

# Particle Physics MasterClass

02/03/2010

Lycée Marseilleveyre

# Introduction

Programme de la journée

« EPPOG Physics Master Classes »

Le CPPM : le laboratoire & ses projets

## Master Class

Tuesday 02 March 2010  
from 08:00 to 18:00  
Europe/Paris  
at CPPM - Amphithéâtre

Description: EPPOG Master Class - lycée Marseilleveyre


[Tuesday 02 March 2010](#) |

## Tuesday 02 March 2010


[top](#)↑

### 09:00->12:30 Introduction à la physique des particules

09:00 Bienvenue (30') Julien Cogan (CPPM)

09:30 Les objets de la Physiques de Particules (1h00')  Slides  ) Julien Cogan (CPPM)

10:30 Pause café (15')

10:45 Le LHC (1h15')  Video ) Lorenzo Feligioni (CPPM)

12:00 Discussion (30')

12:30 Déjeuner (1h30')

### 14:00->16:00 Travaux dirigés (Convener: émilie maurice (CPPM) , mohamad ziad charif (CPPM) , Lorenzo Feligioni (CPPM) , Julien Cogan (CPPM) ) (Salle Consortium)

14:00 LEP : désintégrations du Z (1h00')

15:00 LHC (30')

15:30 Combinaison des résultats et discussion (25')

15:55 Evaluation (05')

16:00 Café (30')

### 16:30->18:00 Vidéo conférence

Description:

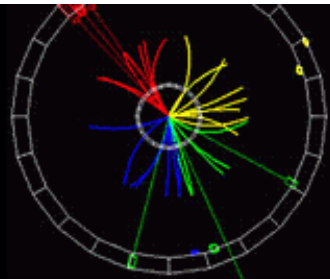
Liaison avec : Warsaw, Copenhagen, Banska Bystrica, Padova, Torino

16:30 Introduction (05')

16:35 Questions / réponses (15')

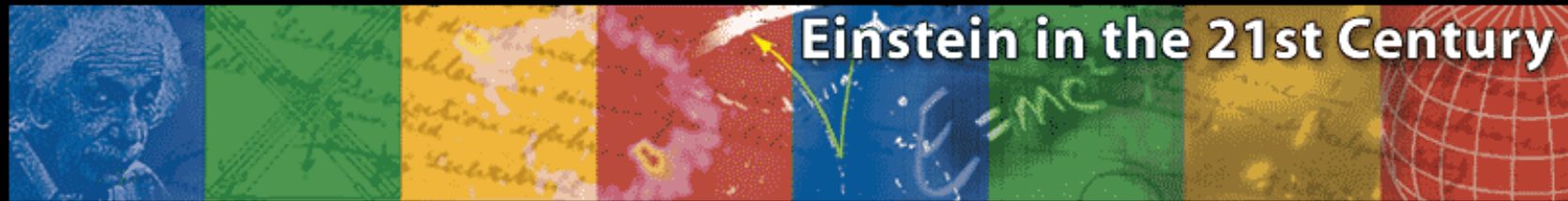
16:50 Combinaison des résultats (20')

17:10 Quiz (20')



**EPPOG**

- Home
- Participate!
- **Masterclasses**
  - News
  - Schedule
  - Agendas
  - Organisation
  - Resources
- Physics
- Links
- Press
- Institutes
- Imprint



## Hands on Particle Physics

International Masterclasses for High School Students



**EPPOG Masterclasses**

**5<sup>th</sup> International Particle Physics Masterclasses 2009**

**Discover the world of Quarks and Leptons with real data**

- **What are the fundamental building blocks of matter?**
- **How can I identify them?**
- **Which forces hold them together?**
- **How do these forces work?**
- **How far have the secrets of forces and matter been understood so far?**

Each year about 5000 high school students in 22 countries come to one of about 80 nearby universities or research centres for one day in order to unravel the mysteries of particle physics. Lectures from active scientists give insight in topics and methods of basic research at the fundamentals of matter and forces, enabling the students to perform measurements on real data from particle physics experiments themselves. At the end of each day, like in an international research collaboration, the participants join in a video conference for discussion and combination of their results.

As for the [International Masterclass weeks 2009](#) we will organize the EPPOG Masterclasses 2009 in a three-weeks period from 16.03.09 - 03.04.09, where each day up to six out of about 80 institutes participate.



# La Master Class

Buts :

- Introduction à la physique des particules
- Sensibilisation aux métiers de la recherche

Pour et avec vous :

**POSEZ DES QUESTIONS !!!**

# Présentation du laboratoire



# Tutelles

CPPM alias UMR6550 = unité mixte

– CNRS/IN2P3

→ IN2P3 : institut national de physique nucléaire et de physique des particules



– Université de la Méditerranée



Les laboratoires de l'IN2P3 :



# Personnelles

~ 150 personnes

→ 25 chercheurs

→ 10 enseignants chercheurs

→ 70 ITA (ingénieurs, techniciens & administratifs)

→ ~ 40 non permanents (visiteurs, doctorants, stagiaires, ...)

# Vocation

## Recherche

### – fondamentale

→ physique des particules

□ physique des constituants élémentaires de la matière et leurs interactions

→ astroparticules

□ observation des particules élémentaires dans l'Univers

→ cosmologie observationnelle

□ compréhension de la composition de l'Univers primordial et son évolution

### – expérimentale

→ participation à de grands projets internationaux

→ mise en œuvre de moyens techniques avancés en électronique, en informatique et en instrumentation

## Interdisciplinarité & valorisation

→ application des techniques développées pour la physique fondamentale à d'autres thématiques

# 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

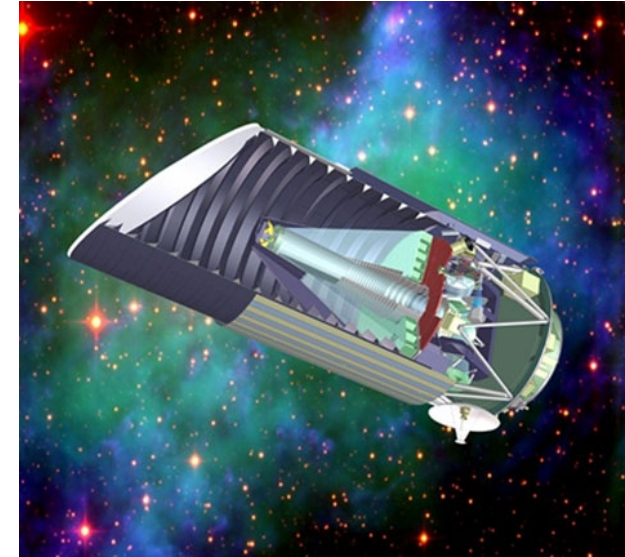
# Renoir : Recherche Energie NOIRe

## Observation de supernovae lointaines

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



*Télescope CFHT (Hawaï)*



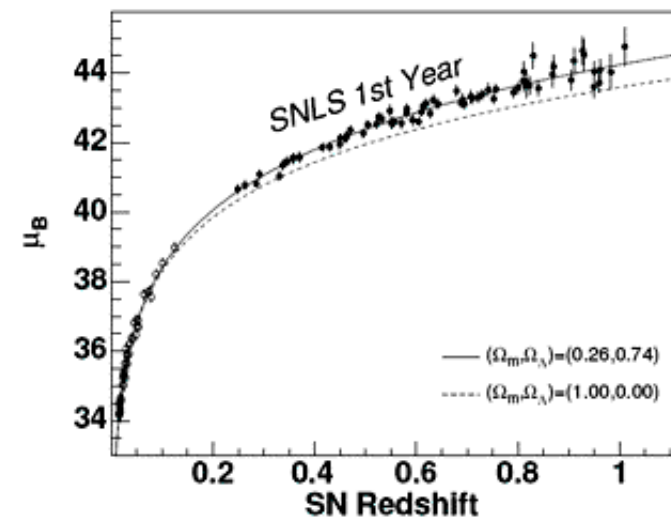
*Projet d'observatoire JDEM*

## Mesure de l'expansion de l'univers

- caractérisation de l'énergie noire

## Energie noire :

- force de nature inconnue
- **~ 95% 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

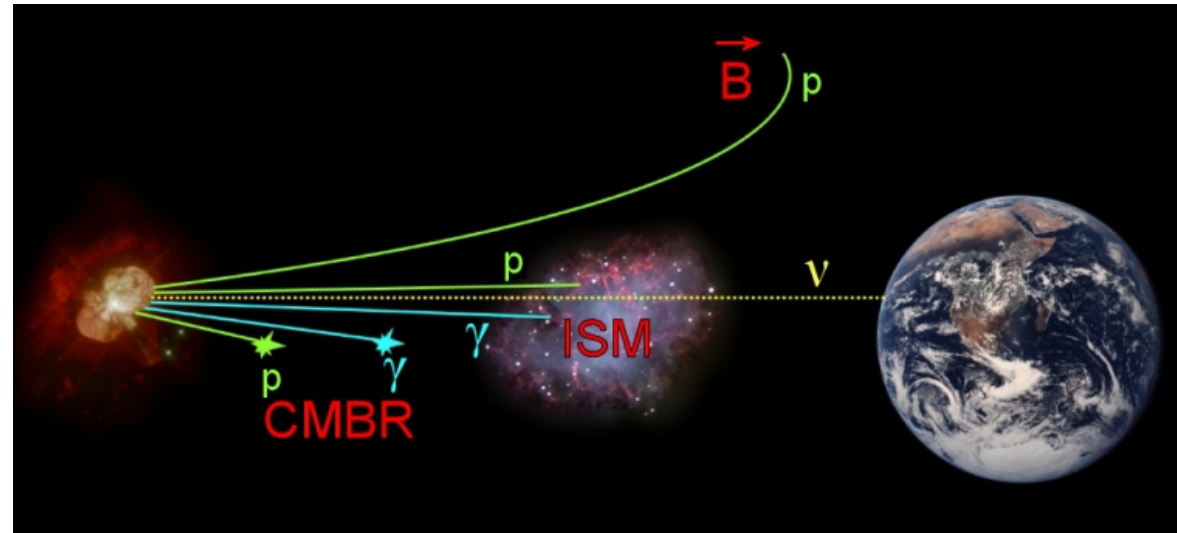
Valorisation

- Imagerie biomédicale
- Grille de calcul

# ANTARES : Astronomie avec des neutrinos

Les neutrinos cosmiques de hautes énergie:

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



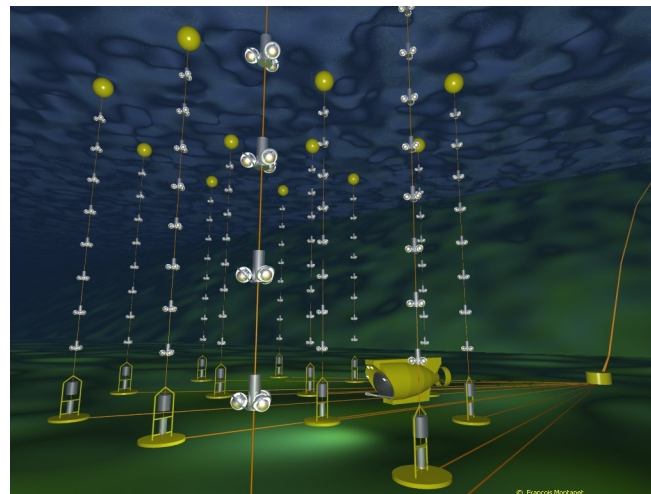
*Les messagers en astronomie*

Un télescope sous-marin :

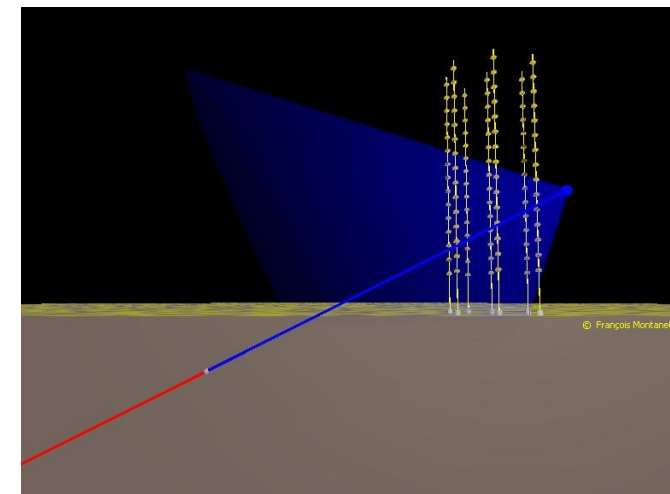
- à 2400m de fond
- au large de Toulon
- neutrinos montant
- 12 lignes
- $\sim 0,1 \text{ km}^2$

Futur : Meust

- $1 \text{ km}^3$



*Schéma du détecteur ANTARES*



*Détection d'un neutrino montant*



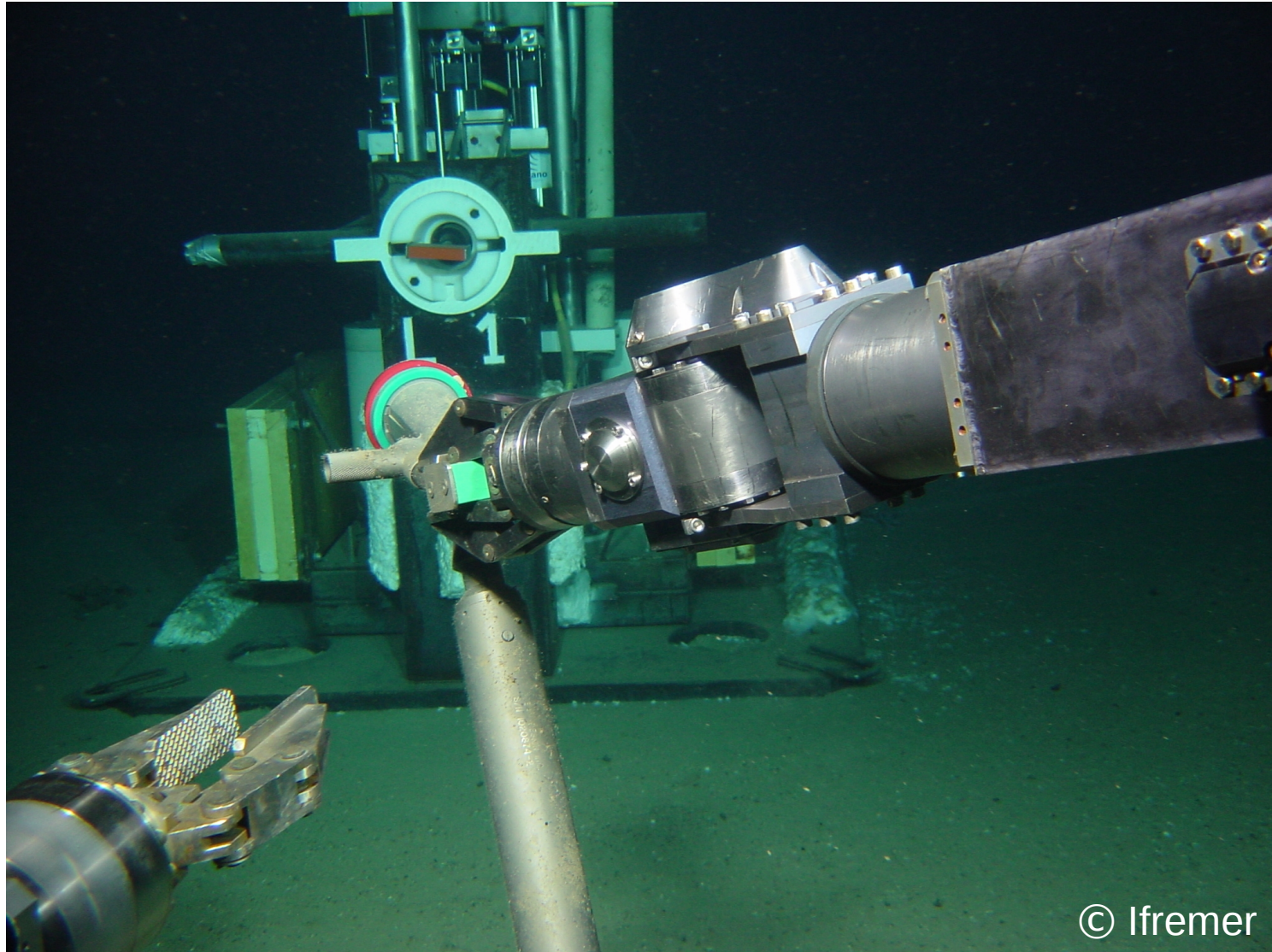
# Antares : immersion d'une ligne de détection



©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 hautes-énergies 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) +  $1 \text{ TeV}$  (proton)
- 1992-2007 (analyse 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
- 1987-2010
- 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
- crée en 1955
- comprend 20 états membres
- emploie ~2600 personnes
- accueille régulièrement ~8000 scientifiques
  - 500 instituts
  - 80 pays

# Le LHC : faisceaux et expériences

## Infrastructure

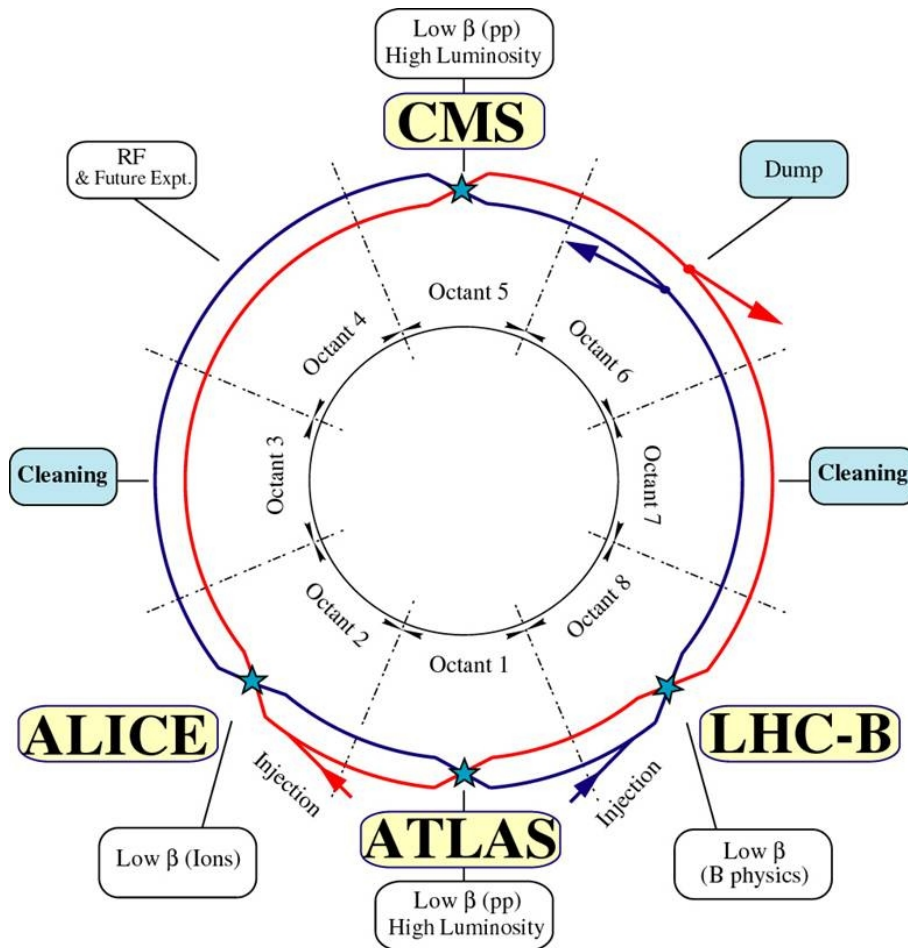
- 27 km de circonférence
- 100 m sous terre

## 2 faisceaux de protons

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

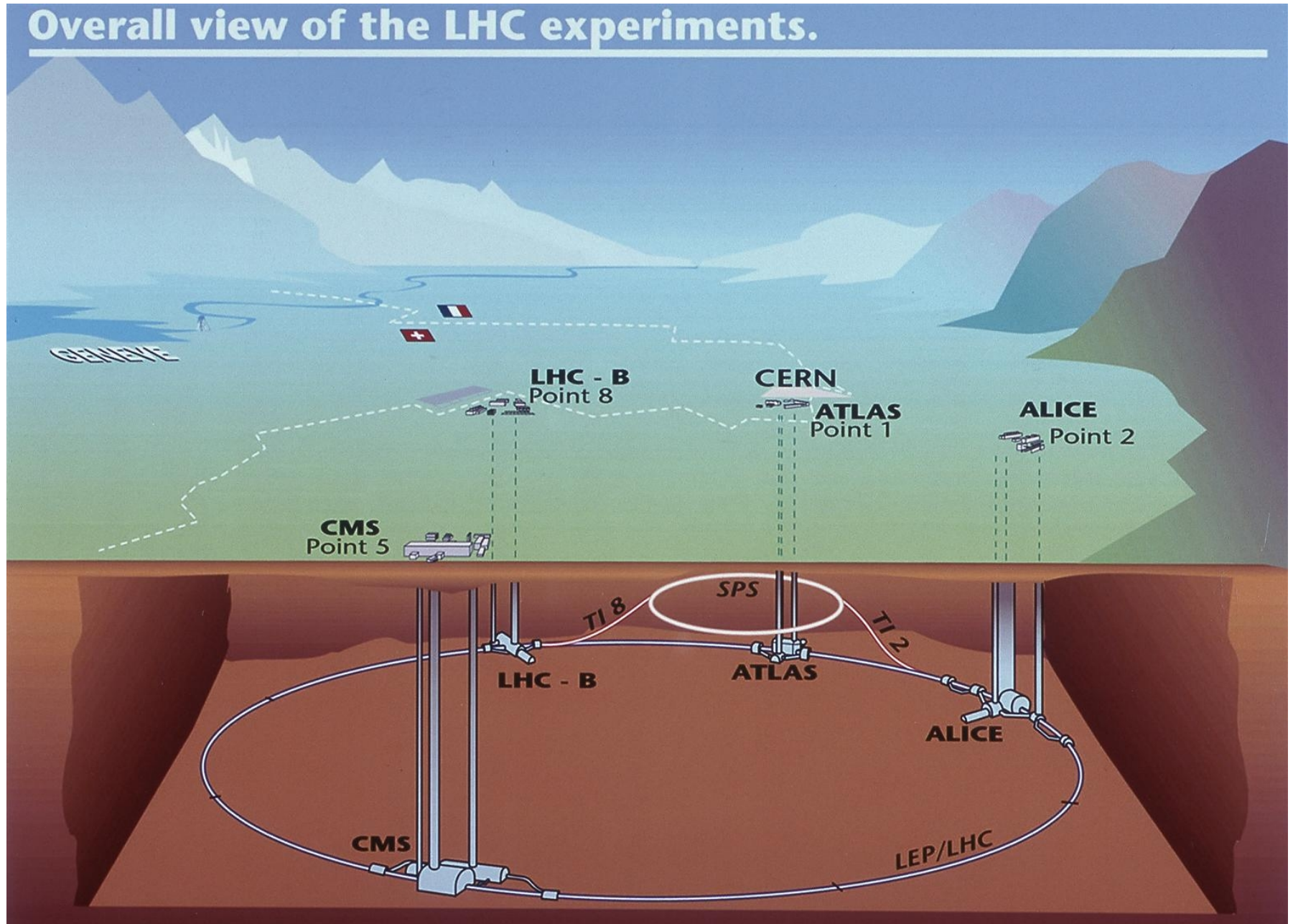
## 4 points de collisions : 4 expériences

- ALICE
- ATLAS
- CMS
- LHCb



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





Installations souterraines du LHC



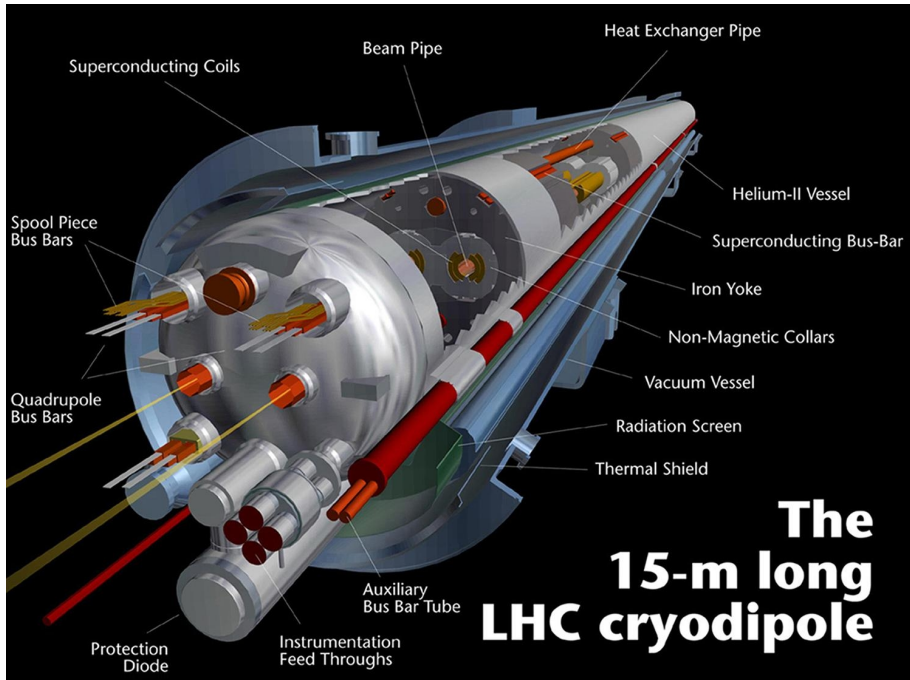
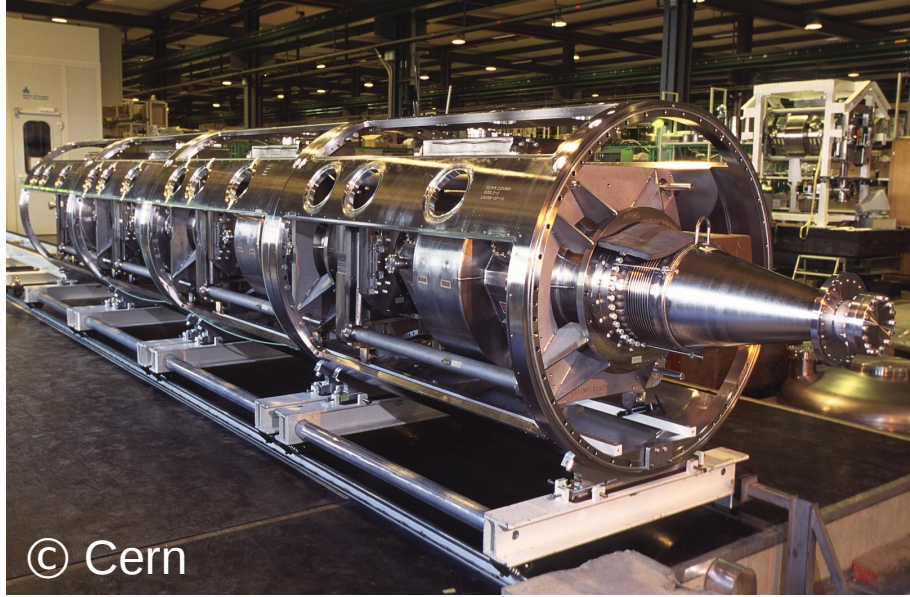


© Cern

*A l'intérieur du tunnel du LHC*



# Le LHC



*Dipôle du 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

# Le LHC

1984 : 1ères idées, début de la R&D

1994 : lancement du projet

2002 : début de l'installation

2008 :

→ 10 septembre : démarrage

→ 19 septembre : accident !!

2009 :

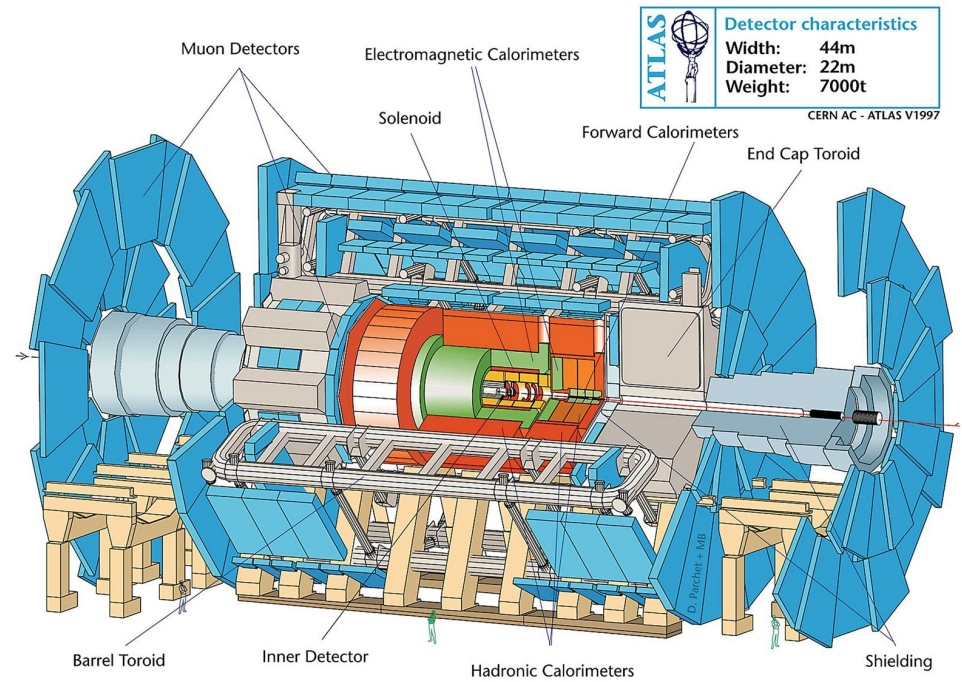
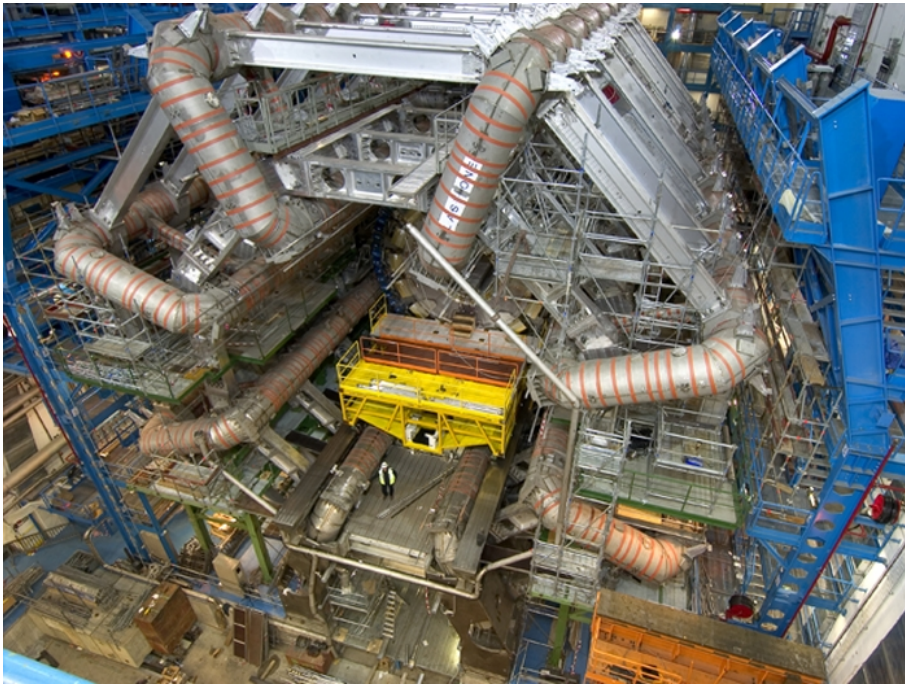
→ automne : redémarrage



# Physique auprès d'accélérateurs : ATLAS au LHC

## ATLAS : détecteur généraliste

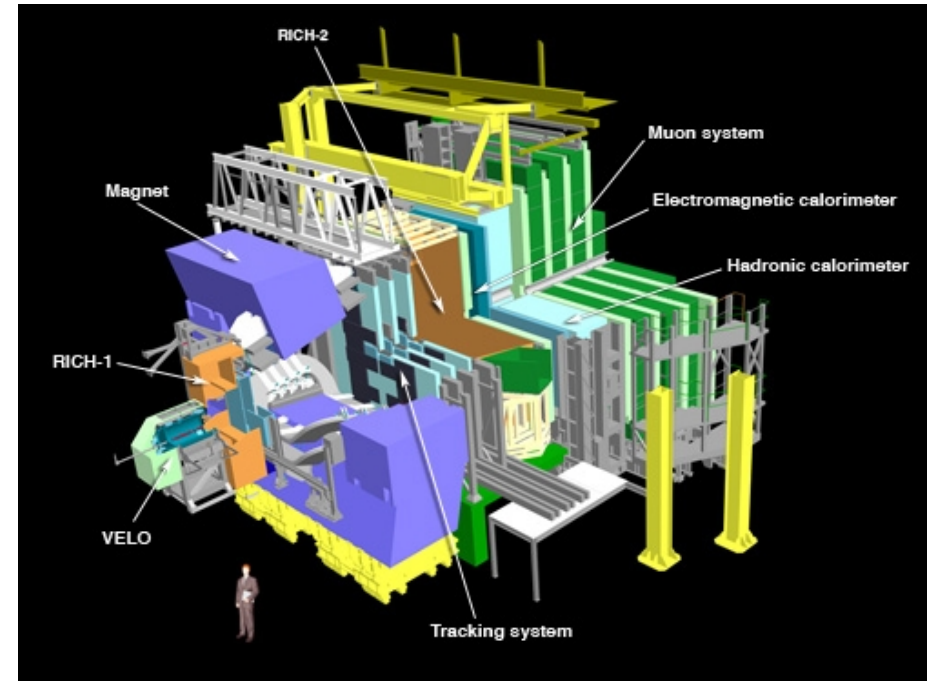
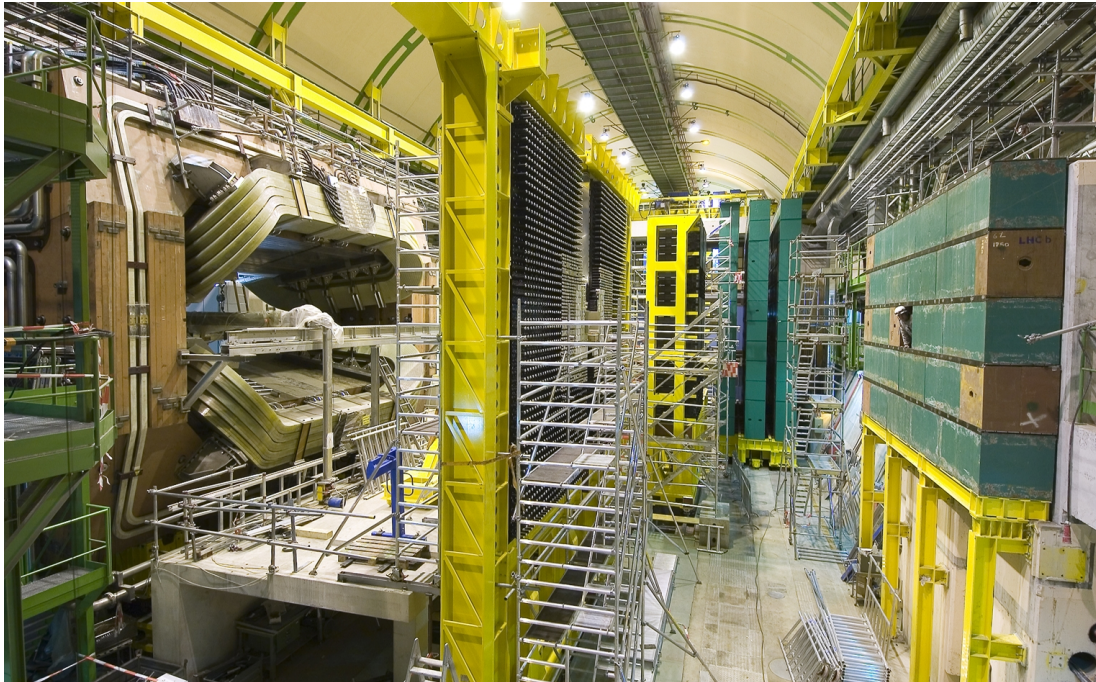
- recherche du boson de Higgs
- recherche directe de nouvelles particules



# Physique auprès d'accélérateurs : LHCb au LHC

## LHCb : expérience dédiée

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



# Projets en cours au CPPM

Cosmologie observationnelle

Astroparticules

Physique auprès d'accélérateurs

Valorisation

- **Imagerie biomédicale**
- Grille de calcul



# imXgam : imagerie X et gamma

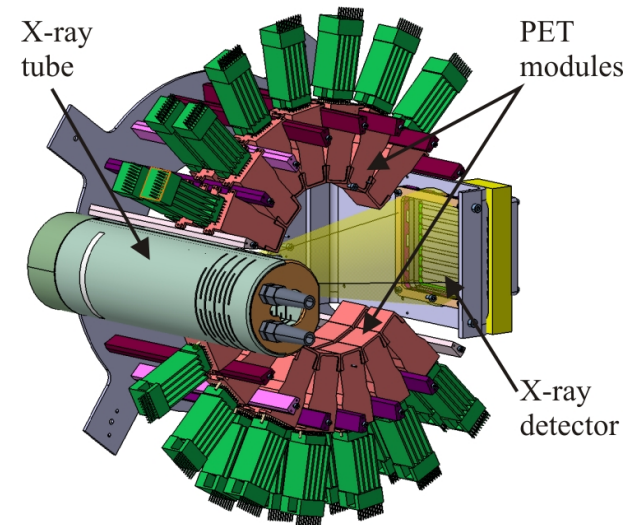
## Recherche interdisciplinaire

- 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 Moirenc

*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

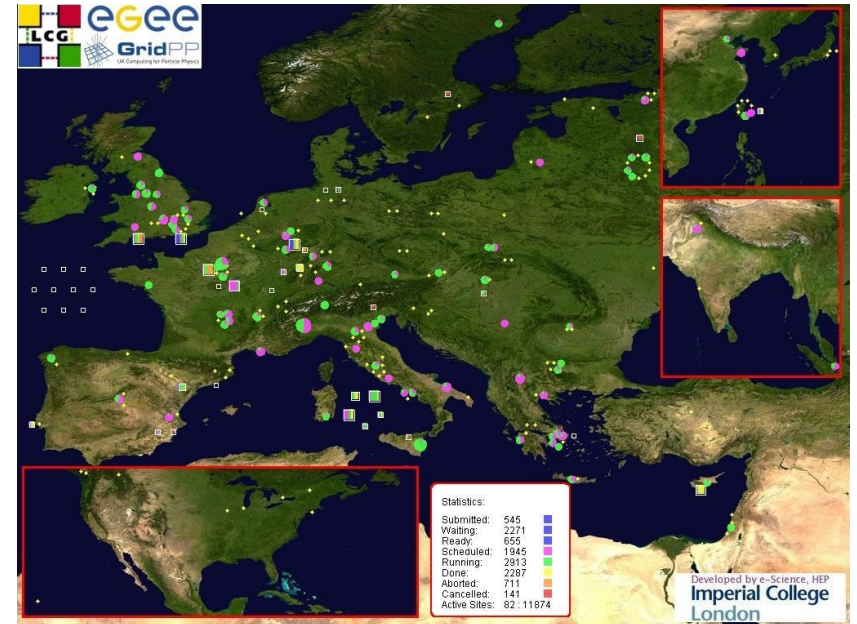
# Grille de calcul

## 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



*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