

Conception d'un Détecteur

Vous mesurez cela



Mais la réalité est comme cela

Rappel de la précédente session

Définir ses caractéristiques

- Résolution & gamme d'énergie
- Résolution spatiale
- Temps de réponse : déclenchement
- Type de particules
- Champ magnétique
- Simplicité : intervention (réparation), services...
- Coût

Simulations

- Physique : signaux & bruits de fond
- Détecteurs

Détecteurs: mesure partielle, destructive

Du point d'interaction vers l'extérieur du détecteur

Trajectographie : détecteurs « Transparents »

- Mesure des particules chargées
 - mesure de la position du vertex (« peu » de perte d'énergie)
 - mesure de la trace et de l'impulsion (si champ magnétique)
 - identifier les particules : dE/dx ou rayonnement de transition ou de Cerenkov ou un temps de vol.

Calorimètres : détecteurs « massifs »

- Mesure des électrons, photons, hadrons
 - mesurer l'énergie des particules (+ id. du type)

Muons

- Identification des muons
 - Connexion avec le trajectographe : Alignement relatif des sous-détecteurs
 - Mesure de l'impulsion si champ magnétique

Remarque:

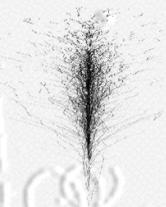
- Énergie manquante => V
- Ou mauvaise estimation de l'herméticité

Détecteurs: mesure partielle & destructive

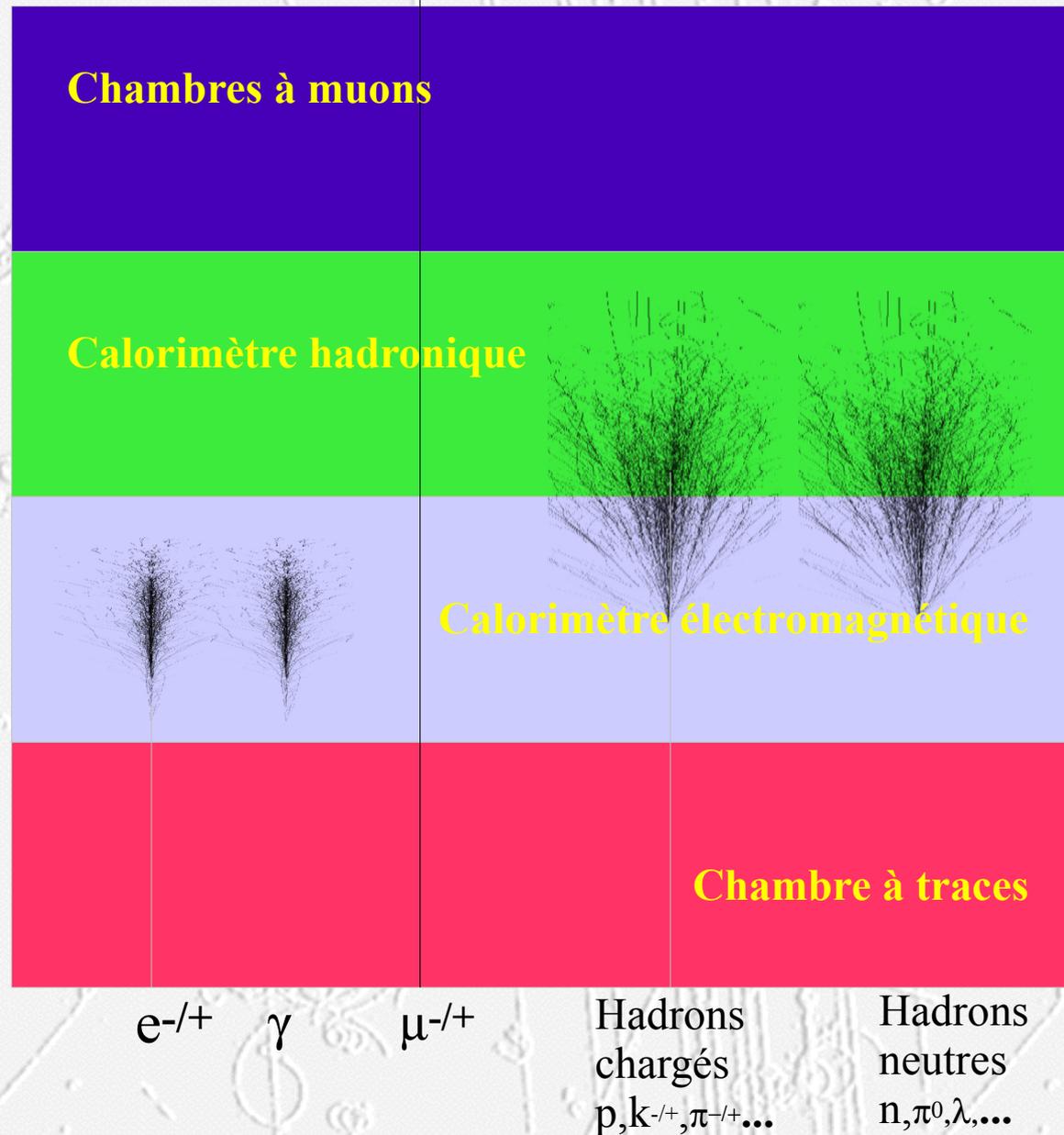
Réponse schématique d'un détecteur

(dans un collisionneur)

Trace laissé ds le détecteur



Gerbe (électromagnétique ou hadronique)



Détecteurs: **champ magnétique**

- $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B} = q/\gamma m \vec{P} \times \vec{B}$
 - $P \sim \pm 0.3 B R$ (P en GeV, B en Tesla, R en mètre)
 - **Intégrale de champ**
- Solénoïdal
 - Constant sur une grande partie de son volume
 - trajectographie « simplifiée »
 - pp(bar): ok Plan transverse ($R\phi$) (E beam mal connu!)
 - Pouvoir diminue qd on se rapproche de l'axe
 - « Nettoyage » des traces chargées de faible impulsion
- Toroidal
 - Champ moins homogène
 - Volume potentiel plus grand
 - Intégral de champ +/- constant vers l'avant

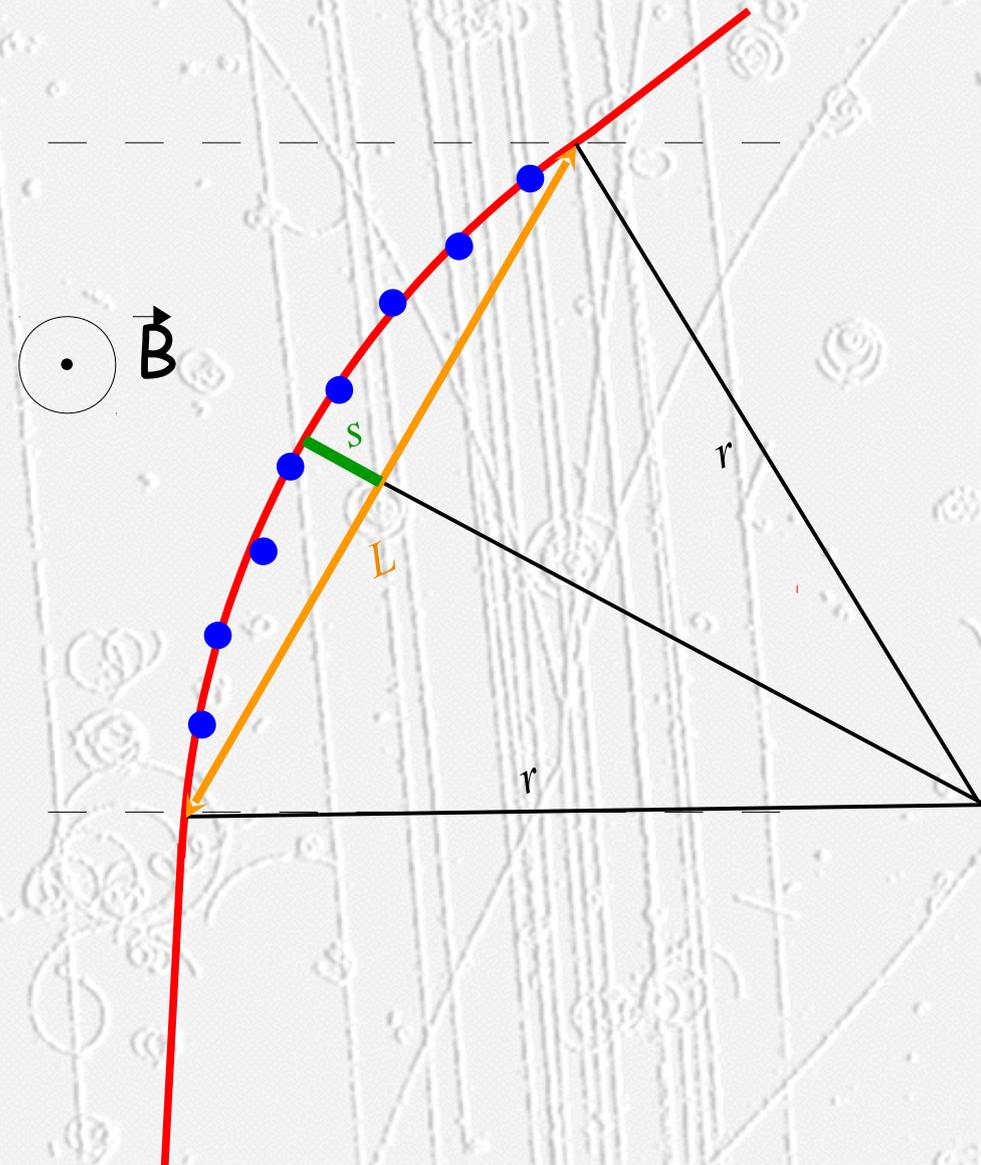
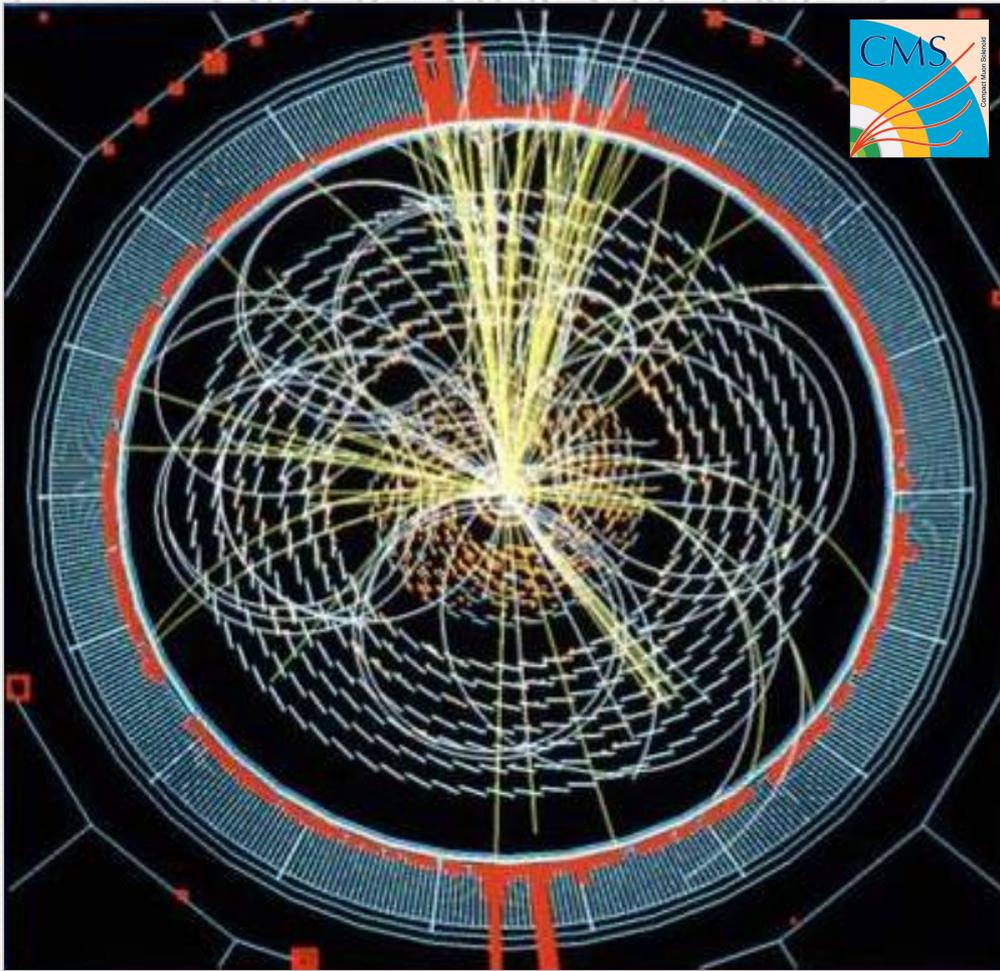
Détermination du champ

| Magnetic field | OFF | ON |
|----------------|-------|-------|
| All Tracks | 4.9 M | 2.7 M |
| SCT Tracks | 1.2 M | 880 k |
| Pixel Tracks | 230 k | 190 k |

ATLAS track statistics since Sep 2008

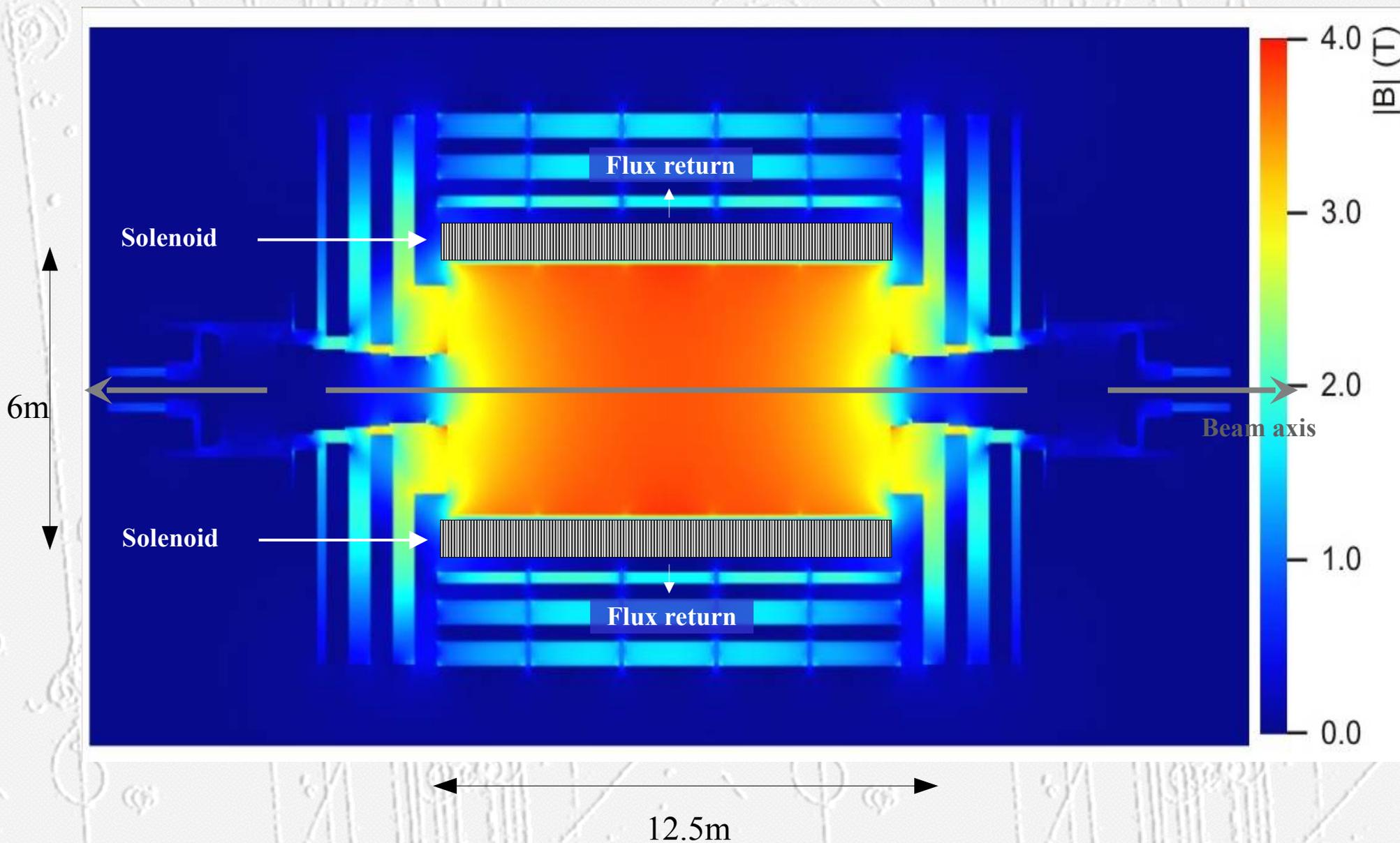
Détecteurs: **champ magnétique**

- Permet la mesure de l'impulsion des trace chargées
- La comparaison +/-



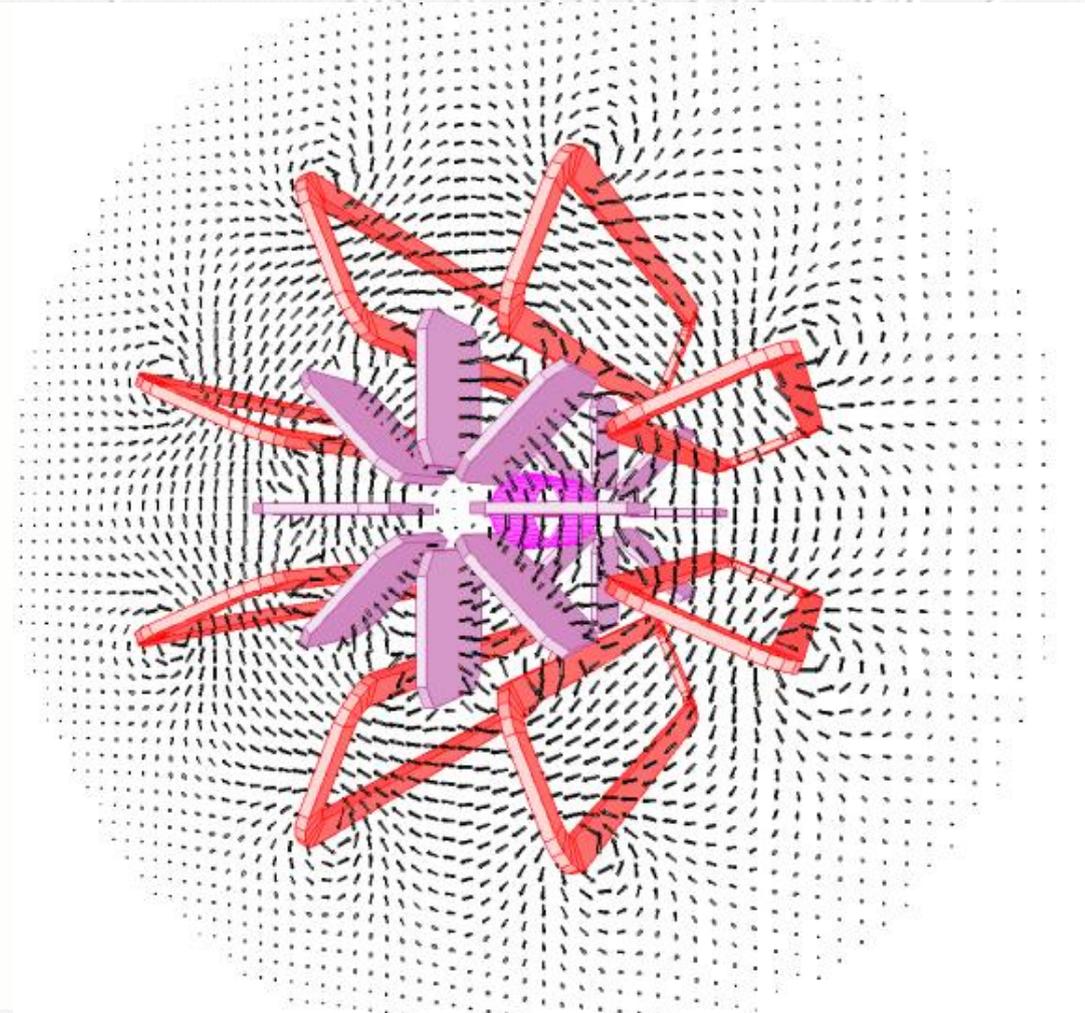
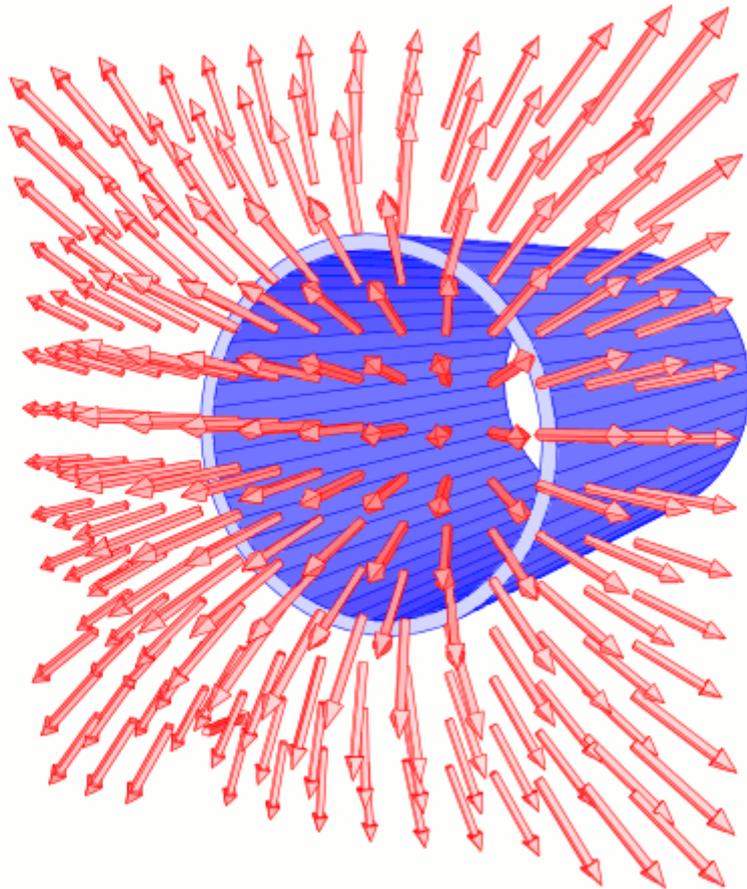
Détecteurs: champ magnétique

Solénoïde CMS



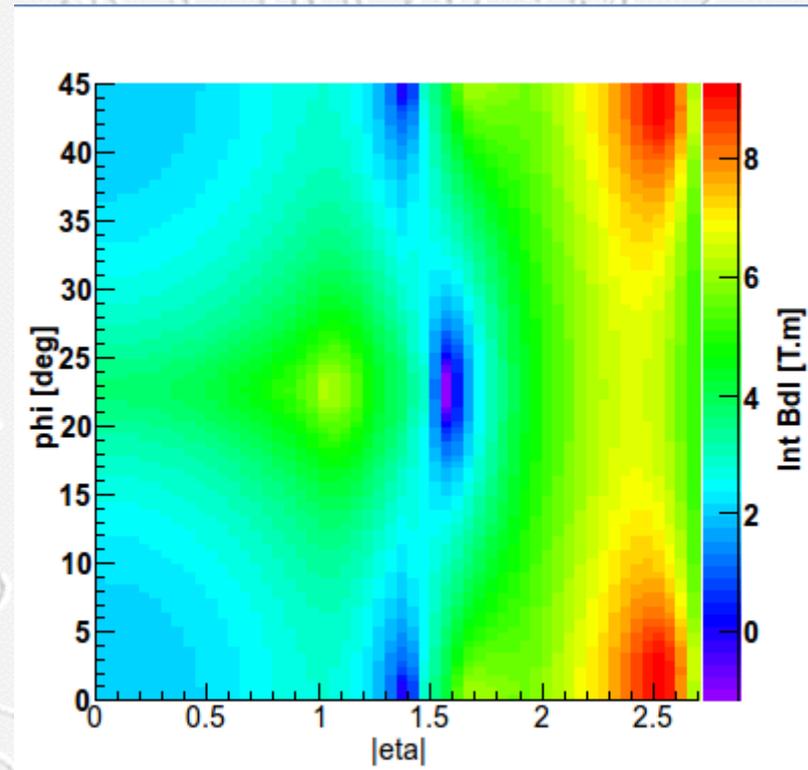
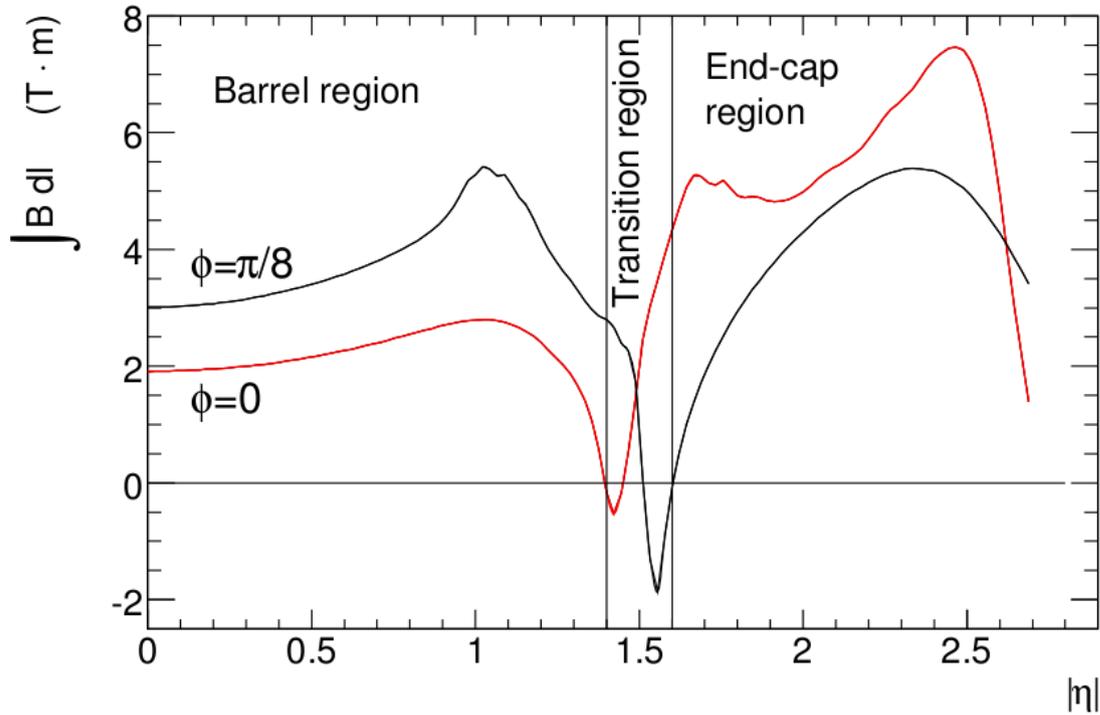
Détecteurs: champ magnétique

Solénoïde & toroïde



Détecteurs: champ magnétique

Intégrale de Champ



Détecteurs: **herméticité**

Collisionneur

- Mesure de l'énergie totale (transverse si pp)
 - Permet la détermination de l'énergie manquante
 - $W \rightarrow \mu\nu$: le muon peut être identifié, le neutrino seulement déduit de la compréhension de l'événement et du détecteur
 - **Simulation indispensable!**
- S'approcher le plus possible de 4π
 - Cylindre + bouchon (disques)
 - Problème à la transition cylindre/bouchon : Alignement
 - Estimation précise de l'angle solide (tube faisceau!)

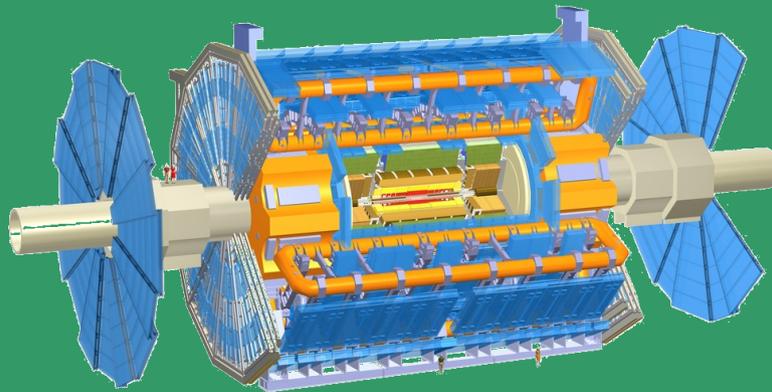
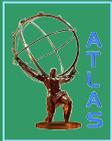
Détecteurs : exemples

Collisionneur

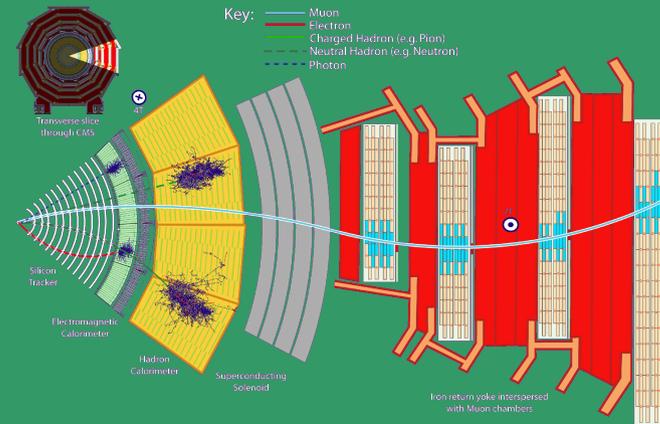
| | ATLAS (7 ktons) | CMS (12.5 ktons) |
|------------------------|--|---|
| INNER TRACKER | <ul style="list-style-type: none"> • Silicon pixels + strips • TRT with particle identification • $B = 2\text{T}$ • $\sigma(p_T) \sim 3.8\%$ (at 100 GeV, $\eta = 0$) | <ul style="list-style-type: none"> • Silicon pixels + strips • No dedicated particle identification • $B = 4\text{T}$ • $\sigma(p_T) \sim 1.5\%$ (at 100 GeV, $\eta = 0$) |
| MAGNETS | <ul style="list-style-type: none"> • 4 Magnets • Solenoid + Air-core muon toroids • Calorimeters outside solenoid field | <ul style="list-style-type: none"> • 1 Magnet • Solenoid • Calorimeters inside field |
| EM CALORIMETER | <ul style="list-style-type: none"> • Pb / Liquid Ar sampling accordion • $\sigma(E) \sim 10\text{--}12\%/\sqrt{E} \oplus 0.2\text{--}0.35\%$ • Longitudinal segmentation • Saturation at $\sim 3\text{ TeV}$ | <ul style="list-style-type: none"> • PbWO_4 scintillation crystals • $\sigma(E) \sim 3\text{--}5.5\%/\sqrt{E} \oplus 0.5\%$ • No longitudinal segmentation • Saturation at 1.7 TeV |
| HAD CALORIMETER | <ul style="list-style-type: none"> • Fe / Scint. tiles (EC: Cu-liquid Ar) • $\sigma(E) \sim 45\%/\sqrt{E} \oplus 1.3\%$ (Barrel) | <ul style="list-style-type: none"> • Cu (EC: brass) / Scint. tiles • Tail catchers outside solenoid • $\sigma(E) \sim 100\%/\sqrt{E} \oplus 8\%$ (Barrel) |
| MUON | <ul style="list-style-type: none"> • Drift tubes & CSC (fwd) + RPC/TGC • $\sigma(p_T) \sim 10.5\% / 10.4\%$ (1 TeV, $\eta = 0$) (standalone / combined with tracker) | <ul style="list-style-type: none"> • Drift tubes & CSC (EC) + RPC • $\sigma(p_T) \sim 13\% / 4.5\%$ (1 TeV, $\eta = 0$) (standalone / combined with tracker) |

Détecteurs : **exemples**

Collisionneur



ATLAS: Jet, Énergie manquante, muon (« standalone »)

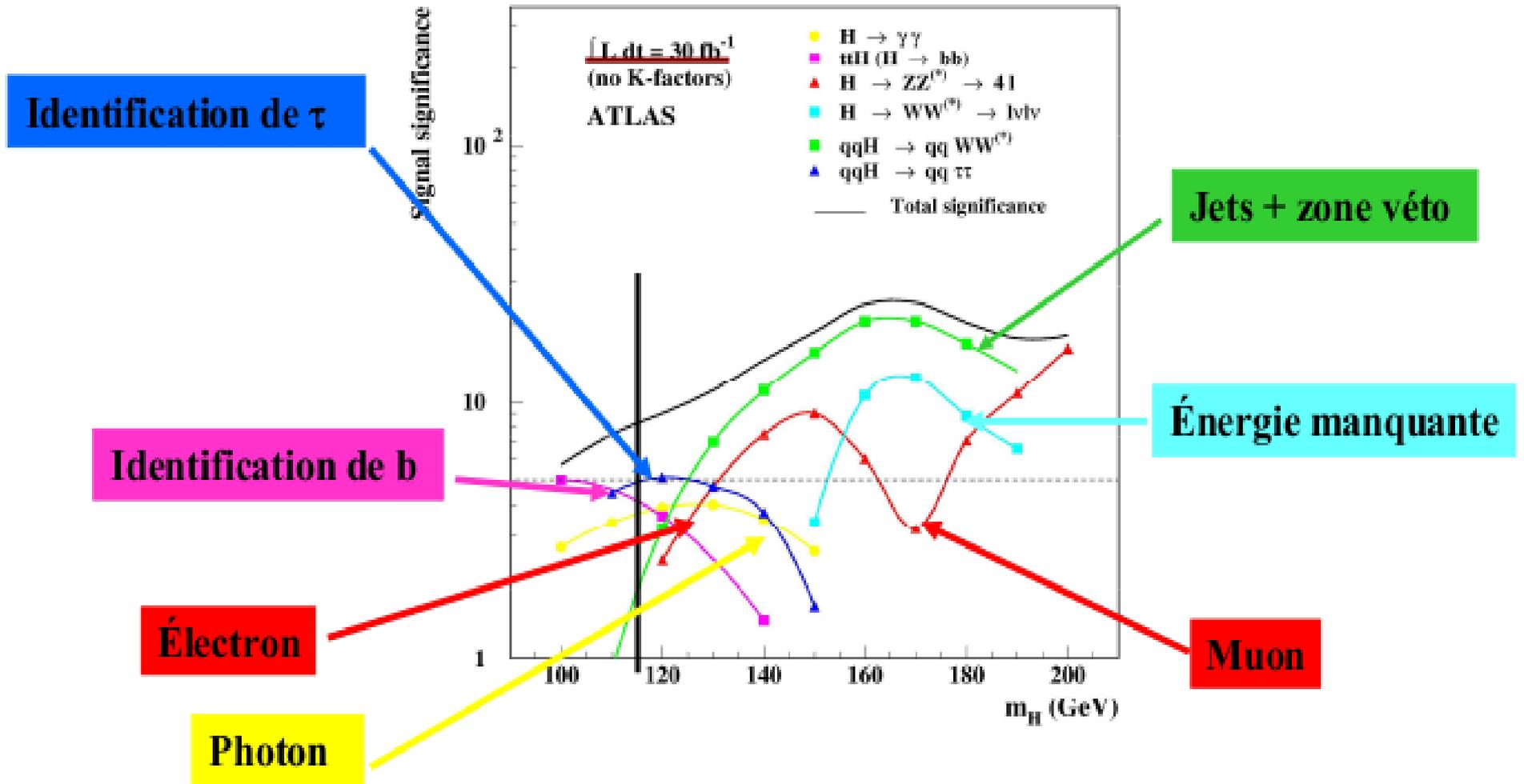


CMS: mesure électron/photon trajectographie muon

Détecteurs : **exemples**

Collisionneur

ATLAS



Détecteurs : **simulation**

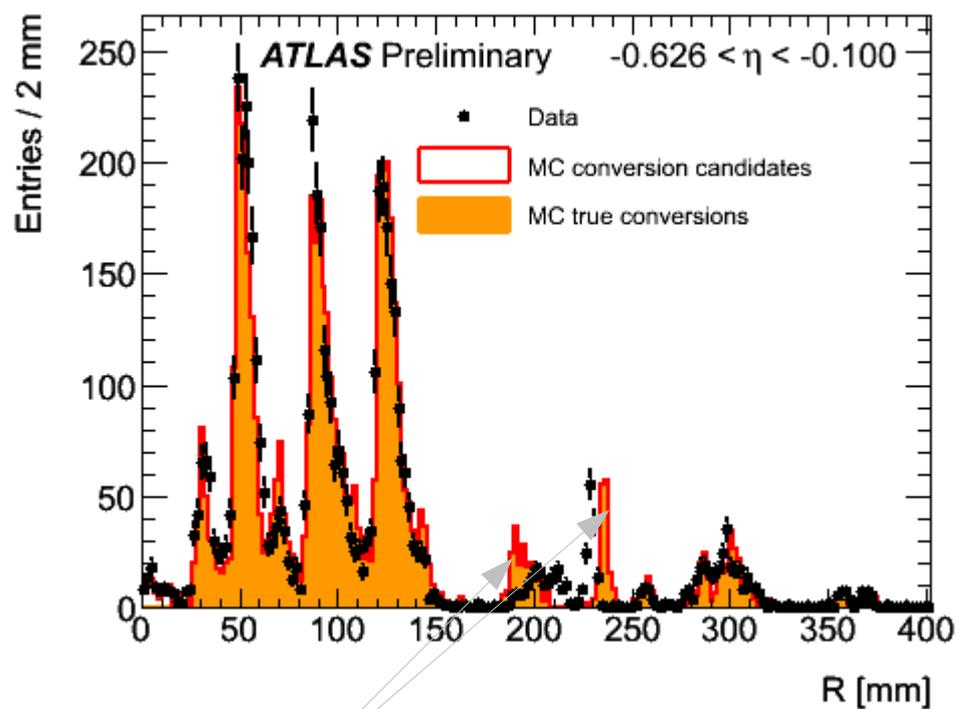
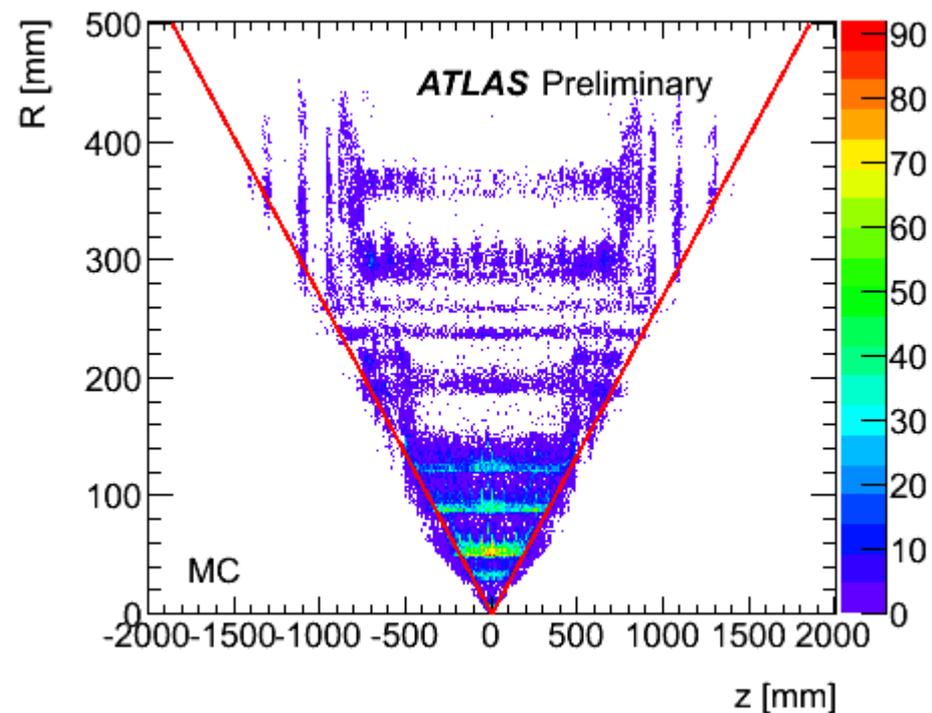
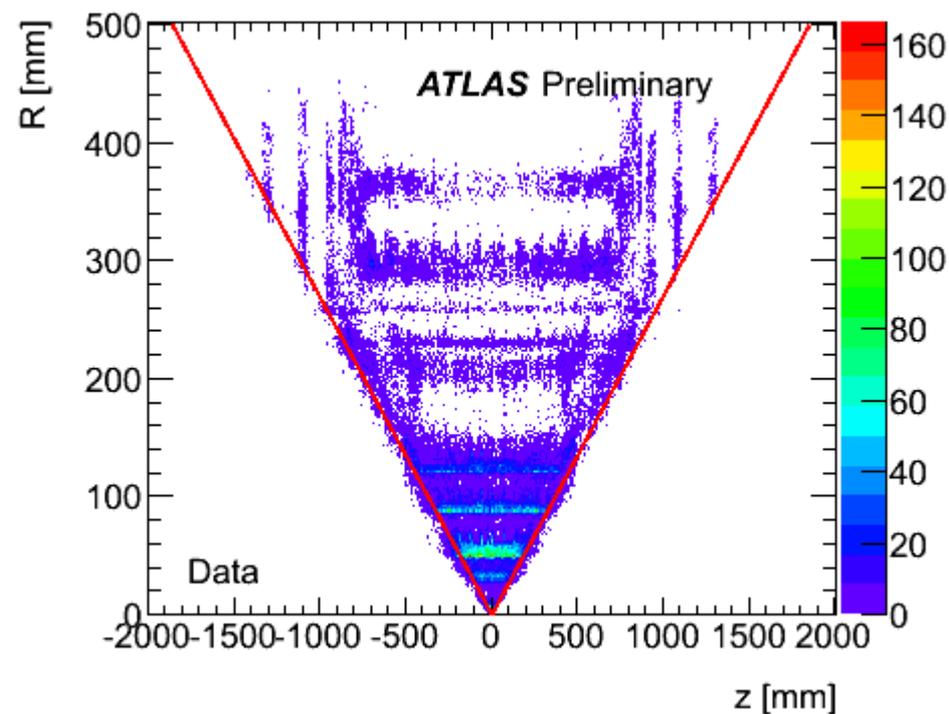
Simulation

- Pas mesure possible sans comparaison data/mc
- La plupart des phénomènes mesurés peuvent provenir
 - D'autre phénomène physique
 - De la mauvaise connaissance de l'appareil
 - De problèmes électroniques
 - De programme de reconstruction imparfait
- Génération , digitisation, simulation

Détecteurs : simulation

Data/MC

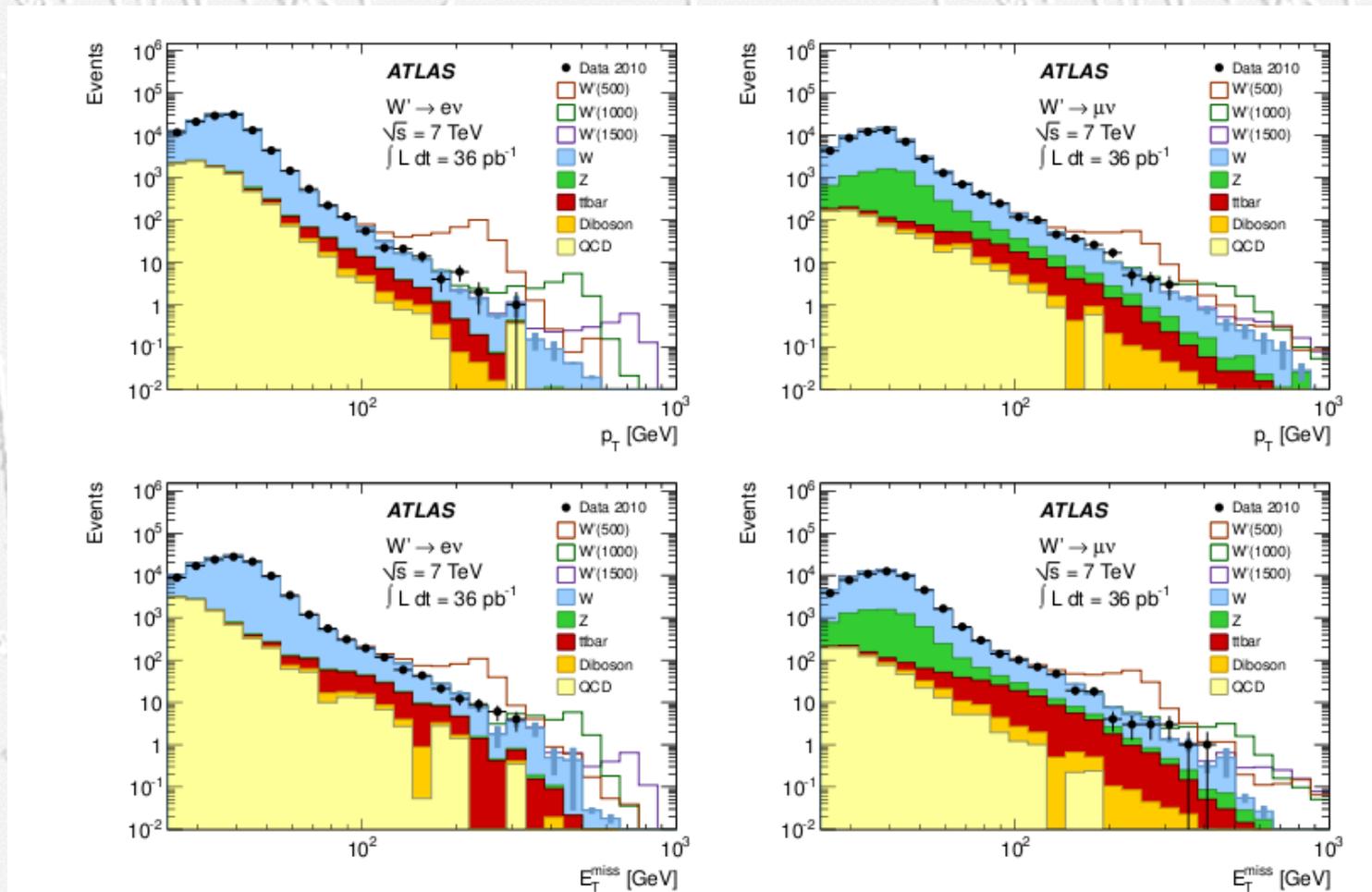
- Atlas : Pixels & SCT



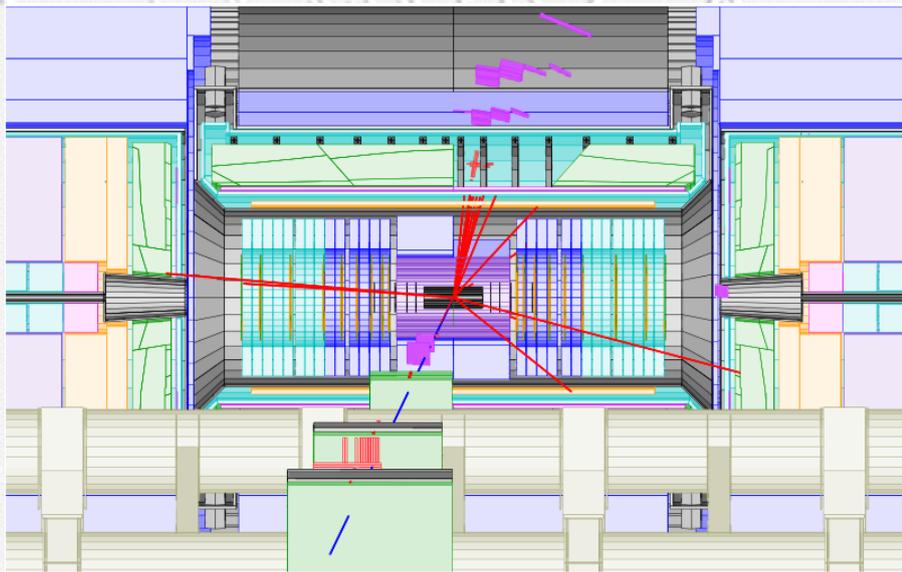
Détecteurs : simulation

Data/MC

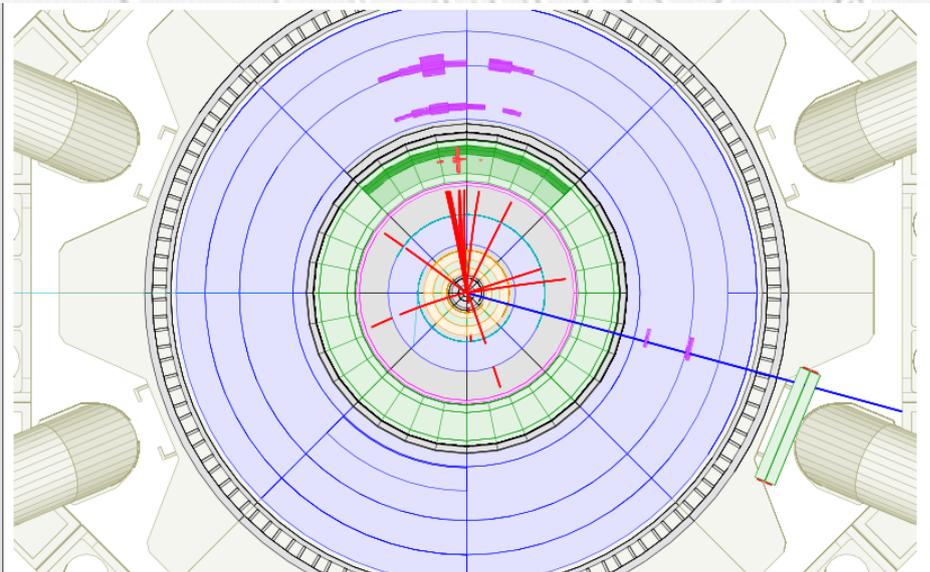
- Recherche W'



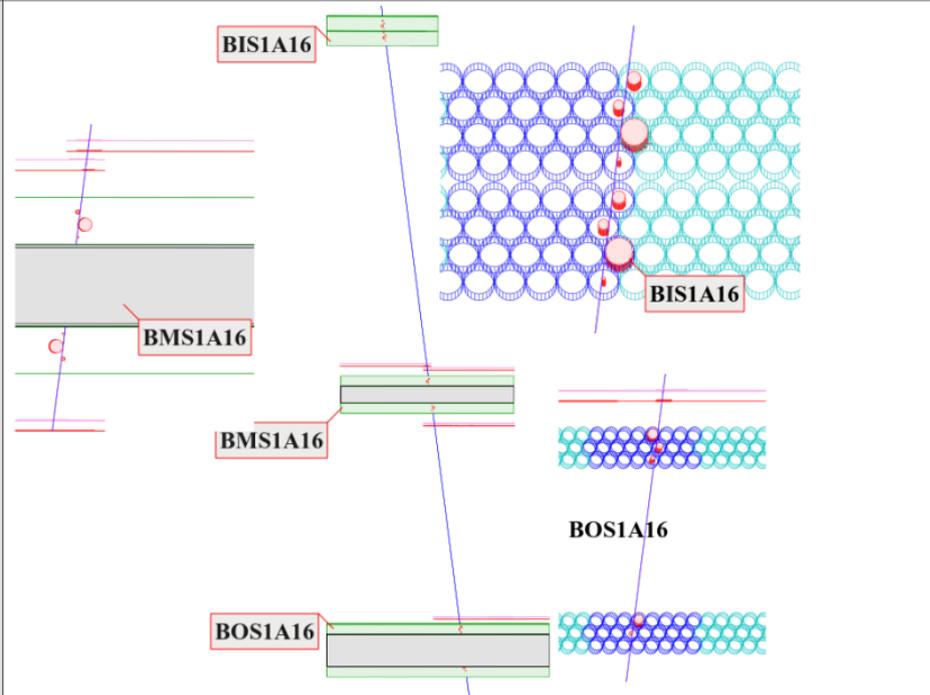
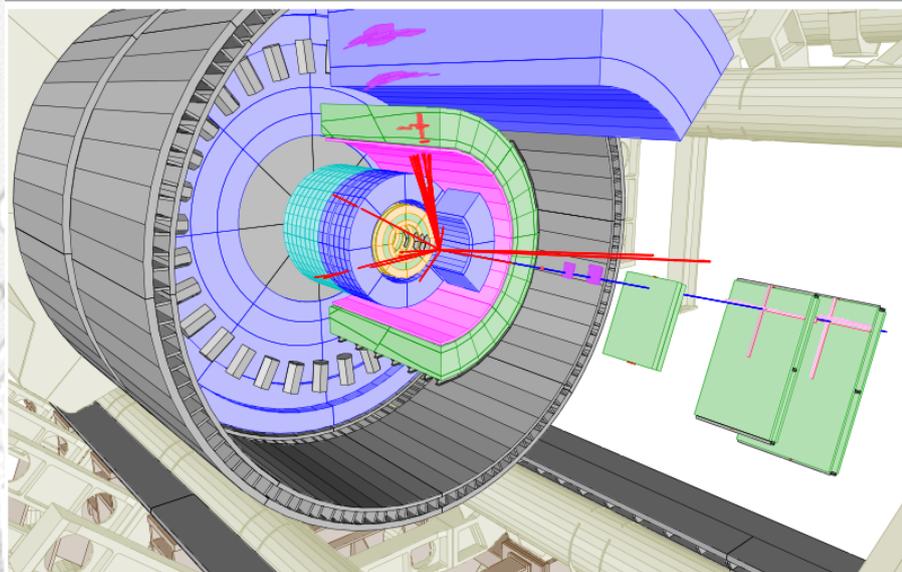
Détecteurs : simulation



YZ view



XY view

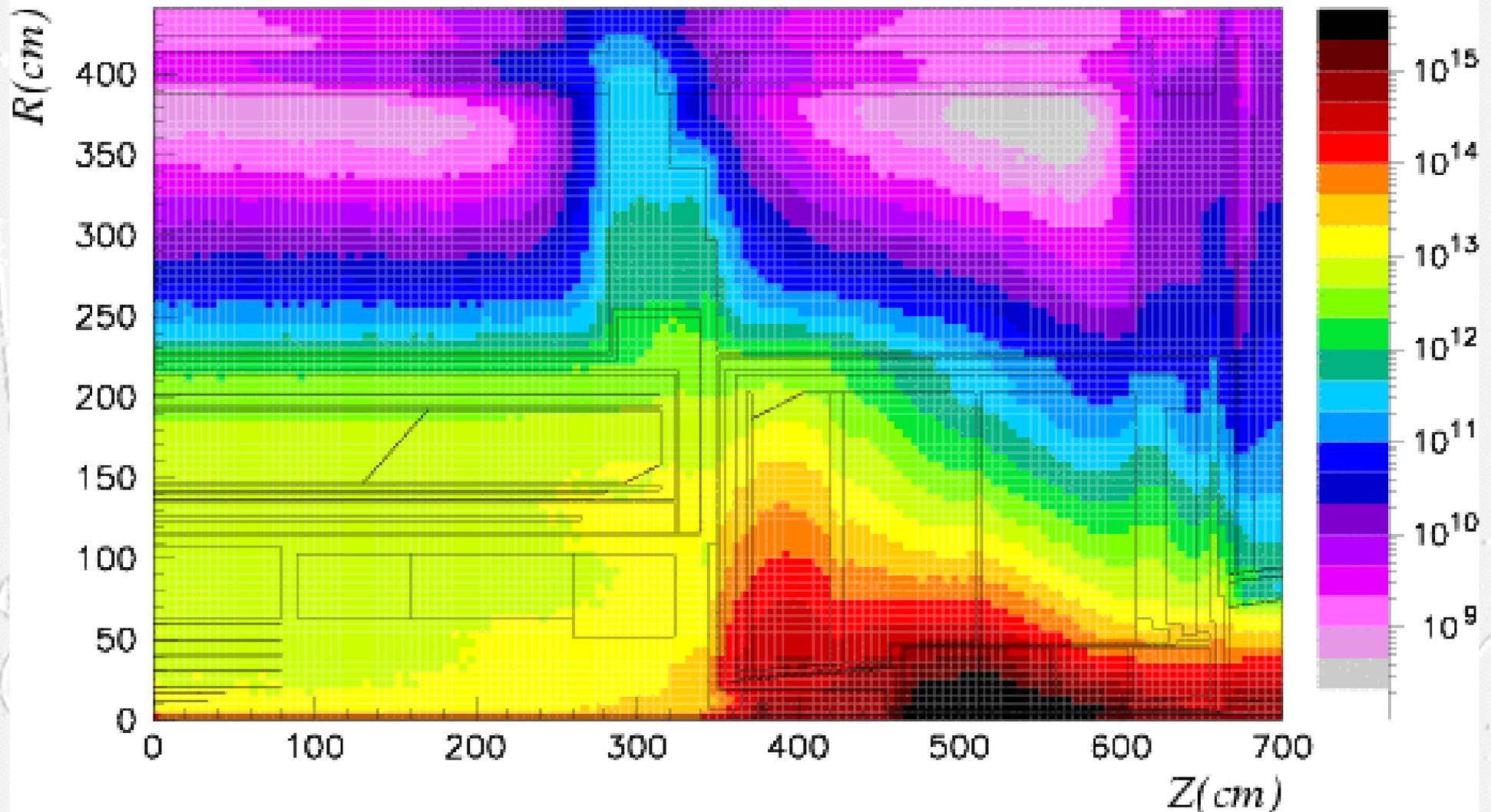


Run Number: 180149,
Event Number: 25360846
Date: 2011-04-22, 20:17:34 CET

Détecteurs : Environnement

ATLAS Flux de neutrons

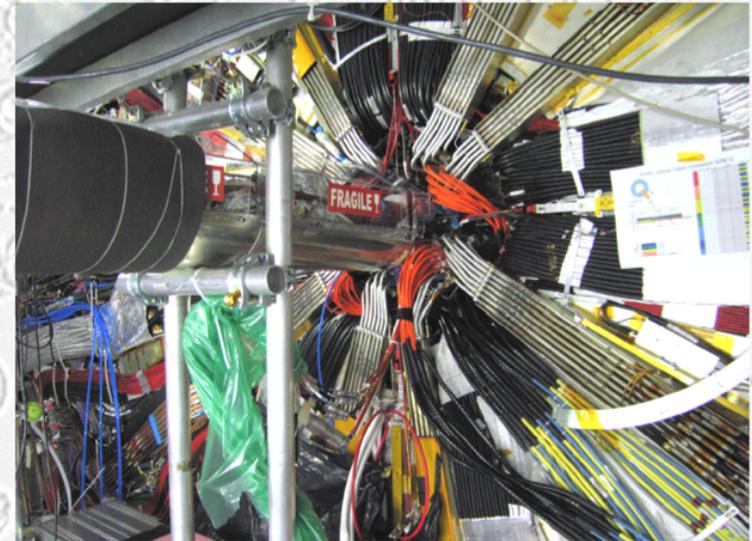
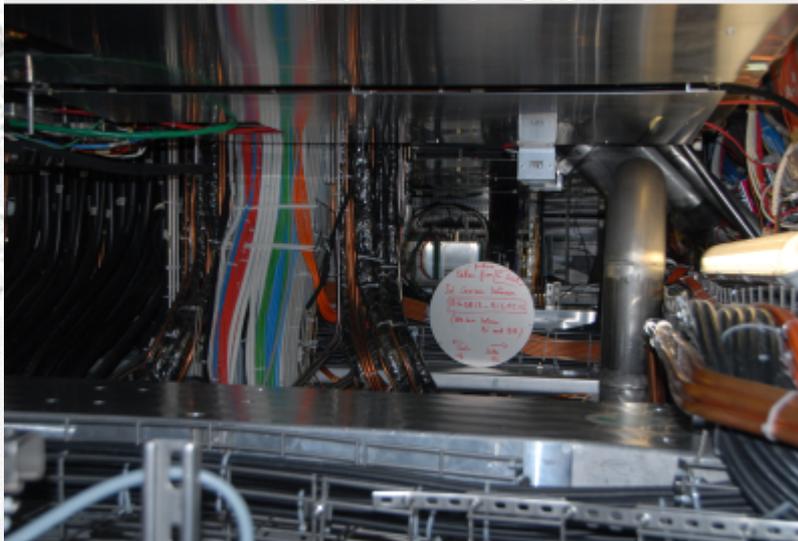
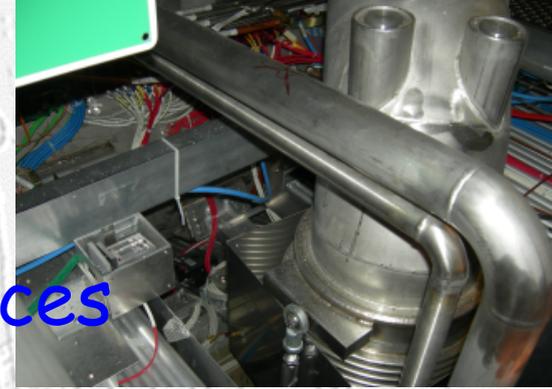
(1 MeV $n_{eq}/cm^2/yr$)



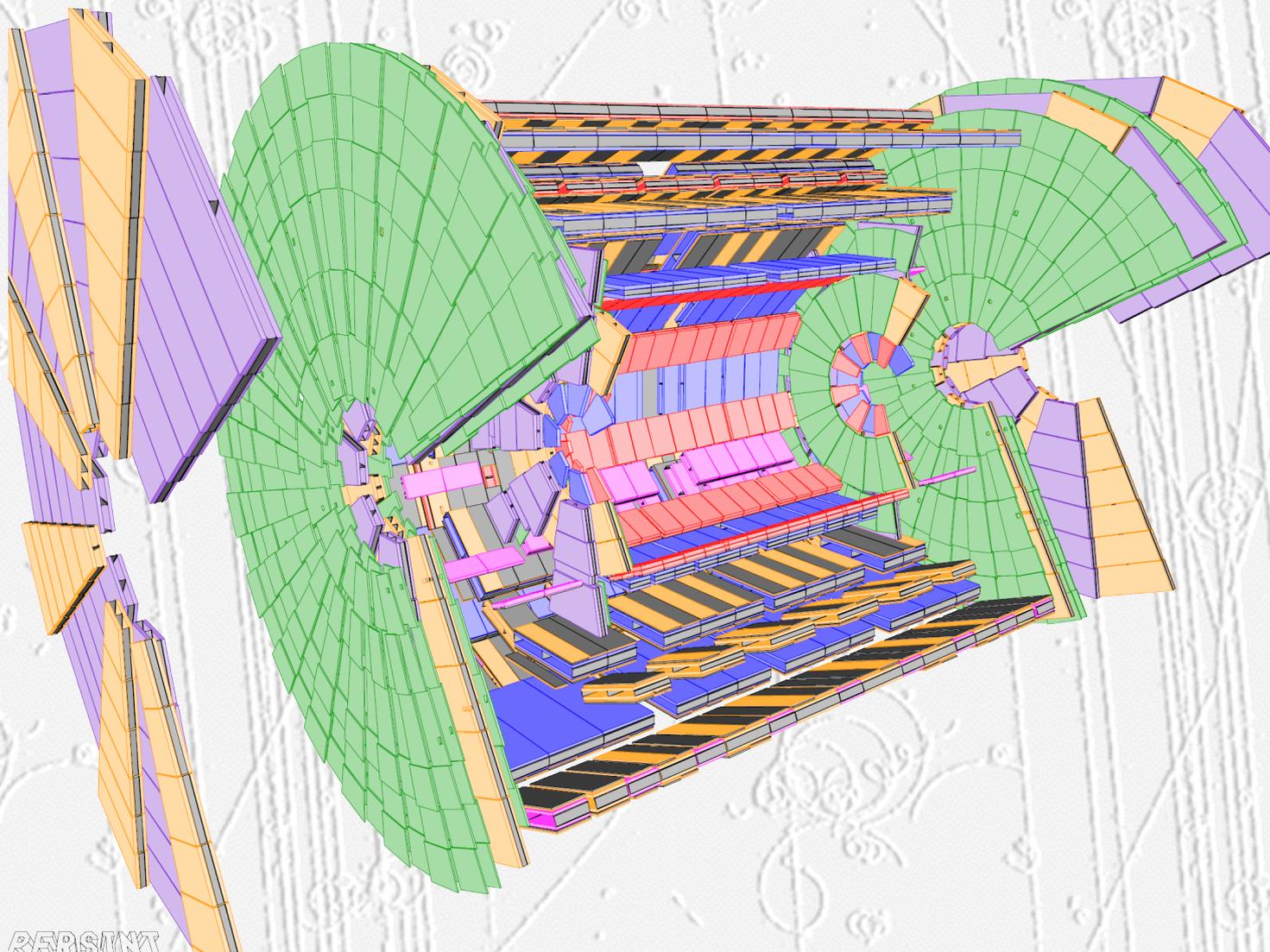
Détecteurs : Services

Ne pas négliger les problèmes liés aux services

- Récupération du signal (fils, fibres,...)
- Alimentation électrique, gaz,...
- Refroidissement
 - Estimation de la puissance dispensée par l'électronique

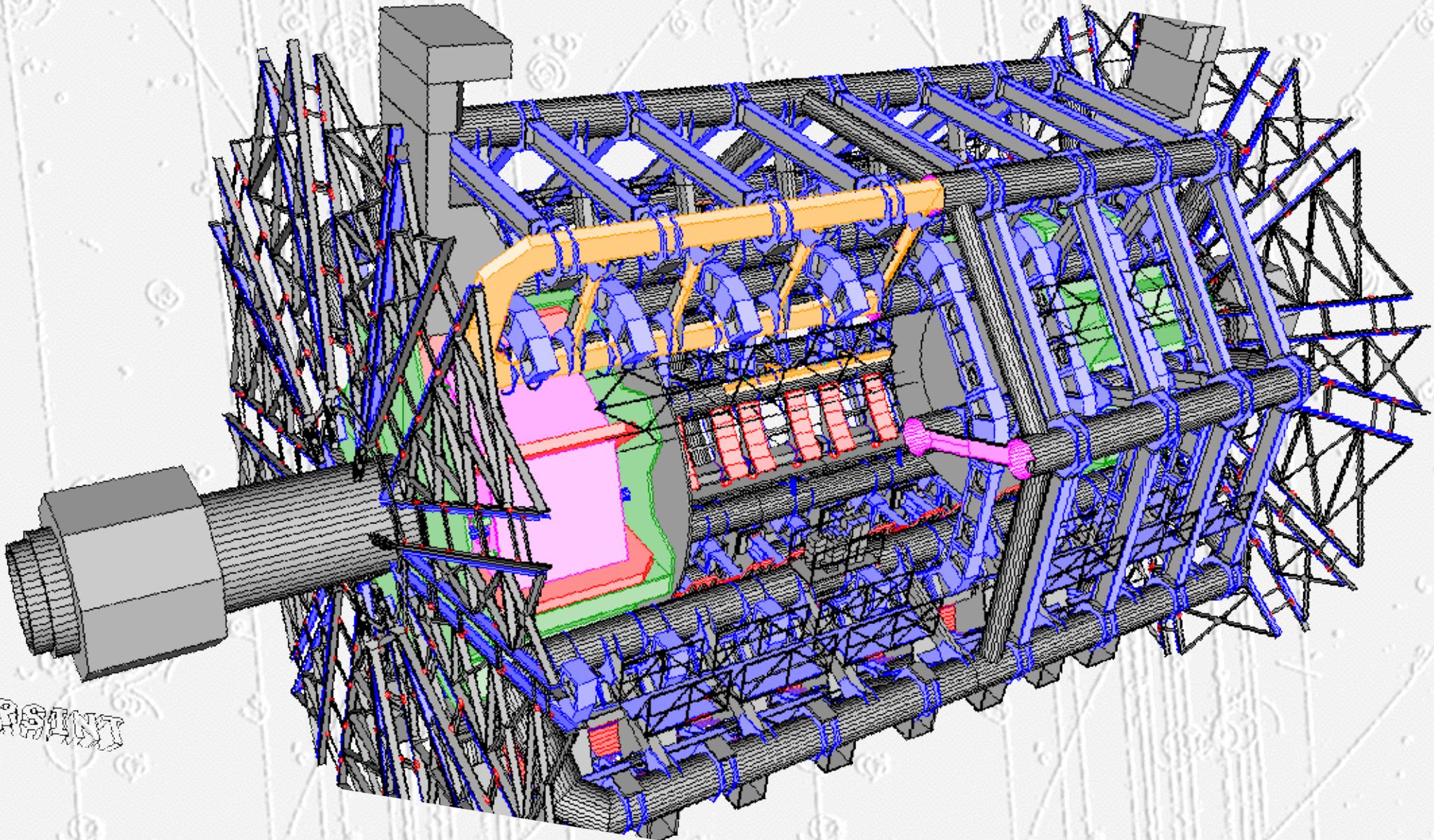


Détecteurs : Services et Supports



PERSIMA

Détecteurs : Services et Supports



EA SINT