

INTERNATIONAL MASTERCLASSES HANDS ON PARTICLE PHYSICS

Masterclass @



Irfu

CEA Saclay

Le 26 février 2013

Lycée Camille CLAUDEL Palaiseau

Lycée Blaise PASCAL Orsay



hands on particle physics

TD « ATLAS W »

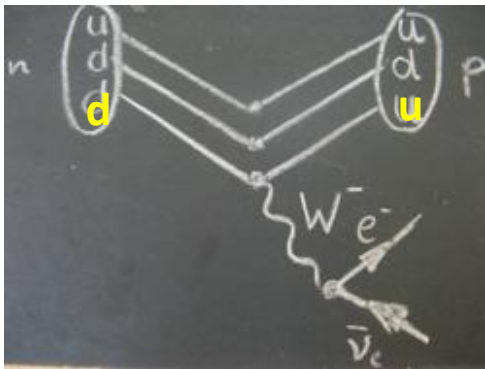
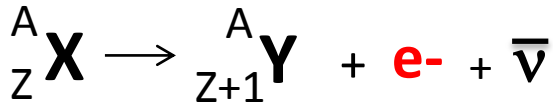
- ❑ Objectif du TD: « chasser » les bosons W et les candidats Higgs en 2W **10 min**
- ❑ Identifier les particules dans le détecteur ATLAS **5 min**
- ❑ 10 événements de collision à analyser ensemble (avec corrections) **10 min**
- ❑ C'est parti pour votre analyse en binôme des 50 événements
(sans corrections) **1h20 min**
- ❑ Interprétation de résultats **15 min**
 $R = \frac{W^+}{W^-}$ et une distribution angulaire « sensible » au Higgs !

Radioactivité beta en 1^{er} S

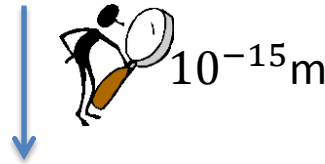
Conservation de A et de Z

Bêta moins (β^-)	Électron ${}^0_{-1}e$	${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^0_{-1}e + {}^{14}_7\text{N}$	$14 = 0 + 14$	$6 = -1 + 7$
Bêta plus (β^+)	Positron 0_1e	${}^{123}_{53}\text{I} \rightarrow {}^0_1e + {}^{123}_{52}\text{Te}$	$123 + 0 = 123$	$53 = 1 + 52$

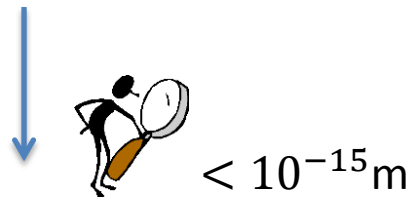
Beta -



Noyau de l'atome

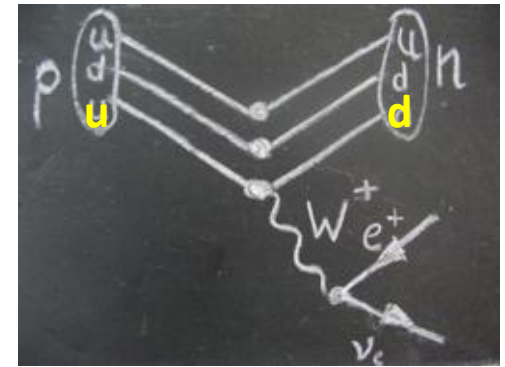
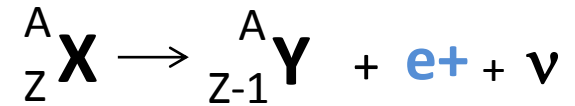


Nucléon (proton et neutron)
du noyau



quarks du nucléon

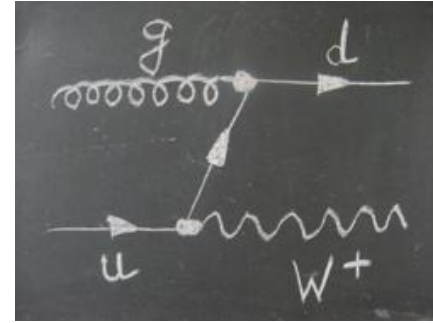
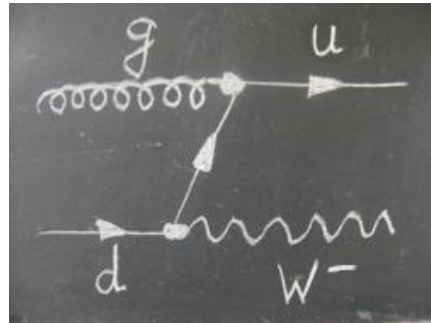
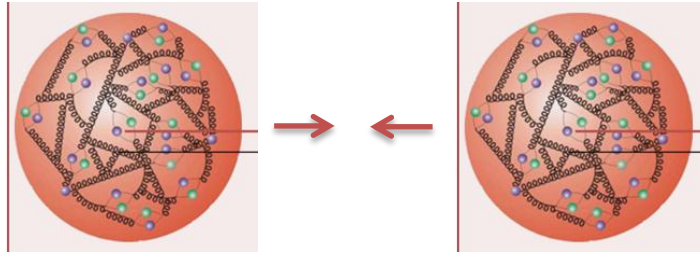
Beta +



le boson W joue un rôle important dans les désintégrations radioactives beta

Vous allez chercher les bosons W produit lors des collisions de protons du CERN

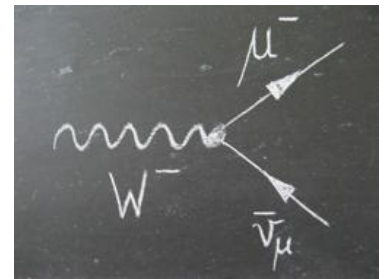
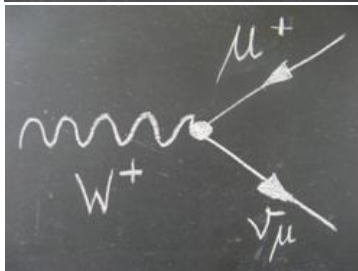
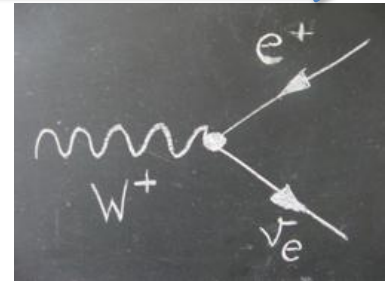
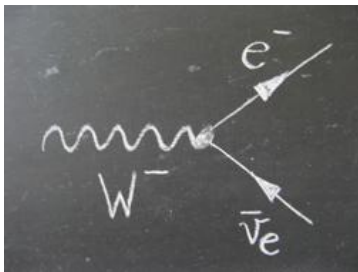
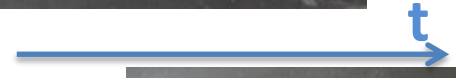
Un proton (neutron)
est constitué de quarks
et de gluons qui interagissent



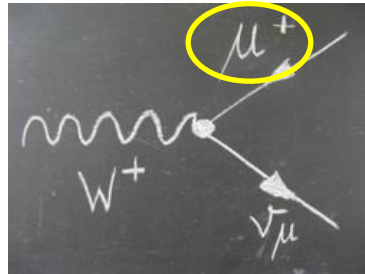
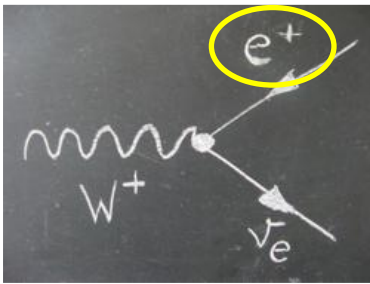
Production de différentes
particules W

Durée de vie
de 10^{-25} s !

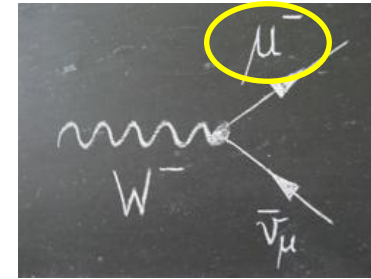
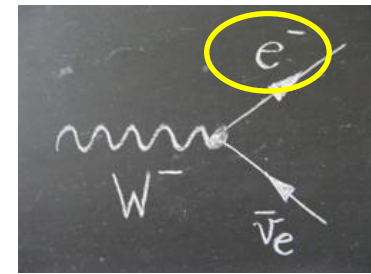
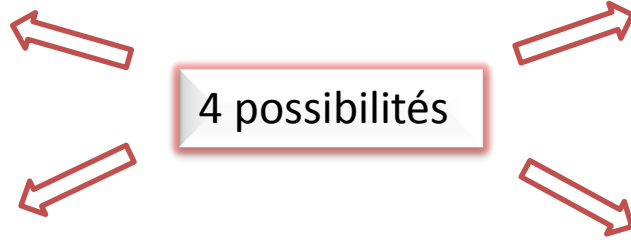
Désintégration de
particules W en particules stables
visibles dans le détecteur:



particule	antiparticule
e^-	e^+
μ^-	μ^+



Sélection «événements W»



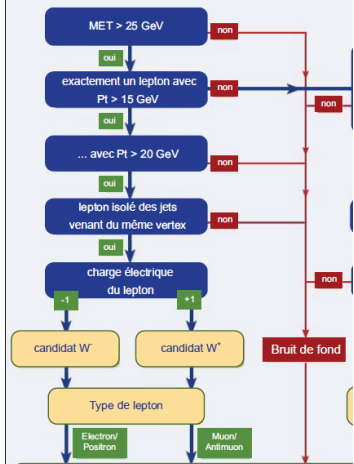
- Exactement un lepton
électron e^- , positron e^+ ,
muon μ^- , un anti-muon μ^+

- Lepton isolé :
ne fait pas partie d'un jet (plein de traces...)

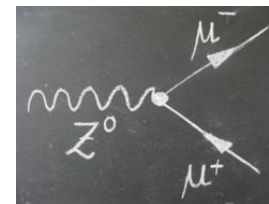
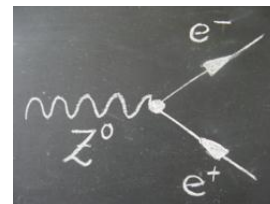
- Impulsion transverse (Pt) du lepton
plus grande que 20 GeV

- Impulsion transverse manquante (signant le neutrino)
(MET) d'au moins 25 GeV dans
l'événement

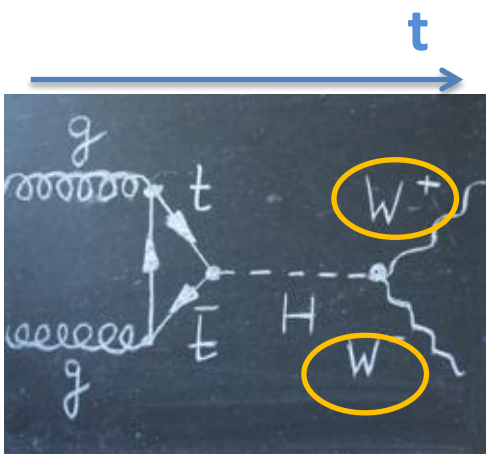
Partie gauche du logigramme



Exemple d'événement « Bruit de fond »

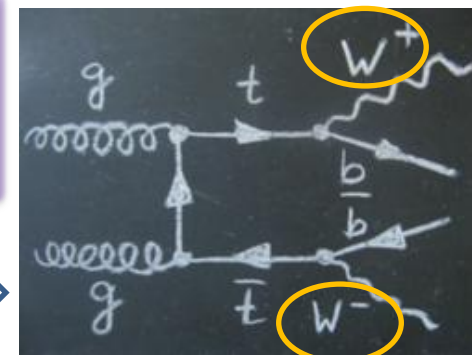


Sélection «événements WW»



Production de Higgs

Production de 2 W sans passer par un Higgs



Exactement deux leptons isolés de charges électriques opposés

Le lepton dominant (le plus énergétique) doit avoir une quantité de mouvement transverse d'au-moins **25 GeV**

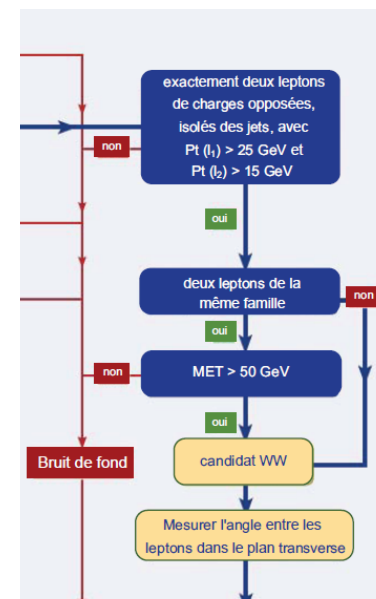
La coupure sur le lepton sous-dominant (l'autre) est seulement de **15 GeV**

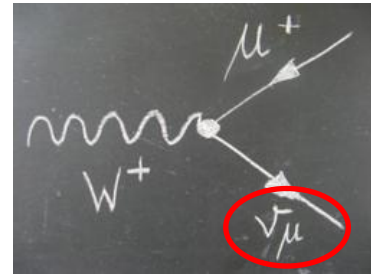
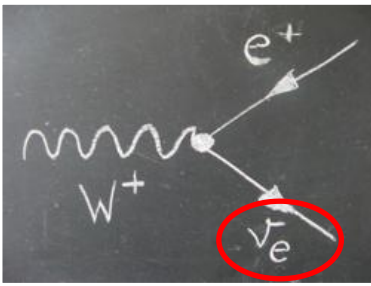
Énergie transverse manquante dans l'événement

- au-moins **40 GeV** si les deux leptons appartiennent à la même famille (**e- e+**) ou (**μ-μ+**)
- ou au-moins **25 GeV** dans l'autre cas

Puisque le Higgs est neutre, les deux W ont des charges électriques opposées

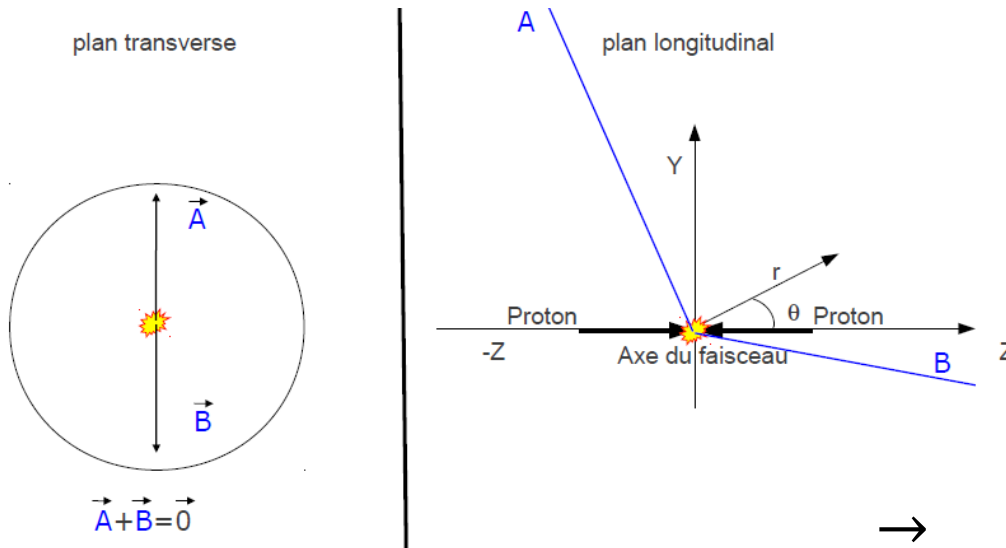
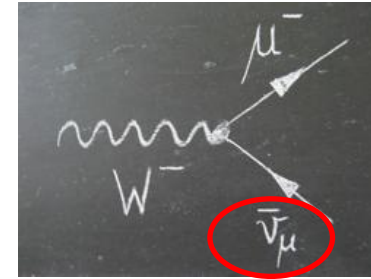
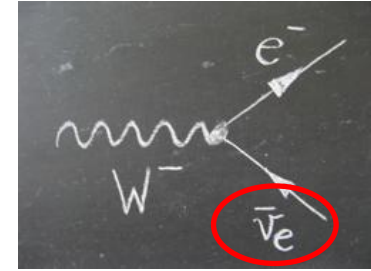
Partie droite du logigramme





Le neutrino:

particule fantôme,
 identifiée par l'énergie
 manquante calculée
 grâce au loi de conservation
 de l'impulsion dans le plan
 transverse



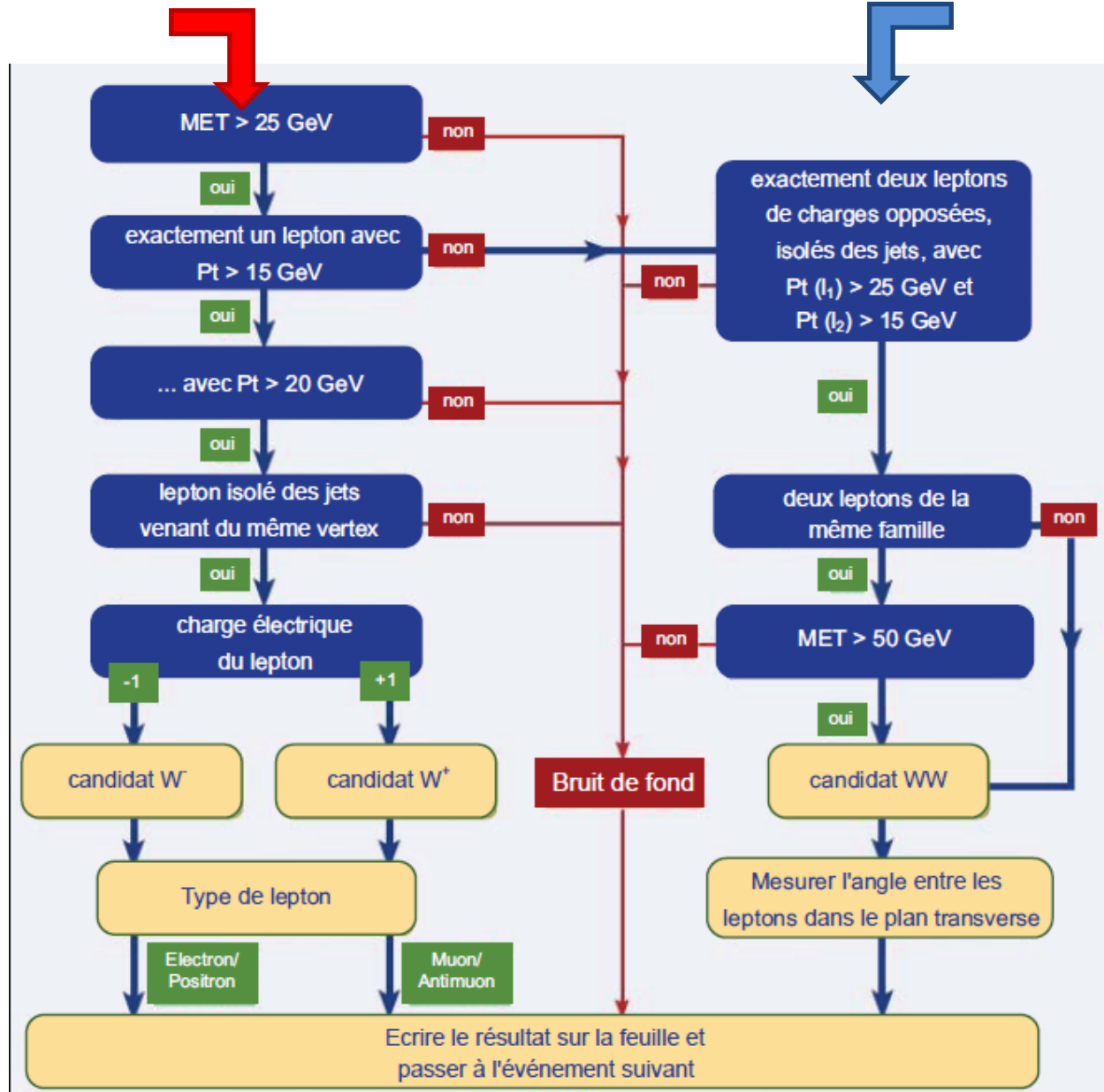
→ Si \vec{A} est un neutrino, on ne le voit pas, mais on détecte \vec{B} qui est un lepton,
 On en déduit

$$\vec{A} = -\vec{B}$$

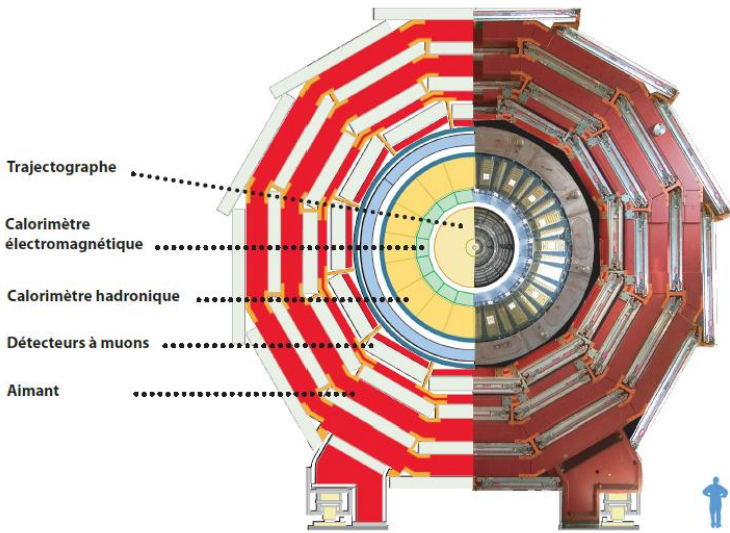
→ Selection MET (Missing energy transverse) > 25 GeV

Sélection «événements W»

Sélection «événements WW»



Chaque binôme va analyser 50 événements de collisions en s'aidant du logigramme



Avant de démarrer l'analyse, vous devez apprendre à reconnaître dans le **détecteur ATLAS** les différentes particules caractérisant les bosons W:

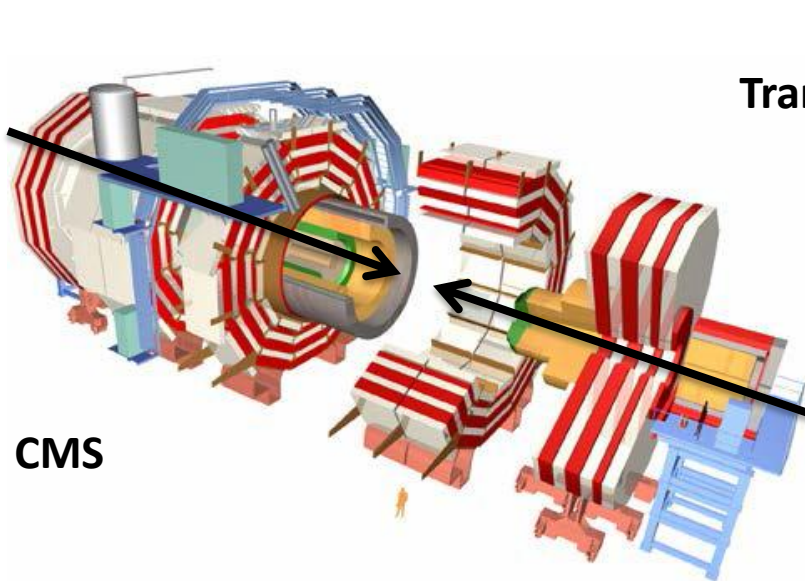
- les leptons :

électrons e^- et muons μ^-

- et leurs antiparticules ;

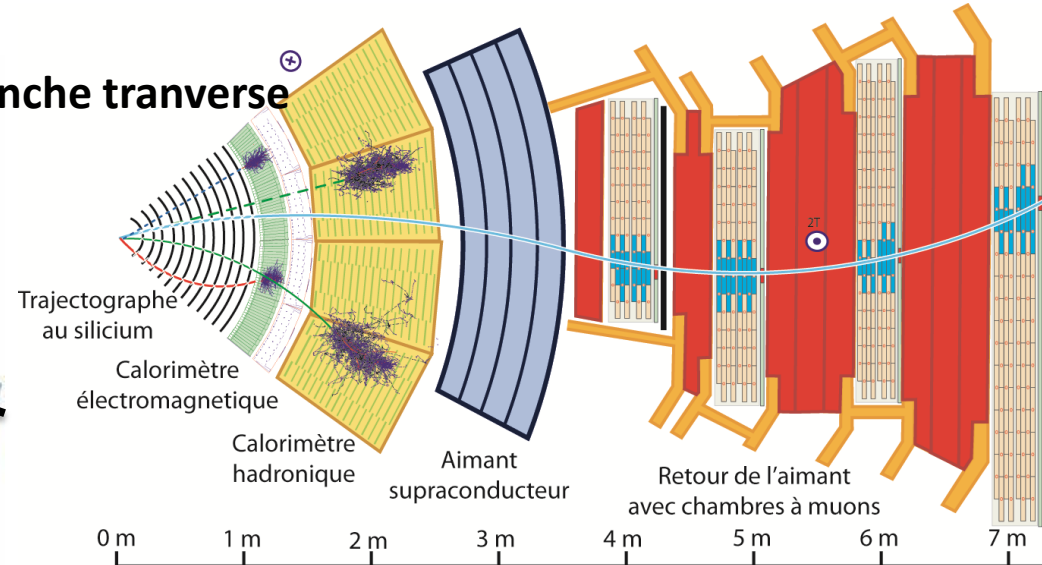
positons e^+ et antimuons μ^+

Coupe plan transverse au faisceau



CMS

Tranche transverse



légende :

— Muon

— Électron

— Hadron chargé

- - - Hadron neutre

- - - Photon