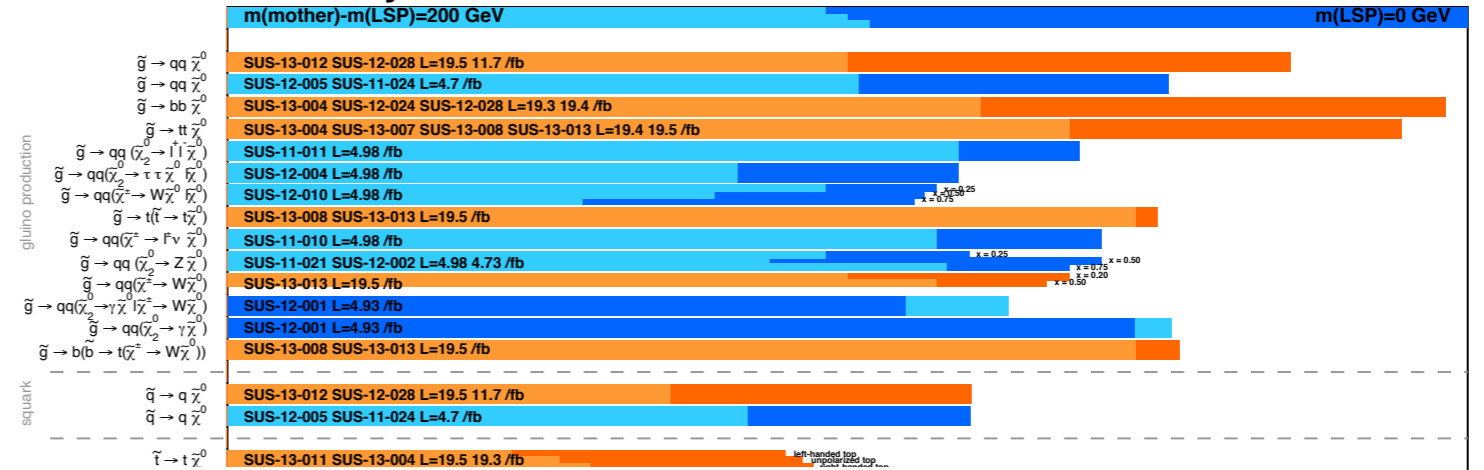
Nature de la matière noire ?

Summary of CMS RPV SUSY Results*



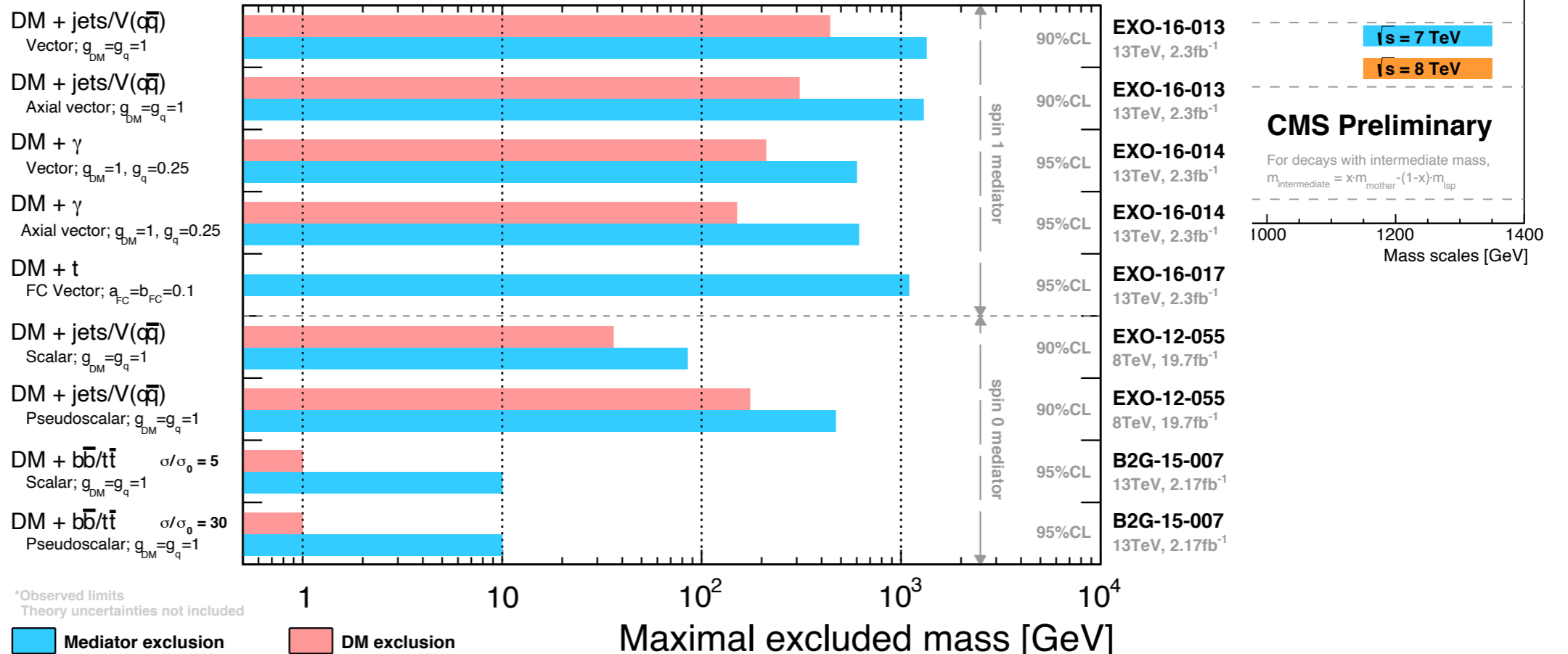
*Observed limits, theory uncertainties not included
Only a selection of available mass limits
Probe *up to* the quoted mass limit

Summary of CMS SUSY Results* in SMS framework SUSY 2013



CMS Preliminary

Dark Matter Summary* - June 2016



Matière noire :

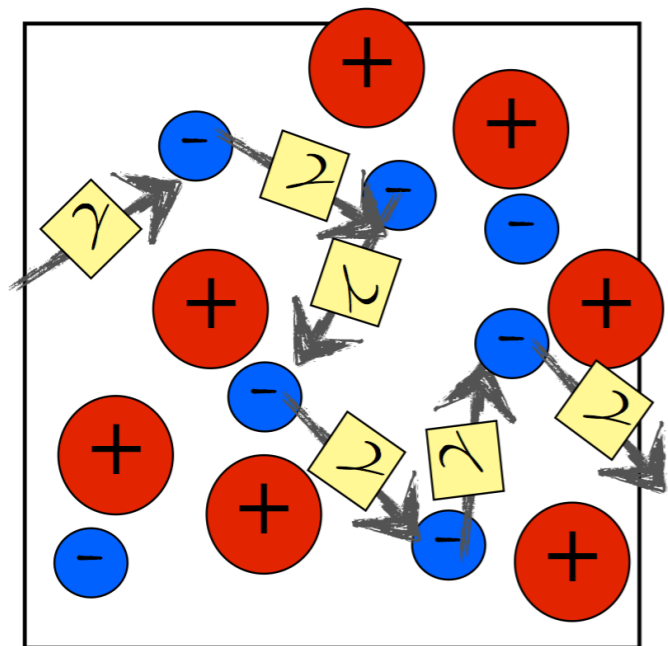
Etude du fond diffus cosmologique

Fond diffus cosmologique,
découvert en 1964 par Penzias et Wilson

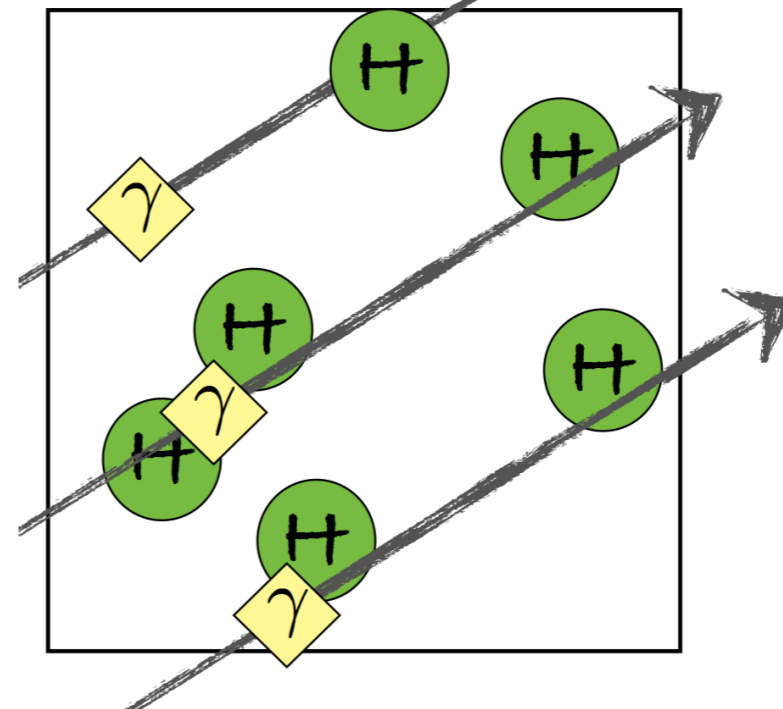


Première trace lumineuse observable de l'Univers, +380 000 ans après le big-bang

$T > 3000^\circ$

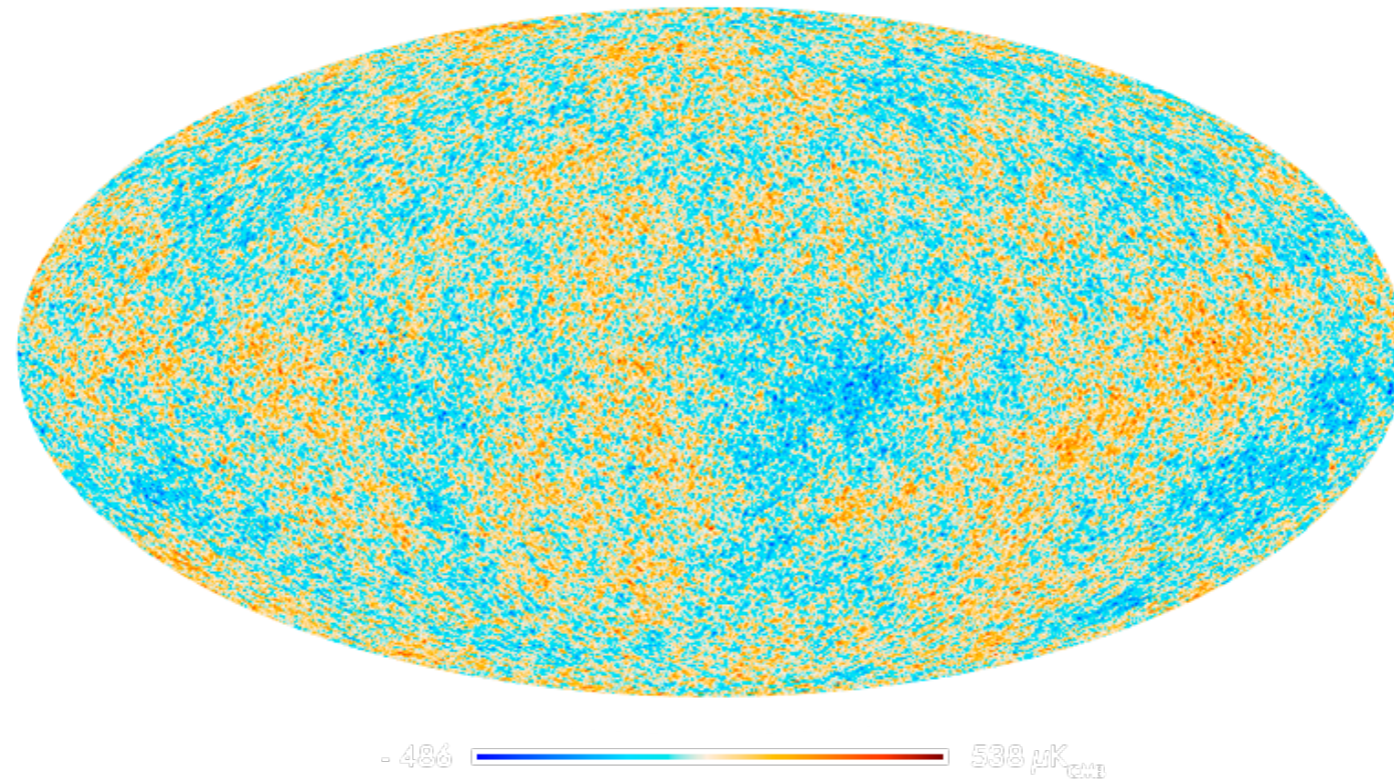


$T < 3000^\circ$



Matière noire :

Etude du fond diffus cosmologique

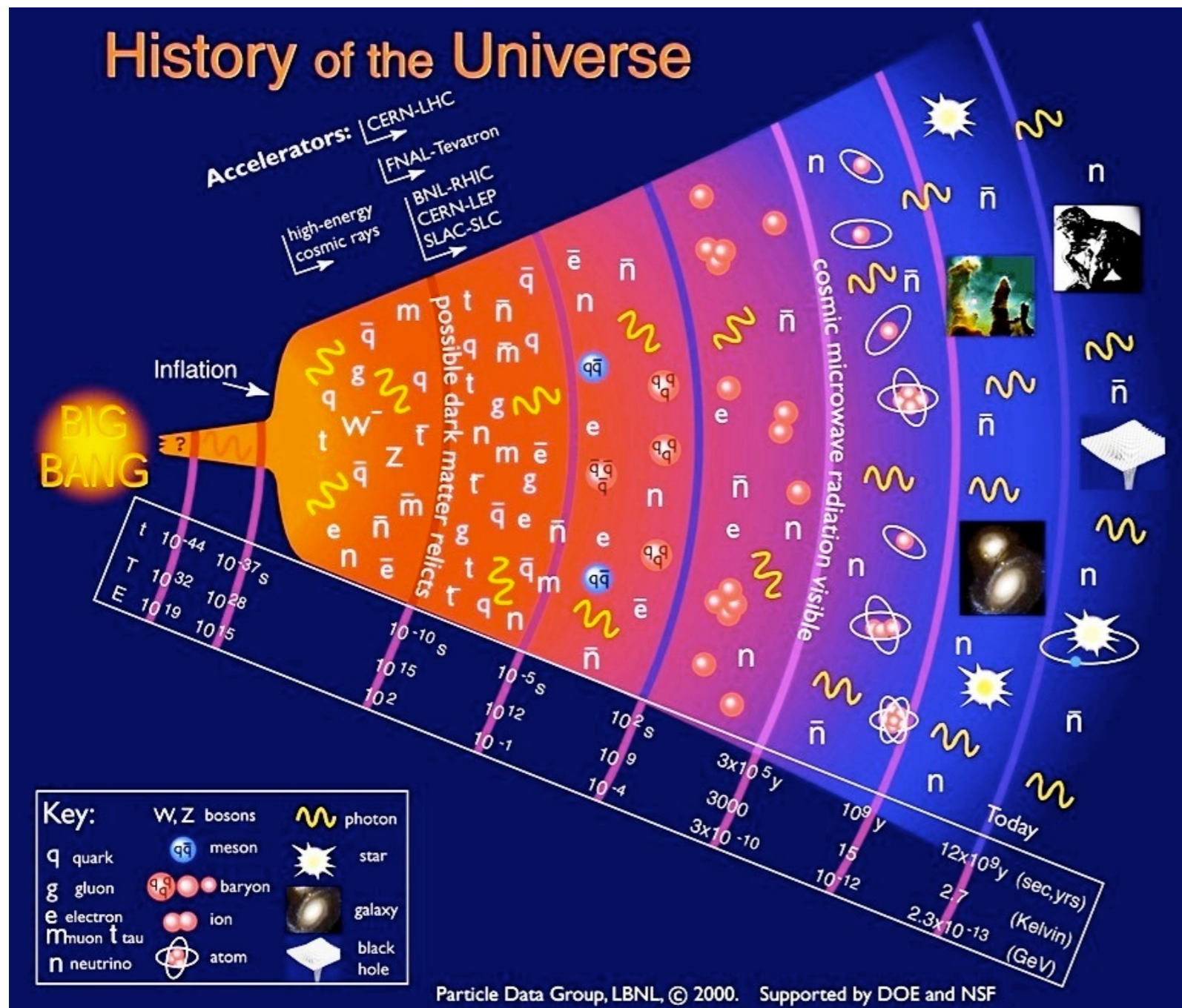


La carte de température du fond diffus cosmologique n'est pas uniforme.

Anisotropies dues à la présence d'ondes sonores au moment de la création du fond diffus cosmologique.

Ondes sonores sensibles à la quantité de matière et à la pression du gaz
→ permet de contraindre la quantité de matière noire

Les particules dans l'histoire de l'Univers



10^{13} s premiers atomes

1 s hadrons

10^{-6} s quarks
 10^{-10} s leptons

10^{-34} s inflation

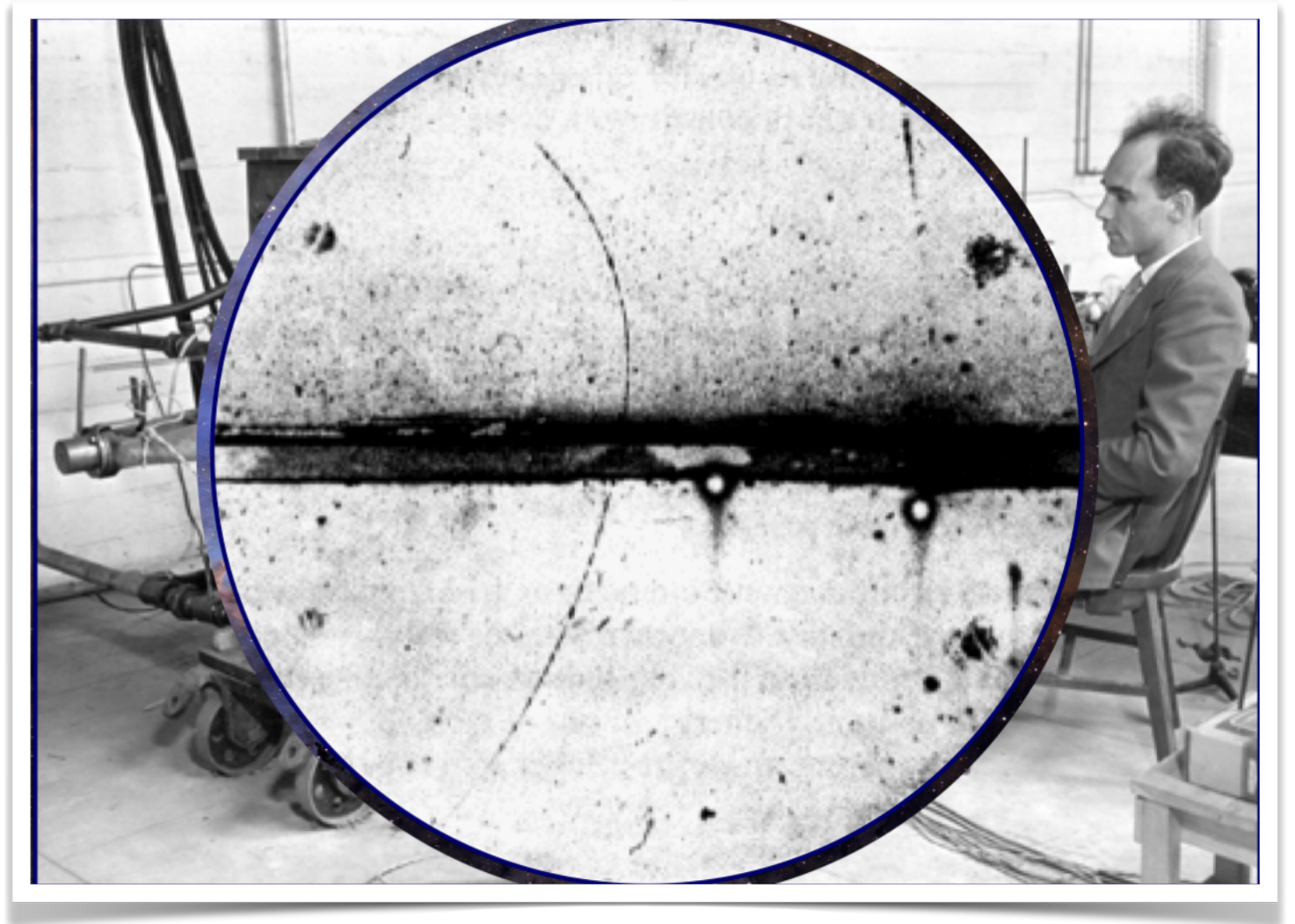
10^{-44} s gravitation quantique

Rayons cosmiques

L'Univers, un laboratoire

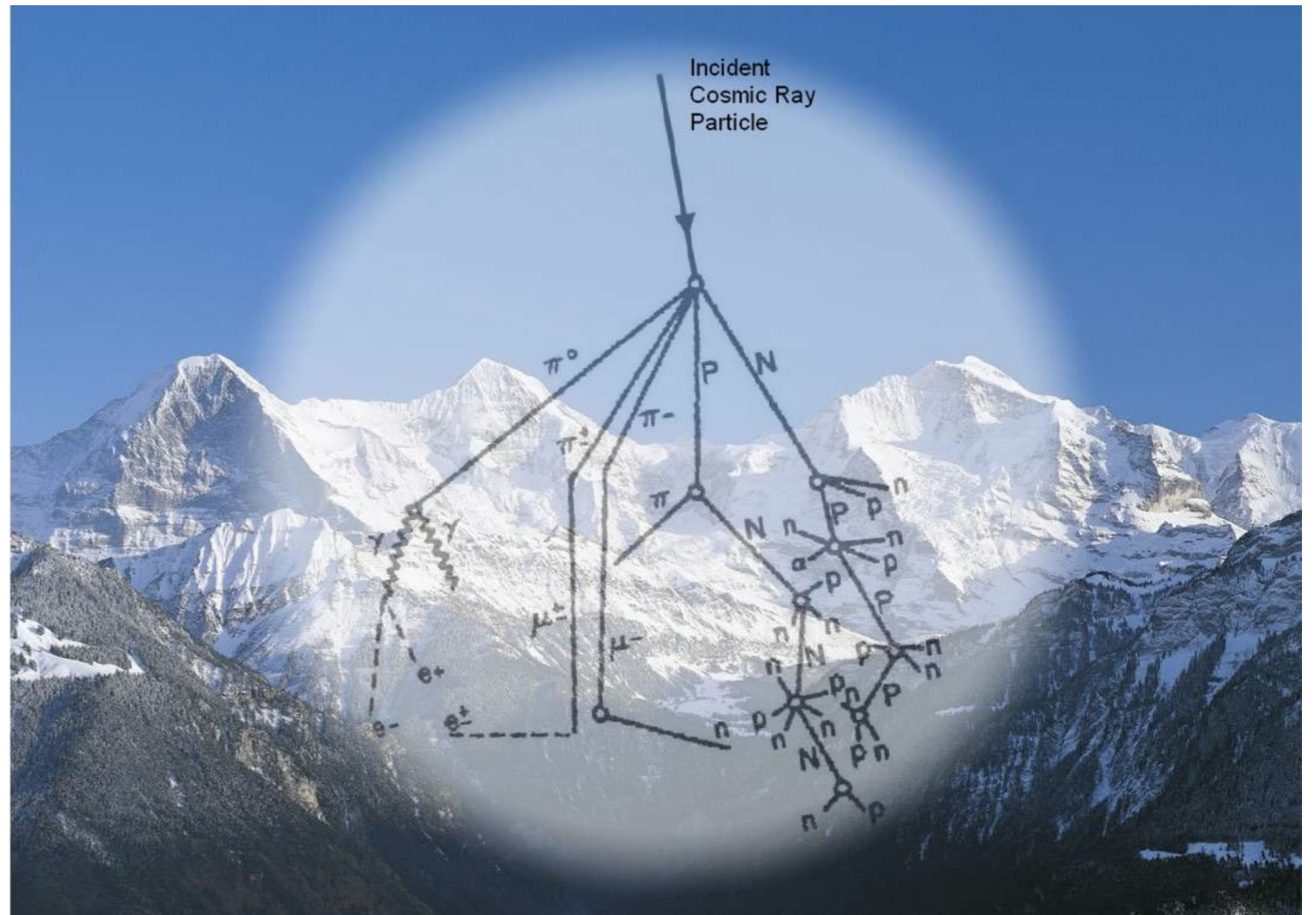
Découverte du positron

Carl Anderson, 1932



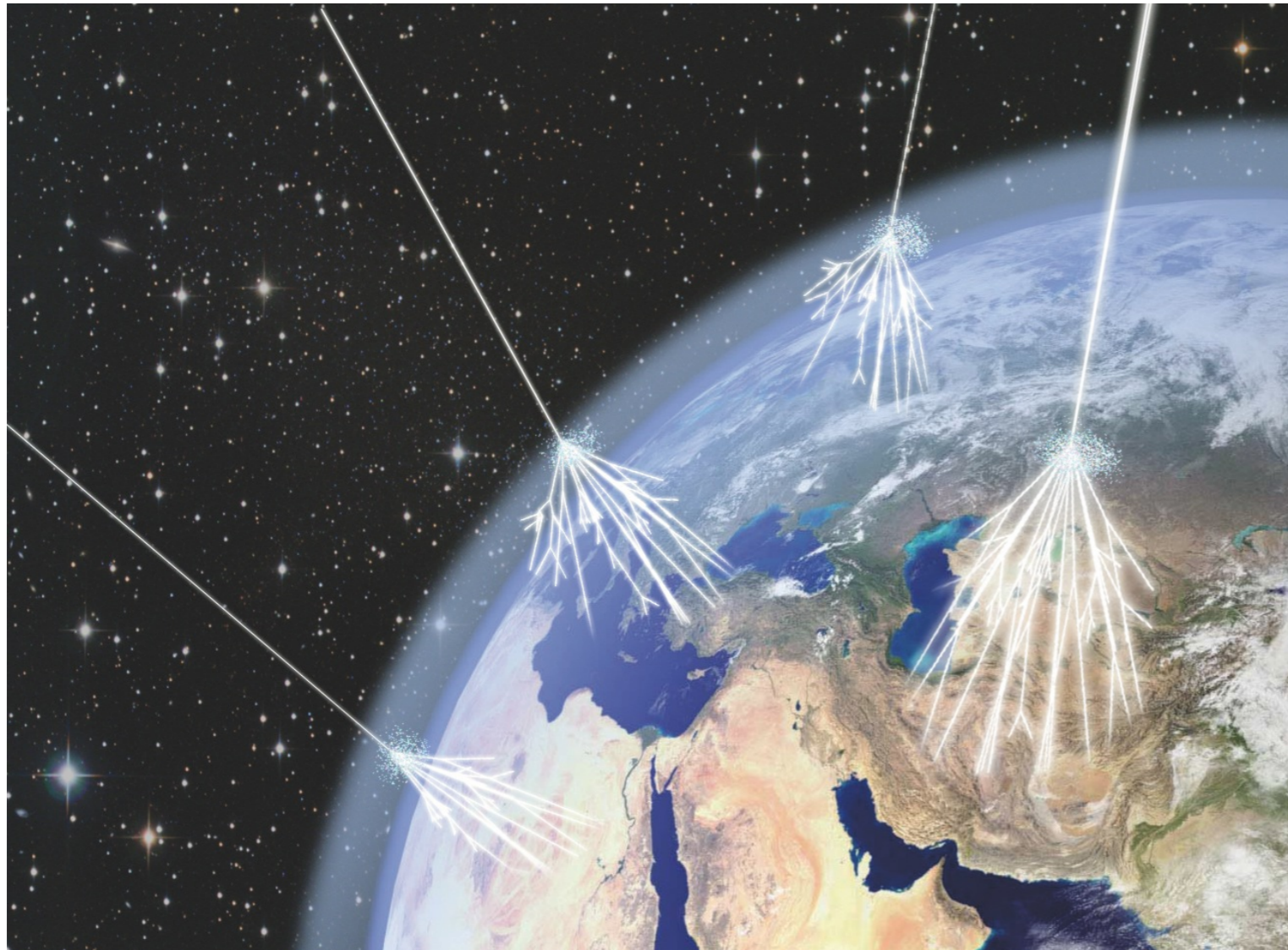
Les photons ne sont pas les seuls messagers de l'Univers

1912 : découverte
(Victor Hess)



~100 muons produits par des rayons cosmiques vous traversent chaque seconde

L'énigme des rayons cosmiques d'ultra haute énergie



Quelques rayons cosmiques par an détectés avec une énergie 10 millions de fois plus importante qu'un proton du LHC.

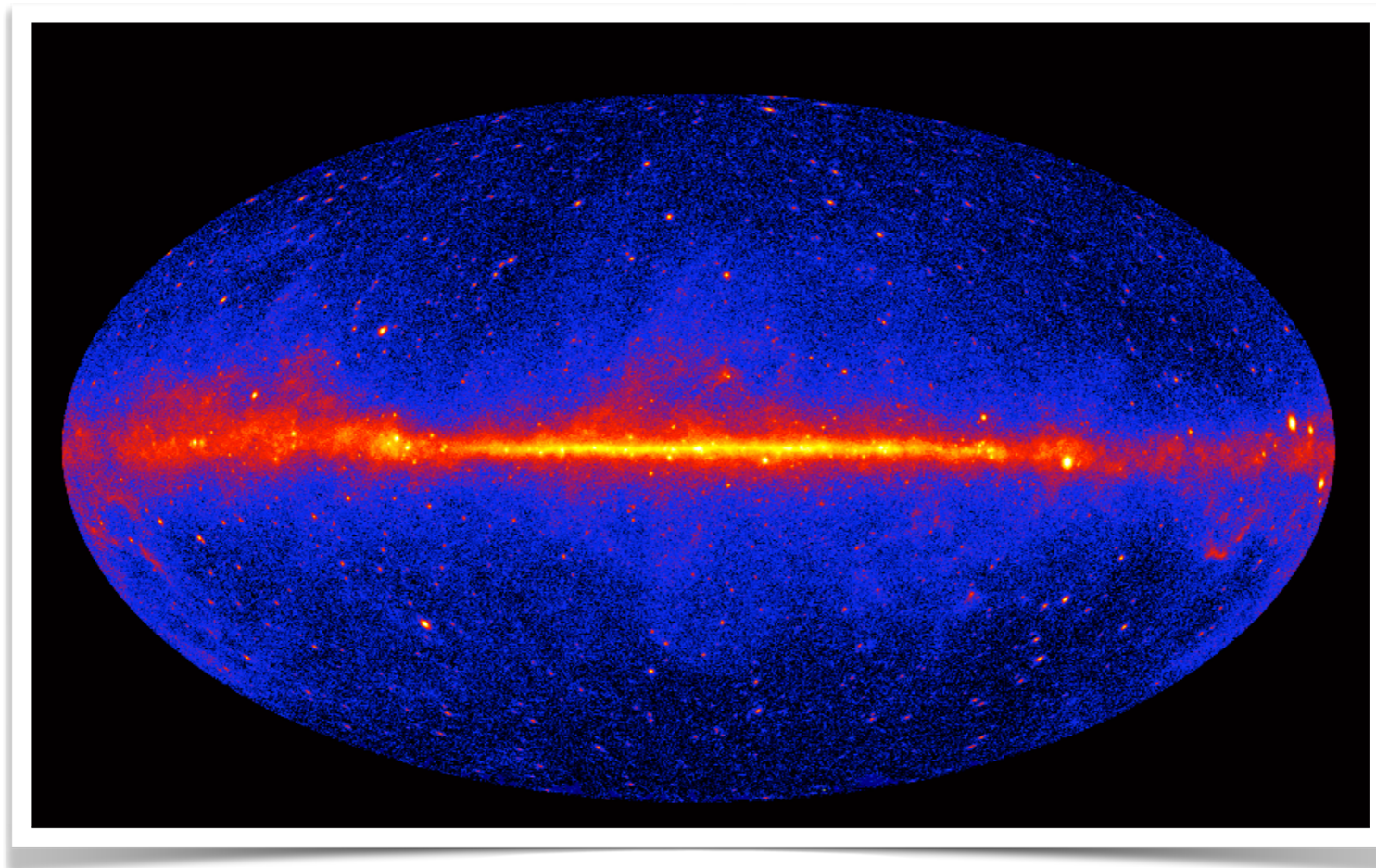
Origine ?

Mécanisme d'acquisition de l'énergie ?

Disparition de l'anti-matière

Disparition de l'anti-matière

Pas d'annihilations matière/anti-matière observées :



L'antimatière étudiée au CERN

On suppose qu'anti-matière et matière étaient présents au début de l'Univers en quantités égales.

Recherche de réactions physiques qui créent plus de matière que d'anti-matière (cf conditions de Sakharov)

