

Particle Physics MasterClass

Et au CPPM ?

15/03/2010
Lycée Marcel Pagnol

Projets en cours au CPPM

Cosmologie observationnelle

Astroparticules

Physique auprès d'accélérateurs

Valorisation

- Imagerie biomédicale
- Grille de calcul

Projets en cours au CPPM

Cosmologie observationnelle

Astroparticules

Physique auprès d'accélérateurs

Valorisation

- Imagerie biomédicale
- Grille de calcul

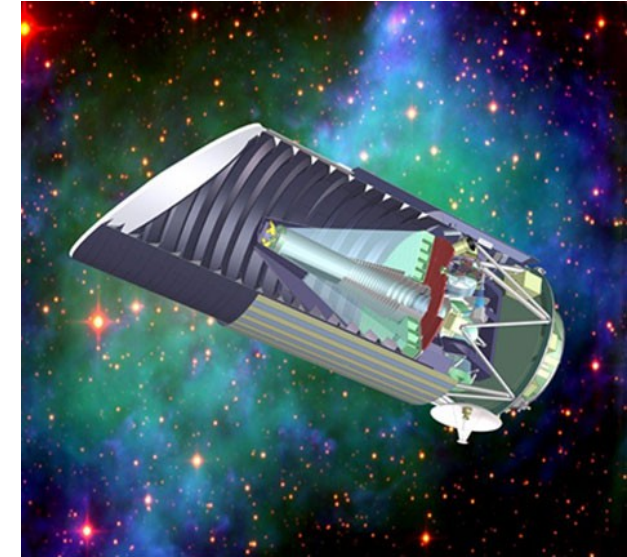
Renoir : Recherche Energie NOIRe

Observation de supernovæ lointaines

- télescopes au sol (actuellement)
- mission spatiale (futur)



Télescope CFHT (Hawaï)



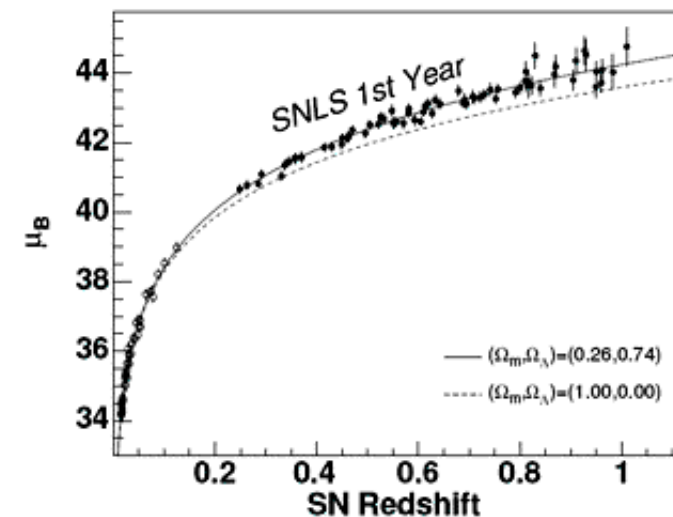
Projet d'observatoire JDEM

Mesure de l'expansion de l'univers

- caractérisation de l'énergie noire

Énergie noire :

- force de **nature inconnue**
- **~ 96%** de l'énergie de l'Univers



Renoir : réalisation



© Camille Moirenc

Élément optique du spectrographe de SNAP, SuperNova Acceleration Probe

Projets en cours au CPPM

Cosmologie observationnelle

Astroparticules

Physique auprès d'accélérateurs

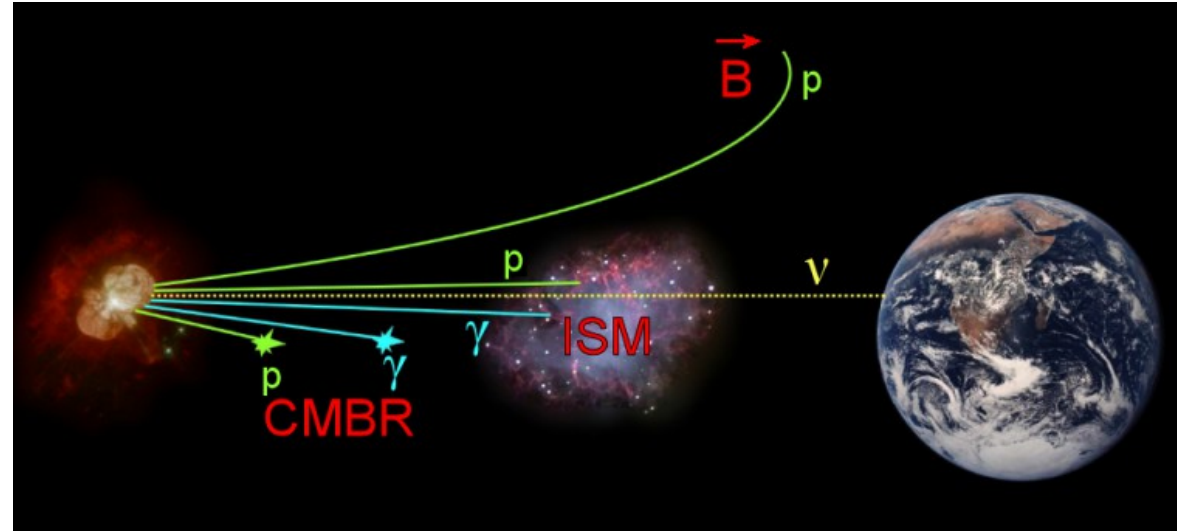
Valorisation

- Imagerie biomédicale
- Grille de calcul

ANTARES : Astronomie avec des neutrinos

Les neutrinos cosmiques de haute énergie:

- nouvelle façon d'observer le ciel
- interagissent très peu
 - traversent l'univers sans encombre
 - difficiles à détecter



Les messagers en astronomie

Un télescope sous-marin :

- à 2400 m de fond
- au large de Toulon
- 12 lignes
- $\sim 0,1 \text{ km}^2$
- neutrinos montant

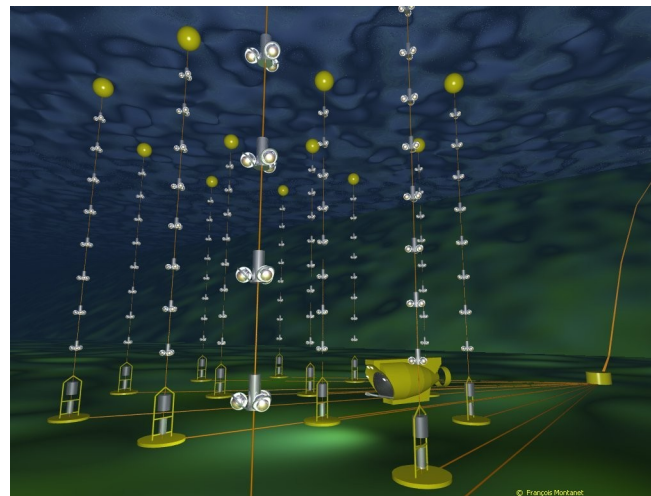
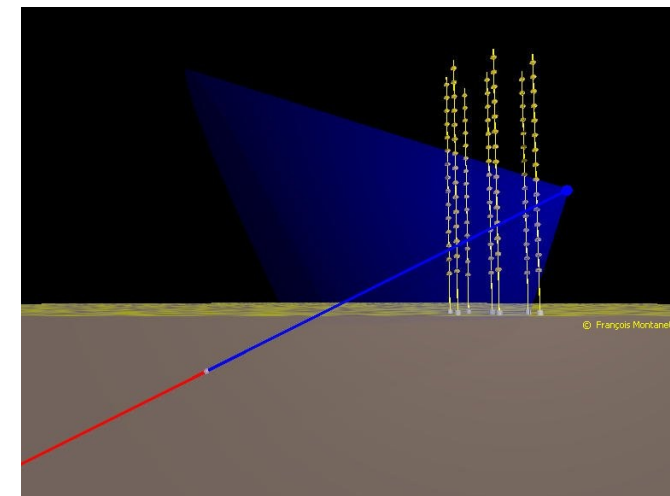


Schéma du détecteur ANTARES



Détection d'un neutrino montant

Futur : Meust

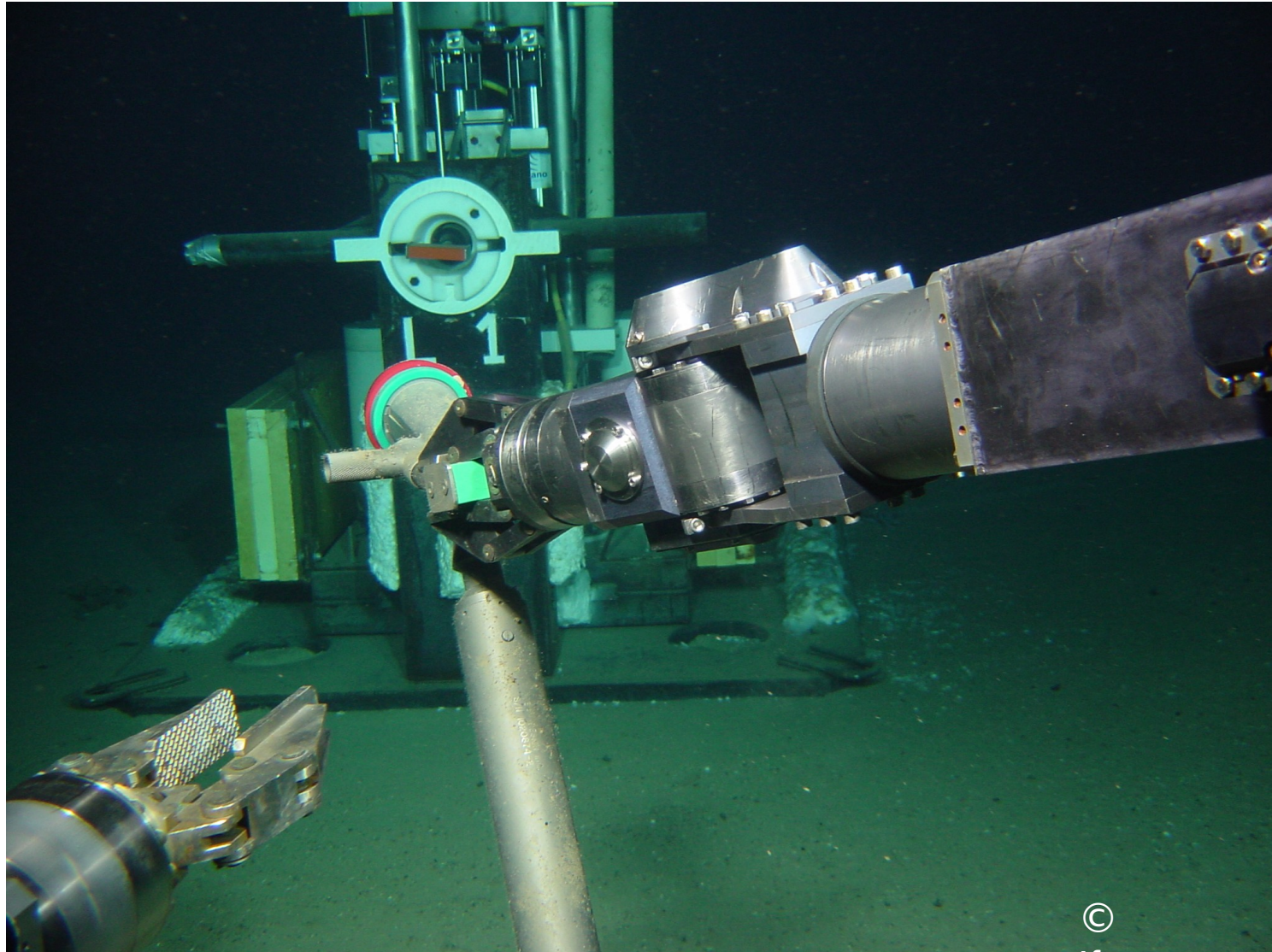
- 1 km^3

Antares : immersion d'une ligne de détection



© Cea / L. Fabre

Antares : connexion d'une ligne de détection



©

Projets en cours au CPPM

Cosmologie observationnelle

Astroparticules

Physique auprès d'accélérateurs

Valorisation

- Imagerie biomédicale
- Grille de calcul

Physique auprès d'accélérateurs

TEVATRON (D0)

LHC (ATLAS & LHCb)

HERA (H1)



Les accélérateurs de haute énergie dans le monde

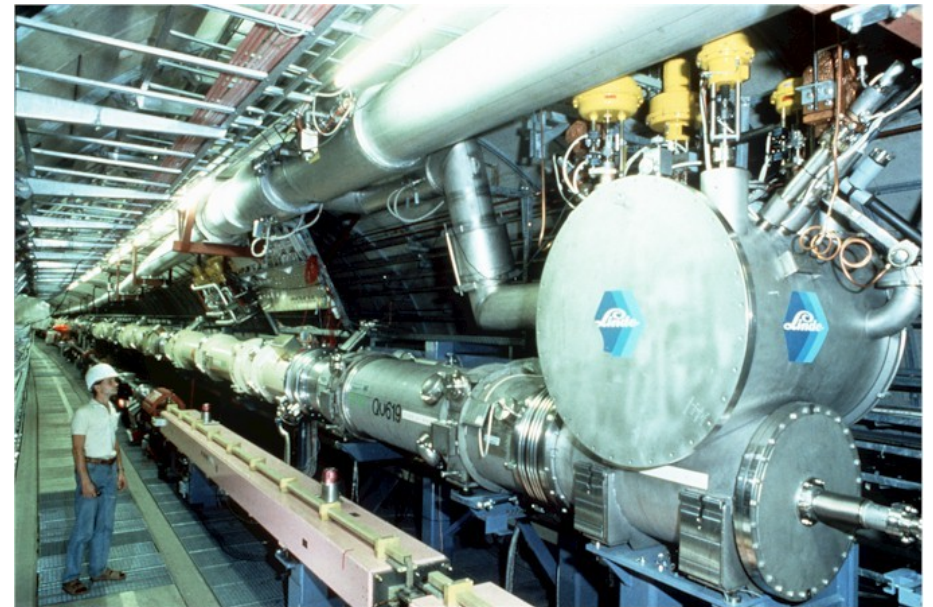
Physique auprès d'accélérateurs : HERA

HERA (Desy à Hambourg, Allemagne)

- collisionneur électron/proton (démantelé en 2007)
- $E = 0.03 \text{ TeV}$ (électron) + 1 TeV (proton)
- 1992-2007 (analyses en cours de finalisation)
- expérience H1 :
 - étude de la structure fine du proton



Vue aérienne du complexe de Desy



Dans le tunnel de HERA

Physique auprès d'accélérateurs : le Tevatron

Tevatron (Fermilab à Chicago, USA)

- collisionneur proton/anti-proton
- $E = 1 \text{ TeV}$ / faisceau
- 1987-2011
- expérience D0 :
 - découverte du quark top (1995)
 - recherche du boson de Higgs



Vue aérienne du complexe de Fermilab



Détecteur D0 en construction



La collaboration D0 (2001)

Physique auprès d'accélérateurs : le LHC

LHC : Large Hadron Collider

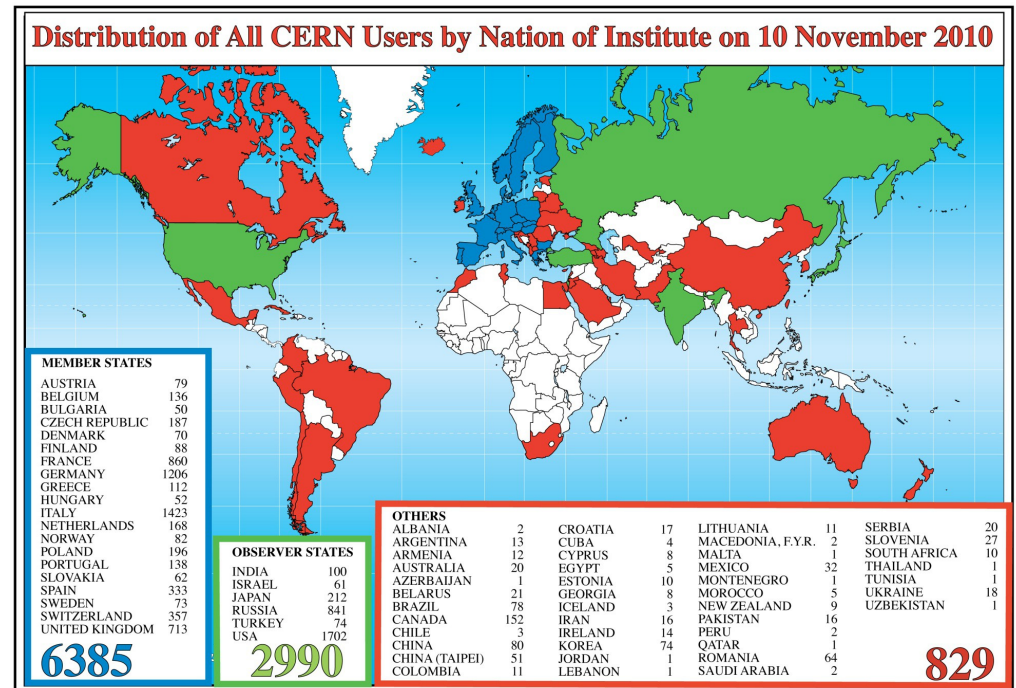


Vue aérienne du LHC

Le LHC, un projet du CERN

Le CERN

- laboratoire européen pour la physique des particules
 - créé en 1955
 - comprend 20 états membres
 - emploie ~3000 personnes
 - accueille régulièrement ~10000 scientifiques
- 500 instituts
- 80 pays



Le LHC : faisceaux et expériences

Infrastructure

- 27 km de circonférence
- 100 m sous terre

2 faisceaux de protons

- faisceaux de très haute intensité
 - 160 millions de collisions/s
- protons de haute énergie
 - 7 TeV
- 350 MJoules / faisceau

4 points de collisions : 4 expériences

- ALICE
- ATLAS
- CMS
- LHCb

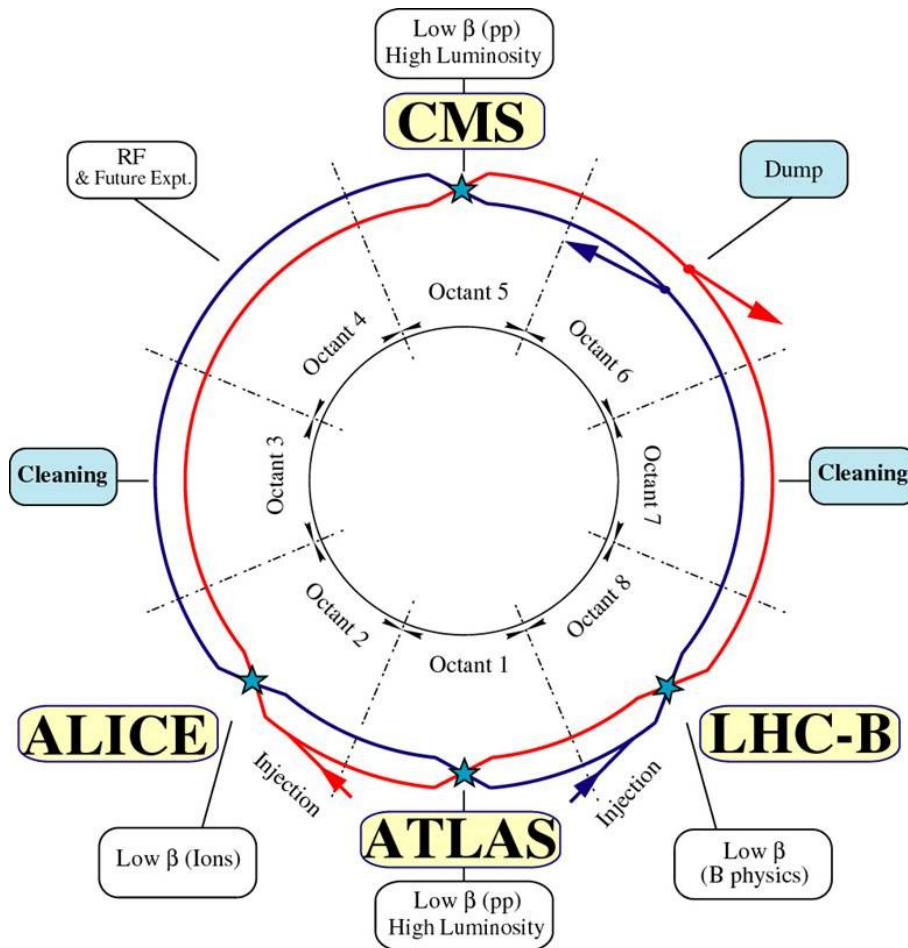
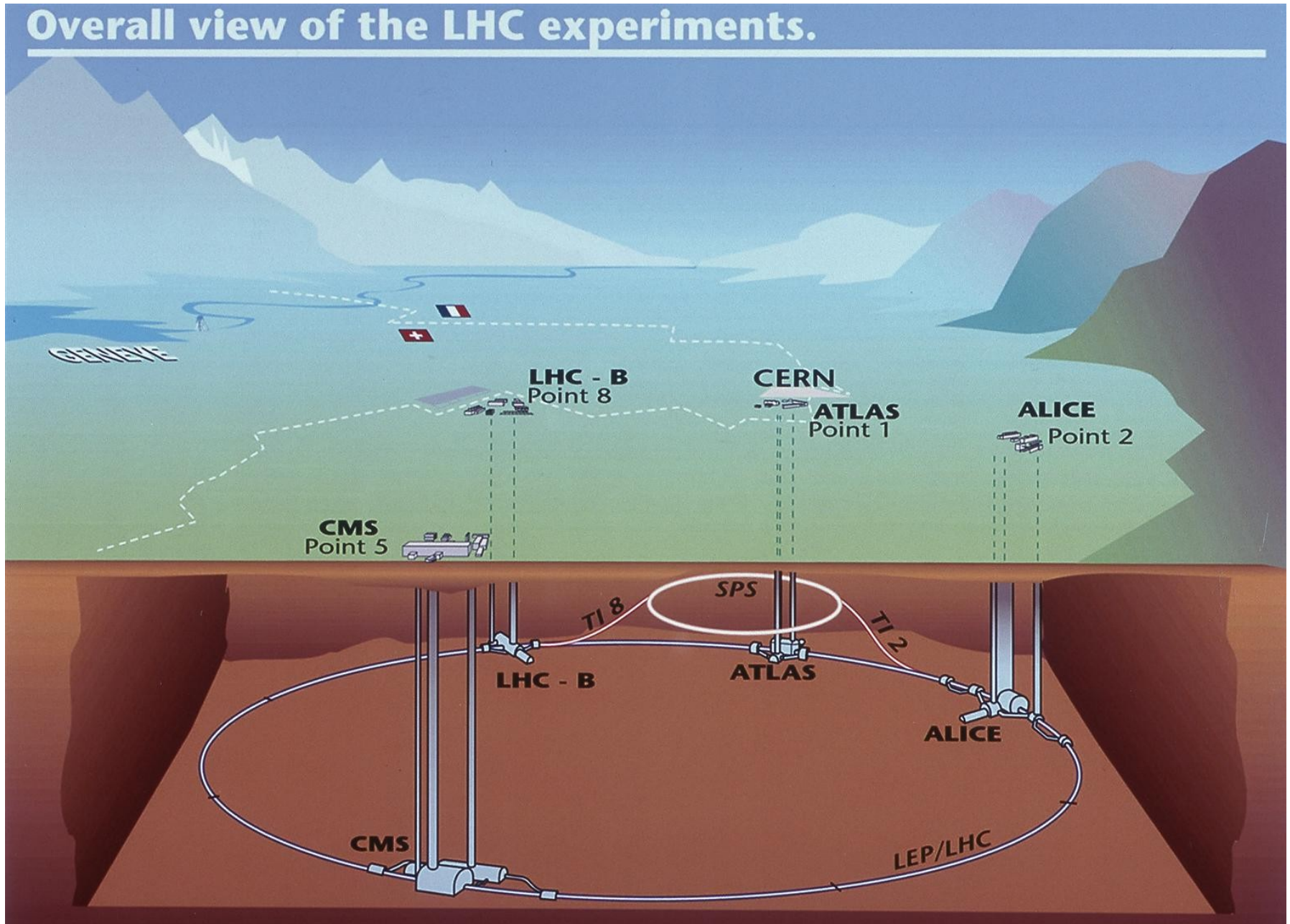


Schéma des faisceaux de protons du LHC et des points d'interactions

Le LHC



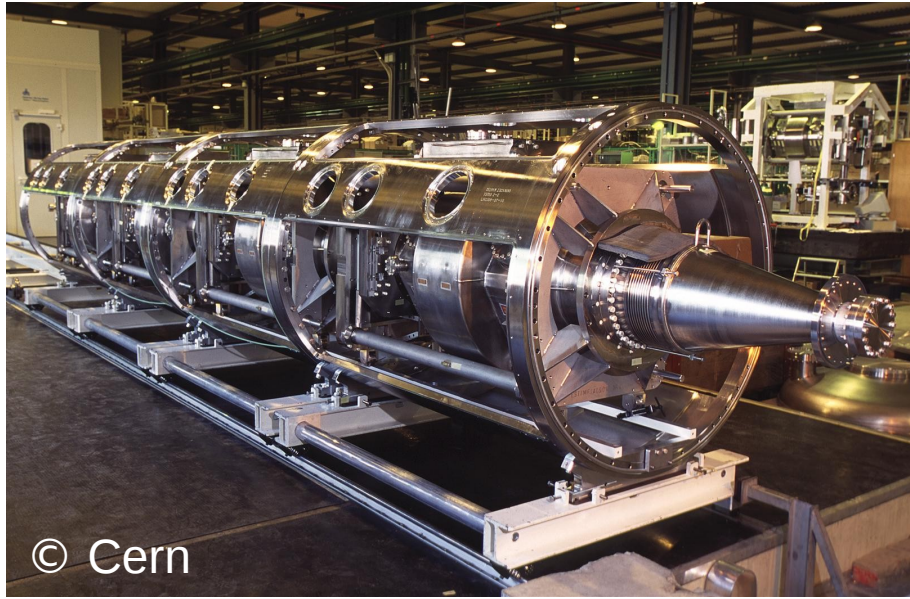
Installations souterraines du LHC



© Cern

A l'intérieur du tunnel du LHC

Le LHC



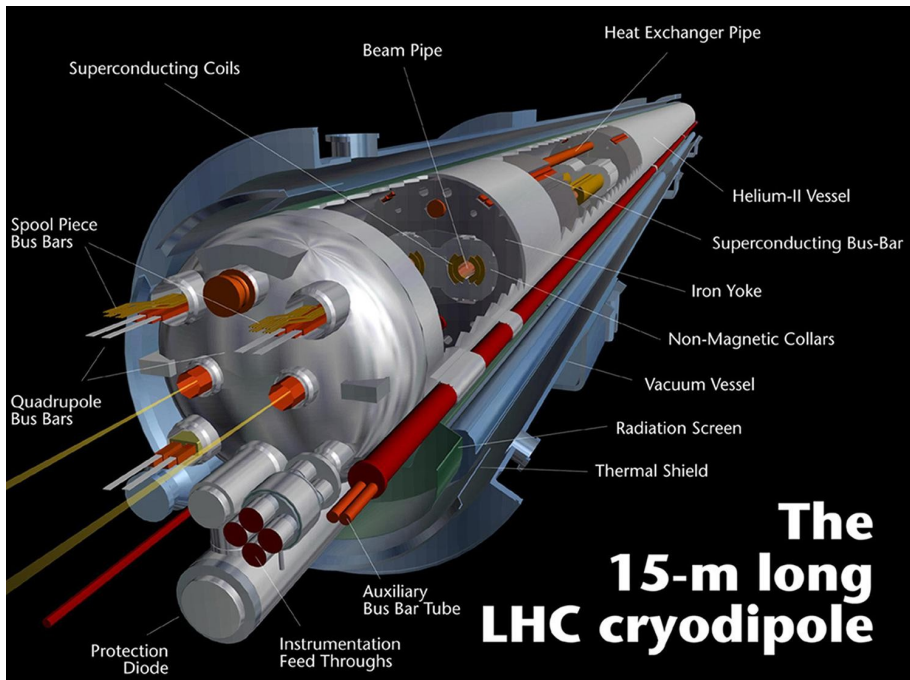
27 km

9532 aimants

1232 dipôles @ 1,9K

392 quadripôles principaux

16 cavités accélératrices



2800 paquets de protons par faisceau

10^{11} protons par paquets

12245 tours par secondes

Dipôle du LHC

Le LHC

1984 : 1^{ères} idées, début de la R&D

1994 : lancement du projet

2002 : début de l'installation

2008 :

- 10 septembre : démarrage :
 - premiers faisceaux circulent
- 19 septembre : incident majeur !!

2009 :

- octobre :
 - premières collisions de protons dans le LHC

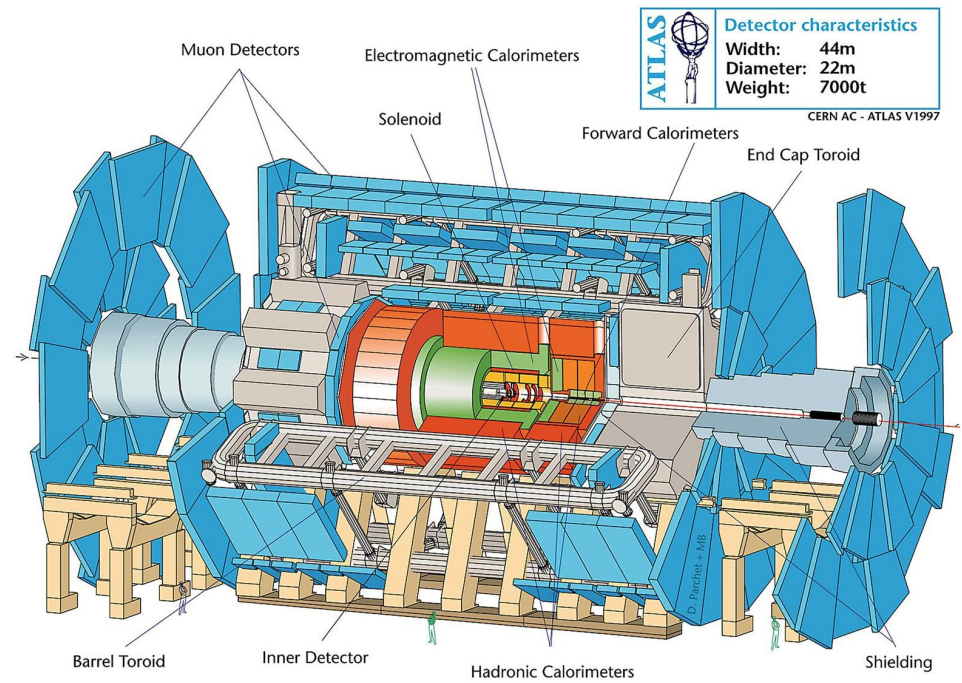
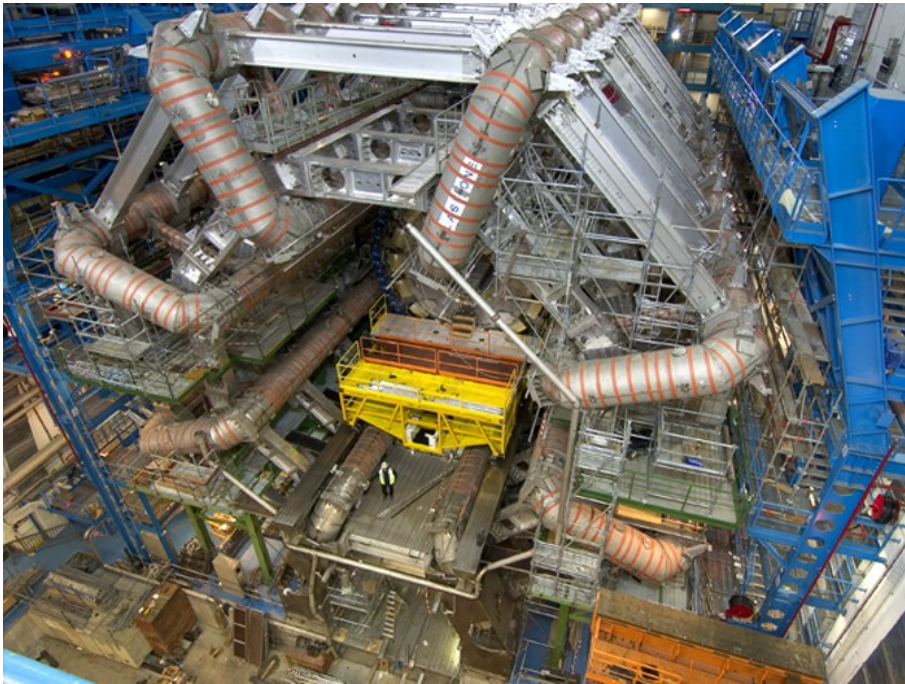
2010 :

- mars :
 - premières collisions à très hautes énergies

Physique auprès d'accélérateurs : ATLAS au LHC

ATLAS : détecteur généraliste

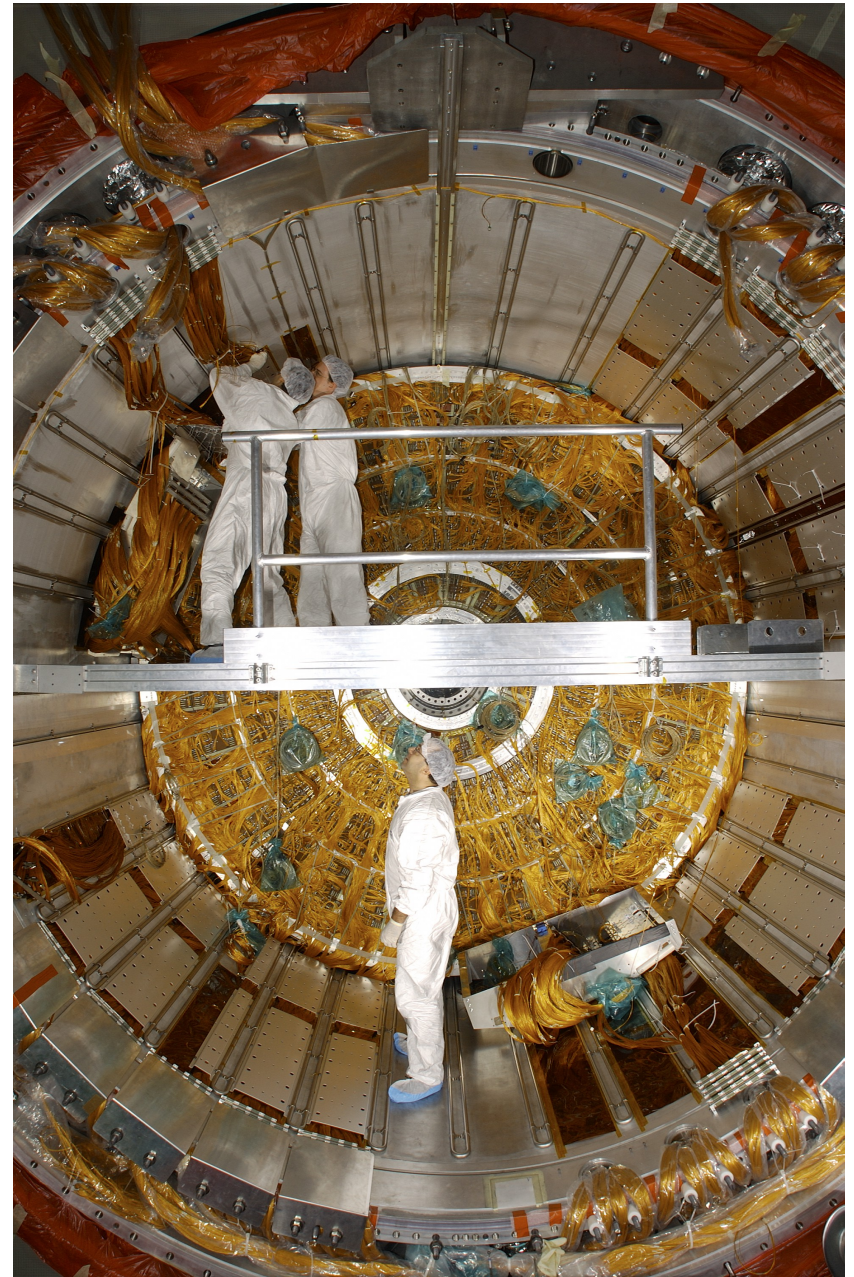
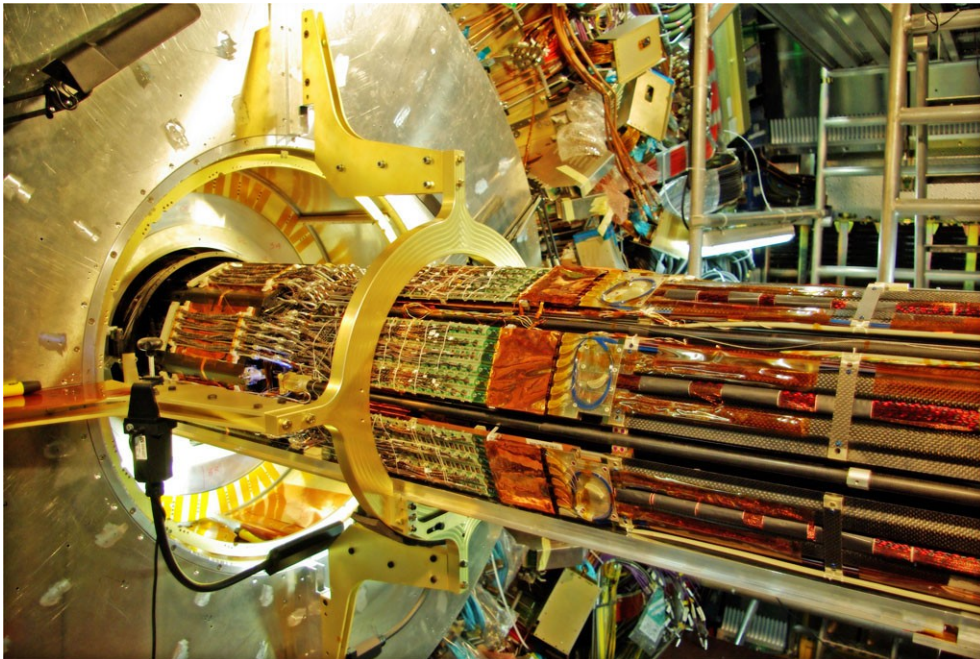
- recherche du boson de Higgs
- recherche directe de nouvelles particules



Physique auprès d'accélérateurs : ATLAS au LHC

Au CPPM :

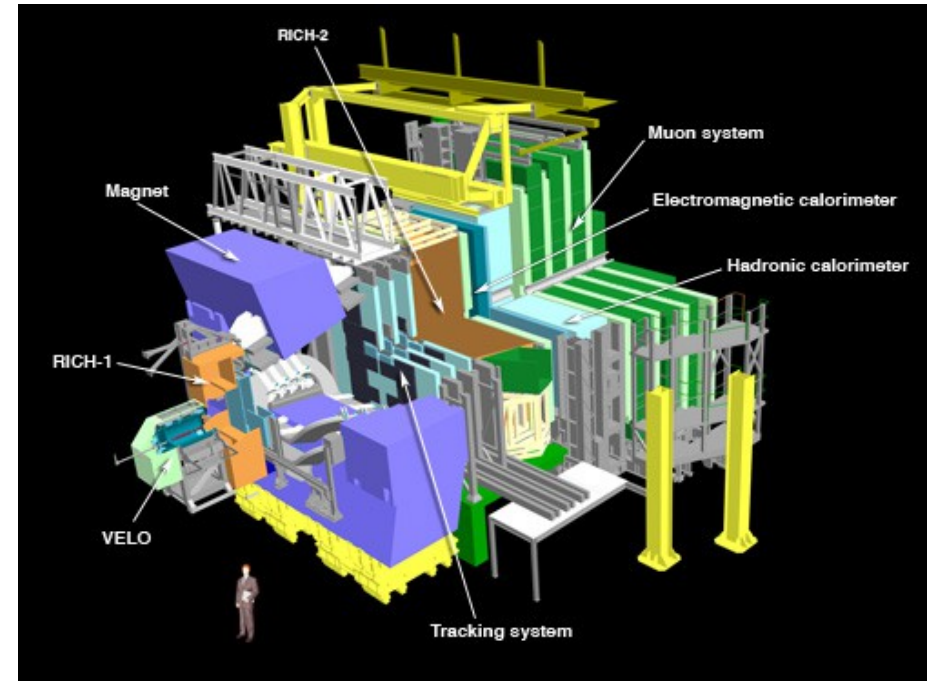
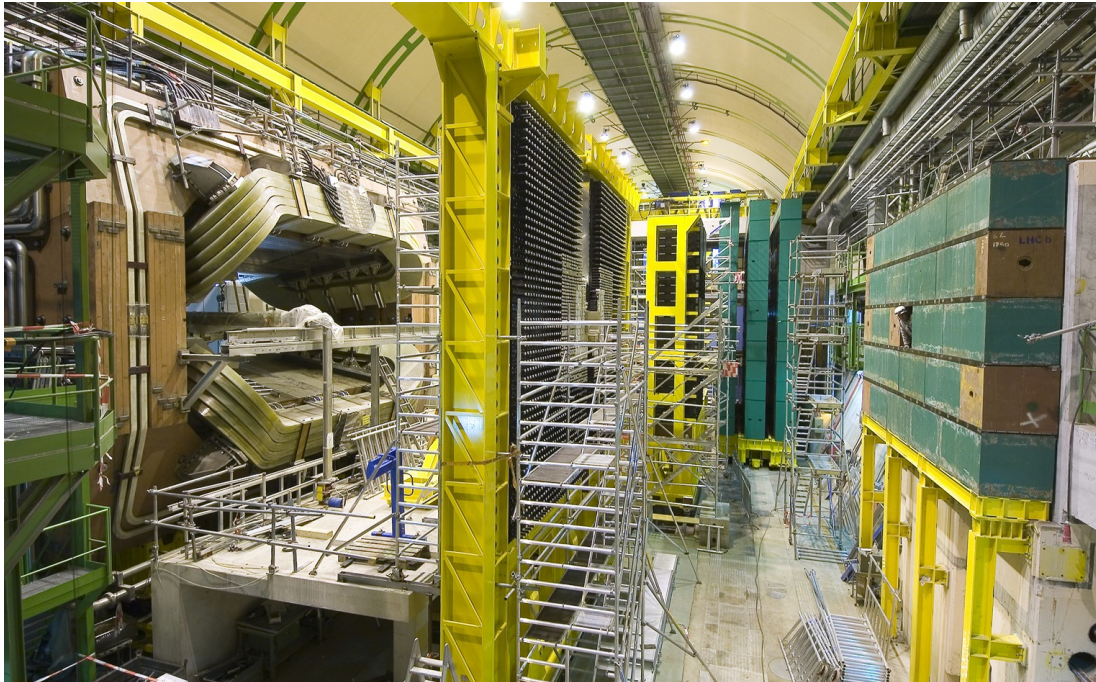
- calorimètre électromagnétique
- détecteur à pixels



Physique auprès d'accélérateurs : LHCb au LHC

LHCb : expérience dédiée

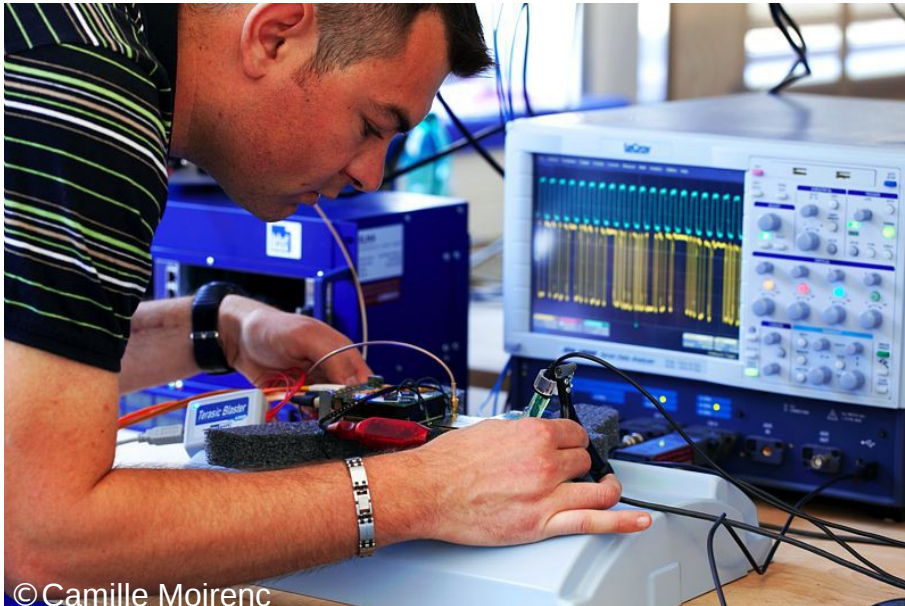
- étude des asymétries matière/anti-matière
- recherche de phénomènes nouveaux



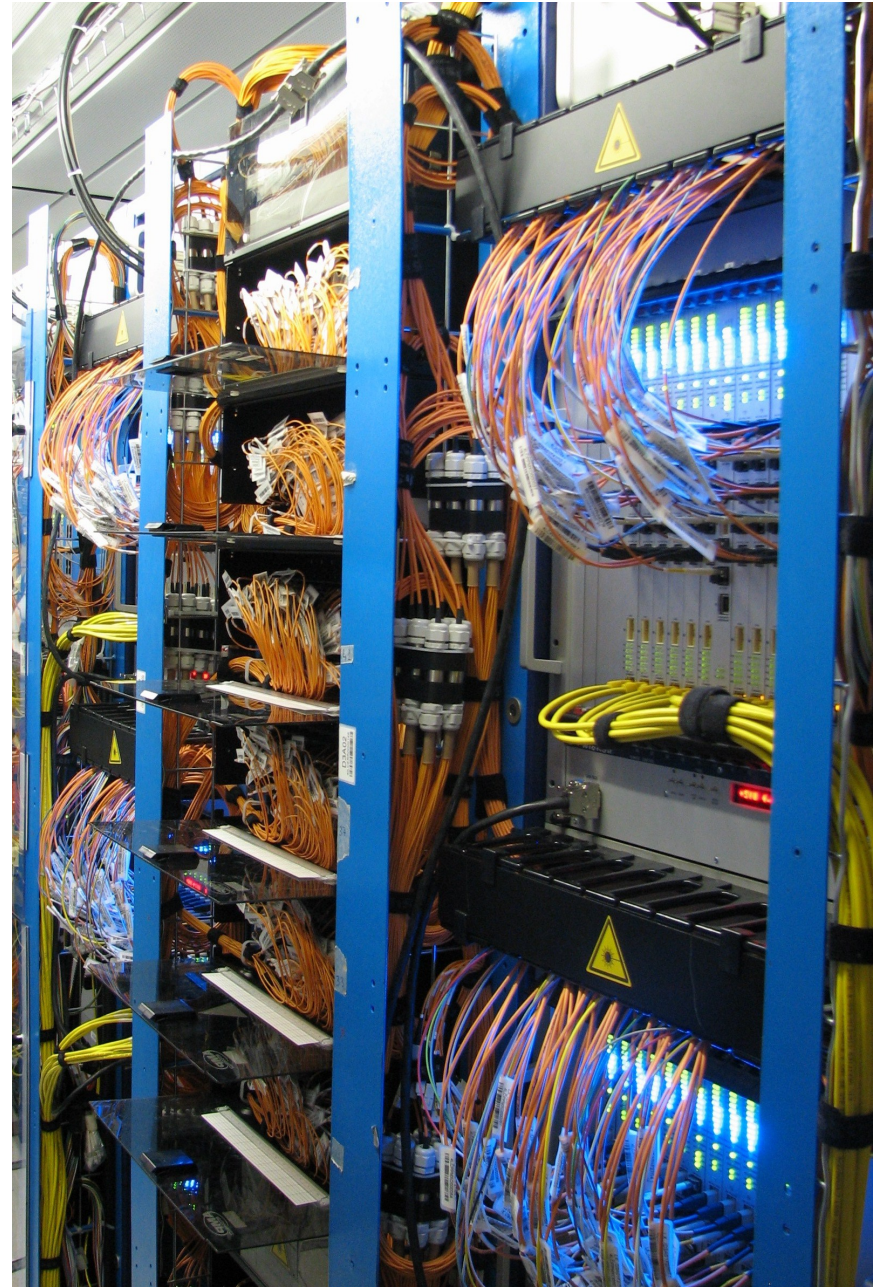
Physique auprès d'accélérateurs : LHCb au LHC

Au CPPM : conception et réalisation du système de déclenchement à muon

- détecte et sélectionne les événements avec des muons
- processeur dédié :
 - 1248 fibres optiques en entrée
 - 60 cartes d'électronique rapide



© Camille Moirenc



Projets en cours au CPPM

Cosmologie observationnelle

Astroparticules

Physique auprès d'accélérateurs

Valorisation

- **Imagerie biomédicale**
- Grille de calcul

imXgam : imagerie X et gamma

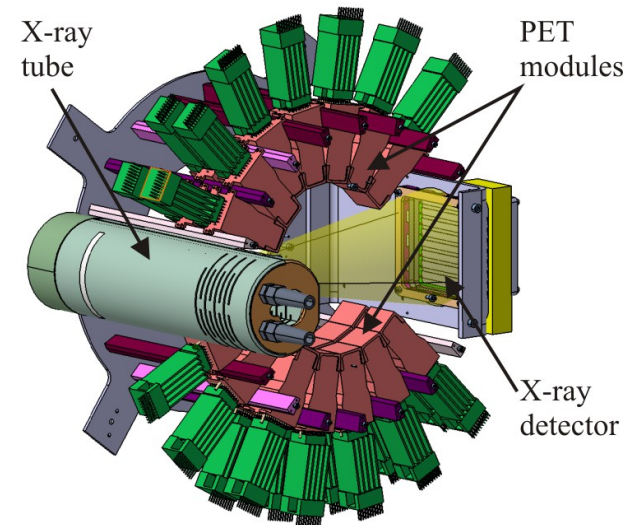
Recherche interdisciplinaire

- technologies développées pour la physique fondamentale
 - détection de particules
 - acquisition de données
 - analyse de données
- appliquées à :
 - l'imagerie biomédicale
 - tomographe hybride TEP/TDM pour petits animaux
 - cristallographie



© Camille Moïrenc

Le ClearPET : TEP pour le petit animal



Imageur TEP/CT pour le petit animal

Projets en cours au CPPM

Cosmologie observationnelle

Astroparticules

Physique auprès d'accélérateurs

Valorisation

- Imagerie biomédicale
- Grille de calcul

Grille de calcul

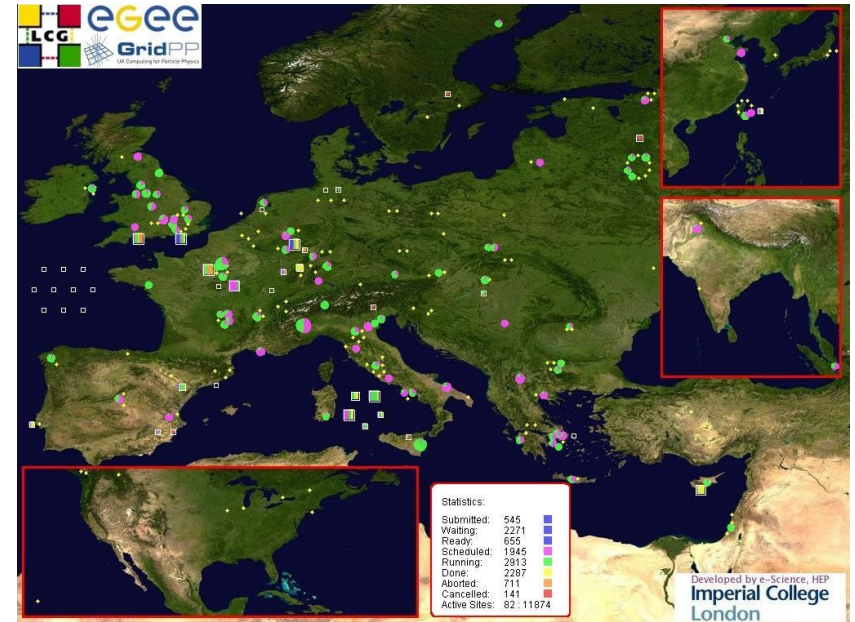
La physique des hautes énergie

- requiert d'important moyens de calcul
- réponse :
 - mutualisation des moyens de calcul
 - ⇒ grille de calcul

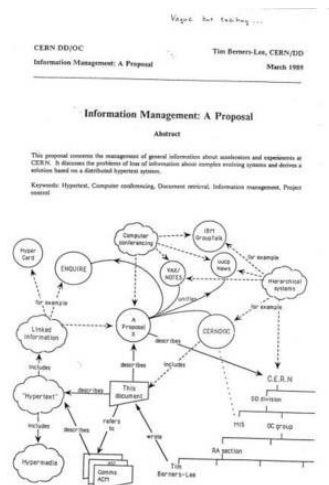
Même constat dans de nombreux domaines

- CPPM :
 - développement d'une grille régionale

Note : en 1989, le **WEB** était inventé au CERN pour couvrir les besoins de communication des physiciens



La grille de calcul du LHC



Projets en cours au CPPM :

La physique des hautes énergies :

- instruments :
 - de grandes tailles
 - complexes
 - de hautes technologies
 - coûteux
- recherche :
 - organisée en collaborations internationales
 - longue (décennie(s))
 - beaucoup de R&D ⇒ importance des services techniques
 - mécanique
 - électronique
 - informatique

Le CPPM explore un large spectre de thématiques