



Bienvenue au CERN



Déroulement de la Visite

9:30 - 10:30	Conférence
10:30 - 10:40	Film sur Expérience ATLAS
10:40 - 11:00	Discussion
11:15 - 12:00	Visite Expérience ATLAS

L'Origine du CERN

- Fin des années 40: "Fuite des Cerveaux" vers les USA
- Décembre 1949: Louis de Broglie fait un appel à la Conférence Européenne pour la Culture
- 1952: Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN)
- 29.9.1954: Fondation du CERN par 12 Etats-membres: B, CH, D, DK, F, GB, GR, I, N, NL, S, YU
- 40 ha à Meyrin (CH, GE)
- Mise en chantier des deux premières accélérateurs: SC et PS



Le CERN Aujourd'hui

- 2008: 490ha F, 112ha CH



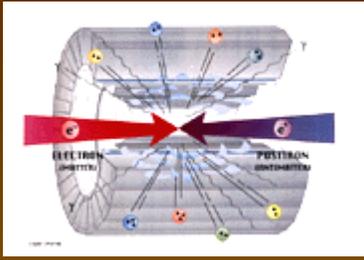
The Twenty Member States of CERN



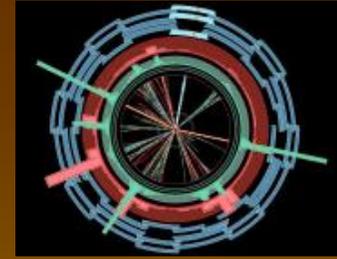
Member States (Dates of Accession)

 AUSTRIA (1959)	 DENMARK (1953)	 GREECE (1953)	 NORWAY (1953)	 SPAIN (1/1961-12/1968-1/1983)
 BELGIUM (1953)	 FINLAND (1991)	 HUNGARY (1992)	 POLAND (1991)	 SWEDEN (1953)
 BULGARIA (1999)	 FRANCE (1953)	 ITALY (1953)	 PORTUGAL (1986)	 SWITZERLAND (1953)
 CZECH FR (1993)	 GERMANY (1953)	 NETHERLANDS (1953)	 SLOVAK FR (1993)	 UNITED KINGDOM (1953)

- 2008: 20 Etats-membres: A, B, BU, CH, CK, D, DK, E, F, GB, GR, H, I, N, NL, PL, P,S, SF, SK.



Qu'est-ce que le CERN ?



- Le CERN est un laboratoire international qui met à disposition des physiciens des particules, son savoir-faire et ses installations.
- Ceux-ci sont:
 - accélérateurs de particules, qui accélèrent des particules jusqu'à presque la vitesse de la lumière
 - et des détecteurs qui rendront les particules visibles.
- Ces instruments de recherche peuvent difficilement être développés en dehors d'une organisation internationale comme le CERN

Quelques Chiffres:

■ Personnel:

- Titulaires: 2635

dont:

- 74 physiciens de recherche
- 957 physiciens / ingénieurs
- 898 techniciens
- 474 employés et administrateurs
- 233 ouvriers et gens de métier

- Autres: 443

- Boursiers: 246
- Associés scientifiques: 397

■ Visiteurs scientifiques: 6775

- répartis sur 520 instituts et universités
- appartenant à 80 nationalités

■ Cout:

- Budget annuel: 1240 M CHF
- Consommation électrique: 700GWh/année

(Situation en 2004)

La Recherche Fondamentale

- Il y a un peu plus de 200 ans, au début de l'année 1782, le physicien et philosophe allemand Christof Lichtenberg écrivait dans son journal:
« Inventer un remède infaillible contre le mal de dents, qui le ferait disparaître en un instant, aurait autant - sinon plus - de valeur que la découverte d'une nouvelle planète... mais je ne conçois pas de commencer le journal de cette année avec autre un sujet que l'annonce de l'existence de la nouvelle planète. »

Fait reference a la découverte d'Uranus en 1781.

La Recherche Fondamentale

- La science fondamentale apporte des résultats d'intérêt général qui n'ont normalement pas de retombées économiques à court terme.
- La science spécifique et appliquée est fondée à la base sur les trouvailles de la science fondamentale.
- Carlo Rubia: « There is nothing more useful than useless research »

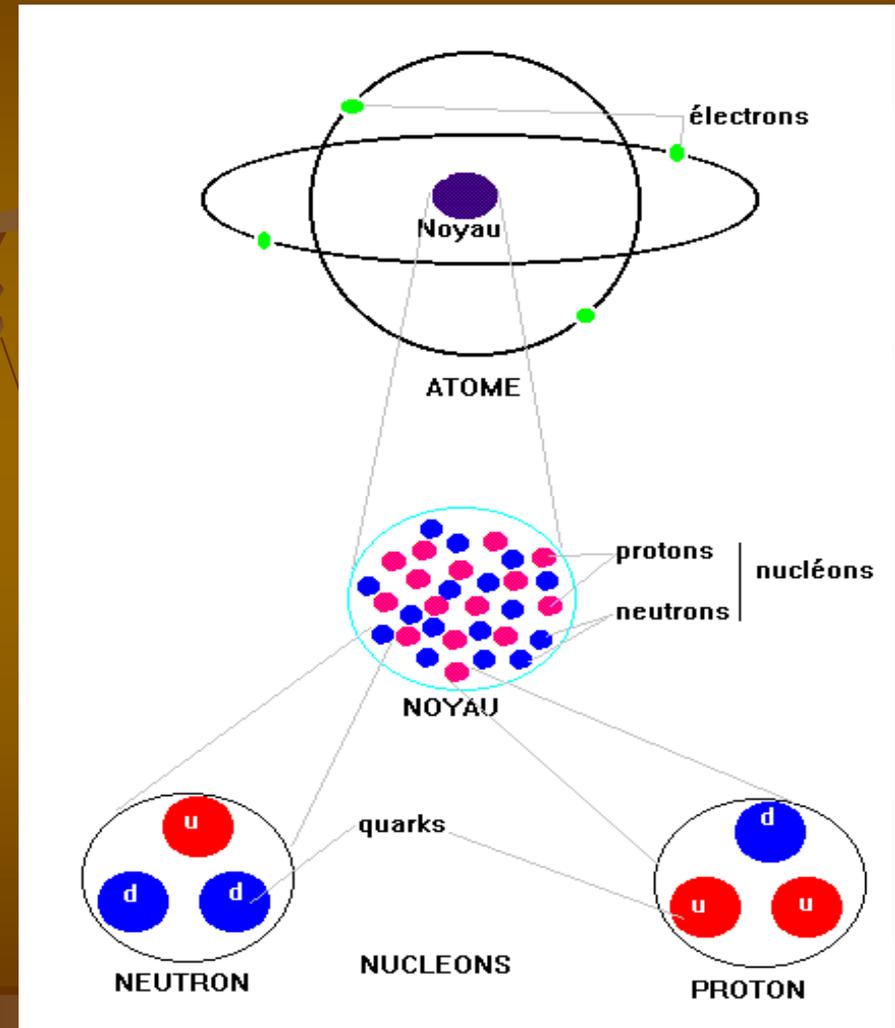
Les Objectifs Scientifiques

Le CERN est un laboratoire où les scientifiques viennent explorer les constituants de la matière et les forces qui assurent sa cohésion.

Le CERN existe avant tout pour fournir aux physiciens les outils dont ils ont besoin: des accélérateurs, pour porter les particules jusqu'à une vitesse proche de celle de la lumière, et des détecteurs pour observer ces particules.

Physique des Particules

- Deux types:
 - Quarks
 - 6 espèces: $u, d, s, c, b + t$
 - Leptons
 - 6 espèces: $e, \nu, \mu, \nu, \tau, \nu$
- +12 anti-particules
 - 6 Anti-Quarks
 - 6 Anti-Leptons



Quatre interactions (Forces)

- **Gravitation:**
 - cohésion du système solaire
 - une masse attire une autre masse
- **Interaction électromagnétique:**
 - cohésion des atomes
 - électricité, magnétisme, chimie
- **Interaction nucléaire forte:**
 - cohésion du noyau
 - centrales nucléaires à fission
- **Interaction nucléaire faible:**
 - désintégration du neutron



Le "modèle standard"

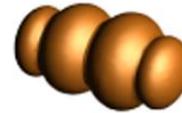
Leptons

Electric Charge

Tau		-1	0		Tau Neutrino
Muon		-1	0		Muon Neutrino
Electron		-1	0		Electron Neutrino

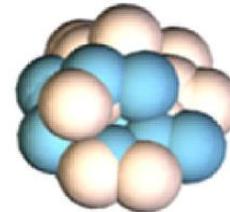
Strong

Gluons (8)



Quarks

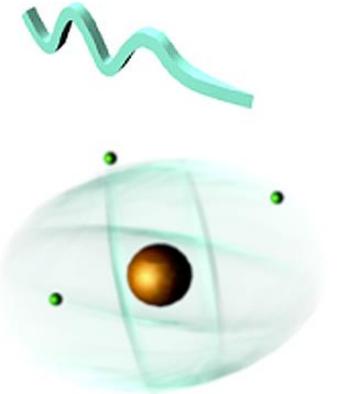
Mesons
Baryons



Nuclei

Electromagnetic

Photon



Atoms
Light
Chemistry
Electronics

Quarks

Electric Charge

Bottom		-1/3	2/3		Top
Strange		-1/3	2/3		Charm
Down		-1/3	2/3		Up

each quark: *R*, *B*, *G* 3 colours

Gravitational

Graviton ?



Solar system
Galaxies
Black holes

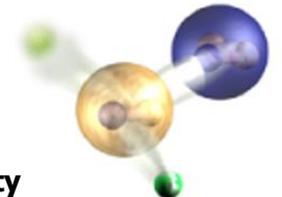


Weak

Bosons (W,Z)



Neutron decay
Beta radioactivity
Neutrino interactions
Burning of the sun

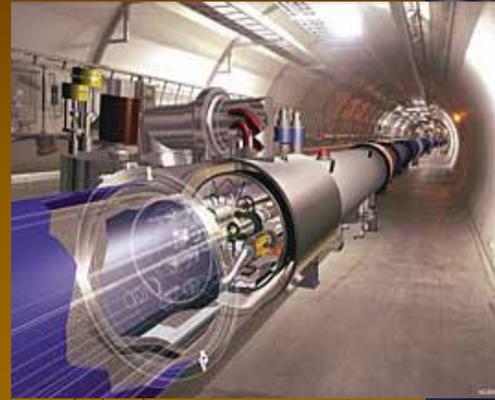


Comment étudier les particules ?

Les particules sont extrêmement petites, et pour les voir il faut des outils spéciaux.

1. Un accélérateur est une machine qui accélère les particules à des très hauts niveaux d'énergie, avant de les faire collisionner avec d'autres particules.
2. Des détecteurs, sont des appareils (souvent très grands) qui permettent d'étudier les collisions. Le détecteur mesure (détecte), si possible, toutes les particules qui sortent d'une collision.

Les outils



Ordinateurs



29. March 2008

F. Hahn / CERN PH DT1

Accélérateurs (1)

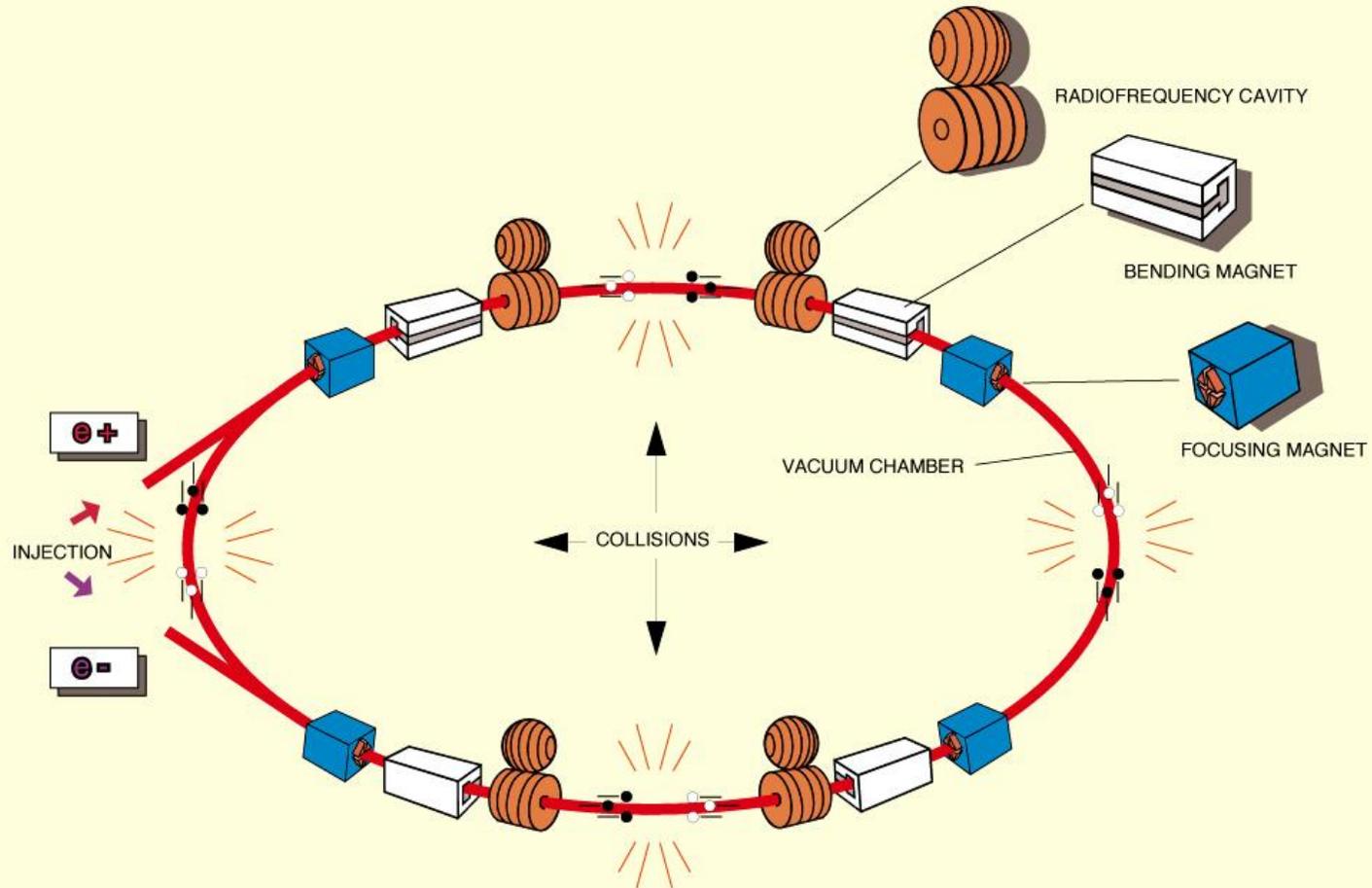


Composantes Principales:

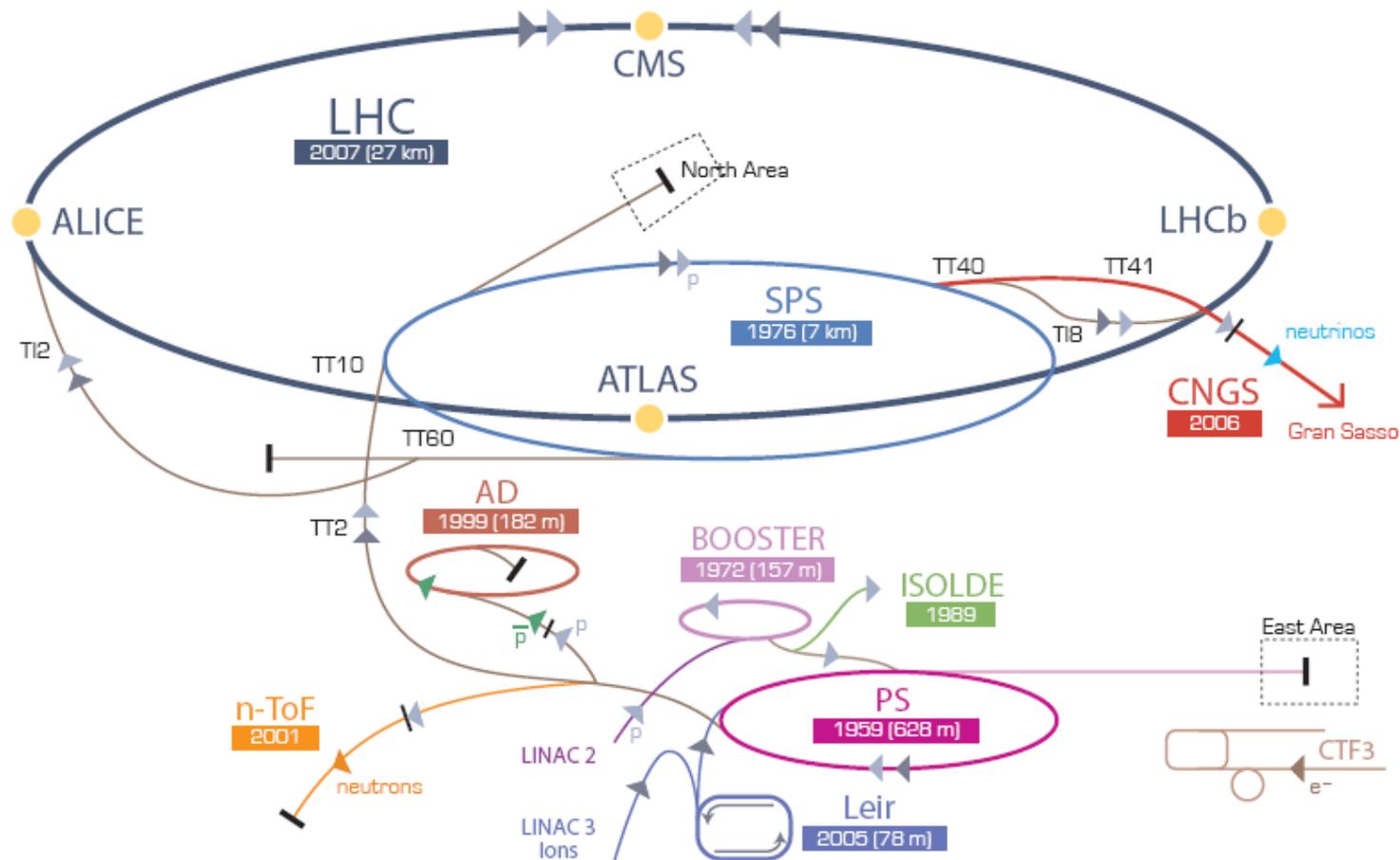
- Un tube à vide
- Cavités de Radio Fréquence qui produisent des pulses de champs électrique qui accélèrent les particules
- Aimants:
 - Aimants dipôles pour dévier les faisceaux de particules sur un orbite circulaire.
 - Aimants quadripôles pour focaliser le faisceau de particules (comme une lentille)

Accélérateurs

THE PRINCIPAL MACHINE COMPONENTS OF THE LEP ACCELERATOR.



Les Accélérateurs du CERN



▶ p (proton) ▶ ion ▶ neutrons ▶ \bar{p} (antiproton) ↔ proton/antiproton conversion ▶ neutrinos ▶ electron

LHC Large Hadron Collider SPS Super Proton Synchrotron PS Proton Synchrotron

AD Antiproton Decelerator CTF3 Clic Test Facility CNGS Cern Neutrinos to Gran Sasso ISOLDE Isotope Separator OnLine DEvice

LEIR Low Energy Ion Ring LINAC LINear ACcelerator n-ToF Neutrons Time Of Flight

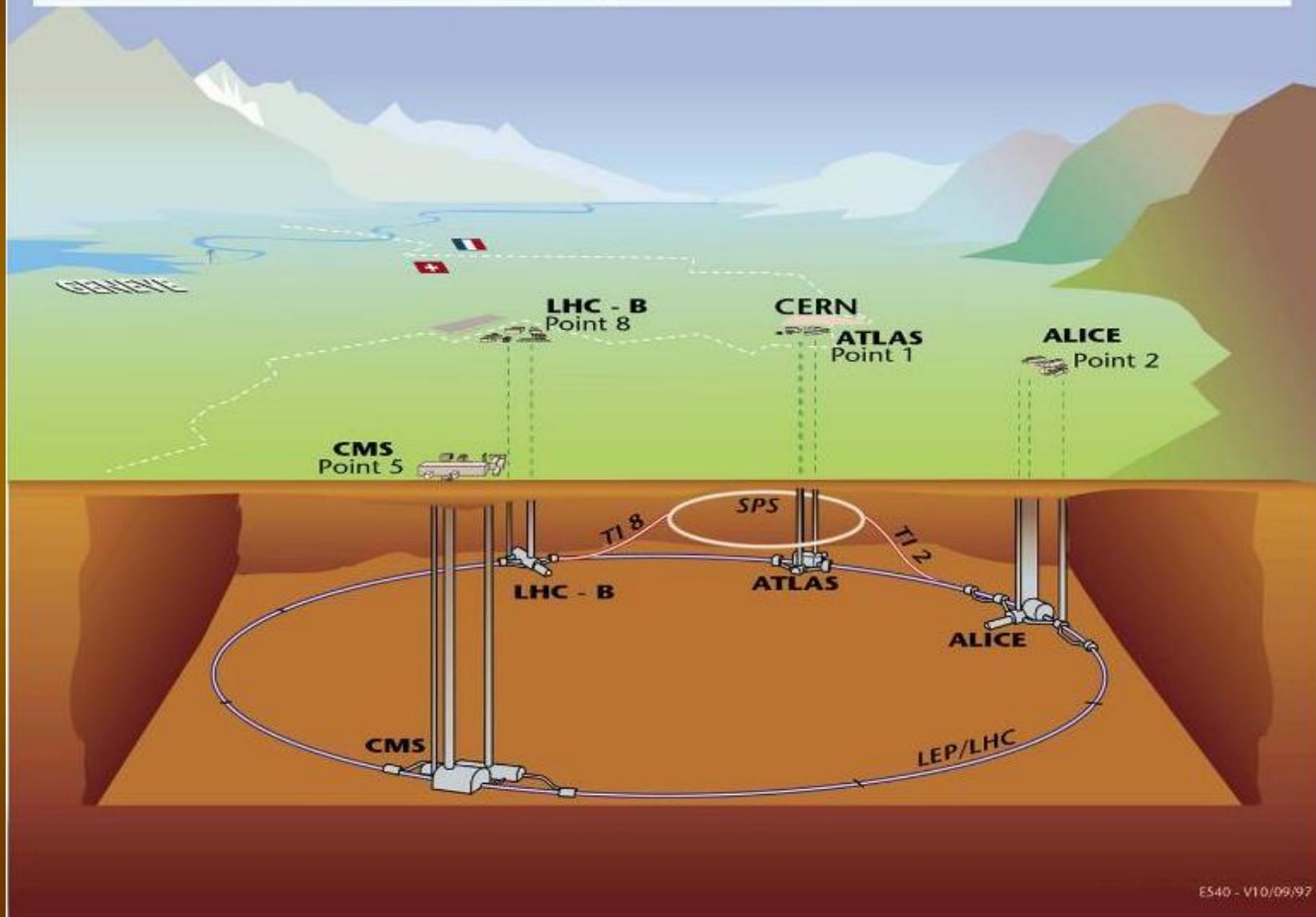


29. March 2008

CERN LHC, to be finished in 2008

LHC is the biggest particle accelerator ever built.

Overall view of the LHC experiments.



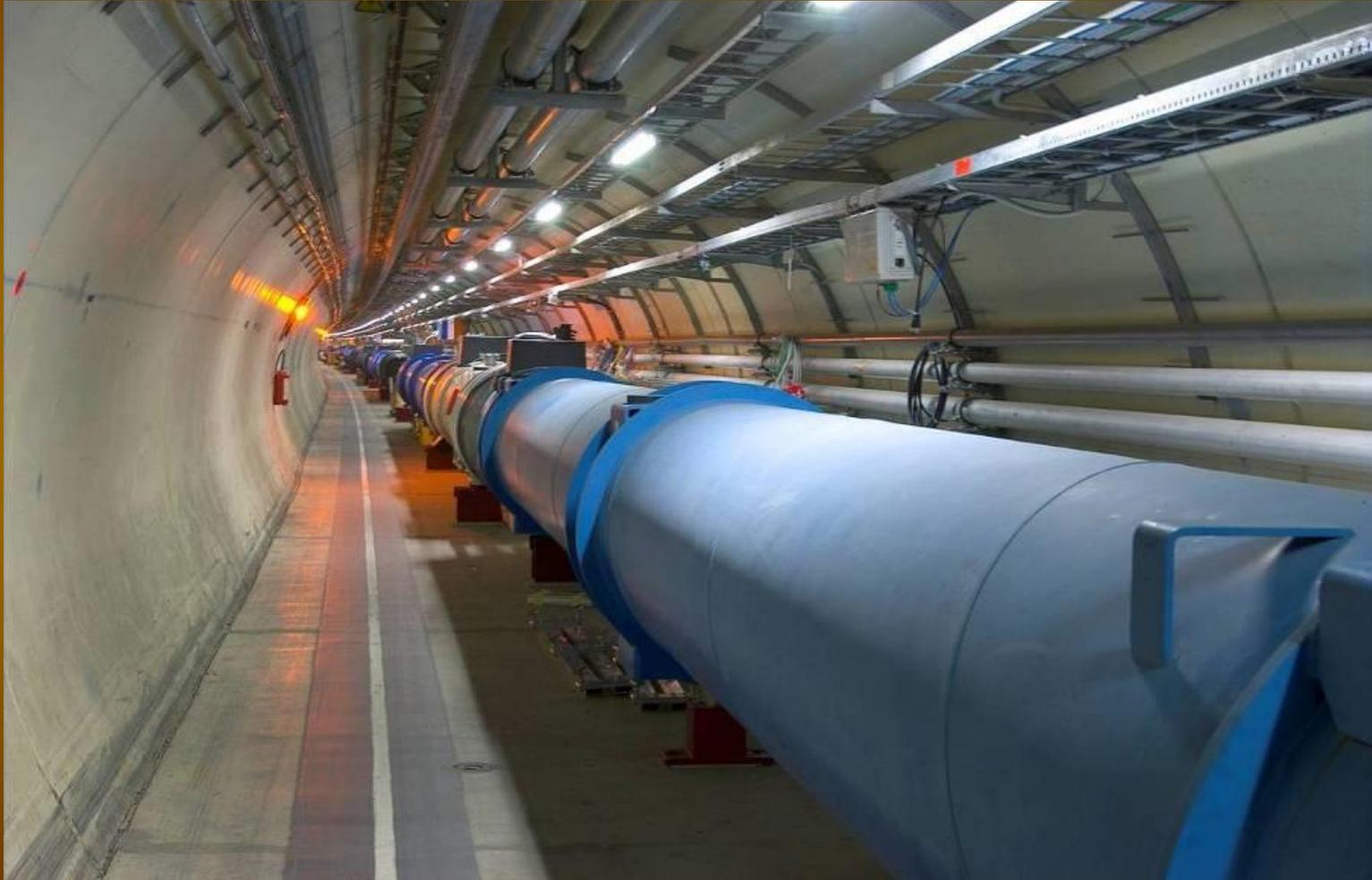
LHC magnet installation

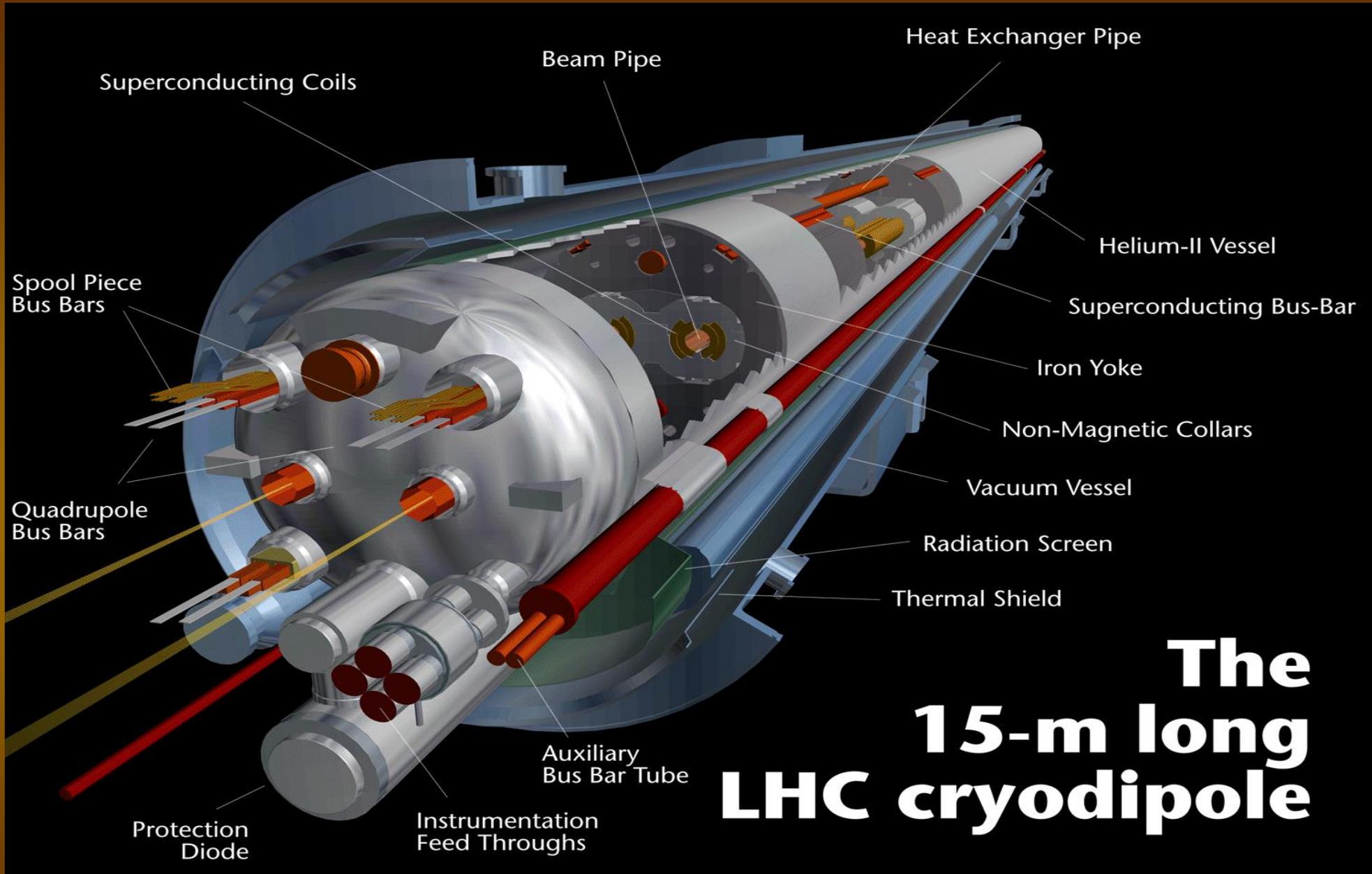


LHC magnet installation



LHC magnet installation

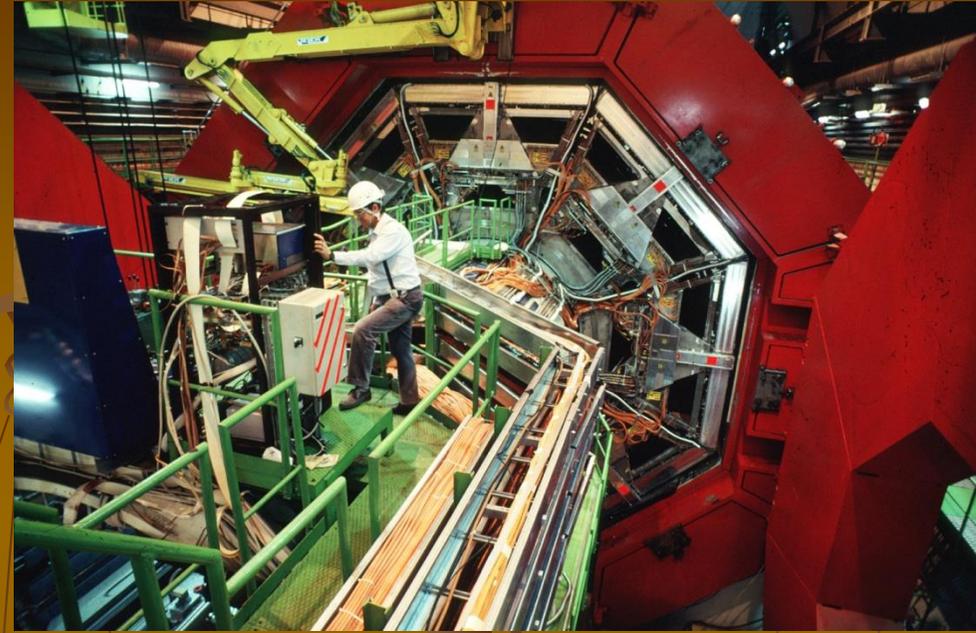




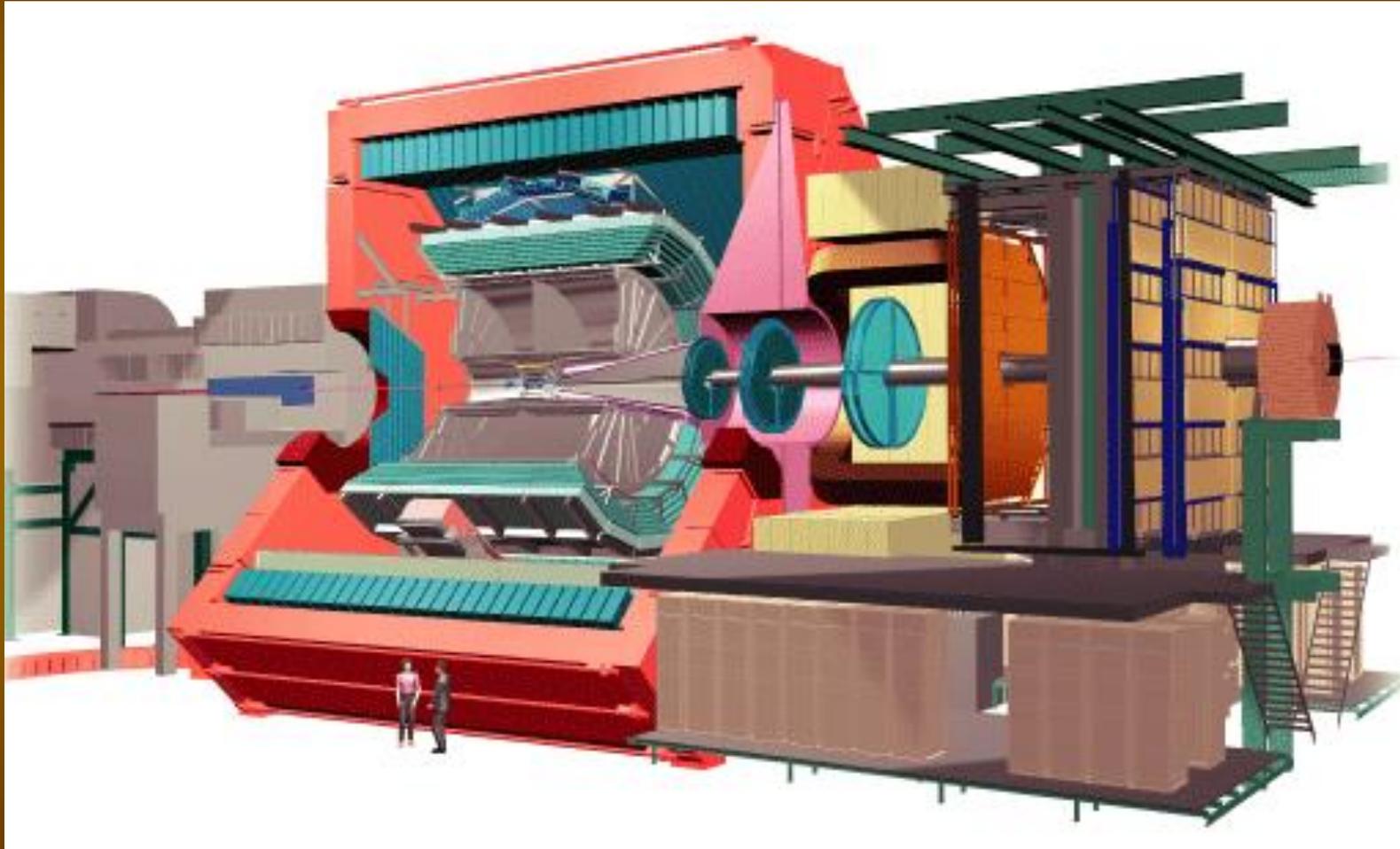
Détecteurs

- Basés sur le principe de l'interaction entre les particules et la matière
- Construits en plusieurs couches qui mesurent différentes caractéristiques des particules:
 - Trajectoire des particules
 - Energies
 - Vitesse, masse, etc.

Détecteurs

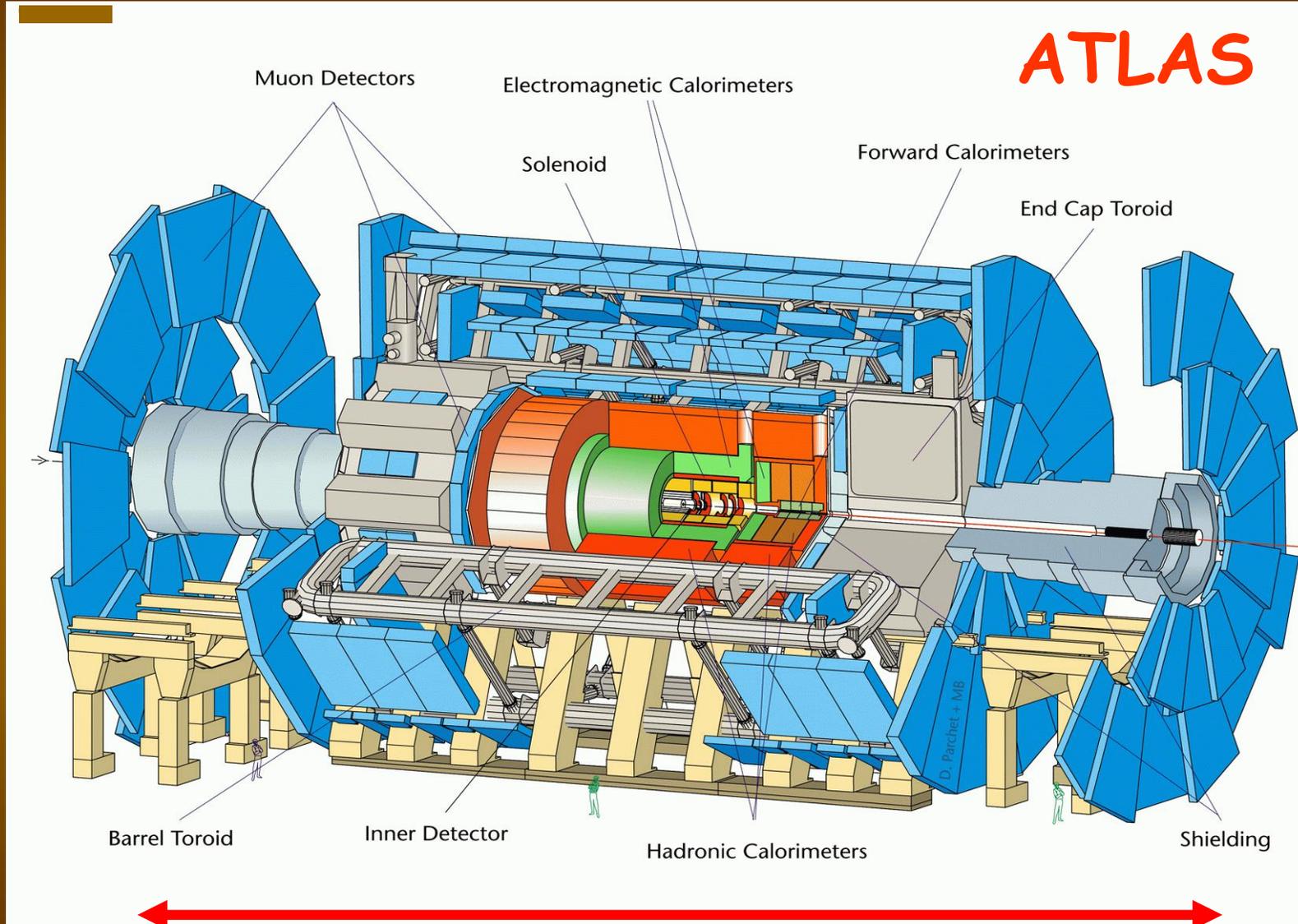


ALICE Detector



Here is one of them:

A Toroidal LHC Apparatus



ATLAS



How these collaborations work? Where they get money?

The ATLAS Collaboration includes about 1850 physicists and engineers from 175 institutes in 34 countries. CMS has a similar list of participants often from the same countries, but not completely overlapping.



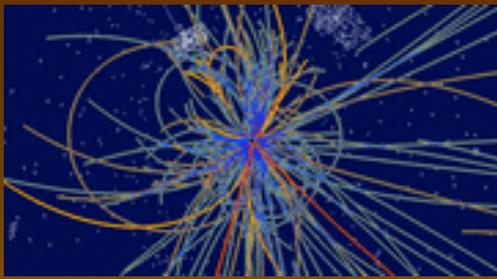
Each institute has specific responsibilities as formalized in a Memorandum of Understanding.

Financial support comes from the funding agencies of individual participating states.

Ordinateurs

- Calculs théoriques
- Contrôle des accélérateurs
- Contrôle des détecteurs
- Dépouillement des données





Data Recording and Analysis

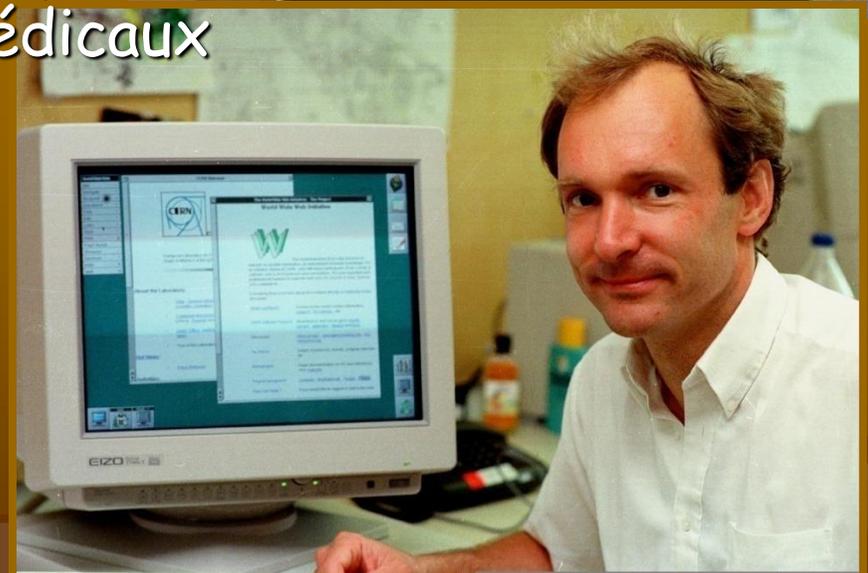


Example: ATLAS

- Expected raw data written to tape:
 - 200 events/sec = 320Mbytes/sec (equivalent to 1 HD of a modern PC full every 3 min. , so approx. 500 HD's per day.
- Data Analysis will be world Wide (GRID)
 - Data will be exported from CERN to 10 computing centres with a rate of 10 Gbytes/sec. After processing data are distributed to 50 collaborating institutes.

Utilité du CERN

- Recherche fondamentale
- Avancée technologique
- Exemples
 - supraconductivité
 - rayonnement synchrotron
 - accélérateurs et détecteurs médicaux
 - systèmes de contrôle,
 - superordinateurs
- Nouvelles idées:
 - W W W
 - Amplificateur d'énergie



Spare Sheets



Comment étudier le « Tout Petit »

- Méthode classique:
 - Démonteur avec un tournevis
 - Regarder avec un microscope, etc.

Mais on n'arrivera pas très loin...



On pourrait essayer avec des Collisions

- On arrive à regarder à l'intérieur, mais pas vraiment très loin.
- L'énergie est peut-être insuffisante ?
- ... il faut mieux commencer avec des objets plus simple.



At the LHC:

The collision point is "watched" by surrounding detector.

Some particles just escaped from the collision zone, the next collision threatens.

The detector should:

- have large coverage (catch most particles)
- be precise
- be fast (and cheap and ...)

Each meeting of two bunches results in about 23 proton-proton collisions. The mean number of particles born in all these collisions is about 1500. The detector should record as many of them as possible.

Each proton carries energy 7 TeV.

So each bunch with 10^{11} protons carries energy $10^{11} \times 7 \times 10^{12} \text{ eV} = 7 \times 10^{23} \text{ eV} = 44 \text{ kJ}$.

This is a macroscopic energy!!!

In order to reach such kinetic energy on a bike, you go with a speed of more than 30 km/h!

So boring to paint 10^{11} protons in each bunch ...