

Résultats des tests en faisceau du prototype de calorimètre électromagnétique Si-W de CALICE

Laurent MORIN

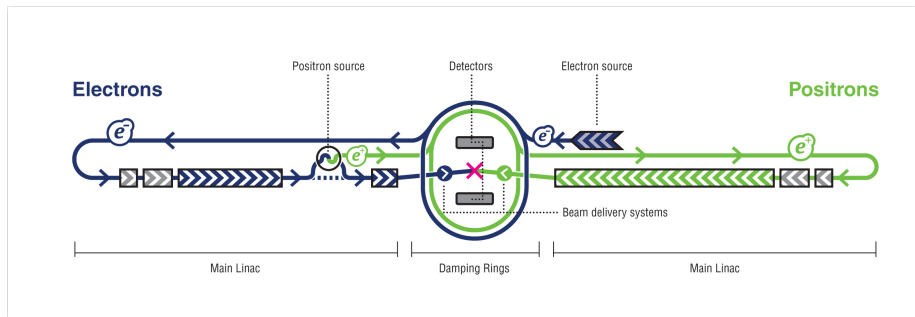
Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie de Grenoble
CNRS/IN2P3
UJF
INPG
Grenoble

Journées Jeunes Chercheurs 2008

- L'expérience ILC
- Le PFA, une manière performante de reconstruire les événements.
- Le détecteur ILD et son calorimètre électromagnétique
- La collaboration CALICE et les campagnes de tests
- Résultats des tests en faisceau
- Conclusion

Qu'est ce que l'ILC ?

- International Linear Collider
- Projet d'accélérateur linéaire $e^+ e^-$
- Technologie dite froide (cavités supraconductrices en niobium 31,5 MV/m)
- Exploration du domaine d'énergie : de 90 GeV à 500 GeV (Possibilité jusqu'à 1 TeV)
- Taille : 37 / 50 Km



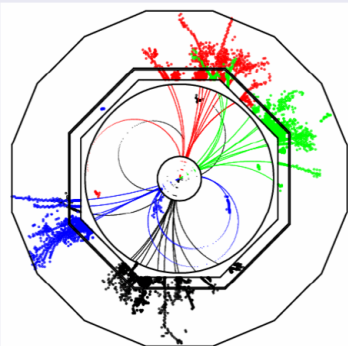
PFA : Particle Flow Algorithm

Reconstruction individuelle des particules de l'état final : séparation et reconstruction sont plus importantes que la résolution en énergie individuelle de chaque sous-détecteur

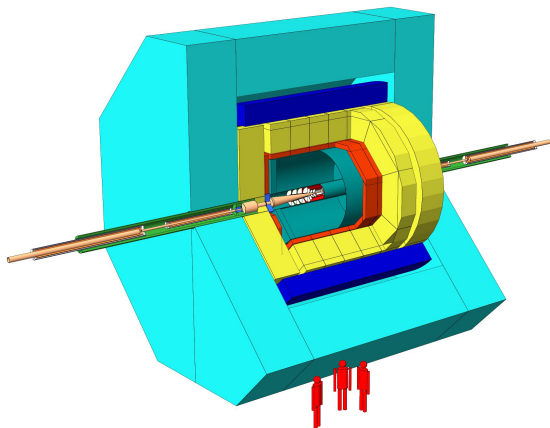
Pour éviter les recouvrements entre gerbes, le calorimètre doit être :

- loin du point d'interaction (séparation des part.)
- dense (faible étalement transversal des gerbes)
- fine granularité (taille des pixels et segmentation)

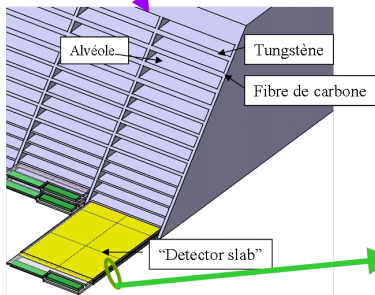
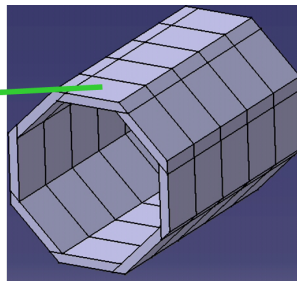
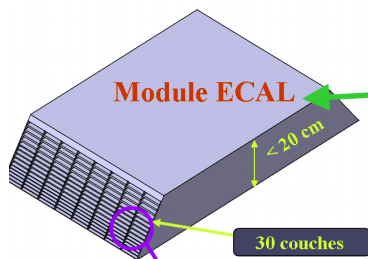
Exemple : $ee \rightarrow ZH \rightarrow \nu\nu qqqq$



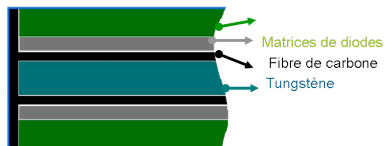
- Concept asiatique et européen conçu spécifiquement pour le PFA
- Caractéristiques :
 - Grande TPC :
 $R=1,8\text{ m}$
 - Champ magnétique :
 $B=3,5\text{ T}$
 - Ecal et Hcal dans le solénoïde
 - Ecal et Hcal à grande granularité



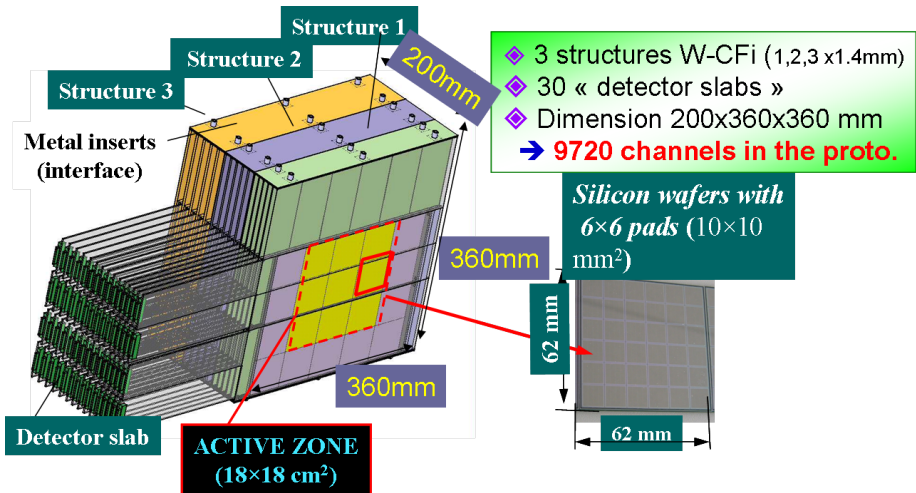
Le calorimètre électromagnétique Si-W



- Pas de zone morte
- Tout les modules sont identiques



Premier prototype du calorimètre EM



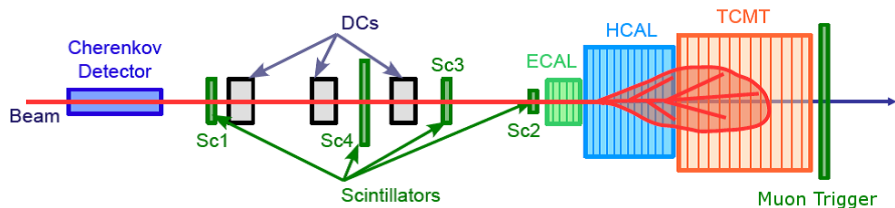
Les tests en faisceau sont effectués au sein de la collaboration internationale CALICE, qui permet la mise en commun de moyens comme :

- L'acquisition
- Les logiciels
- L'installation et l'organisation des tests en faisceau

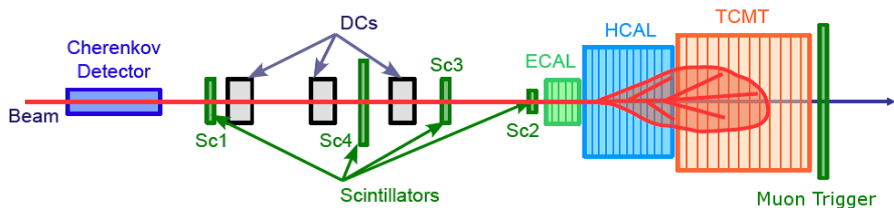
Campagnes de tests :

- DESY (2006) : $E < 6$ GeV
- CERN (2006, 2007) : $6 \text{ GeV} < E < 80$ GeV
- FNAL (2008) : $E < 80$ GeV

Schema du dispositif expérimental



Schema du dispositif expérimental

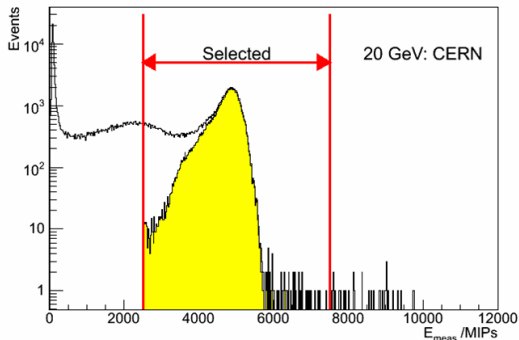


Mesure de l'énergie et identification des électrons

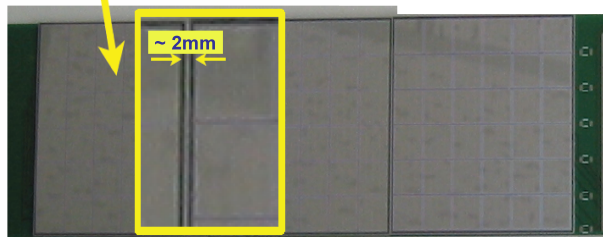
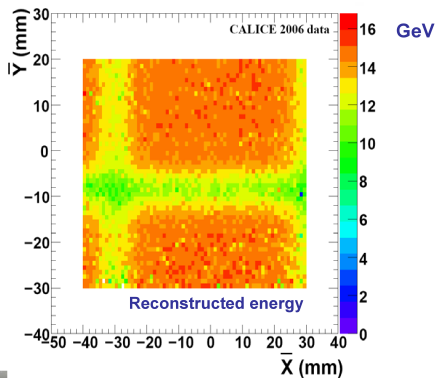
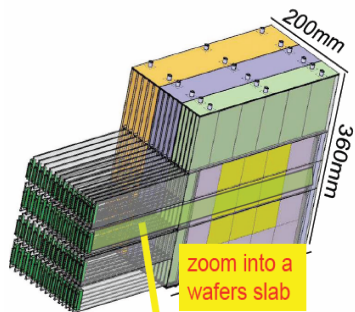
- L'énergie totale E_{meas} est fonction de E_i (énergie de la couche i)

$$E_{meas} = \sum_{i=0}^{i=9} E_i + 2 \sum_{i=10}^{i=19} E_i + 3 \sum_{i=20}^{i=29} E_i$$

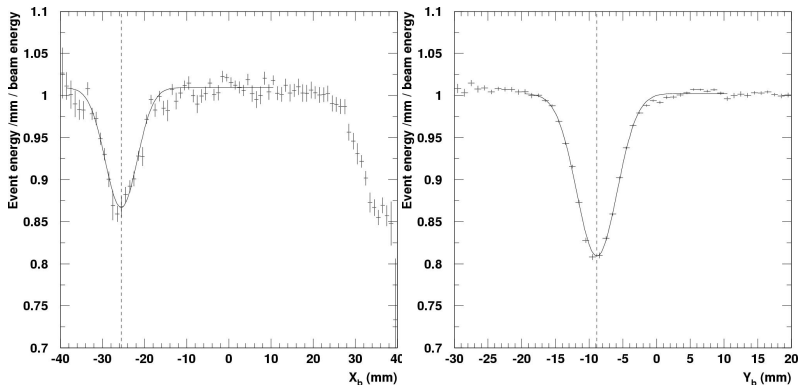
- Le détecteur Cherenkov permet de rejeter les π et μ



Contrôle de l'uniformité de la réponse en énergie



Mesure de l'effet des anneaux de garde

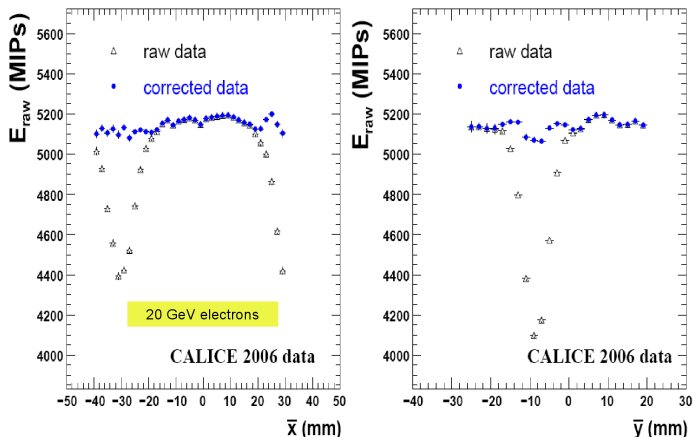


- L'uniformité peut être modélisée par :

$$f(\bar{x}, \bar{y}) = \left(1 - a_x e^{-\frac{(\bar{x} - x_{gap})^2}{2\sigma_x^2}} \right) \bullet \left(1 - a_y e^{-\frac{(\bar{y} - y_{gap})^2}{2\sigma_y^2}} \right)$$

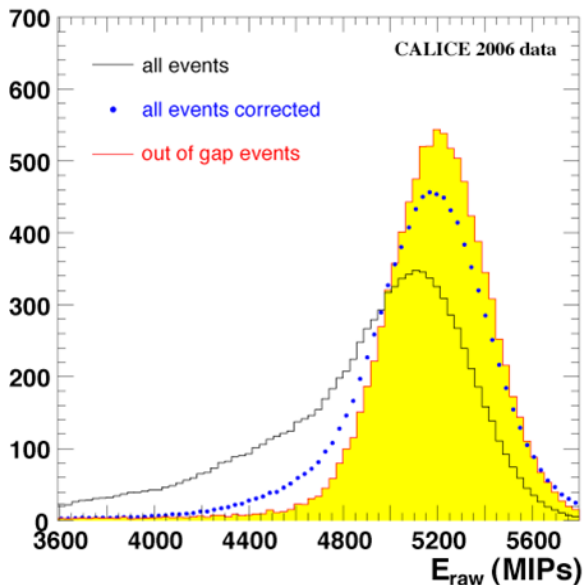
Correction de l'effet dû aux anneaux de garde

- La réponse en énergie corrigée est plus uniforme

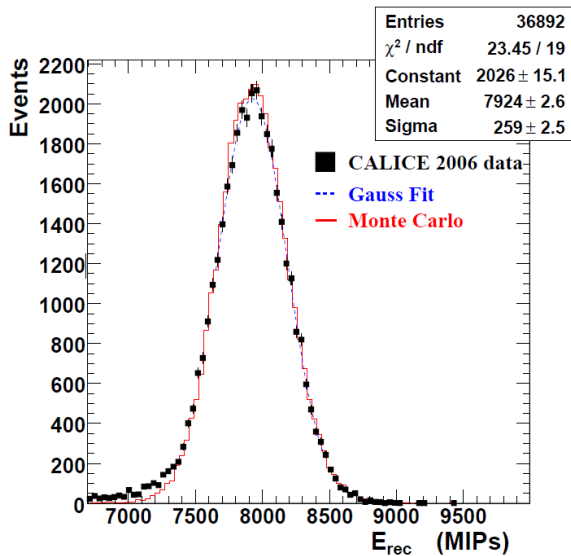


Amélioration de la résolution en énergie

- La correction des effets des anneaux de garde permet une amélioration du pic en énergie
- Elle est insuffisante pour s'affranchir des effets du faisceau

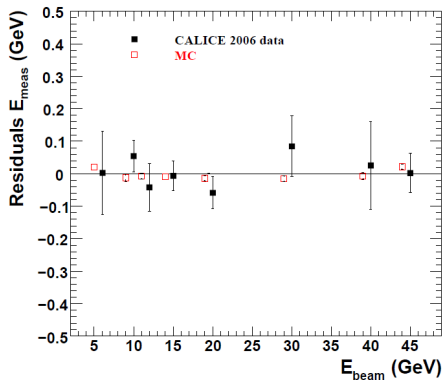
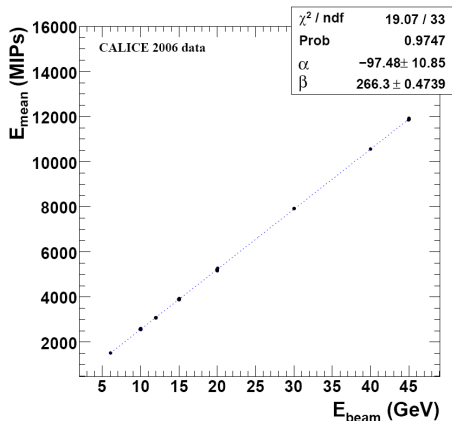


Résolution en énergie



- Seuls les événements loin des anneaux de garde sont sélectionnés
- Ajustement gaussien sur l'intervalle $[-1\sigma, 2\sigma]$

Linéarité de la réponse

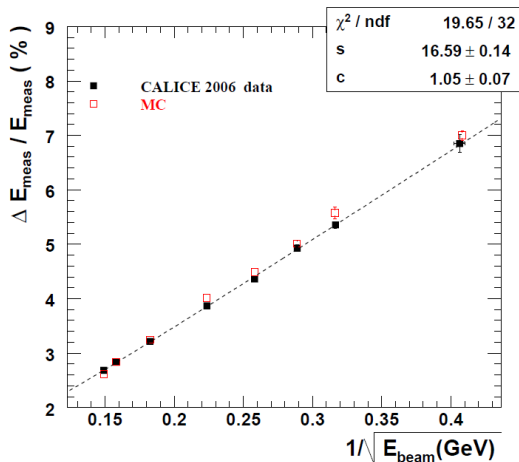


- Incertitudes sur la résolution du faisceau :

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{0.12}{E} \oplus 0.1\%$$

- Linéarité inférieure à 1%

Résolution en énergie



- La résolution en énergie est ajustée par :

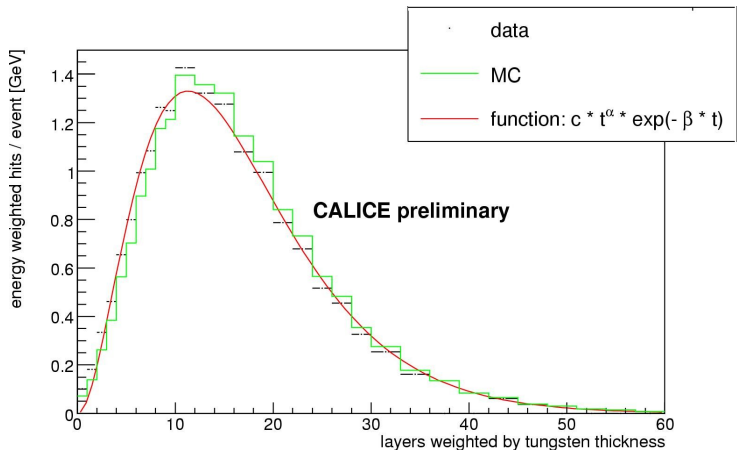
$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{a}{\sqrt{E}} \oplus c$$

avec

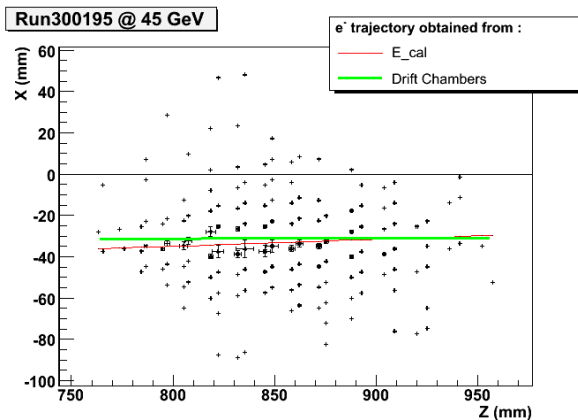
$$a = (16.69 \pm 0.13) \% \text{ et}$$

$$c = (1.09 \pm 0.07) \%$$

Profile longitudinal de la gerbe



- Le profile longitudinal des gerbes est bien reproduit par les simulations

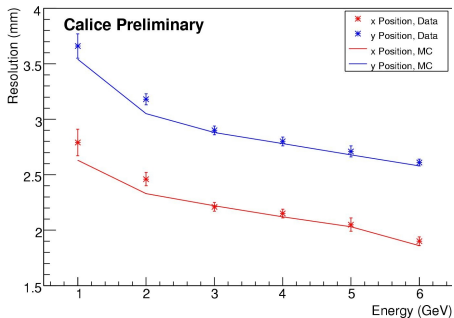


La trajectoire de la particule peut être reconstruite :

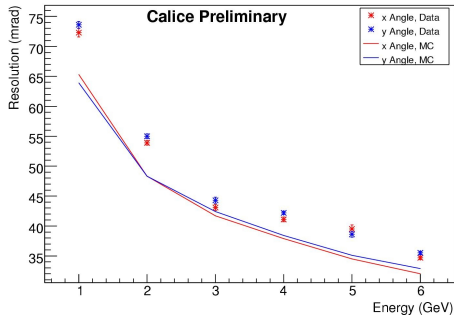
- 1 avec les chambres à dérive
- 2 avec le Ecal

Résolution spatiale et angulaire à DESY

Position Resolution



Angular Resolution



- Le prototype de calorimètre électromagnétique a déjà permis d'enregistrer plusieurs millions d'événements
- L'inefficacité de détection due aux anneaux de gardes peut être corrigée
- La linéarité est de l'ordre de 1%
- La résolution en énergie donne un terme d'échantillonnage de 16,7 % et un terme constant de 1,1 %
- La résolution en position est en cours d'étude
- Remarques personnelles :
 - La collaboration CALICE est très vivante
 - J'ai été impliqué dans les tests en faisceau et dans le travail d'analyse des données
 - Je travaille actuellement sur l'optimisation du détecteur ILD à partir du canal :

$$ee \rightarrow ZH \rightarrow eeX$$