

Higgser ou ne pas Higgser?



*John Ellis
King's College Londres
(& CERN)*

C'est une des questions étudiées
par les expériences LHC

D'où venons-nous ?
Que sommes-nous ?
Où allons-nous ?



La nature de la matière dans l'univers ?
Les physiciens des particules répondent aux
questions de Gauguin

Les Questions de Gauguin

dans le contexte de l'univers des particules

- La nature de la matière ?
l'origine de la masse ?
- Comment fabriquer la matière dans l'univers ?
1,000,000,000 fois plus de photons que de protons
- Comment fabriquer la matière cachée ?
- Comment unifier les forces fondamentales ?
- Comment évolue l'univers ?

Seul la physique des particules
est en mesure de répondre à ces questions

A l'intérieur de la matière



Les atomes
contiennent
des électrons ...



qui orbitent
autour d'un
noyau ...

qui est
fabriqué de
protons ...



et
neutrons ...



qui sont
fabriqués de
quarks

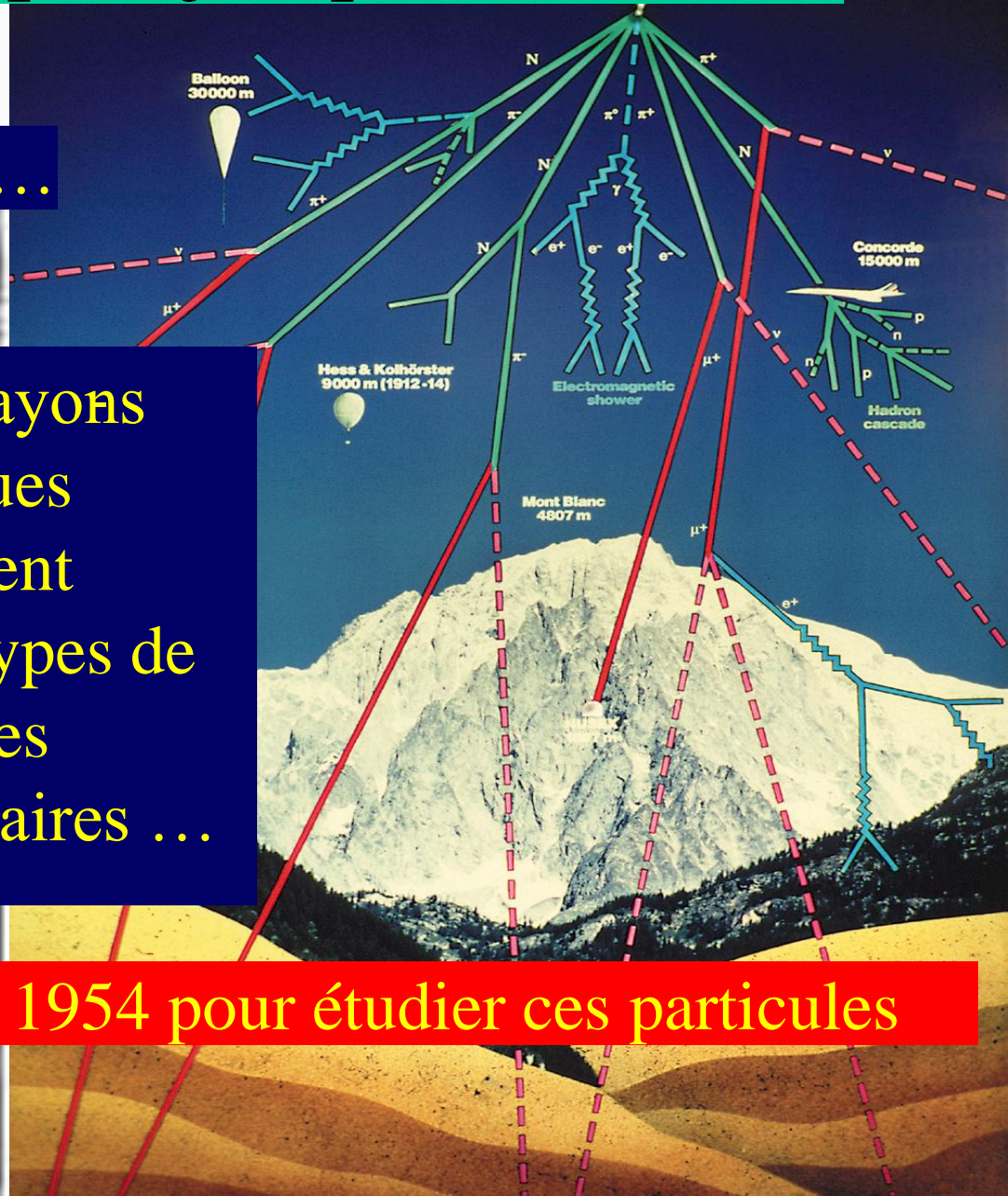
Toute la matière est fabriquée
des mêmes constituants

Qu'est-ce qu'ils sont ?
Quelles sont leurs interactions ?

Des rayons cosmiques jusqu'au CERN

Découverts il y a un siècle ...

... les rayons cosmiques produisent divers types de particules élémentaires ...

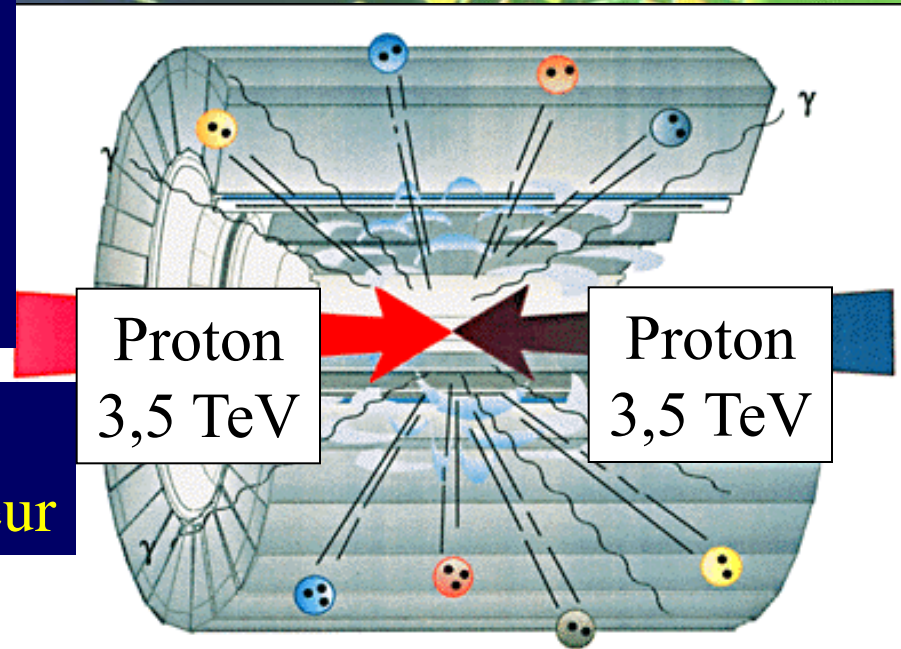
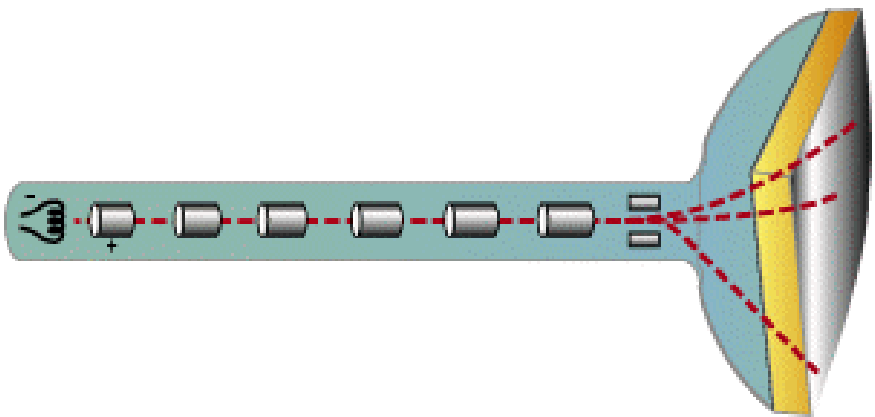


Le CERN a été fondé en 1954 pour étudier ces particules

Les expériences aux accélérateurs

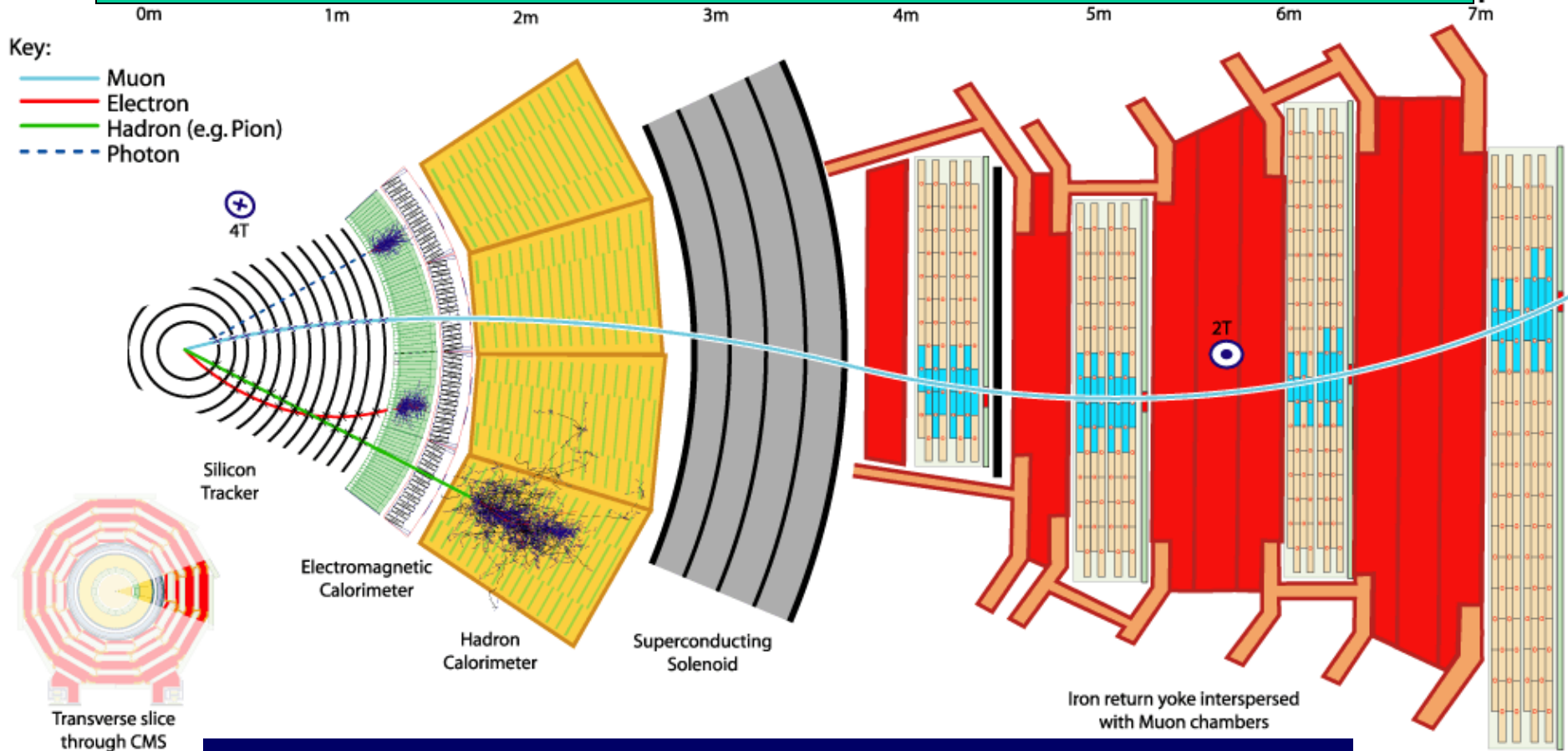
Pour explorer la matière aux très petites échelles, on a besoin de super-microscopes opérant à des très hautes énergies

Les grands accélérateurs utilisent les mêmes principes qu'un téléviseur



Les faisceaux de particules sont accélérés par des champs électriques et magnétiques

Les détecteurs de particules sont des oignons cylindriques



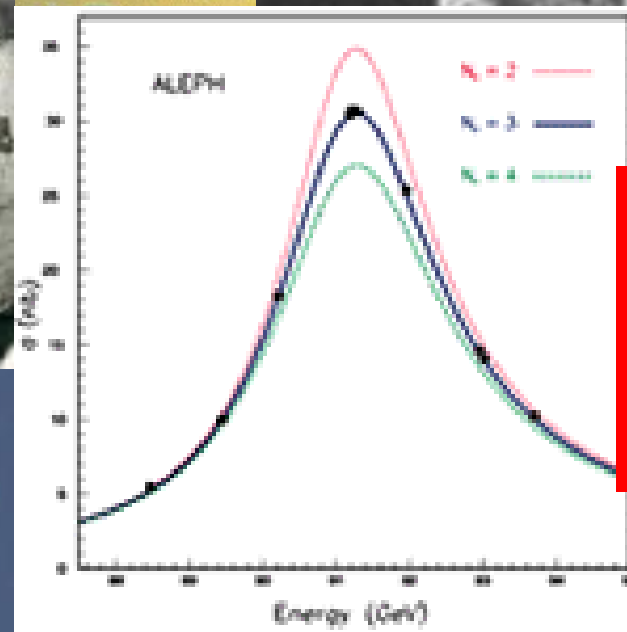
Chaque couche est optimisée pour détecter un type spécifique de

Le 'Modèle Standard' de la physique des particules

Proposé par Abdus Salam,
Glashow et Weinberg

Testé par les expériences
au CERN

En parfait accord avec les
expériences dans tous les
laboratoires



Mesure
du nombre
des types
de particules



Le 'Modèle Standard'

= l'ADN Cosmique

Les particules de la matière



Les forces fondamentales



Gravitation

électromagnétisme

force nucléaire faible

force nucléaire forte

Les grandes questions ouvertes au-delà du Modèle Standard

- D'où viennent les masses des particules ?
sont-elles dûes à un boson de Higgs ?
- Pourquoi y a-t-il tellement de types de particules
de la matière ?
- Quelle est la matière noire postulée par les
astrophysiciens ?
- Comment unifier les forces fondamentales ?
- Comment faire une théorie quantique de la
gravitation ?

LHC

LHC

LHC

LHC

LHC

Quelques particules
ont des masses,
d'autres pas ...

D'où viennent ces masses ?

Newton:

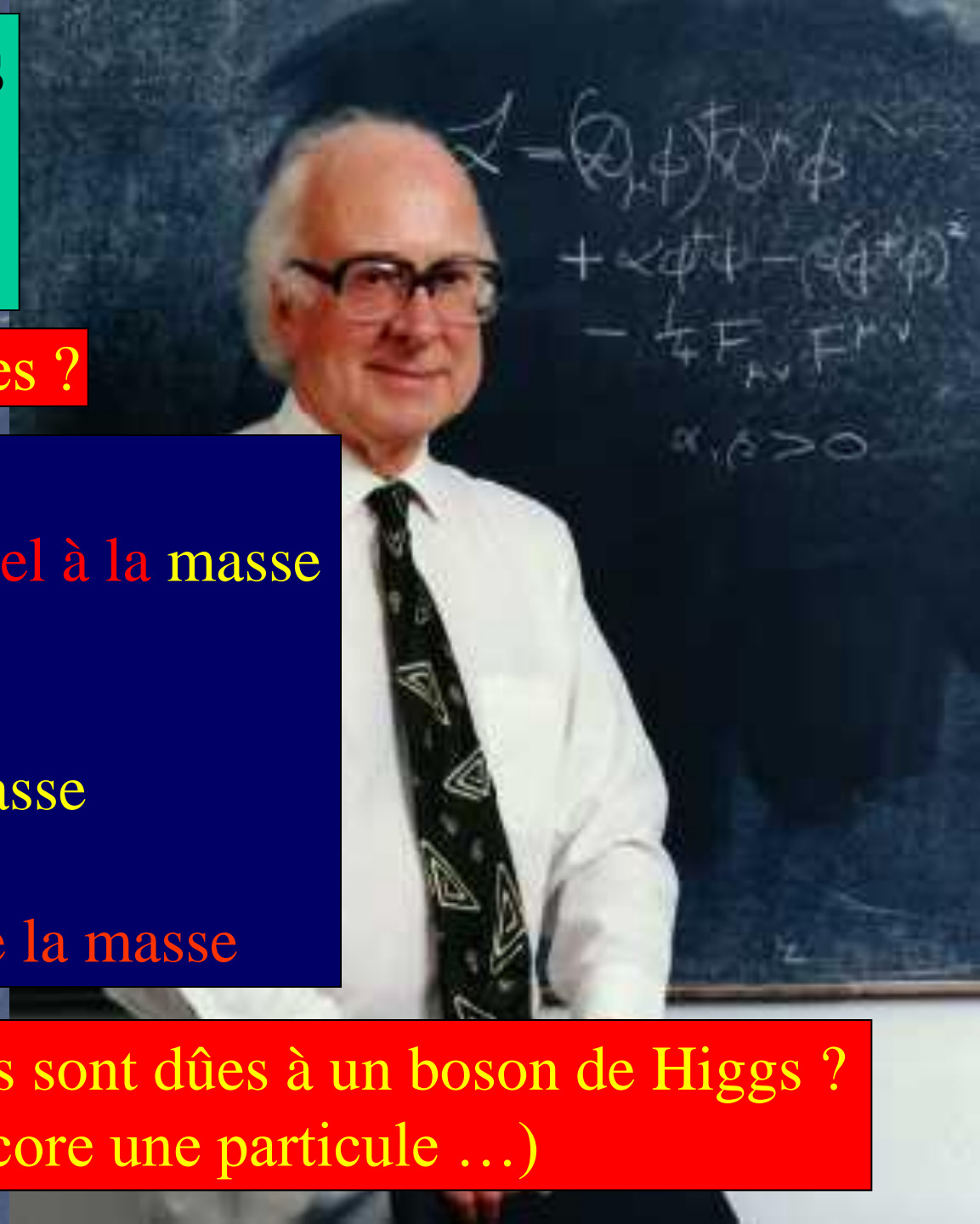
Le poids est proportionnel à la masse

Einstein:

L'énergie est liée à la masse

pas expliqué l'origine de la masse

Est-ce que les masses sont dûes à un boson de Higgs ?
(encore une particule ...)



Comme un champ de neige



Le skieur va vite:
Comme une particule sans masse
p.ex., photon = particule de la lumière



Avec des raquettes,
l'on va plus lentement:
comme une particule avec une masse
p.ex., l'électron



**Le LHC cherchera
le flocon de neige:
le boson de Higgs**

Le promeneur fonce dans la neige
et va très lentement:
Comme une particule avec une grande masse



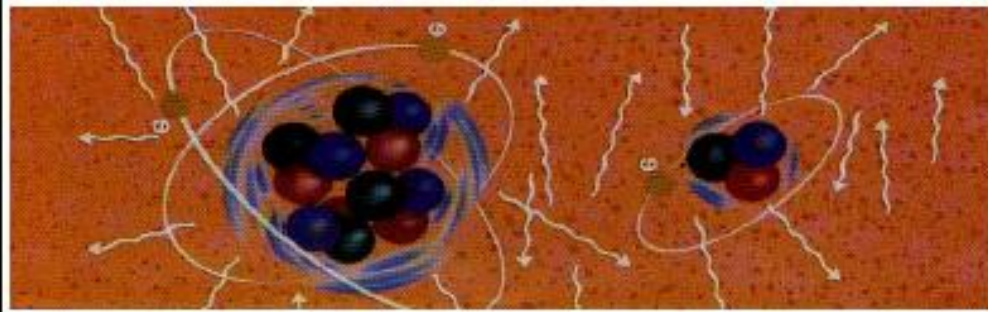
L'univers jusqu'à aujourd'hui

↑
temps

→
espace



300,000
années



Formation
des atomes

3
minutes



Formation
des noyaux

1 micro-
seconde



Formation
des protons
et neutrons

1 pico-
seconde

L'origine de
la matière noire ?



L'origine
des masses?

L'origine de
la matière visible ?

Comment diffèrent la matière et l'antimatière?

Dirac a prédit l'existence de l'antimatière:
même masse
propriétés internes opposées:
charge électrique, ...

Découverte parmi les rayons cosmiques
Etudiée avec les accélérateurs



Mais la matière et l'antimatière ne sont pas égales et opposées:
POURQUOI ?

Pourquoi est-ce que l'univers contient la matière et non l'antimatière ?

Les expériences au CERN et ailleurs recherchent des réponses

La matière noire dans l'univers

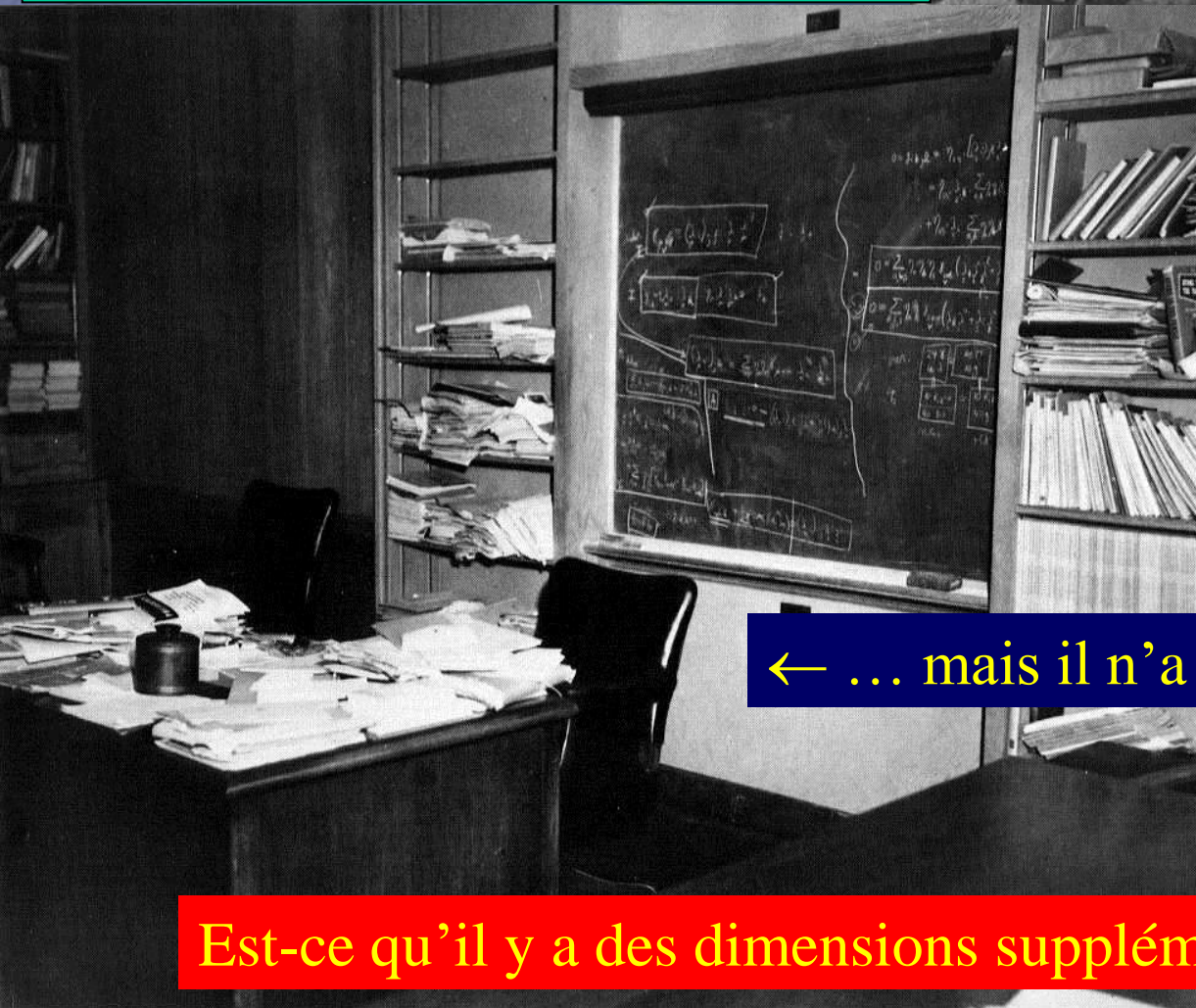
Les astronomes disent que la plupart de la matière dans l'univers est invisible

Particules 'supersymétriques' ?

Nous les rechercherons au LHC



Unifier les interactions fondamentales: le rêve d'Einstein ...



← ... mais il n'a jamais réussi

Est-ce qu'il y a des dimensions supplémentaires de l'espace?



Le projet LHC au CERN

Collisionneur Proton-Proton

3,5 TeV + 3,5 TeV



1,000,000,000 collisions/seconde

Objectifs scientifiques:

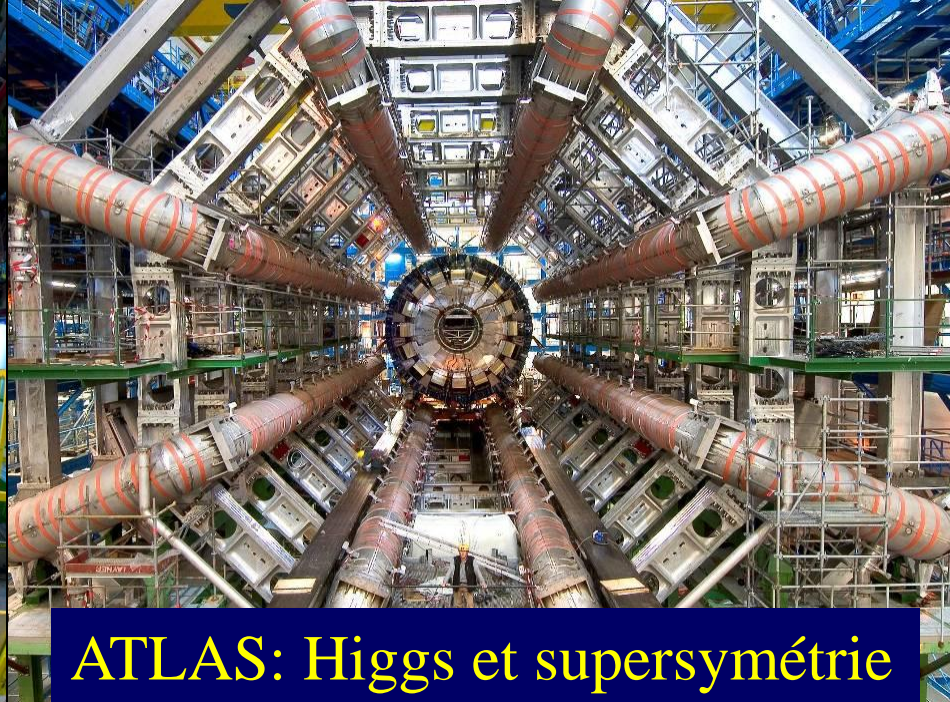
- L'origine de la masse
- La matière noire
- Le plasma primordial
- Matière vs antimatière

1 TeV = 1000 GeV

~ 1000 fois la masse du proton



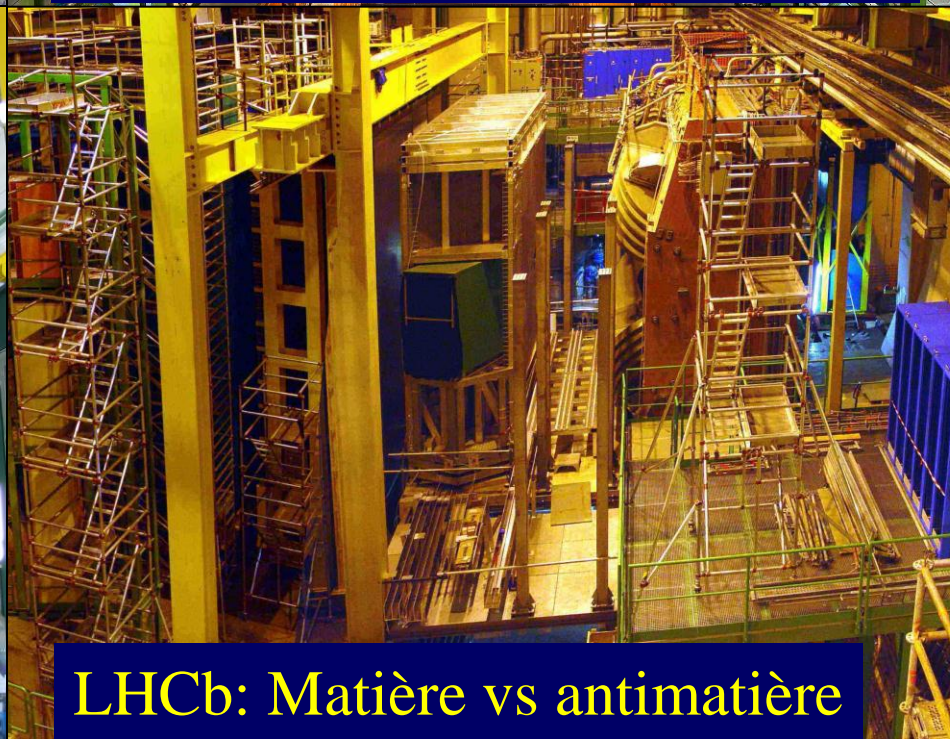
ALICE: le plasma primordial



ATLAS: Higgs et supersymétrie

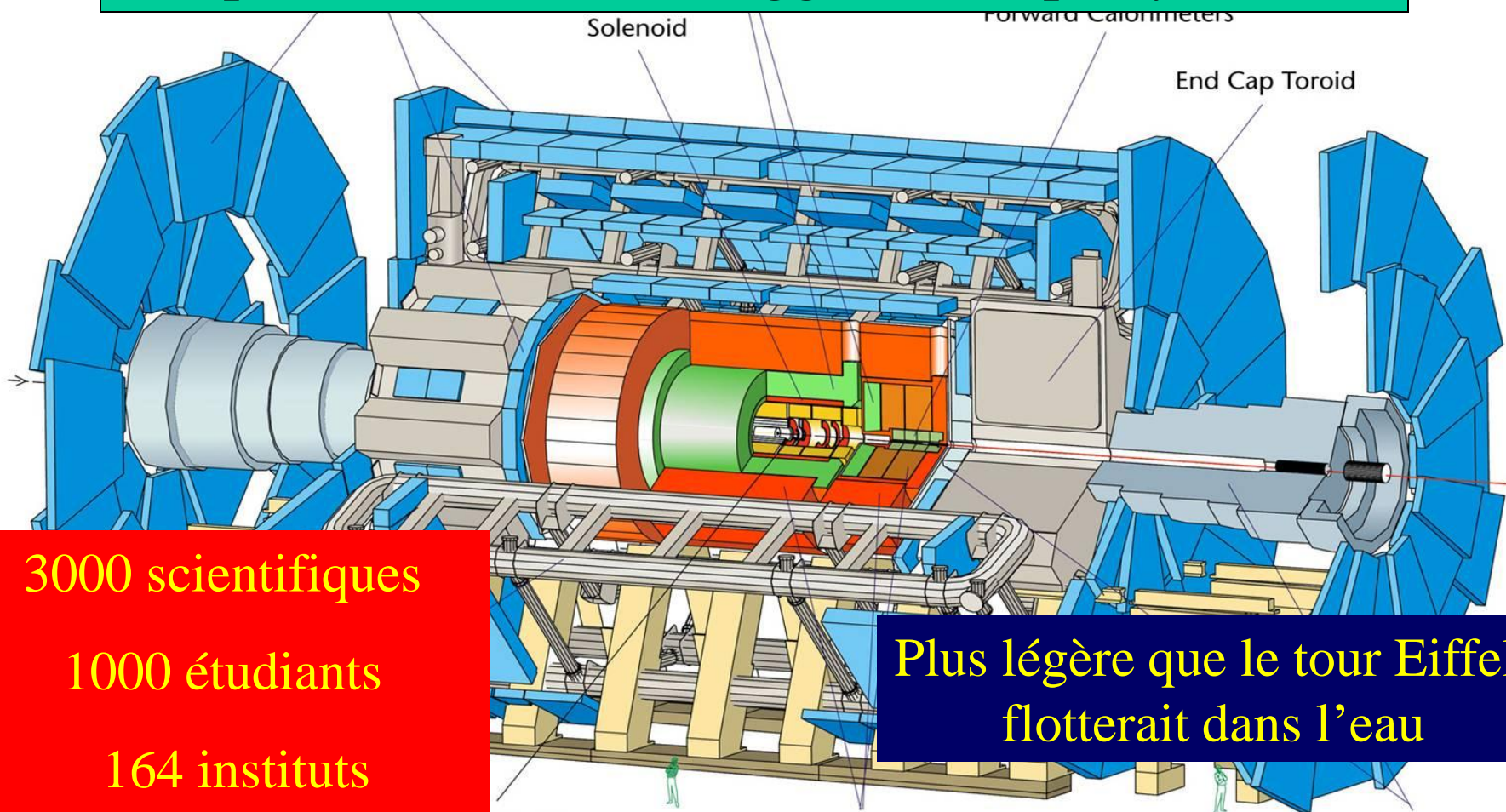


CMS: Higgs et supersymétrie



LHCb: Matière vs antimatière

L'expérience ATLAS: explorer le boson de Higgs et la supersymétrie



3000 scientifiques

1000 étudiants

164 instituts

(y compris Grenoble)

35 pays

Plus légère que le tour Eiffel:
flotterait dans l'eau

Longueur des aimants

Longueur totale

Poids total

25 m

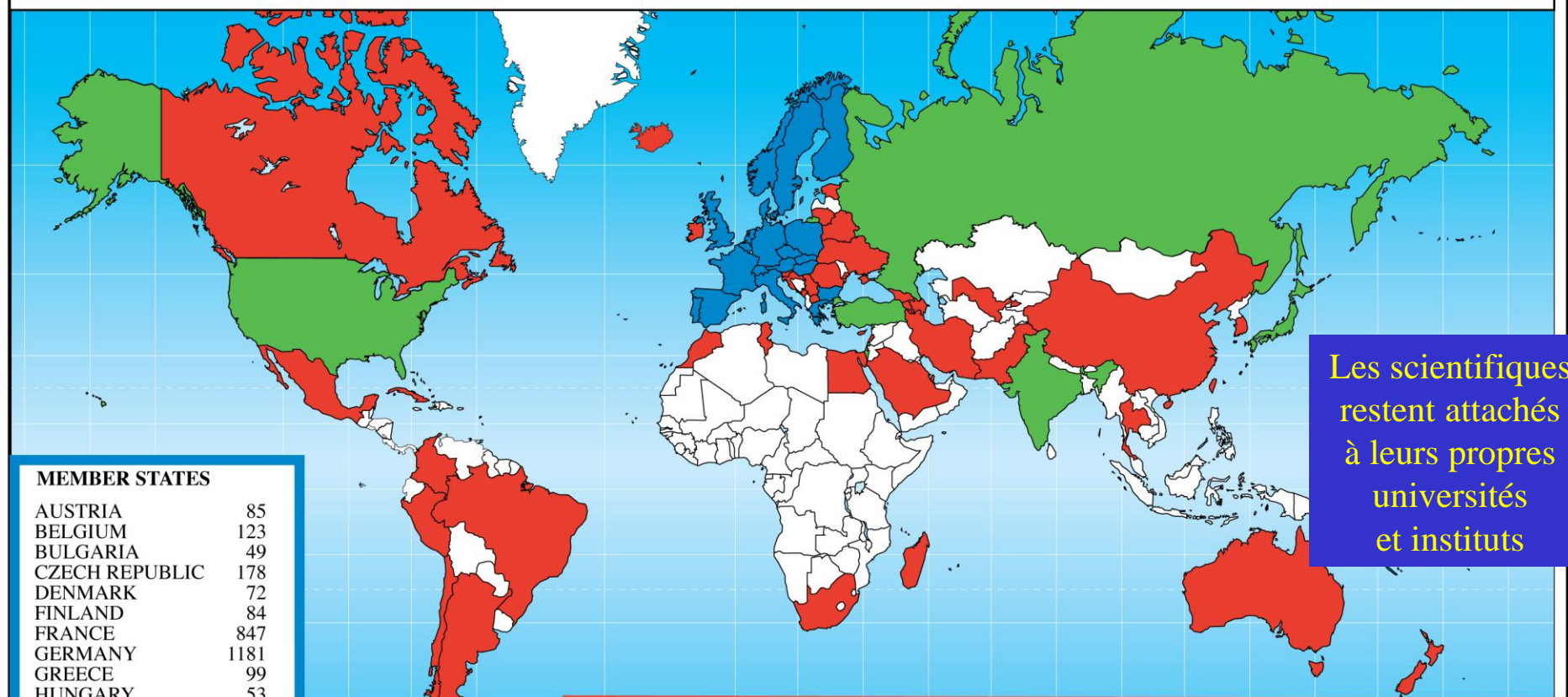
26 m

46 m

7000 Tonnes

Shielding

Plus de 10,000 scientifiques de partout dans le monde collaborent au CERN



Les scientifiques restent attachés à leurs propres universités et instituts

MEMBER STATES

AUSTRIA	85
BELGIUM	123
BULGARIA	49
CZECH REPUBLIC	178
DENMARK	72
FINLAND	84
FRANCE	847
GERMANY	1181
GREECE	99
HUNGARY	53
ITALY	1377
NETHERLANDS	169
NORWAY	87
POLAND	198
PORTUGAL	126
SLOVAKIA	63
SPAIN	317
SWEDEN	74
SWITZERLAND	360
UNITED KINGDOM	701

6243

OBSERVER STATES

INDIA	90
ISRAEL	60
JAPAN	213
RUSSIA	818
TURKEY	70
USA	1664

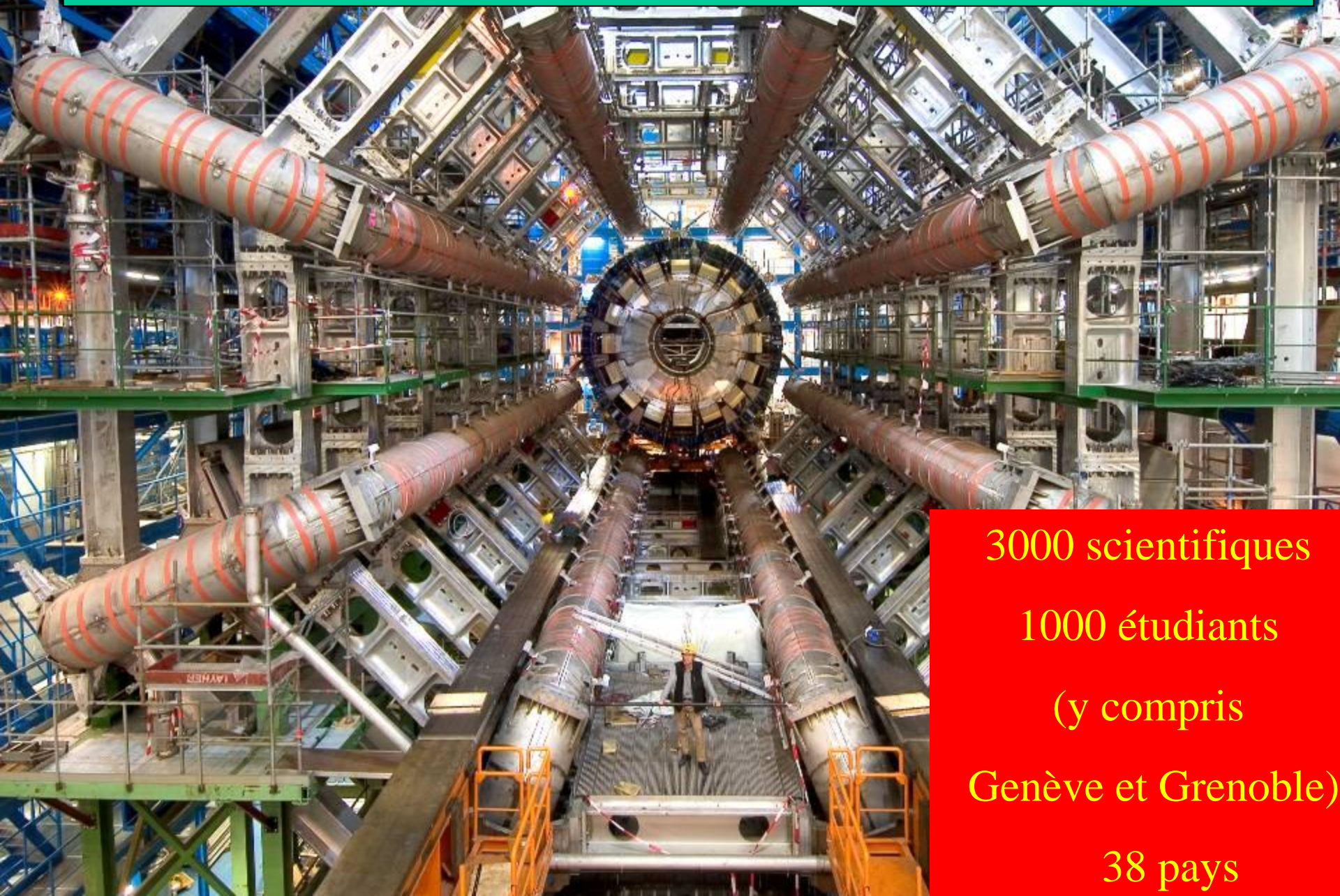
2915

OTHERS

ARGENTINA	11	CROATIA	15	LITHUANIA	17	SERBIA	21
ARMENIA	12	CUBA	4	MADAGASCAR	1	SLOVENIA	29
AUSTRALIA	18	CYPRUS	6	MALTA	1	SOUTH AFRICA	12
AZERBAIJAN	1	EGYPT	5	MEXICO	34	THAILAND	1
BELARUS	20	ESTONIA	12	MONTENEGRO	1	F.Y.R.O.M.	2
BRAZIL	83	GEORGIA	8	MOROCCO	6	TUNISIA	1
CANADA	153	ICELAND	3	NEW ZEALAND	8	UKRAINE	17
CHILE	4	IRAN	18	PAKISTAN	14	UZBEKISTAN	1
CHINA	83	IRELAND	13	PERU	2		
CHINA (TAIPEI)	53	KOREA	78	QATAR	1		
COLOMBIA	10	LEBANON	1	ROMANIA	61		
				SAUDI ARABIA	2		

843

La construction de l'expérience ATLAS



3000 scientifiques

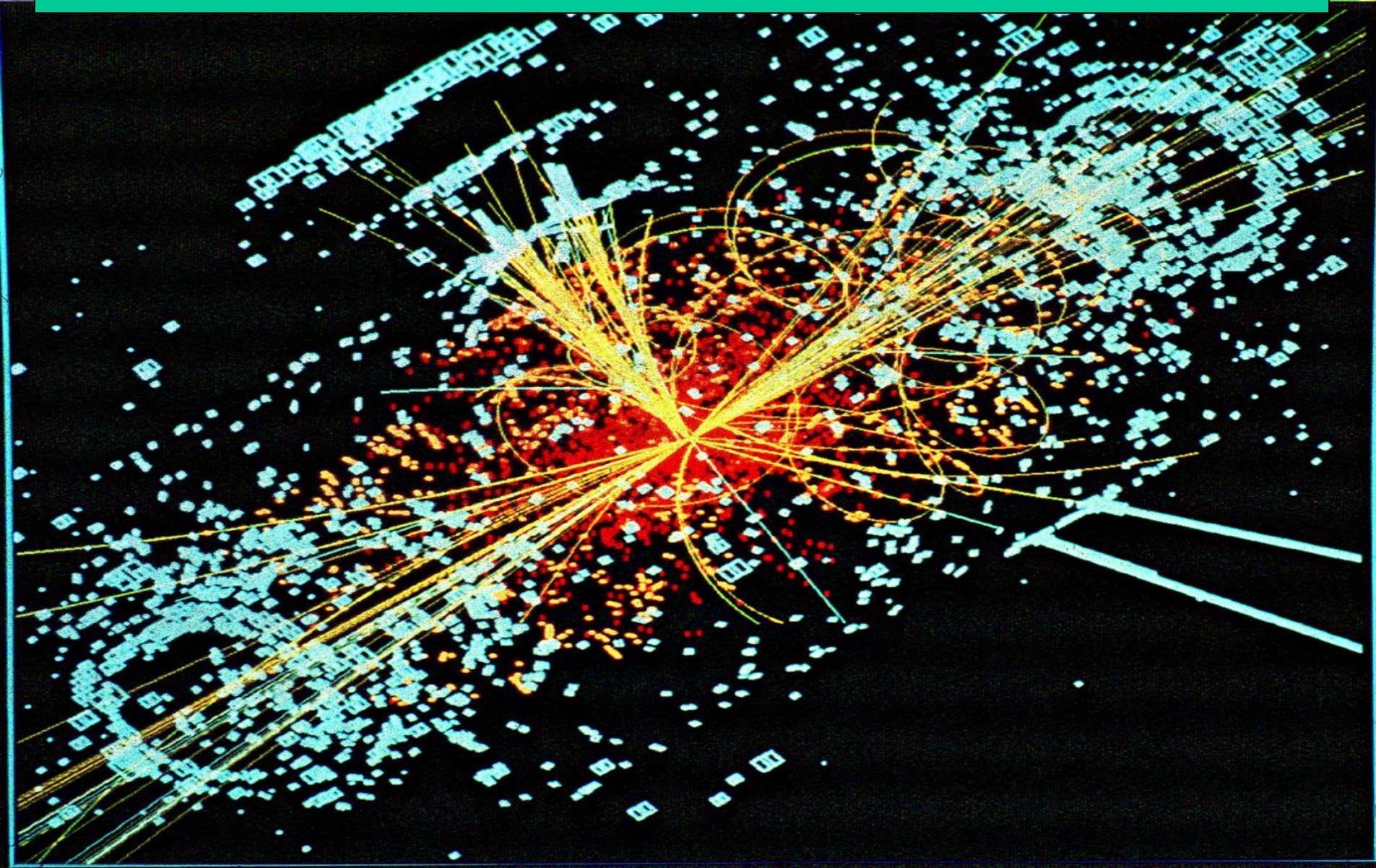
1000 étudiants

(y compris

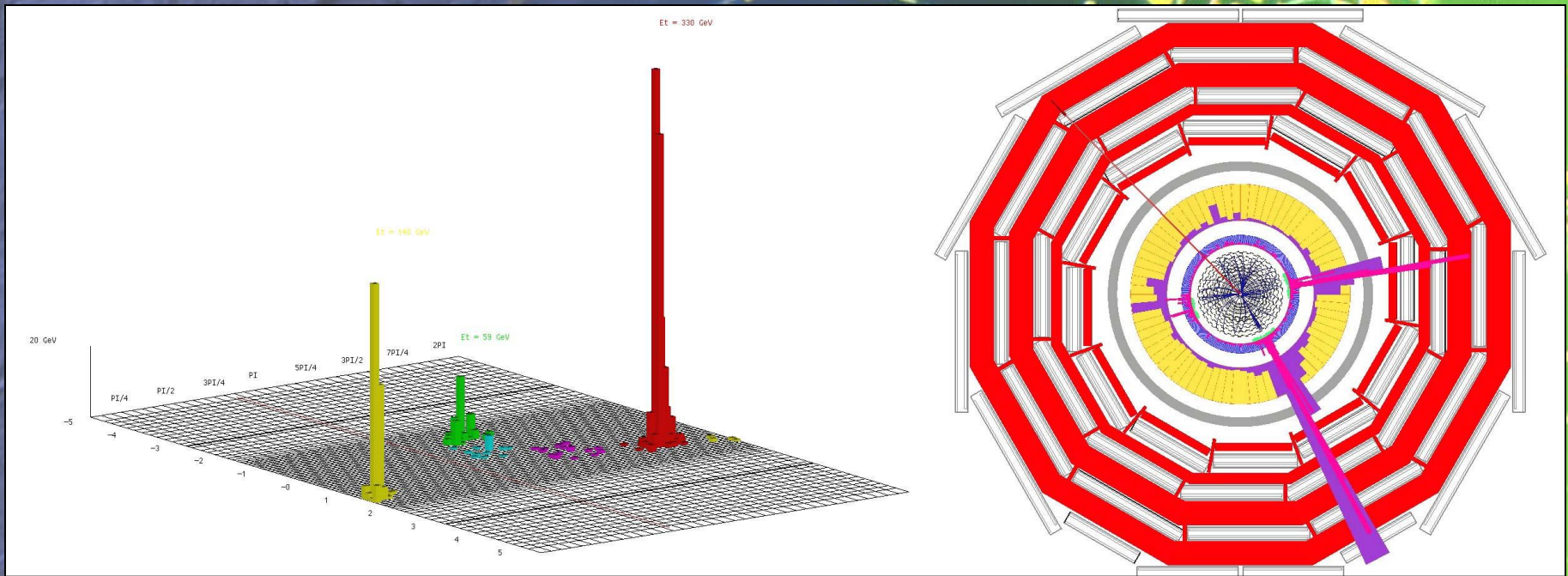
Genève et Grenoble)

38 pays

Un boson de Higgs pourrait se reveler ainsi



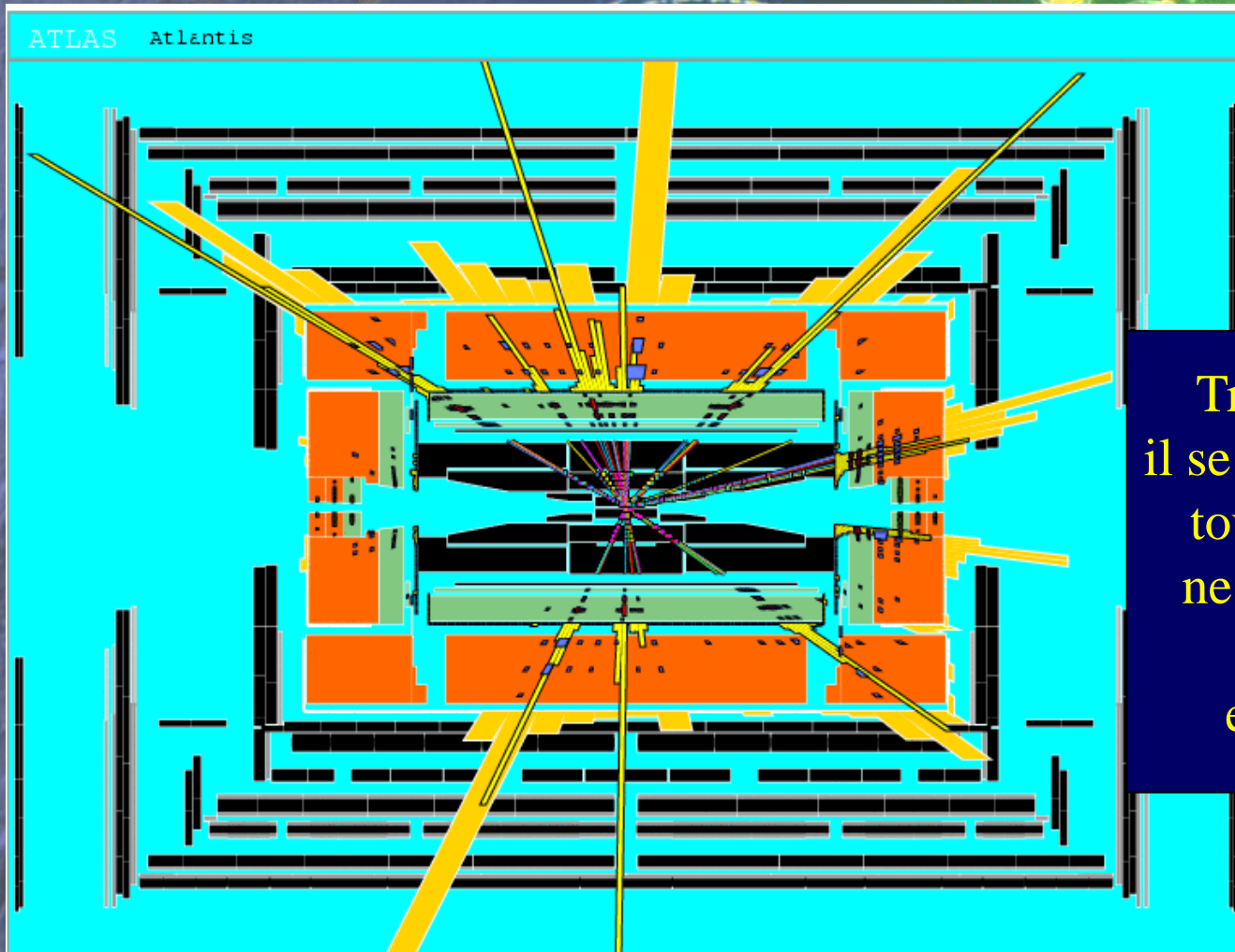
La matière noire pourrait se révéler ainsi



De l'énergie invisible emportée par
des particules de la matière noire

Selon quelques théories de la gravitation quantique ...

Un trou noir pourrait se reveler ainsi

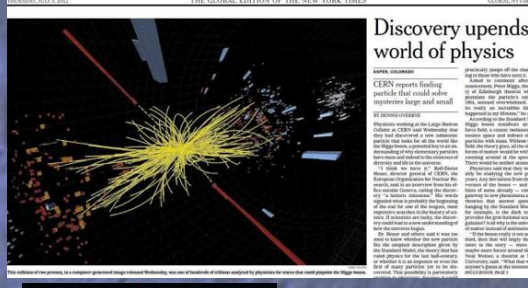


Très instable,
il se désintégrerait
toute de suite,
ne laissant que
de traces
éphémères

Le 20 novembre 2009: la grande joie !



Le 4 juillet 2012 : La découverte d'une nouvelle particule



Discovery upends world of physics

CERN reports finding particle that could solve mysteries large and small



Physicists Find Elusive Particle Seen as Key to Universe



Yodparticle discovery has scientists giddy, Page A2

The Economist: A giant leap for science. Finding the Higgs boson.

News article snippet with photo of a man and woman.

ヒッグス粒子発見か 新素粒子検出年内に結論

Milhares de moradores de bairros sociais em risco de perderem RSI

Science : la matière dévoilée

The Gazette EL PAIS

MK 5 июля 2012

AD ALGEMEEN DAGBLAD

Frankfurter Allgemeine

CHINADAILY

THE TIMES OF INDIA

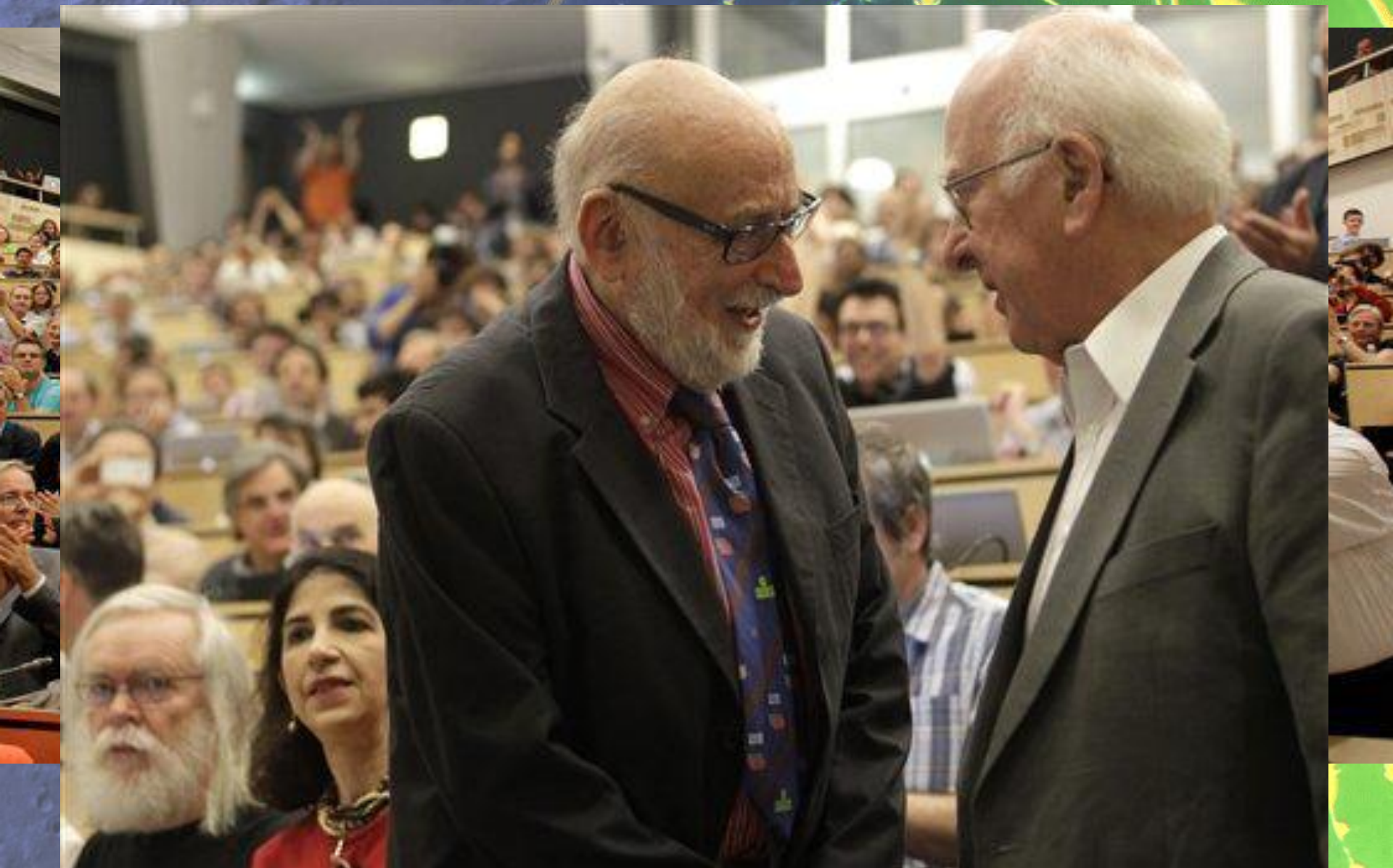
THE HINDU: Elusive particle found, looks like Higgs boson

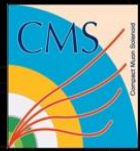
CORRIERE DELLA SERA: La particella che può svelare i segreti dell'universo

gazeta WYBORCZA.PL: Cząstke Higgsa fizycy najpierw wymyślił, potem szukali 40 lat

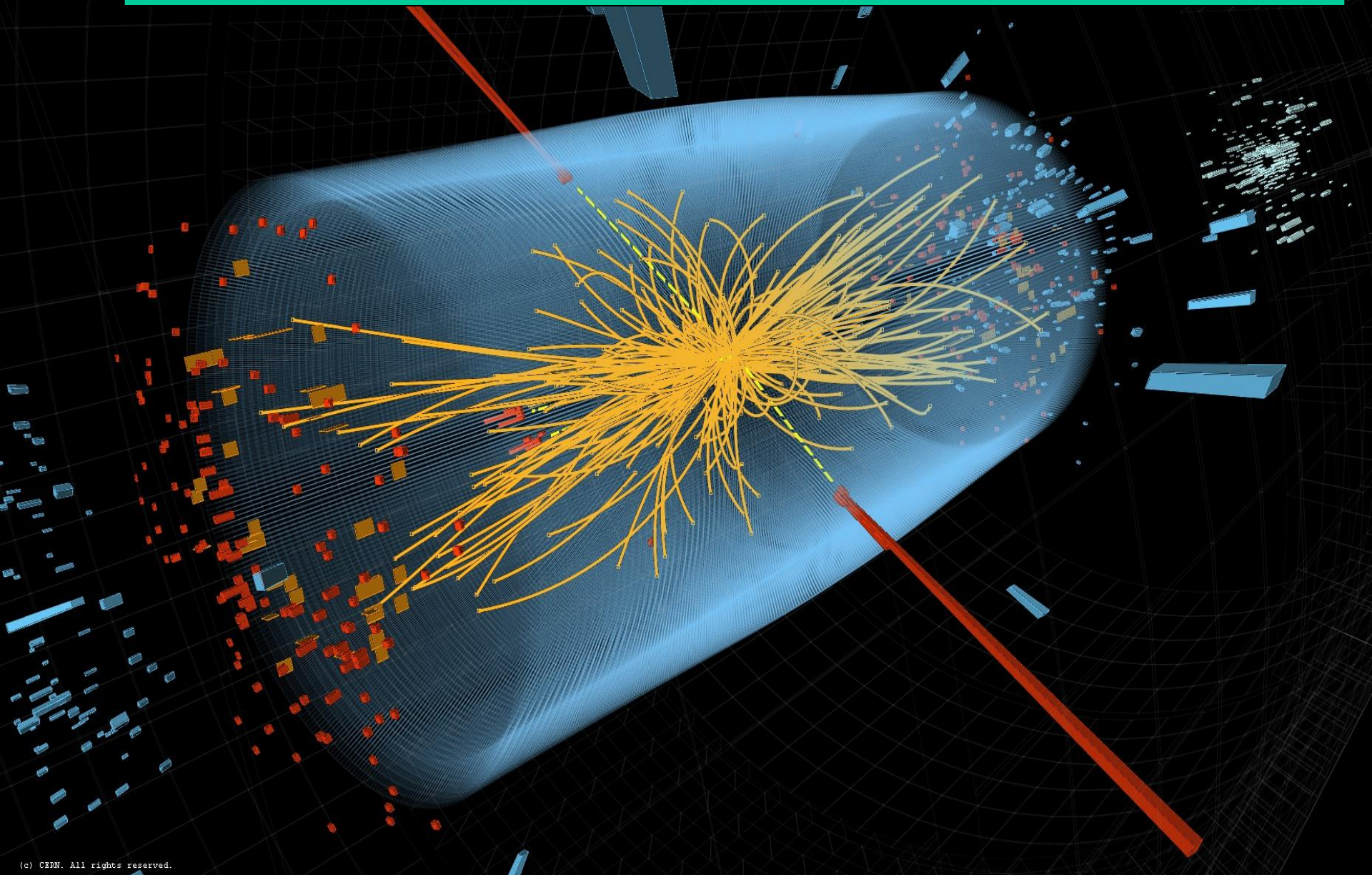
বিশ্বনাথের 'স্বপ্ন' দর্শন

Une journée pleine d'émotion!



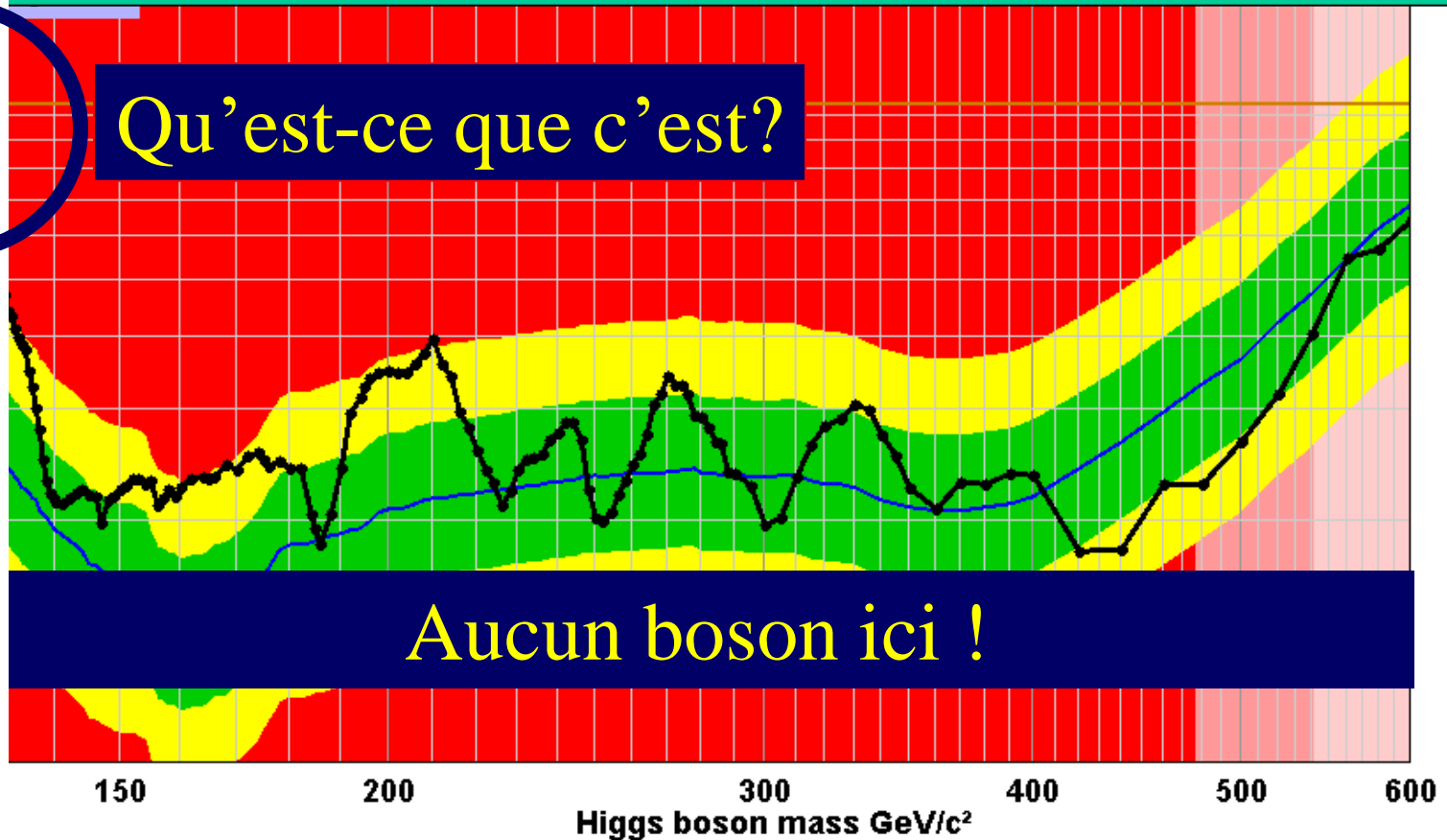


Des évènements intéressants



Combinaison des résultats du 4 juillet

Qu'est-ce que c'est ?



Combinaison des résultats du 4 juillet

viXra

obs = 2.237
exp = 0.558
signal = 1.68
sigma = 6.02
xsigma = 2.44

Est-ce le
boson de Higgs ?

Best fit σ/σ^{SM}

110

120

130

140

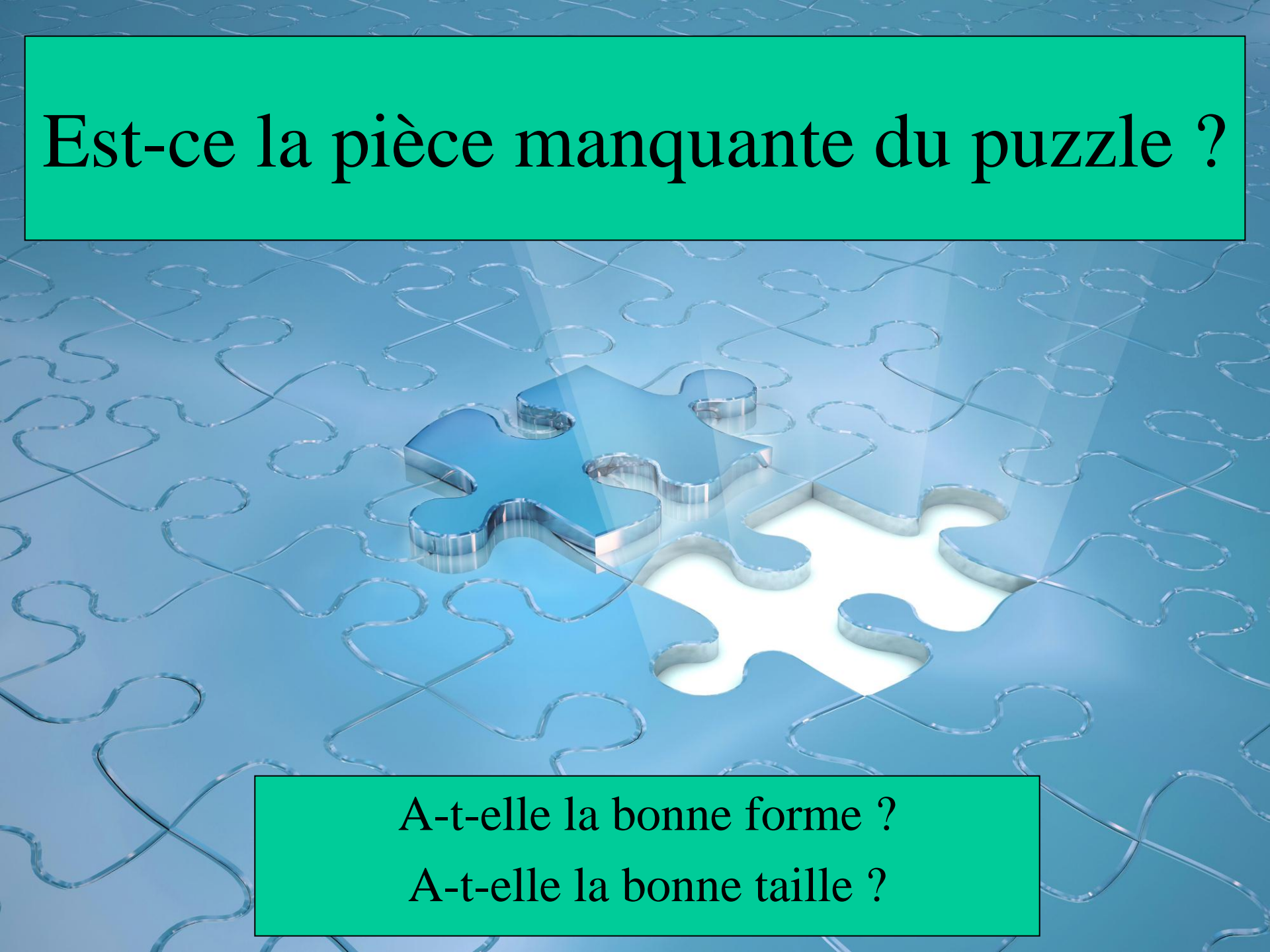
Higgs boson mass GeV/c^2

Aucun boson ici !



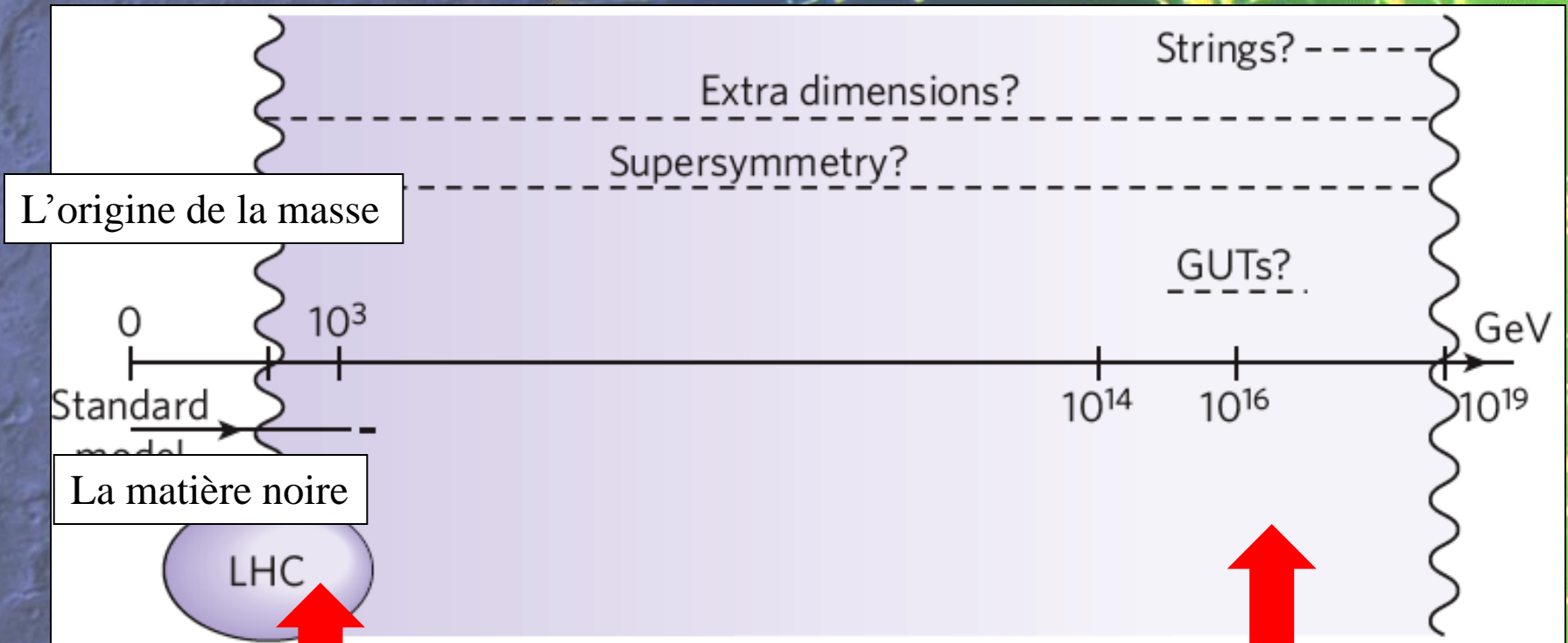
Aucun boson ici !

Est-ce la pièce manquante du puzzle ?

A 3D puzzle with one piece missing, set against a blue background with a wavy pattern. The missing piece is a light blue color, and the surrounding pieces are a darker blue. The puzzle is centered in the image.

A-t-elle la bonne forme ?
A-t-elle la bonne taille ?

A quelle énergie se trouve la nouvelle physique?



Beaucoup accessible directement au LHC

Accessible indirectement uniquement: via la cosmologie?

Le CERN éducateur

Visites

Ecoles d'accélérateurs

Etudiants PhD

Ecoles de physique

Expositions

Enseignement académique

Apprentis

Ecoles CERN-Amerique Latine

Enseignement technique

Ecoles d'informatique

Boursiers

Programmes pour professeurs de lycée

Etudiants techniques

Etudiants d'été

Le LHC est non seulement
un super-microscope,
mais aussi un télescope



Nous y regardons
l'univers des particules
afin de répondre
aux questions de Gauguin