





BIENVENUE AU CERN





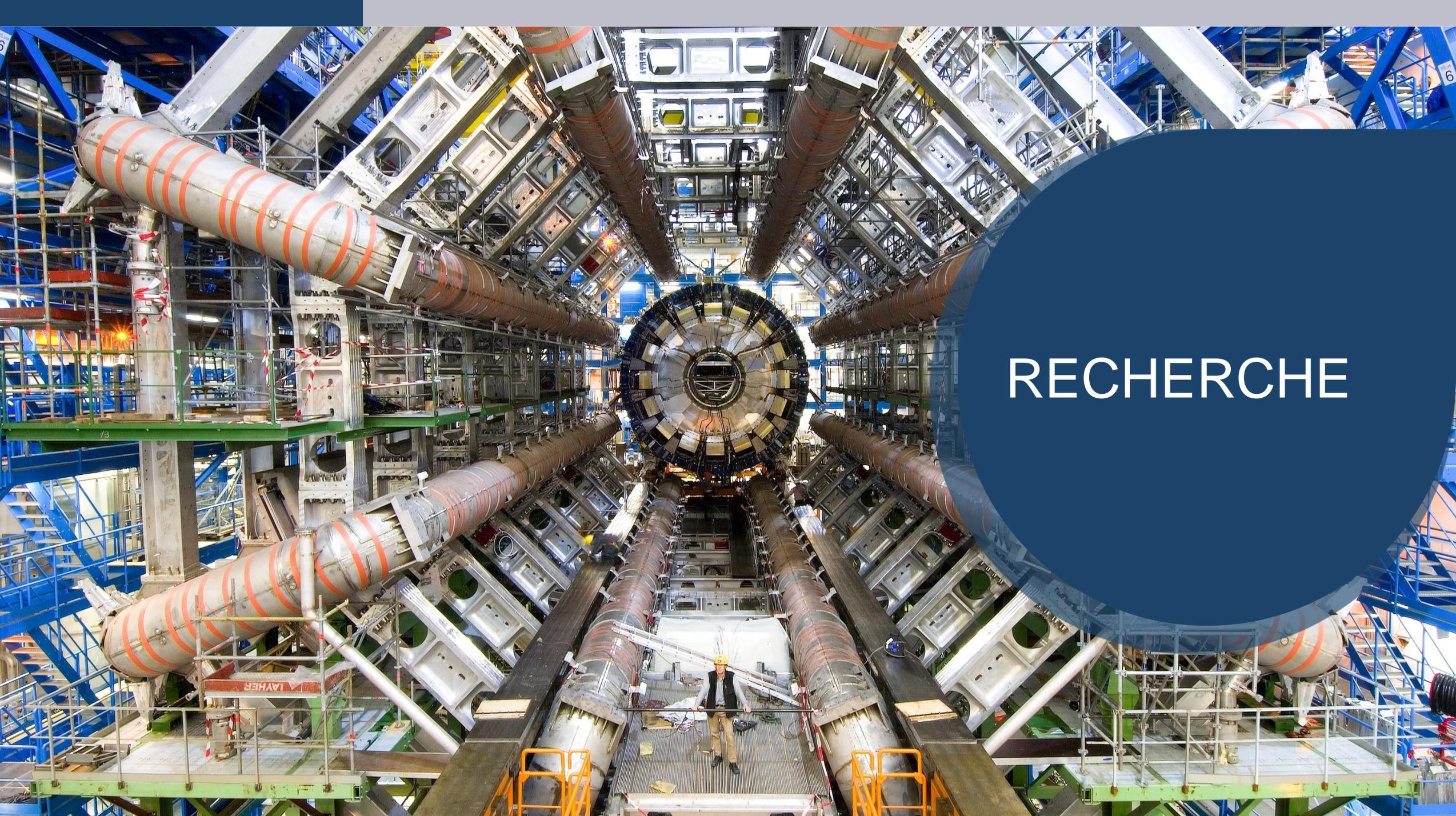
Le CERN est le plus grand laboratoire de recherche en physique des particules du monde.

Notre objectif est de réussir à comprendre les particules et les lois de l'Univers les plus fondamentales.

1 km

La mission du CERN repose sur quatre piliers

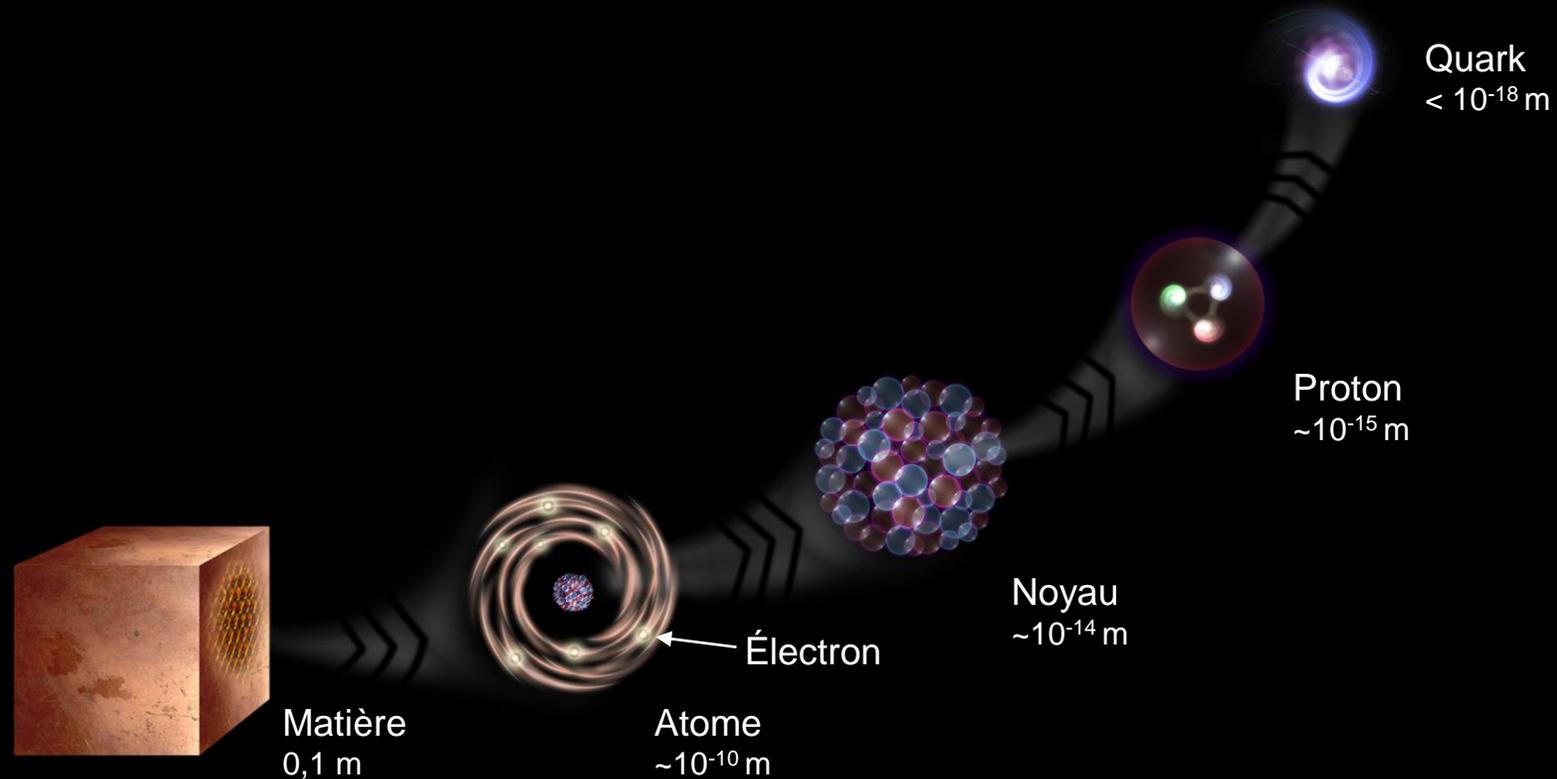


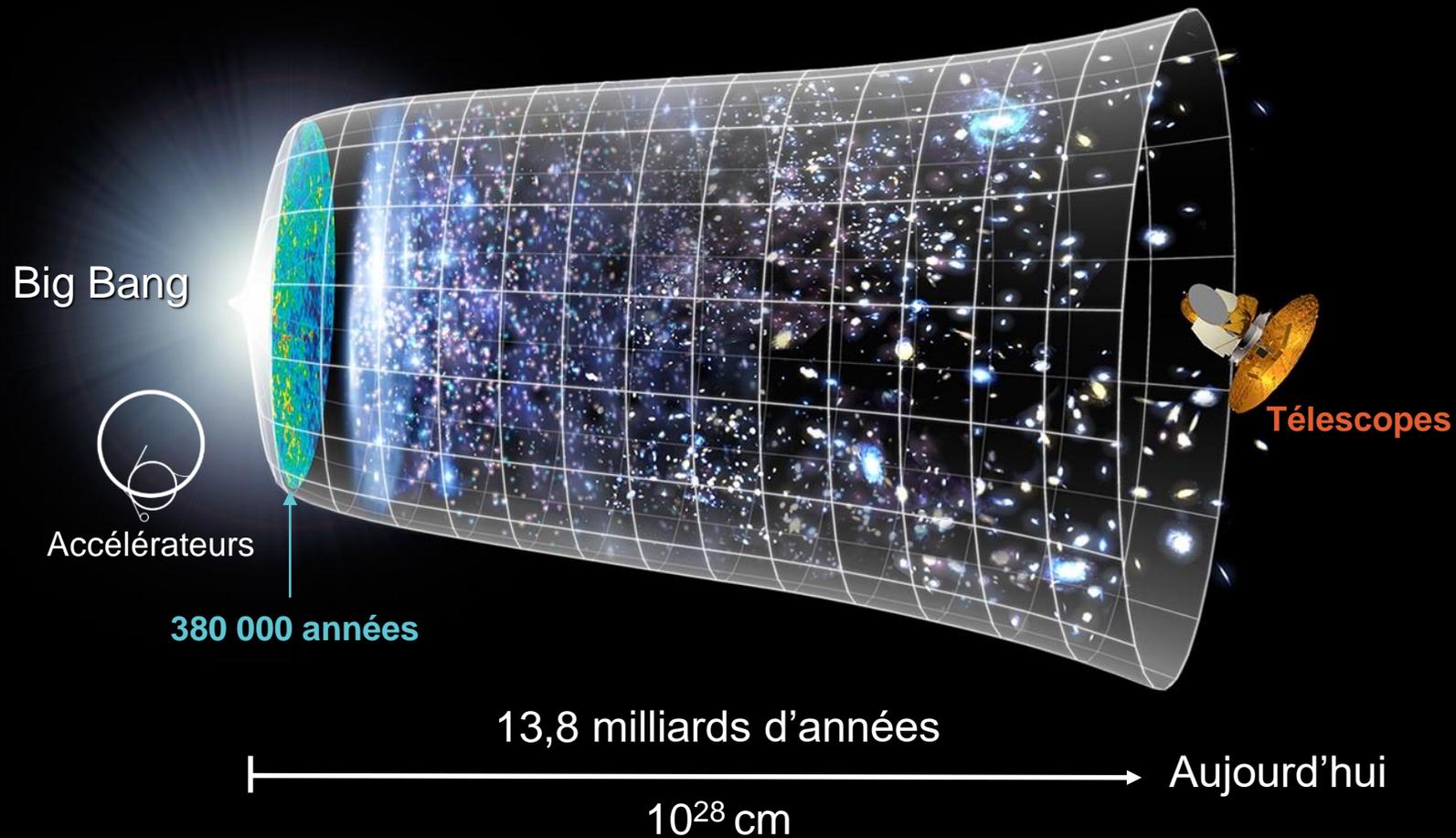


RECHERCHE

De quoi est fait l'Univers ?

Nous étudions les constituants élémentaires de la matière et les forces qui déterminent leur comportement





Quels ont été les premiers instants de l'Univers ?

Nous reproduisons les conditions qui prévalaient une fraction de seconde après le Big Bang, pour comprendre la structure et l'évolution de l'Univers.

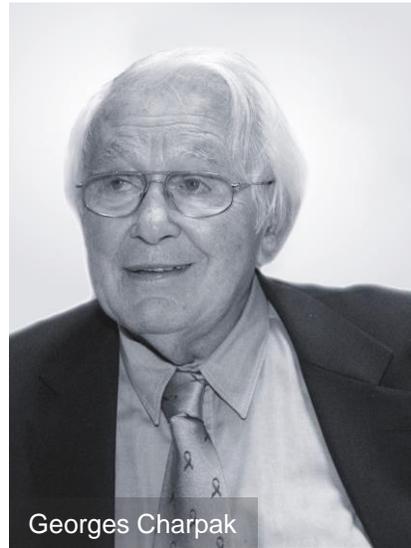
Le CERN contribue à répondre à ces questions



Carlo Rubbia



Simon Van der Meer



Georges Charpak

Plusieurs scientifiques du CERN ont été récompensés par un prix Nobel pour des découvertes majeures en physique des particules

Le boson de Higgs a été découvert en 2012 ; sans lui, les particules fondamentales n'auraient pas de masse et les atomes n'auraient pas pu se former.



François Englert et Peter Higgs. Avec Robert Brout, ils ont proposé le mécanisme en 1964.

Comment faisons-nous pour répondre à ces questions ?

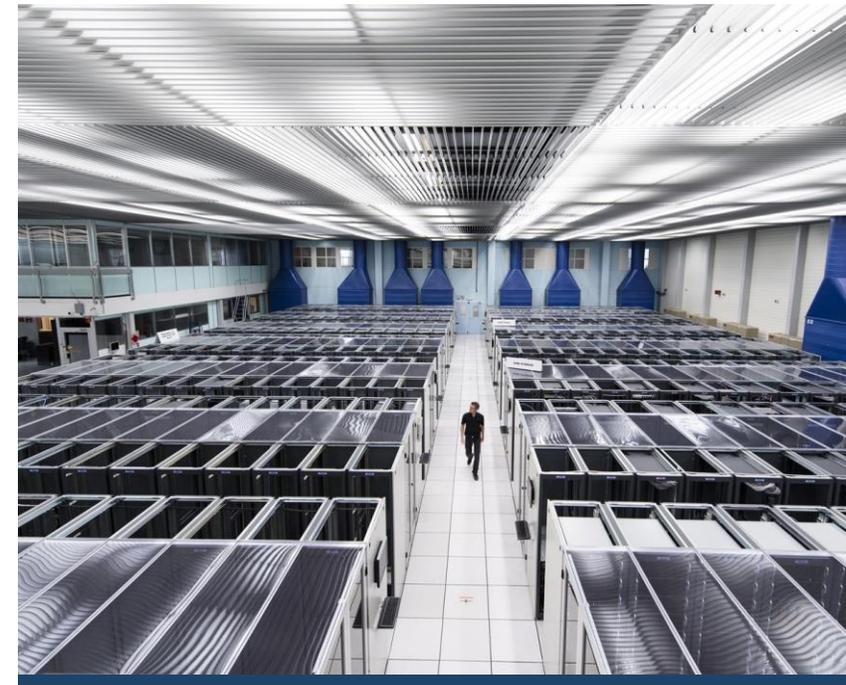
- Nous construisons d'énormes machines pour étudier de minuscules particules dans l'Univers
- Nous développons des technologies pour repousser les limites du possible
- Nous menons des recherches de niveau international en physique théorique et expérimentale des particules



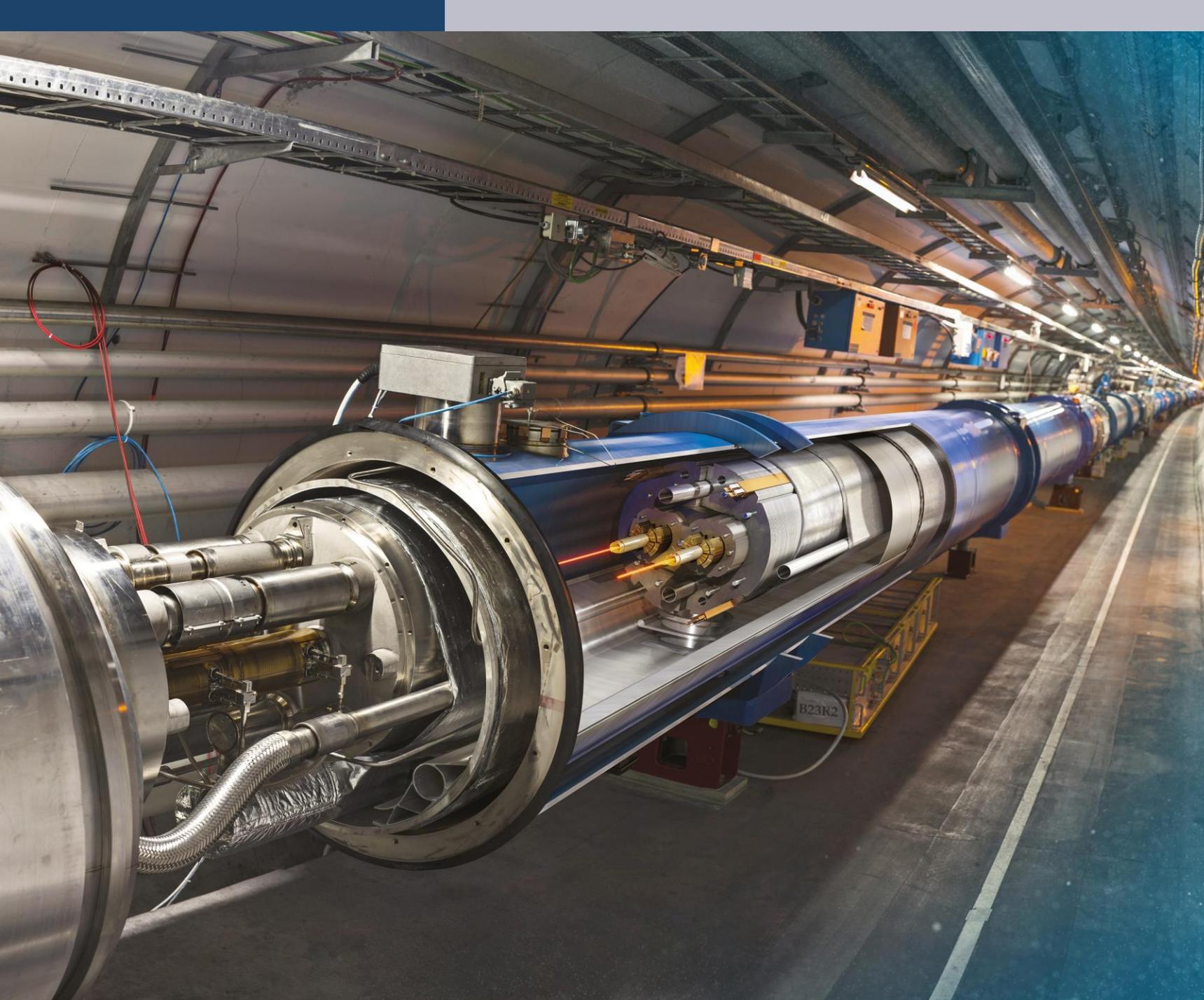
LES ACCÉLÉRATEURS



LES DÉTECTEURS



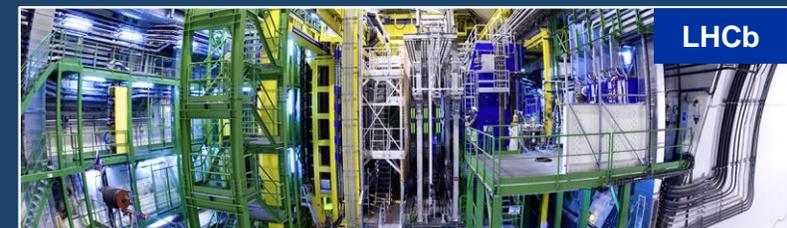
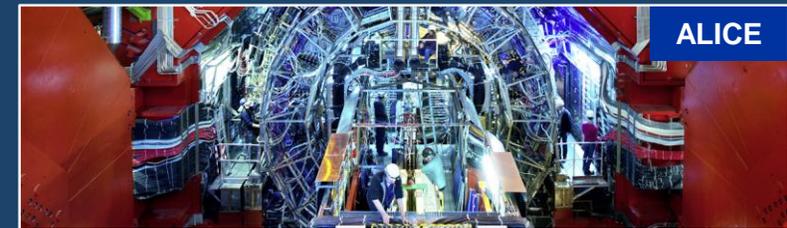
L'INFORMATIQUE



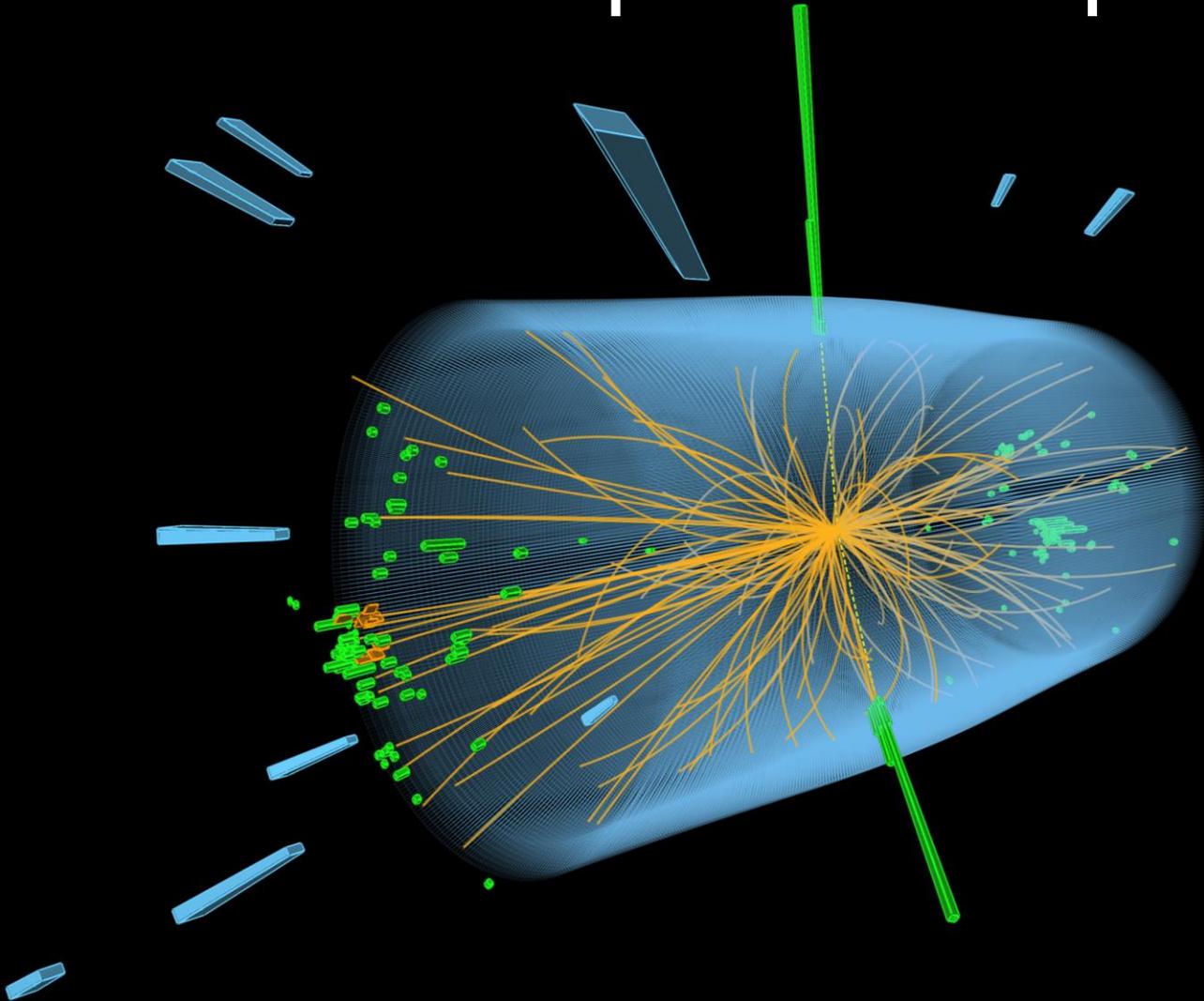
Le Grand collisionneur de hadrons (LHC)

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

De gigantesques détecteurs enregistrent les particules formées aux quatre points de collision

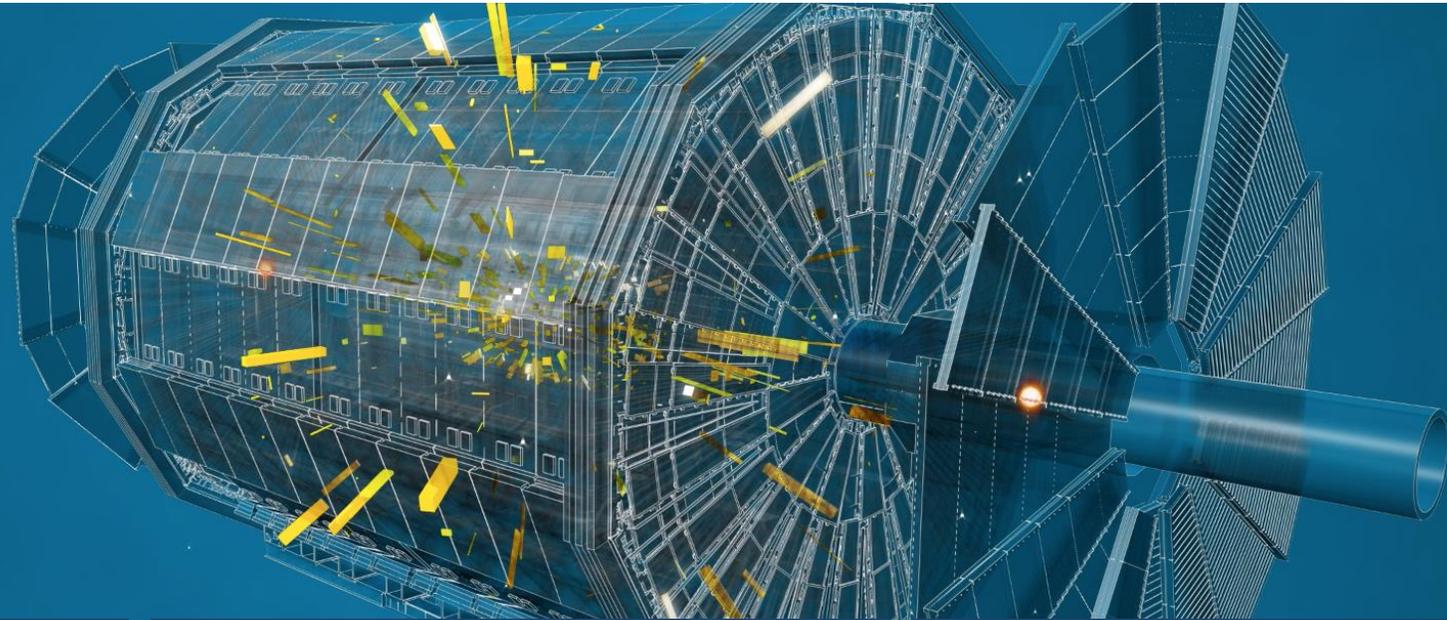


Le LHC produit plus d'un milliard de collisions de particules par seconde



L'énergie des particules qui entrent en collision est convertie en de nouvelles particules.

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.

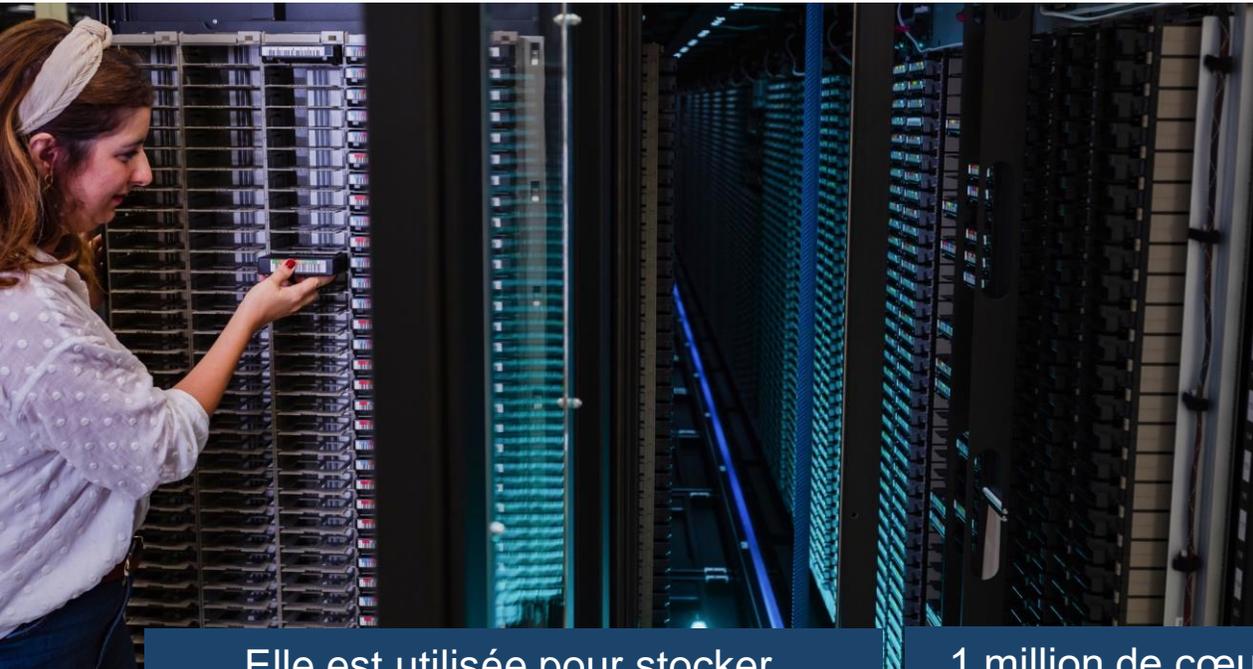


Ils prennent 40 millions de photos par seconde. Seules 1 000 d'entre elles sont enregistrées et stockées.



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

La Grille de calcul mondiale pour le LHC (WLCG)



Elle est utilisée pour stocker, distribuer, traiter et analyser des données.



1 million de cœurs de processeurs répartis dans près de 170 centres de calcul, dans 42 pays.

Plus de 1 000 pétaoctets de données du CERN sont stockées dans le monde entier.

Le CERN a un programme scientifique diversifié

Physique nucléaire
(ISOLDE)

Recherche sur l'antimatière
(Décélérateur d'antiprotons)

Rayons cosmiques et formation
des nuages (CLOUD)



Expériences à cibles fixes, à la recherche
de phénomènes rares

Participation à l'installation neutrino longue
distance des États-Unis (LBNF)

De nombreuses questions restent sans réponse en physique fondamentale

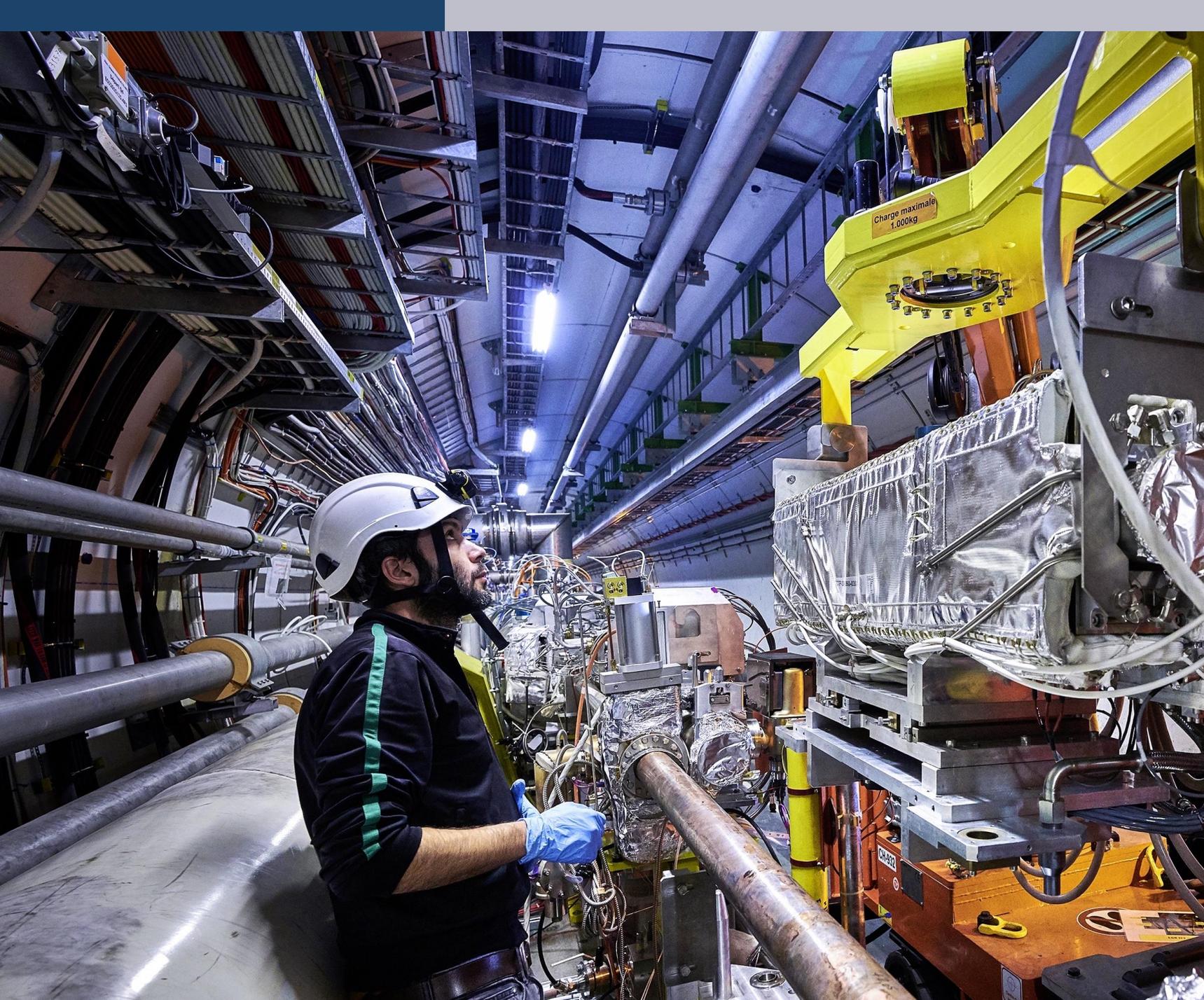
Notamment

95 % de la masse
et de l'énergie
de l'Univers nous sont
inconnus.

Existe-t-il un seul type
de boson de Higgs, et
se comporte-t-il
exactement comme
prévu ?

Pourquoi l'Univers
n'est-il composé que de
matière et pratiquement
pas d'antimatière ?

Pourquoi la gravitation
est-elle si faible par
rapport aux autres
forces ?



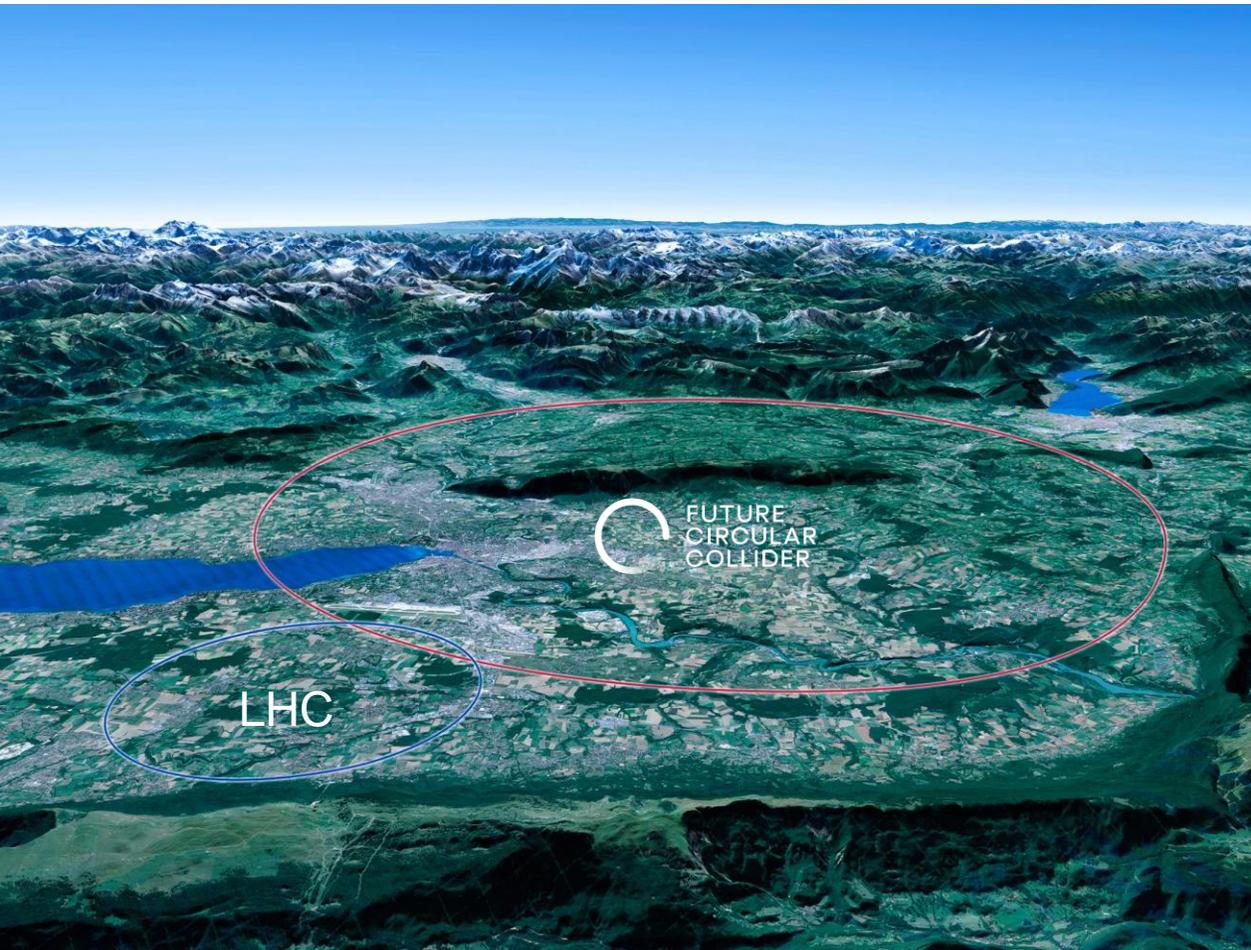
La transformation du LHC en LHC à haute luminosité est en cours

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

Les priorités scientifiques pour l'avenir

Mettre en œuvre les recommandations de la **mise à jour 2020 de la stratégie européenne pour la physique des particules** :

- Pleine exploitation du LHC à haute luminosité
- Construction d'une usine à Higgs pour mieux comprendre cette particule unique en son genre
- Étude de la faisabilité technique et financière d'un futur collisionneur de 100 km aux frontières des hautes énergies au CERN
- Intensification de la R&D sur ce sujet
- Soutien aux autres projets dans le monde



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 2021
Employés :
2 676 titulaires, **783** boursiers

Associés :
11 175 utilisateurs, **1 556** 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.

Un laboratoire pour le monde

Répartition des utilisateurs du CERN selon le pays de l'institut dont ils dépendent, au 31 décembre 2021



Diversité géographique et culturelle
Des utilisateurs de **110 nationalités différentes**
~ 19.4 % de femmes

États membres **6 642**

Allemagne 1 129 – Autriche 74 – Belgique 122 – Bulgarie 39
Danemark 42 – Espagne 328 – Finlande 71 – France 811
Grèce 133 – Hongrie 69 – Israël 67 – Italie 1 423 – Norvège 69
Pays-Bas 157 – Pologne 278 – Portugal 89 – Roumanie 105
Royaume-Uni 847 – Serbie 36 – Slovaquie 66 – Suède 88
Suisse 372 – Tchéquie 227

États membres associés en phase préalable à l'adhésion **55**

Chypre 10 – Estonie 24 – Slovaquie 21

États membres associés **367**

Croatie 36 – Inde 130 – Lettonie 11 – Lituanie 12
Pakistan 30 – Türkiye 122 – Ukraine 26

Observateurs **2 917**

États-Unis d'Amérique 1 757 – Japon 189 – Russie (statut suspendu) 971

États et territoires non-membres **1 194**

Afrique du Sud 52 – Algérie 3 – Argentine 16 – Arménie 10 – Australie 20 – Azerbaïdjan 3 – Bahreïn 2 – Bélarus 24
Brésil 106 – Canada 189 – Chili 23 – Colombie 18 – Cuba 3 – Égypte 16 – Équateur 6 – Émirats arabes unis 6
Géorgie 36 – Hong Kong 17 – Indonésie 6 – Iran 11 – Irlande 6 – Islande 3 – Jordanie 5 – Koweït 5 – Liban 15
Madagascar 1 – Malaisie 4 – Malte 2 – Maroc 18 – Mexique 48 – Monténégro 5 – Nouvelle-Zélande 8 – Oman 1
Pérou 2 – Philippines 1 – République de Corée 113 – République populaire de Chine 314 – Singapour 3
Sri Lanka 10 – Taiwan 45 – Thaïlande 18

Les chiffres pour pays



- Le personnel par nationalité, au 31 décembre 2021
 - x utilisateurs
 - x membres du personnel
 - x boursiers

Le CERN est un modèle de collaboration ouverte et inclusive



Les expériences LHC sont des modèles d'élaboration de consensus, de compétitivité et de coopération.



SESAME, une source de lumière synchrotron en Jordanie s'inspire du modèle de gouvernance du CERN.



Le CERN fournit l'infrastructure informatique pour la technologie d'analyse satellitaire utilisée pour les secours d'urgence.



TECHNOLOGIE & INNOVATION

Les innovations technologiques du CERN trouvent des applications dans de nombreux domaines

Le CERN est le berceau du World Wide Web

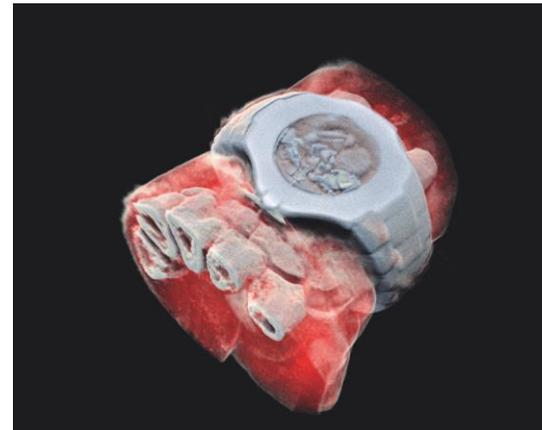
Et il existe nombre d'autres exemples

Imagerie médicale, traitement du cancer, science des matériaux, patrimoine culturel, aérospatiale, automobile, environnement, santé et sécurité, procédés industriels.

Les innovations technologiques du CERN ont d'importantes applications dans les domaines de la médecine et de la santé

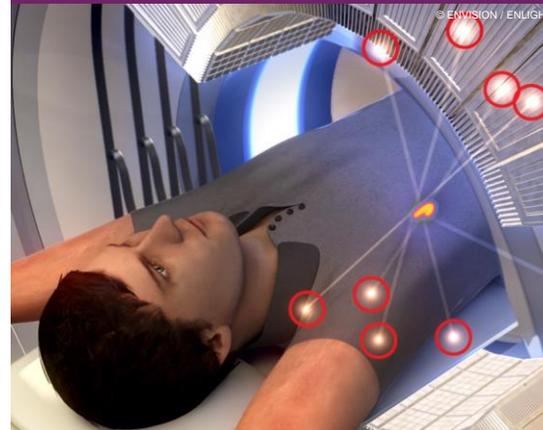


Les technologies utilisées au CERN le sont aussi pour la tomographie par émission de positons (TEP), pour l'imagerie médicale et le diagnostic.



Le CERN produit des radioisotopes innovants pour la recherche en médecine nucléaire

Les technologies des accélérateurs sont utilisées en radiothérapie pour le traitement du cancer avec des protons, des ions et des électrons



Les technologies du détecteur à pixels sont utilisées pour des radiographies couleur 3D haute résolution



A group of students wearing hard hats (yellow and blue) are gathered around a large, black, cylindrical component mounted on a metal frame. They appear to be in a laboratory or workshop setting, focused on the task at hand. One student in the foreground is adjusting the component. In the background, a green exit sign is visible on the wall.

ENSEIGNEMENT & FORMATION

Le CERN forme la prochaine génération de physiciens, d'ingénieurs et de techniciens

Plus de 3 000 doctorants sont enregistrés au CERN.

600 thèses de doctorat sont achevées chaque année.

300 étudiants de premier cycle dans les programmes d'été

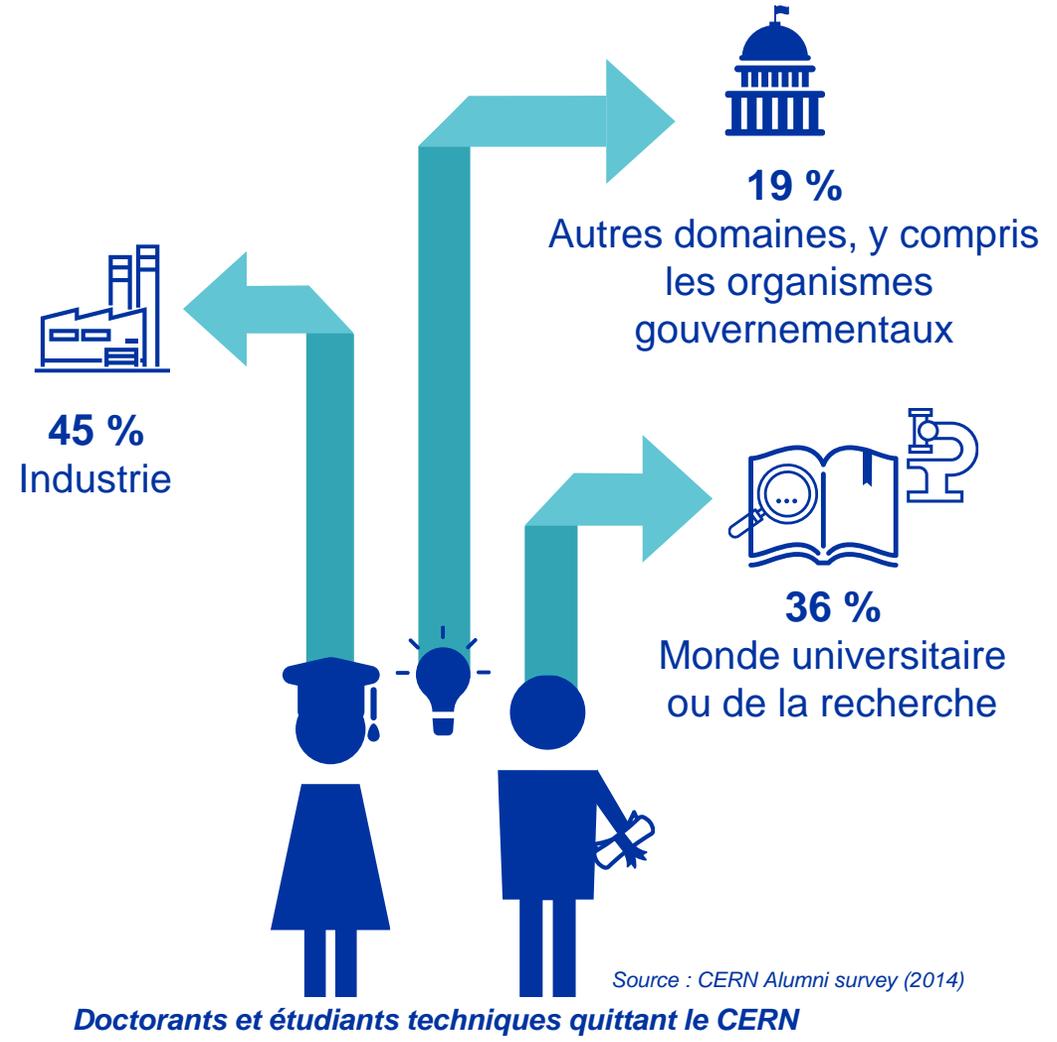
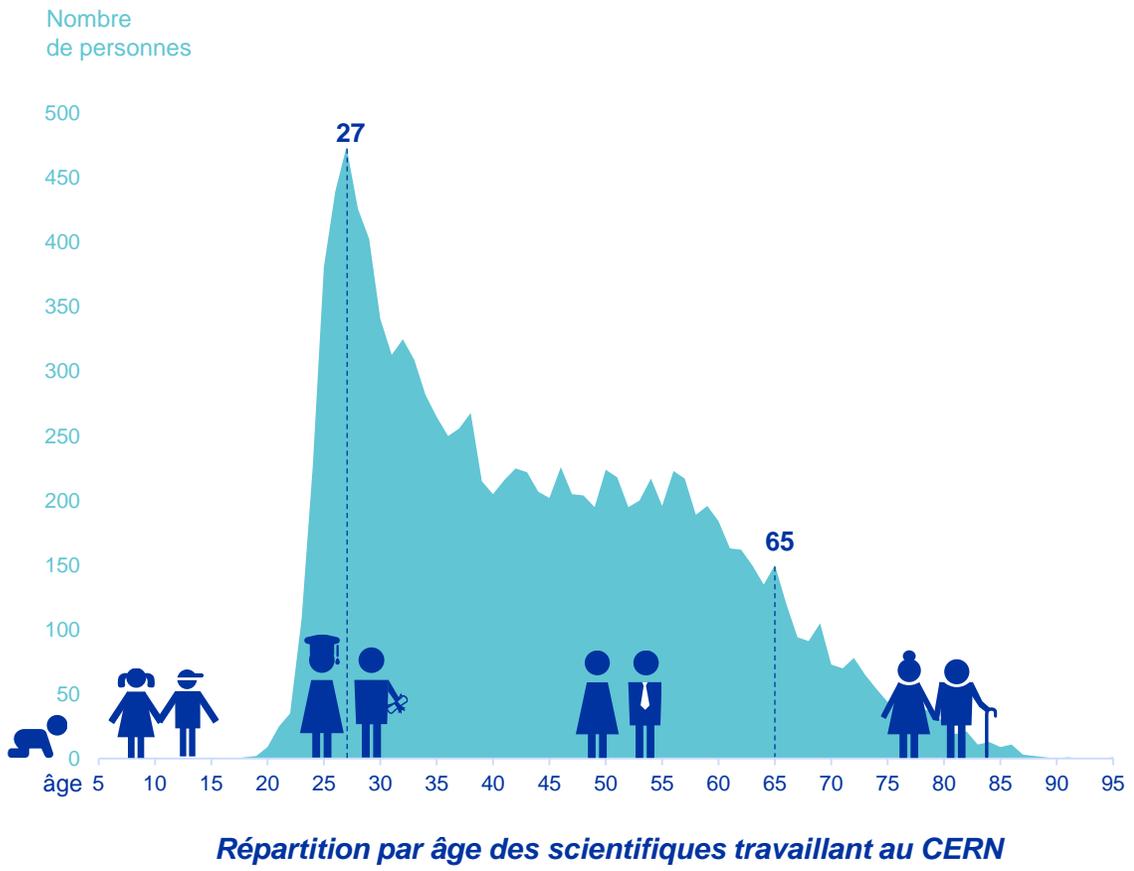


~ 800 boursiers travaillent dans la recherche et la physique appliquée, l'ingénierie et l'informatique

~ 200 doctorants et étudiants techniques en physique appliquée, ingénierie et informatique.

Le CERN organise des écoles pour les étudiants de premier et troisième cycles, dans toutes les régions.

Le CERN offre d'innombrables possibilités en termes de carrières



Chaque année, nos programmes éducatifs touchent des milliers d'enseignants et d'élèves du monde entier.



Les chiffres pour pays

- x étudiants d'été en 2019
- x enseignants dans les programmes pour enseignants depuis 1998
- x équipes ont participé au concours BL4S depuis 2014
- x jeunes ont pris part à S'Cool Lab.

Les programmes nationaux et internationaux pour les enseignants rassemblent des enseignants de plus de 40 pays

Plus de 6 000 étudiants participent aux ateliers S'Cool Lab pour réaliser des expériences pratiques de physique

Plus de 1 000 élèves proposent une expérience à réaliser au CERN dans le cadre du concours Ligne de faisceau pour les écoles (BL4S)

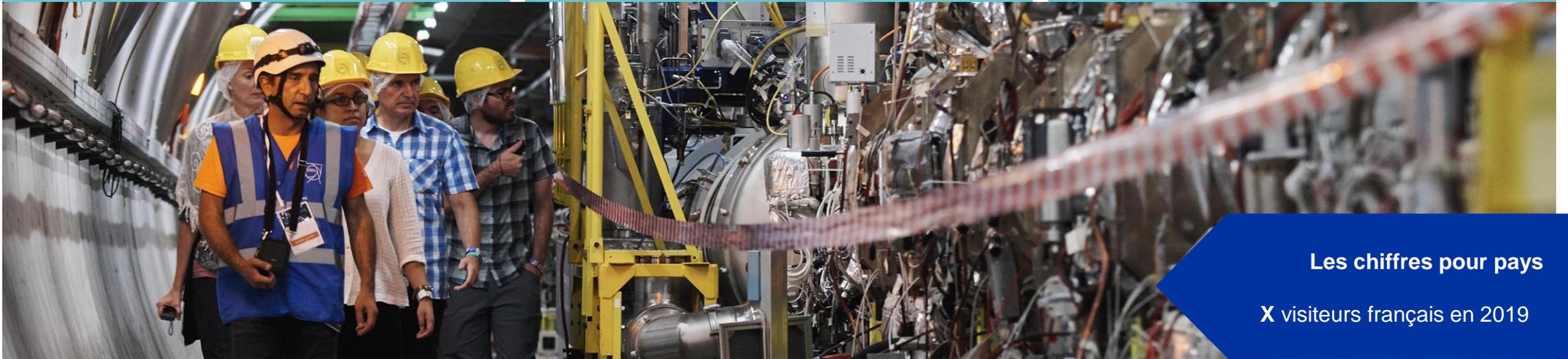
22 élèves de chaque État membre suivent des scientifiques dans leur travail dans le cadre du programme de stages pour les élèves du secondaire (HSSIP)

Le CERN attire un public venu du monde entier

En 2019, 151 000 visiteurs de 95 pays ont suivi les visites guidées du CERN (> 60 % habitent à plus de 600 km de distance).

Les expositions organisées au CERN et dans 15 pays ont attiré plus d'un million de visiteurs

Les Journées portes ouvertes pendant les longs arrêts : 2 jours en 2019, 75 000 visiteurs, 2 800 volontaires



Les chiffres pour pays



X visiteurs français en 2019

En période de pandémie de COVID-19, plusieurs activités de communication grand public et d'éducation ont été mises en ligne : présentations virtuelles par des guides du CERN destinées aux écoles et au grand public ; ressources pédagogiques ; présentations « en direct » sur les réseaux sociaux des expériences du LHC et d'autres installations.

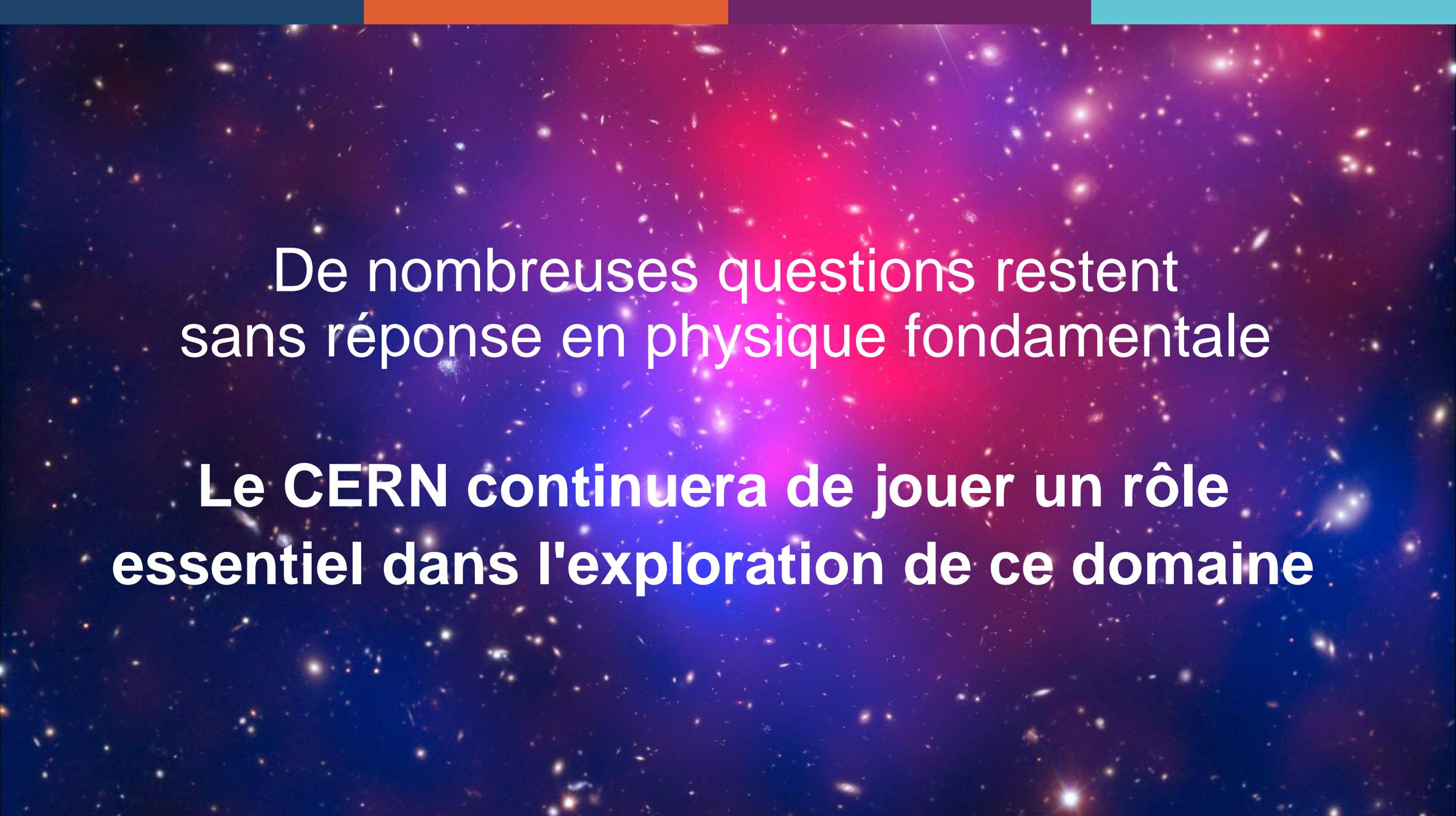
Portail de la science du CERN



Le nouveau centre d'éducation et de communication grand public du CERN, tout public dès 5 ans

Ouverture prévue
été 2023

Expositions immersives,
laboratoires pédagogiques,
événements et spectacles



De nombreuses questions restent
sans réponse en physique fondamentale

**Le CERN continuera de jouer un rôle
essentiel dans l'exploration de ce domaine**