

## **Projet LC-Détecteur**

*Vers les grands détecteurs résistifs  
et un prototype de calorimètre Micromegas*

*Réunion groupe FLC, 25/09/2013, M. Chefdeville*

# The 1x1 m<sup>2</sup> Micromegas prototype

*First paper: NIMA 729 (2013) 90–101*

→ [http://lappweb.in2p3.fr/~chefdevi/Work\\_LAPP/NIMA/](http://lappweb.in2p3.fr/~chefdevi/Work_LAPP/NIMA/)

## Design

Embedded electronics → total thickness of 1 cm (incl. 2 mm of steel)

Modular (6 meshes / m<sup>2</sup>) → XY scalability to larger size

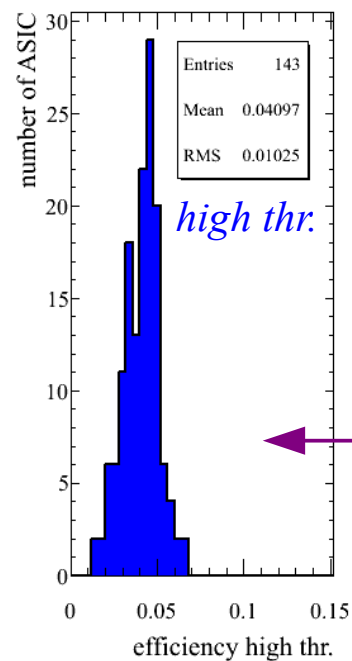
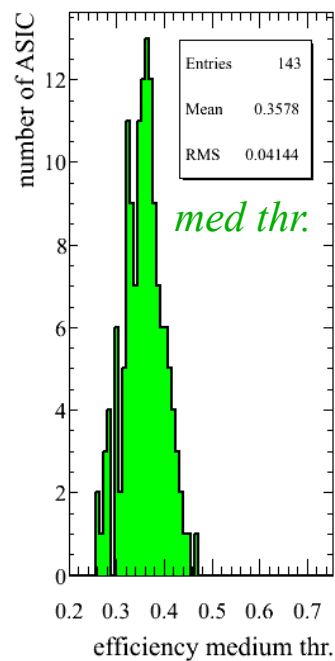
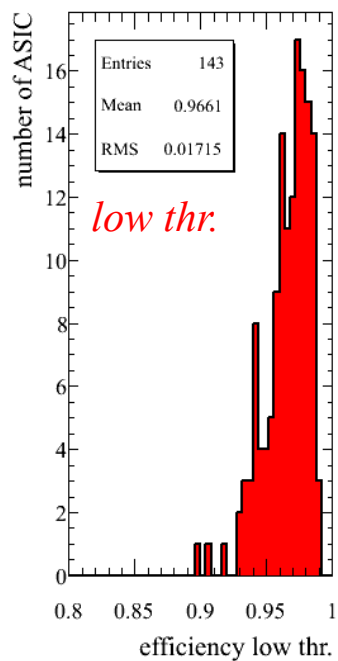
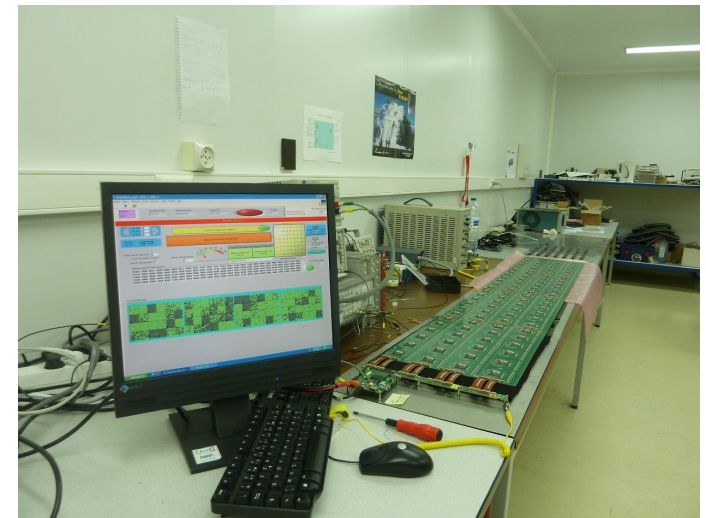
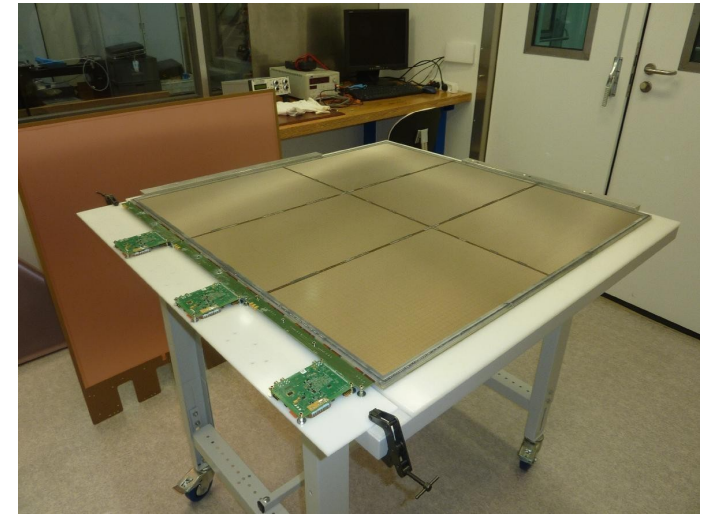
## Electronics (MICROROC, LAPP/Omega)

Low noise preamp → 1-2 fC threshold over 1x1 m<sup>2</sup> area!

3 thresholds → semi-digital readout (linearity up to 40 and 100 MIPs)

Readout boards can be chained → successful test up to 4 → 2 m!

ILC features: power-pulsing, self-trigger + memory, timestamping



## Performance

Low threshold → high efficiency (> 95%)

Precise MICROROC calibration

→ good response uniformity over 1x1 m<sup>2</sup>

# Test sur faisceaux de hadrons (pions)

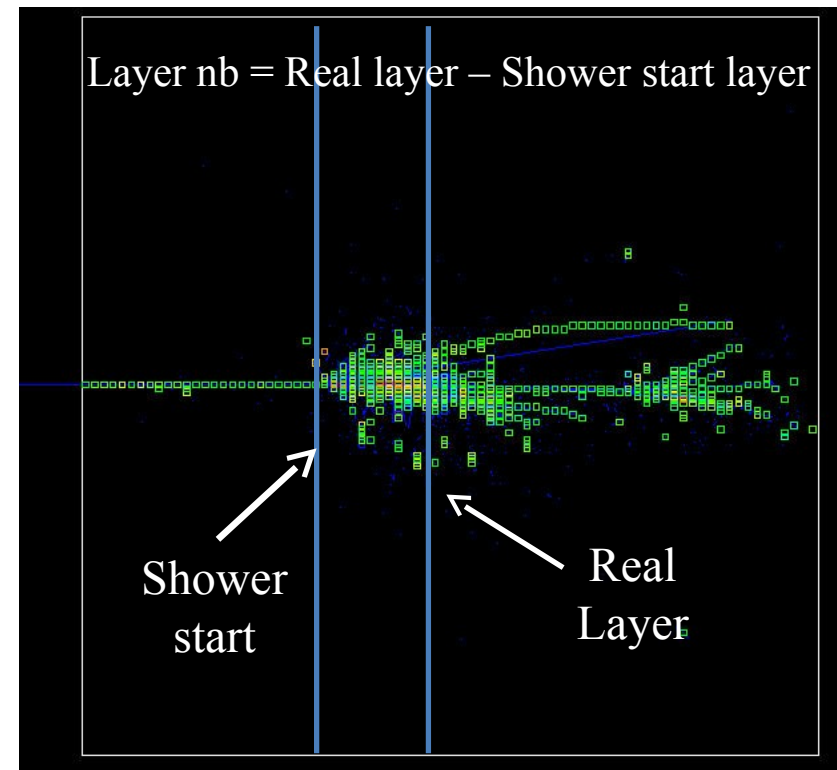
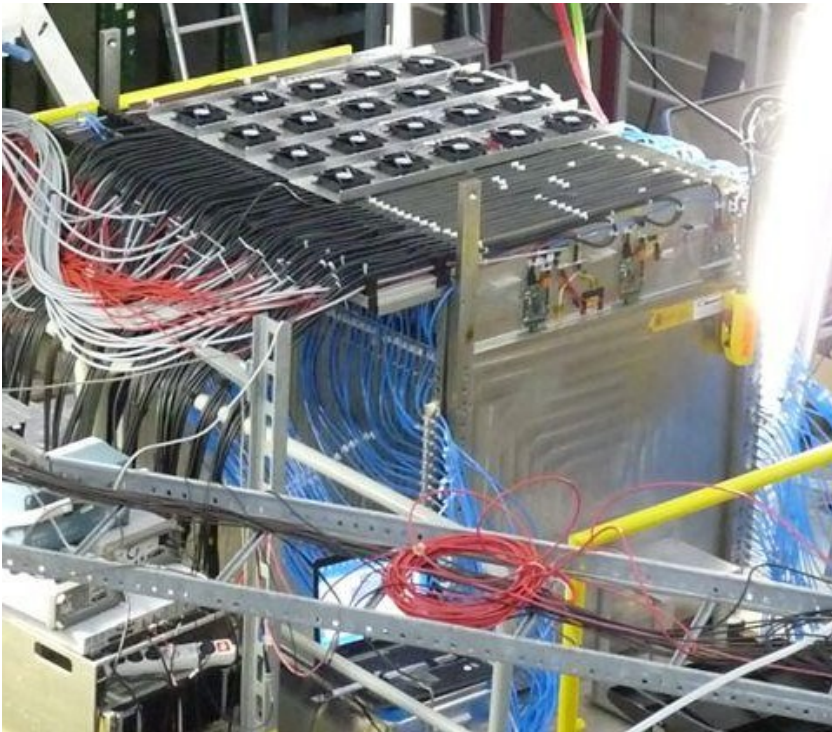
Campagne de Novembre 2012

~ 3 semaines dont 1 dans le prototype SDHCAL équipé de 50 plans de détecteurs

→ 46 RPC et 4 Micromegas aux plans 10, 20, 35 et 50

*La position des Micromegas par rapport au point de départ de la gerbe change à chaque événement*

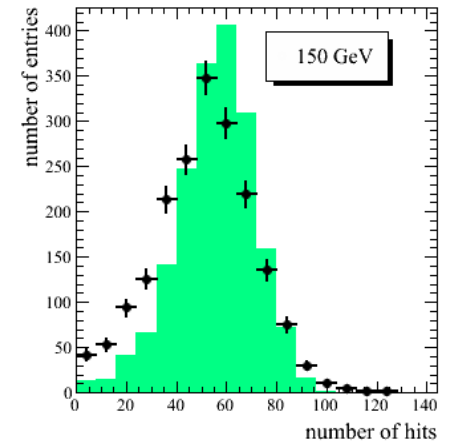
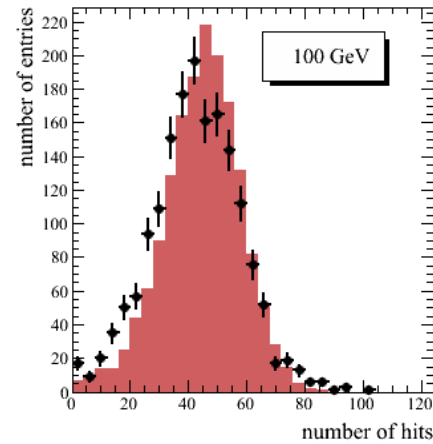
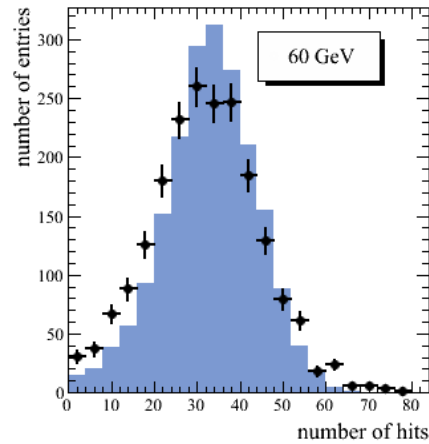
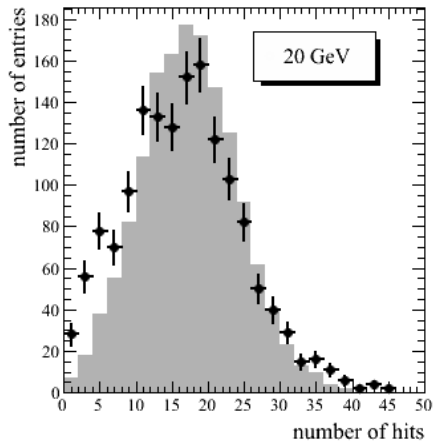
→ il est possible de mesurer la distribution du nombre de hit à différentes profondeurs



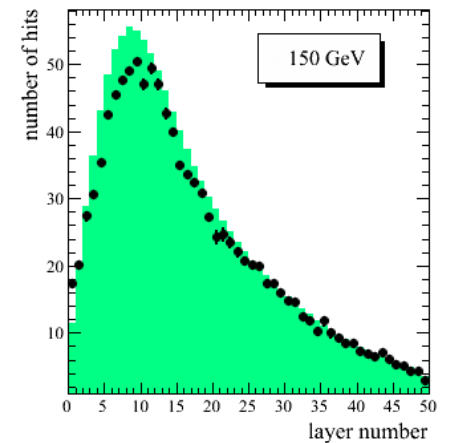
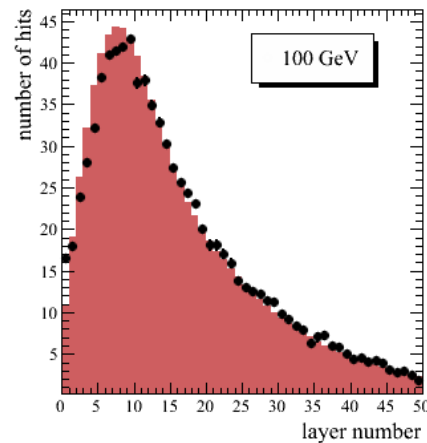
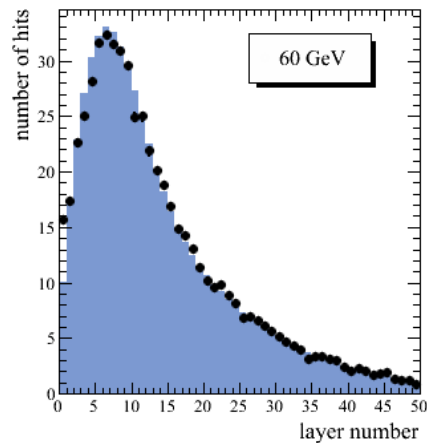
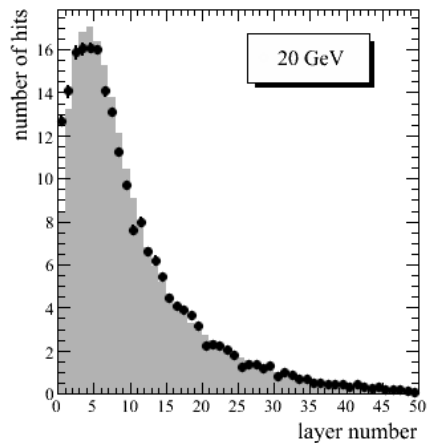
# Profils longitudinaux et comparaison au Monte Carlo

Data/Monte Carlo comparison, reasonably good agreement up to 100 GeV

$N_{hit}$  distribution at shower max at 20, 60, 100 & 150 GeV (available for any layer)



Longitudinal profile at 20, 60, 100 & 150 GeV (each point is the mean of  $N_{hit}$  distribution)

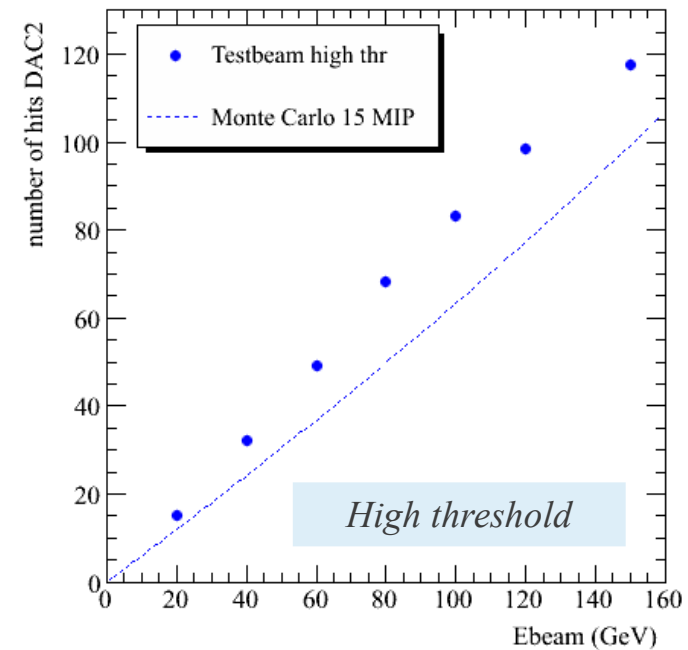
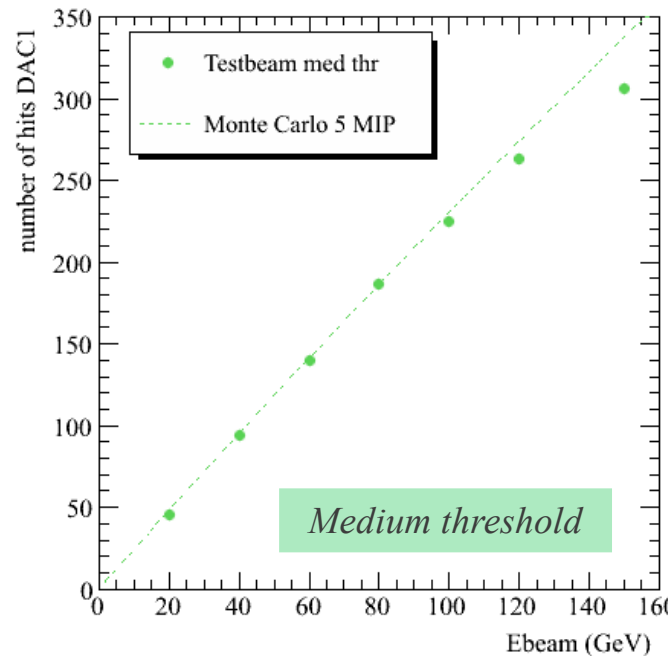
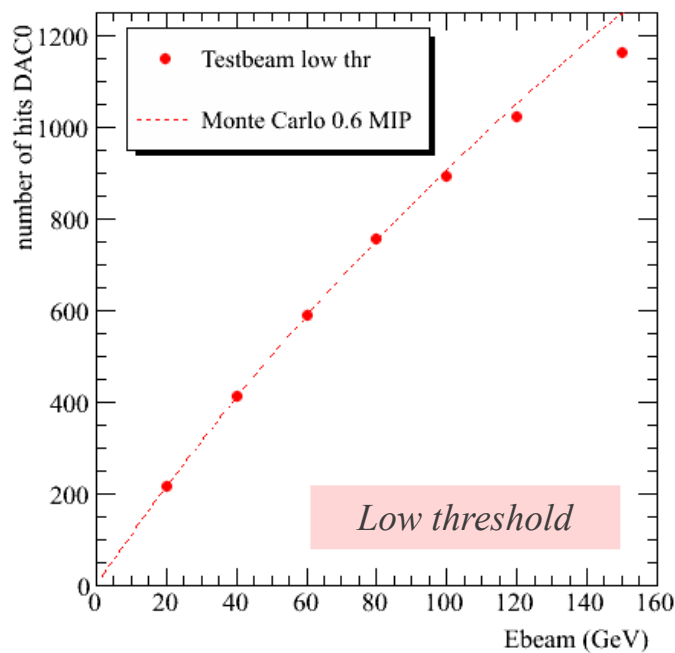


# Réponse aux pions et comparaison au Monte Carlo

Profils mesurés à plusieurs énergies (20-150 GeV) →  $N_{\text{hit}}$  moyen VS  $E_{\text{beam}}$

→ Réponse d'un calorimètre (virtuel) Micromegas de 50 couches

→ Validation de la simulation Monte Carlo jusqu'à 100 GeV



Above 100 GeV

Micromegas signal saturation unlikely → G4 physics list discontinuity? Radial distrib.?

Below 100 GeV

We have a good model of the calorimeter → Can be used for compensation studies (cf. Iro's talk in Analysis session)

# Études Monte Carlo (résolution en énergie)

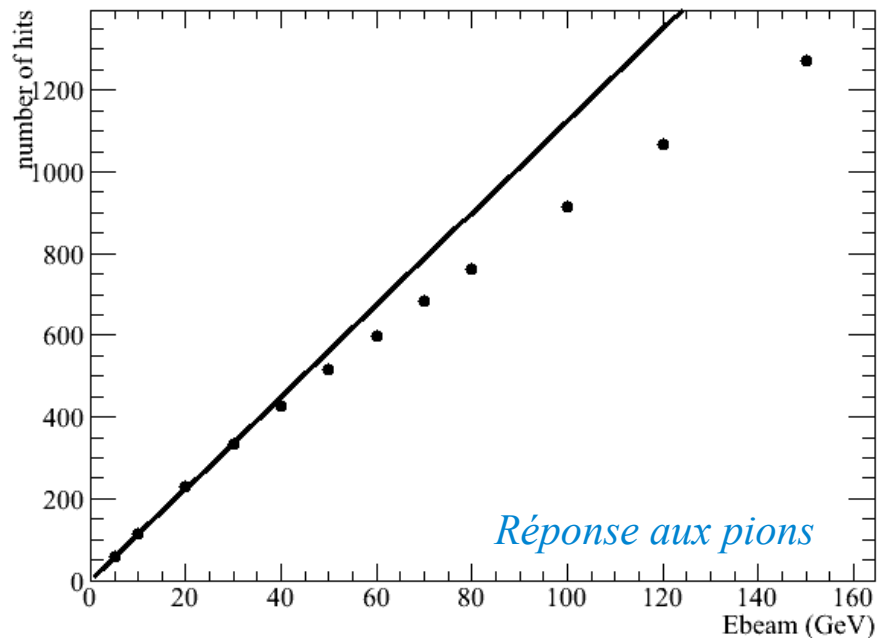
La simulation décrit bien les données de test sur faisceau jusqu'à 100 GeV

→ *prédiction de la résolution en énergie (pions, électrons etc...)*

→ *optimisation de la lecture à 3 seuils (correction off-line)*

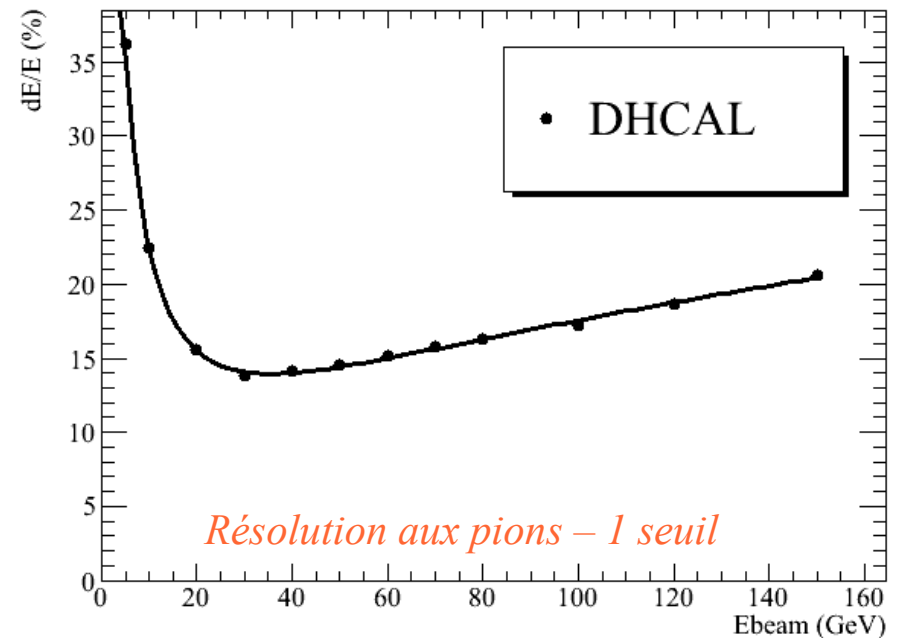
Lecture à 1 seuil :  $E = A(N_0)$

Saturation de  $N_{hit}$  au delà de 30 GeV



Lecture à 1 seuil

Dégradation de la résolution au delà de 30 GeV



# Études Monte Carlo (résolution en énergie)

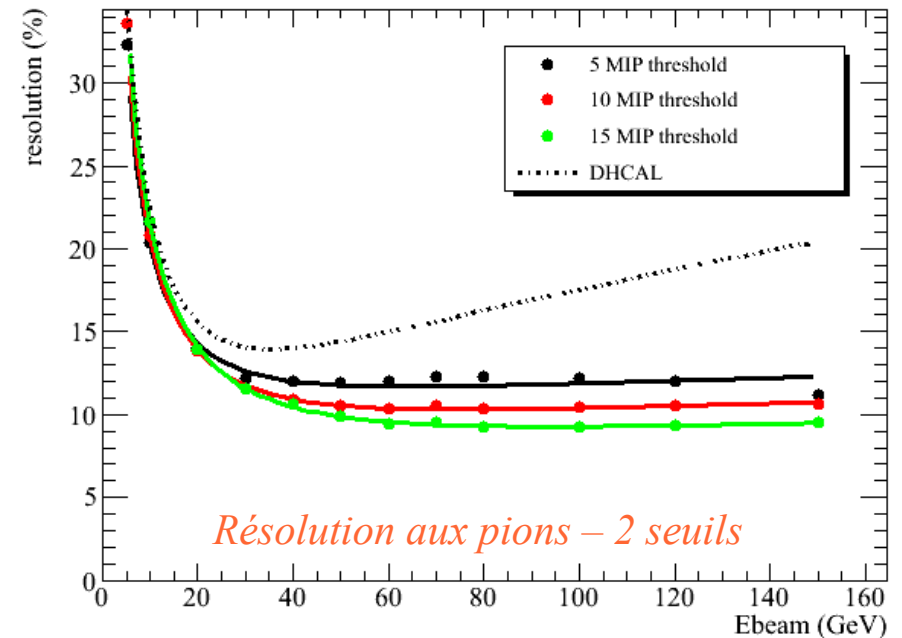
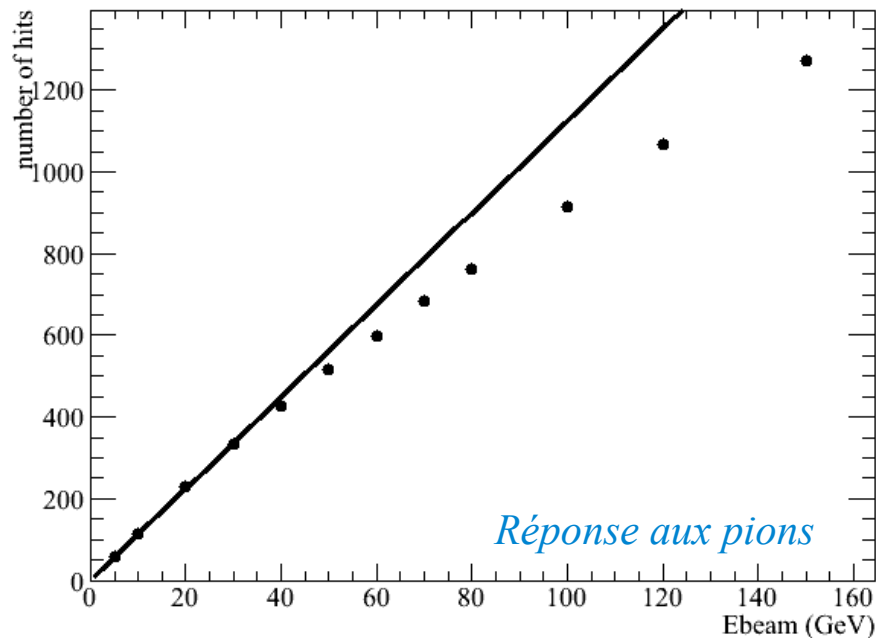
La simulation décrit bien les données de test sur faisceau jusqu'à 100 GeV

→ *prédiction de la résolution en énergie (pions, électrons etc...)*

→ *optimisation de la lecture à 3 seuils (correction off-line)*

Lecture à 2 seuils :  $E = A (N_0 + B(N_1) * N_1)$

Correction possible en pondérant différemment les « petits » et « gros signaux »

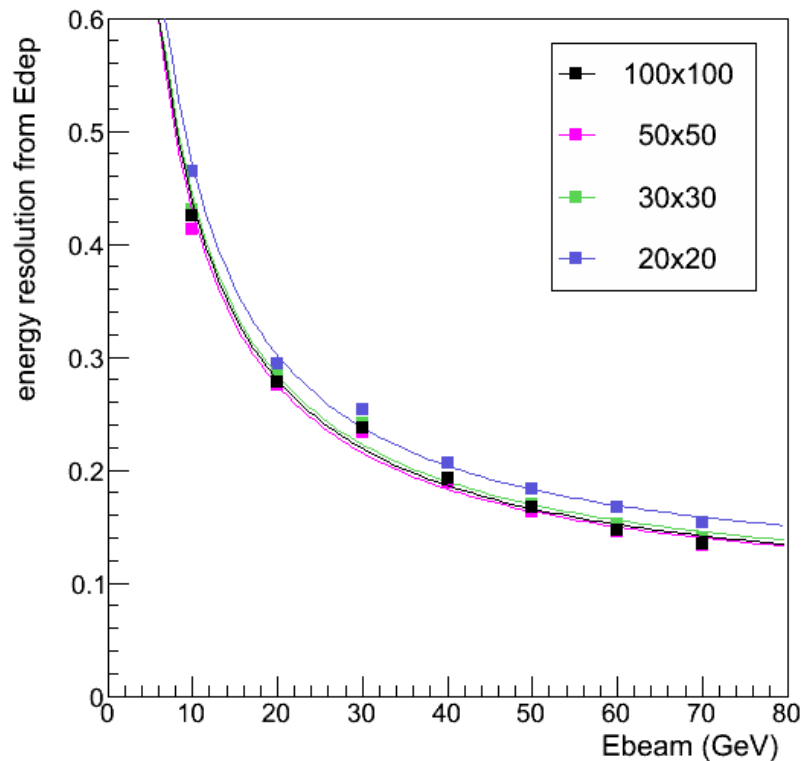


# Études Monte Carlo (taille d'un prototype SDHCAL)

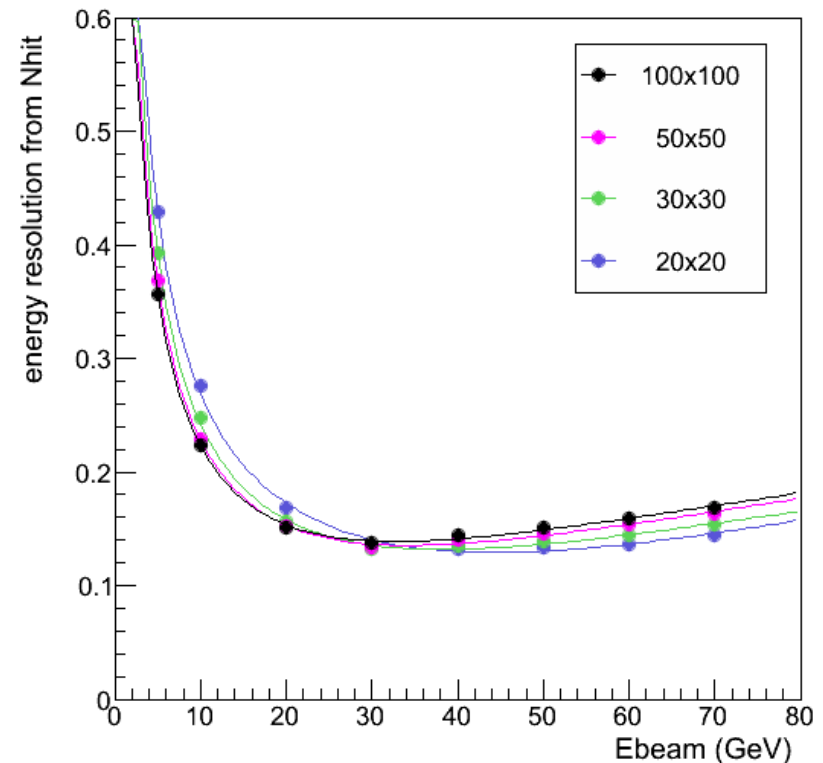
*Quelle est la taille minimale d'un prototype de calorimètre ?*

Latéralement : résolution comparables pour des plans de 50x50 et 100x100 cm<sup>2</sup>

(le digital est un peu moins performant à basse énergie)



ANALOGUE



DIGITAL

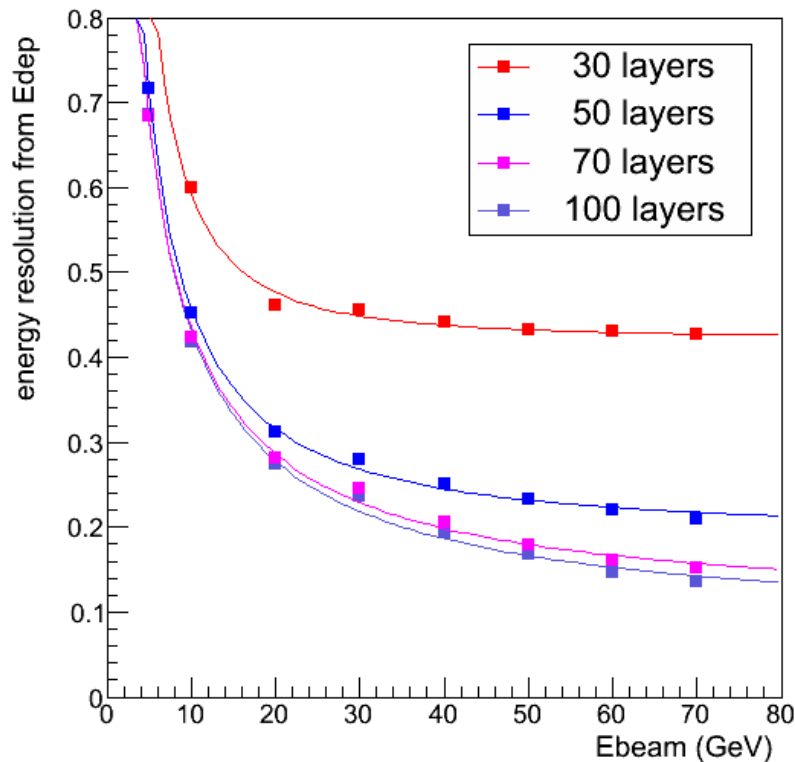


# Études Monte Carlo (taille d'un prototype SDHCAL)

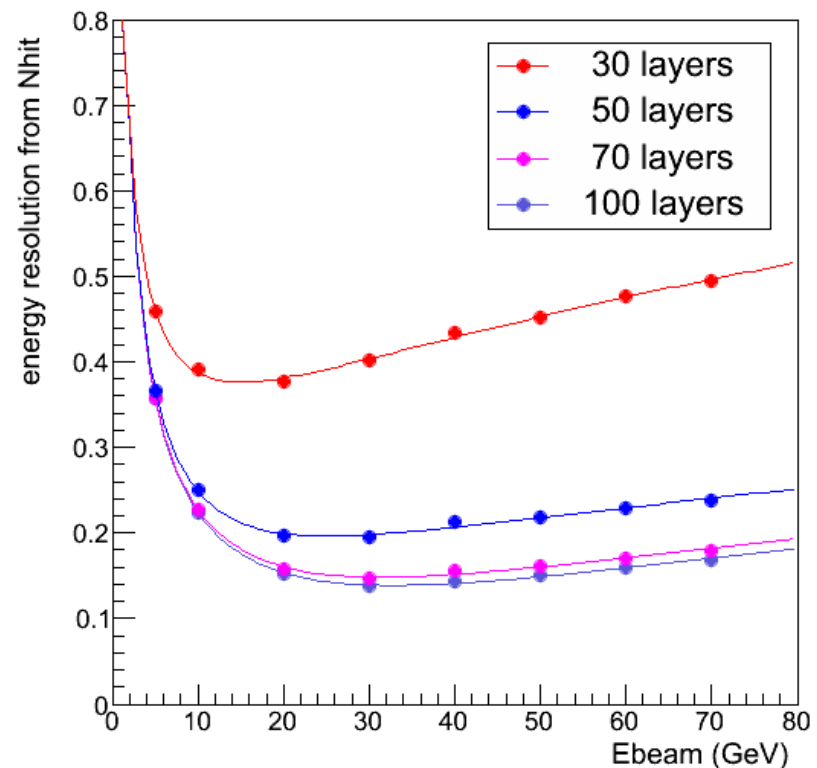
*Quelle est la taille minimale d'un prototype de calorimètre ?*

Longitudinalement: résolution à 70 GeV comparables pour 70 et 100 plans

→ un prototype doit être surtout profond plus que large !



ANALOGUE



DIGITAL

# Les grands Micromegas résistifs (objectif)

Objectif (plus ou moins réaliste) : construction d'un prototype SDHCAL Micromegas

→ *plan de détection = chambre Micromegas résistive de 48x48 cm<sup>2</sup>*

## Micromegas résistifs

*Petits prototypes (16x16 cm<sup>2</sup>) fonctionnent très bien*

Plus d'étincelles

Efficacité > 95 %, pas d'augmentation de la multiplicité

**Pas d'effet de chargement observé** = pas de perte de signal avec le flux (OK jusqu'à 50 kHz/cm<sup>2</sup>)

→ test complémentaire : irradiation à flux plus élevé

*A vérifier sur grands prototypes :*

**Observation des effets de chargement (scan en flux et position)**, en particulier pour les configurations résistives ou la charge est évacuée vers les bords de la chambre

# Les grands Micromegas résistifs (devis)

*Plan Micromegas = PCB + ASIC + câblage + Bulk résistif (+ mécanique chambre)*

## Commande 1 unité (2014)

Fabrication PCB 48x48 cm <sup>2</sup>	4000 €	(incl. 1100 € outillage)
Fonderie (run dédié) ASIC	0 €	(~ 200 MR au LAPP)
Câblage ASIC/PCB	900 €	(estimation)
Film résistif et grille Bulk	2700 €	(incl. 400 € outillage)
<b>Total 1 ASU</b>	<b>→ 8000 euros</b>	

## Commande 50 unités (2015...)

Fabrication PCB 48x48 cm <sup>2</sup>	600 €	(incl. 25 € outillage)
Fonderie (run dédié) ASIC	1500 €	(40 € * 36 MR)
Câblage ASIC/PCB	400 €	
Film résistif et grille Bulk	1200 €	(incl. 24 € outillage)
<b>Total 1 ASU</b>	<b>→ 3720 euros</b>	
<b>Total 50 ASU</b>	<b>→ 186000 euros</b>	

# Futur 2014-2015

Programme formalisé dans le COM

2014 Dessin mécanique/électronique d'une grande chambre résistive

2014-15 Construction et test

En parallèle (2013-2014) : demande de financement à l'ANR pour 50 plans

*Calorimètre Micromegas Particle Flow pour un futur LC et le HL-LHC*

Partenaires : Saclay, Omega, Weizman, CERN (CMS), Demokritos

Date dépôt pré-proposition (5 pages) : 23 octobre 2013

Date dépôt proposition (30 pages) : mi février 2014 et résultats en juillet