



**INTERNATIONAL**  
**MASTERCLASSES**

hands on particle physics

<http://www.physicsmasterclasses.org/>

# Programme : 1/3

09:00 - 12:30

## Introduction à la physique des particules

Location: CPPM ( Amphithéâtre )

09:00 **Bienvenue 30'**

*Déroulement de la journée.  
Le CPPM.  
La physique des particules.  
Le CERN & le LHC.*

09:30 **Les objets de la Physiques de Particules 1h0'**

*Qu'est qu'une particule élémentaire ?  
Le Modèle Standard : la description actuelle des particules élémentaires et de leurs interactions*

10:30 **Pause café 15'**

10:45 **Détection de particules dans l'expérience ATLAS 1h15'**

*Techniques de détection des particules.  
Le détecteur de l'expérience ATLAS.*

12:00 **Les projets en cours au CPPM 20'**

*Physique des particules, astroparticules, cosmologie : tour d'horizon des projets auxquels participe le CPPM.  
Moyens mis en oeuvre.*

12:30 - 13:30

**Déjeuner** ( CROUS ( Amphithéâtre ) )

# Programme : 2/3

13:30 - 15:30

## Travaux dirigés

Location: Université (Bât. A) ( Salle consortium )

13:30 **Analyse de données** 1h30'

*Recherche de candidats  $W$  et  $WW$  dans les données enregistrées par l'expérience ATLAS en 2011.*

- mesure du rapport du nombre de  $W$  chargés positivement et du nombre de  $W$  chargés négativement
- mesure de l'angle entre les leptons issues de la désintégration des  $W$  dans les événements contenant deux  $W$  ;
- découverte du bosons de Higgs ?

15:00 **Combinaison des résultats et discussion** 20'

*Mise en commun des résultats  
Interprétation*

15:20 **Préparation de la vidéo conférence** 10'

*Préparation (en anglais) :*

- présentation des résultats de la classe
- questions ouvertes sur la physique des particules

*Besoin de volontaires pour prendre la parole pendant la vidéo conférence !*

15:30 - 16:00

Café ( Cafétaria )

# Programme : 3/3

16:00 - 17:00

Vidéo conférence

16:00 **Welcome 10'**

*Accueil par les modérateurs au CERN*

Speaker: CERN

16:10 **Report of Measurements 15'**

*Présentation par chaque classe des résultats obtenus pendant le TP (en anglais)*

16:25 **Combinaison & Discussion of Measurement 10'**

*Combinaison des résultats de chaque classe et commentaires par les modérateurs au CERN*

16:35 **Open Discussion 14'**

*Questions ouvertes sur la physique des particules posées par chaque classe (en anglais)*

16:49 **Quiz 10'**

*Qui veut gagner des eV ?*

16:59 **Good Bye 1'**

*Clôture de la vidéo-conférence*

17:00 - 17:15

Conclusion

17:00 **Questionnaire de satisfaction 5'**

17:05 **Conclusion 10'**

# La Master Class

Buts :

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

Pour et avec vous :

**POSEZ DES QUESTIONS !!!**

# Préambule : en quelques mots ...

## Le CPPM

→ Le laboratoire qui vous accueille aujourd'hui

## La physique des particules

→ Le sujet du jour

## Le CERN

→ Le laboratoire européen pour la physique des particules

## Le LHC

→ Le projet phare du début du XXI<sup>e</sup> S

# Le CPPM



# Le CPPM : les tutelles

CPPM alias UMR7346 = unité mixte

– CNRS/IN2P3

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



– Aix-Marseille Université



Les laboratoires de l'IN2P3 :





# Le CPPM : personnel

~ 150 personnes

→ ~ 25 chercheurs

→ ~ 10 enseignants chercheurs

→ ~ 70 ITA (ingénieurs, techniciens & administratifs)

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

# Le CPPM : vocation

## Recherche

### – fondamentale

#### → physique des particules

étude des constituants élémentaires de la matière et de leurs interactions

#### → astroparticules

observation des particules élémentaires dans l'Univers

#### → cosmologie observationnelle

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

### – expérimentale

#### → participation à de grands projets internationaux

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

## Interdisciplinarité & valorisation

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

# Le CPPM : vocation

## Recherche

- fondamentale
  - **physique des particules**  
étude des constituants élémentaires de la matière et de leurs interactions
  - astroparticules  
observation des particules élémentaires dans l'Univers
  - cosmologie observationnelle  
compréhension de la composition de l'Univers primordial et de son évolution
- expérimentale
  - participation à de grands projets internationaux
  - mise en œuvre de moyens techniques avancés en électronique, en mécanique, en informatique et en instrumentation

## Interdisciplinarité & valorisation

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

# La physique des particules

*Voyage au coeur de la matière...*



CPERM5FP

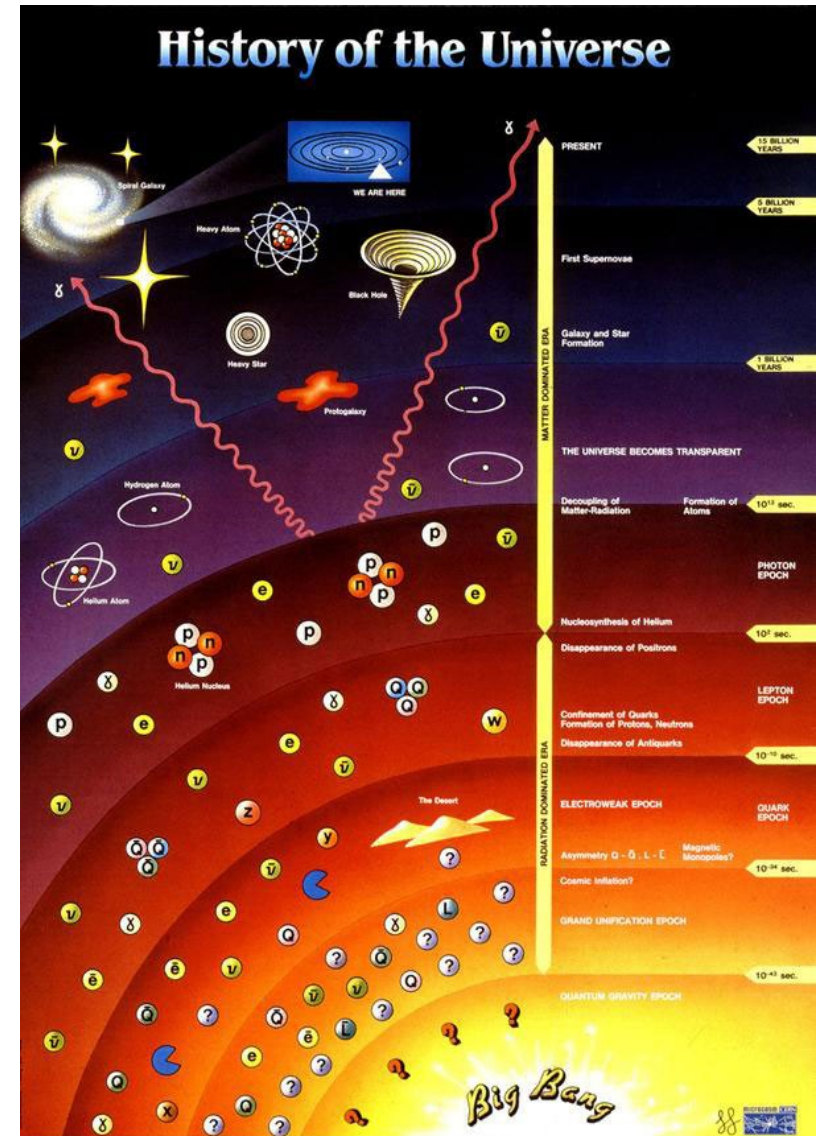
# La physique des particules

Étude des **constituants élémentaires** de la matière et de leurs **interactions**

- **constituants élémentaires** : « particules » sans structure interne
- **interactions** : les forces qui s'exercent entre ces composants élémentaires

Dans l'univers « froid » d'aujourd'hui, la plupart de ces particules ont maintenant disparu

- créées artificiellement dans des accélérateurs (collisionneurs) de particules qui reproduisent les conditions existantes aux premiers instants de l'univers
- plus on accélère les particules, plus on met d'énergie en jeu, plus on remonte dans le temps



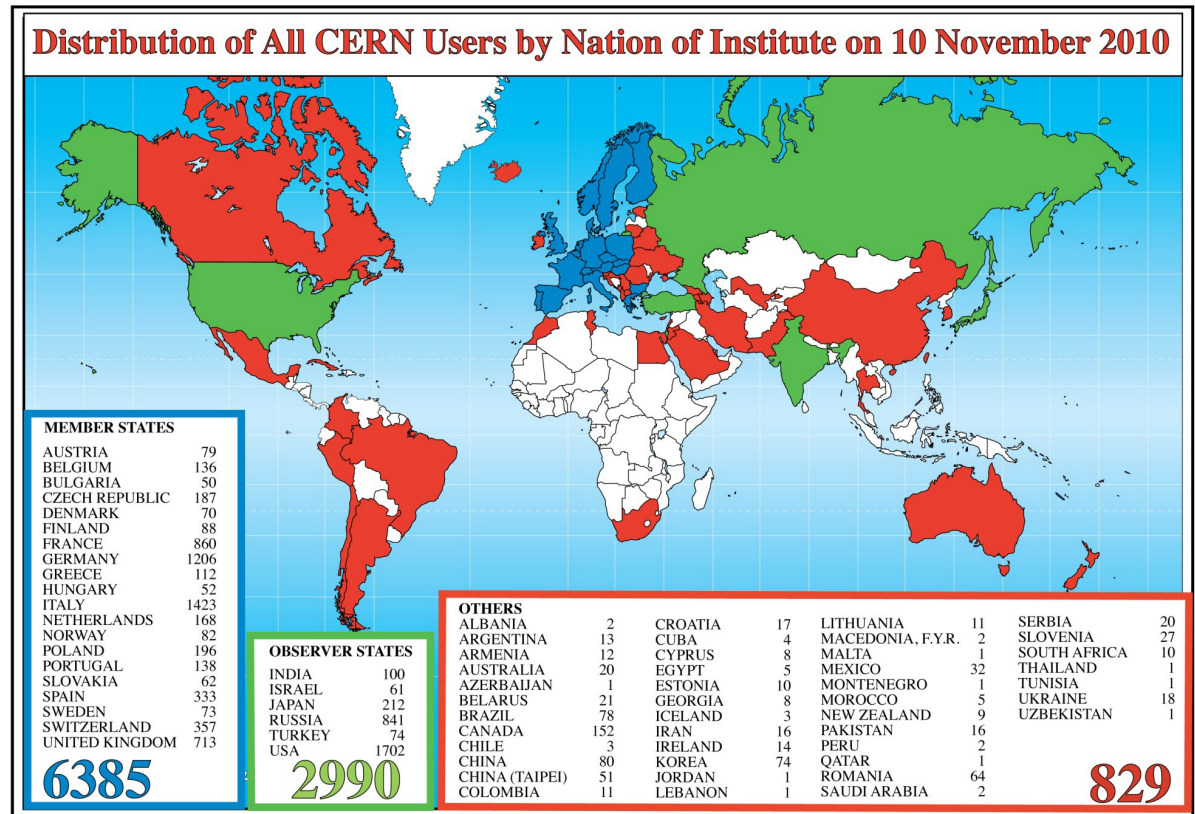
# Le CERN



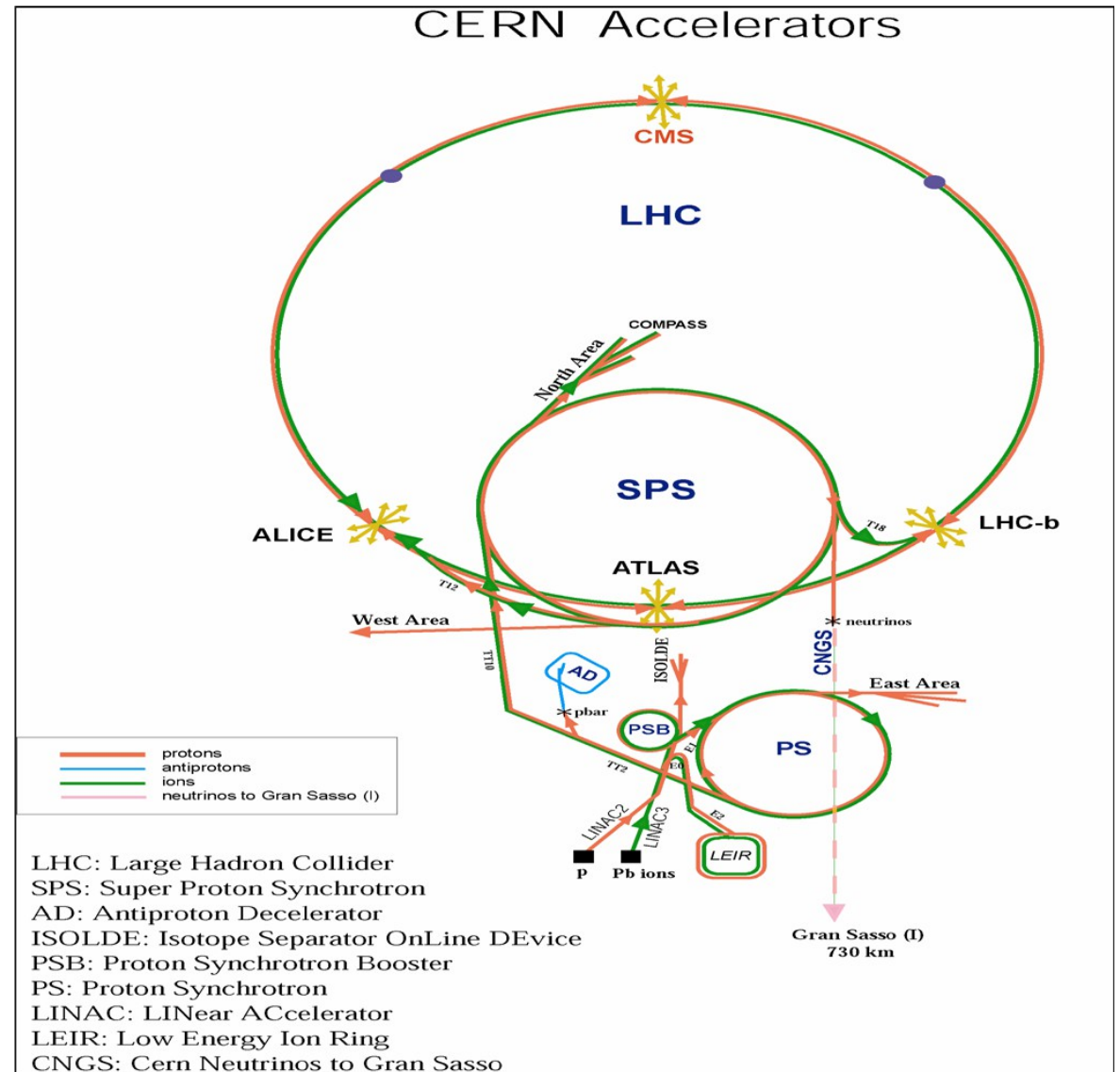
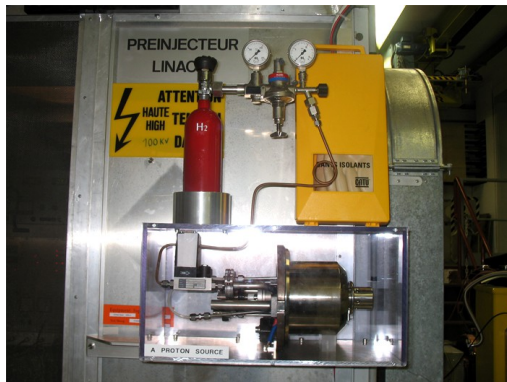
# Le CERN en quelques chiffres

Le Centre Européen pour la Recherche Nucléaire  
Laboratoire européen pour la physique des particules

- créé en 1955
- comprend 20 états membres
- emploi ~3000 personnes
- accueille régulièrement ~10000 scientifiques
- 500 instituts
- 80 pays



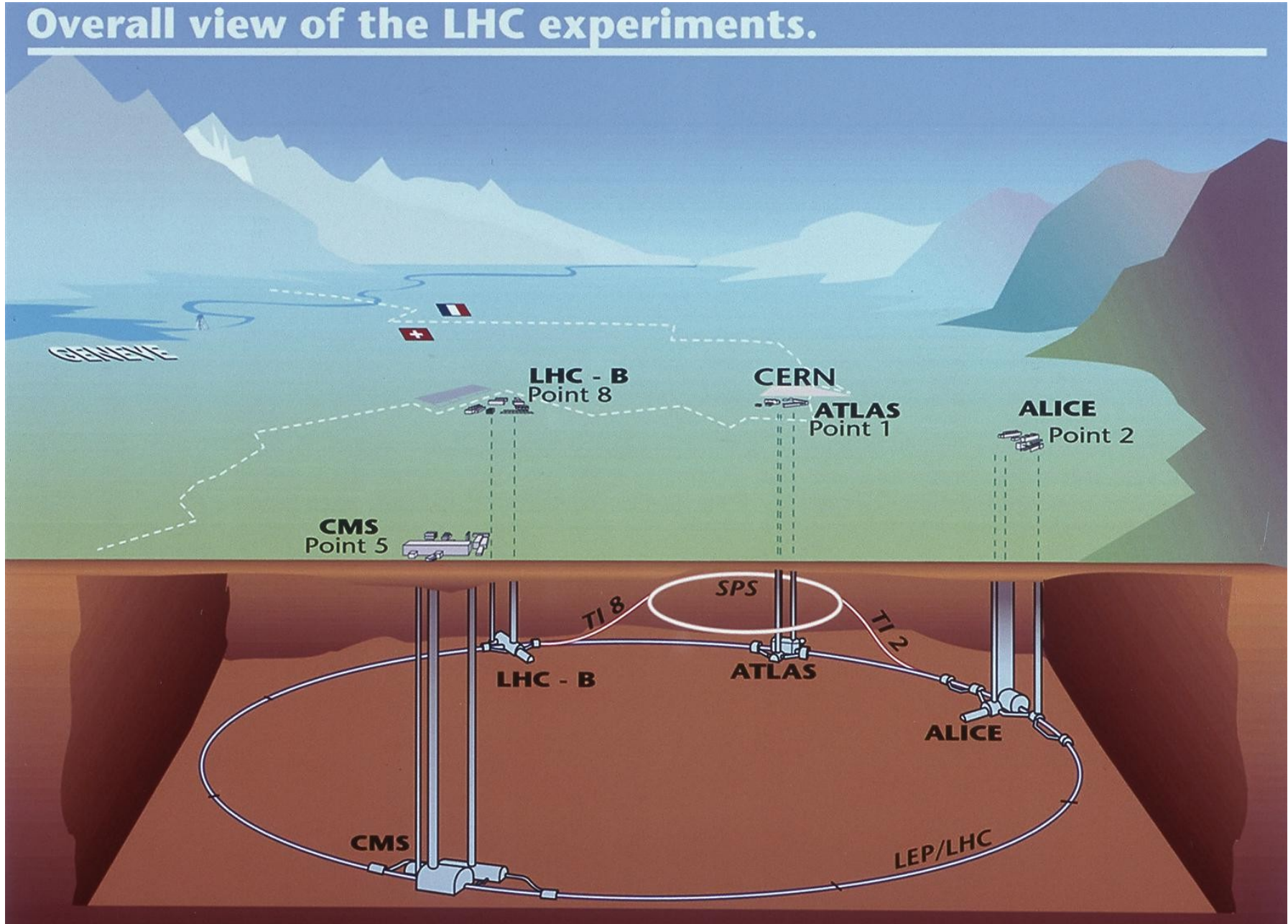
# Le CERN : les accélérateurs



From Bottle to Bang



# Le LHC



# Le LHC : faisceaux et expériences

## Infrastructure

→ 27 km de circonférence  
(dont 20 km en France)

→ 100 m sous terre

## 2 faisceaux de protons

→ très haute intensité

□ 2800 paquets de protons par faisceau

□  $10^{11}$  protons par paquets

→ très haute énergie

□ 7 TeV (14 TeV)

□ 350 MJoules / faisceau

□ 12245 tours par secondes

## 4 points de collisions : 4 expériences

ALICE – ATLAS – CMS – LHCb

□ à chaque point : 1 croisement de paquets toutes les 25 ns ( $25 \cdot 10^{-9}$ s)

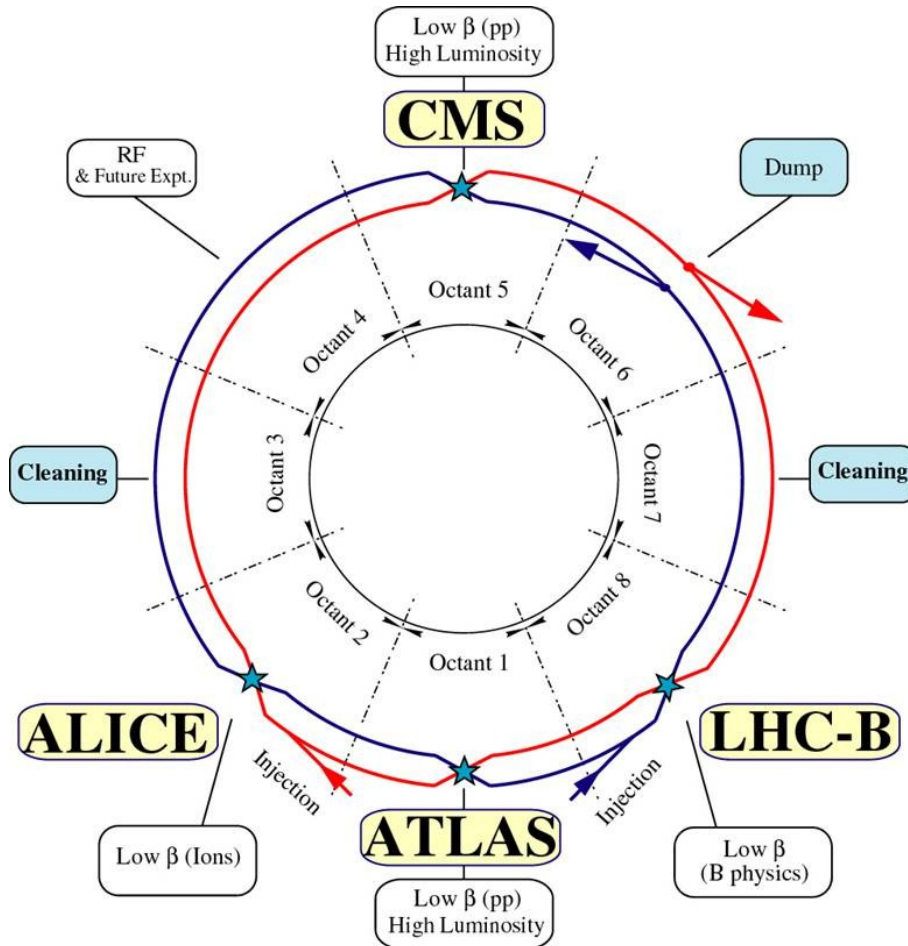
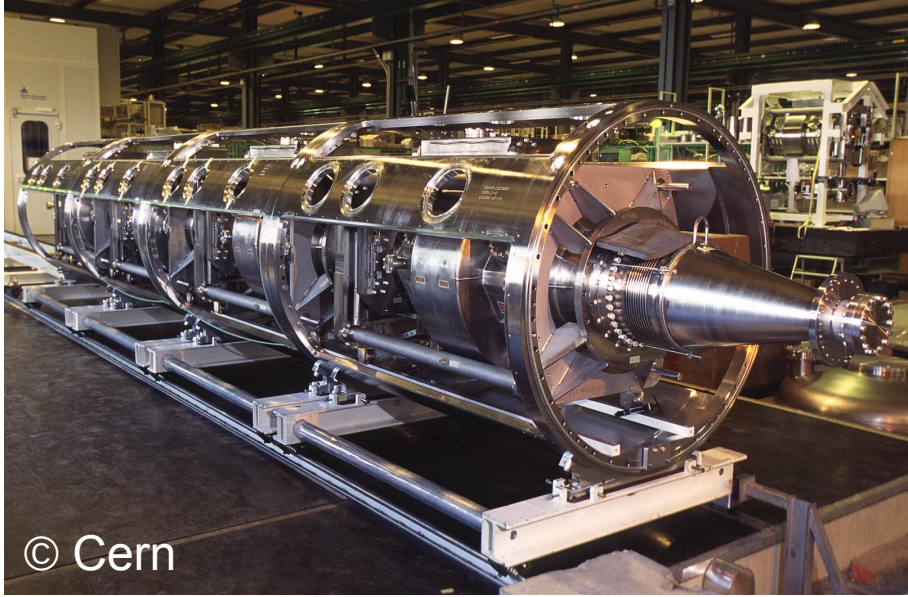


Schéma des faisceaux de protons du LHC et des points d'interactions

# Le LHC



© Cern

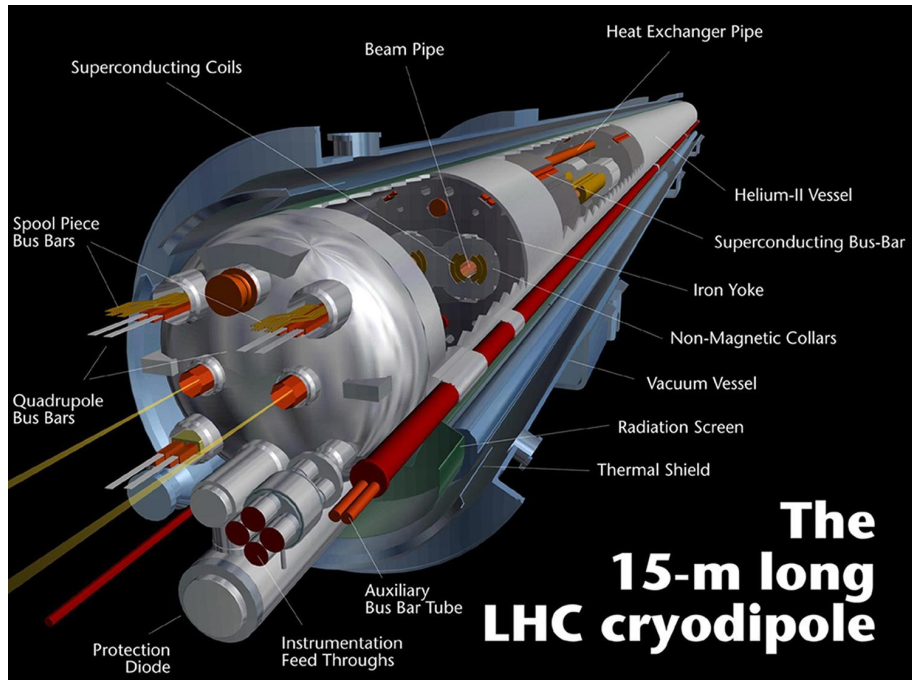
9532 aimants

1232 dipôles @ 1,9K

392 quadripôles principaux

16 cavités accélératrices

120 t d'helium liquide



# Le LHC

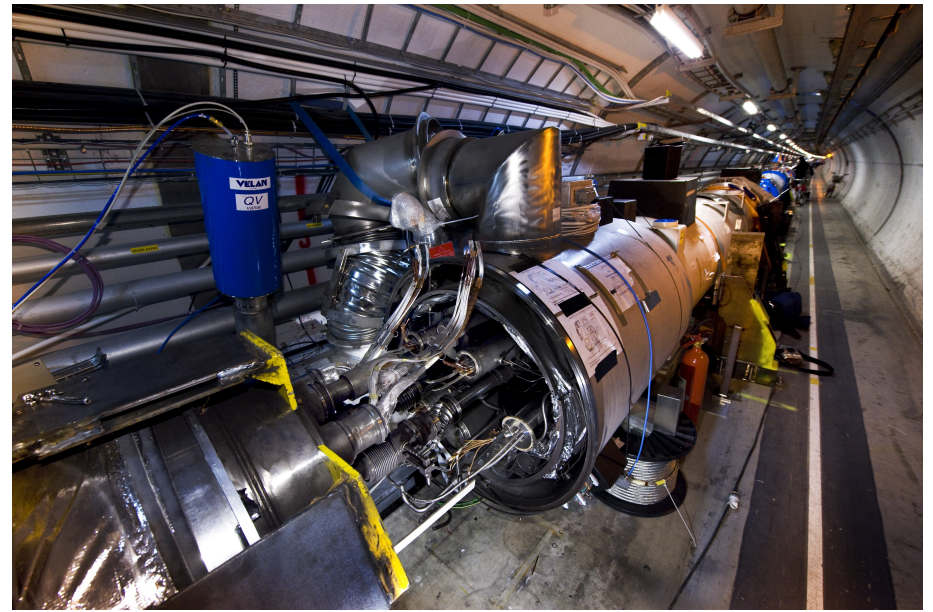
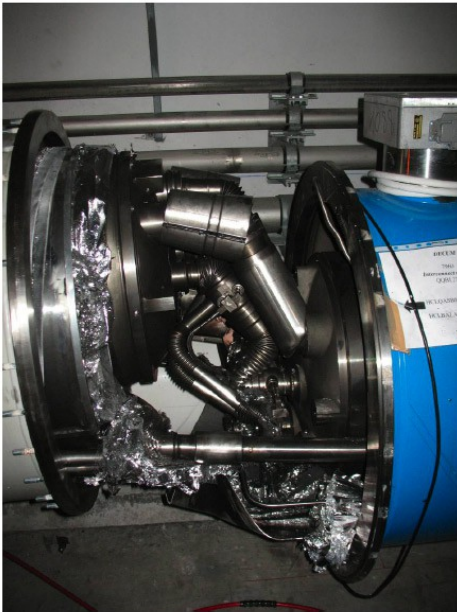
1984 : 1<sup>ères</sup> idées, début de la R&D

1994 : lancement du projet

2002 : début de l'installation

2008 :

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



# Le LHC

1984 : 1<sup>ères</sup> 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 (7 TeV)

2011 :

- mars à novembre :
  - accumulation d'un très grand nombre de données (ATLAS : 5 fb-1)

# Le LHC

1984 : 1<sup>ères</sup> idées, début de la R&D

1994 : lancement du projet

2002 : début de l'installation

2008 :

- 10 septembre : démarrage  
→ premiers faisceaux circulaires
- 19 septembre : incident majeur

2009 :

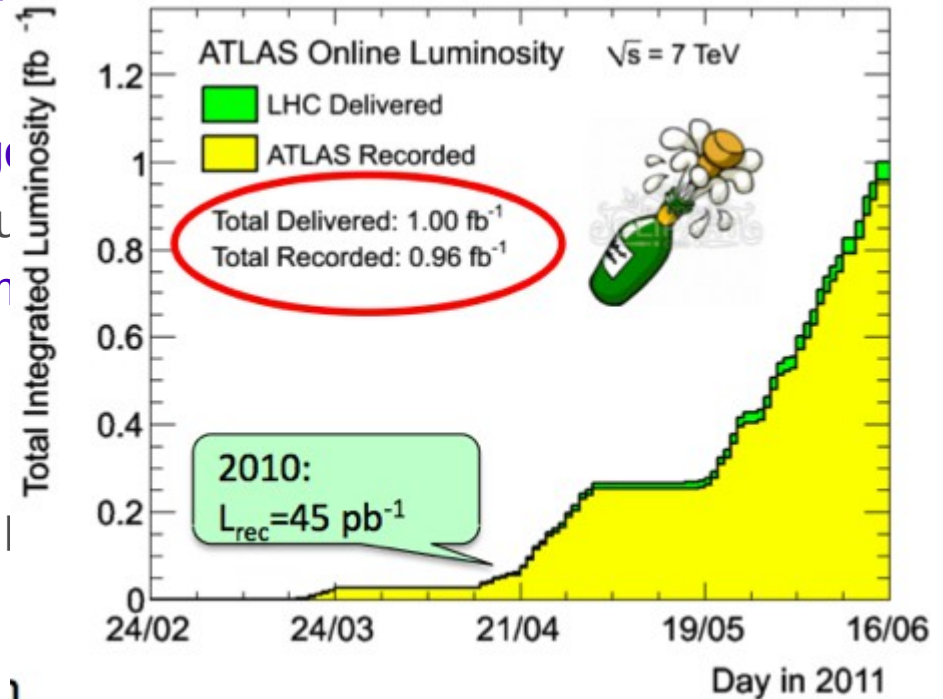
- octobre :  
→ premières collisions de protons

2010 :

- mars :  
→ premières collisions à très hautes énergies (7 TeV)

2011 :

- mars à novembre :  
→ accumulation d'un très grand nombre de données (ATLAS : 5 fb<sup>-1</sup>)



# Le LHC

1984 : 1<sup>ères</sup> 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 (7 TeV)

2011 :

- mars à novembre :
  - accumulation d'un très grand nombre de données (ATLAS : 5 fb<sup>-1</sup>)

2012 :

- les **masterclasses** analysent les données d'ATLAS ! ... découvertes ??

# Prêt ?

1) Les objets de la physique de particules

2) Le LHC et ATLAS

----

3) Analyse des données d'ATLAS

4) Confrontation avec les autres groupes