



Mesure de la masse du Higgs dans le canal:

$$e^+e^- \rightarrow ZH \rightarrow e^+e^- + X$$

&

La reconstruction digitale de l'énergie

Youssef Khoulaki

LPHEMC, Casablanca, Maroc

LPSC, Grenoble, France

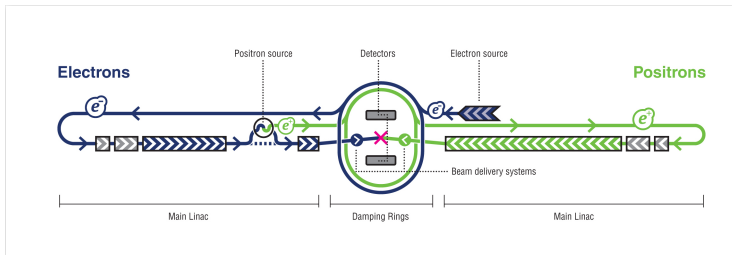
LIA ILCP, France, Suède, Maroc

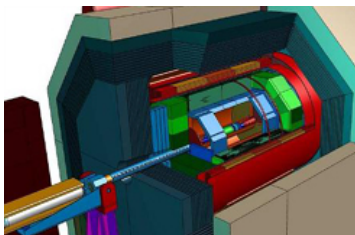
Journées Jeunes Chercheurs, 2010

Angers, France

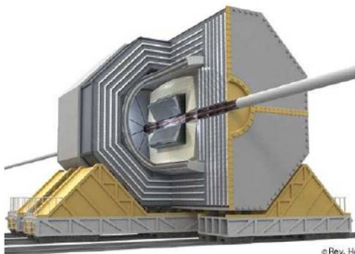
ILC (International Lineaire Collider):

- $E_{CM} = 90 \text{ à } 500 \text{ GeV}$
- $E_{CM} = \text{jusqu'à } 1 \text{ TeV (2}^{\text{éme}} \text{ étape)}$
- $L = 2.10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

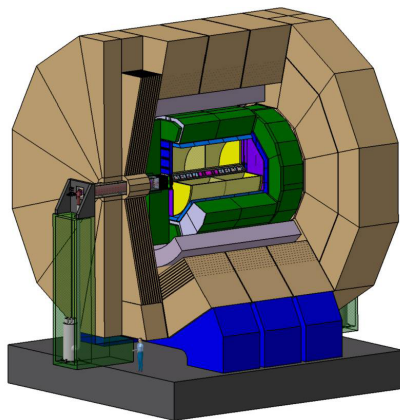




LDC



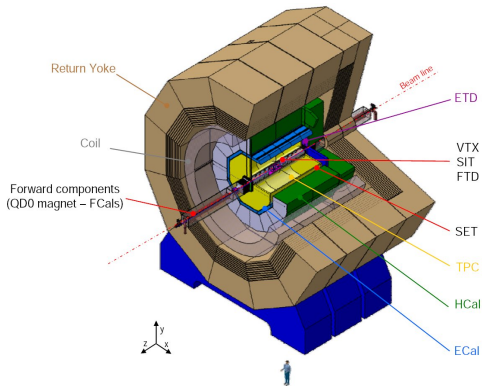
GLD

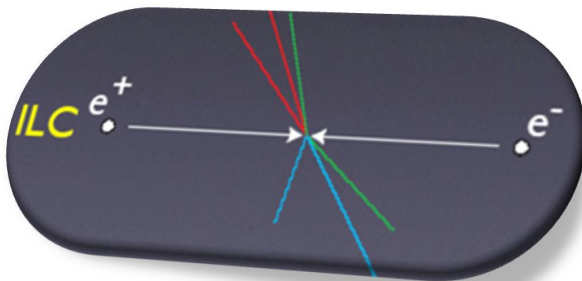


International Large Detector

ILD:

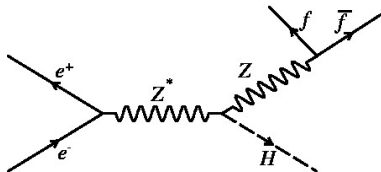
- Objectif : $\frac{\Delta E}{E} = \frac{30\%}{\sqrt{E(\text{GeV})}}$ (jets)
- $L \approx 13 \text{ m}, \phi \approx 13 \text{ m}$
- $B = 3.5 \text{ T}$





- Accès à la totalité de l'énergie dans le CM
- Cinématique de la collision bien définie
- Les événements peuvent être généralement complètement reconstruits

- Détection du Higgs à partir de son mode de production:



$$e^+e^- \rightarrow ZH \rightarrow e^+e^- + X$$

- L'observation du H est indépendante de son mode de désintégration
- Réponse assurée quelque soit le scénario
- Reconstruction de la masse de recul du H

$$M_{recul}^2 = s + M_Z^2 - 2E_Z\sqrt{s}$$

Grille de calcul, VO & CC-IN2P3 Utilisation de la Grille LCG (LHC Computing Grid)

Certificat électronique personnel (MaGrid CA) CNRST-RABAT

- MaGrid CA a été accréditée officiellement le 14 Novembre 2007 par l'association des autorités de certifications Européennes EuGridPMA
- MaGrid CA est le premier membre africain de cette association

Organisation Virtuelle (VO) : (CALICE & ILC)

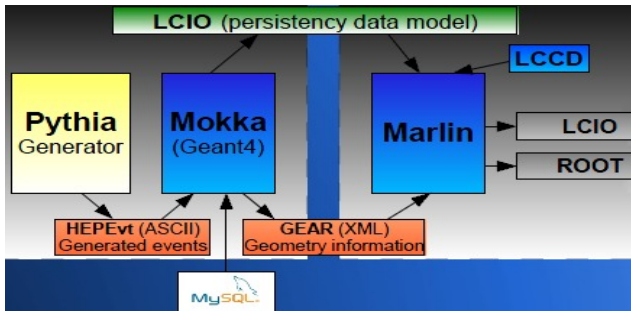
- <https://grid-voms.desy.de:8443/voms/calice>
- <https://grid-voms.desy.de:8443/voms/ilc>

Compte sur une Interface Utilisateur (UI)

- Laboratoire Virtuel : Expérience ILC
- Le CC-IN2P3 met à disposition une plateforme consacrée aux logiciels de simulation et d'analyse dédiée au détecteur ILD

La majorité des calculs sont effectués sur la grille

- Génération des événements (groupe d'optimisation de l'ILD)
- Récupération des fichiers LCIO et traitement des données avec la grille
- Pré-sélections
- Sélection



Decteur ILD_00:

- $M_H = 120 \text{ GeV}$
- $\sqrt{s} = 250 \text{ GeV}$
- e^+ polarisation = 30%
- e^- polarisation = 80%
- $L = 250 \text{ fb}^{-1}$

Section efficace (fb)	Polarisation du faisceau e^+e^- (30%, 80%)	
	(+, -)	(-, +)
Processus	(+, -)	(-, +)
ZH $\rightarrow eeX$	12,55	8,43
ee (Bhabha)	$17,30 \cdot 10^6$	$17,28 \cdot 10^6$
4f $\rightarrow eeff$	4897	3793

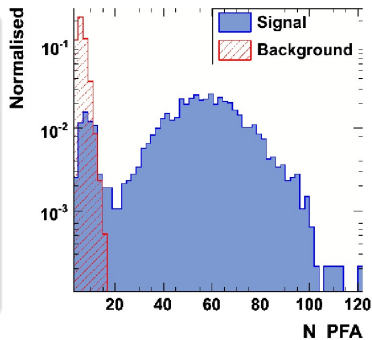
Bruit de fond provenant d'états finaux avec e^+e^- :

- Diffusion Bhabha
- Événements du modèle standard avec 4 fermions dont e^+e^-

Identification du boson Z:

- Sélection de la paire e^+e^- qui reconstruit au mieux la masse du Z:
 $M_{Z_{reconstruit}} = M_Z \pm 10 \text{ GeV}$
- Leptons centraux : $|\cos(\theta)| < 0,9$
- Charges opposées

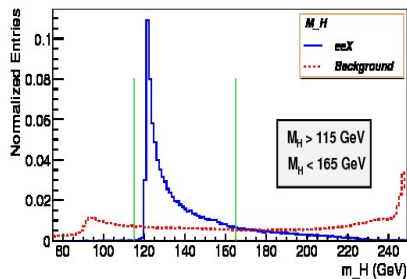
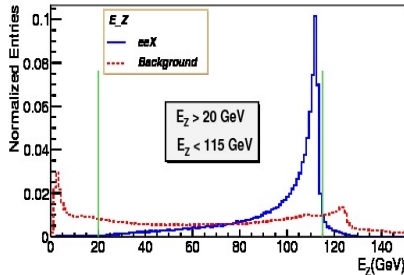
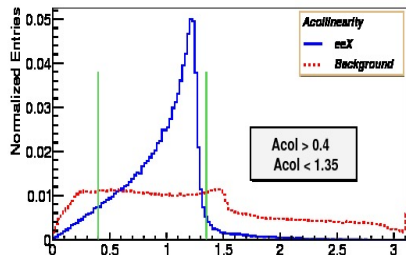
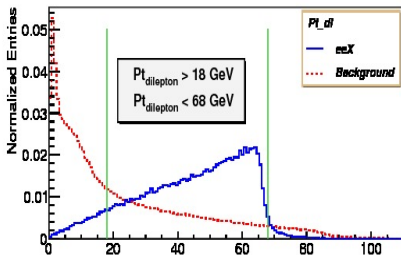
- Pré-sélection : Coupure sur le nombre d'objets reconstruits
 $N_{objets} > 21$
- La mesure de l'efficacité de la coupure est limitée par le nombre d'événements Monte-Carlo
- Le bruit de fond Bhabha pourra être contrôlé



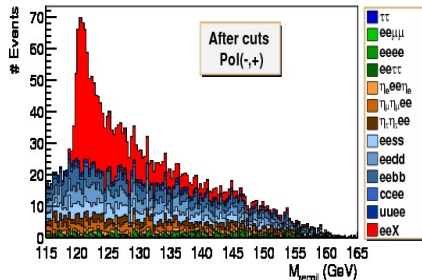
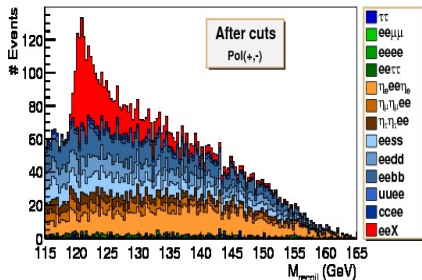
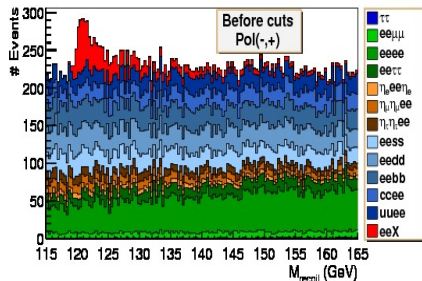
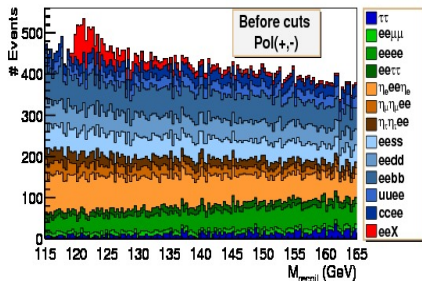
(+ , -)	$L_{simulated} (fb^{-1})$	$N_{objets} > 21$	$N_{objets} > 21 (250fb^{-1})$
eeX (Signal)	10 000	55 847	1396
eeX (Bhabha)	0,5123	1	487

Le bruit de fond Bhabha sera négligé par la suite

Sélection des événements (Coupsures sur des variables cinématiques)

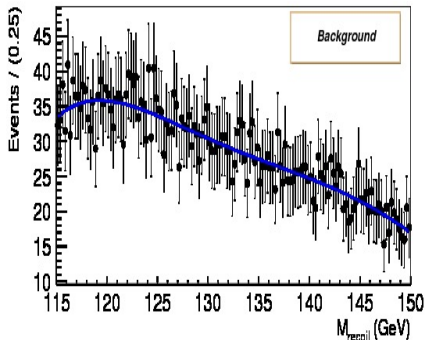
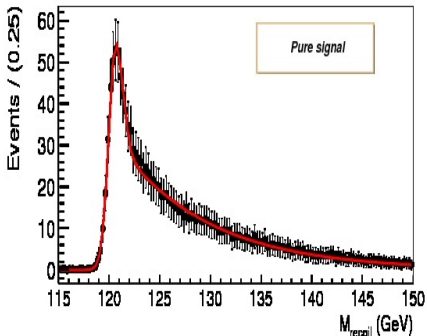


Sélection des événements (Résultats)

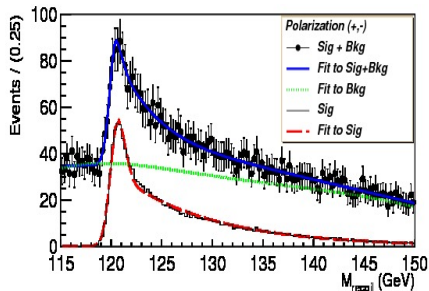
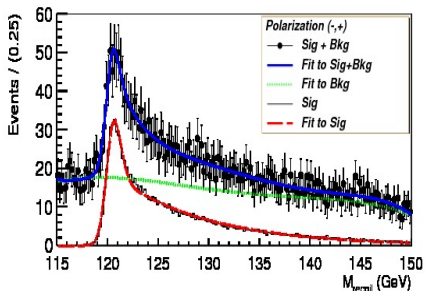


Mesure du signal (Gaussian Peak Exponential Tail) :

$$f(x; \alpha, n, \bar{x}, \sigma) = N \begin{cases} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} & : \text{pour } \frac{x-\bar{x}}{\sigma} \leq \alpha \\ \beta \cdot e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} + (1-\beta) \cdot e^{\frac{\alpha^2}{2}} \cdot e^{-(x-\bar{x}) \cdot \frac{\alpha}{\sigma}} & : \text{pour } \frac{x-\bar{x}}{\sigma} > \alpha \end{cases}$$



Mesure du bruit de fond: modélisé par un polynôme de degré 6



e^+e^- mode de polarisation (30%, 80%)

(+,-)

(-,+)

Signal seul

Signal + Bdf

Signal seul

Signal + Bdf

M_H (GeV)

120.486 ± 0.073

120.368 ± 0.100

120.507 ± 0.085

120.445 ± 0.110

σ (GeV)

0.638 ± 0.051

0.575 ± 0.083

0.654 ± 0.062

0.592 ± 0.100

Mesure de la masse du boson de Higgs dans le canal:

$$e^+e^- \rightarrow Z H \rightarrow e^+e^- + X :$$

- Illustration du potentiel de l'ILC pour des mesures de précision
- Effet du bruit de fond: détérioration de la précision sur M_H
- Pour $M_H = 120$ GeV:
 - $M_{Rec} = 120.368 \pm 0.100$ GeV (polarisation (+,-))
 - $M_{Rec} = 120.445 \pm 0.110$ GeV (polarisation (-,+))
- $e^+e^- \rightarrow Z H \rightarrow \mu^+ \mu^- + X$ (Perspective)

Pour plus d'information:

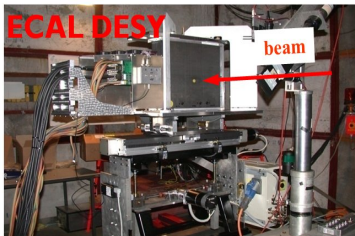
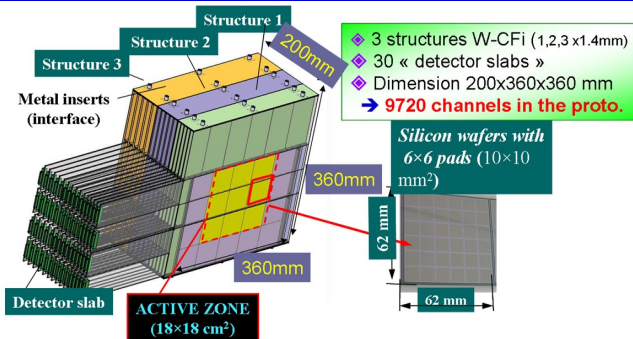
Measurement of the Higgs mass via the channel:

$$e^+e^- \rightarrow Z H \rightarrow e^+e^- + X :$$

D. Benchekroun, J-Y. Hostachy, Y. Khoulaki and L. Morin

LCWS 2010, Beijing - China

<http://arxiv.org/abs/1006.1241>



Données des tests en faisceau:

- DESY 2006: 1 → 6 GeV
- CERN 2006: 6 → 45 GeV

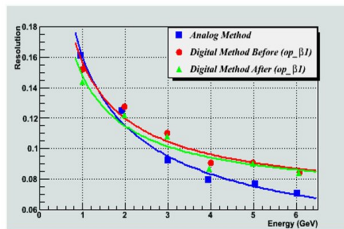
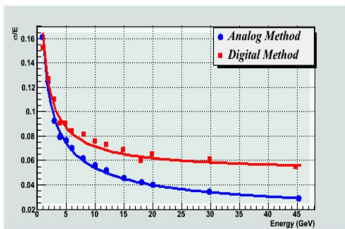
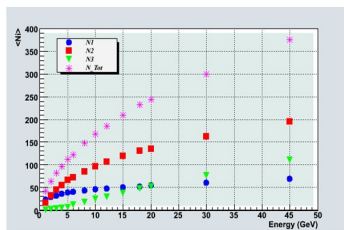
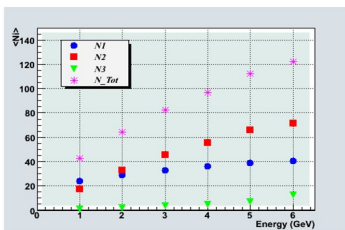
$$E_{Ana} = \alpha(\beta_1 E_1 + \beta_2 E_2 + \beta_3 E_3) \quad (1)$$

$$E_{Dig} = \alpha'(\beta'_1 N_1 + \beta'_2 N_2 + \beta'_3 N_3) \quad (2)$$

Avec:

- E_i : Energie déposée dans le compartiment i ($=1, 2, 3$)
- N_i : Nombre de cellules touchées dans le compartiment i

DESY-DATA: Méthode analogique vs. méthode Digitale



- Comportement linéaire à basse énergie
- Digitale: alternative à très basse énergie

$$E_{Cell.} > 0,5 MIP$$

Réinitialisation des seuils

CALICE RAW2CALOHIT package

...

```
_signalThreshold = 0.;
```

...

Nouvelles reconstruction DESY DATA

1 GeV : */grid/calice/users/khoulaki/tb - desy/My_REC_without_threshold/Run230098_rec_kh.000.slcio*

2 GeV : */grid/calice/users/khoulaki/tb - desy/My_REC_without_threshold/Run230099_rec_kh.000.slcio*

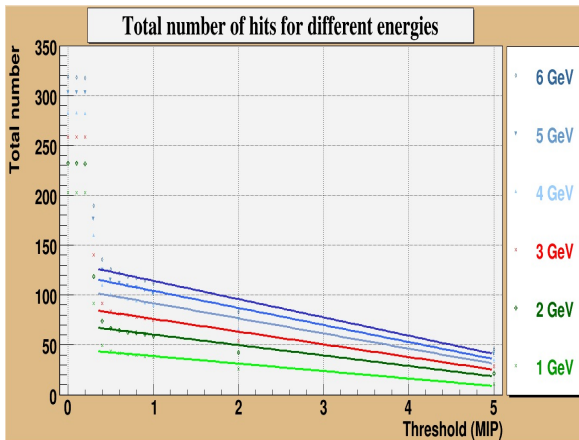
3 GeV : */grid/calice/users/khoulaki/tb - desy/My_REC_without_threshold/Run230100_rec_kh.000.slcio*

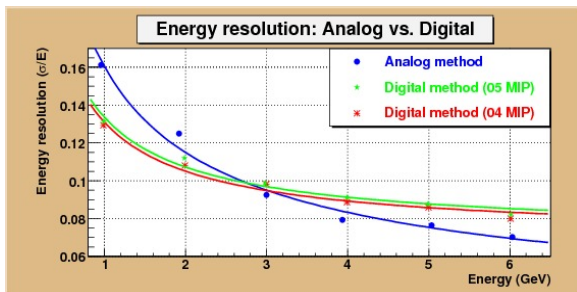
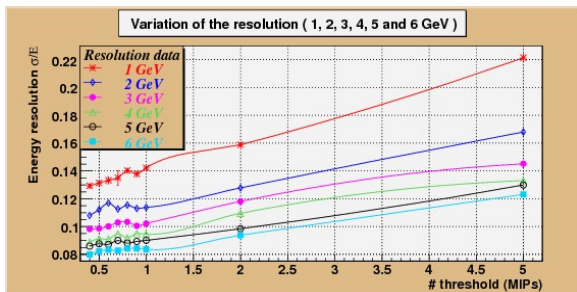
4 GeV : */grid/calice/users/khoulaki/tb - desy/My_REC_without_threshold/Run230101_rec_kh.000.slcio*

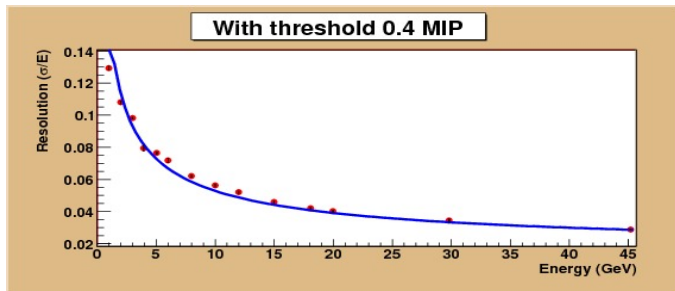
5 GeV : */grid/calice/users/khoulaki/tb - desy/My_REC_without_threshold/Run230104_rec_kh.000.slcio*

6 GeV : */grid/calice/users/khoulaki/tb - desy/My_REC_without_threshold/Run230248_rec_kh.000.slcio*

Les seuils sont définis lors de l'analyse





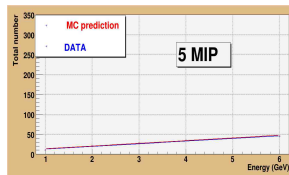
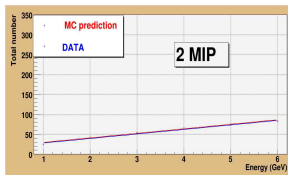
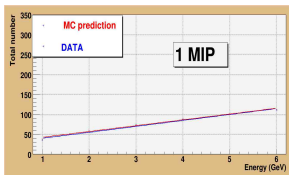
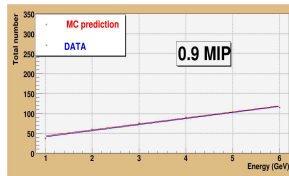
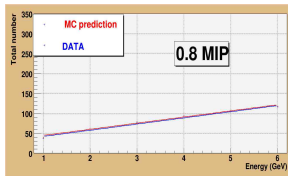
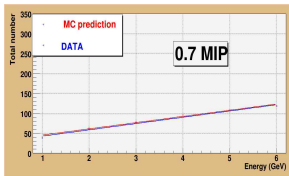
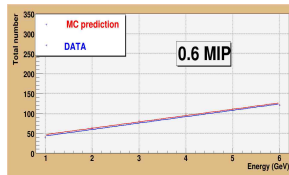
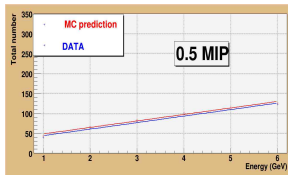
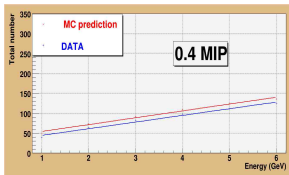


- $E < E_{cross}$: résolution calculée par la méthode digitale
- $E > E_{cross}$: résolution calculée par la méthode analogique

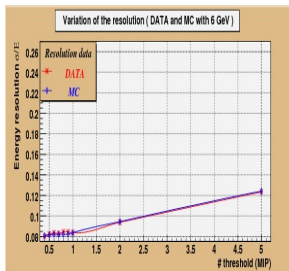
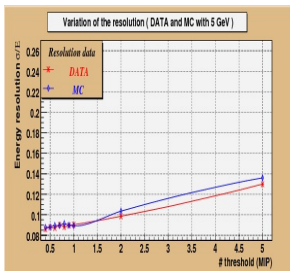
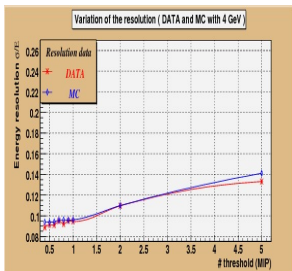
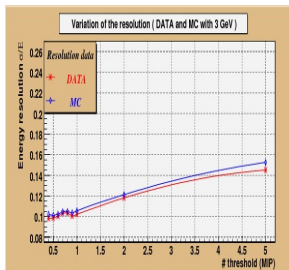
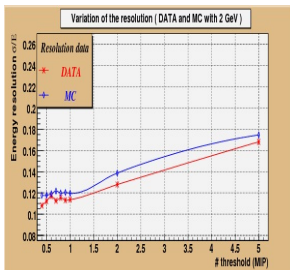
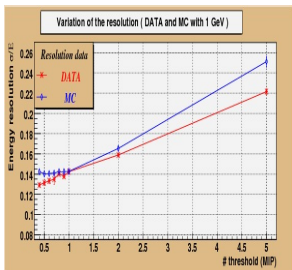
$$\frac{\sigma(E)}{E} = \frac{a}{\sqrt{E(\text{GeV})}} \oplus C$$

Methodes	a (%)	c (%)
Ana.	16,31	1,62
Ana. + Dig. (0,4 MIP)	15,89	1,62

Nombre des cellules touchées vs. Energies



Résolution en énergie vs. Seuils



Deux méthodes pour la reconstruction de l'énergie:

- analogique (meilleure pour $E > 3 \text{ GeV}$)
- digitale (alternative à très basse énergie)

L'utilisation de la méthode digitale pourrait donc être de grand intérêt à basse énergie

Backup slides

$E_{hit} < 0.4 \text{ MIP} ?$

