

La recherche au LAPP

Laura Zambelli

Jeudi 13 Février 2020



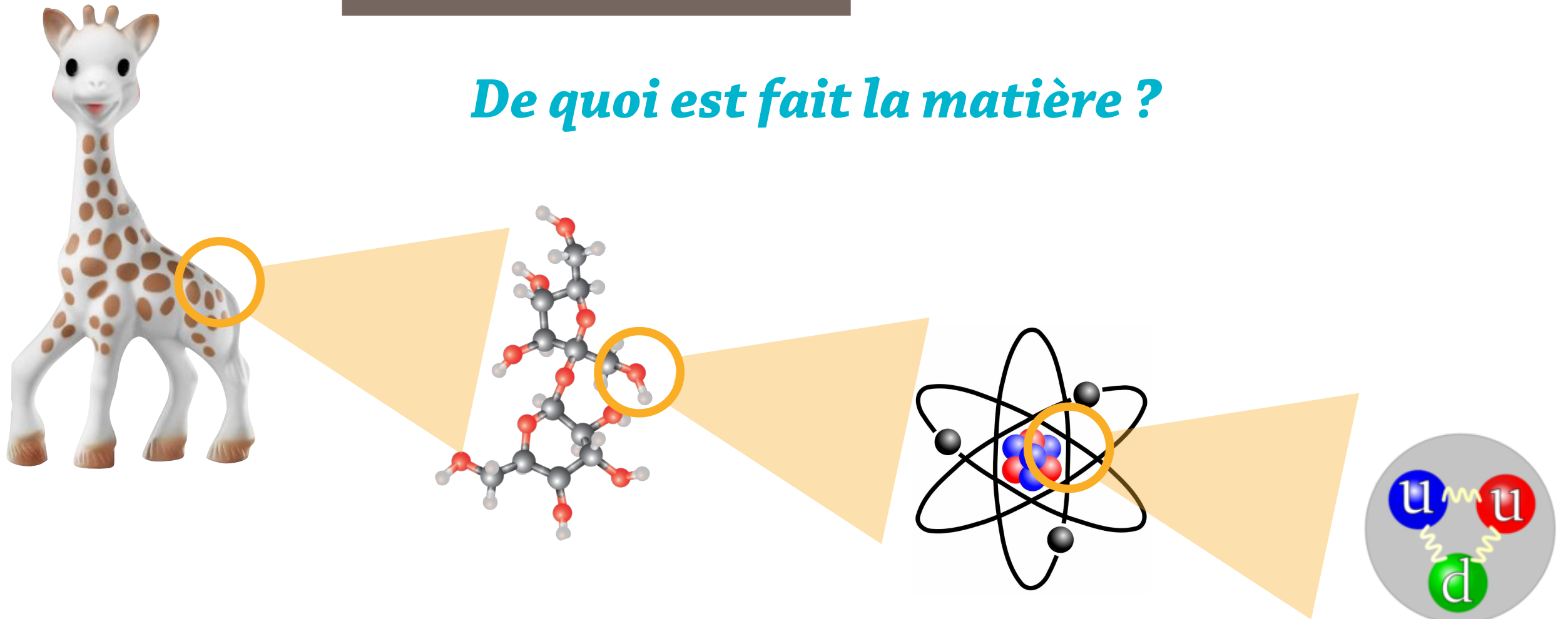
Environ 140 personnes travaillent au laboratoire (chercheurs, doctorants, ingénieurs, techniciens, personnels administratifs) sur une douzaine d'expériences internationales



Sous la tutelle du CNRS (IN2P3) et de l'Université Savoie Mont Blanc

DE L'INFINIMENT PETIT ...

De quoi est fait la matière ?



La physique des particules

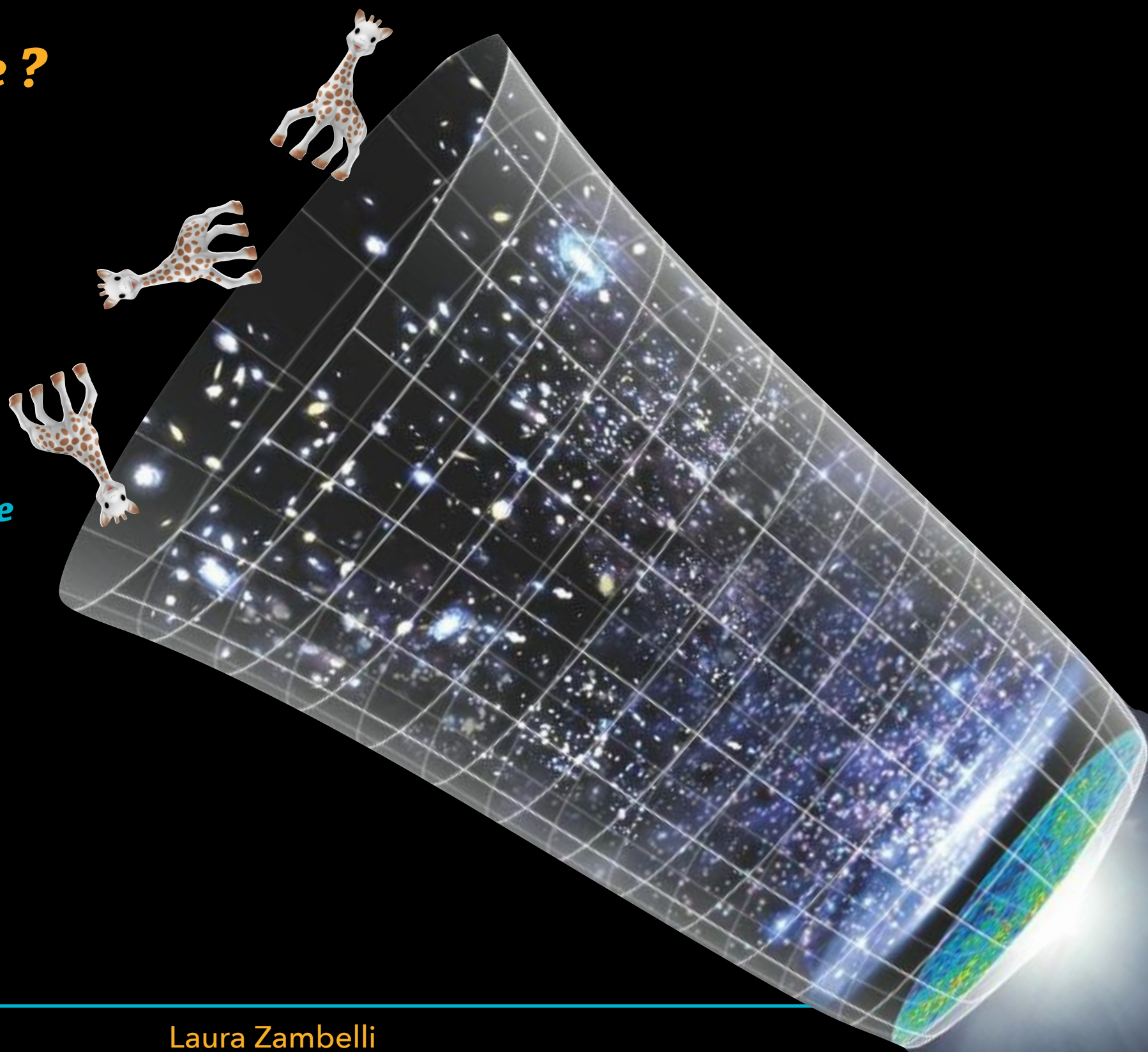
est le domaine de recherche qui étudie les constituants élémentaires de la matière et leurs interactions

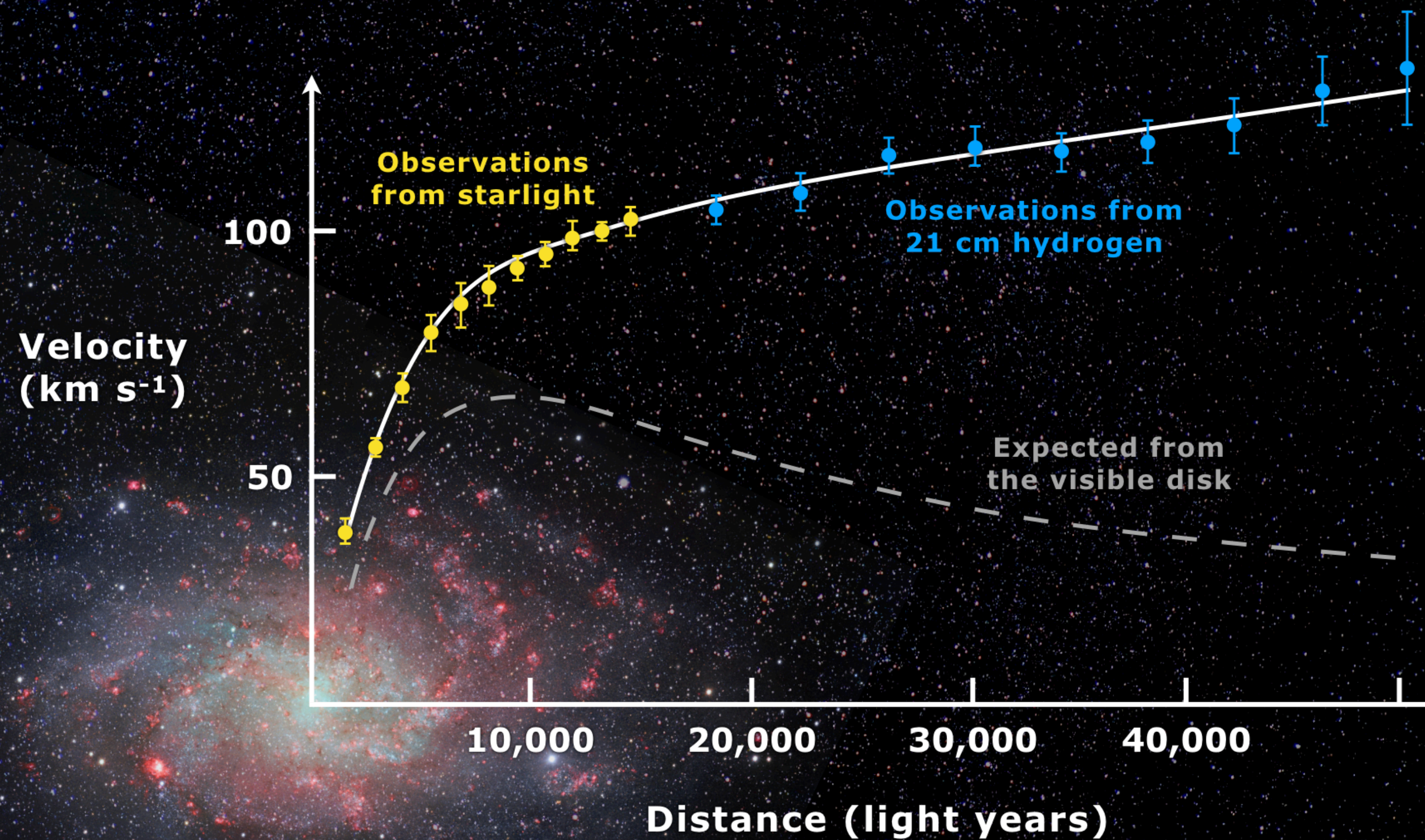
... À L'INFINIMENT GRAND

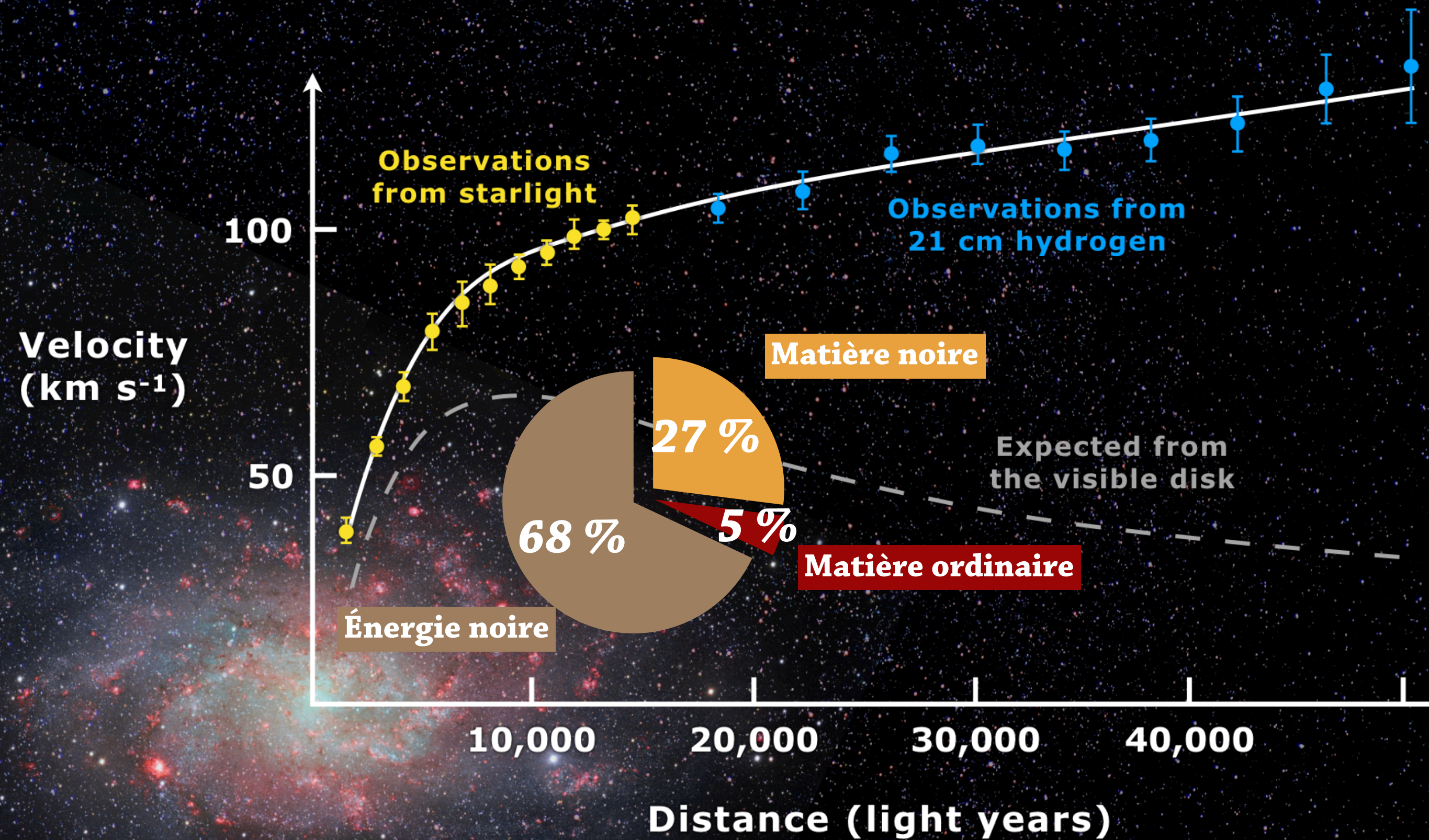
D'où vient la matière ?

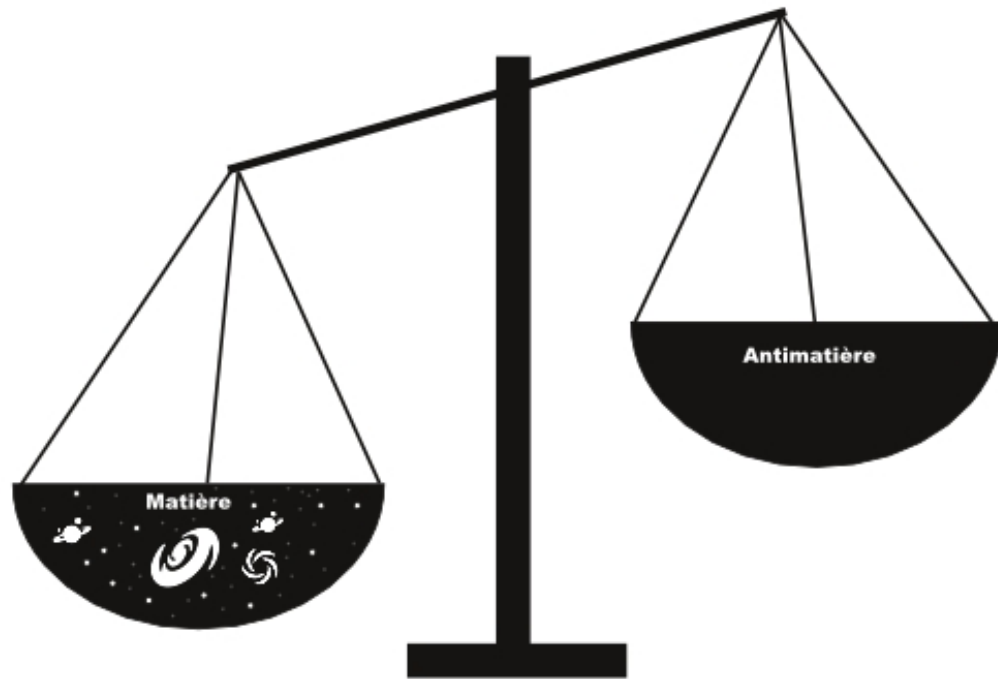
L'astroparticule et la cosmologie

sont les domaines
de recherche qui étudient
l'origine de l'Univers, sa
composition
et son évolution





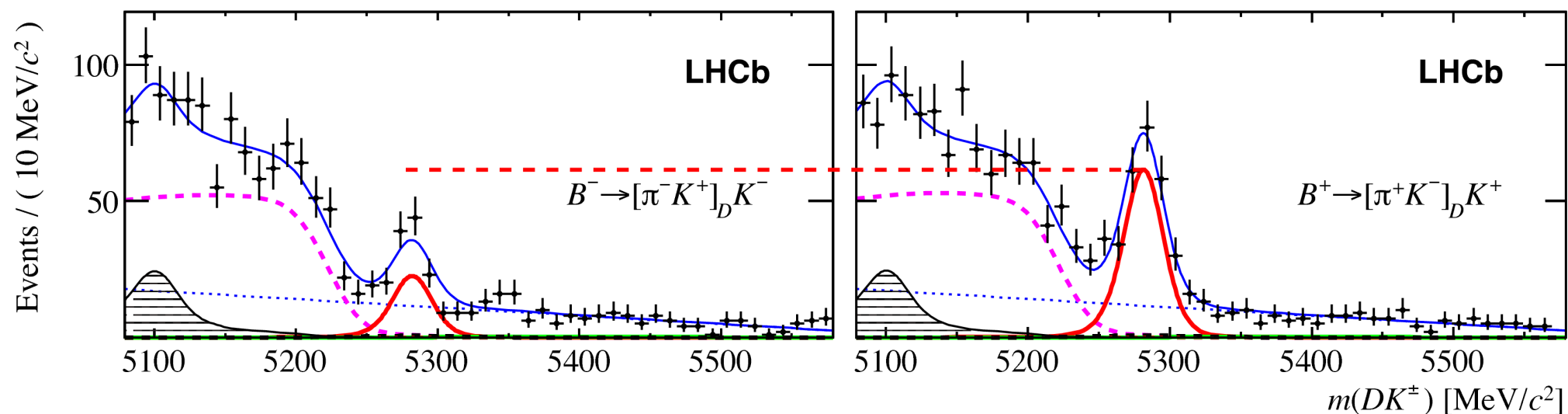




Au Big Bang, autant de matière que d'anti-matière aurait été créé.

Aujourd'hui nous ne voyons que de la matière.
Pourquoi et comment l'anti-matière a-t-elle disparue ?

Les expériences de physique des particules tentent de percer ce mystère en comparant des mesures faites auprès de particules de matière ou d'anti-matière, en espérant y voir une déviation.



À ce jour, nous avons identifié 12 constituants élémentaires :

6 quarks et 6 leptons

	1 ^{ère} famille	2 ^{ème} famille	3 ^{ème} famille
QUARKS	mass $\approx 2.4 \text{ MeV}/c^2$ charge $2/3$ spin $1/2$  u up	mass $\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$ charge $2/3$ spin $1/2$  c charm	mass $\approx 172.44 \text{ GeV}/c^2$ charge $2/3$ spin $1/2$  t top
	mass $\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$ charge $-1/3$ spin $1/2$  d down	mass $\approx 95 \text{ MeV}/c^2$ charge $-1/3$ spin $1/2$  s strange	mass $\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$ charge $-1/3$ spin $1/2$  b bottom
	mass $\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$ charge -1 spin $1/2$  e electron	mass $\approx 105.67 \text{ MeV}/c^2$ charge -1 spin $1/2$  μ muon	mass $\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$ charge -1 spin $1/2$  τ tau
	mass $< 2.2 \text{ eV}/c^2$ charge 0 spin $1/2$  ν_e electron neutrino	mass $< 1.7 \text{ MeV}/c^2$ charge 0 spin $1/2$  ν_μ muon neutrino	mass $< 15.5 \text{ MeV}/c^2$ charge 0 spin $1/2$  ν_τ tau neutrino

↳ Matière ordinaire

Les constituants élémentaires s'arrangent entre eux pour former des particules composites.

Par exemple :

un proton est constitué de 3 quarks :

up + up + down

un neutron est constitué de 3 quarks :

up + down + down

un électron est un constituant élémentaire

Les constituant élémentaires interagissent entre eux via 4 forces en s'échangeant un boson :



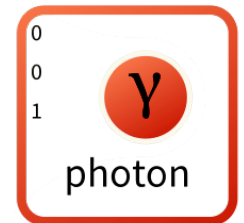
la force de
gravitation

attire les masses



la force
électro-magnétique

*attire les charges électriques
opposées*



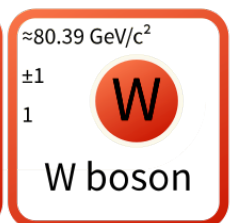
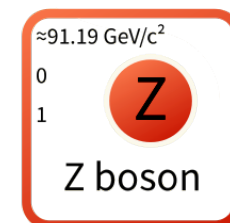
la force
forte

*permet la cohésion du noyau de
l'atome*



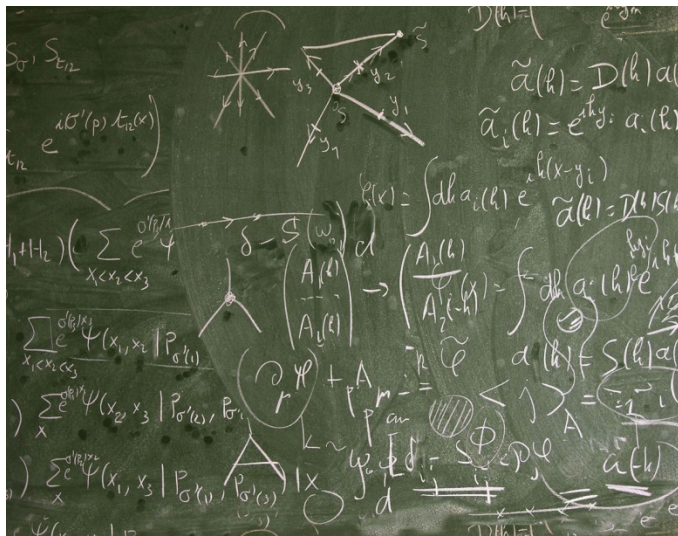
la force
faible

responsable de la radioactivité



Le **Modèle Standard** est le cadre théorique qui classe les particules et explique leurs interactions :

- Construit dans les années 70 à partir d'observations
- A prédit avec succès de nombreuses découvertes :
 - L'existence d'**une troisième famille** de particules (fin 90 début 2000)
 - Le **boson de Higgs** qui fournit la masse aux particules (2012)
- A des limites :
 - N'explique pas l'existence de la matière et de l'énergie noire



Le lien entre physique expérimentale (comme au LAPP) et physique théorique (comme au LAPTh) est étroit et capital pour comprendre et modéliser notre Univers.

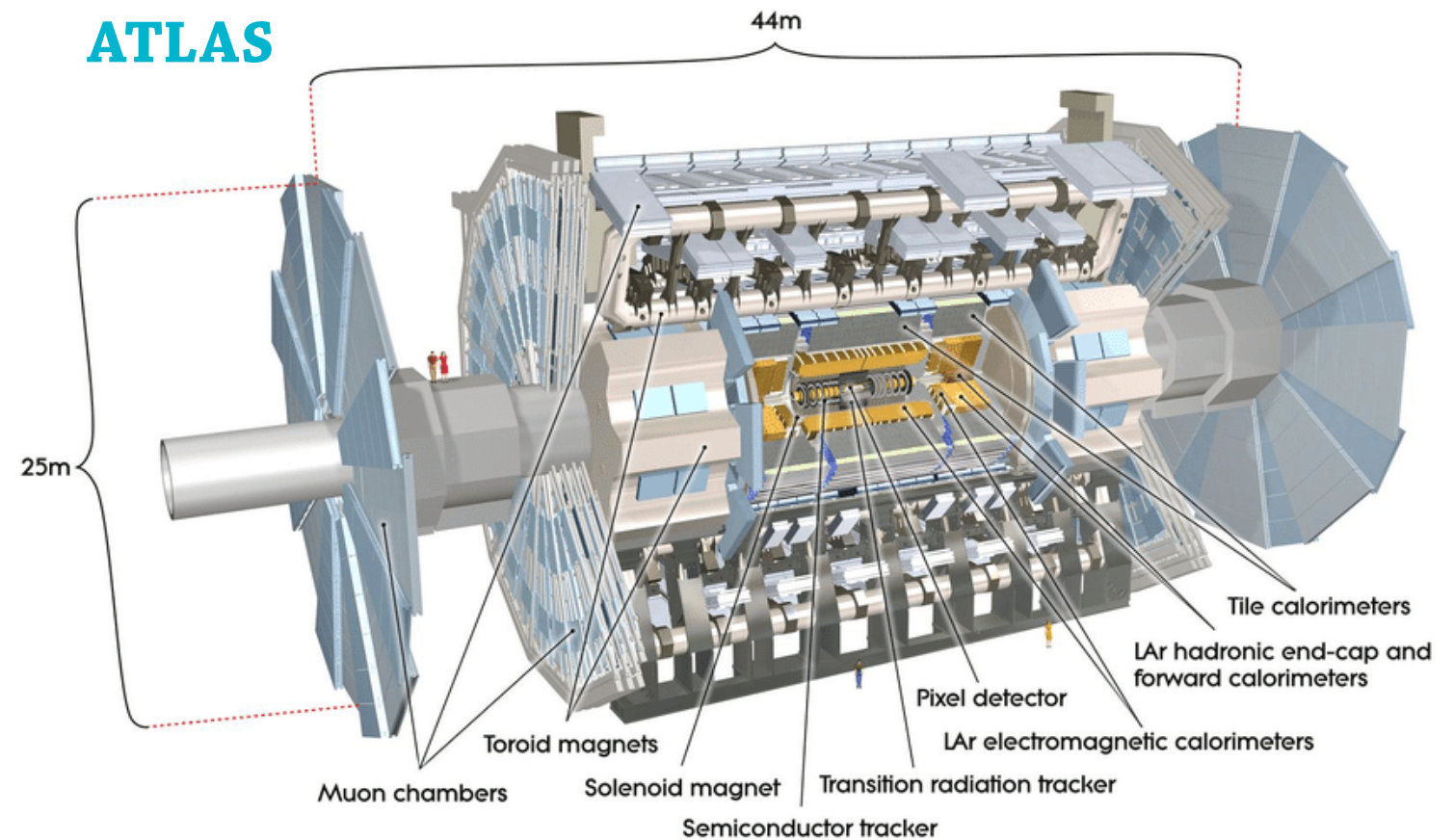


Au CERN, 4 détecteurs sont installés
autour de l'accélérateur de protons,
long de 27 km

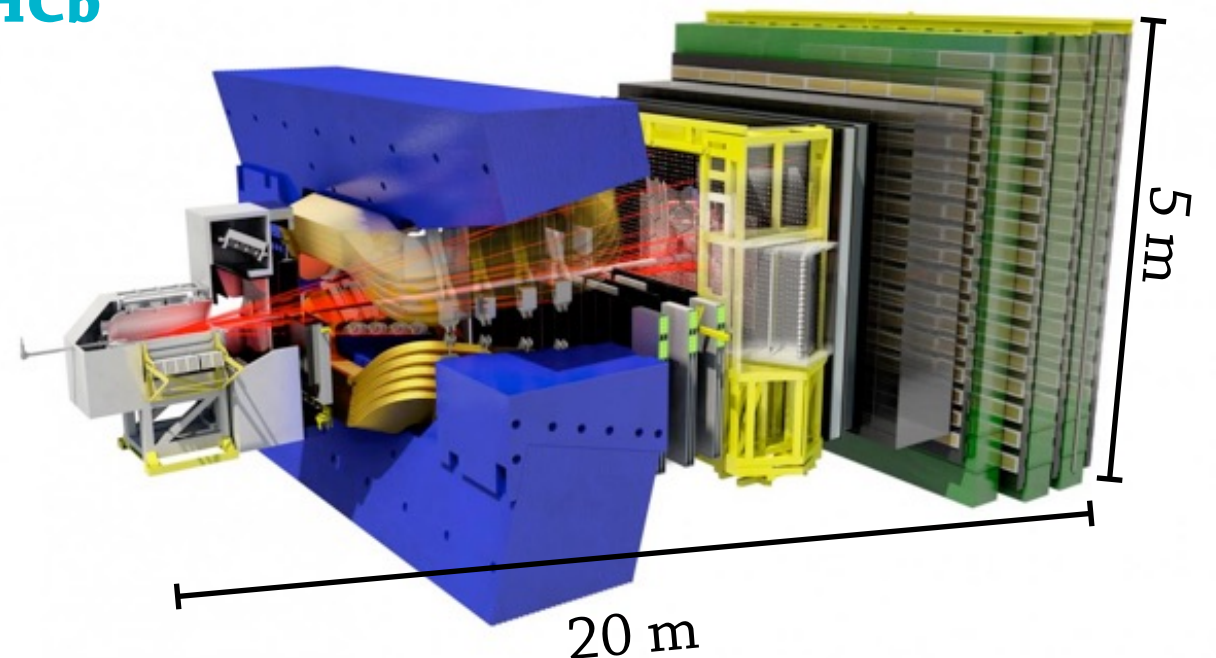


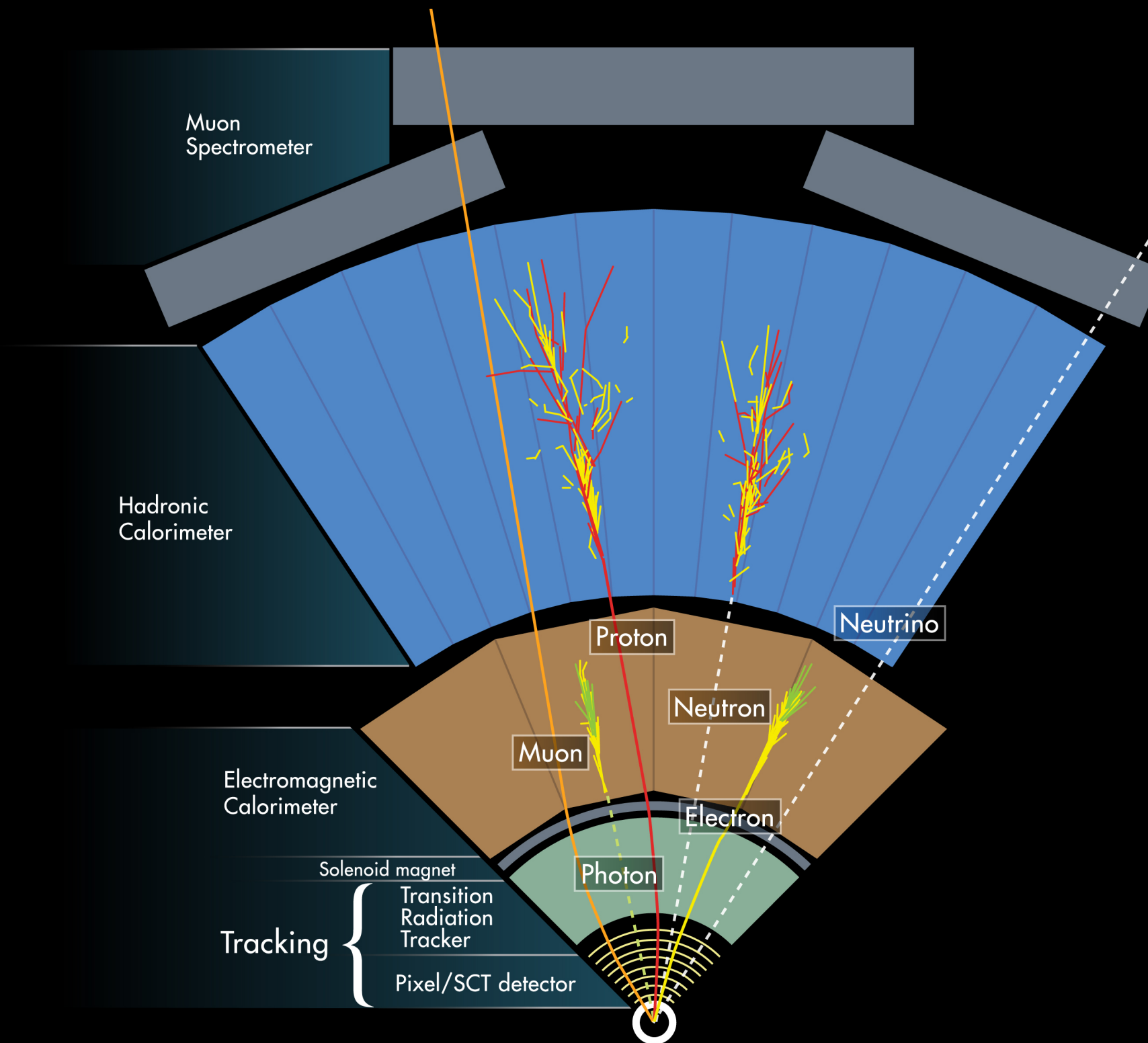
Ces détecteurs vérifient les prédictions du
Modèle Standard et tentent de trouver de
nouvelles particules, comme la matière noire

ATLAS



LHCb

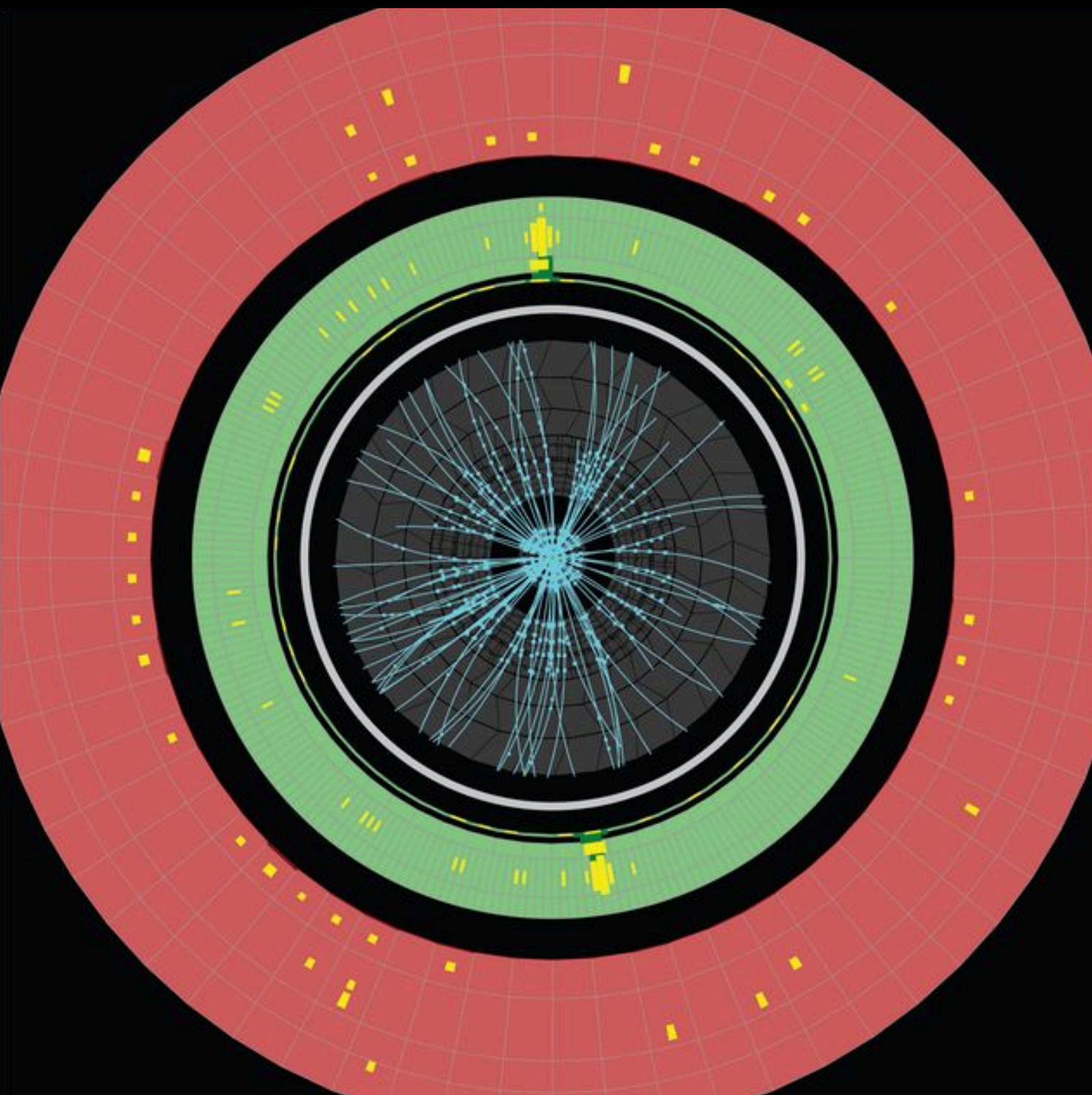




Ces détecteurs sont capables de d'identifier les particules grâce à plusieurs sous-systèmes.

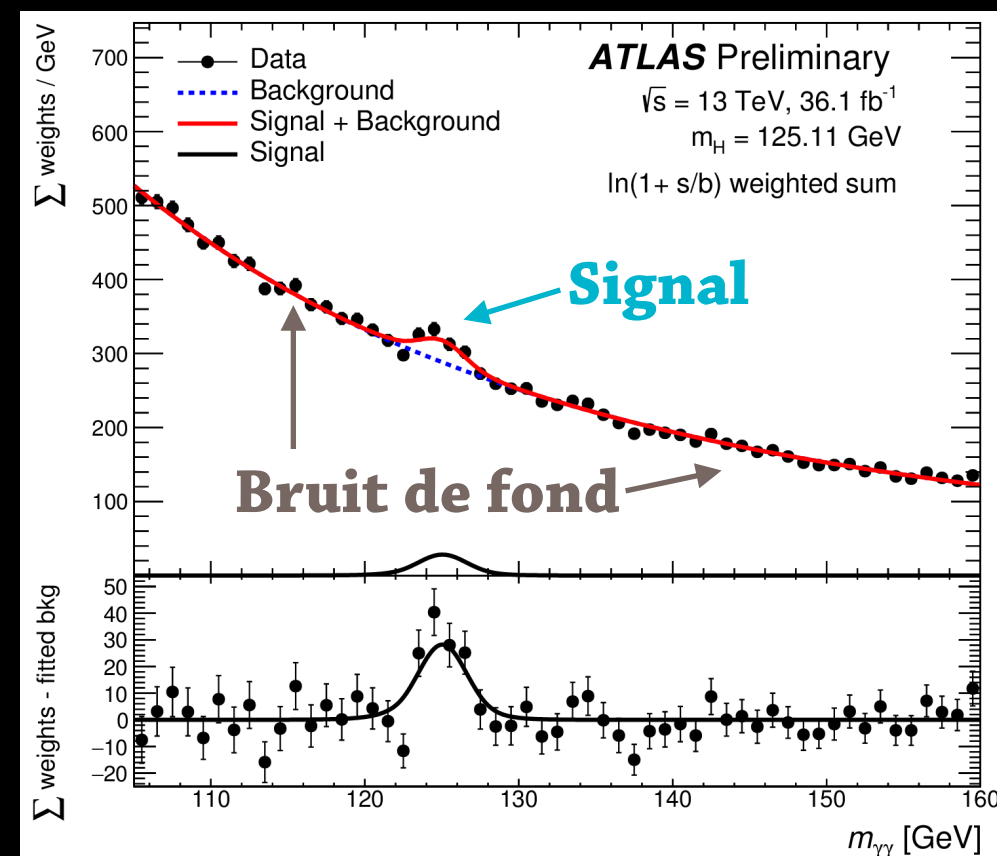
Par exemple, un proton laissera une empreinte dans le détecteur différente d'un électron.

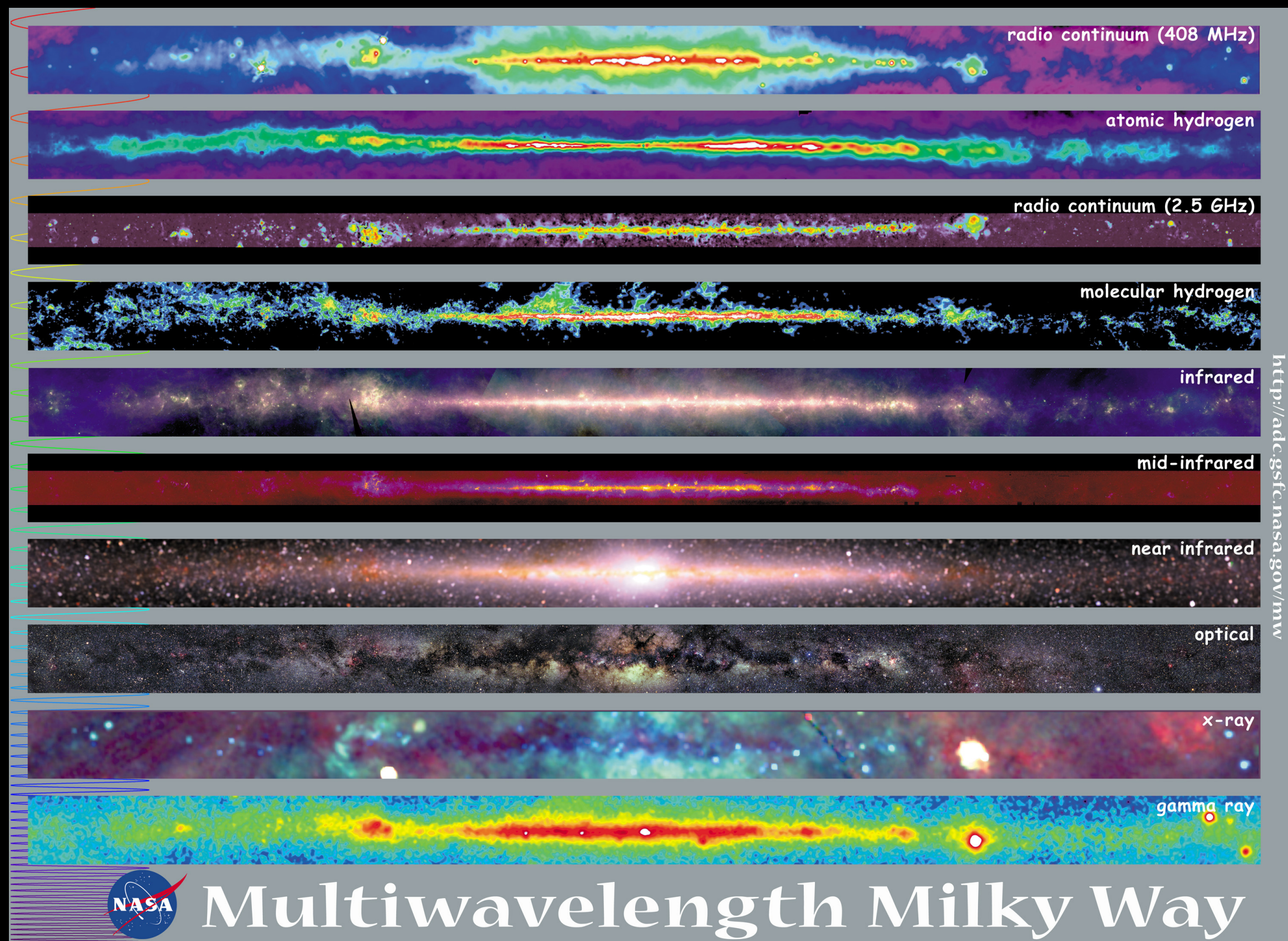
Le Modèle Standard prédit que le boson de Higgs se désintègre en 2 photons.



Grâce à l'énergie des particules mesurée dans le détecteur et à l'équivalence masse-énergie ($E = mc^2$), on peut en déduire la masse du boson de Higgs.

Tous les événements enregistrés par ATLAS ayant cette topologie :





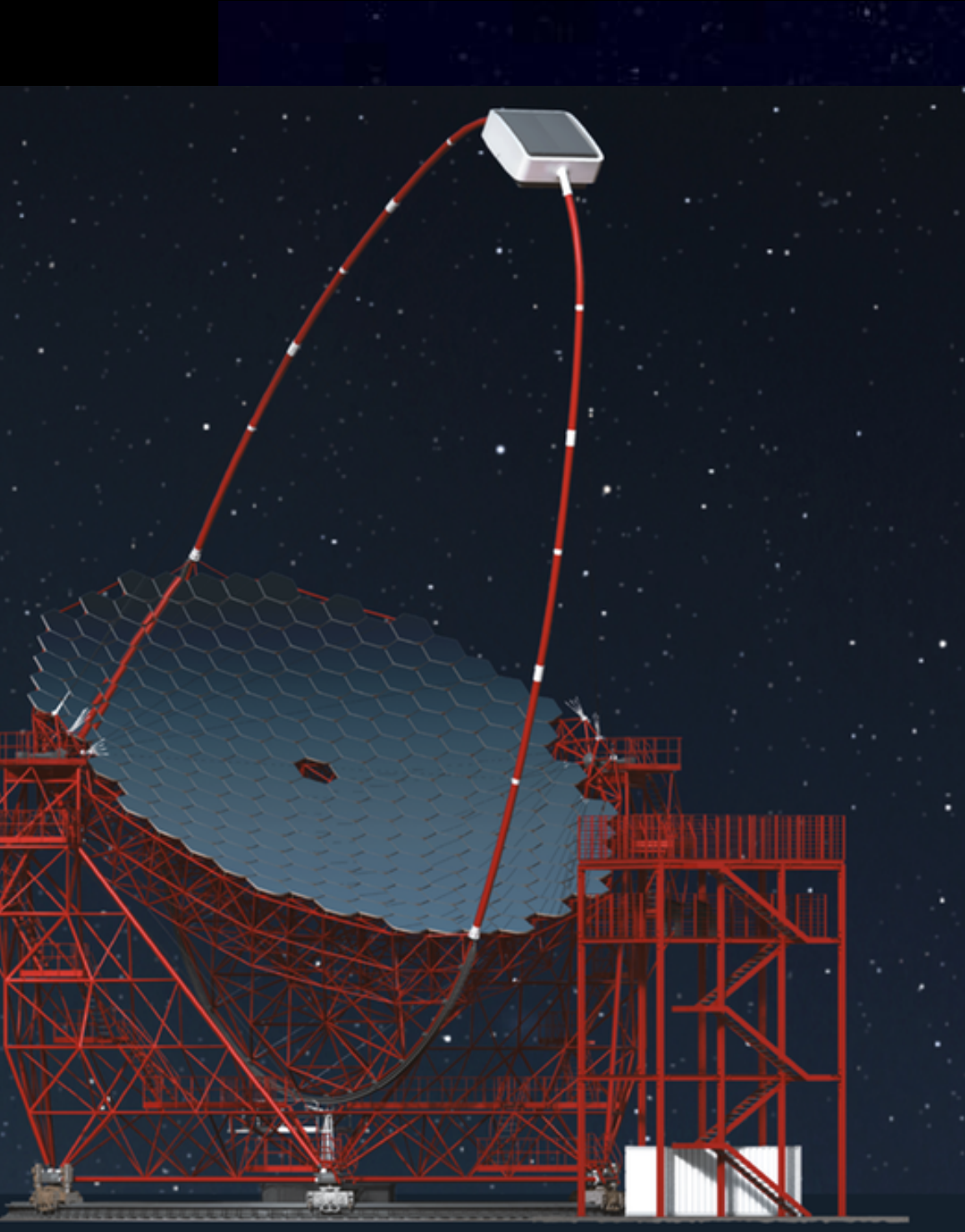
Le télescope LSST (en construction au Chili) cartographiera l'Univers pendant 10 ans en l'observant dans le domaine visible et IR et UV proche.

Les phénomènes transitoires (comme une supernova) seront suivis toutes les nuits et l'intégralité du ciel sera photographié toutes les 3 nuits.

LSST permettra de comprendre l'évolution de l'Univers du Big Bang à aujourd'hui.

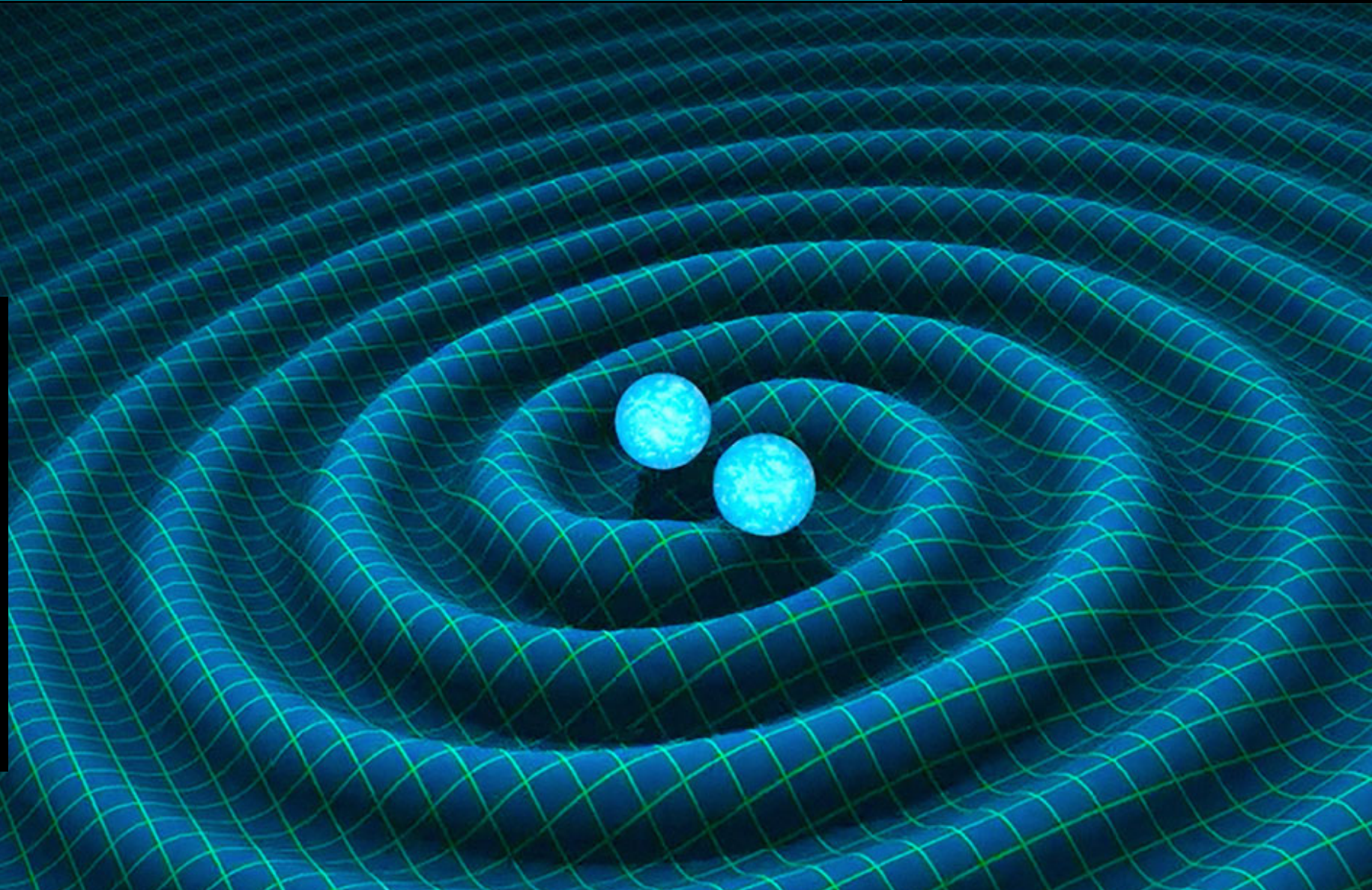
Miroir de 8.4 m de diamètre
Caméra de 3.2 milliard de pixels

Les phénomènes violents de l'Univers produisent des particules de haute énergie qui, lorsqu'elles arrivent sur Terre, interagissent dans l'atmosphère et émettent une lumière bleue (effet Cerenkov)



Les expériences HESS et CTA sont des réseaux de télescope visant à détecter cette lumière pour caractériser ces phénomènes, leur origine et leur évolution

Le réseau d'interféromètre, dont Virgo en Italie, mesure les déformations de l'espace temps dus à des phénomènes violents impliquant des objets très massifs

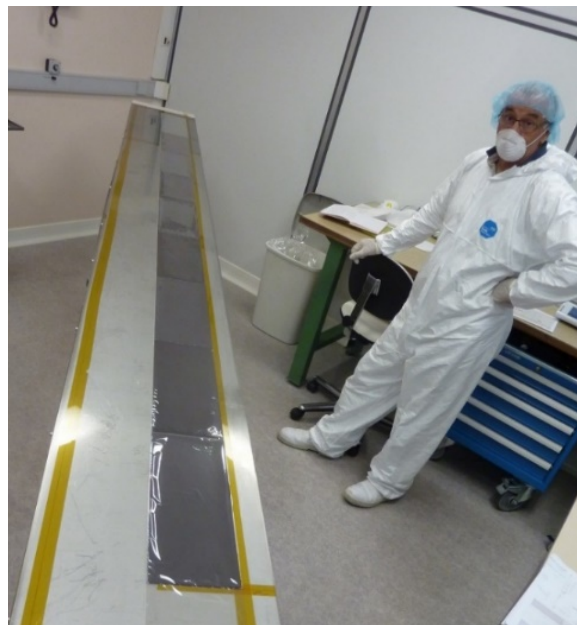
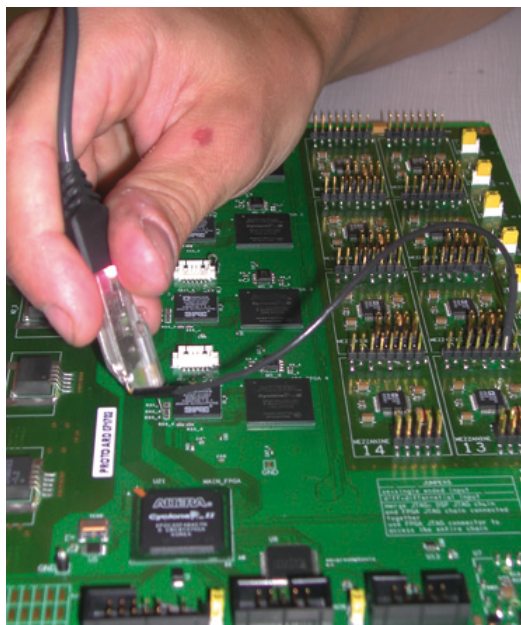
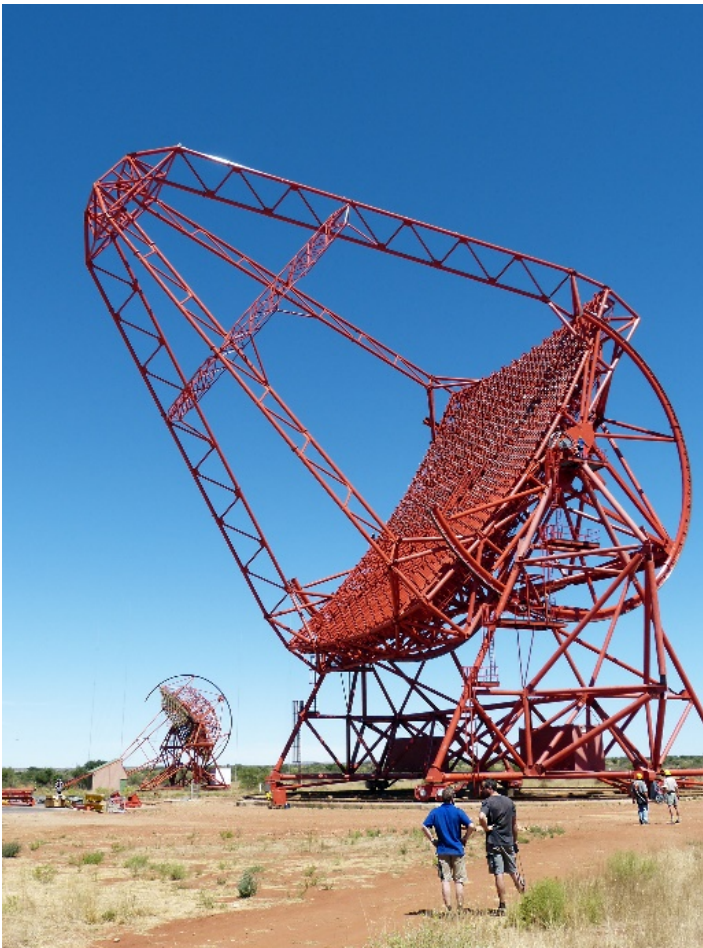


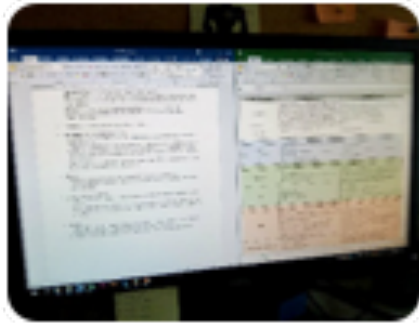
1^{ère} détection d'une onde gravitationnelle en 2015 !

Les services techniques du laboratoire :

- Mécanique
- Électronique
- Informatique

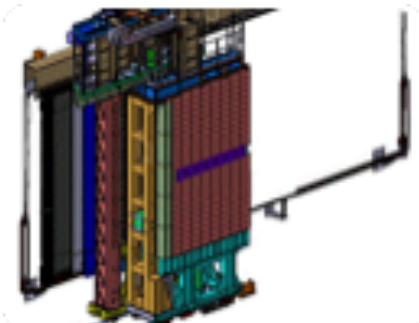
→ **~80 techniciens et ingénieurs**





Support Administratif

- Ressources humaines
- Gestion des commandes et missions
- Assistance de direction, Communication



Ingénierie

- Conception assistée par ordinateur
- Programmation
- Conception de circuits électroniques



Technique

- Fabrication de pièces
- Montage d'instruments scientifiques
- Maintenance des équipements