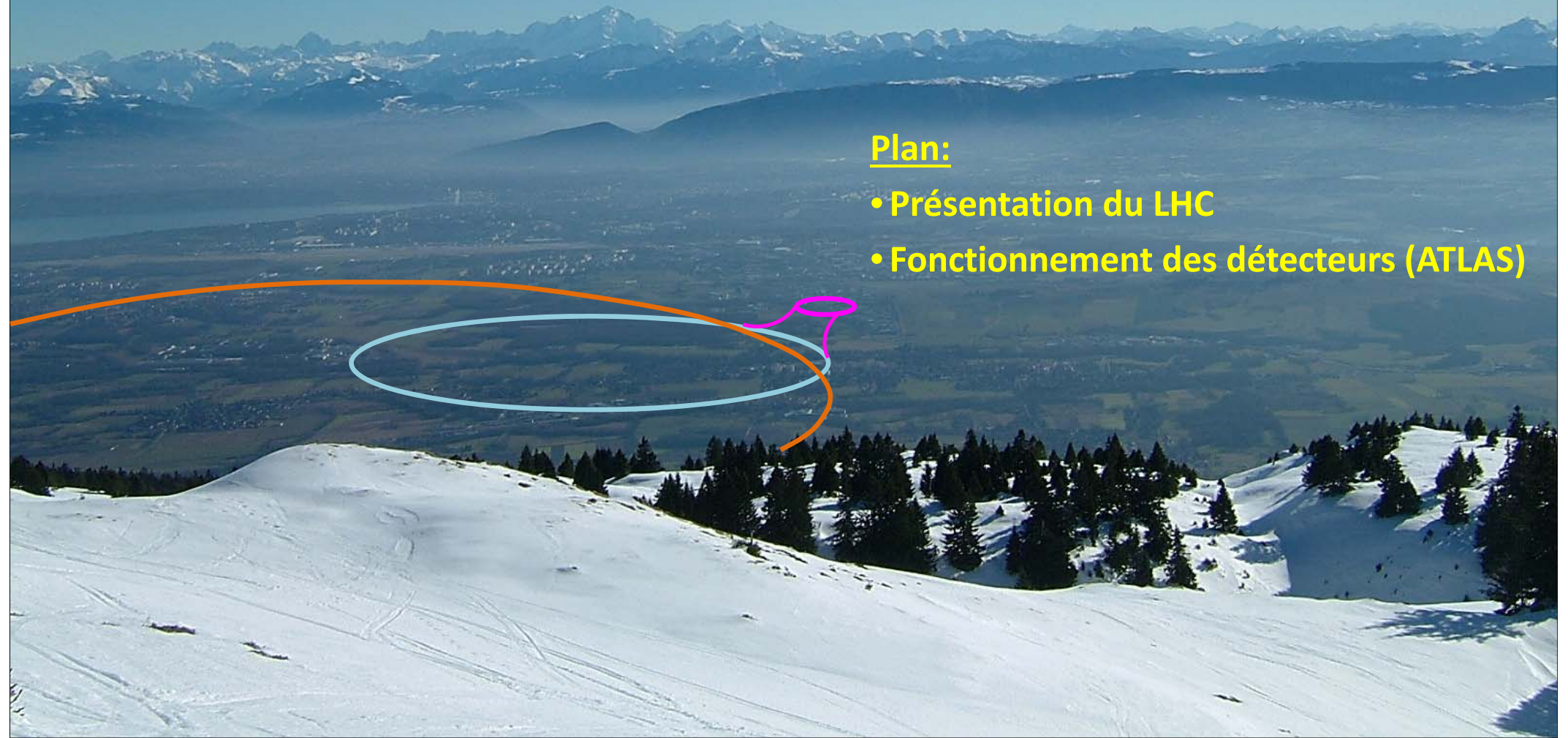


L'accélérateur LHC et ses détecteurs

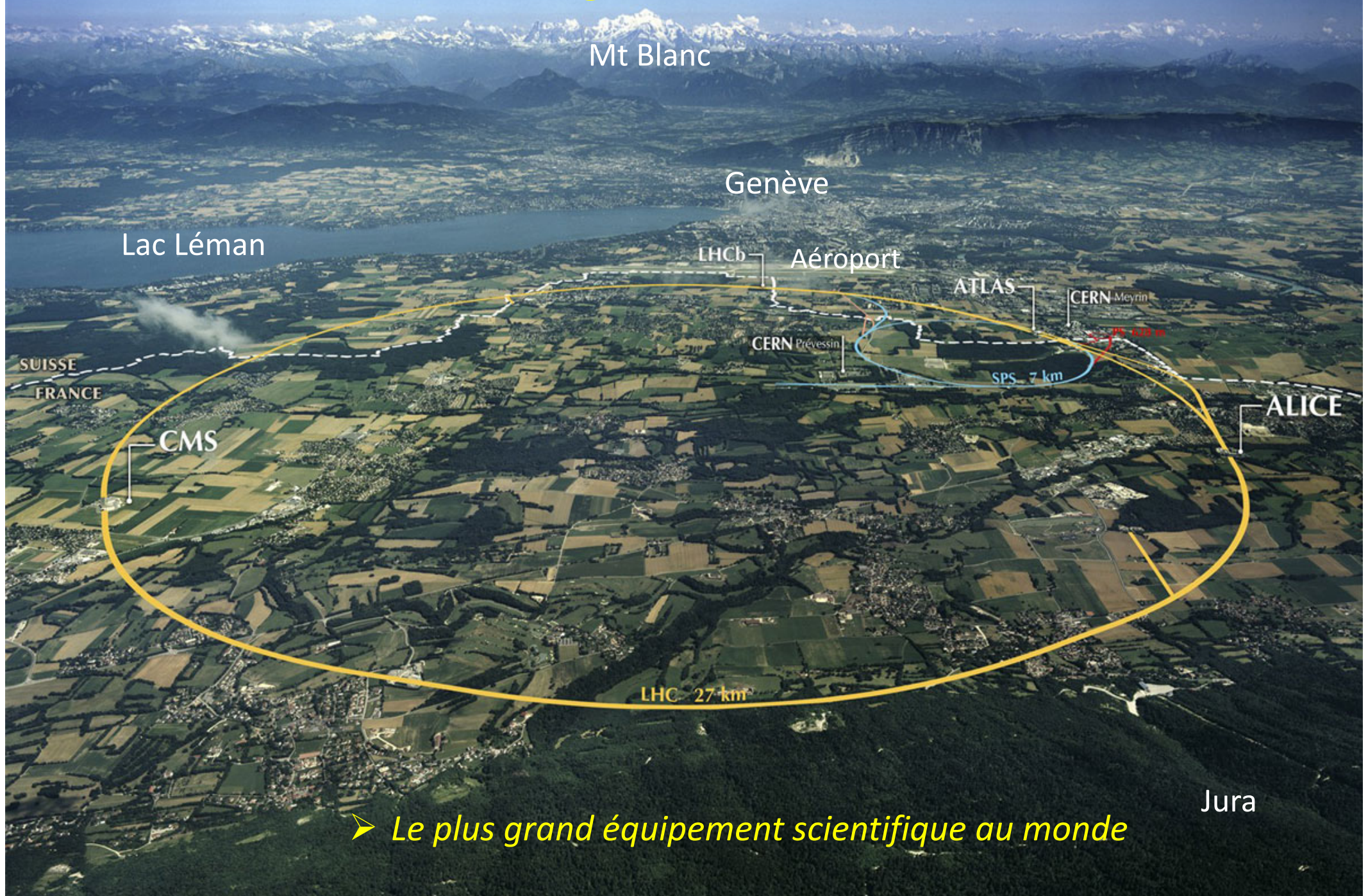
MURAZ Jean-François
MasterClasses 2016

Plan:

- Présentation du LHC
- Fonctionnement des détecteurs (ATLAS)

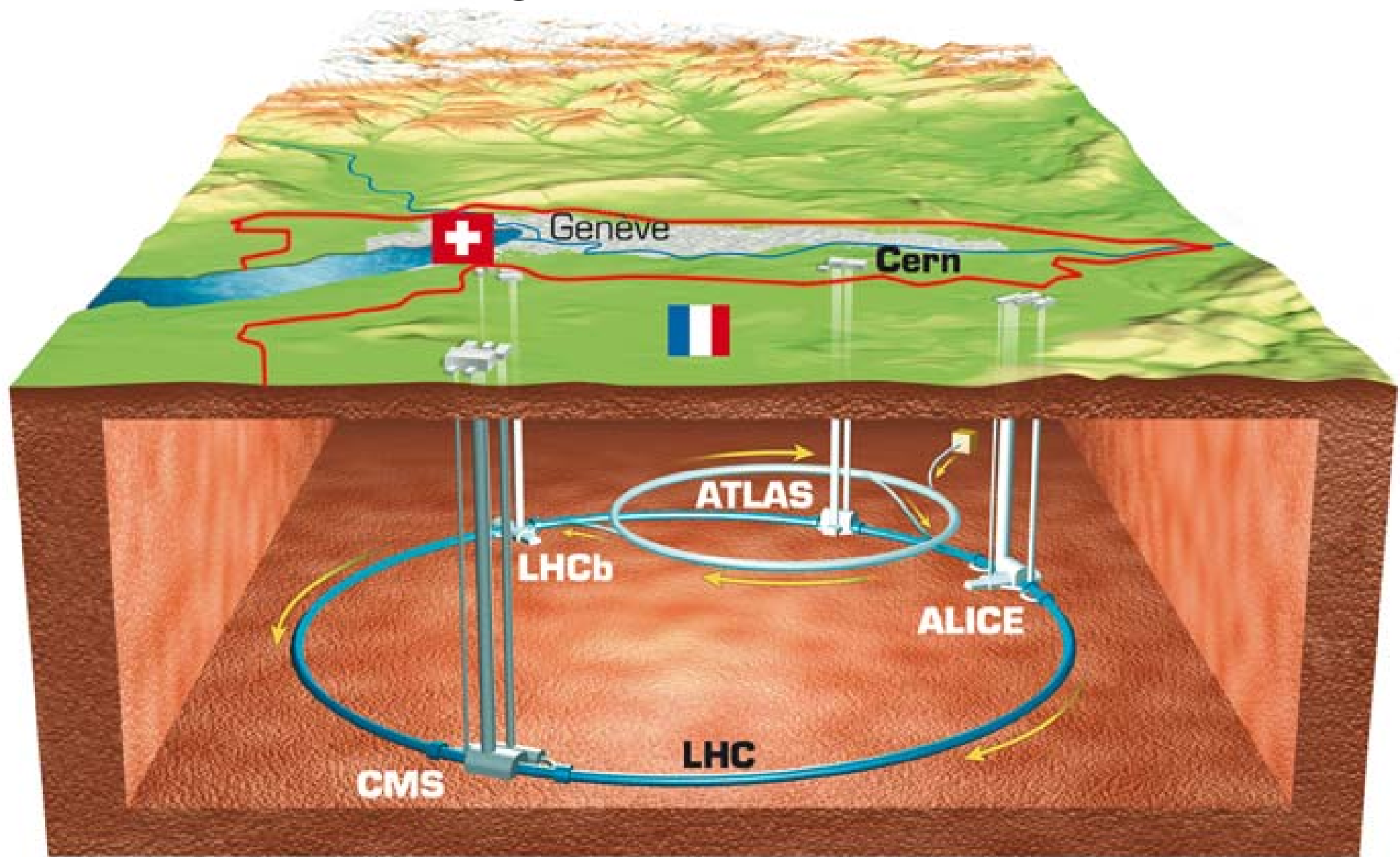


LHC = Large Hadron Collider



➤ *Le plus grand équipement scientifique au monde*

Large Hadron Collider



Circonférence: 26.7 km
Profondeur : ~ 70-140 m

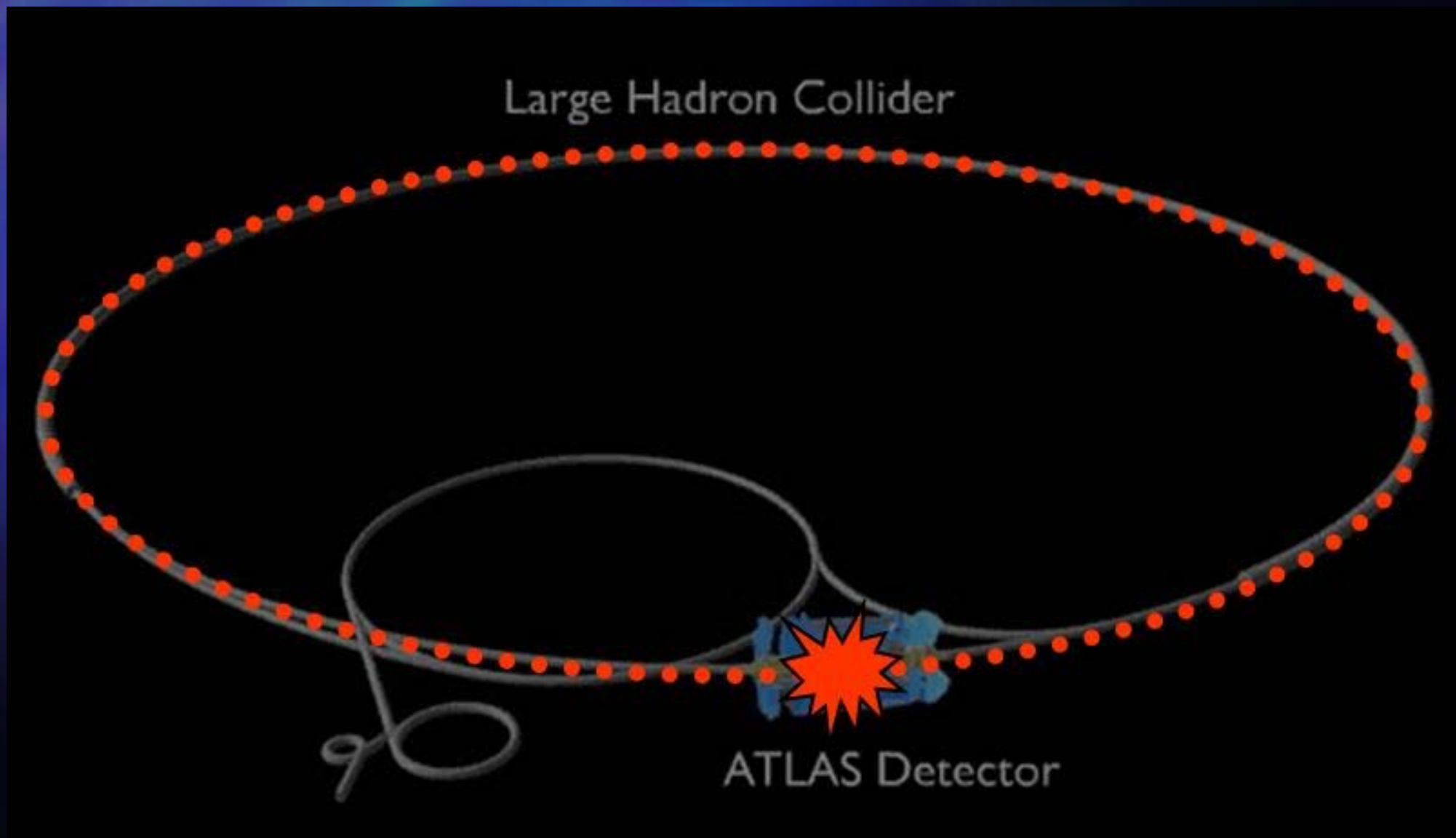
Diamètre du tunnel 3.8 m
Inclinaison du tunnel: ~ 1.4%

Large Hadron Collider



Vue du tunnel du LHC



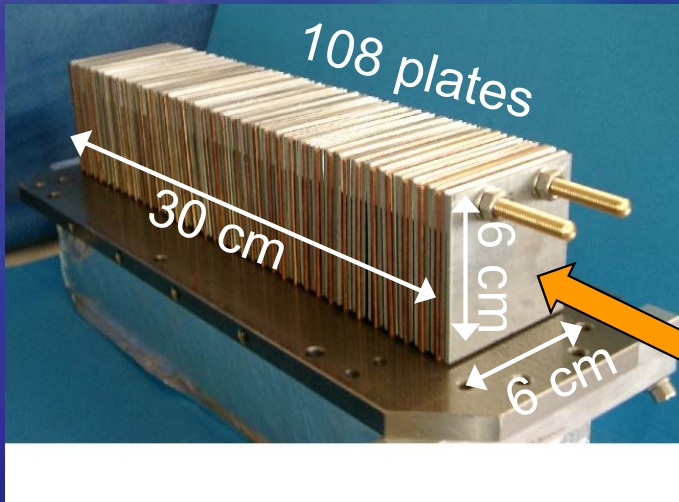


Le faisceau du LHC en quelques chiffres

- 2 808 paquets de protons accélérés à une énergie de 7 TeV
 $7 \text{ TeV} = 7\,000\,000\,000\,000 \text{ eV}$.
- Chaque paquet contient 100 milliards de protons.
- La vitesse de chaque paquet est de 99,9999991 % la vitesse de la lumière ($c = 300\,000 \text{ km/s}$) soit seulement 2,7 m/s de moins
- A cette vitesse chaque paquet parcourt 11 245 fois les 27 km par seconde.
- L'espacement entre 2 paquets est de 25 ns (25 milliardième de seconde = $0,000000025 \text{ s}$) soit $\sim 8 \text{ m}$ à cette vitesse.
- L'énergie totale contenue dans le faisceau (ie: les 2 808 paquets de protons à 7 TeV) est de 362 MJ

From a real 450 GeV (0.45 TeV) beam...

Shoot a 450 GeV beam into a target...



Cu plate ~20 cm
inside the 'target'.

~0.1% nominal LHC beam

The 7 TeV LHC beam
can drill a hole through
~35 m of Copper

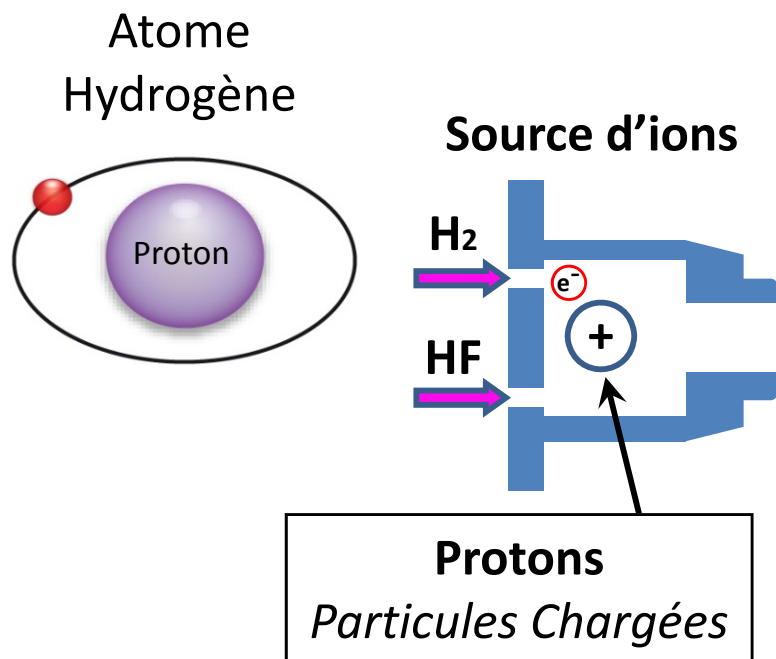
A

B

D

C

Accélérateur de particules LHC



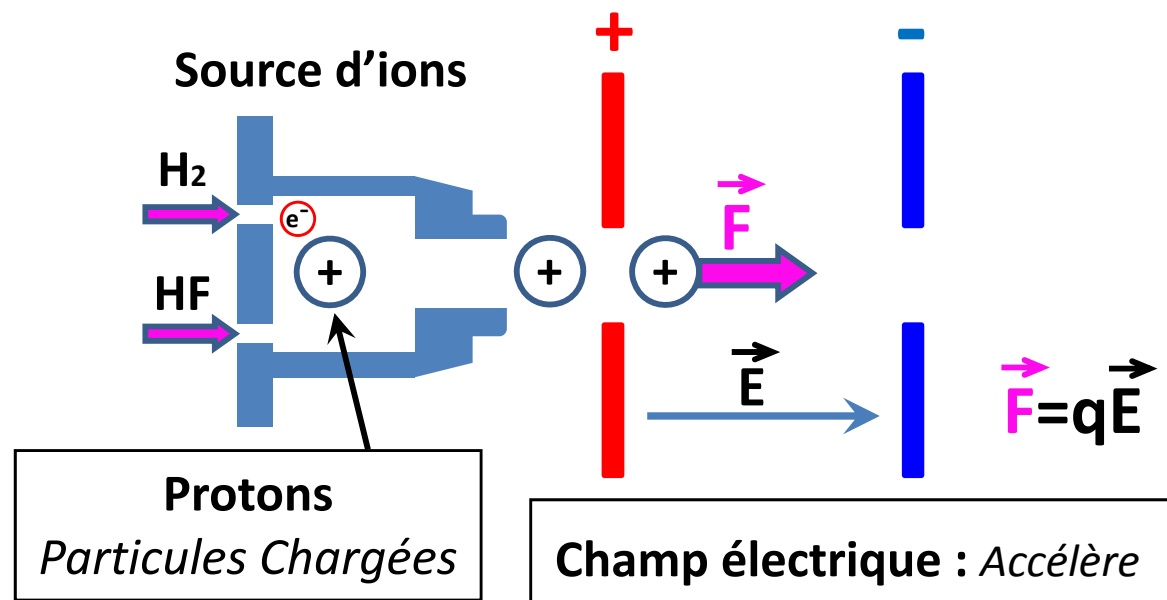
Produire les particules : Sources d'ions



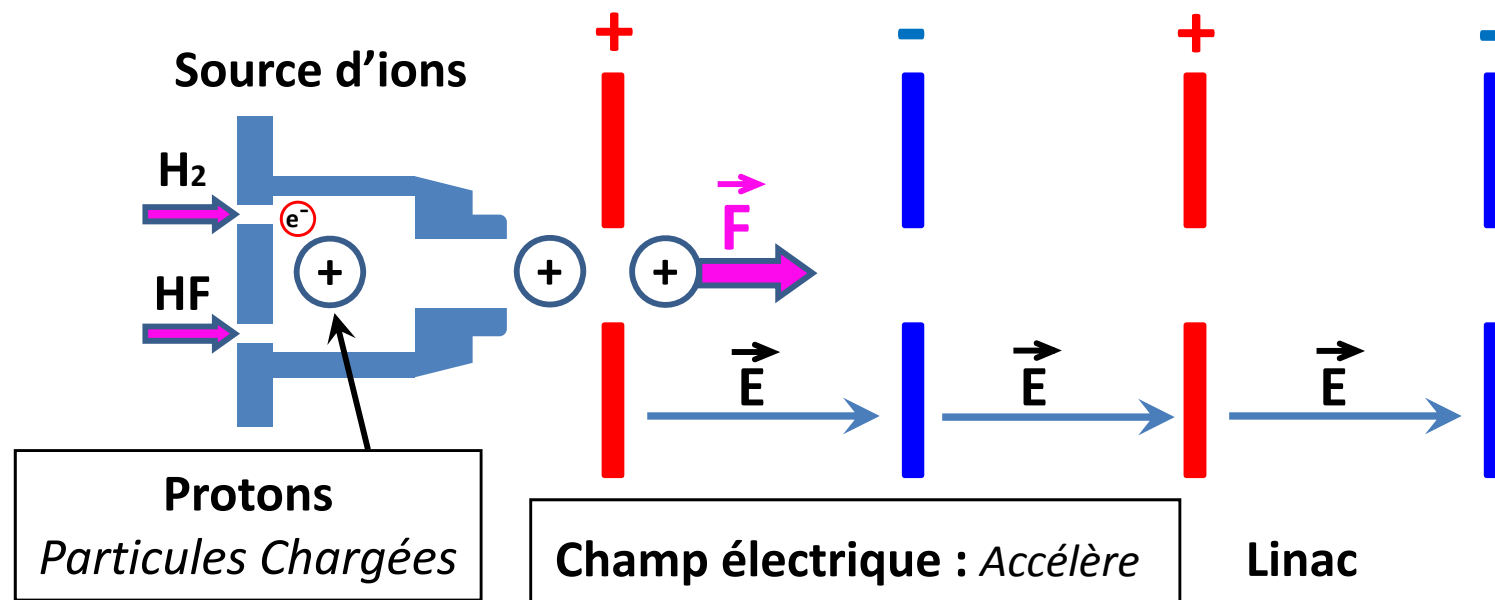
Bouteille d'hydrogène

Source du LHC

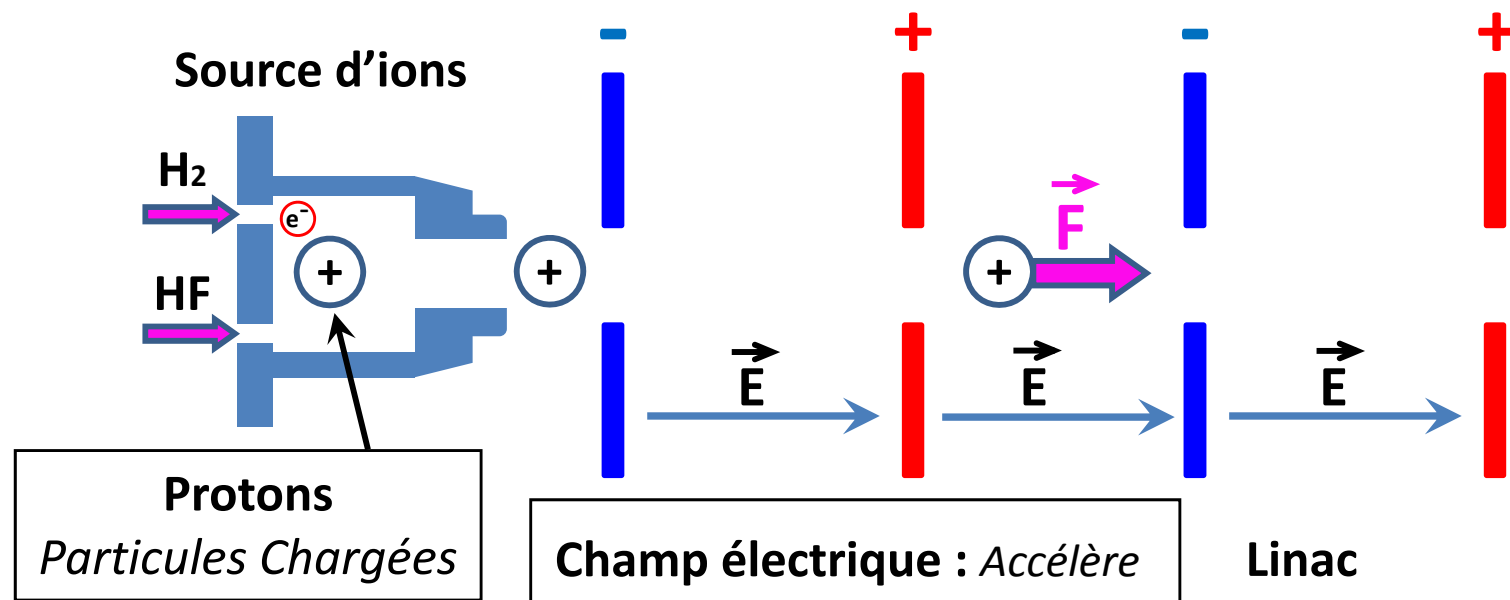
Accélérateur de particules LHC



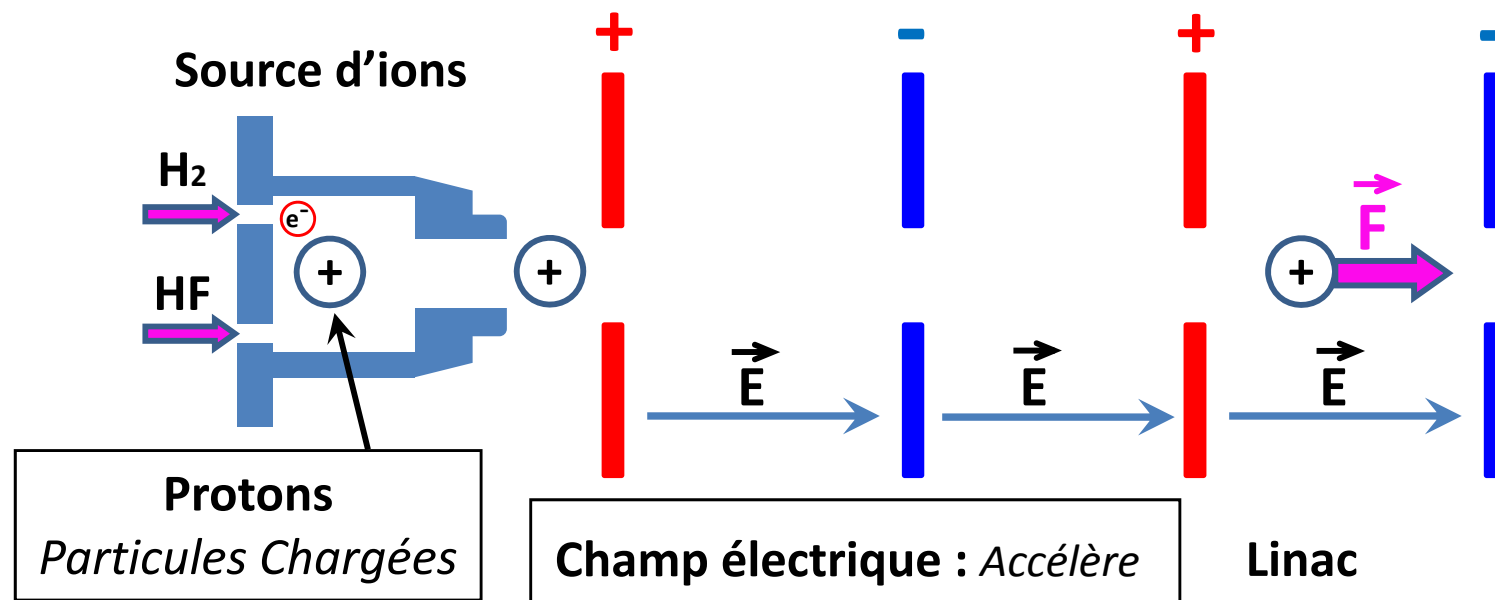
Accélérateur de particules LHC



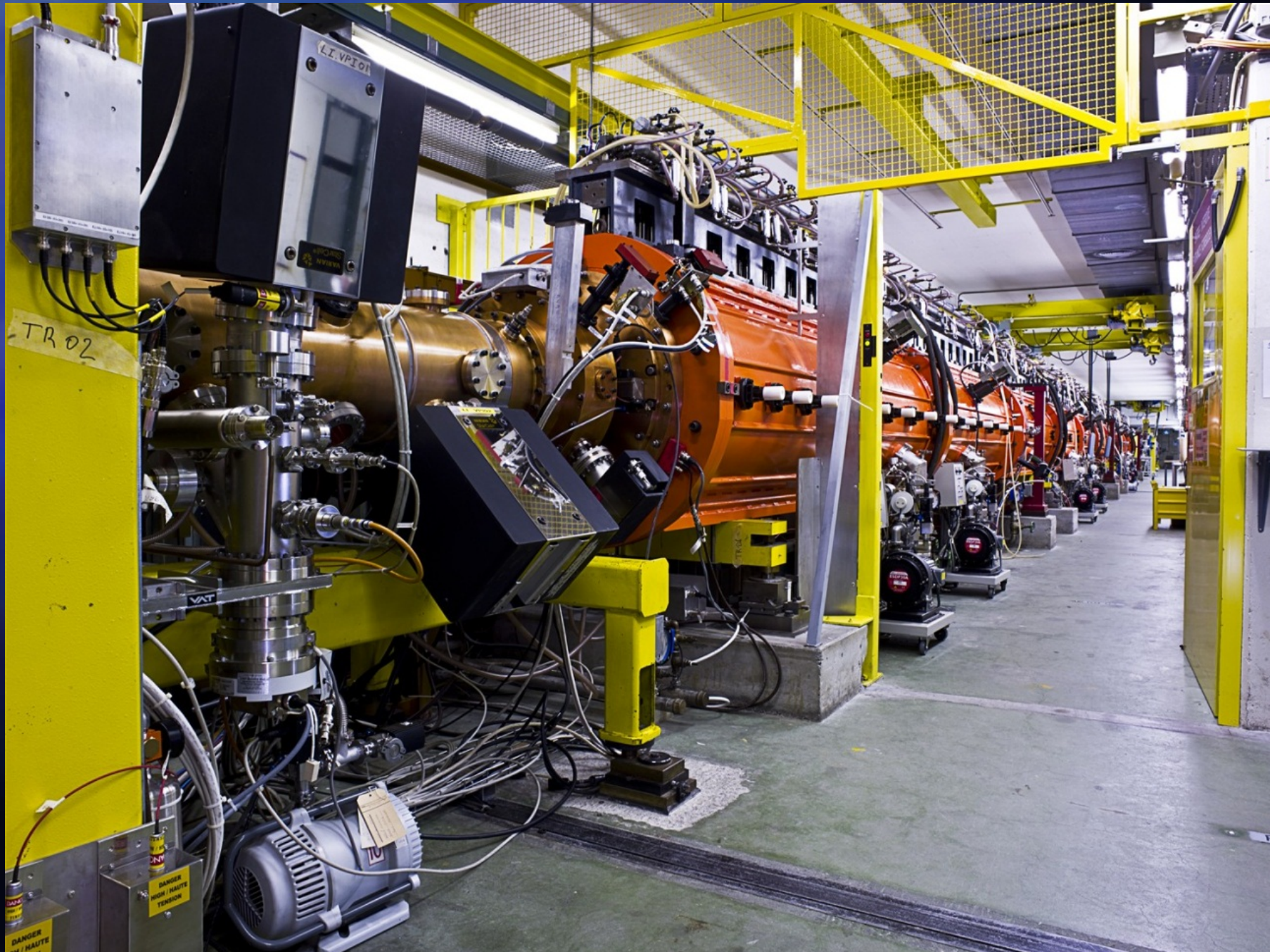
Accélérateur de particules LHC



Accélérateur de particules LHC



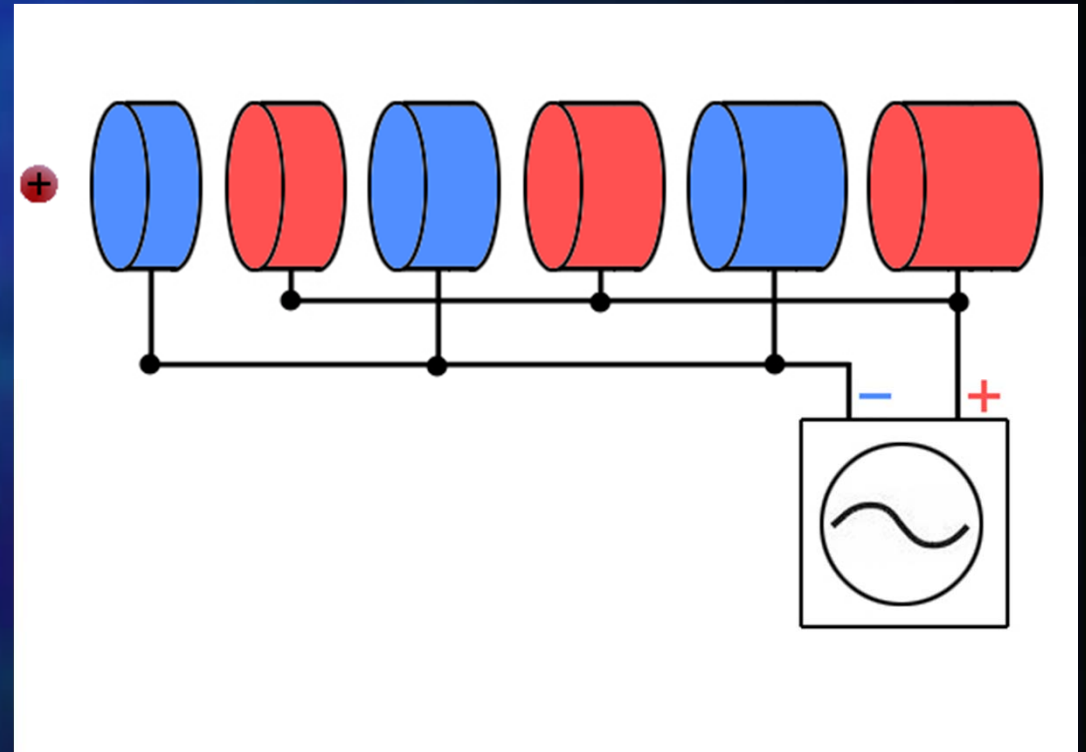
Accélérer les particules : Linac



Accélérer les particules : Linac

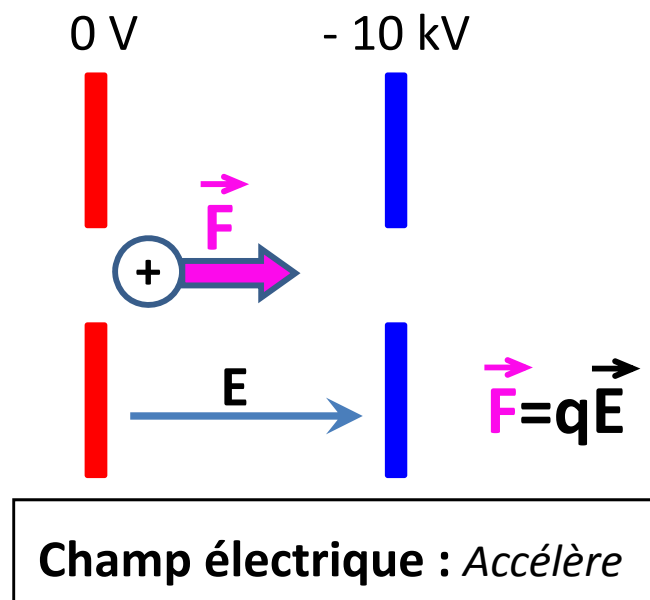


- 30 mètres de longueur
- Accélération : 50 MeV

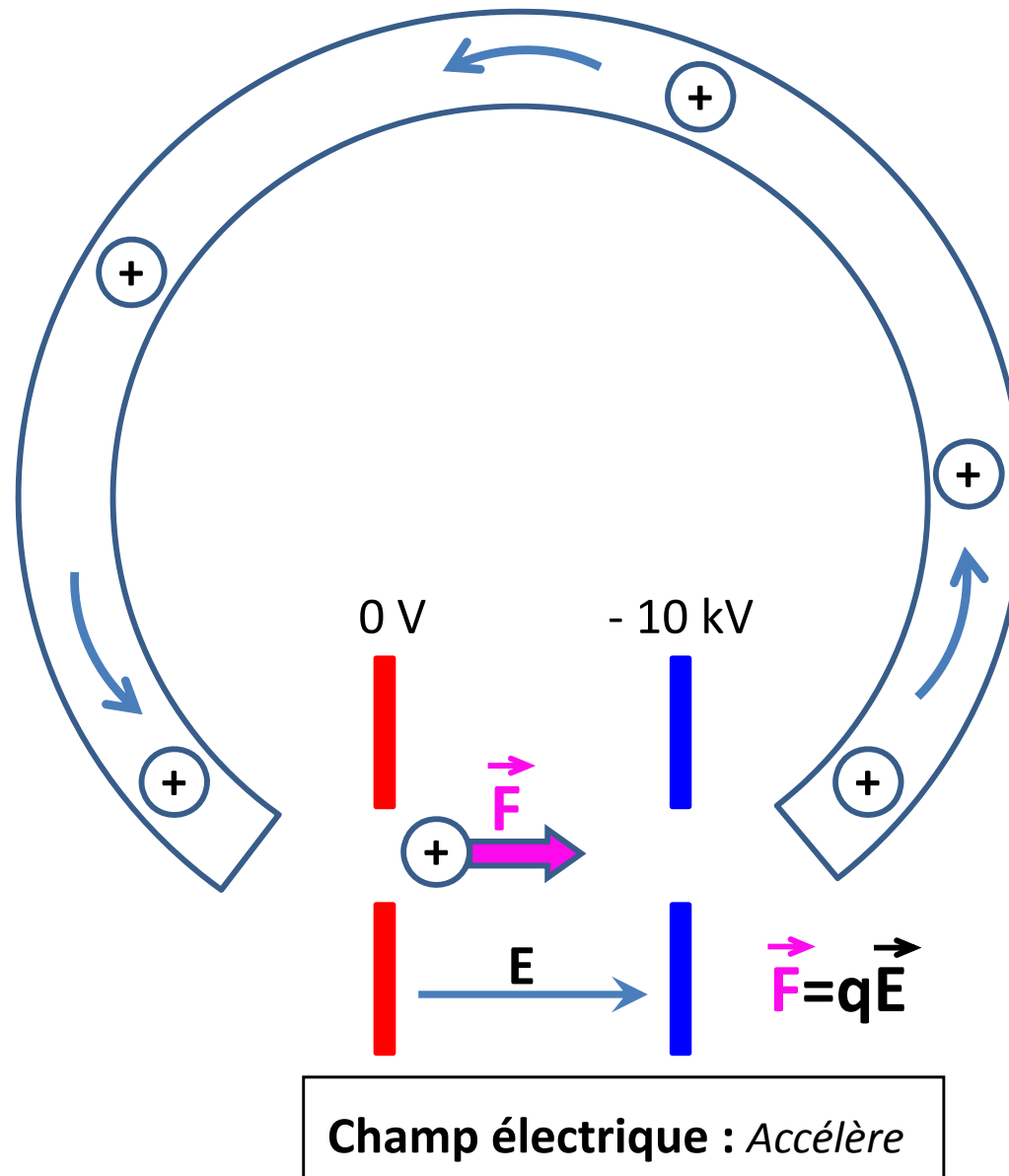


- 7 Tev ($7 \cdot 10^6$ MeV) → Linac devrait faire 4 200 km de longueur!!

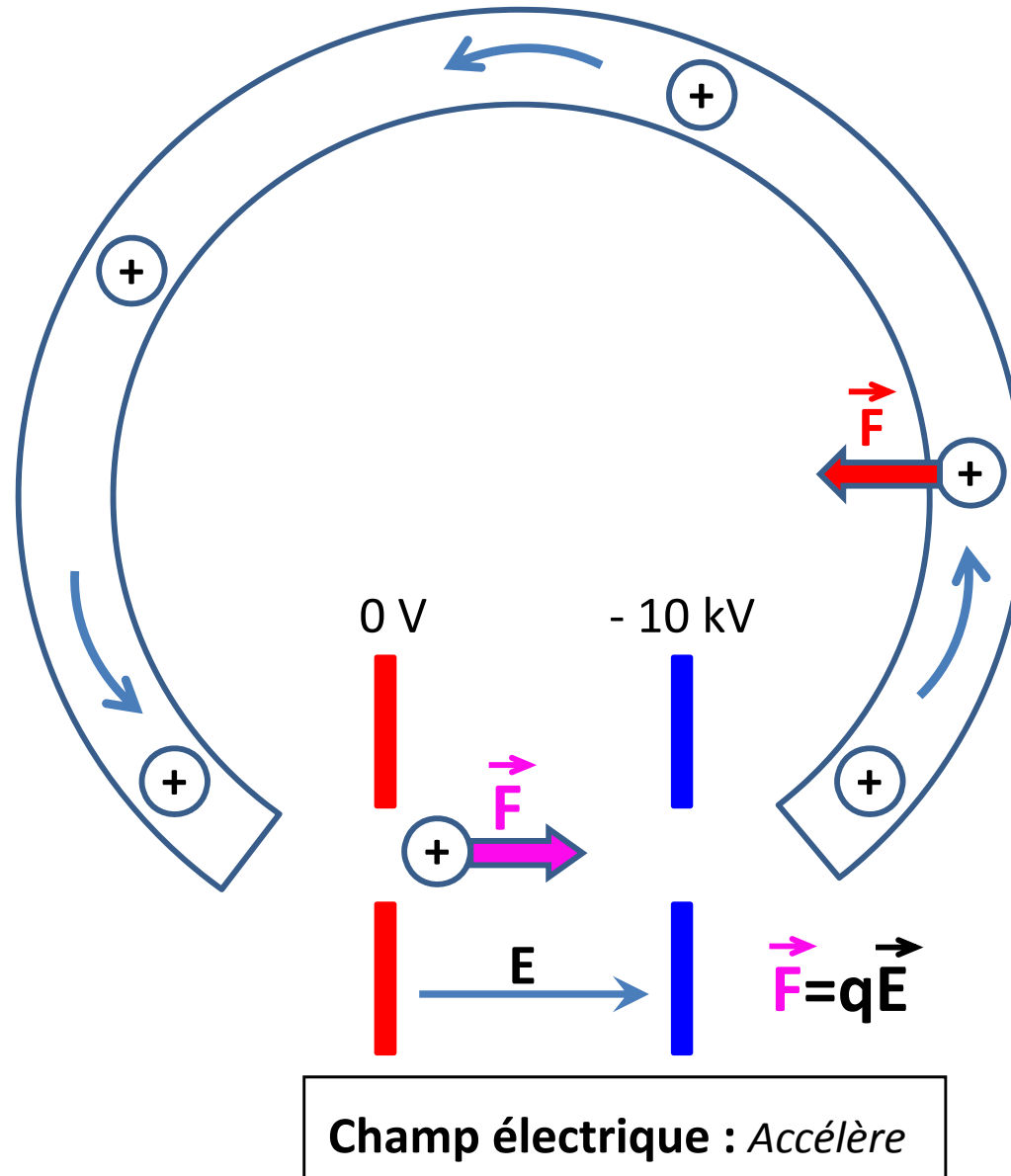
Accélérateur de particules LHC



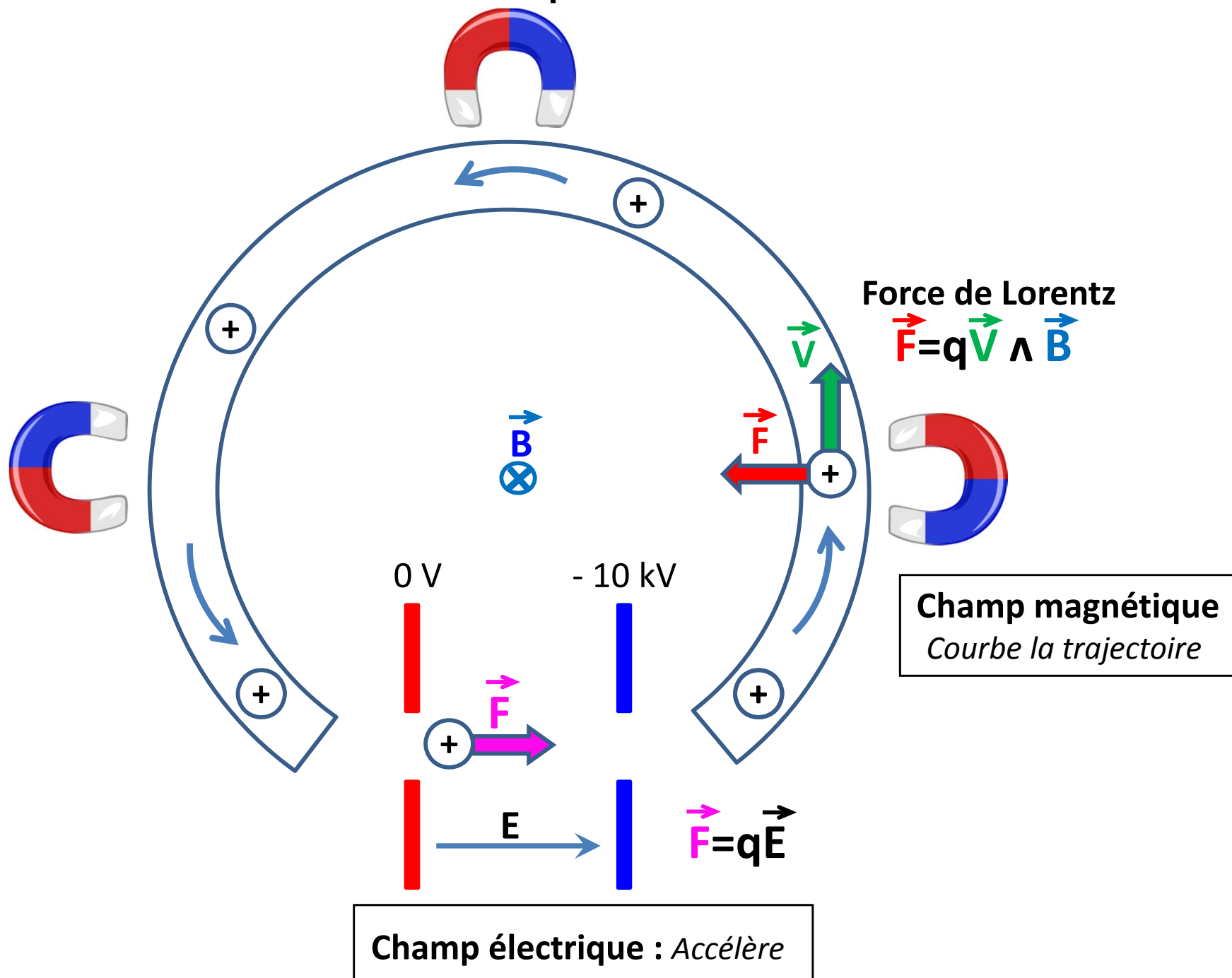
Accélérateur de particules LHC



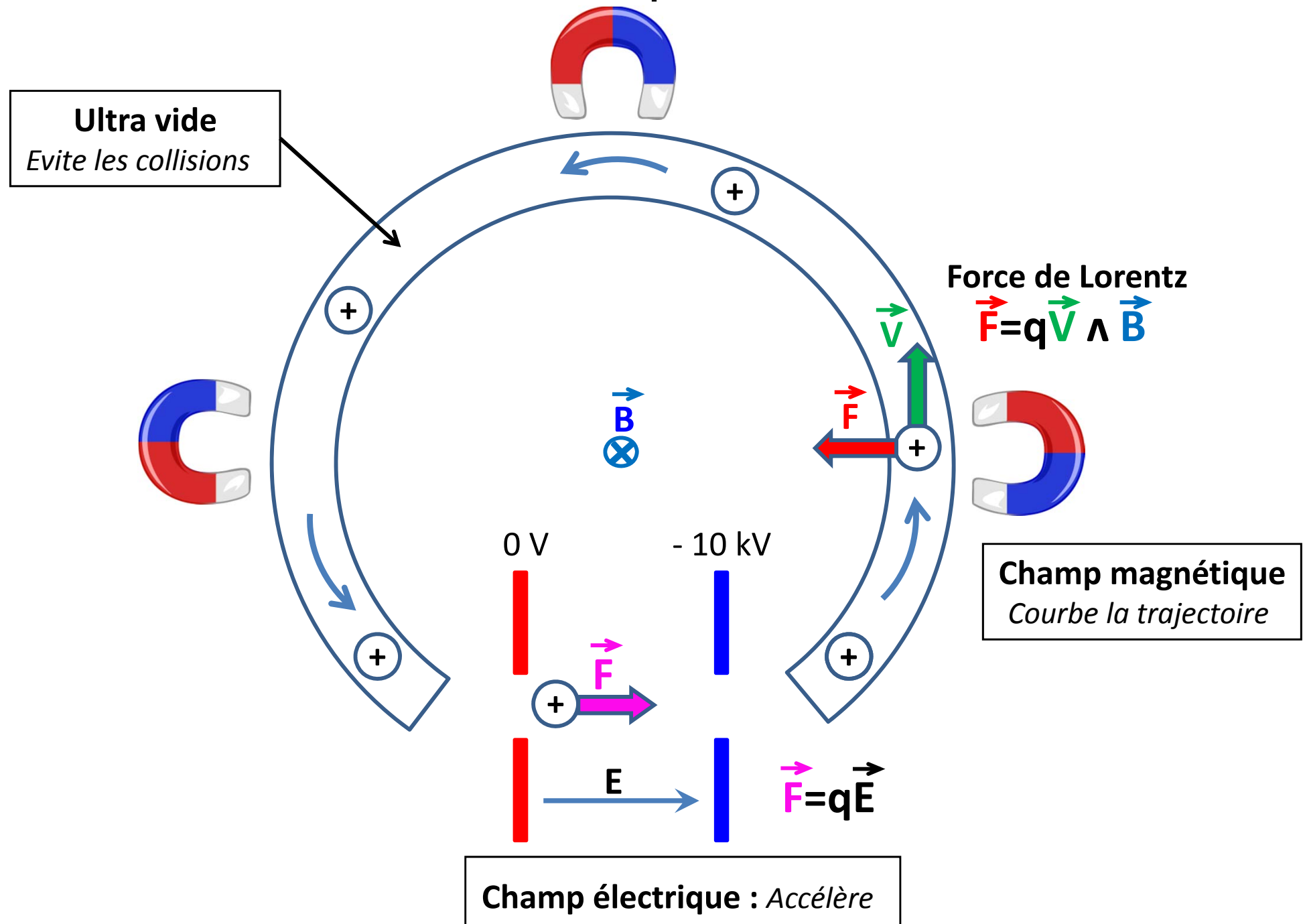
Accélérateur de particules LHC



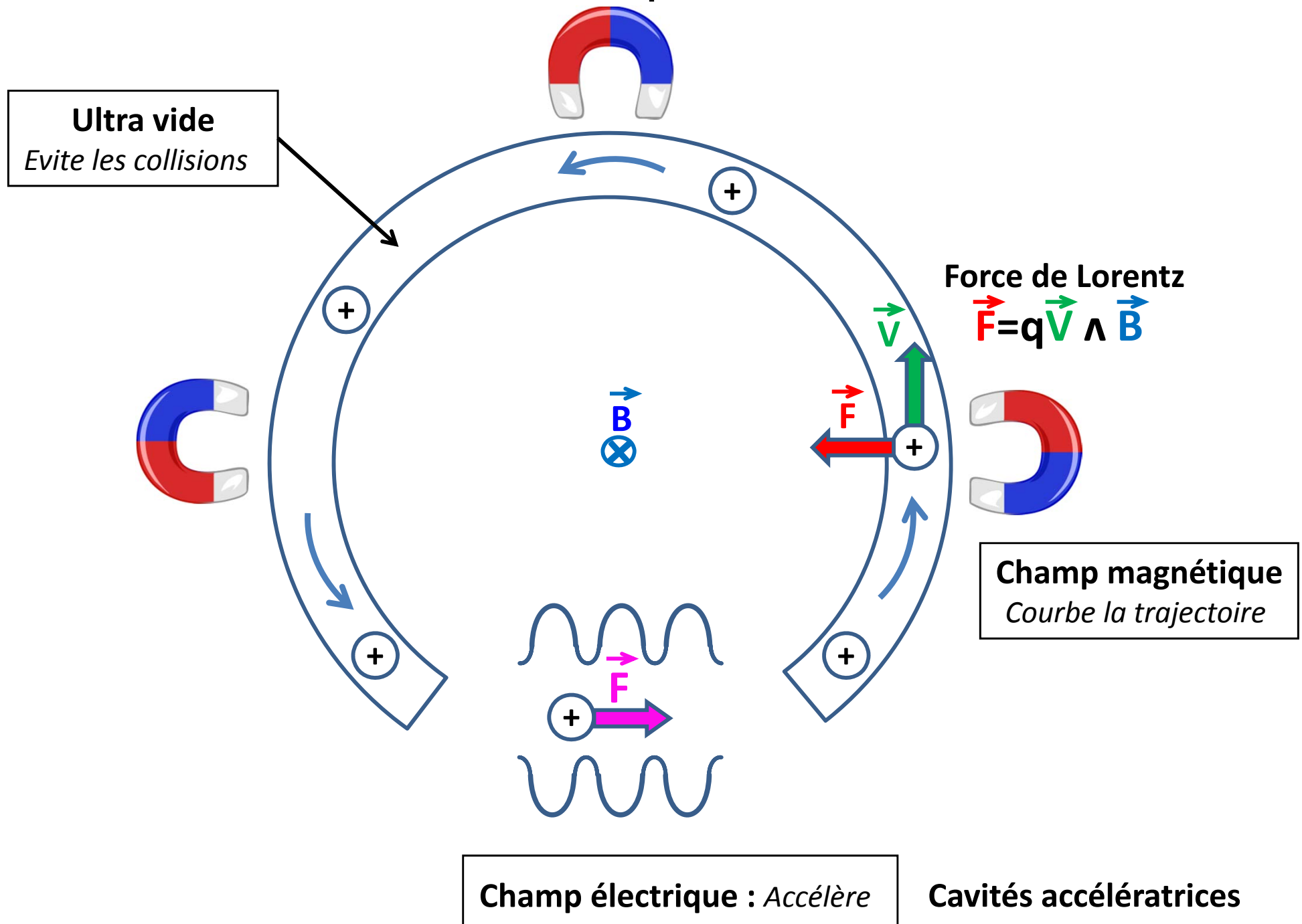
Accélérateur de particules LHC



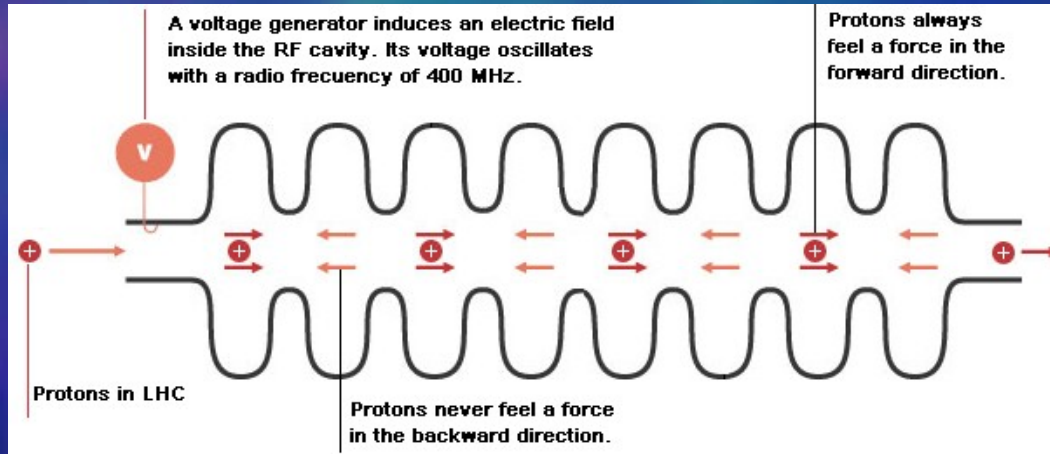
Accélérateur de particules LHC



Accélérateur de particules LHC



Accélérer les particules : Cavités accélératrices



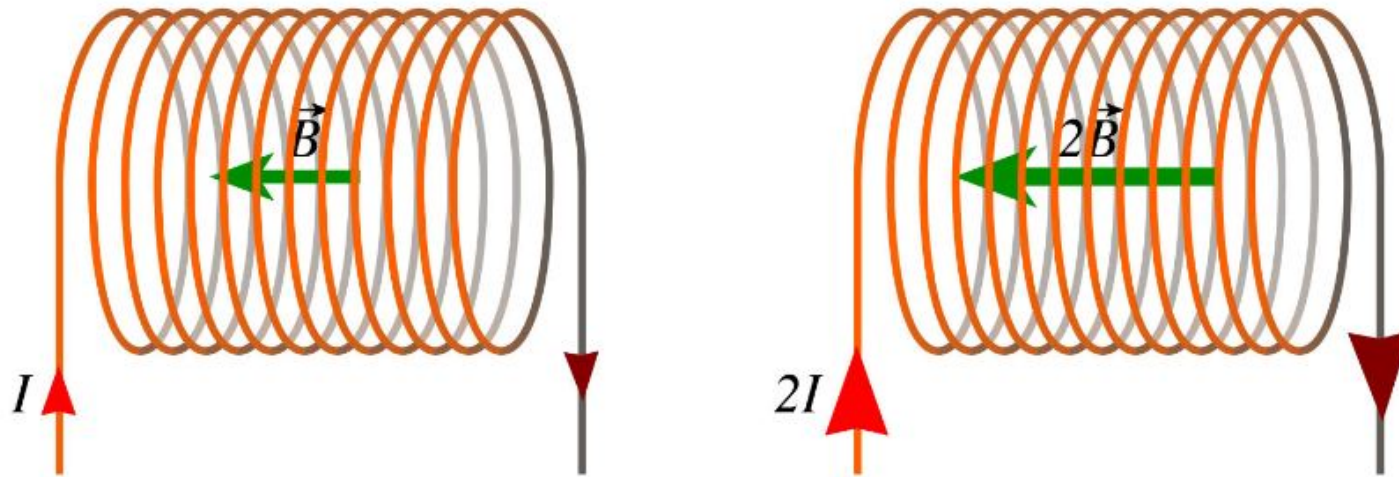
Il y a 8 cavités accélératrices par faisceaux sur les 27 Km

L'accélération moyenne est de 0,5 MeV par tour.

Il faut 20 minutes pour accélérer les protons de 450 GeV à 7 TeV

Courber la trajectoire des particules : Electroaimants

L'intensité du champ magnétique est proportionnelle au courant qui le crée : $B = k \times I$



Si le courant double, le champ double.

Pour courber des protons de 7 TeV $\rightarrow$ Champ magnétique de 8.33 Teslas
(200 000 fois le champ magnétique terrestre)

Pour produire ce champ magnétique de 8.33 Teslas, il faut faire circuler un courant de 12 500 Ampères dans le conducteur!!!

Si le conducteur était en cuivre, il devrait avoir un diamètre de 9 cm
(les pertes par effet joule sont considérables ($P = R i^2$))

Courber la trajectoire des particules : Electroaimants

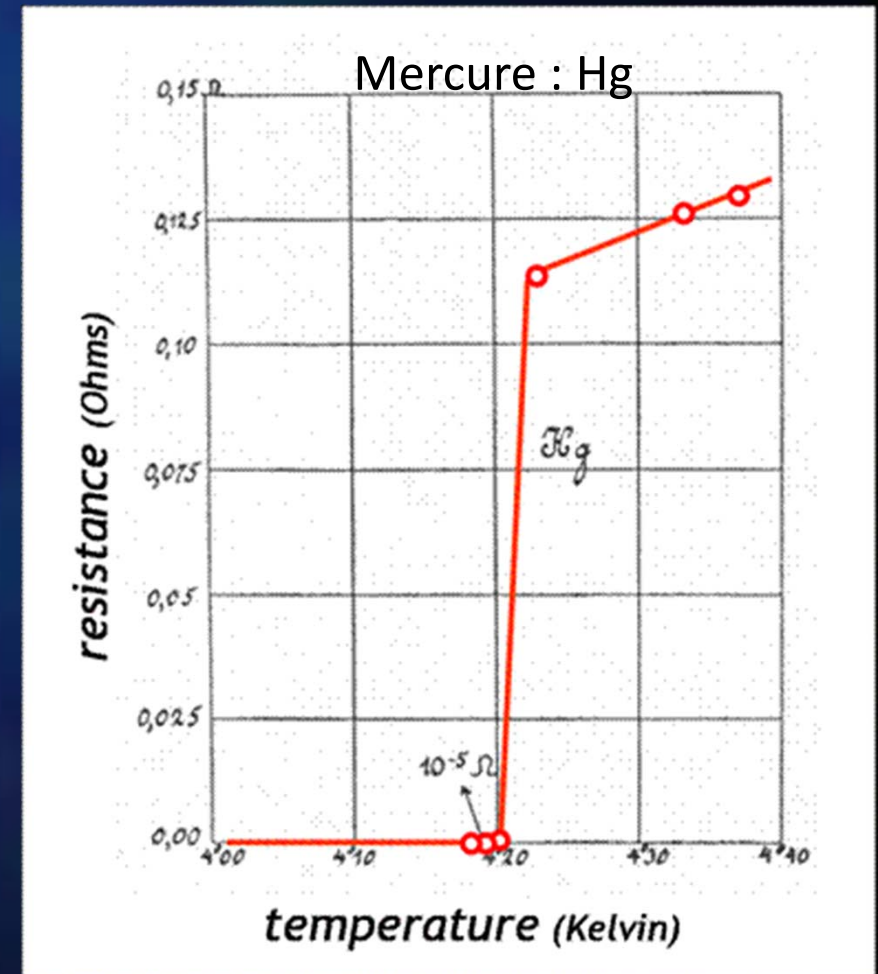
La solution : La Supraconductivité

(Découverte il y a 100 ans)

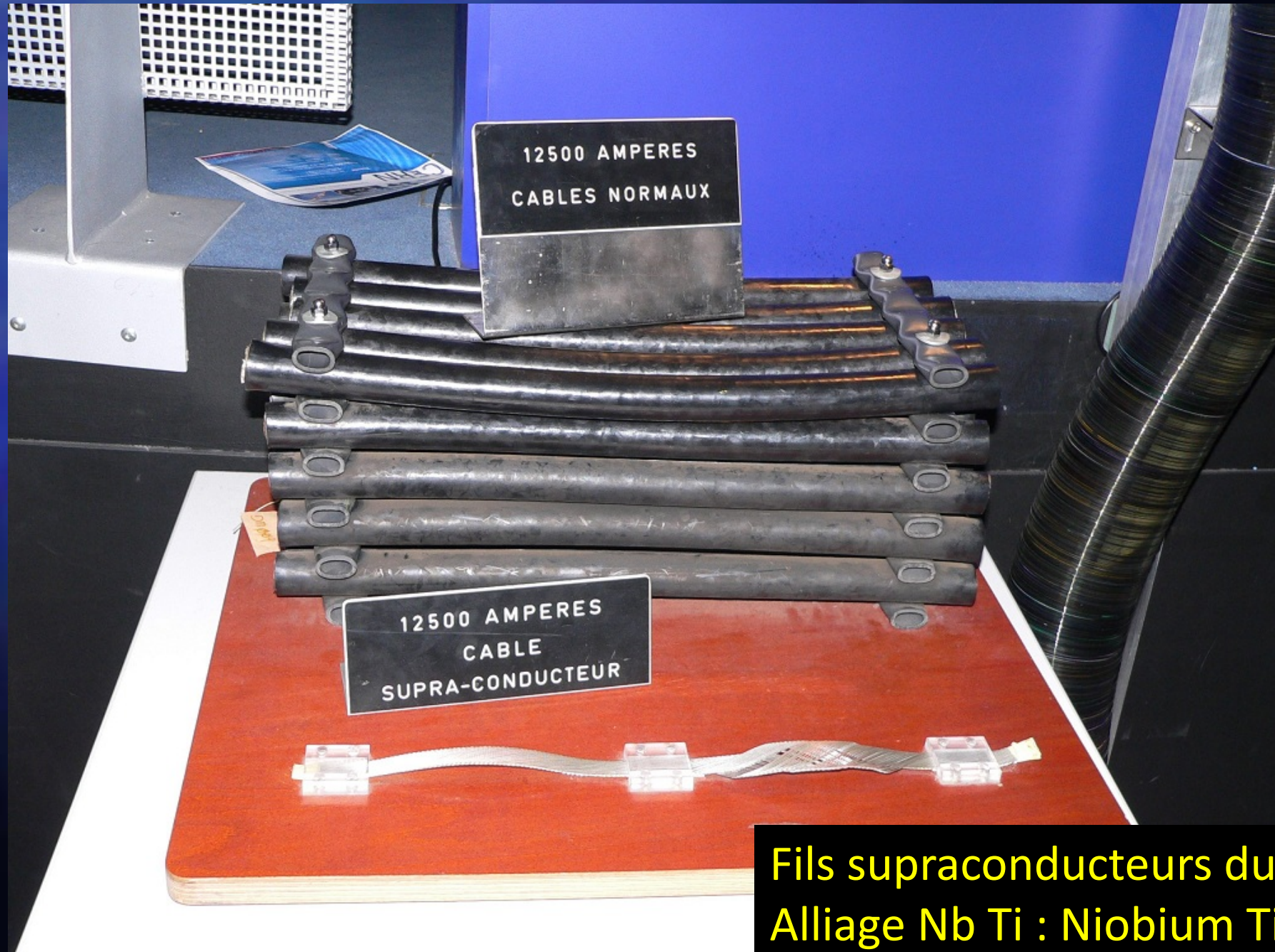
A très basse température, (proche du zéro absolu) certains matériaux ne sont plus résistifs et conduisent l'électricité sans perte d'énergie.

... mais il faut les refroidir à 1.9 K
(− 271.2 °C)

... température actuelle de l'univers : 3 K



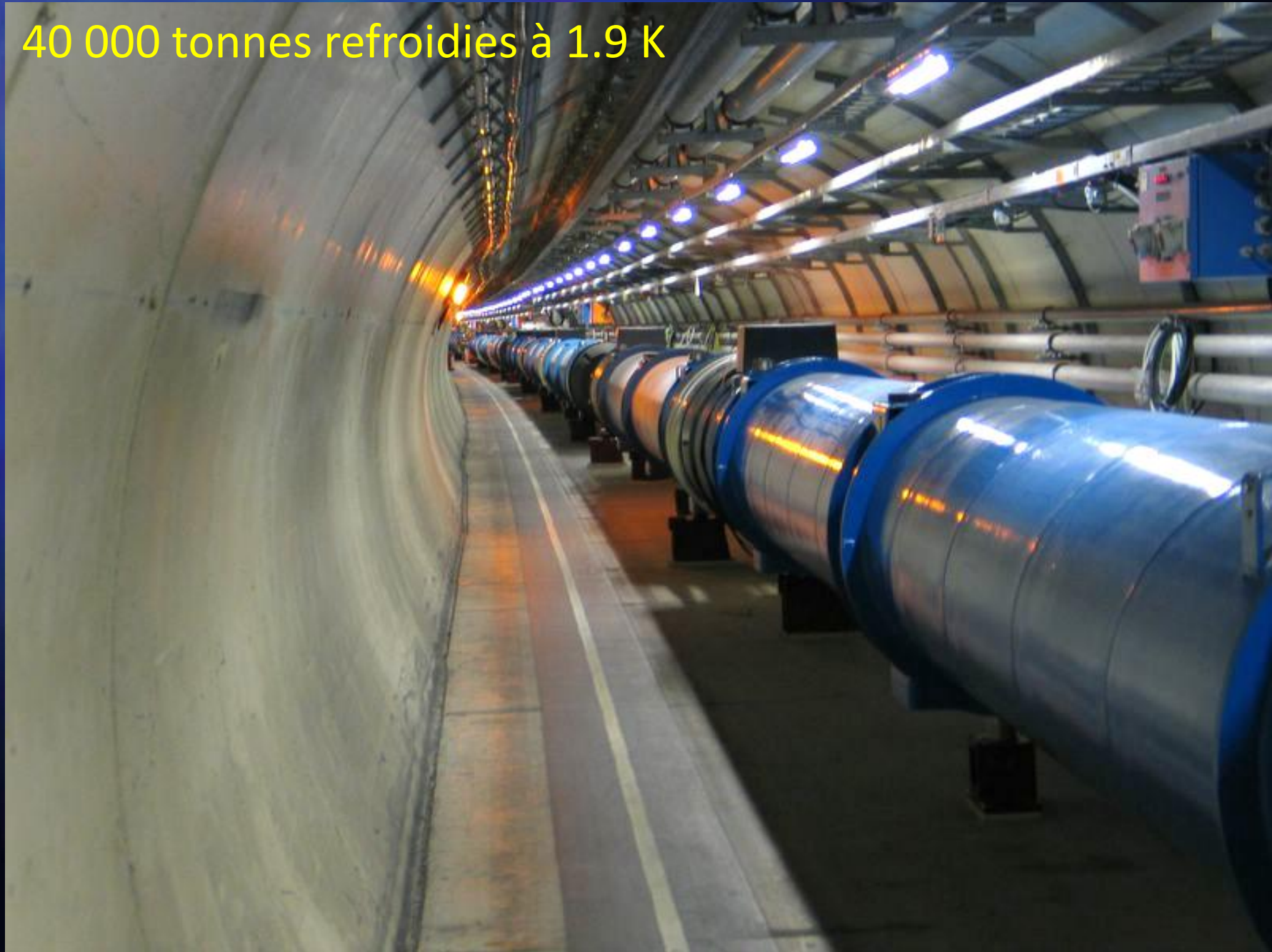
Courber la trajectoire des particules : Electroaimants



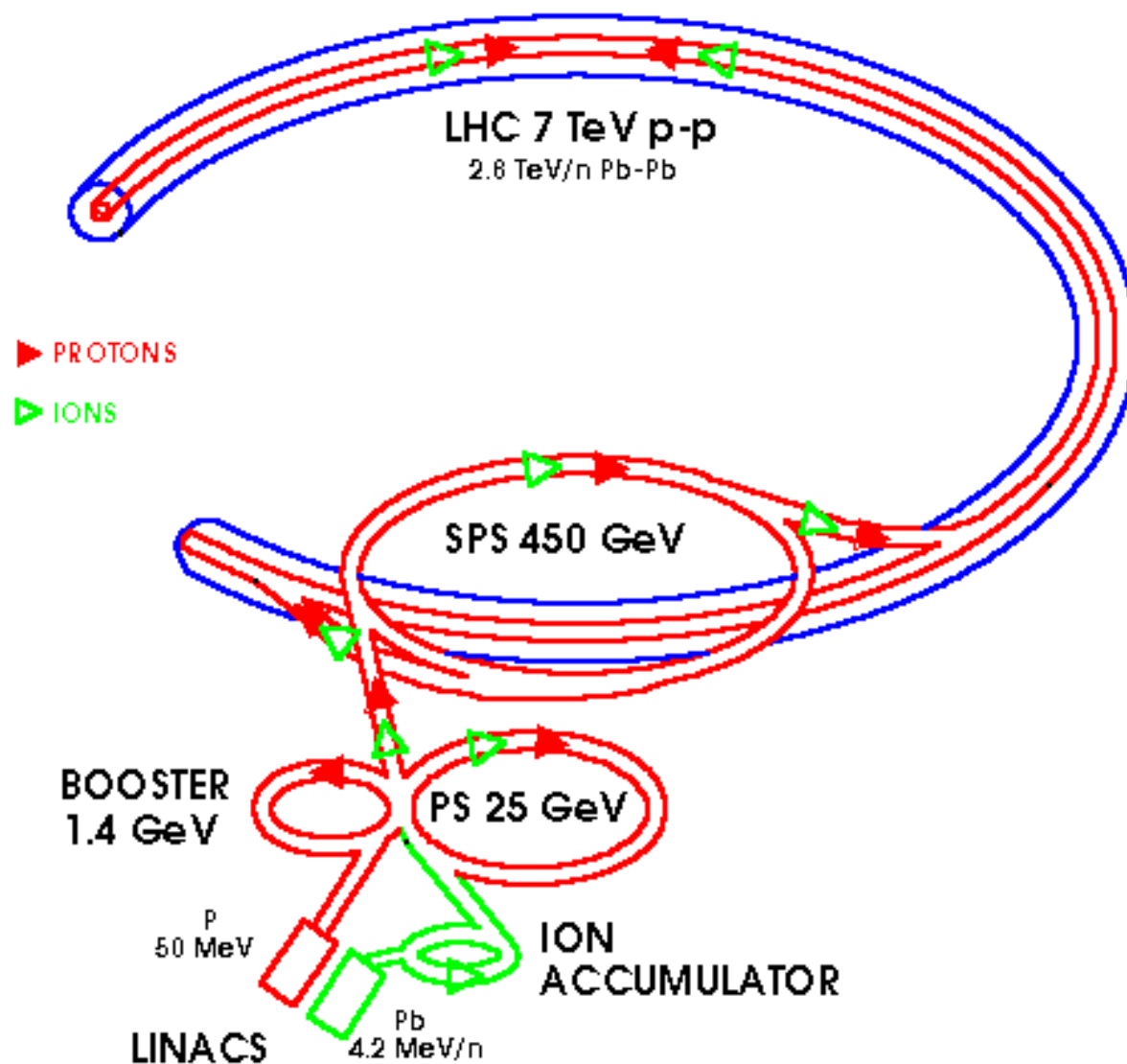
Fils supraconducteurs du LHC
Alliage Nb Ti : Niobium Titane

Vue du tunnel du LHC

40 000 tonnes refroidies à 1.9 K

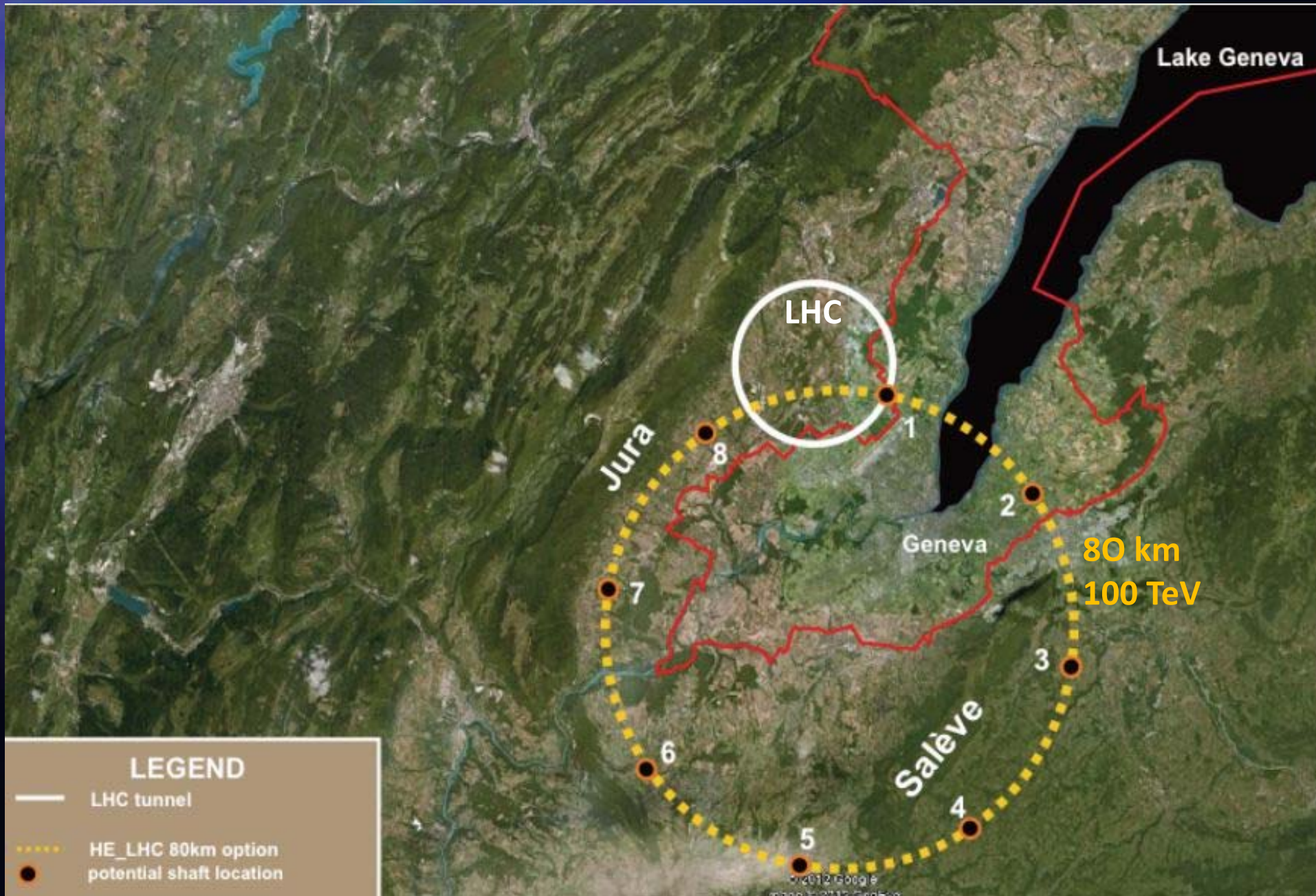


THE LHC HADRON INJECTOR COMPLEX

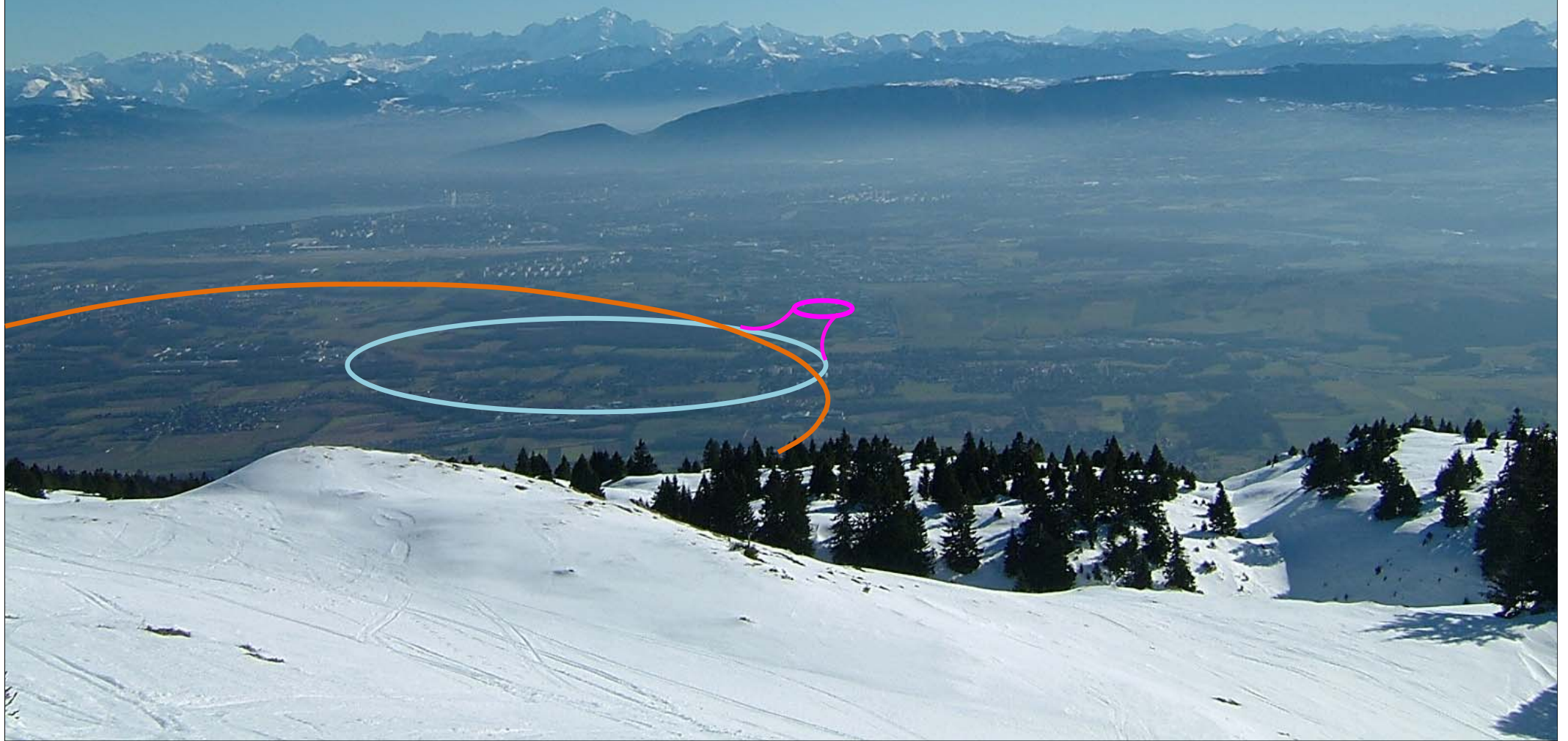


Et après ? Que faudrait-il faire pour aller plus haut en énergie ?

Et après ? Que faudrait-il faire pour aller plus haut en énergie ?



MURAZ Jean-François
MasterClasses 2016



MasterClasses 2050 ?

