

# Extraction de l'échelle d'énergie du ECAL de CMS

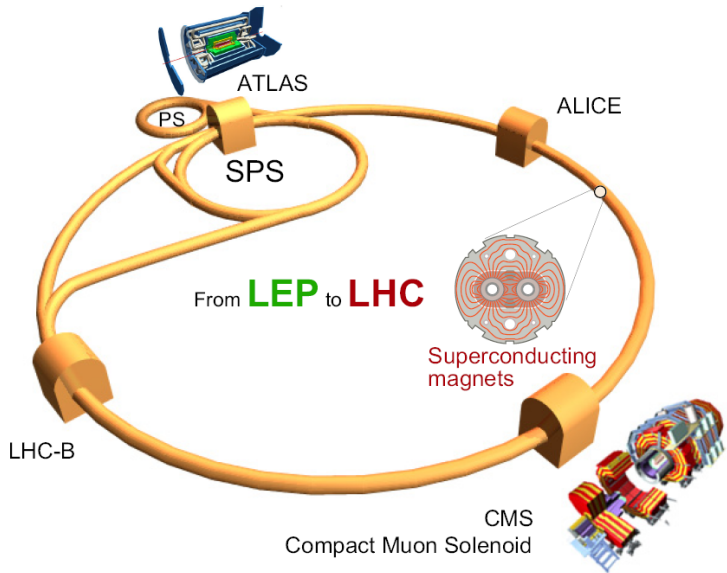
O. Bondu

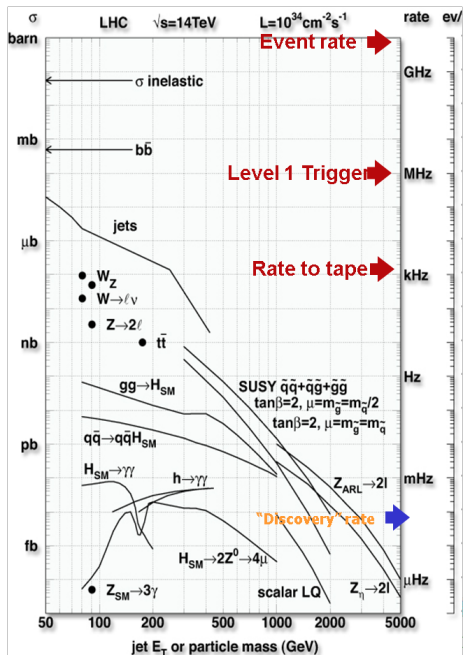
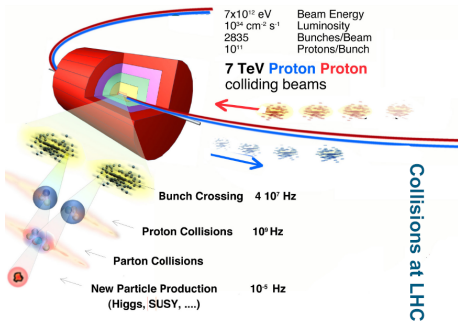
IPN Lyon

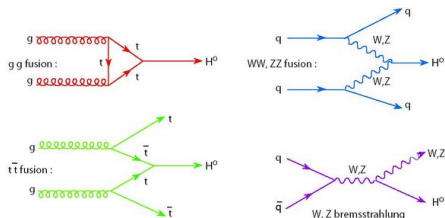
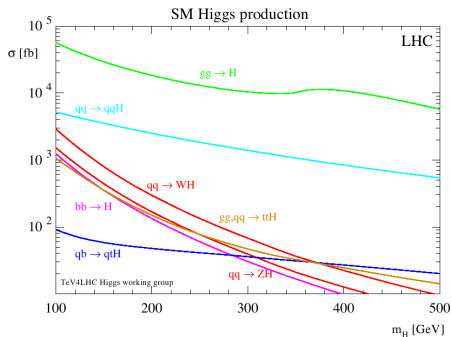
2010-11-21 - JJC

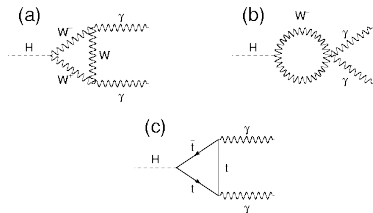
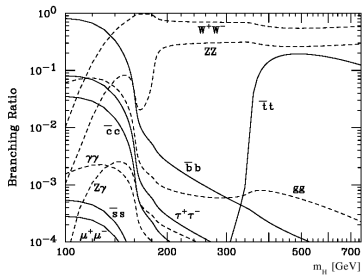
# Plan

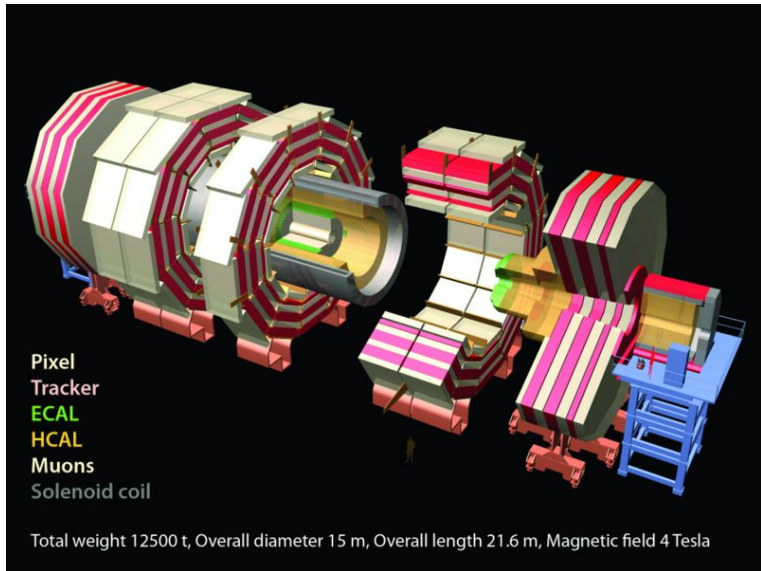
- 1 Introduction
- 2 CMS
- 3 Calibration du ECAL
- 4 Extraction de l'échelle d'énergie avec  $Z^0 \rightarrow \mu\mu\gamma$
- 5 Conclusion

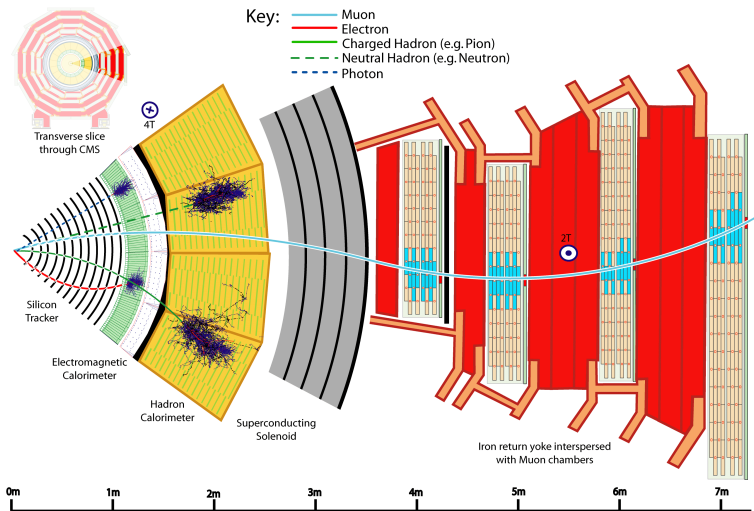






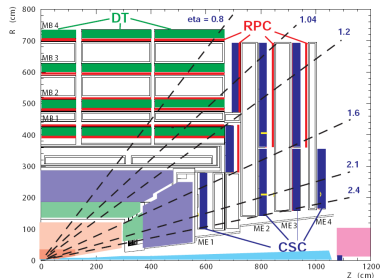
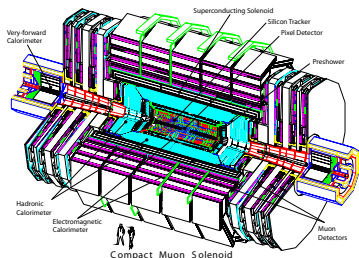






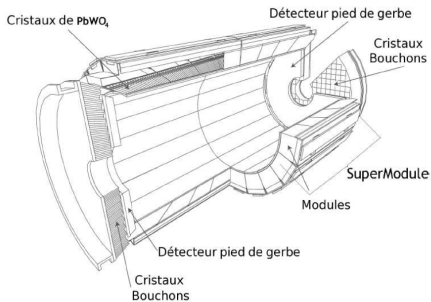
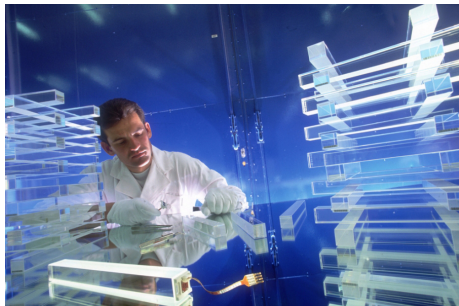


# Système de coordonnées



$$\eta = -\ln \left[ \tan \left( \frac{\theta}{2} \right) \right]$$

$$\Delta R = \sqrt{(\Delta\eta)^2 + (\Delta\phi)^2}$$



- Tonneau : 61200 cristaux de Tungstate de Plomb ( $\text{PbWO}_4$ ) (170 anneaux en  $\eta$  de 360 cristaux)
- Bouchons : 4 "D"s de 3662 cristaux chacuns
- Détecteur pied de gerbes : 2 couches de calorimètre plomb-silicium
- Lumière de scintillation collectée par des photo-diodes à avalanche (APD) dans le tonneau et des photo-triodes à vides (VPT) dans les bouchons.

# 1 Résolution en énergie

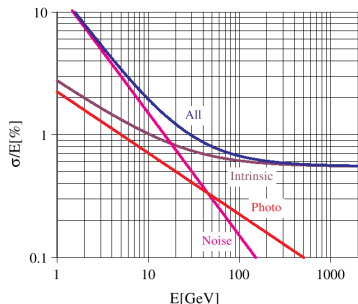
- La résolution en énergie du ECAL a été déterminée à partir des faisceaux-tests:

$$\frac{\sigma(E)}{E} = \frac{2.8\%}{\sqrt{E(\text{GeV})}} \oplus \frac{12\%}{E(\text{GeV})} \oplus 0.3\%$$

stochastique  $\oplus$  bruit  $\oplus$  constante

- Pour les photons non convertis avec  $E \approx 100$  GeV, la résolution en énergie est dominée par le terme constant

Importance de la qualité de la calibration et des dispositifs de surveillance (lasers)



## 2 Des rechits vers l'énergie des particules

$$E = F \cdot \sum_{\text{cluster crystals}} G(\text{GeV}/\text{ADC}) \cdot C_i \cdot A_i$$

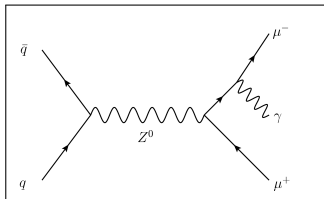
- $A_i$  rechit "non calibré"
- $C_i$  constante d'intercalibration
- $G$  échelle d'énergie globale
- $G \cdot C_i \cdot A_i$  rechit "calibré"
- $F$  correction en énergie (dépend de la particule et des ses caractéristiques) × échelle d'énergie

In fine, la détermination des différentes grandeurs est faite à partir de l'analyse de différents canaux de physique et de la calibration laser.

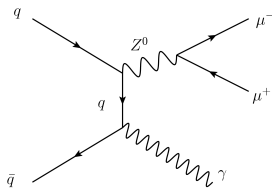
# Canaux et stratégie

- Différents **canaux de physique** (chacun permet d'évaluer différents termes de calibration) :
  - $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$
  - $\eta \rightarrow \gamma\gamma$
  - $J/\Psi \rightarrow e^+e^-$
  - $Z^0 \rightarrow e^+e^-$
  - $Z^0 \rightarrow \mu\mu\gamma$
  - Rapport  $E/p$  des électrons de  $W^\pm \rightarrow e^\pm\nu$
- Différents **estimateurs**, méthodes, systématiques, statistiques
- Permet de vérifier la cohérence, évaluer les systématiques
- Pour l'instant, extraction pour différentes régions en  $\eta$
- **À terme** : faire des régions en  $\phi$ ,  $E_T$ ,  $R9$ ,  $\sigma(i\eta, i\eta)$ , ... dès que la statistique est suffisante (dépend du canal).

# Le canal $Z \rightarrow \mu\mu\gamma$



Final State Radiation (FSR)



Initial State Radiation (ISR)

- $m_{Z^0} = 91.1876 \pm 0.0021 \text{ GeV}$  (LEP)
- $\Gamma_{Z^0} = 2.4952 \pm 0.0023 \text{ GeV}$
- Échelle d'impulsion des muons connue rapidement à partir de  $Z^0 \rightarrow \mu\mu$  (supposée parfaitement connue après  $10 \text{ pb}^{-1}$ )

Nous procure une collection de photons "certifiés" de très haute pureté :

- Utilisations possibles :
  - Efficacité des triggers  $\gamma$
  - Échelle d'énergie des  $\gamma$
  - Efficacité de  $\gamma$  ID
  - Validation des corrections en énergie sur les photons  $\gamma$  / des variables de forme des clusters
  - Complément à la calibration des  $\pi^0$
- $\approx 5 \text{ GeV} < E_\gamma < 100 \text{ GeV}$

## La sélection "FSR" de l'IPN Lyon :

**CUT 1:** Sélection des muons FSR (la 'sélection des objets muons' est appliquée en amont)

- 1:  $\geq 2$  muons passant la sélection des muons
- 1: Les deux muons doivent être de charge opposée
- 1: Les muons doivent avoir  $p_T > 10$  GeV
- 1:  $m_{\mu\mu} \geq 20$  GeV

**CUT 2:** Sélection du photon

- 2a:  $\geq 1$  photon passant la sélection des photons
- 2b:  $|\eta_\gamma| < 2.5$  and  $p_T^\gamma > 10$  GeV

**CUT 3**  $m_{\mu\mu} \leq$  dans une fenêtre de masse Drell-Yan (pic du  $Z^0$  exclu)

**CUT 4:** coupure en  $\Delta R(\gamma, \mu_{close})$  pour sélection le FSR et éliminer l'ISR

**CUT 5:**  $m_{\mu\mu\gamma}$  dans la fenetre de masse invariante du  $Z^0$

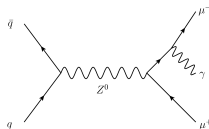
**CUT 6+ :** isolation des muons

# Définition cinématique de l'échelle d'énergie 'k'

Conservation de la quadri-impulsion, etc.

$$\begin{aligned} (P_{\mu\mu\gamma}^\nu)^2 &= (P_{\mu_1}^\nu + P_{\mu_2}^\nu + P_\gamma^\nu)^2 \\ &= \dots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= \frac{E_{\gamma, \text{true}}}{E_{\gamma, \text{measured}}} = \frac{E'_\gamma}{E_\gamma} \\ &= f(m_{Z^0}, m_{\mu\mu}, m_{\mu\mu\gamma}) \end{aligned}$$





- Premier chiffres sur l'échelle d'énergie prometteurs...
- Études de propagation de l'incertitude sur l'échelle des muons
- Étude des fonctions de correction sur les photons