

# **BIENVENUE AU CERN**

## **Club Alpin Suisse, Groupe de Randonnée, Sierre**

### **29 novembre 2023**

Guides: Konrad Elsener, Christian Grefe, Lucie Linssen, Christoph Rembser, Gijs de Rijk



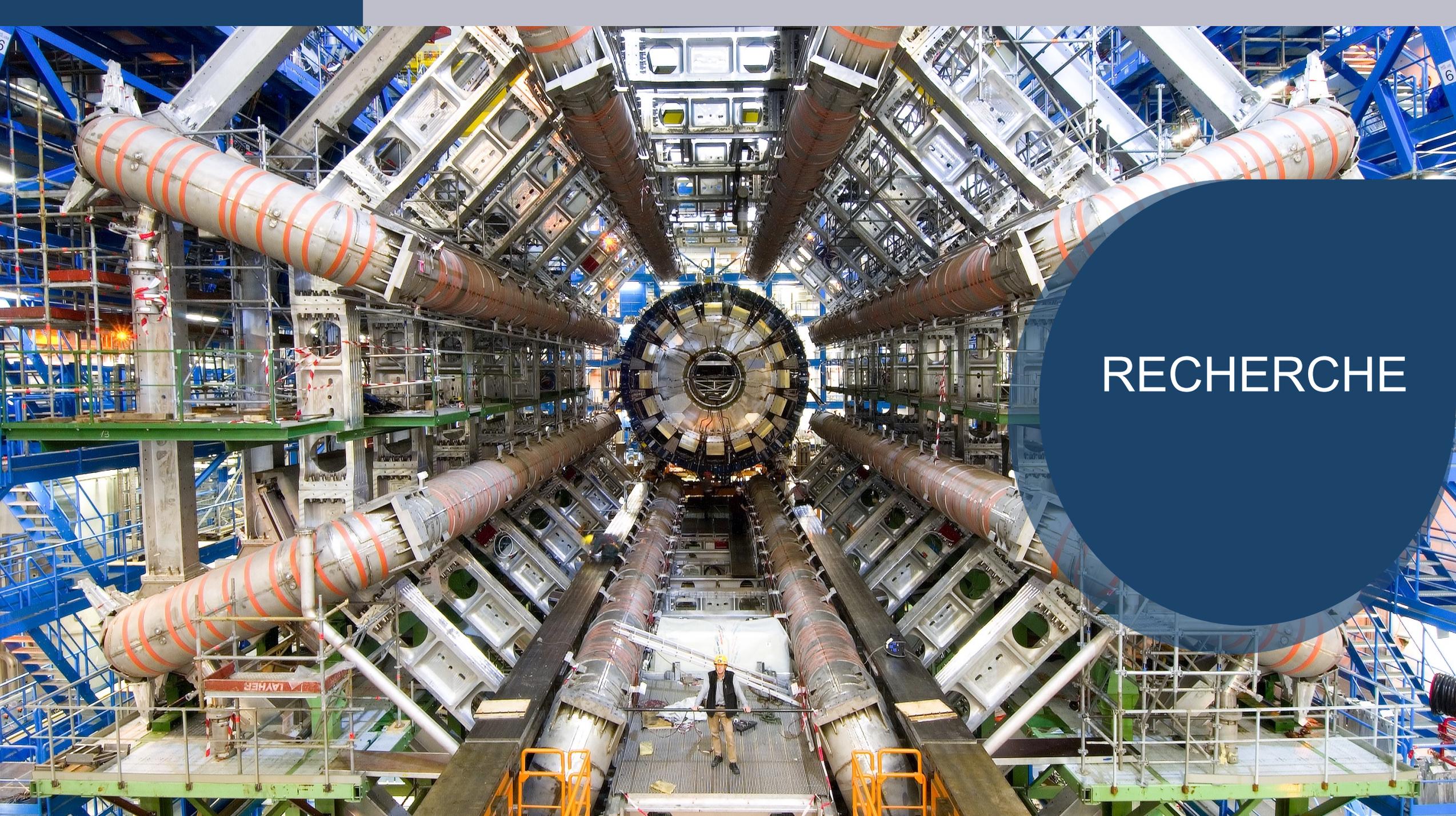
Le CERN est le plus grand laboratoire du monde pour la recherche en physique de particules

Notre objectif est de réussir à comprendre les particules, ainsi que la structure et l'évolution de l'univers

1 km

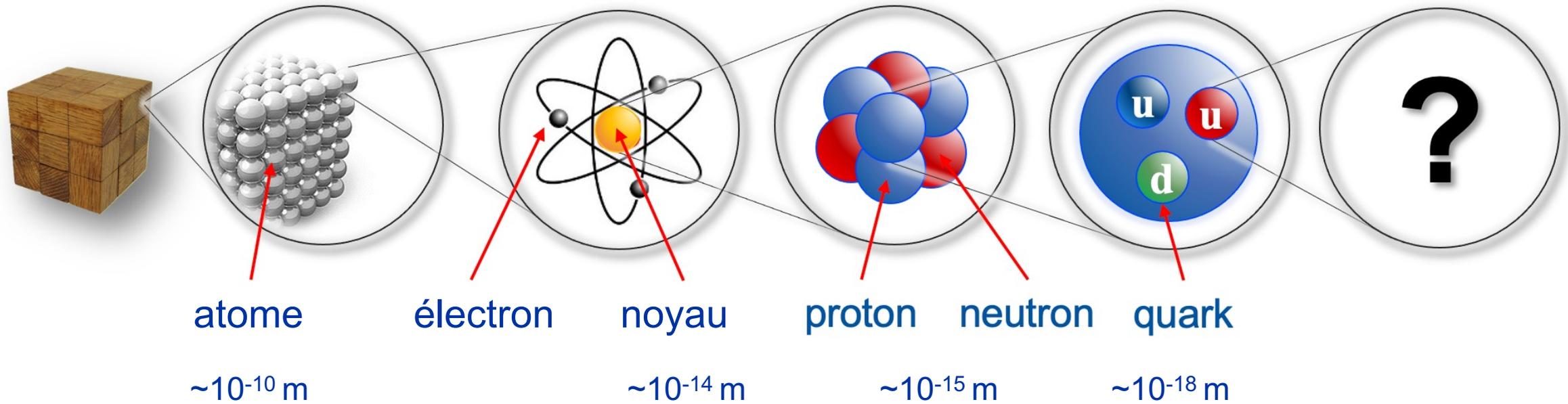
# La mission du CERN repose sur quatre piliers





RECHERCHE

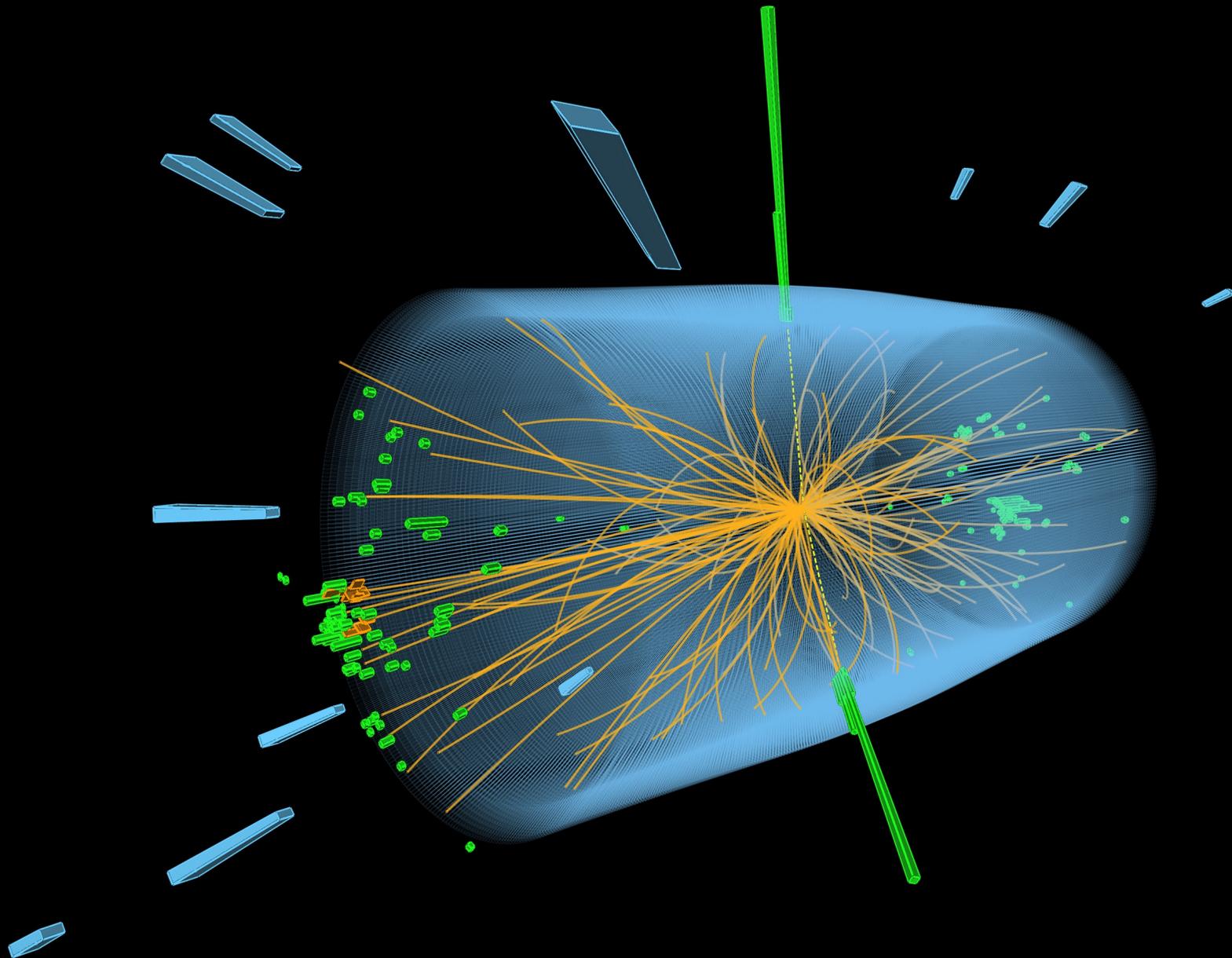
Nous étudions les **constituants élémentaires** de la matière et les forces entre eux.



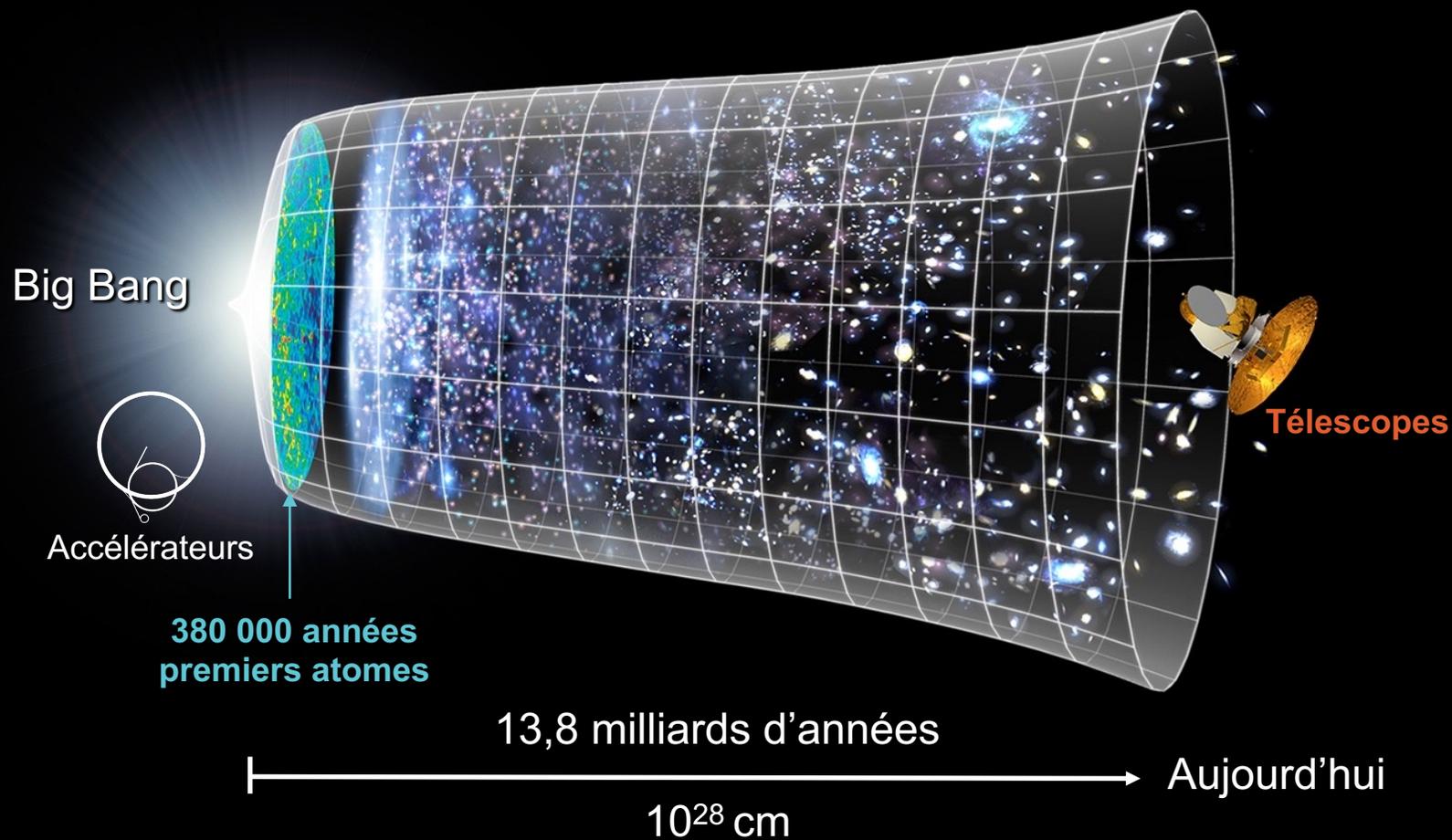
Equivalence entre masse et energie:  **$E = mc^2$**

Comment faire? Donner un **maximum d'énergie cinétique** à des petites particules, puis collision tête-à-tête.

Particules à accélérer : **protons**, **électrons** ou **ions** (stable, charge électrique, disponibles en abondance).



L'énergie des particules entrant en collision est convertie en nouvelles particules



Pour comprendre l'évolution de l'Univers, nous reproduisons des conditions qui régnaient une fraction de seconde après le Big Bang,

# Nous développons des technologies dans trois domaines clés



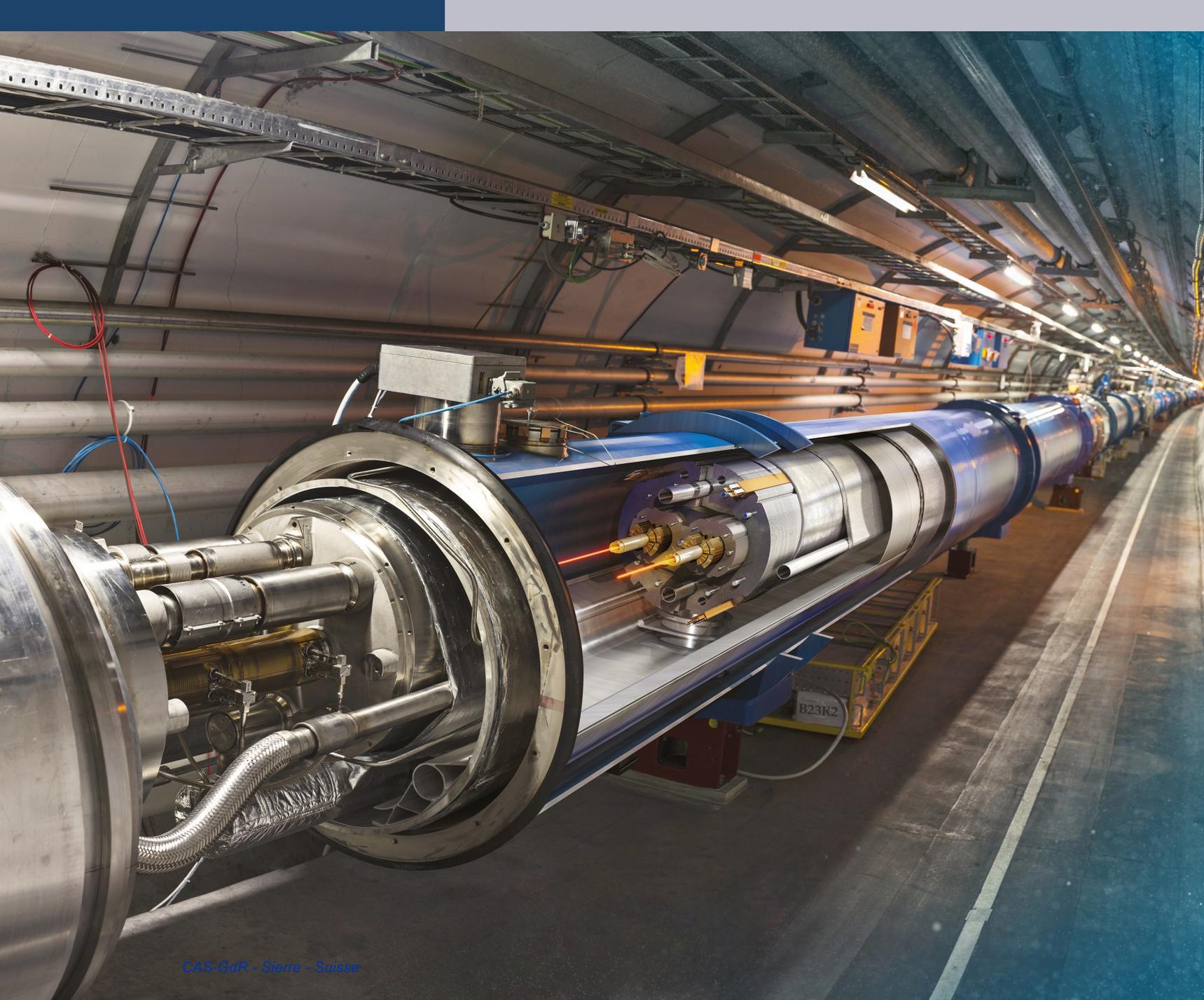
LES ACCÉLÉRATEURS



LES DÉTECTEURS



L'INFORMATIQUE

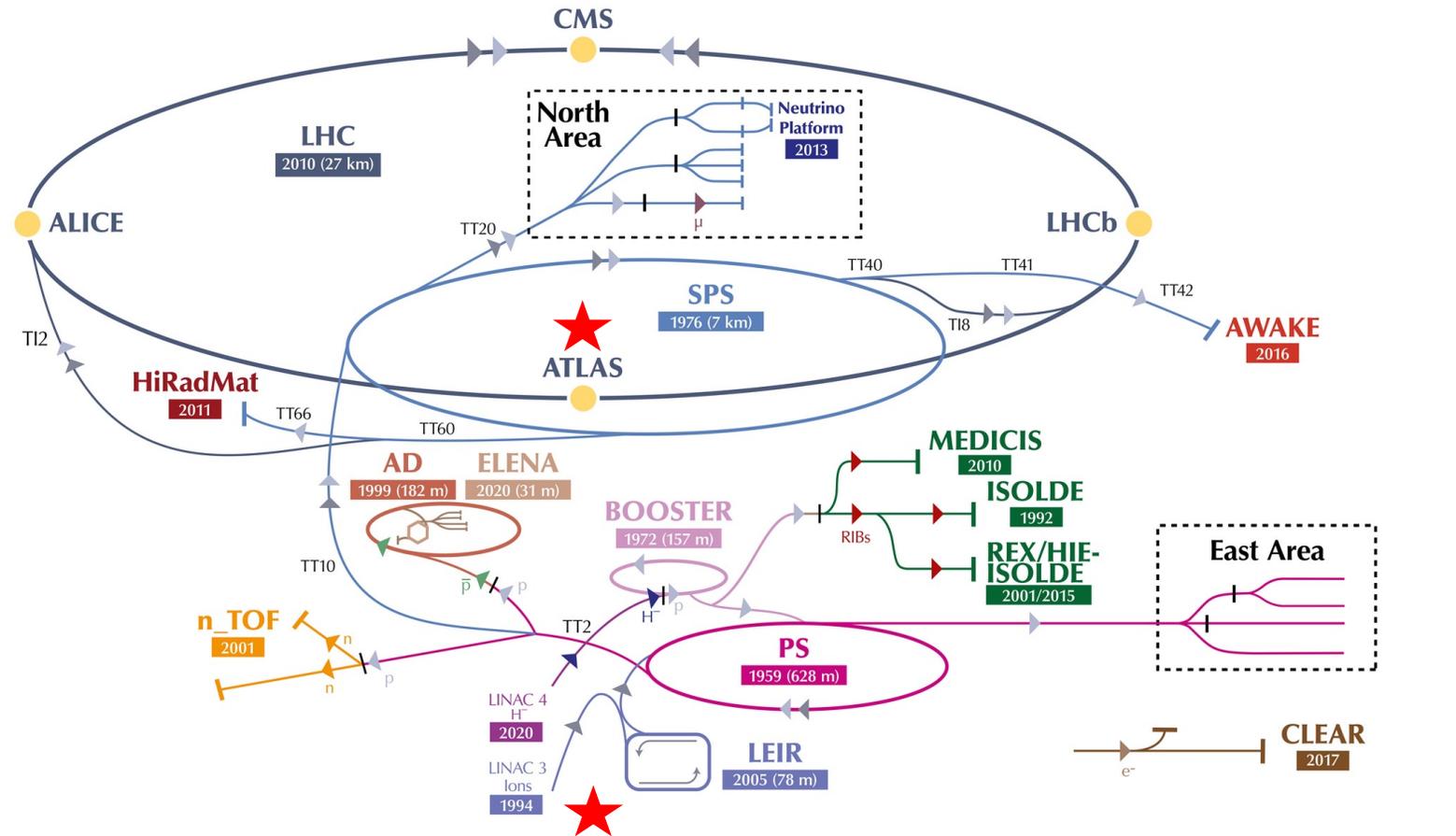


# le grand collisionneur de hadrons (LHC)

- Un anneau de 27 km de circonférence
- Situé à ~100 m sous terre
- Des aimants supraconducteurs guident les particules le long de l'anneau
- Les particules sont accélérées à une vitesse proche de celle de la lumière

# The CERN accelerator complex

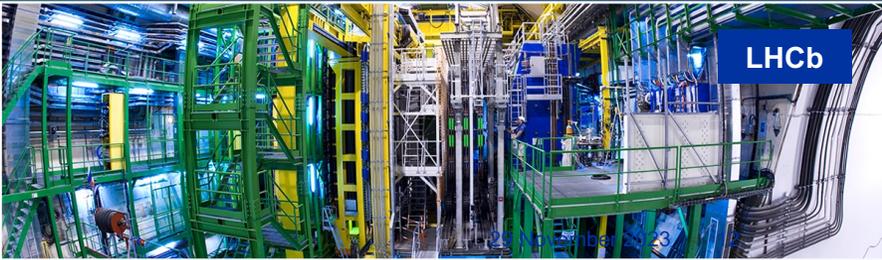
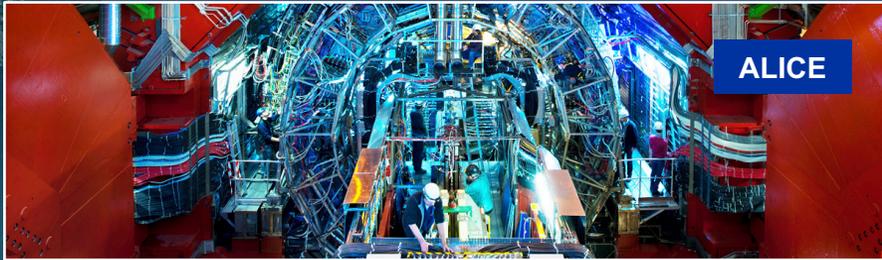
## Complexe des accélérateurs du CERN



▶  $H^-$  (hydrogen anions) ▶ p (protons) ▶ ions ▶ RIBs (Radioactive Ion Beams) ▶ n (neutrons) ▶  $\bar{p}$  (antiprotons) ▶  $e^-$  (electrons) ▶  $\mu$  (muons)

LHC - Large Hadron Collider // SPS - Super Proton Synchrotron // PS - Proton Synchrotron // AD - Antiproton Decelerator // CLEAR - CERN Linear Electron Accelerator for Research // AWAKE - Advanced WAKEfield Experiment // ISOLDE - Isotope Separator OnLine // REX/HIE-ISOLDE - Radioactive Experiment/High Intensity and Energy ISOLDE // MEDICIS // LEIR - Low Energy Ion Ring // LINAC - LINear ACcelerator // n\_TOF - Neutrons Time Of Flight // HiRadMat - High-Radiation to Materials // Neutrino Platform

# De gigantesques détecteurs mesurent les particules formées aux quatre points de collision

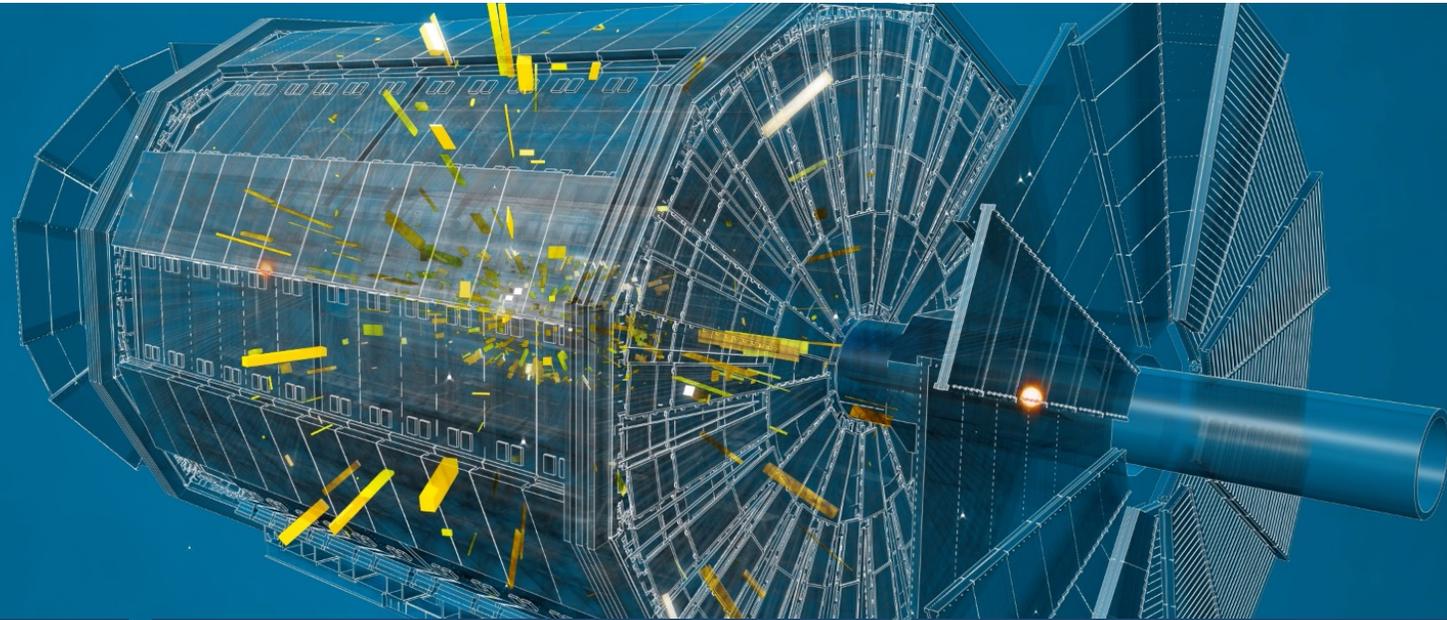




## Une transformation du LHC est en cours

- Le LHC à haute luminosité (HL-LHC) utilisera de nouvelles technologies pour produire dix fois plus de collisions que le LHC
- Ceci donnera un potentiel de découvertes plus important
- Son exploitation commencera en 2029 et durera environ jusqu'en 2040

# Les détecteurs du LHC sont comparables à des appareils photo 3D



Les détecteurs mesurent l'énergie, la direction et la charge des particules nouvellement formées.



Ils prennent 40 millions de photos par seconde. Seules 1 000 d'entre elles sont enregistrées et stockées.

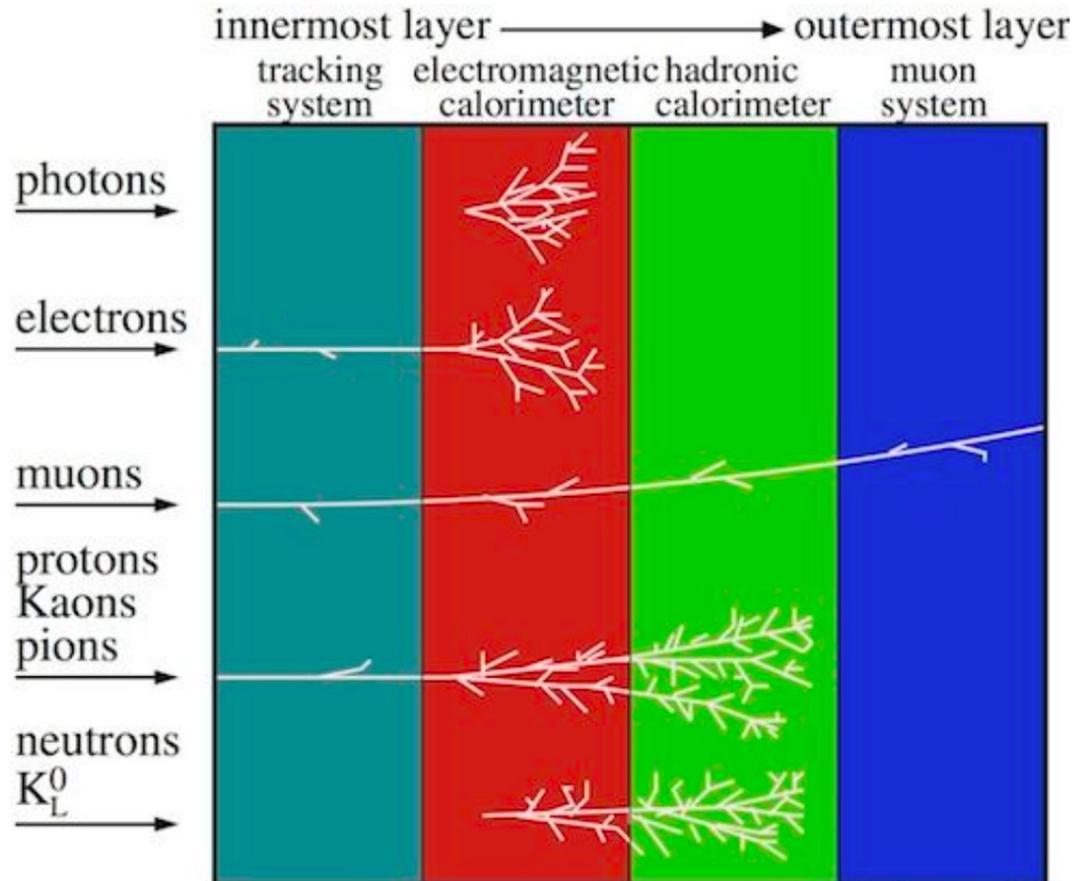


Les détecteurs du LHC ont été construits par des collaborations internationales du monde entier.

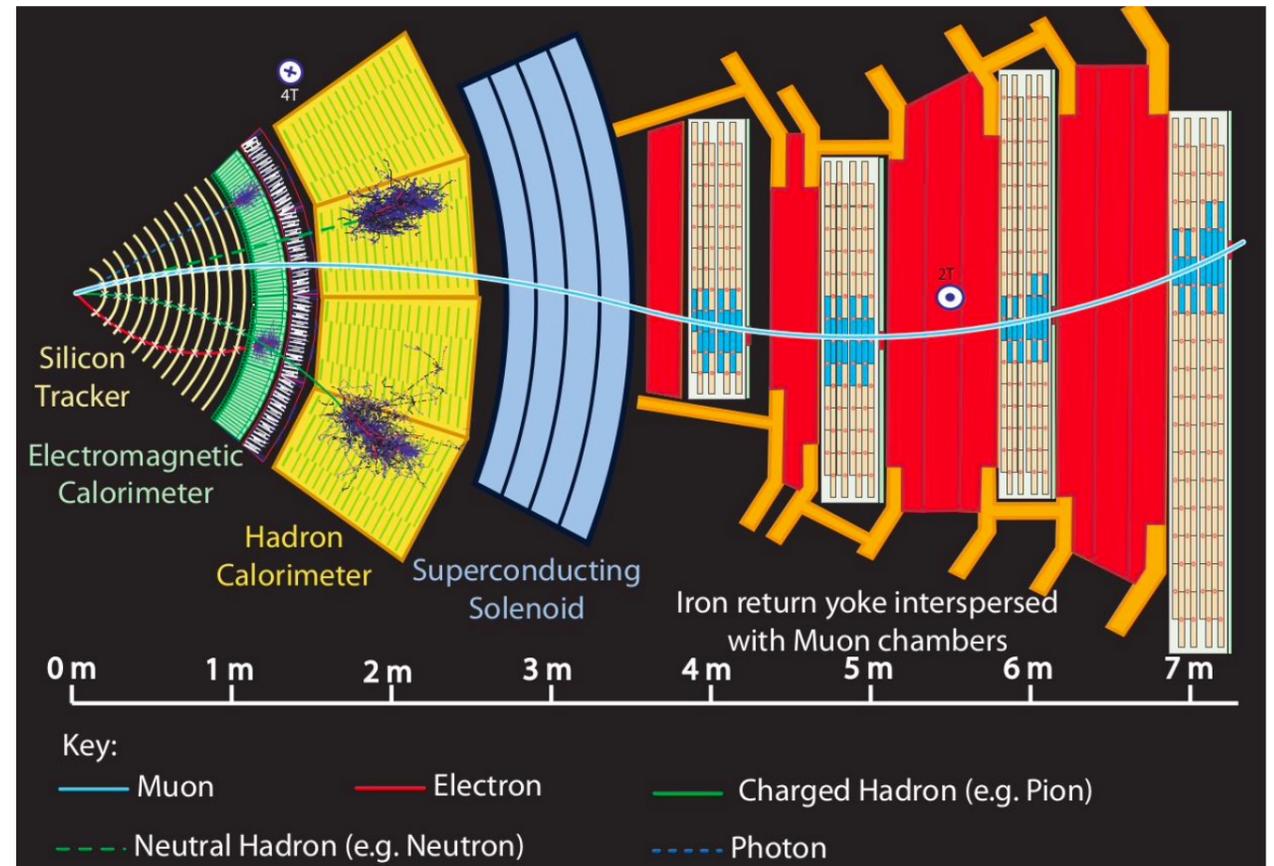
# les détecteurs de particules

Comment ça marche et pourquoi ces détecteurs sont si grands?

## Radial structure of a high-energy physics detector



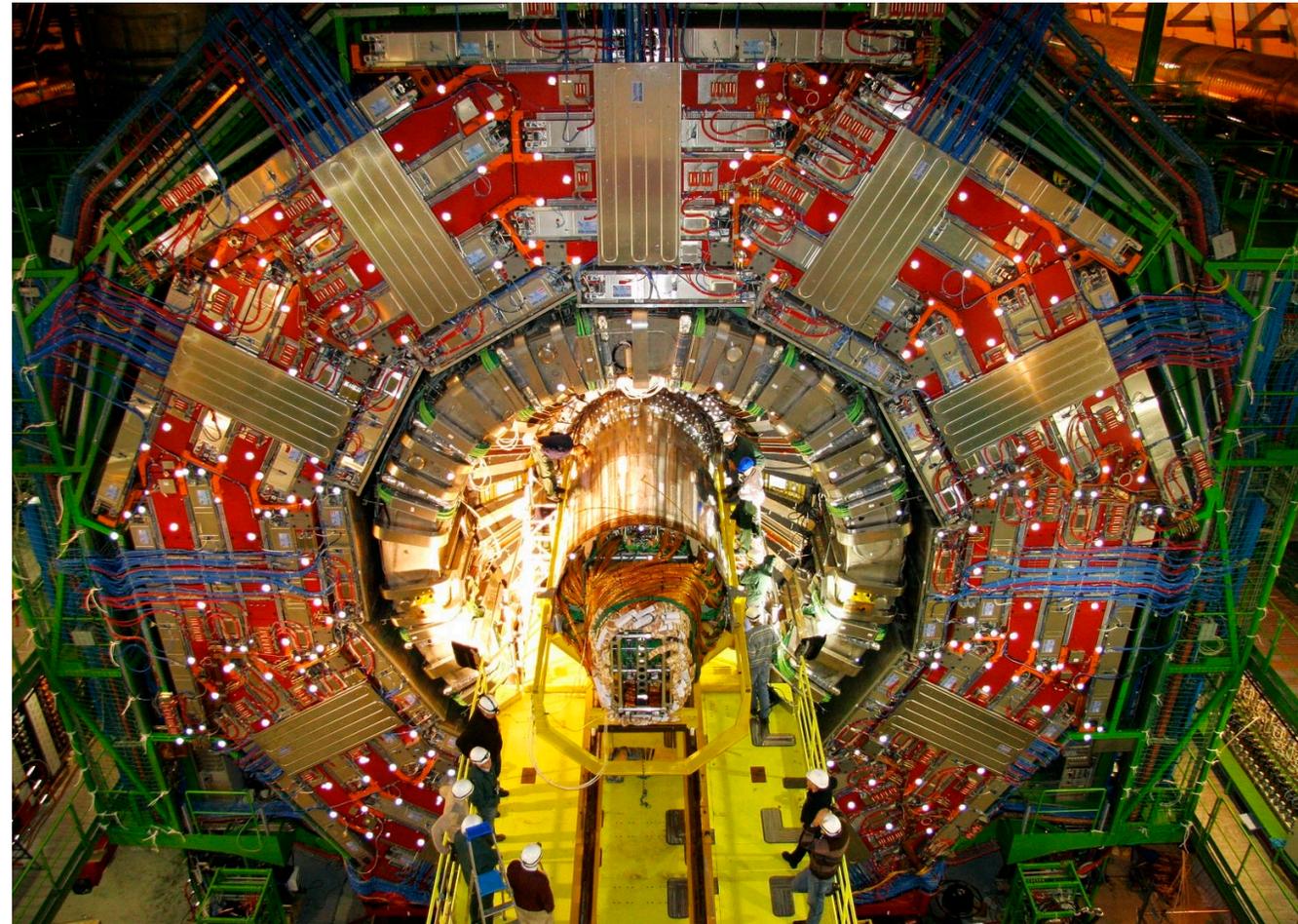
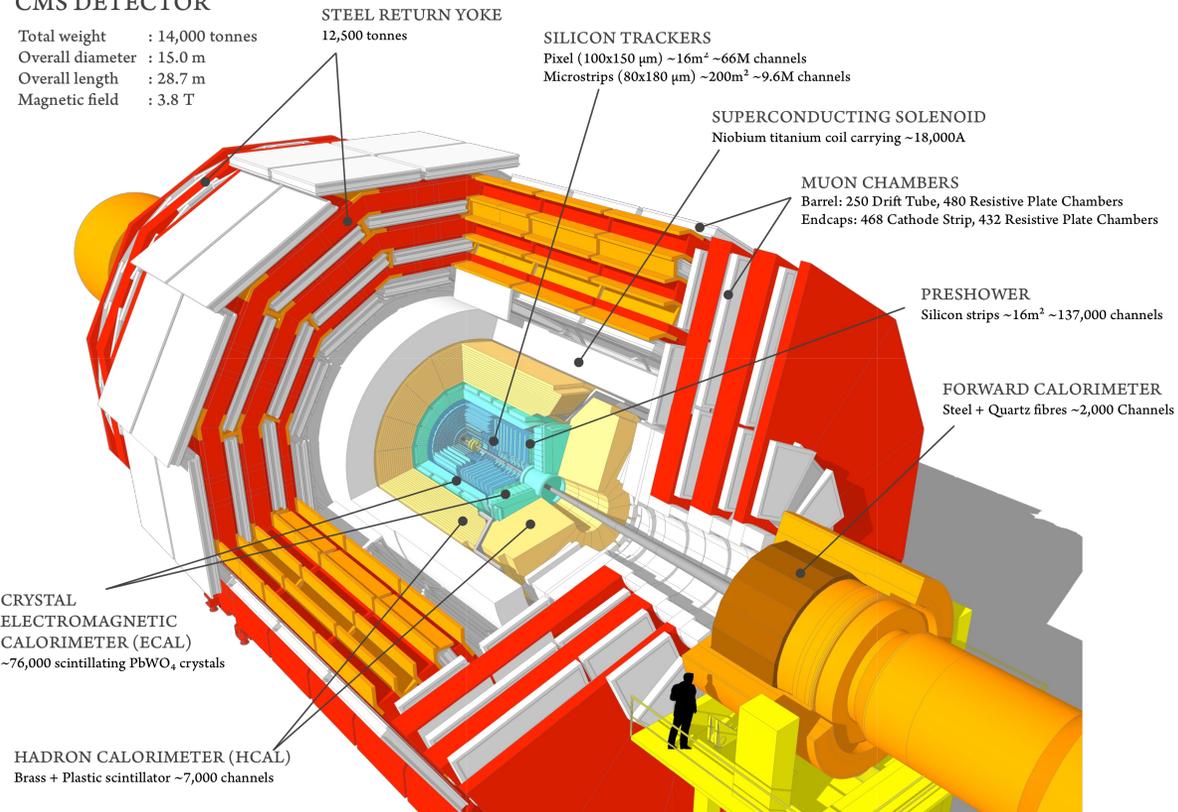
## CMS detector slice



# L'expérience CMS

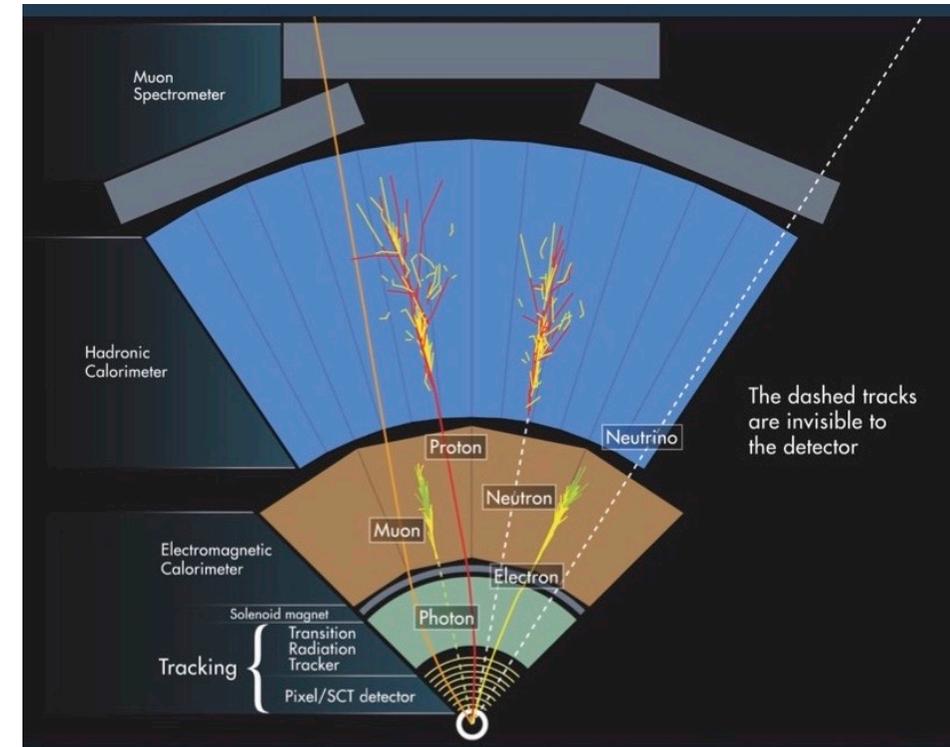
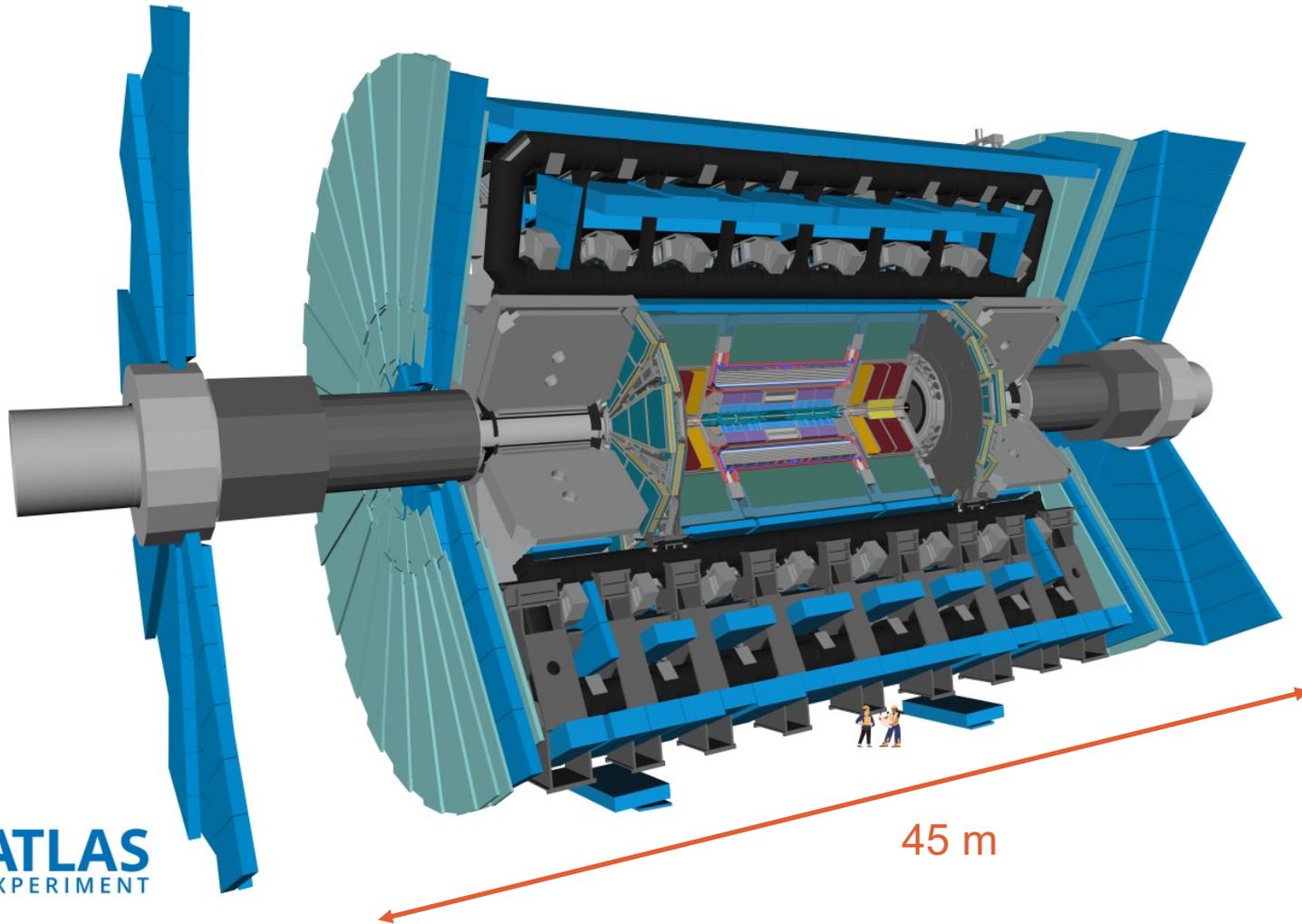
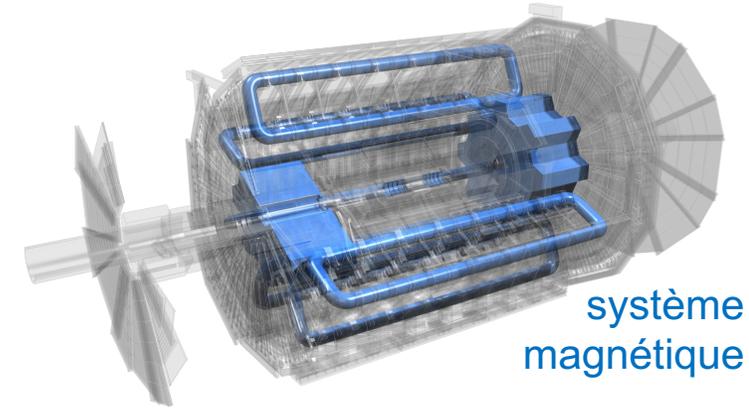
## CMS DETECTOR

Total weight : 14,000 tonnes  
 Overall diameter : 15.0 m  
 Overall length : 28.7 m  
 Magnetic field : 3.8 T



15 m

# L'expérience ATLAS



COLLABORATION



# La science au service de la paix

## Le CERN a été fondé en 1954 avec 12 États membres européens



### 23 États membres

Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Israël, Italie, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Serbie, Slovaquie, Suède et **Suisse.**

### 3 États membres associés en phase préalable à l'adhésion

Chypre, Estonie, Slovaquie

### 7 États membres associés

Croatie, Inde, Lettonie, Lituanie, Pakistan, Türkiye, Ukraine

### 6 Observateurs

États-Unis, Japon, Russie (statut suspendu), Union européenne, JINR (statut suspendu), UNESCO

Le budget annuel du CERN s'élève à 1 200 MCHF (l'équivalent du budget d'une université européenne de taille moyenne)

Au 31 décembre 2022

Employés :  
**2 658** titulaires, **900** boursiers

Associés :  
**11 860** utilisateurs, **1 516** autres

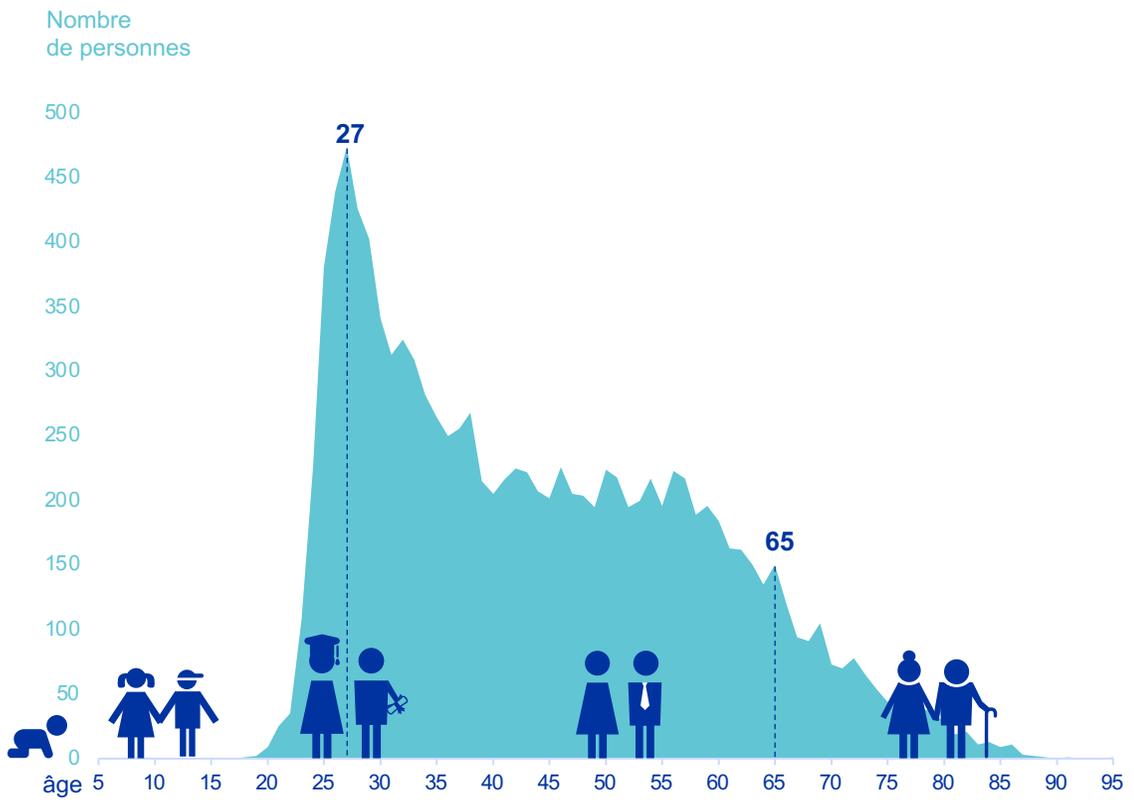
### Plus de 50 accords de coopération avec des États et territoires non-membres

Afrique du Sud, Albanie, Algérie, Arabie Saoudite, Argentine, Arménie, Australie, Azerbaïdjan, Bangladesh, Bélarus, Bolivie, Bosnie-Herzégovine, Brésil, Canada, Chili, Colombie, Costa Rica, Égypte, Émirats Arabes Unis, Équateur, Géorgie, Honduras, Iran, Islande, Jordanie, Kazakhstan, Liban, Macédoine du Nord, Malte, Maroc, Mexique, Mongolie, Monténégro, Népal, Nouvelle Zélande, Palestine, Paraguay, Pérou, Philippines, Qatar, République de Corée, République populaire de Chine, Sri-Lanka, Thaïlande, Tunisie, Vietnam.

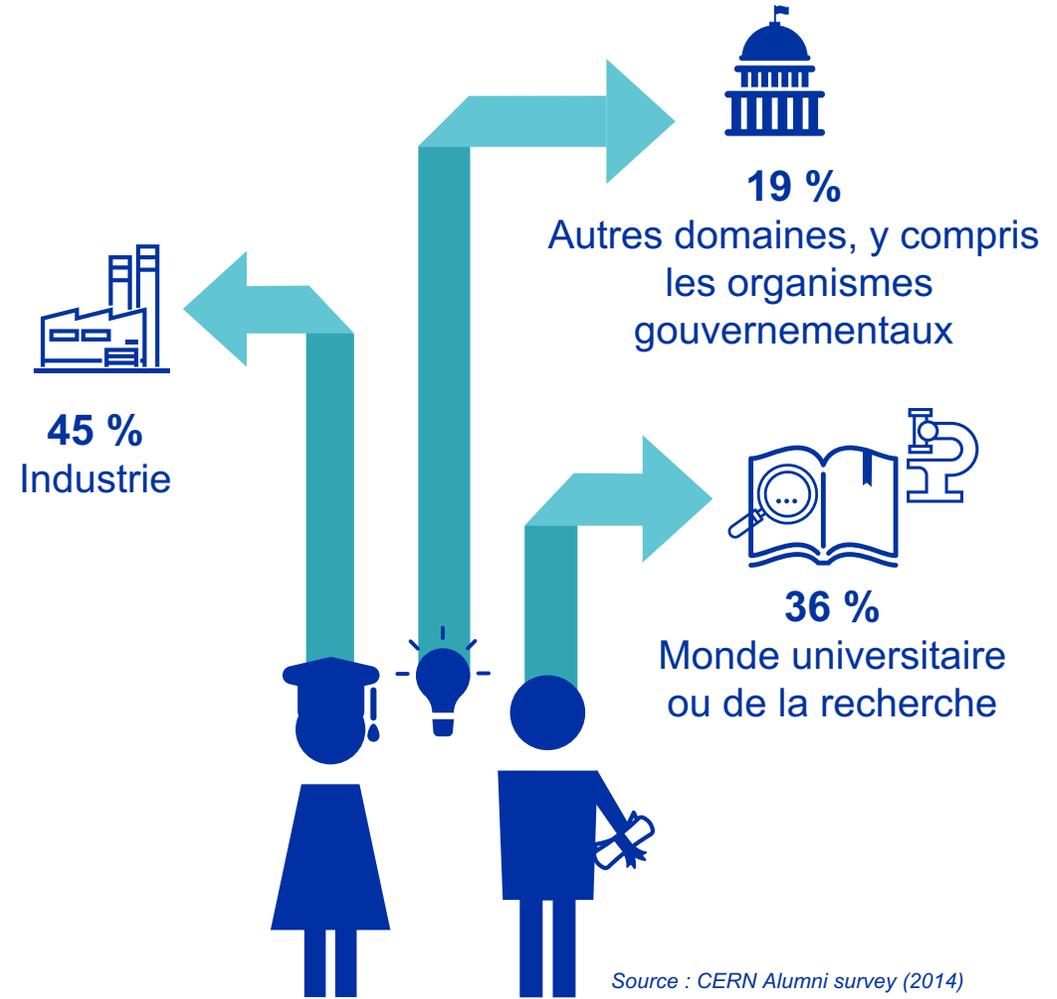
A group of students, both male and female, are wearing hard hats (yellow and blue) and are focused on a large, black, cylindrical piece of equipment mounted on a metal frame. They appear to be in a laboratory or workshop setting. One student in the foreground is adjusting the equipment. In the background, there is a green exit sign with a white arrow pointing down and to the left. A teal circular graphic is overlaid on the left side of the image, containing the text 'ENSEIGNEMENT & FORMATION'.

# ENSEIGNEMENT & FORMATION

# Le CERN offre d'innombrables possibilités en termes de carrières



Répartition par âge des scientifiques travaillant au CERN



Doctorants et étudiants techniques quittant le CERN

Source : CERN Alumni survey (2014)

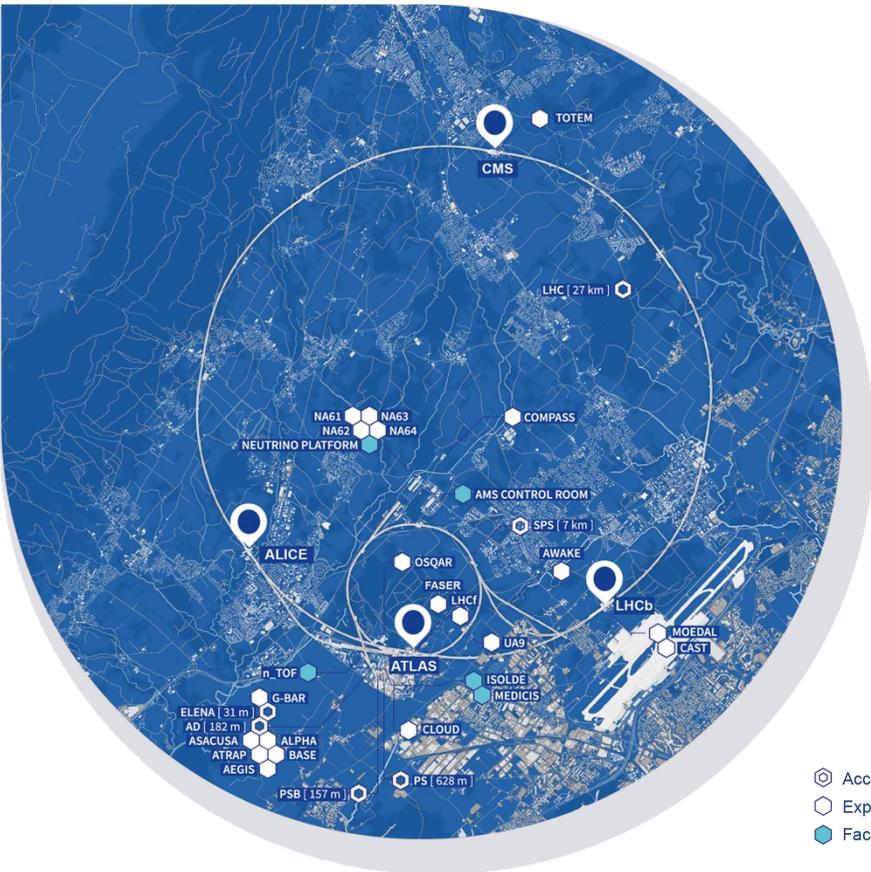
# La Confédération suisse – l'un des États hôtes du CERN



Felix Bloch posant la première pierre du CERN, en juin 1955

- **Membre fondateur du CERN (1954)**
- En 1952, Genève a été choisie pour accueillir le CERN pour plusieurs raisons : sa localisation au centre de l'Europe, la neutralité de la Suisse pendant la guerre et le fait que la ville accueillait déjà un certain nombre d'organisations internationales.
- Felix Bloch, premier directeur général du CERN (1954-1955)
- Depuis la fondation, les scientifiques suisses ont contribué de manière cruciale aux programmes scientifiques du CERN.

# La Suisse participe activement aux expériences du CERN



## EXPÉRIENCES LHC :

**ATLAS** 2 instituts, 84 membres

**CMS** 3 instituts, 125 membres

**LHCb** 2 instituts, 66 membres

## AUTRES EXPÉRIENCES LHC

**FASER** 2 instituts, 18 membres

## EXPÉRIENCES AVEC CIBLES FIXES

- **CLOUD**

- **n\_TOF**

- **NA61**

- **NA64**

- **Plateforme neutrino**

10 instituts, 66 membres

## ISOLDE and MEDICIS

9 instituts, 26 membres

## EXPÉRIENCES AUPRÈS DE I'AD

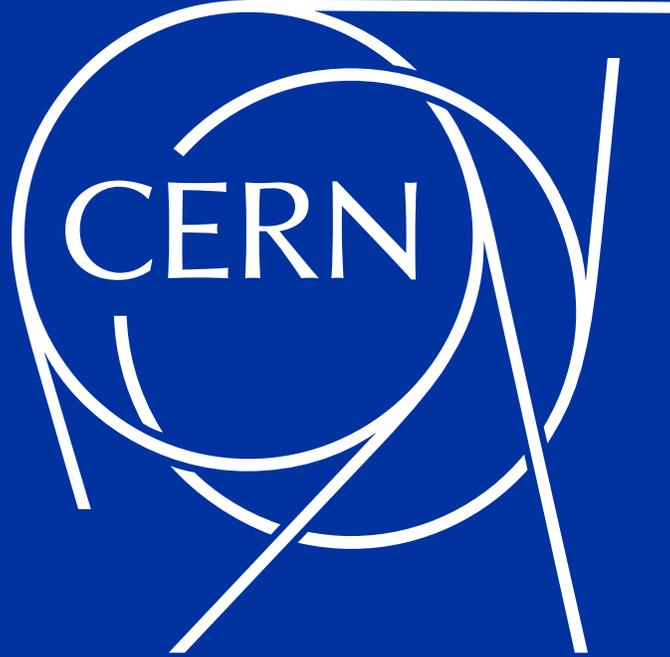
- **AEGIS**

- **G-BAR**

- **Base**

3 instituts, 17 membres

Le Centre suisse de calcul scientifique (CSCS), à Lugano, héberge des batteries informatiques haute performance (niveau 2) dans le cadre de la Grille de calcul mondiale pour le LHC (WLCG).



**BONNE VISITE !**