

Projet LC-Détecteur

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

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

The 1x1 m² Micromegas prototype

First paper: NIMA 729 (2013) 90–101

→ http://lappweb.in2p3.fr/~chefdevi/Work_LAPP/NIMA/

Design

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

Modular (6 meshes / m²) → XY scalability to larger size

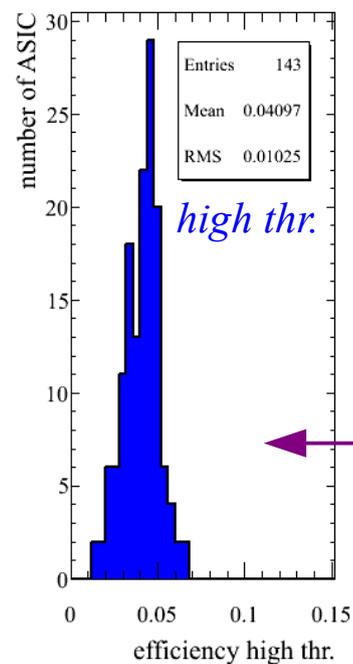
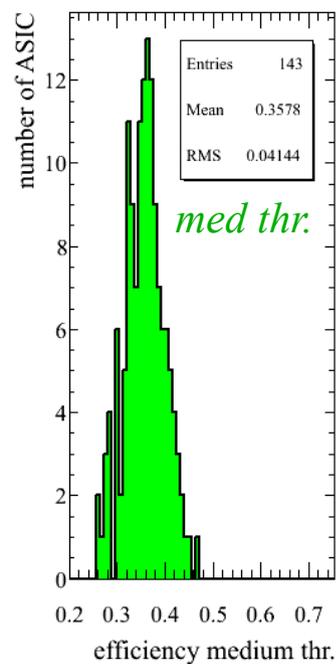
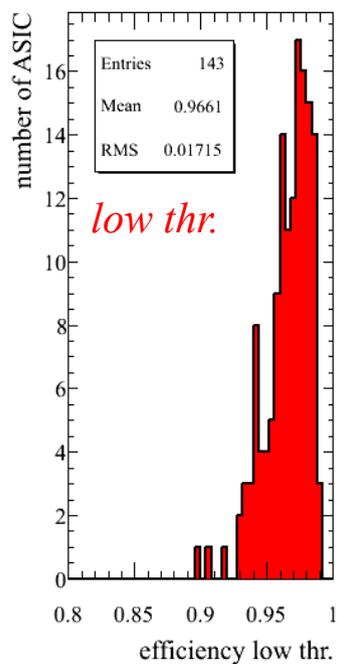
Electronics (MICROROC, LAPP/Omega)

Low noise preamp → 1-2 fC threshold over 1x1 m² 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 m²

Test sur faisceaux de hadrons (pions)

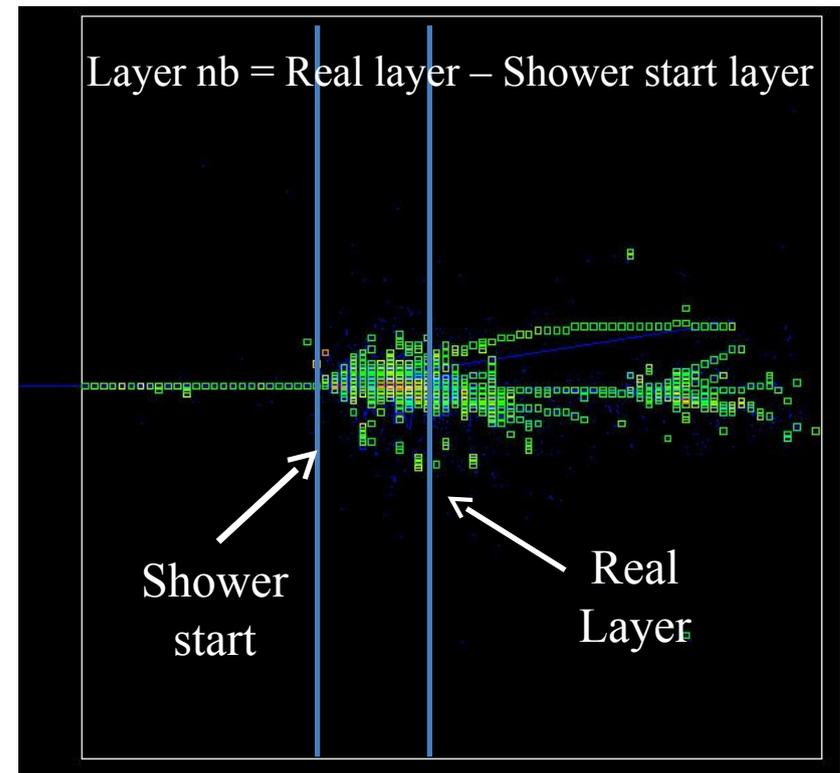
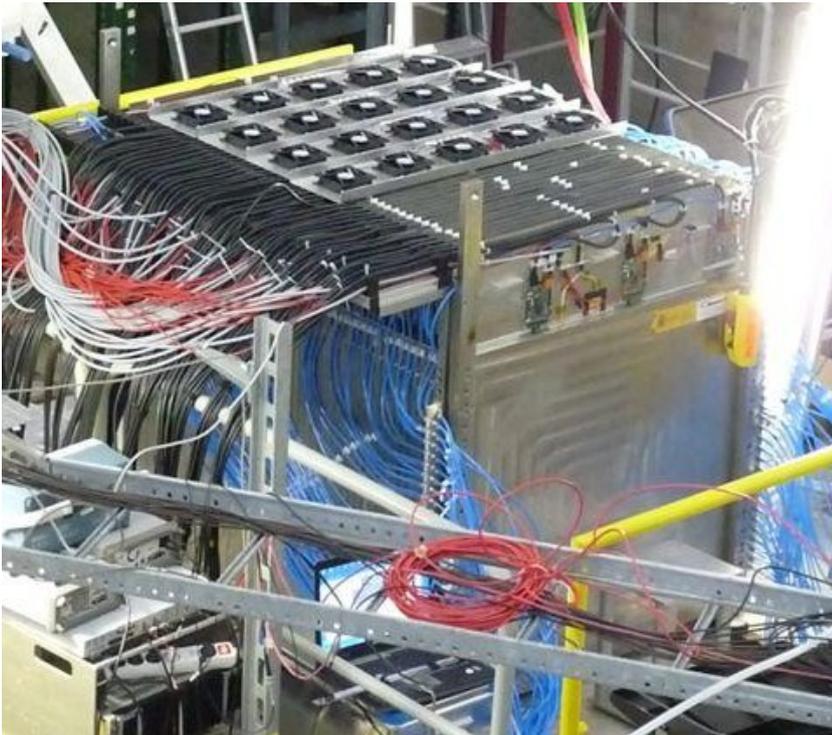
Campagne de Novembre 2012

~ 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

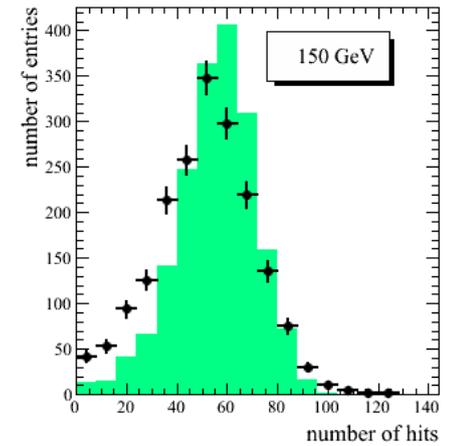
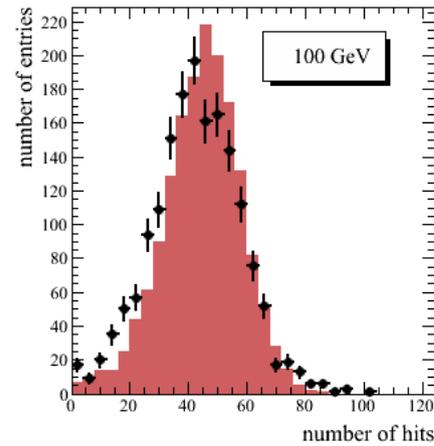
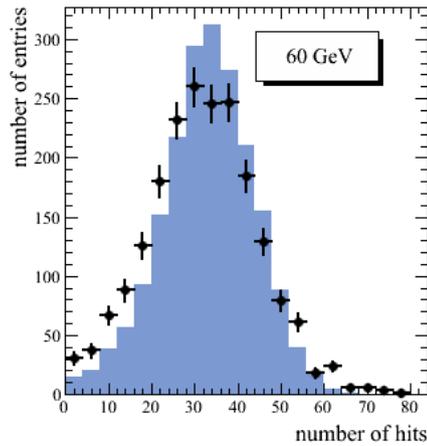
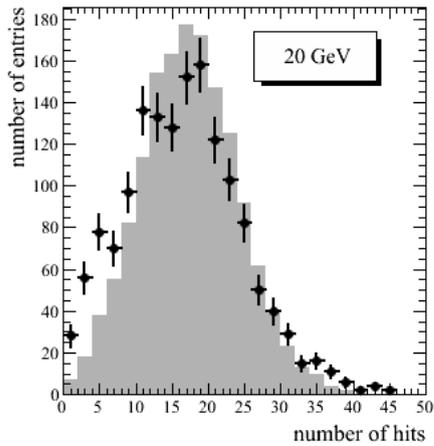
→ il est possible de mesurer la distribution du nombre de hit à différentes profondeurs



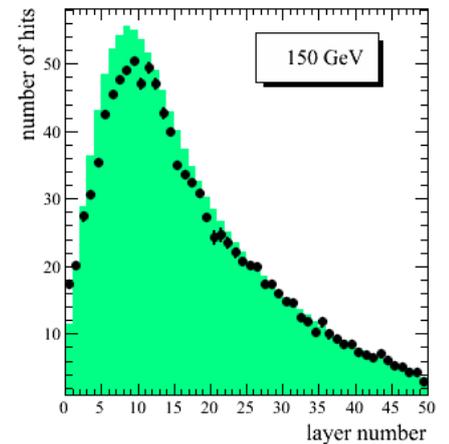
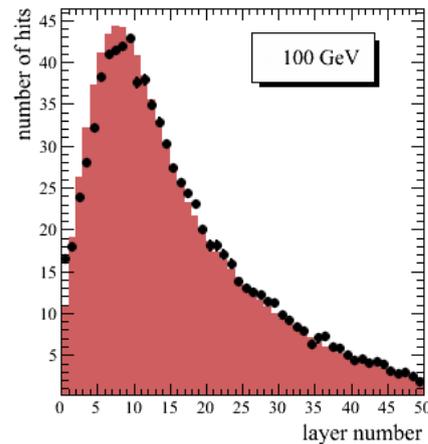
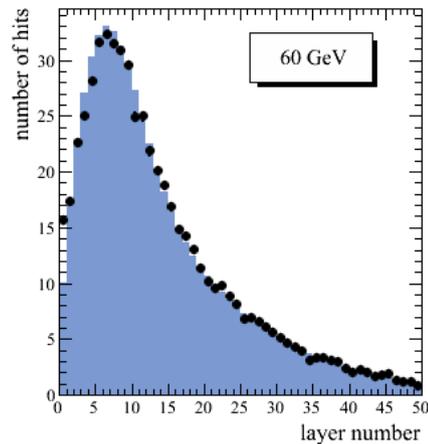
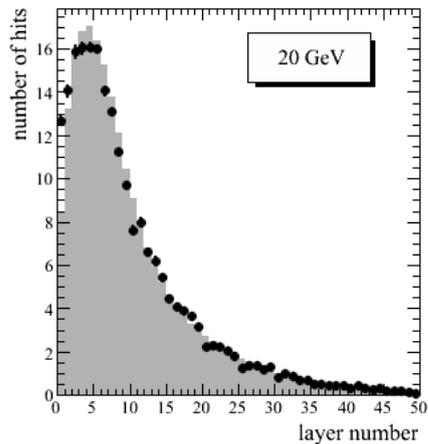
Profils longitudinaux et comparaison au Monte Carlo

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)

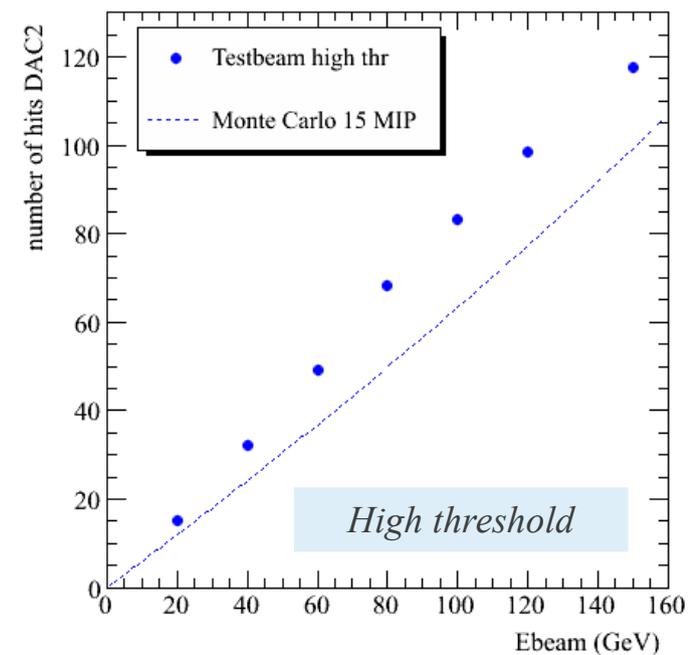
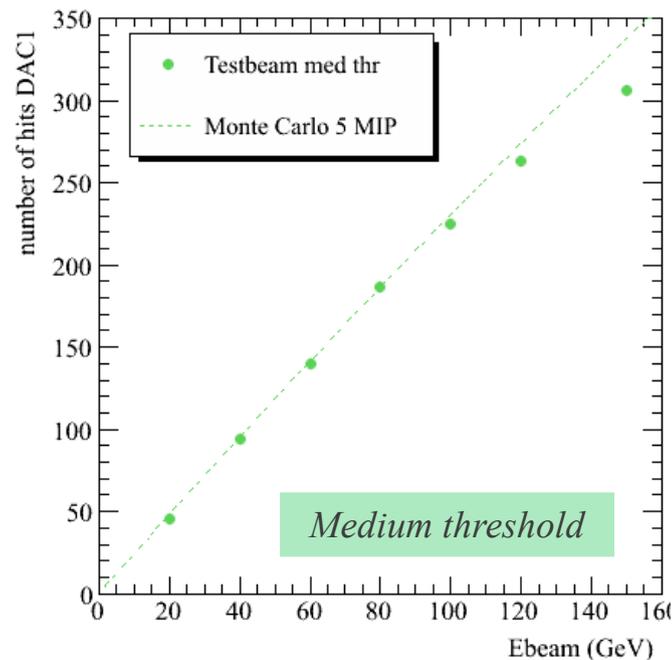
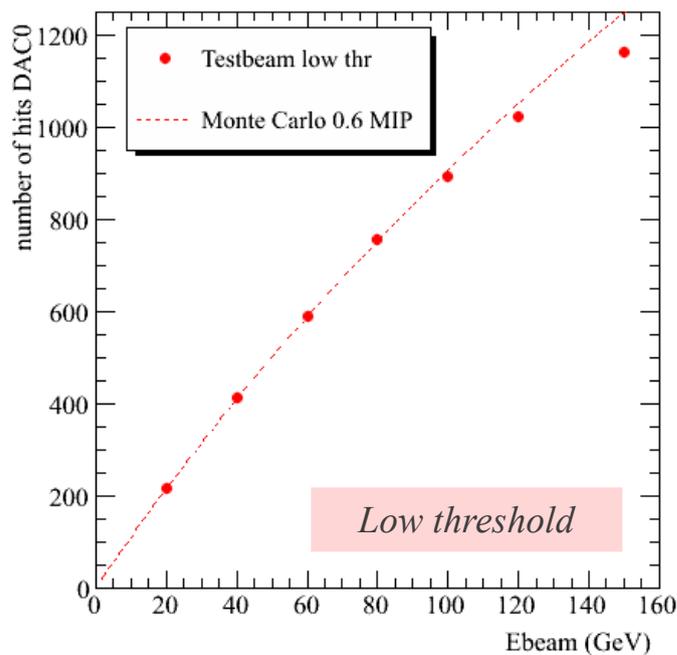


Réponse aux pions et comparaison au Monte Carlo

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

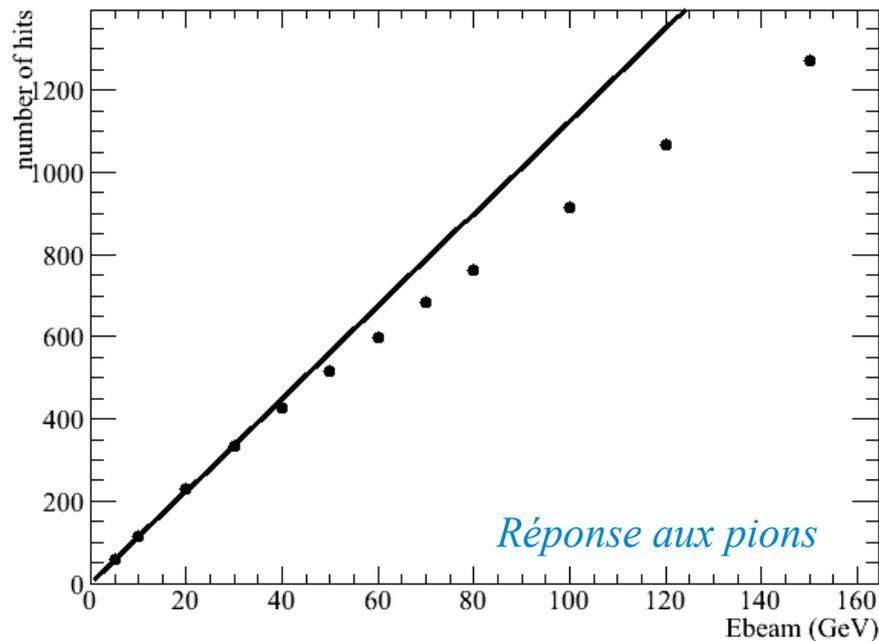
La simulation décrit bien les données de test sur faisceau jusqu'à 100 GeV

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

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

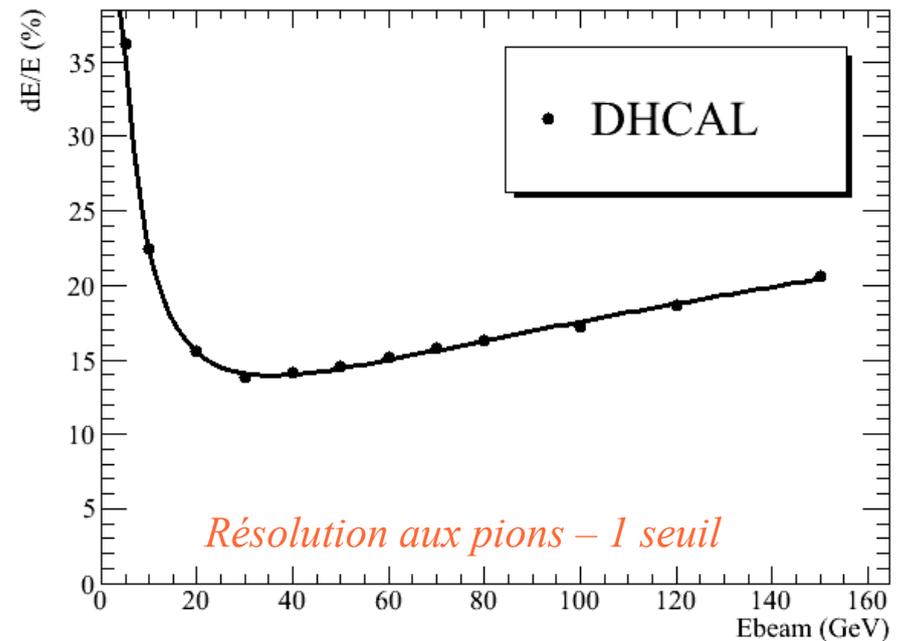
Lecture à 1 seuil : $E = A(N_0)$

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)

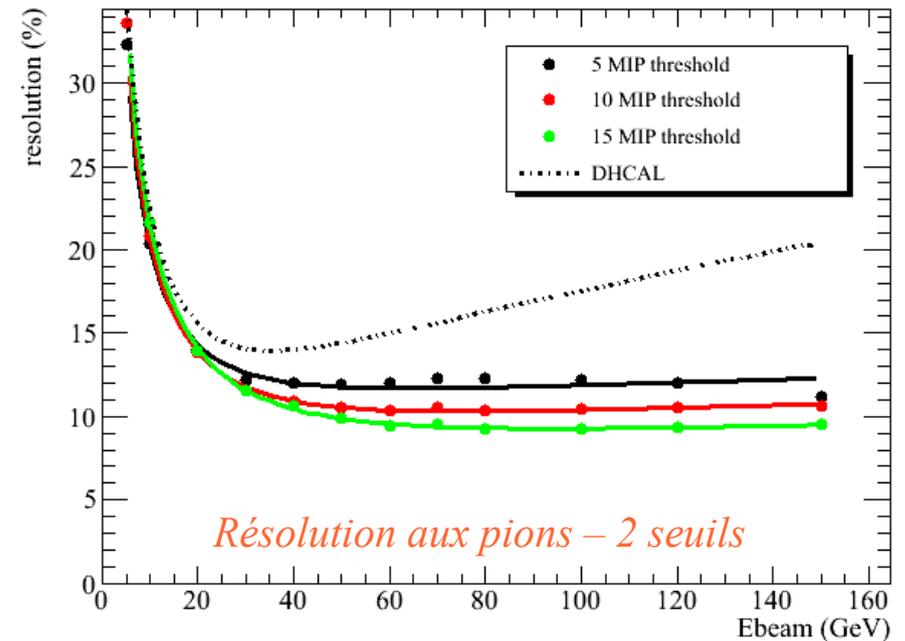
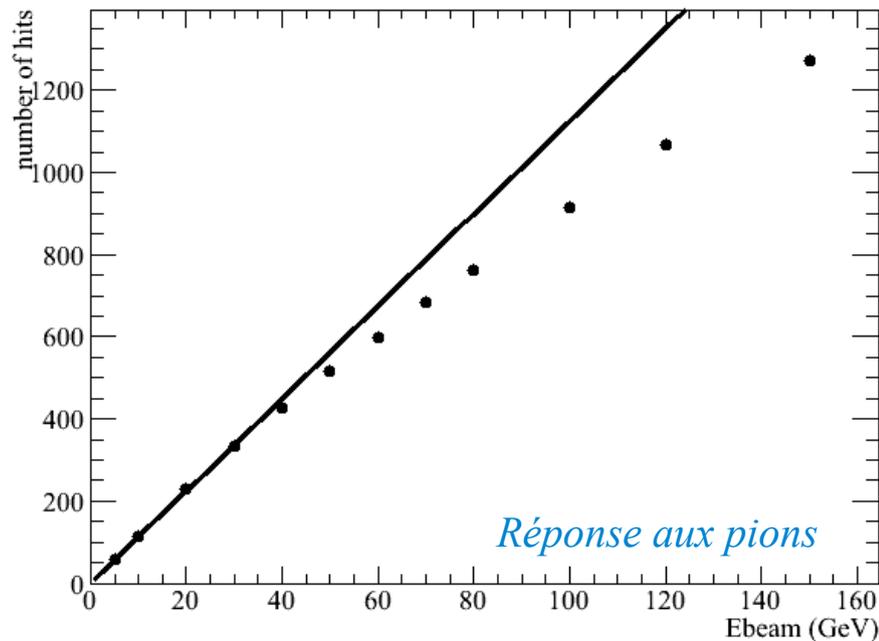
La simulation décrit bien les données de test sur faisceau jusqu'à 100 GeV

→ *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 »

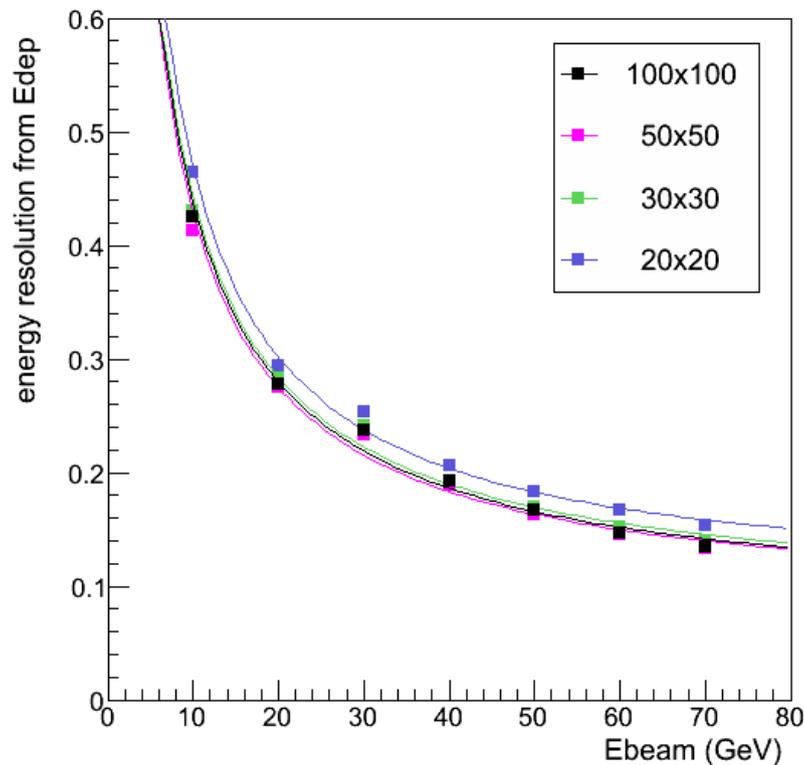


Études Monte Carlo (taille d'un prototype SDHCAL)

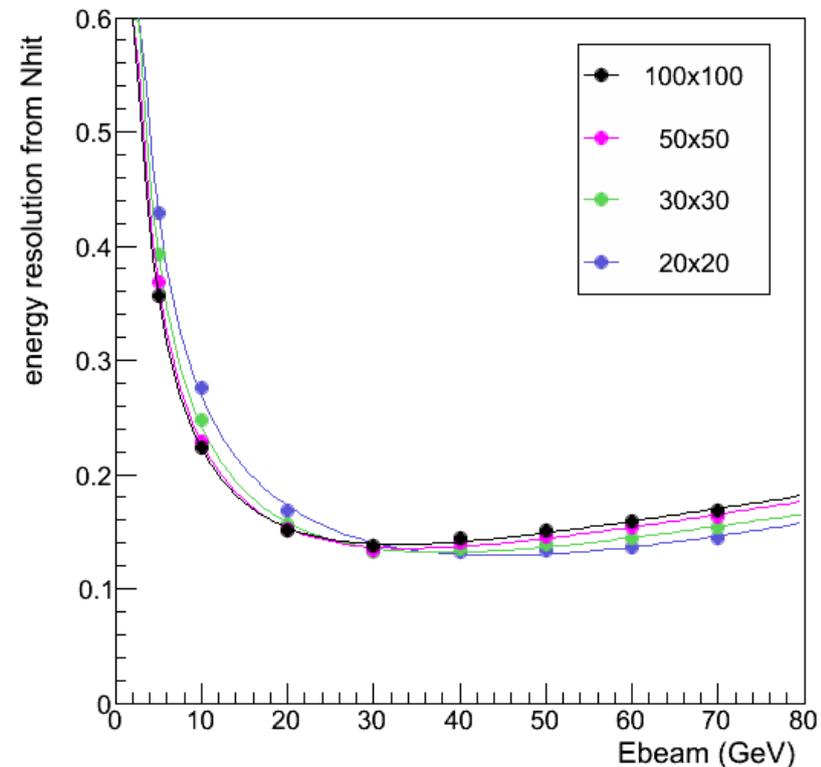
Quelle est la taille minimale d'un prototype de calorimètre ?

Latéralement : résolution comparables pour des plans de 50x50 et 100x100 cm²

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



ANALOGUE



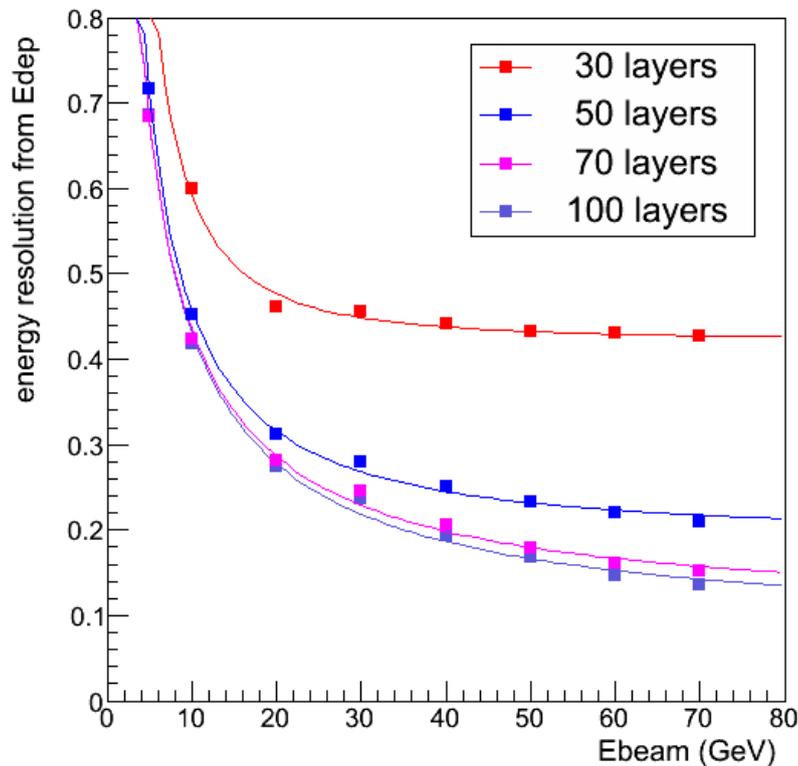
DIGITAL

Études Monte Carlo (taille d'un prototype SDHCAL)

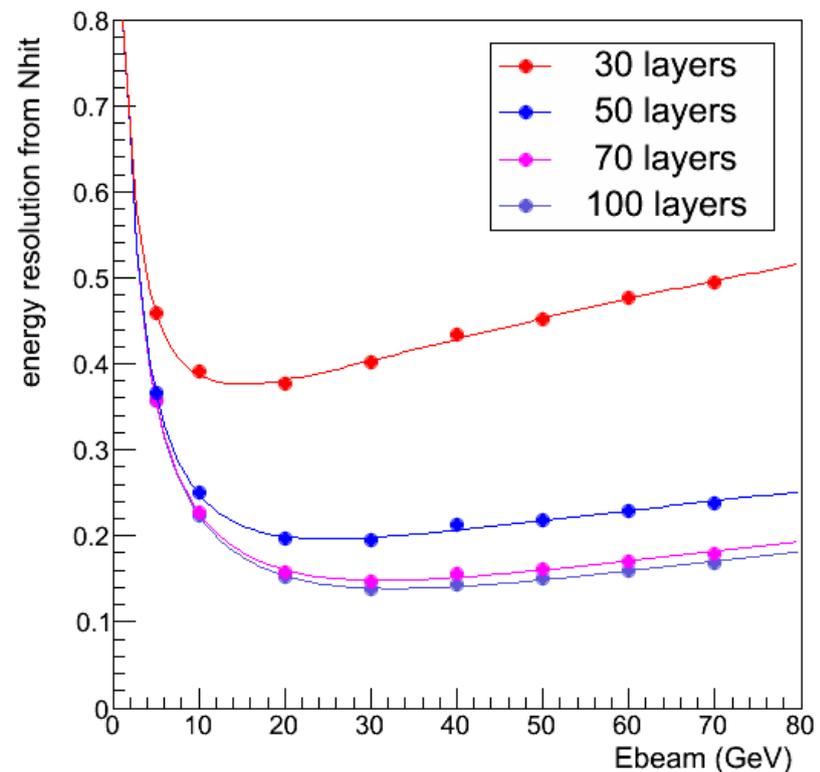
Quelle est la taille minimale d'un prototype de calorimètre ?

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 cm²*

Micromegas résistifs

Petits prototypes (16x16 cm²) 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/cm²)

→ 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 ²	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)
Total 1 ASU	→ 8000 euros	

Commande 50 unités (2015...)

Fabrication PCB 48x48 cm ²	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)
Total 1 ASU	→ 3720 euros	
Total 50 ASU	→ 186000 euros	

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