

cité
sciences
et industrie **conférences**

**Raconte-moi
le CERN**
70 ans d'exploration de l'infiniment petit

28—29 septembre 2024
de 10h à 19h

En partenariat avec

REPUBLIQUE FRANÇAISE
M> Porte de la Villette
cite-sciences.fr
#Conferences

CEA CERN 70 ANS 1964-2034 CNRS SF Société Française de Physique

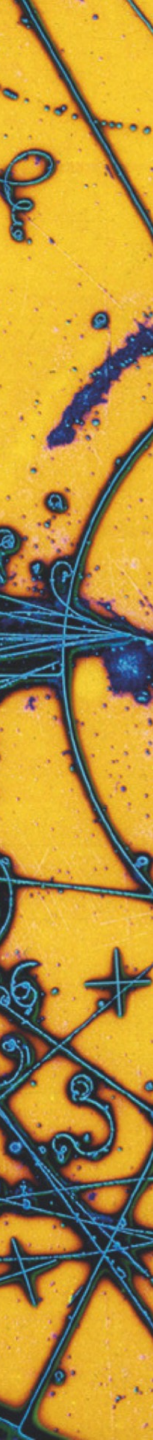
Traquer l'antimatière dans l'univers

Sami Caroff – Laboratoire D'Annecy de Physique des Particules

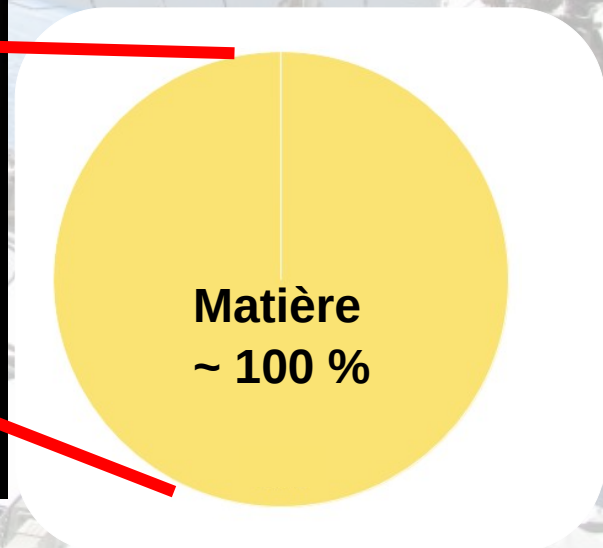


En partenariat avec





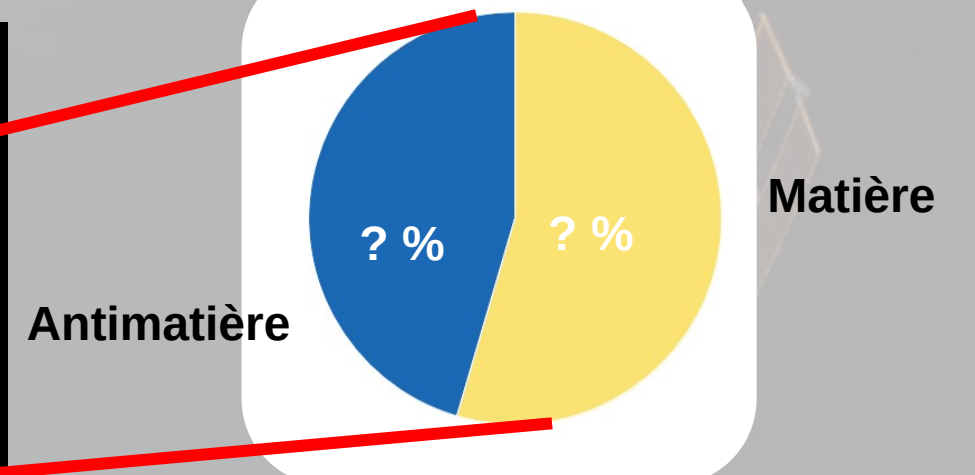
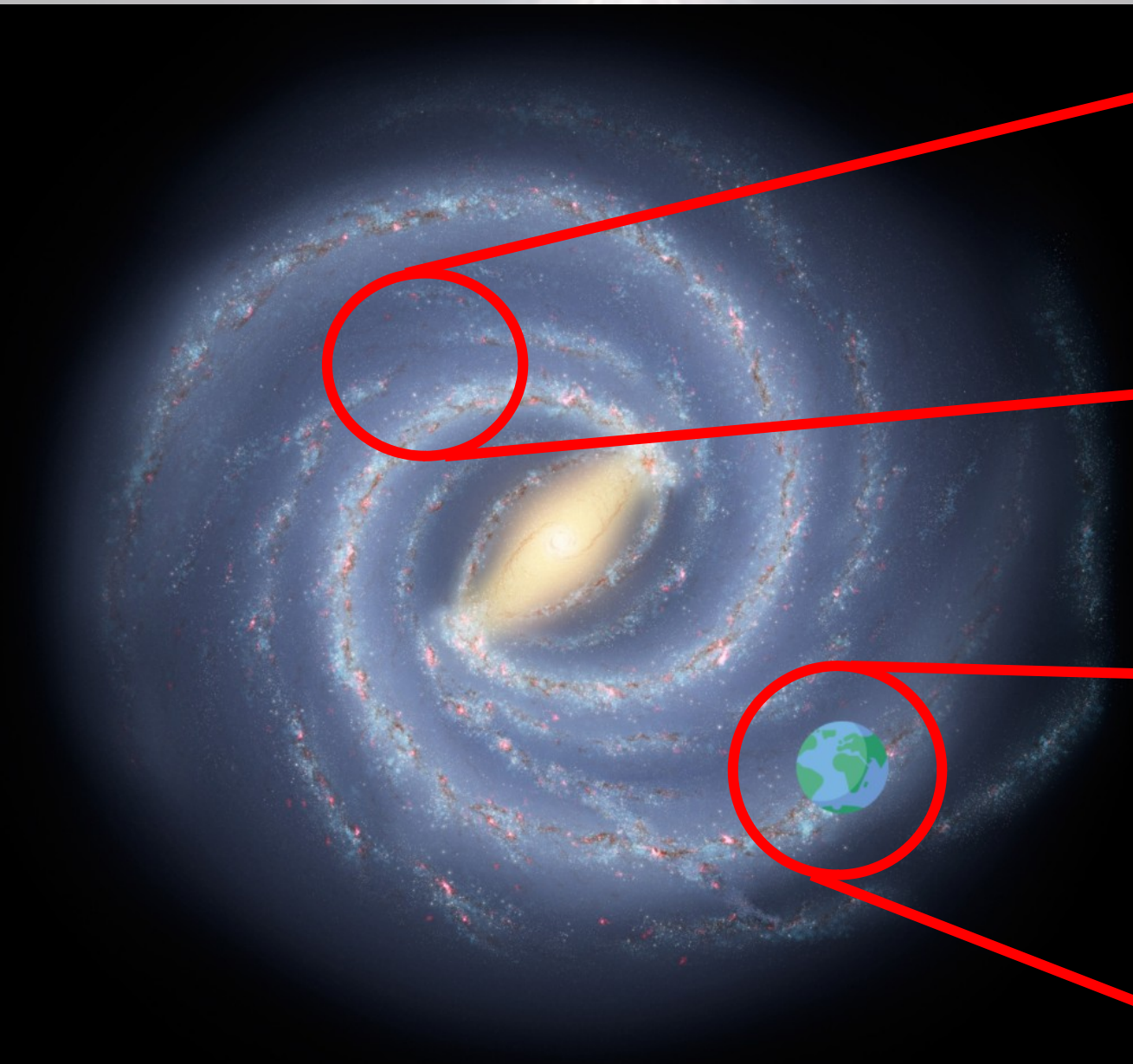
L'antimatière est rare sur Terre



Matière
~ 100 %

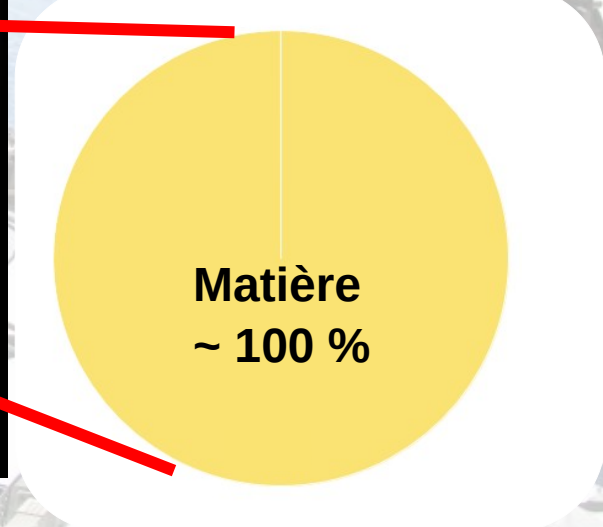
En partenariat avec



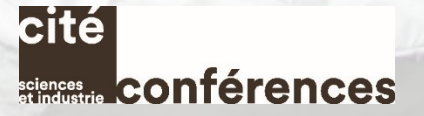


L'antimatière est rare sur Terre

**Vrai à l'autre bout de la Galaxie ?
(54 000 années-lumière)**



En partenariat avec

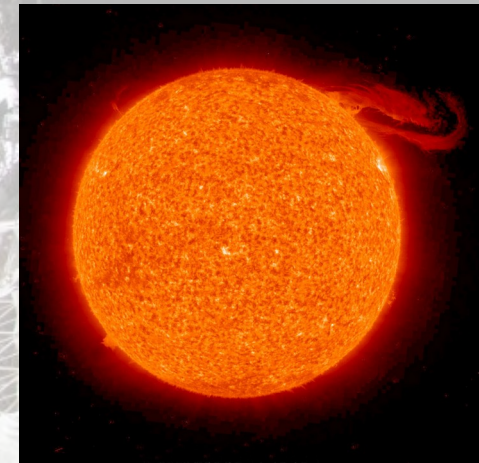
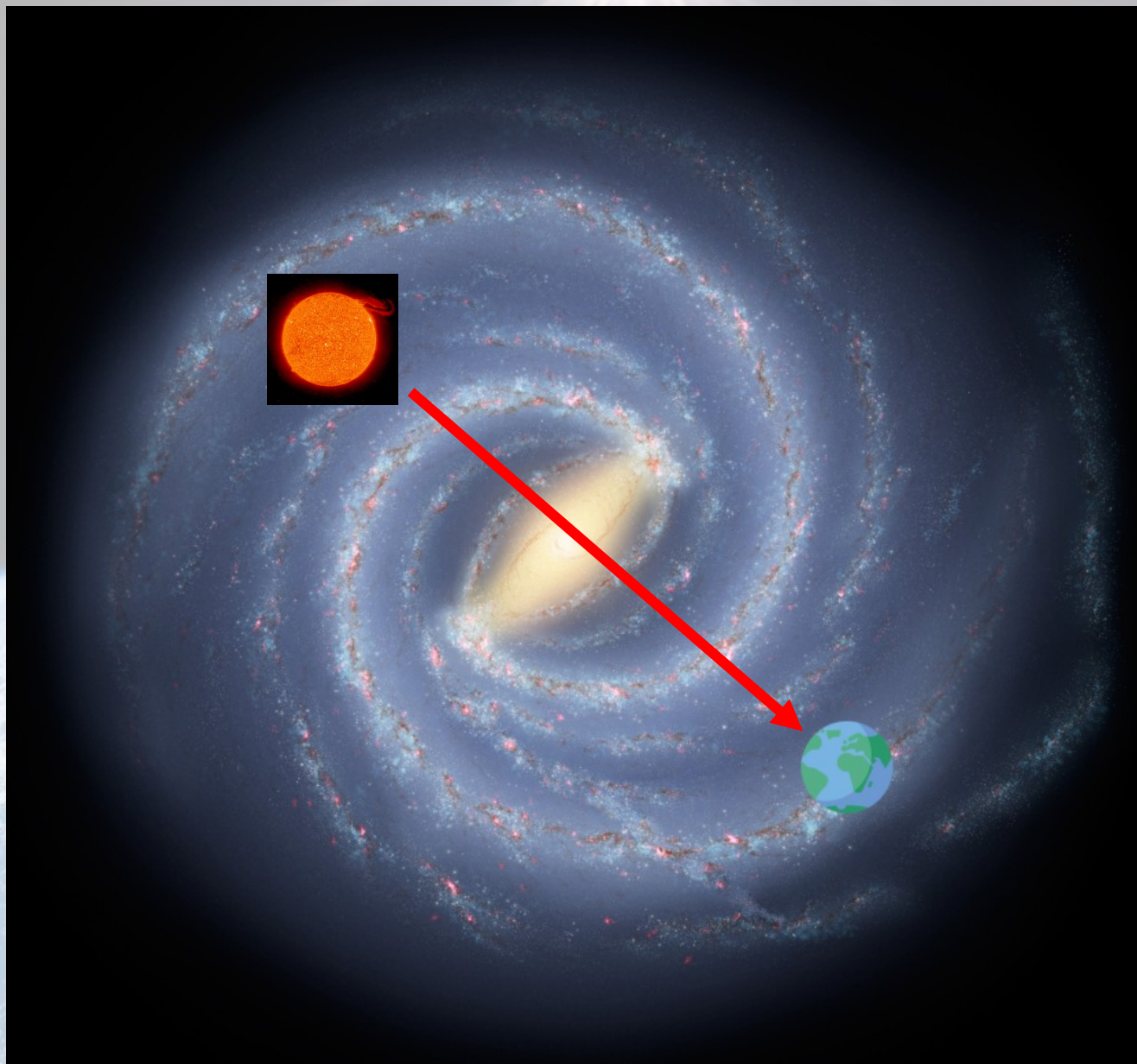


Au moins 54000 ans de voyage...

Utilisons la lumière qui provient de cette région ?

Problème :

étoile



En partenariat avec



cité
sciences
et industrie **conférences**

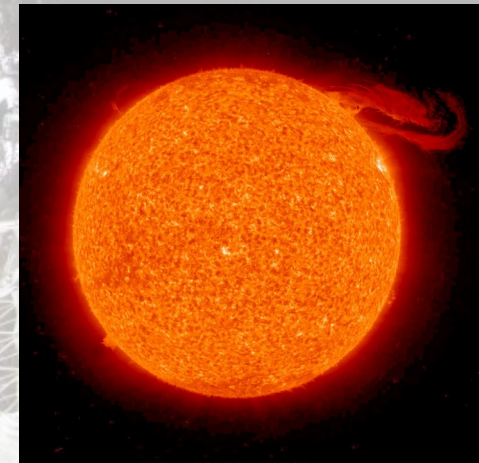
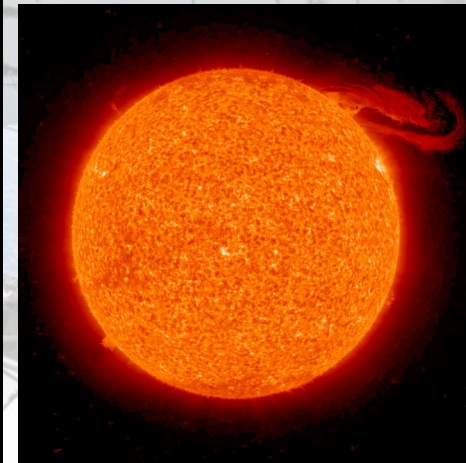
Au moins 54000 ans de voyage...

Utilisons la lumière qui provient de cette région ?

Problème :

anti-étoile

étoile



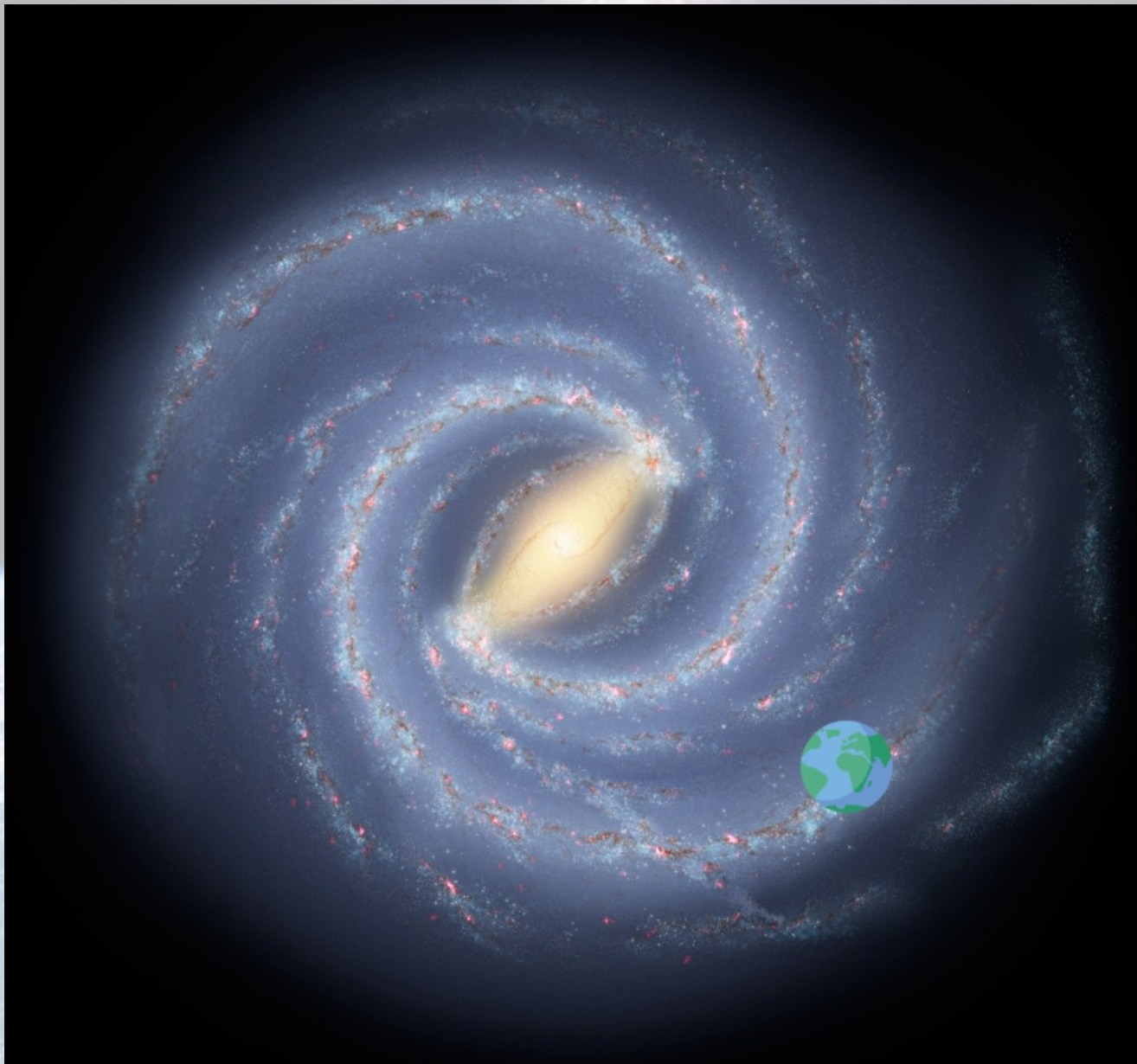
La lumière visible n'est pas le seul
messager du cosmos

En partenariat avec



1912 : Découverte des rayons cosmiques par Victor Hess

Accélérateur de particules naturel ?



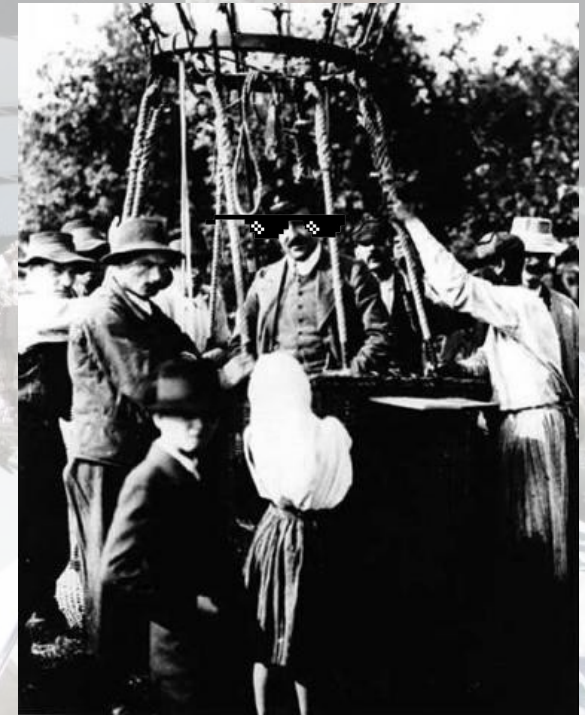
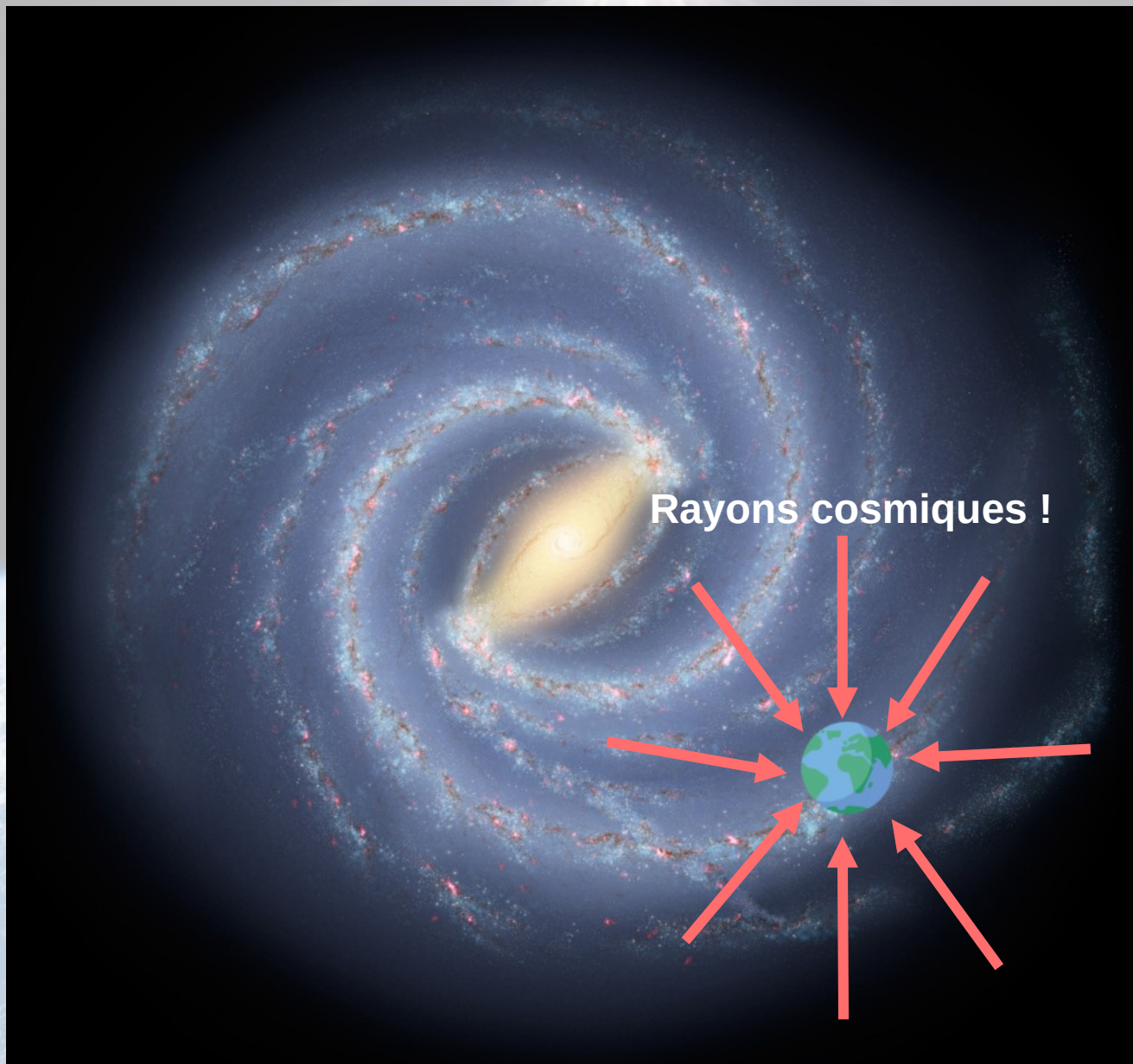
En partenariat avec



cité
sciences
et industrie **conférences**

1912 : Découverte des rayons cosmiques par Victor Hess

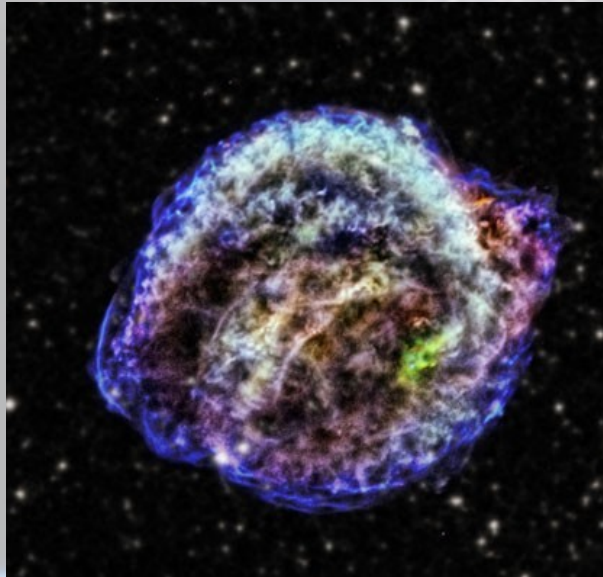
Accélérateur de particules naturel ?



En partenariat avec



cité
sciences
et industrie **conférences**

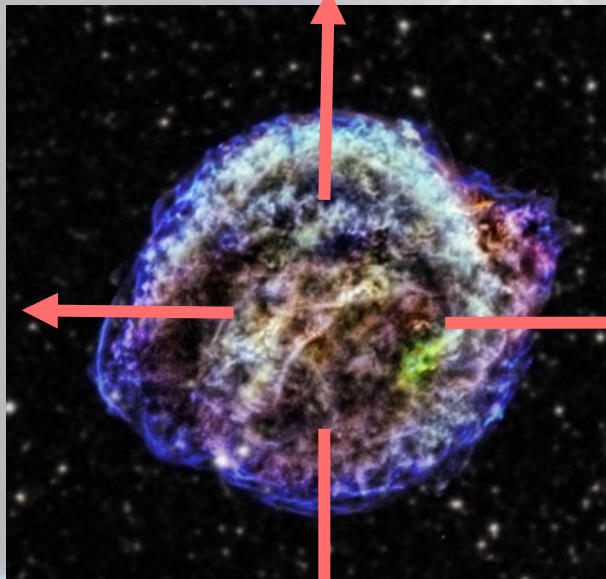


Supernova : explosion d'étoile massive
→ Accélère les particules à des **énergies extrêmes**



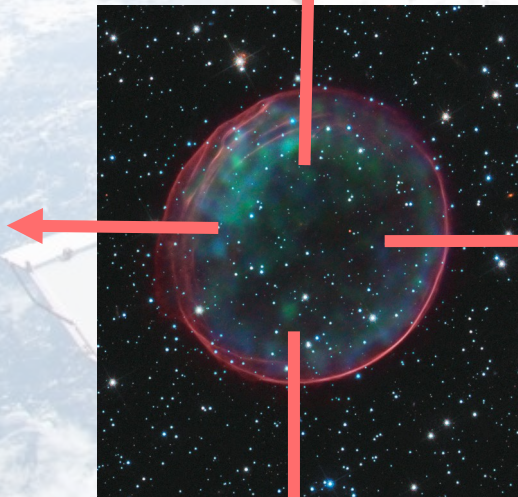
En partenariat avec





Supernova : explosion d'étoile massive
→ Accélère les particules à des **énergies extrêmes**

Onde de choc → plusieurs **milliers d'années**

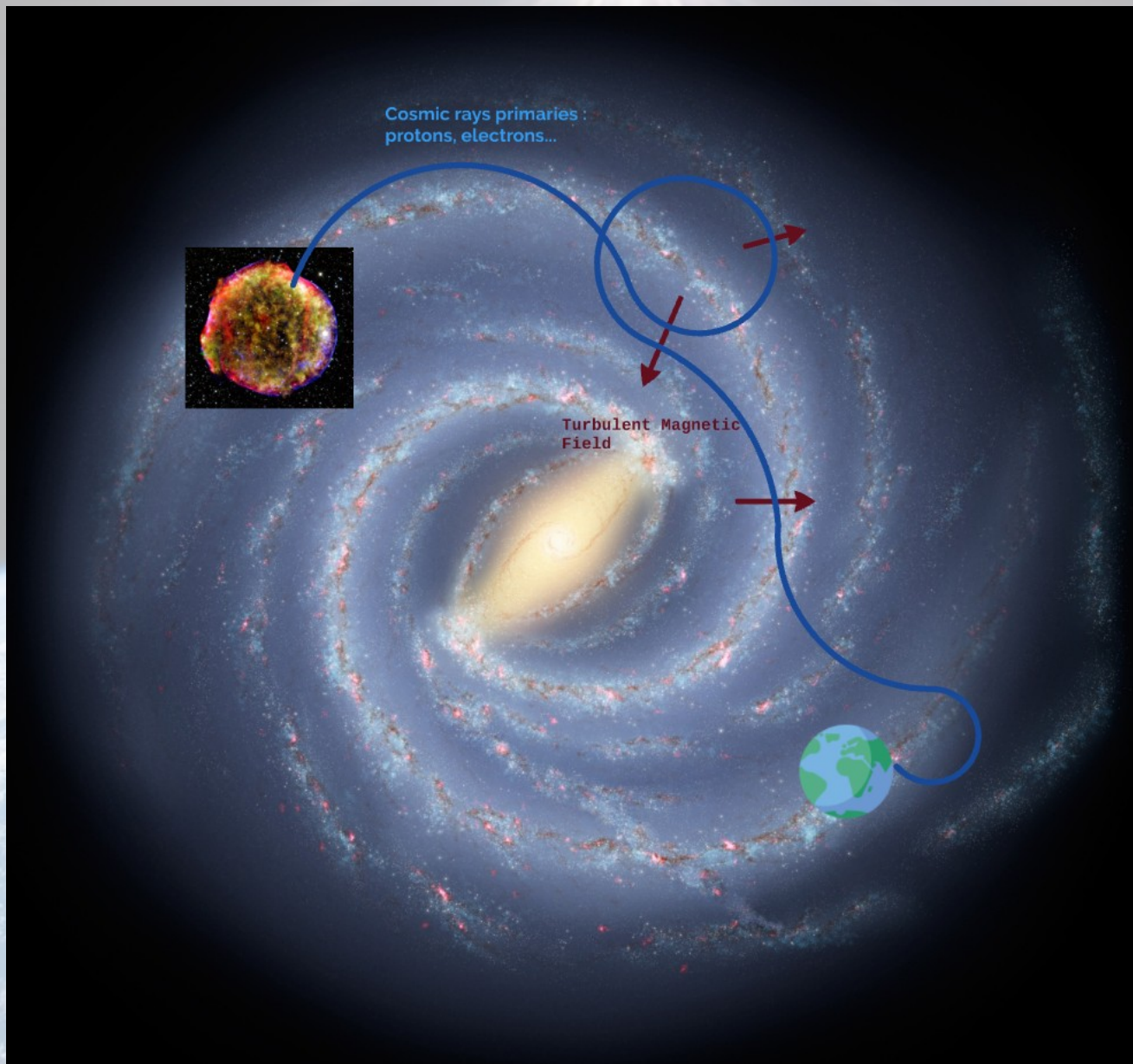


Accélération des particules dans le cosmos

Énergie 150 fois supérieure au LHC !

En partenariat avec





Déplacement aléatoire pendant 20 millions d'années

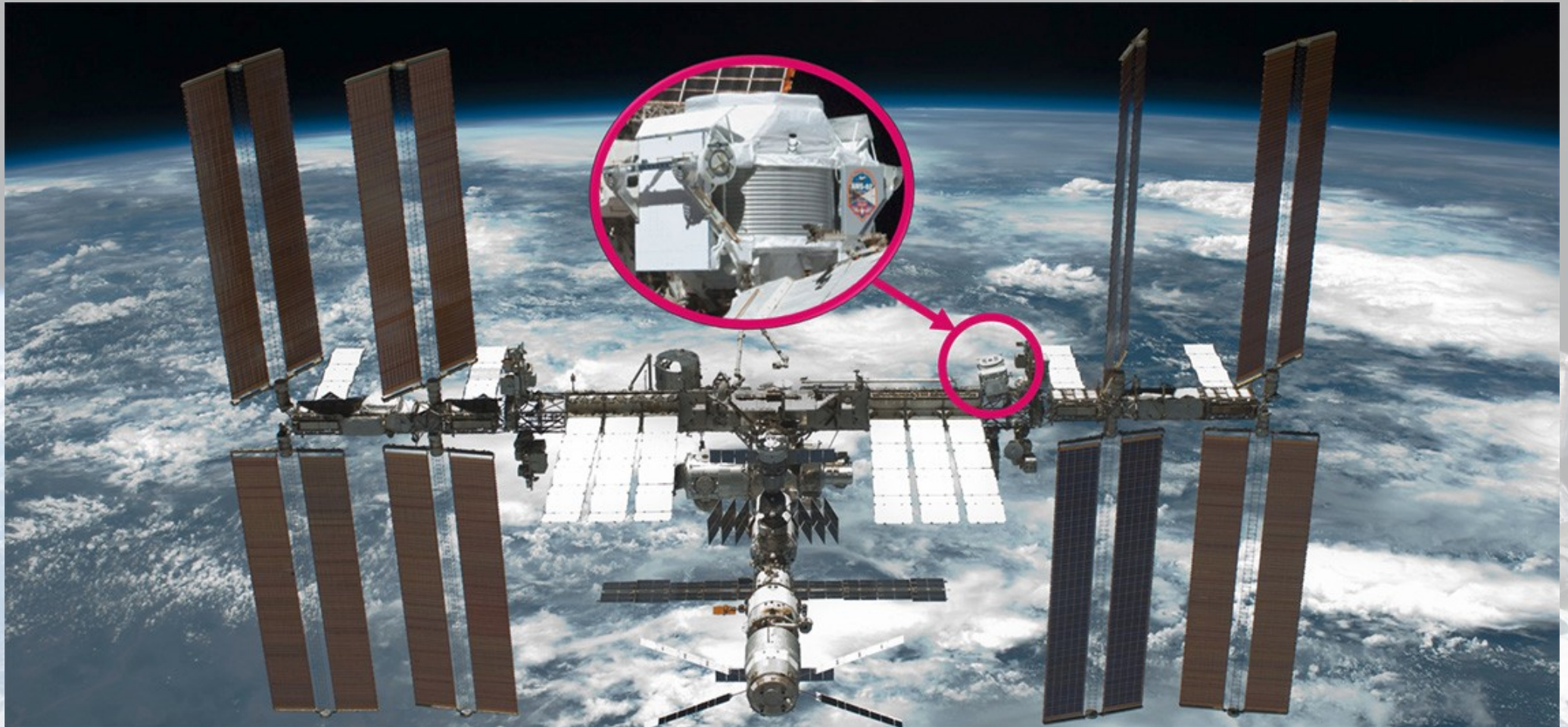
Les rayons cosmiques sont les échos des étoiles mortes.

étoile d'anti-matière → rayonnement cosmique constitué d'antimatière !

En partenariat avec



AMS-02 : détecter les rayons cosmiques dans l'espace



En partenariat avec



cité
sciences
et industrie **conférences**

Comment s'affranchir de l'atmosphère ?

1912



En partenariat avec



cité
sciences
et industrie **conférences**

Comment s'affranchir de l'atmosphère ?

1912



2011



En partenariat avec



cité
sciences
et industrie **conférences**

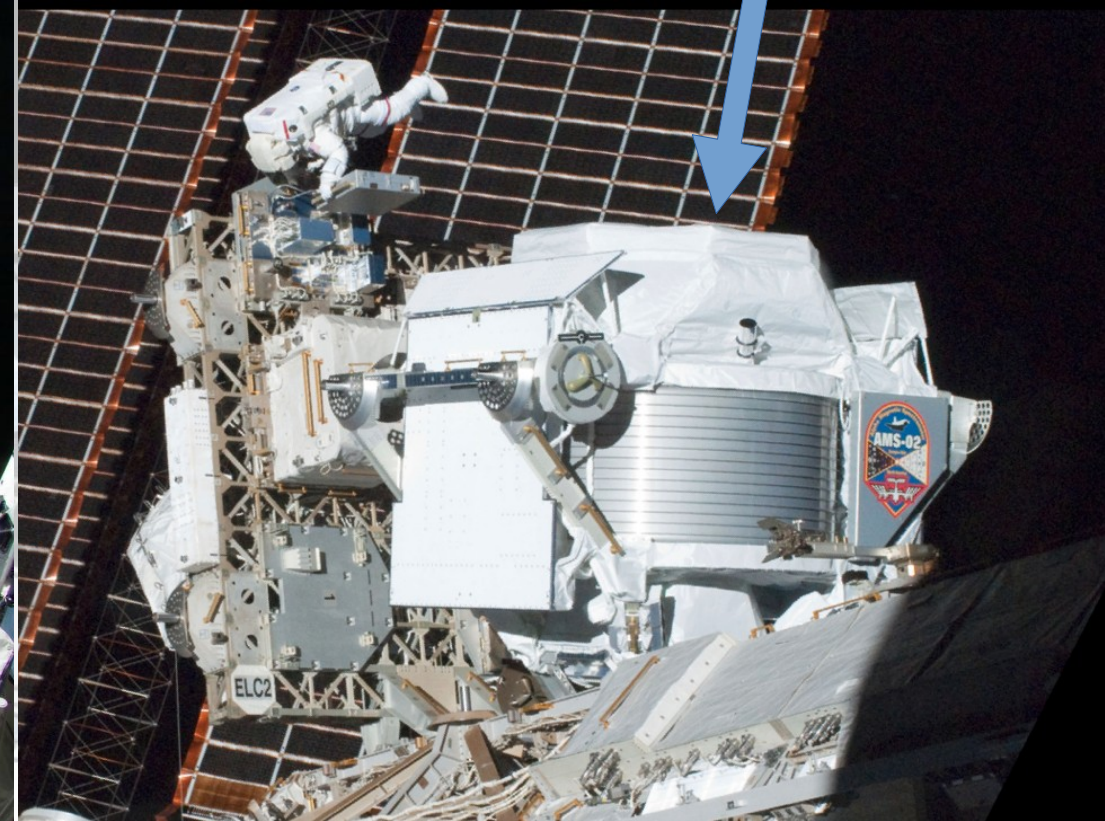


7.5 tonnes

5x4x3 m³

250 millions de particules

Environ 200 000 particules détectées depuis le début de cette présentation

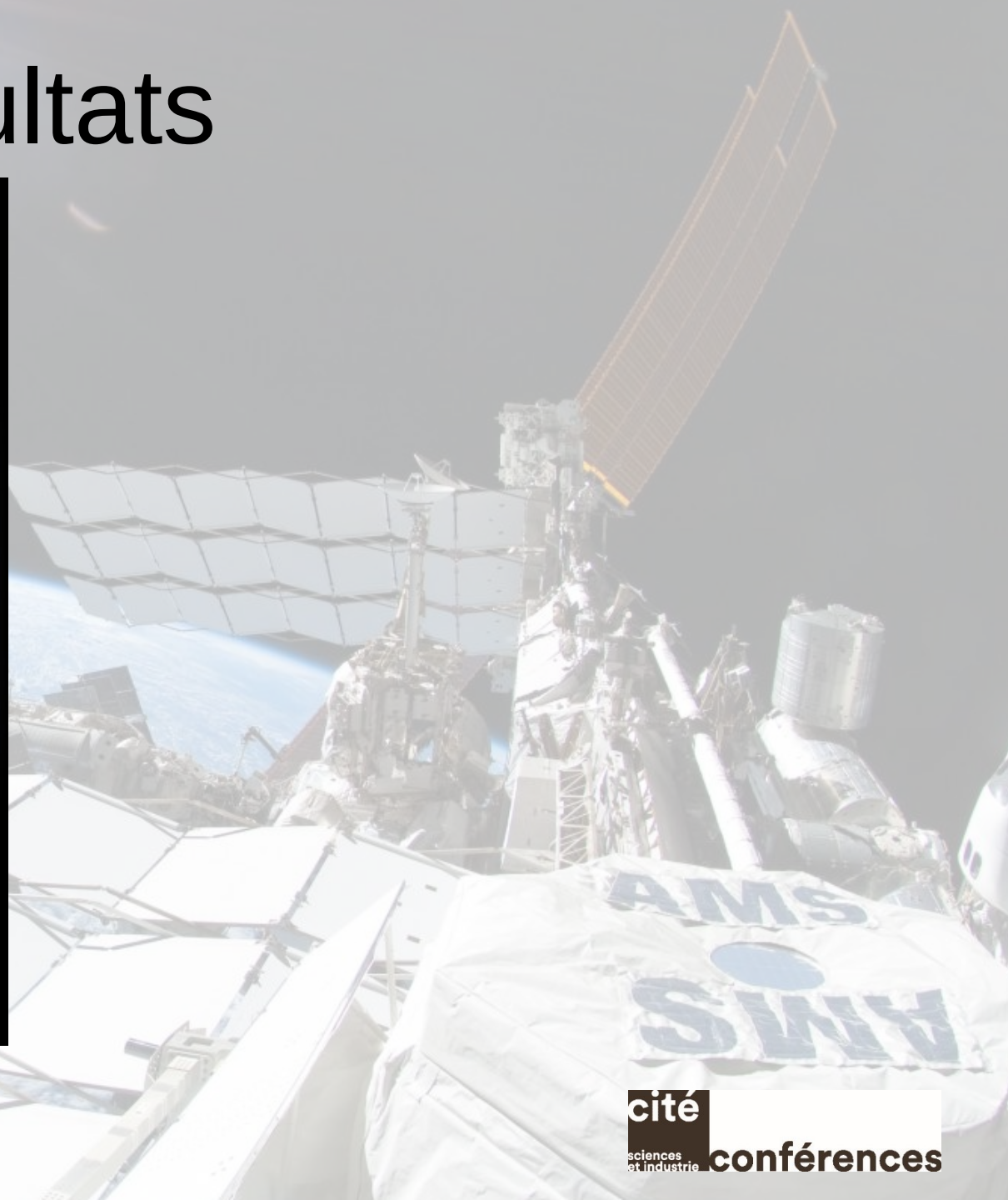
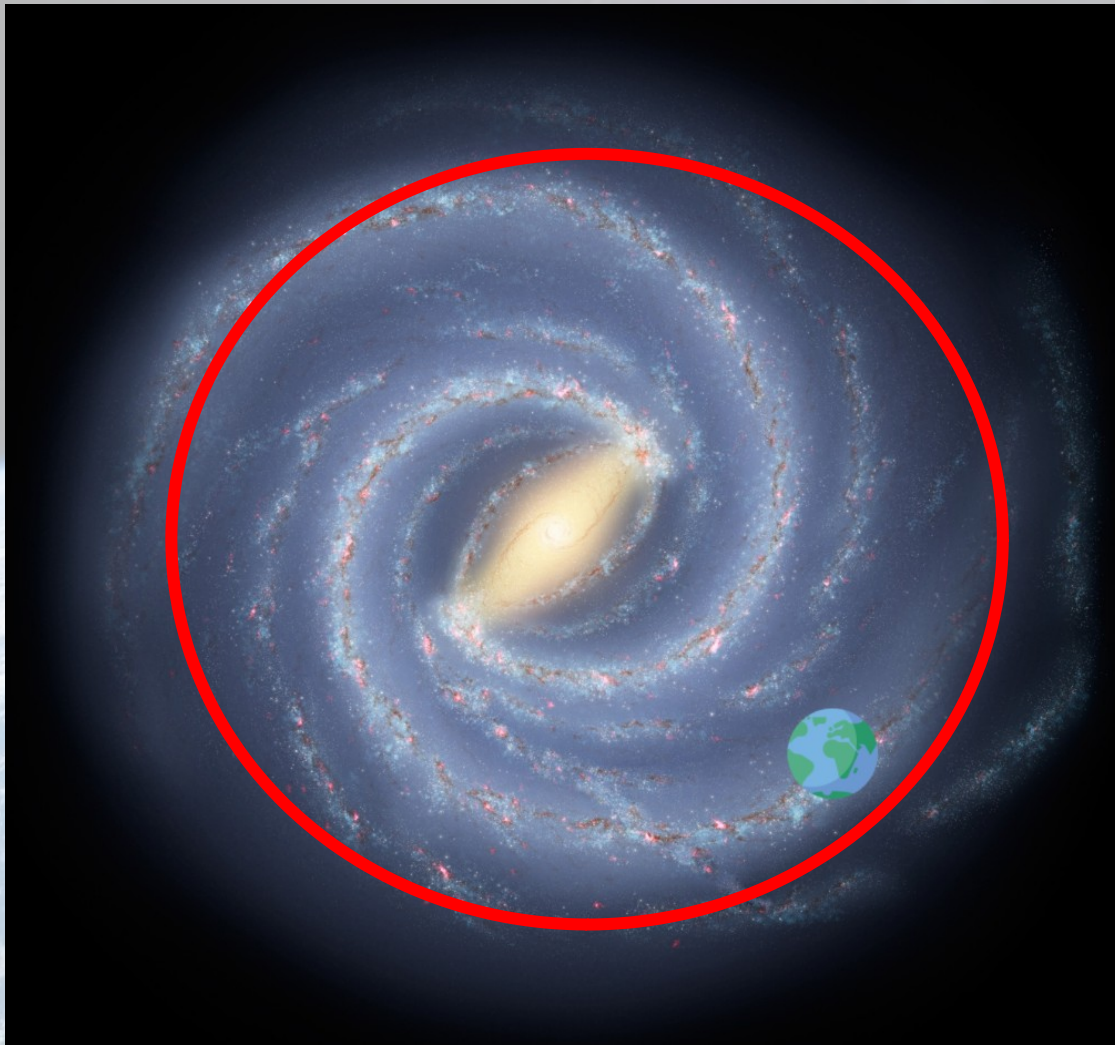


En partenariat avec



cité
sciences
et industrie **conférences**

Résultats

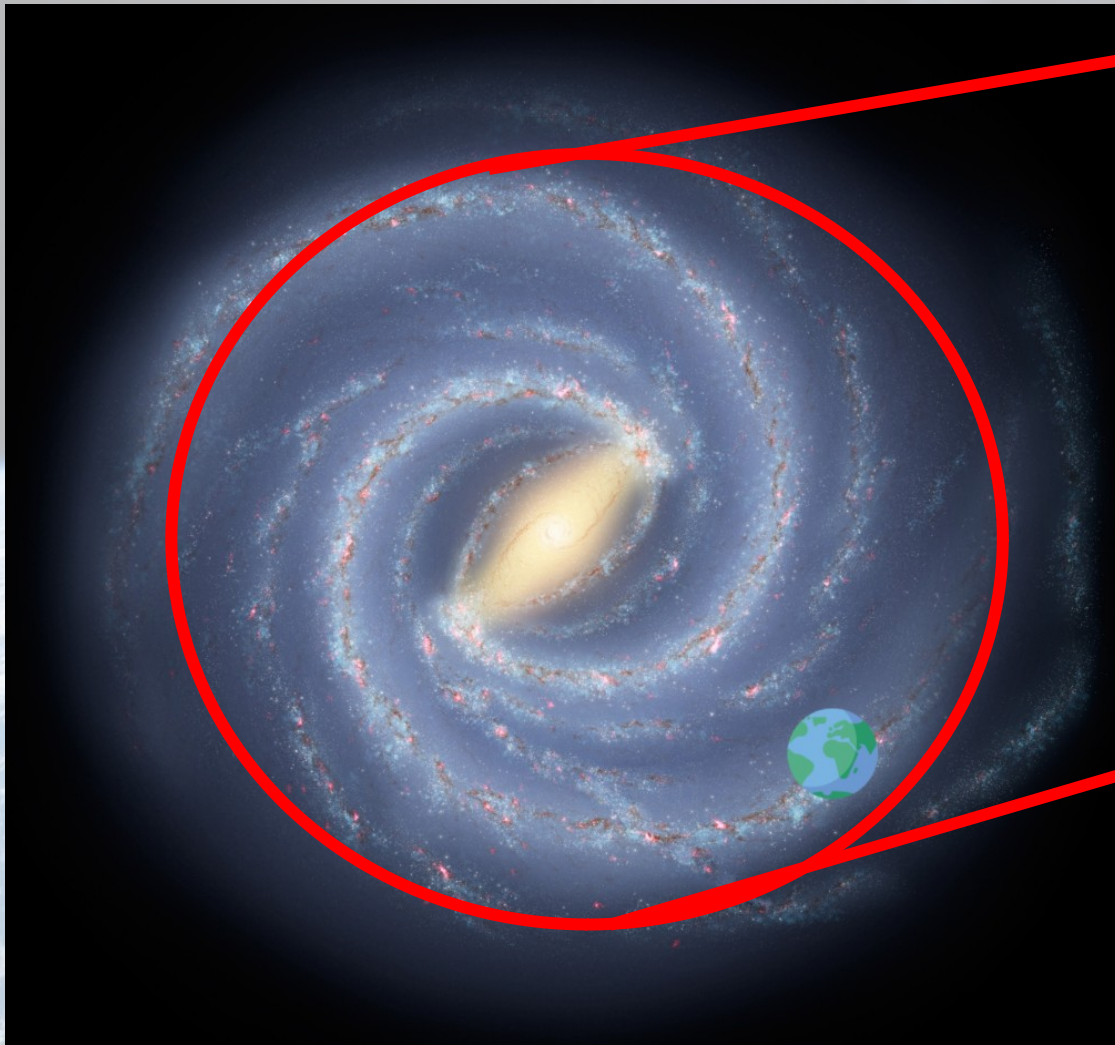


En partenariat avec

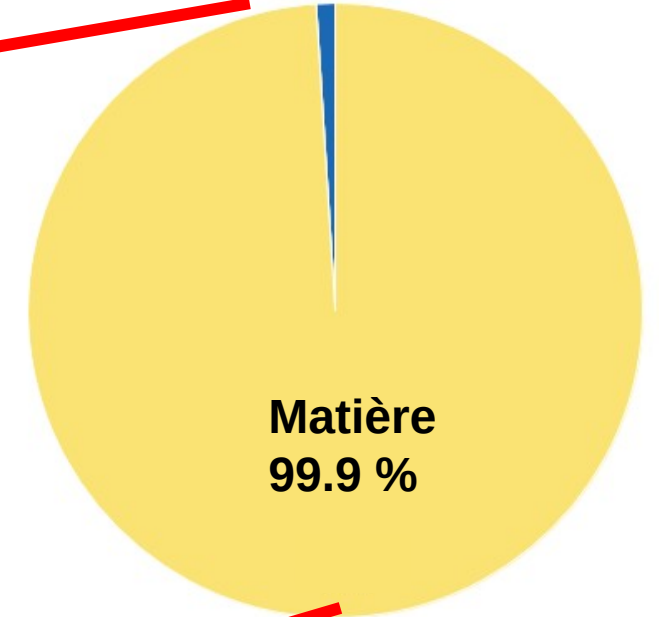


cité
sciences
et industrie **conférences**

Résultats



Antimatière
0.1 %



Matière
99.9 %

Regardons en détail les **types de particules**

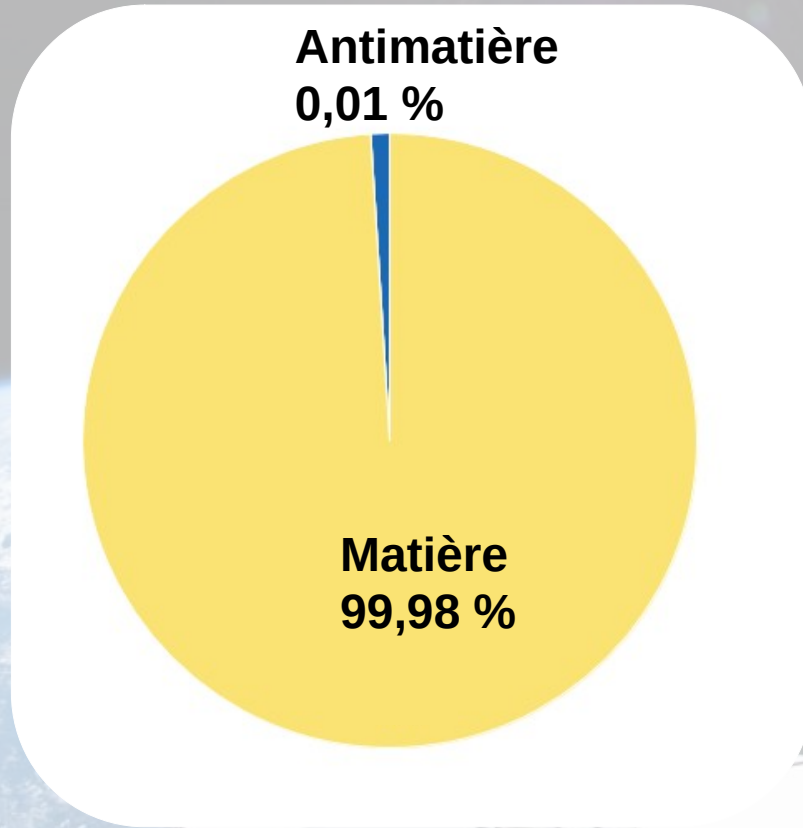
En partenariat avec



cité
sciences
et industrie **conférences**

Protons/antiprotons

D'où vient cette antimatière ?

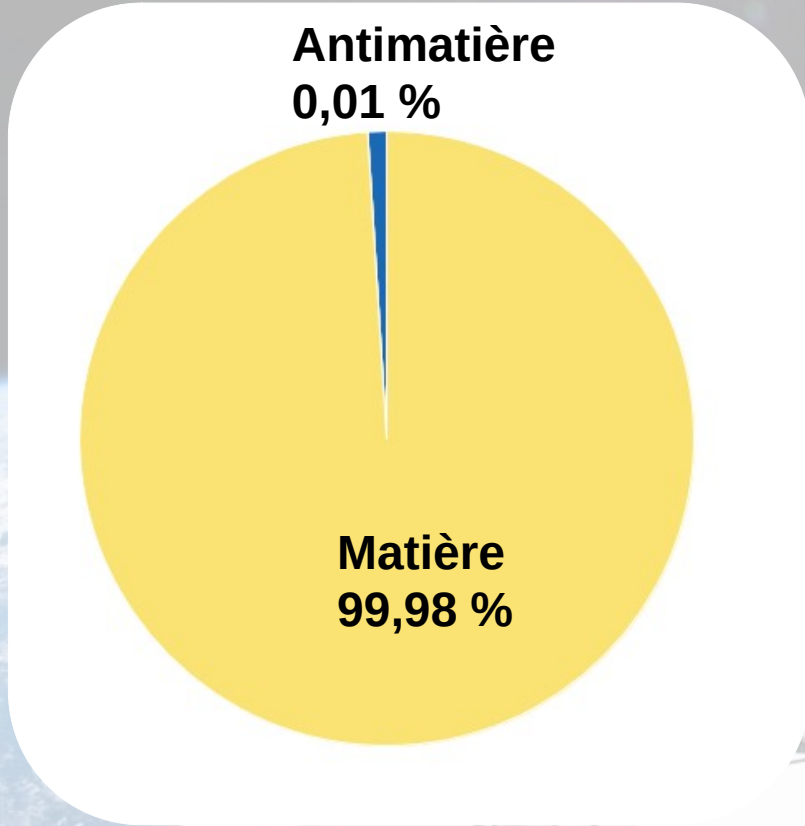


En partenariat avec



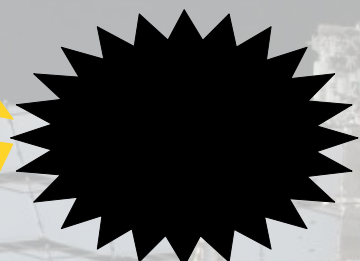
cité
sciences
et industrie **conférences**

Protons/antiprotons



D'où vient cette antimatière ?

Rayon cosmique

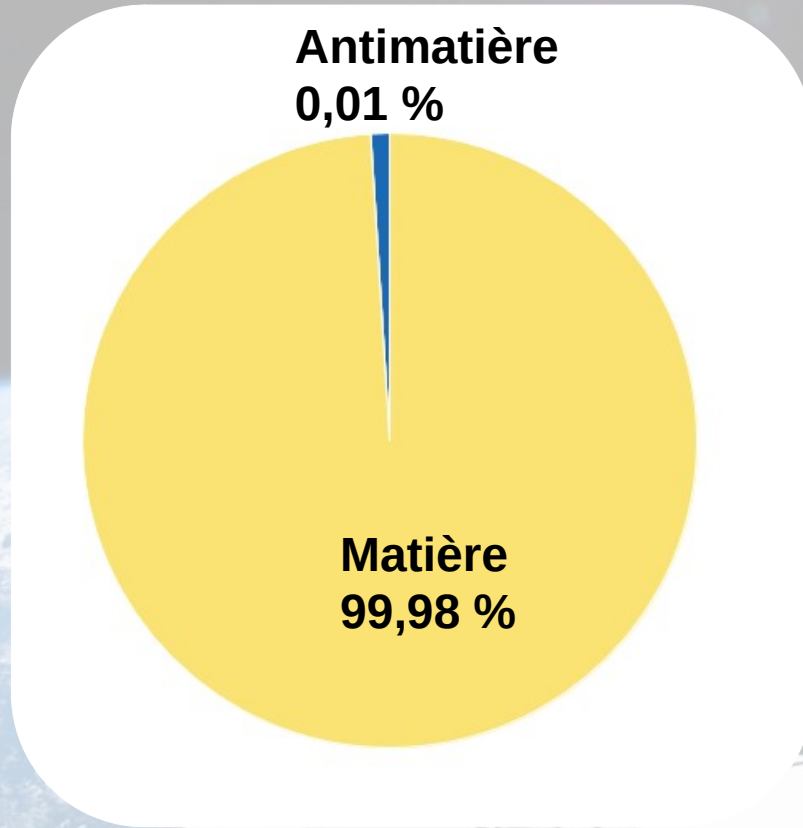


Particule interstellaire

En partenariat avec



Protons/antiprotons



D'où vient cette antimatière ?

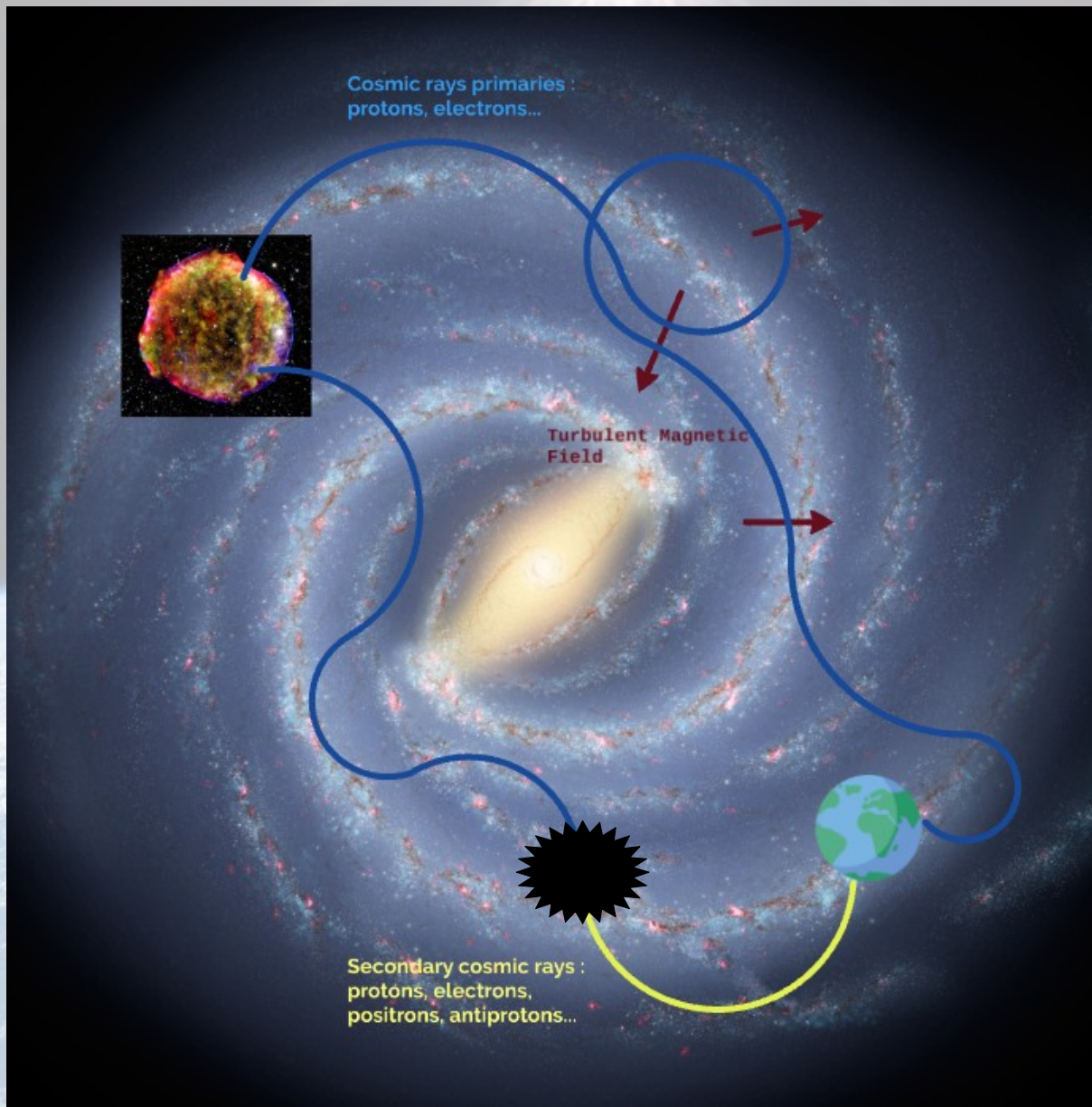
Rayon cosmique

Particule interstellaire



En partenariat avec





Collision → production d'antimatière

Rayon cosmique



Particule interstellaire

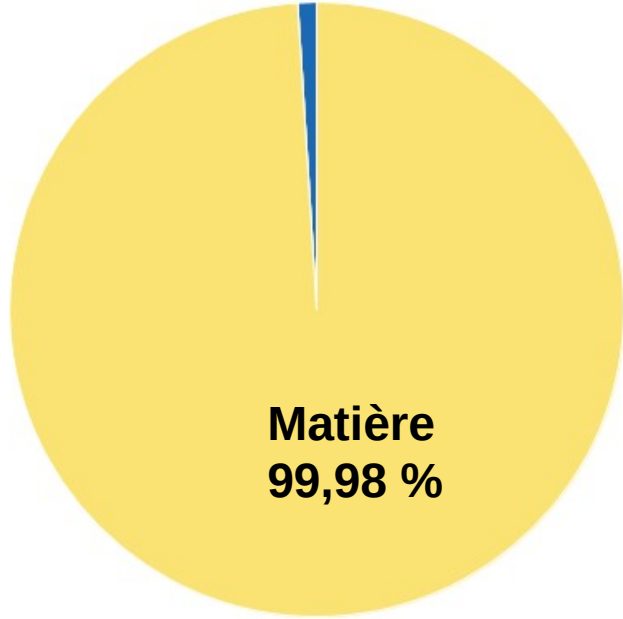
Suffisant pour expliquer la quantité
d'antimatière observée

En partenariat avec



Protons/antiprotons

Antimatière
0,01 %



Matière
99,98 %

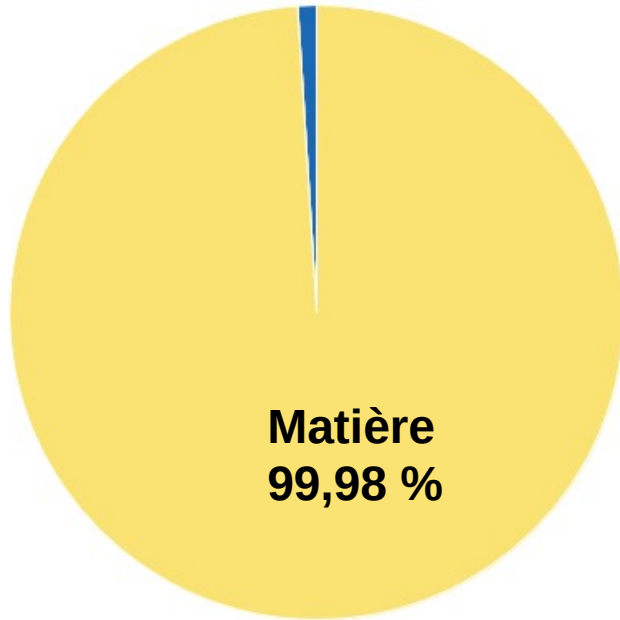
En partenariat avec



cité
sciences
et industrie **conférences**

Protons/antiprotons

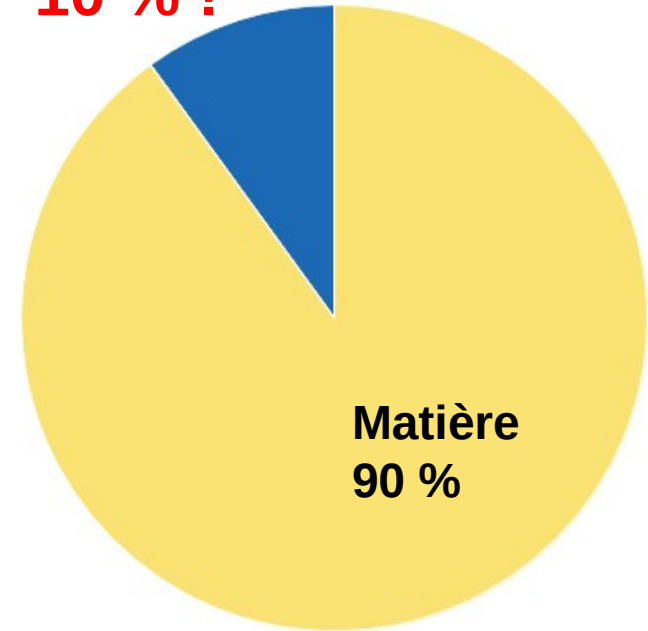
Antimatière
0,01 %



Matière
99,98 %

Électrons/positrons

Antimatière
10 % !



Matière
90 %

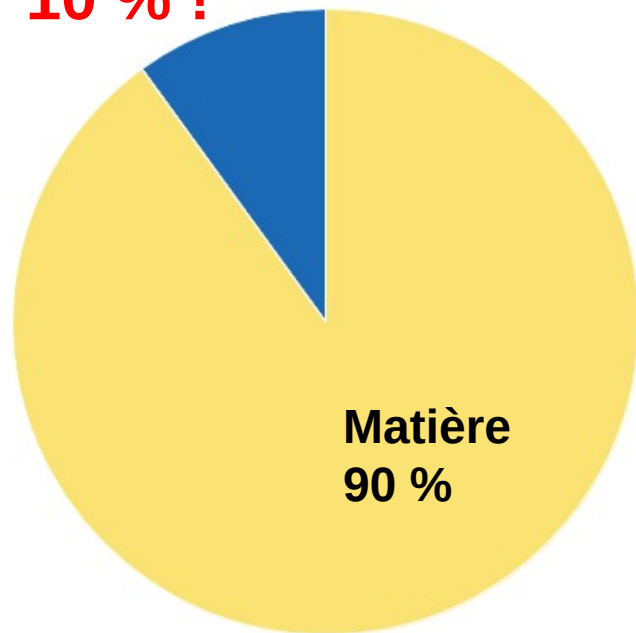
En partenariat avec



Electrons/positrons

Antimatière

10 % !



Encore des collisions cosmiques ?

En partenariat avec

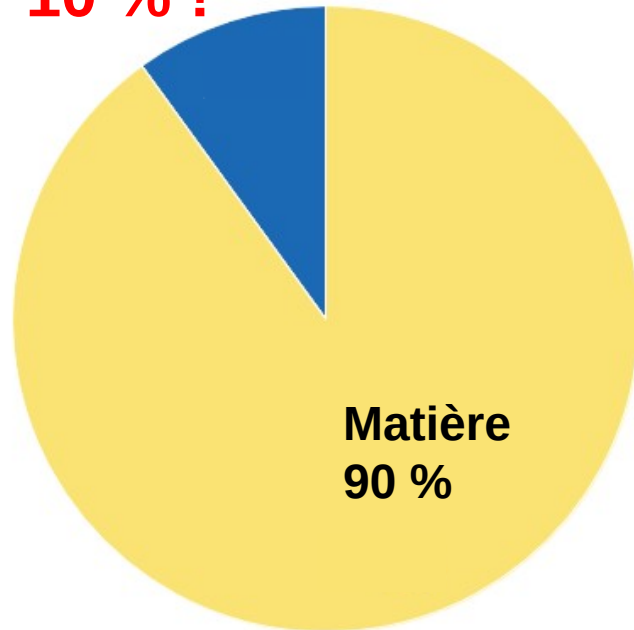


cité
sciences
et industrie **conférences**

Electrons/positrons

Antimatière

10 % !



Matière
90 %

Encore des collisions cosmiques ?

Rayon cosmique

p

p

Particule interstellaire

En partenariat avec

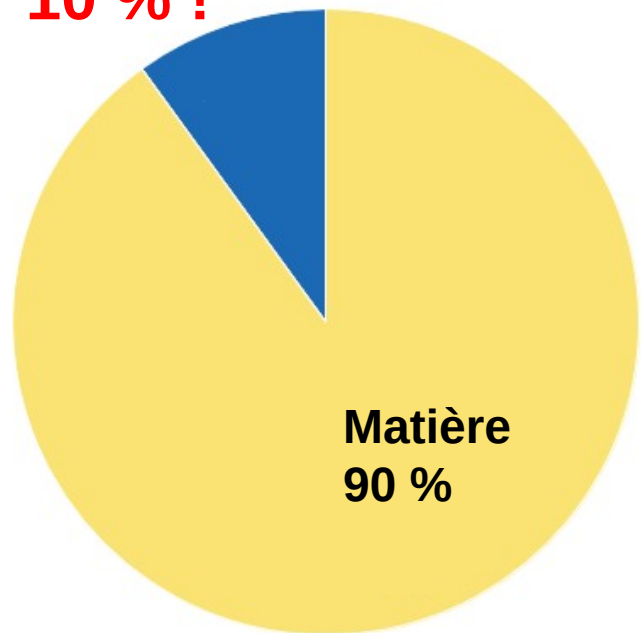


cité
sciences
et industrie **conférences**

Electrons/positrons

Antimatière

10 % !

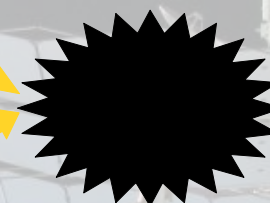


Encore des collisions cosmiques ?

Rayon cosmique

p

p



e+

p

Particule interstellaire

Collisions cosmiques n'expliquent environ 1-2% sur les 10% !

En partenariat avec

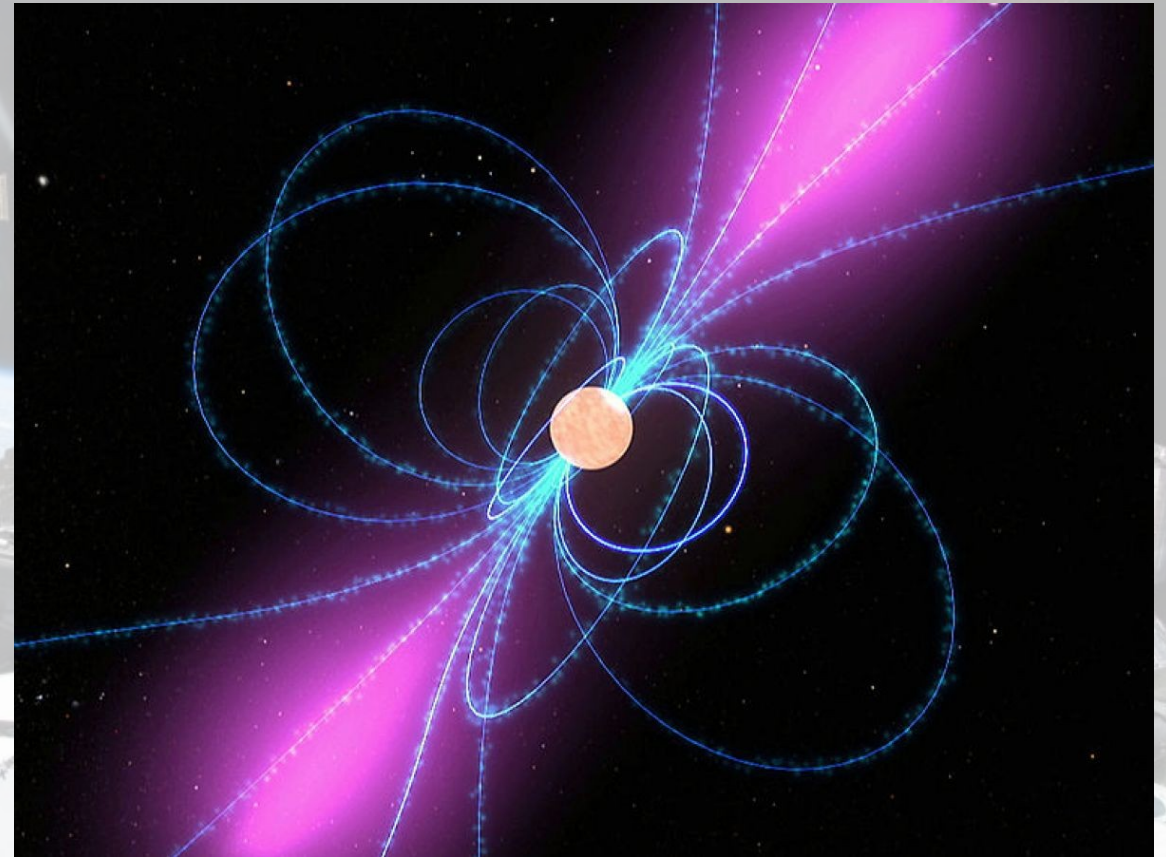
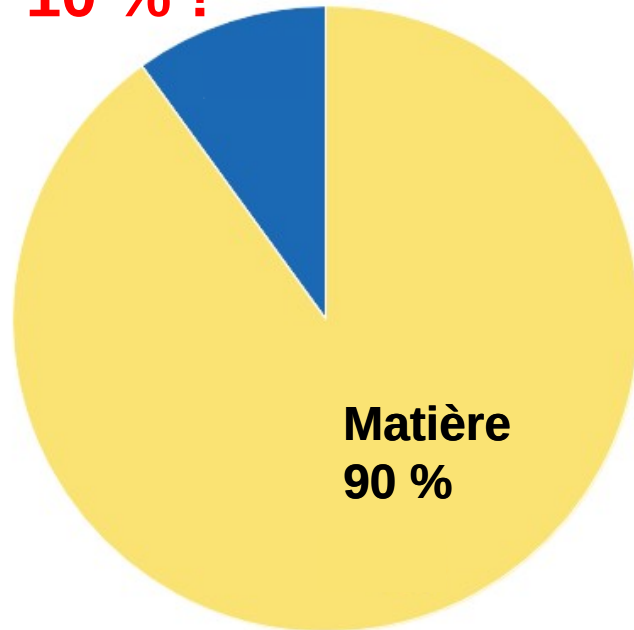


Pulsars : champs magnétiques très puissants
→ Une hypothèse qui explique les positrons.

Electrons/positrons

Antimatière

10 % !



En partenariat avec



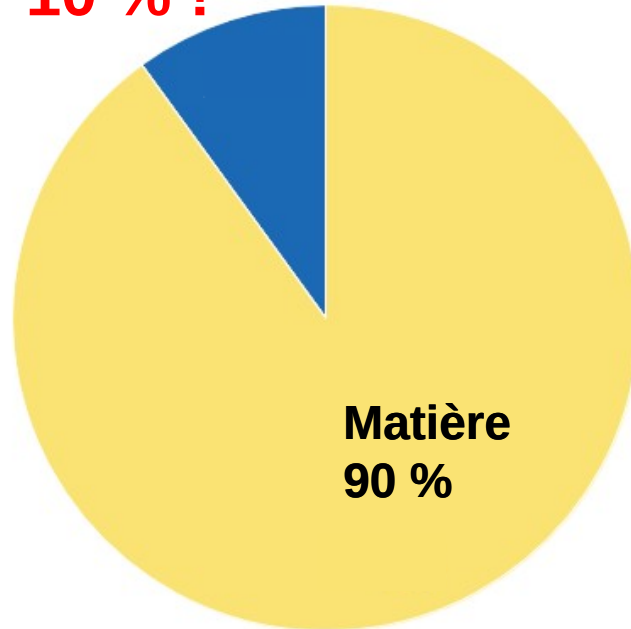
cité
sciences
et industrie **conférences**

Pulsars : champs magnétiques très puissants
→ Une hypothèse qui explique les positrons.

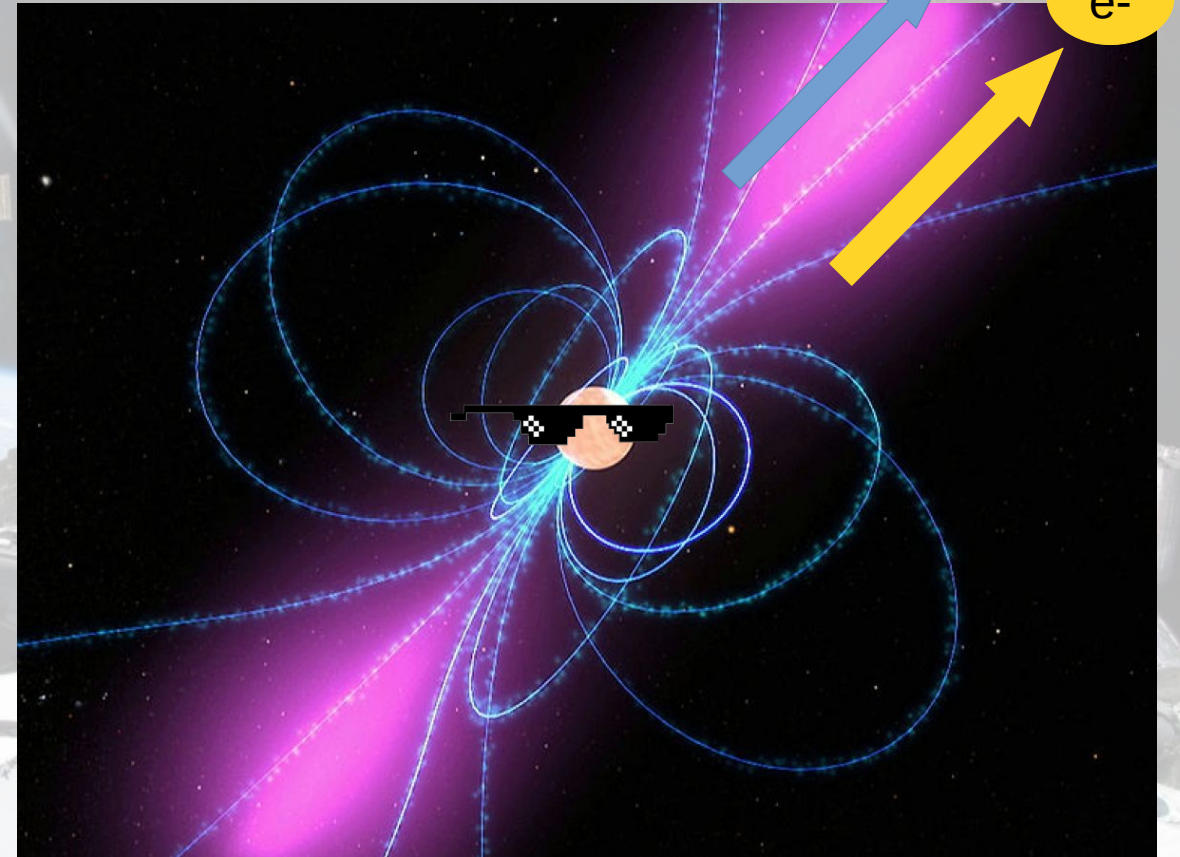
Electrons/positrons

Antimatière

10 % !



Matière
90 %



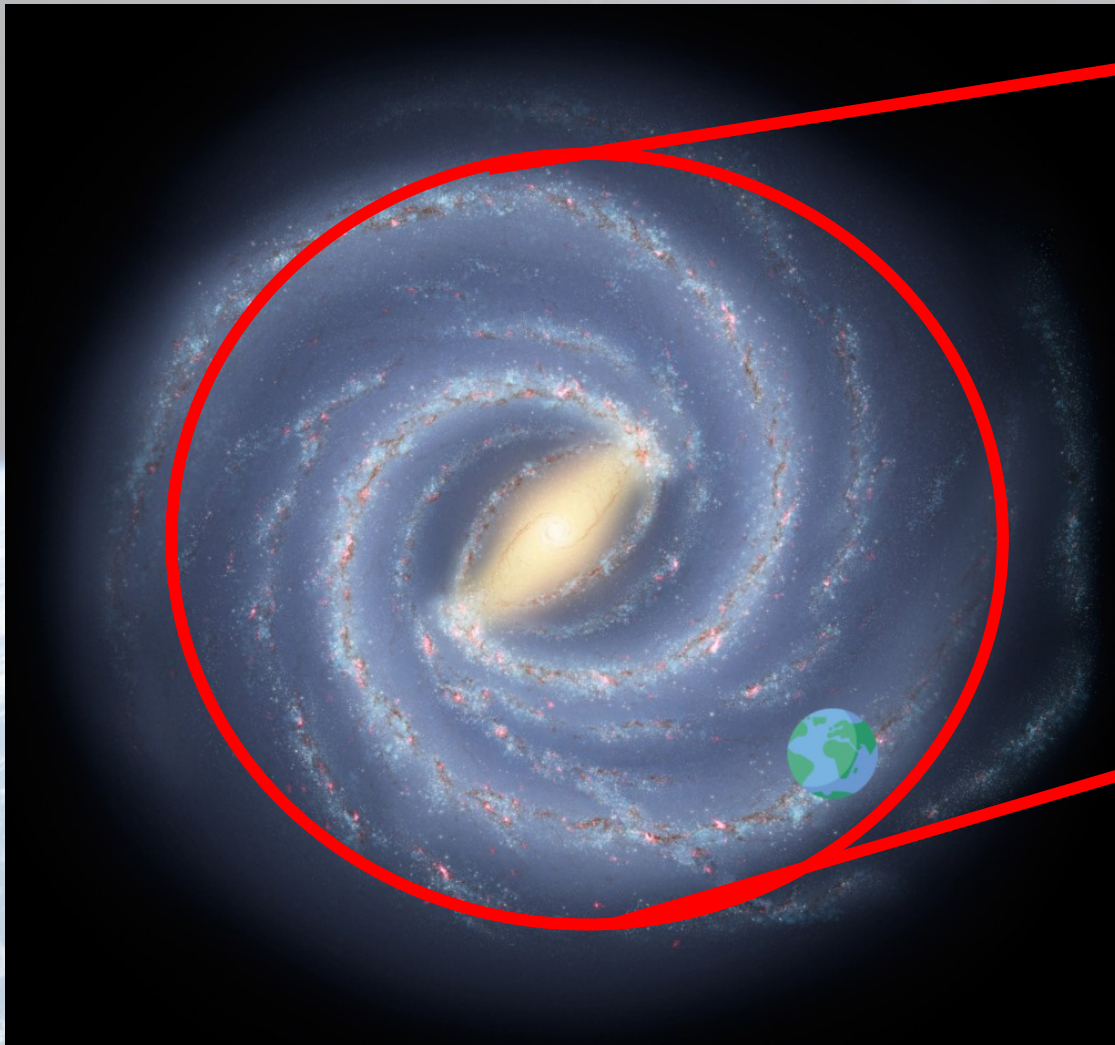
Une hypothèse “ordinaire” suffit à expliquer les observations

En partenariat avec



cité
sciences
et industrie **conférences**

Fin ?



Antimatière
0.1 %

Matière
99.9 %

AMS-02 : antimatière explicable par des phénomènes connus.

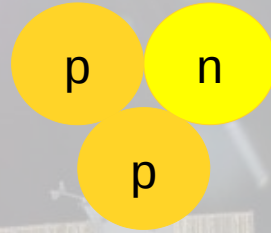
En partenariat avec



cité
sciences
et industrie **conférences**

Quelques possibles anti-héliums détectés (parmi 250 millions de particules)

Hélium



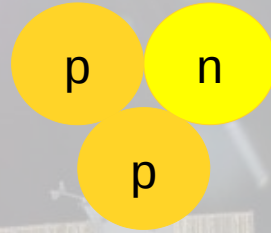
En partenariat avec



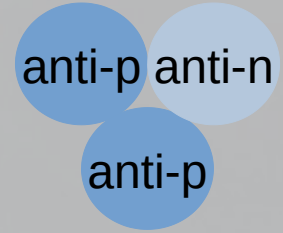
cité
sciences
et industrie **conférences**

Quelques possibles anti-héliums détectés (parmi 250 millions de particules)

Hélium



anti-Hélium



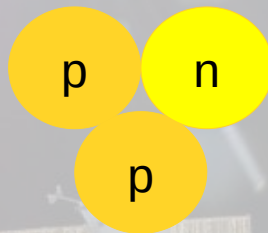
En partenariat avec



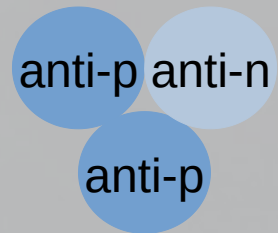
cité
sciences
et industrie **conférences**

Quelques possibles anti-héliums détectés (parmi 250 millions de particules)

Hélium

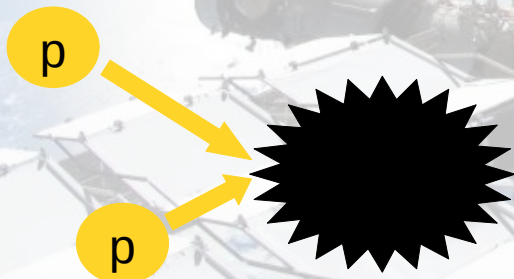


anti-Hélium



Encore des collisions ?

Rayon cosmique



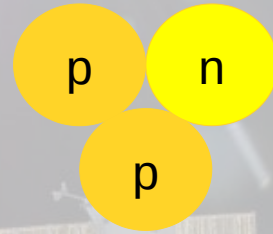
Particule interstellaire

En partenariat avec

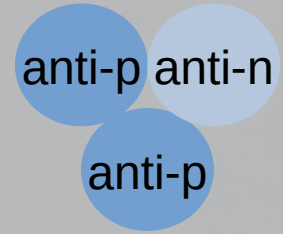


Quelques possibles anti-héliums détectés (parmi 250 millions de particules)

Hélium



anti-Hélium



Encore des collisions ?

Rayon cosmique



Particule interstellaire

Trop rare !

En partenariat avec



Quelques possibles anti-héliums détectés (parmi 250 millions de particules)



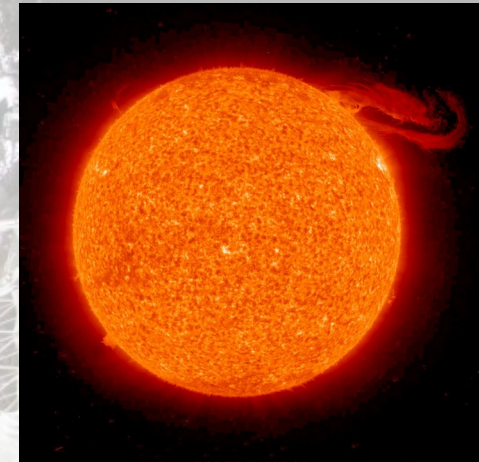
Encore des collisions ?

Rayon cosmique



Particule interstellaire

Trop rare !



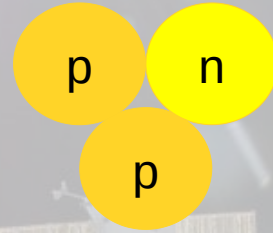
En partenariat avec



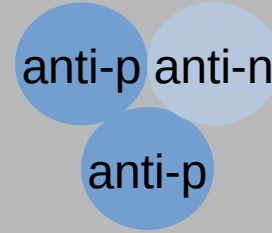
cité
sciences
et industrie **conférences**

Quelques possibles anti-héliums détectés (parmi 250 millions de particules)

Hélium



anti-Hélium



Encore des collisions ?

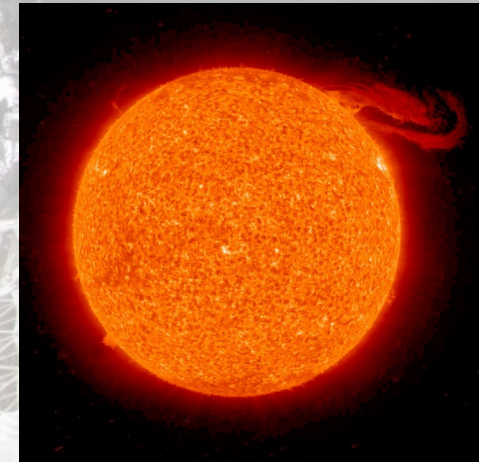
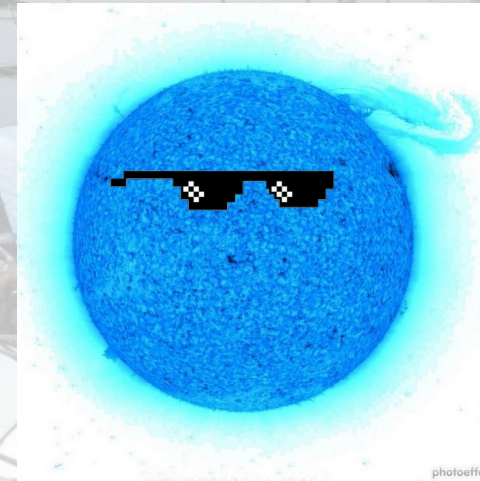
Rayon cosmique



Particule interstellaire

Trop rare !

anti-étoile ?



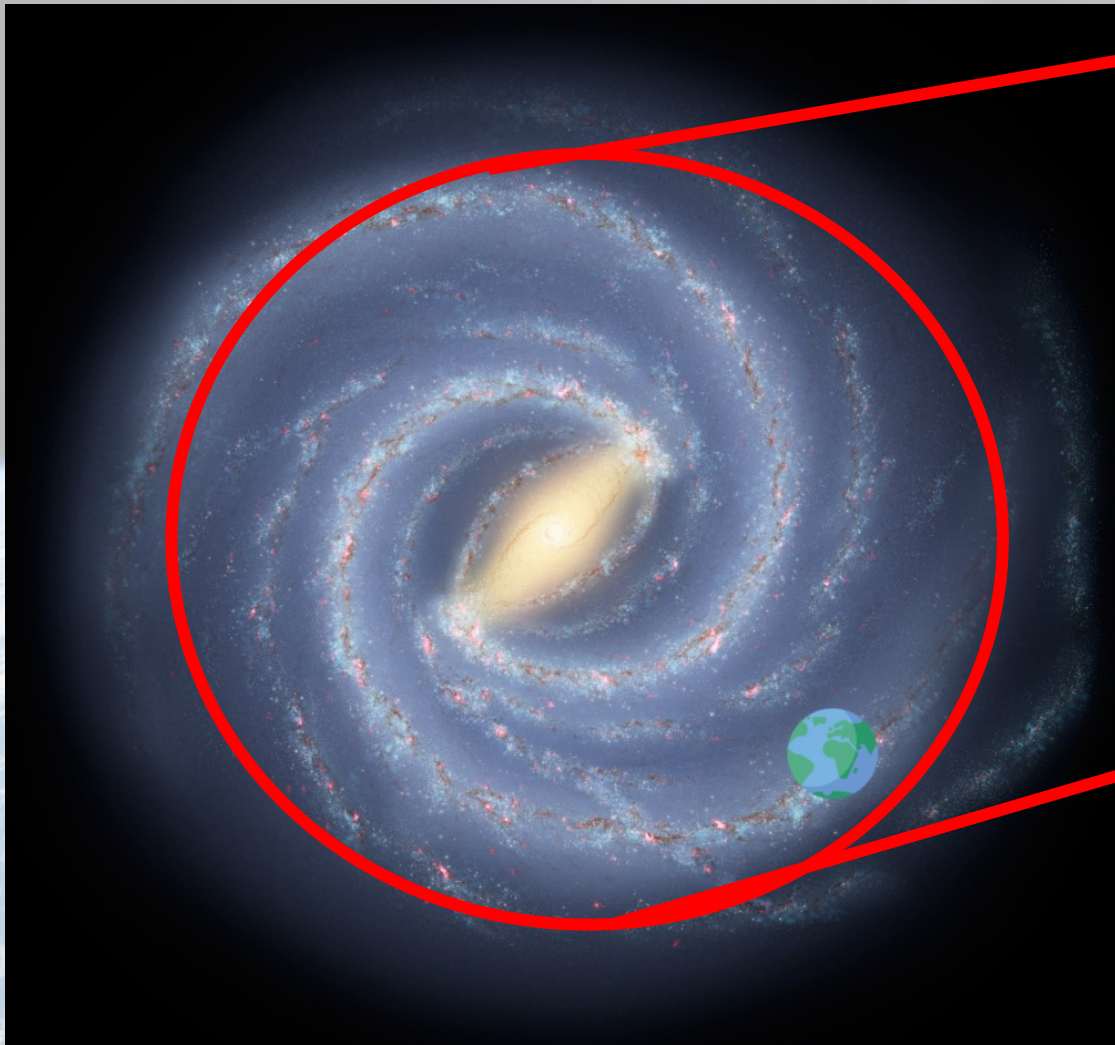
Débat actif dans la communauté scientifique aujourd'hui

En partenariat avec

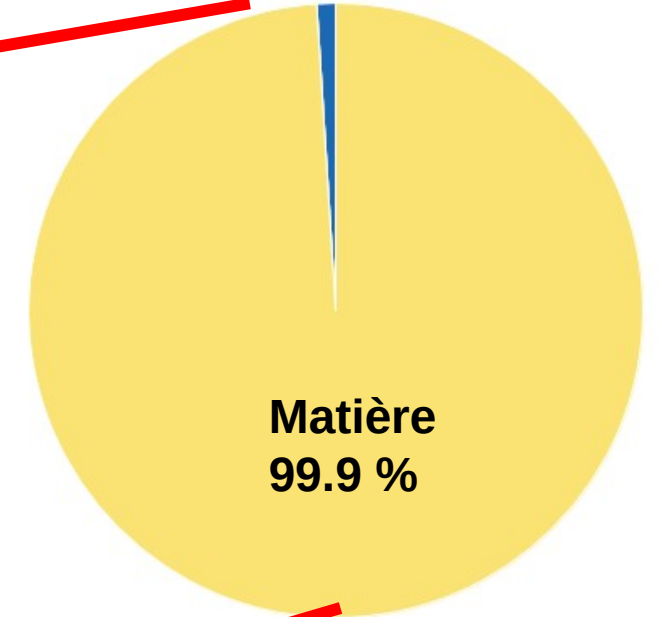


cité
sciences
et industrie **conférences**

Conclusions ?



Antimatière
0.1 %



Matière
99.9 %

- AMS02 détecte des traces d'antimatière
- La majorité est expliquée par des phénomènes connus
- Quelques anti-héliums restent inexpliqués

En partenariat avec





Astragora



Discord



En partenariat avec



cité
sciences
et industrie **conférences**