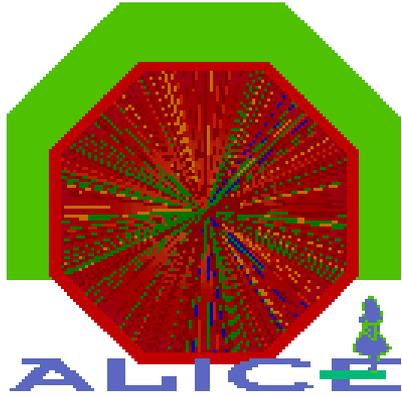


Le calorimètre électromagnétique d'ALICE : EMCAL



Cynthia Hadjidakis



Rencontres QGP France, Etretat
17 septembre 2007

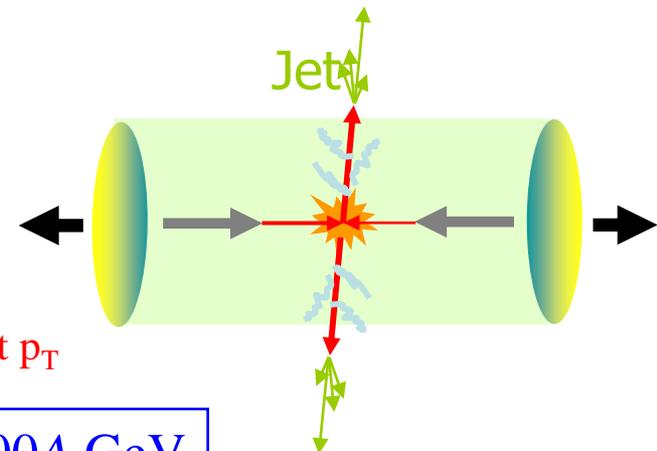
Motivations physiques
Le calorimètre EMCAL
Physique des jets et des photons avec EMCAL

Le jet-quenching

Dans un milieu à **haute température et haute densité**, les partons subissent une **perte d'énergie** par **rayonnement de gluons**

⇒ Répercussion dans l'état final hadronique: élargissement des distributions en **multiplicité** et **impulsion transverse** des jets (rayonnement → augmentation du nombre de partons)

⇒ Déficit de particules à **grand p_T** , augmentation de particules à **petit p_T**



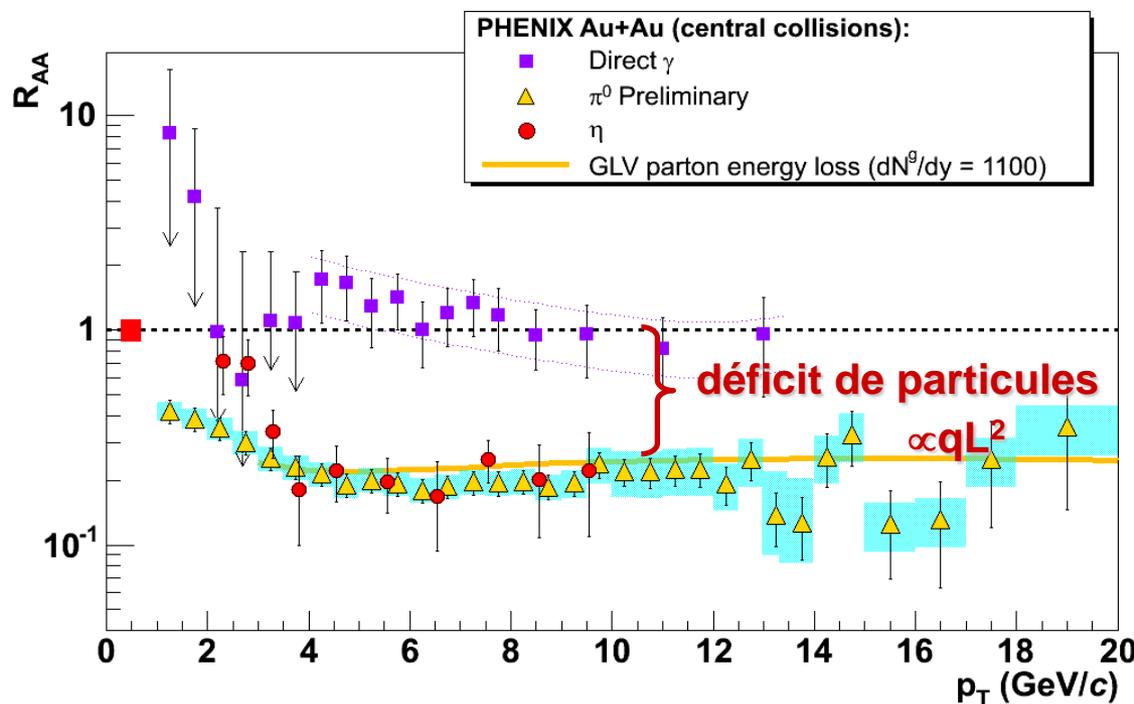
jet-quenching @ RHIC $\sqrt{s} = 200A$ GeV

R_{AA} : rapport entre la production en p-p et A-A (collisions centrales)

$R_{AA} = 1$ en l'absence d'effet nucléaire

→ Reproduit par pQCD + perte d'énergie des partons dans un milieu dense (compatible PQG)

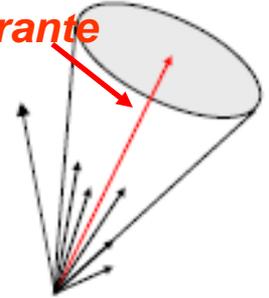
→ Déficit de particules sensible à la « longueur » de radiation L



Mesure de jets

Jet-quenching via la production de jets

Particule prépondérante



Mesurer l'énergie totale du jet E :

- Très difficile en mode ions lourds (bruit de fond important)
 - Cône de recherche autour de la particule prépondérante
 - Elimination du bruit de fond en définissant un p_T^{th}
- Mesurer E le plus précisément possible
 - Composants chargés et neutres du jet (\rightarrow calorimétrie)

Mesure directe:

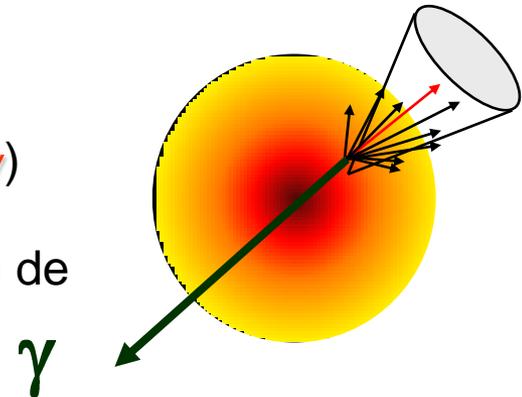
E = le jet survivant E' + rayonnement gluons ΔE

Si on manque ΔE , on mesure essentiellement un jet non modifié mais d'énergie moindre E'

Mesure indirecte:

- Trouver le jet via des particules qui n'interagissent pas (γ)
 - \rightarrow sonde γ -jet: $E_{\text{jet}} = E_{\gamma}$

Les modifications du milieu identifiées par la redistribution de l'énergie du jet parmi ses constituants (fonction de fragmentation)

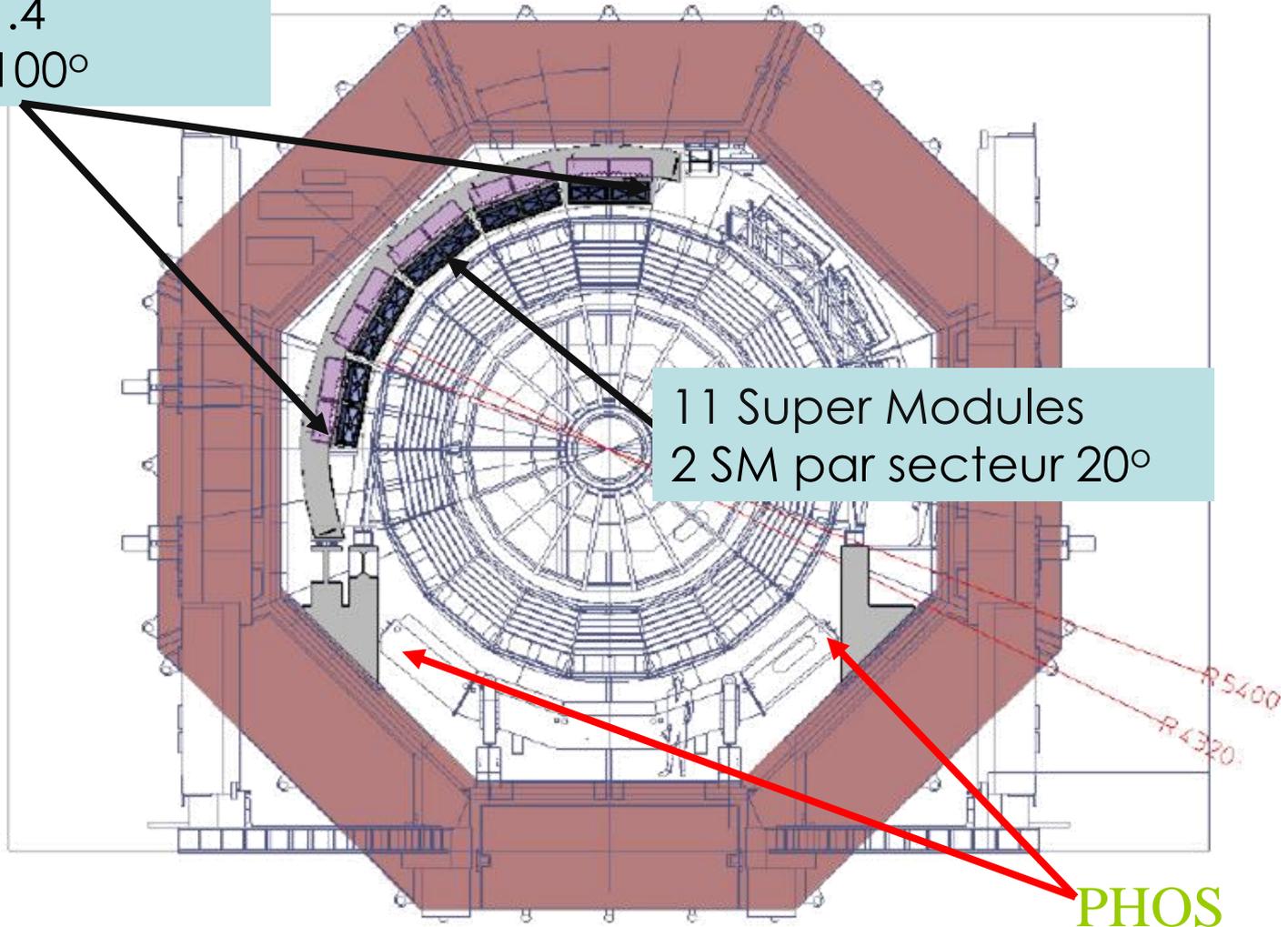


EMCAL

Acceptance

$$\Delta\eta = 1.4$$

$$\Delta\Phi = 100^\circ$$



situé à 4.28 m du point d'interaction

EMCal – Éléments

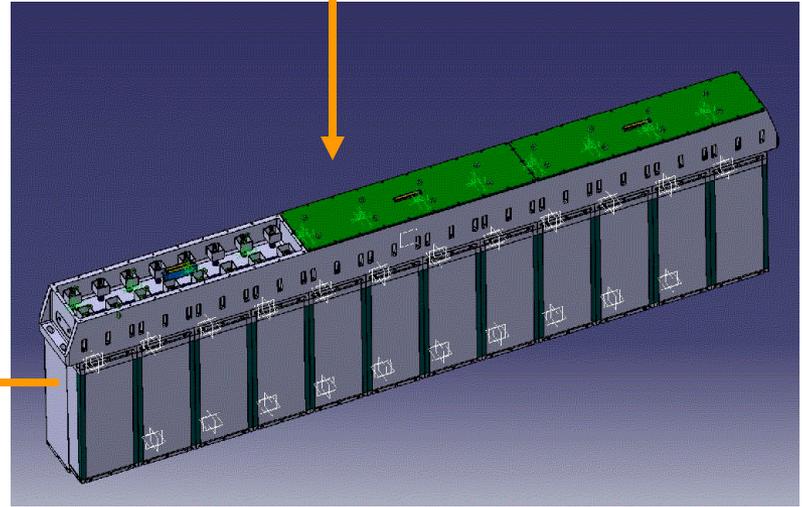
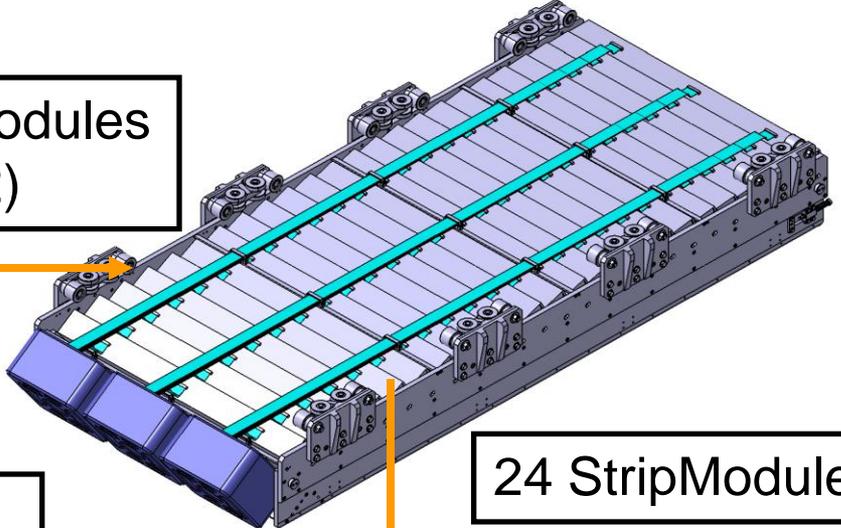
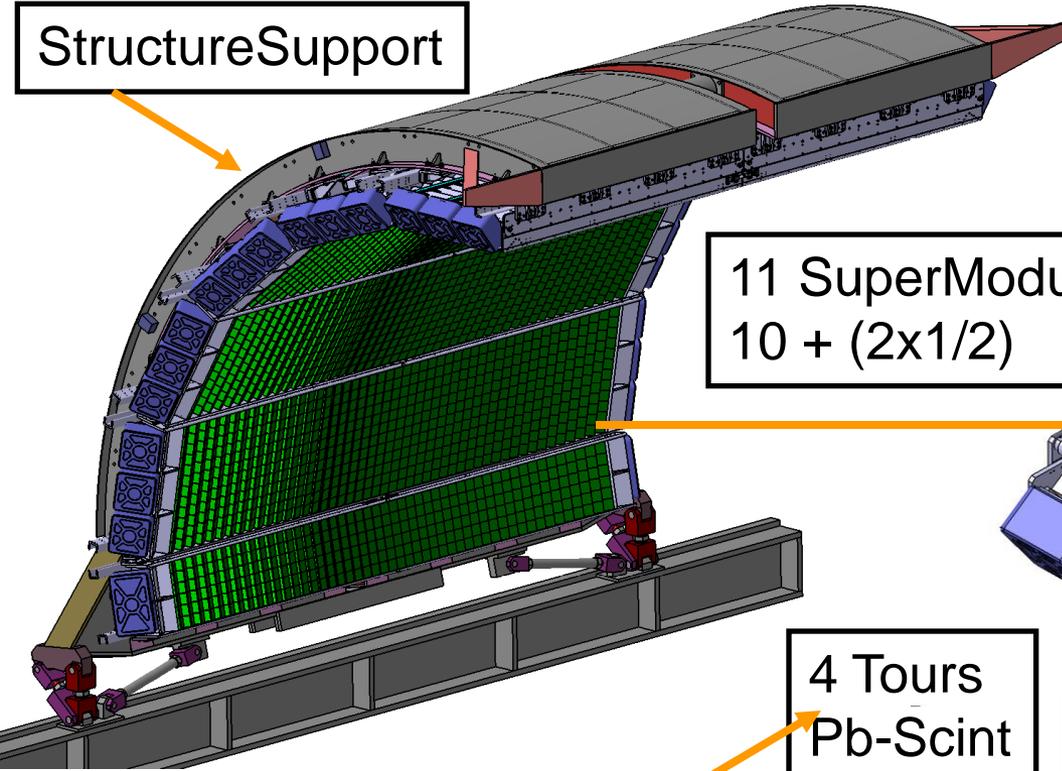
StructureSupport

11 SuperModules
10 + (2x1/2)

24 StripModules

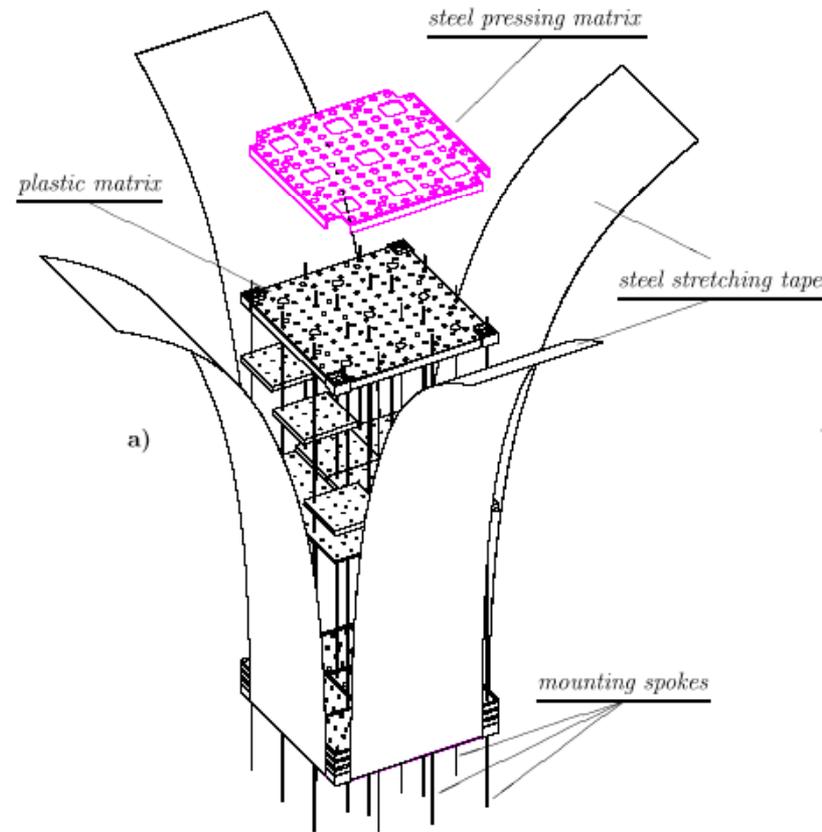
4 Tours
Pb-Scint

12 Modules



la tour EMCAL

- Calorimètre à échantillonnage
 - 1 tour = 77 couches successives de 1.76mm Sci / 1.44mm Pb
 - Transmission et conversion lumière par fibres optiques à WLS perpendiculaires aux Sci.
- Géométrie:
 - 60 x 60 mm²,
 - 20 X0
 - $\sigma_E/E \sim 15\%/\sqrt{E(\text{GeV})} + 2\%$



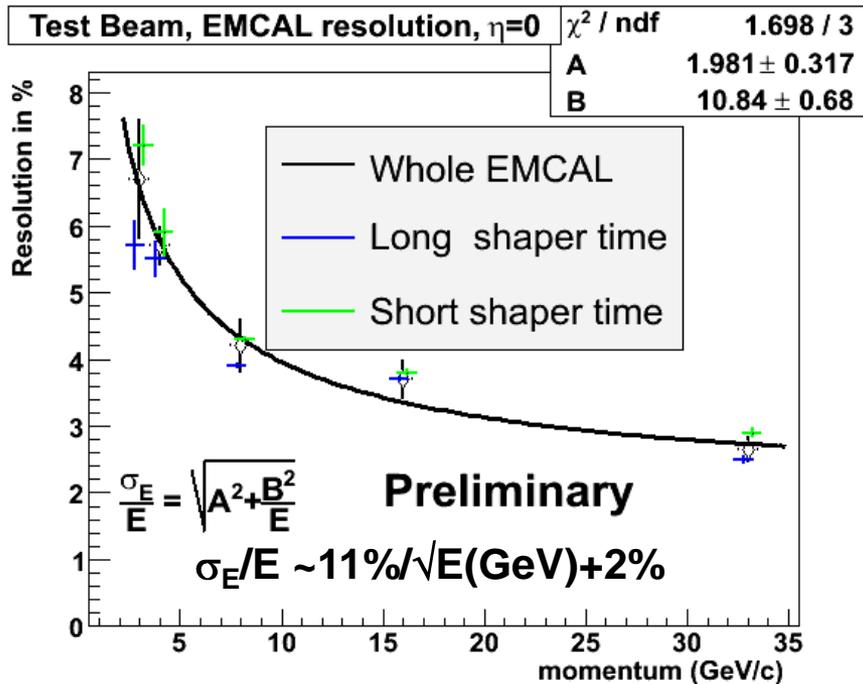
Calendrier EMCAL

- EMCAL est une collaboration [USA-EU \(France-Italie\)](#)
- [Tests sur faisceau](#) :
 - 2005 @ FNAL prototype de première génération
 - septembre-octobre 2007 @ CERN prototype final

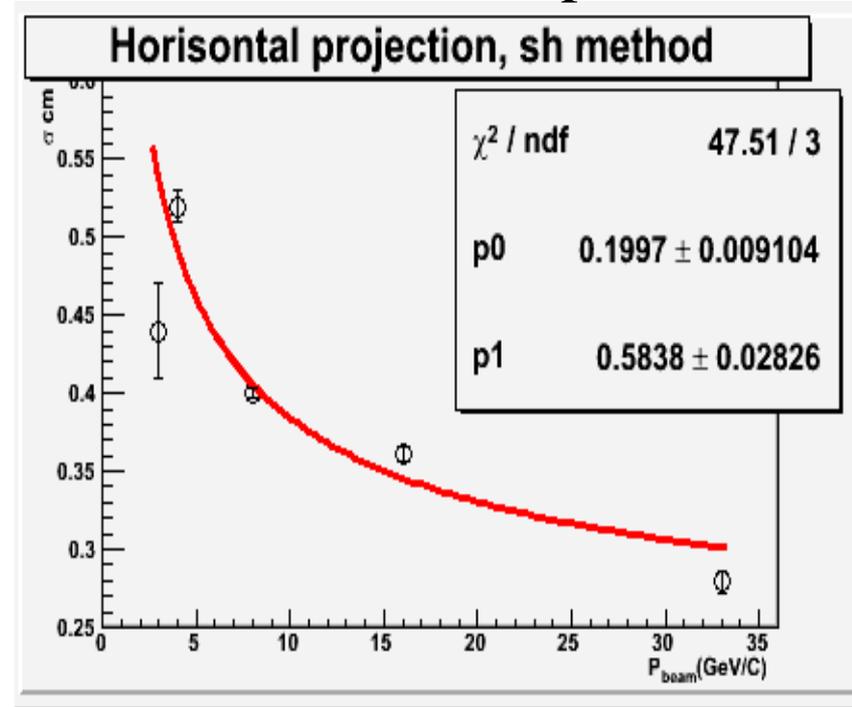
Test faisceau 2005

prototype de première génération : 1.6 mm scint/1.6 mm Pb

résolution en énergie



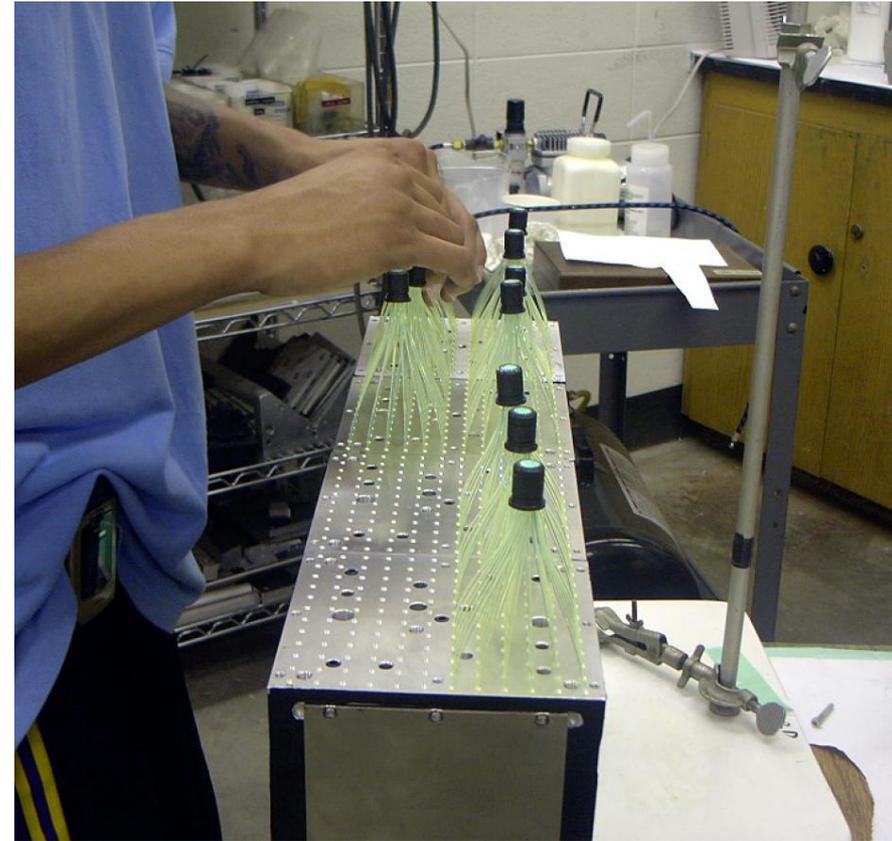
résolution en position



résolution requise pour les jets à grand p_t :

$$\sigma_E/E \sim 15\%/\sqrt{E(\text{GeV})} + 2\%$$

Test faisceau sept-oct. 2007



4x4 modules sont testés au CERN

Calendrier EMCAL

- EMCAL est une collaboration **USA-EU (France-Italie)**
- **Tests sur faisceau :**
 - 2005 @ FNAL prototype de première génération
 - septembre-octobre 2007 @ CERN prototype final
- Calendrier d'installation de **EMCAL dans ALICE :**
 - **CalFrame** dans L3 prévu pour **fin octobre 2007**

CalFrame

test d'insertion d'un
SuperModule dans le
CalFrame



Calendrier EMCAL

- EMCAL est une collaboration **USA-EU (France-Italie)**
- **Tests sur faisceau :**
 - 2005 @ FNAL prototype de première génération
 - septembre-octobre 2007 @ CERN prototype final
- Calendrier d'installation de **EMCAL dans ALICE :**
 - **CalFrame** dans L3 prévu pour **fin octobre 2007**
 - **run de 2008** (p-p@LHC) → **1 dizaine de modules** : commissioning du hardware, reconstruction du software online et offline
 - **run de 2009** (Pb-Pb@LHC) → **3 SM** : premier résultats physiques pour les γ , π^0 , e^+e^- à grand p_t
 - **run de 2010** (Pb-Pb haute luminosité@LHC) → **8 SM** : physique des jets
 - **run de 2011 : 11 SM**
- En attente de l'accord et des fonds du DOE (novembre 2007 → mis en route de la construction), IN2P3 (avis positif du CS), INFN (consultation cette semaine)

EMCAL et la physique des jets et des photons

EMCAL étend de façon significative les performances d'ALICE pour les mesures de jet-quenching et de photons en collision d'ions lourds:

1. **Déclenchement** sur les jets à grands p_T , $\gamma(\pi^0)$, électrons
2. **Meilleure reconstruction des jets** par la mesure de la fraction d'énergie EM du jet
3. **Bonne discrimination γ/π^0** pour augmenter les performances d'ALICE pour la détection de photons directs à grand p_T → analyse γ -jet
4. **Bonne discrimination e/h^\pm** → analyse de jet-quenching pour les quarks lourds

EMCal et la physique à grand p_T

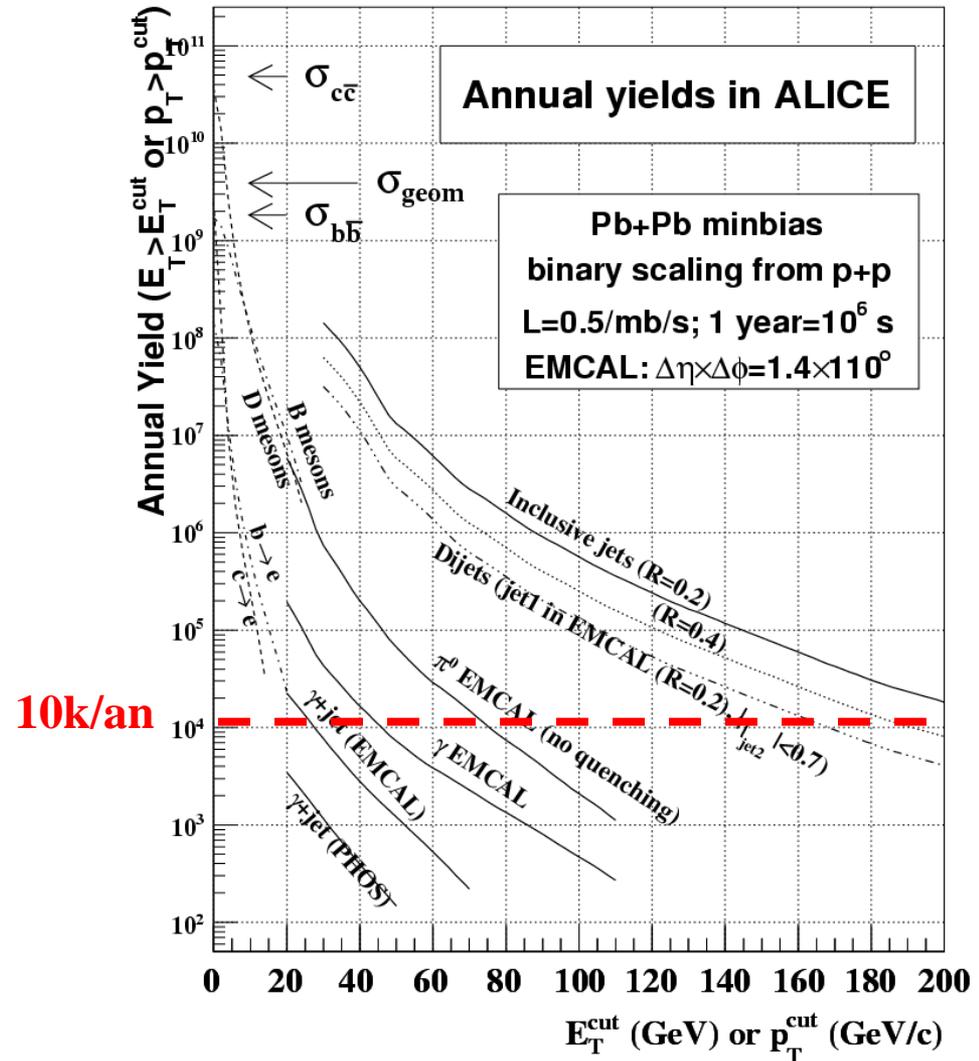
– Augmentation de l'acceptance (stat.)

– Extension à plus grand p_T (γ , π^0)

- jets inclusifs : $E_T \sim 200$ GeV
- dijets: $E_T \sim 170$ GeV
- π^0 : $p_T \sim 75$ GeV/c
- γ inclusifs: $p_T \sim 45$ GeV/c
- e inclusifs : $p_T \sim 30$ GeV/c
- γ + jet $p_T \sim 30$ GeV/c

– Mesures des corrélations

- γ (PHOS) + jet (CTS+EMCal)
- γ (EMCal) + part. prép. π^0/γ (PHOS)
- γ (EMCal) + jet (CTS)



Déclenchement des jets avec EMCAL

System	jet trigger?	N_{jets} (125 GeV)	N_{jets} (175 GeV)
Pb+Pb cent	y	1.1×10^4	1700
	n	2100	320
Pb+Pb periph	y	410	62
	n	8	1
p+Pb 8.8 TeV	y	2.7×10^4	4200
	n	250	40
p+p 14 TeV	y	6.9×10^5	1.0×10^4
	n	1200	190

- augmentation des taux d'enregistrement des jets par des facteurs de 10 à 60
- taux d'enregistrement limité par la DAQ et le TPC gating

→ Level 1 trigger (Level 0 en p+p) nécessaire

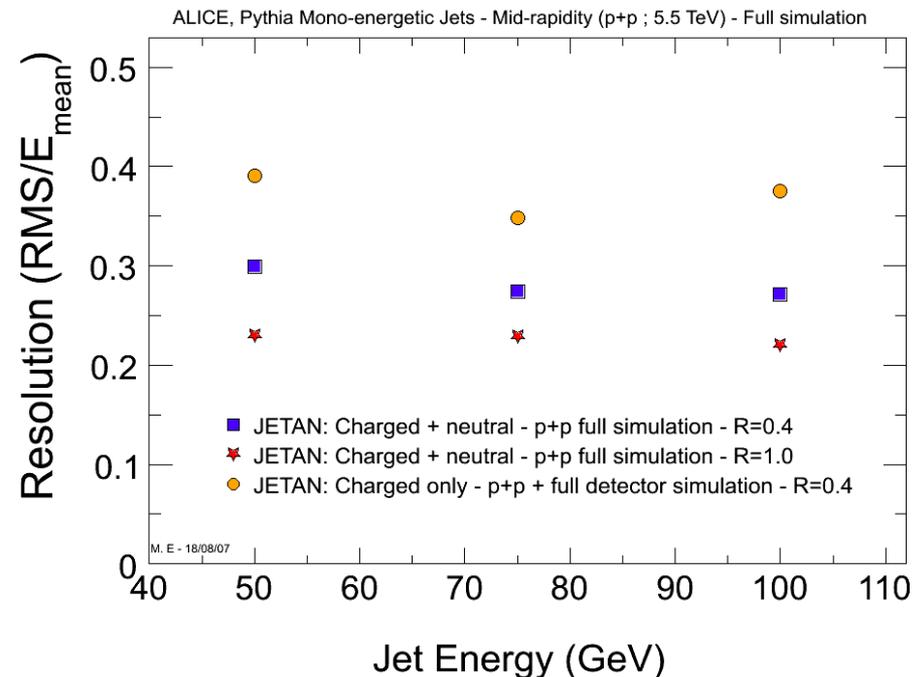
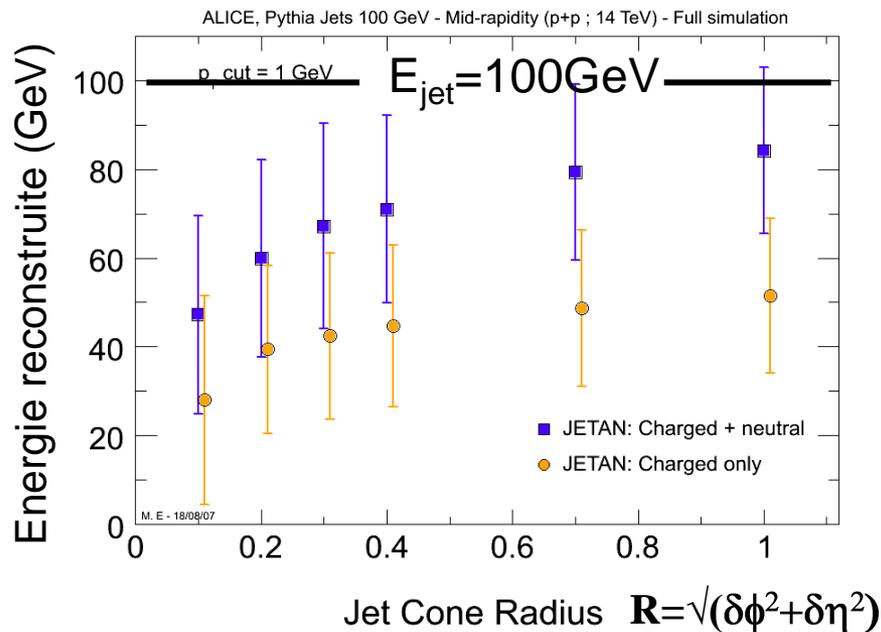
Reconstruction des jets

Chaîne de **simulation complète**

Jets simulés avec PYTHIA p-p @ 14 TeV

Reconstruction dans l'acceptance de l'EMCal

Magali Estienne



→ Meilleure reconstruction de l'énergie du jet

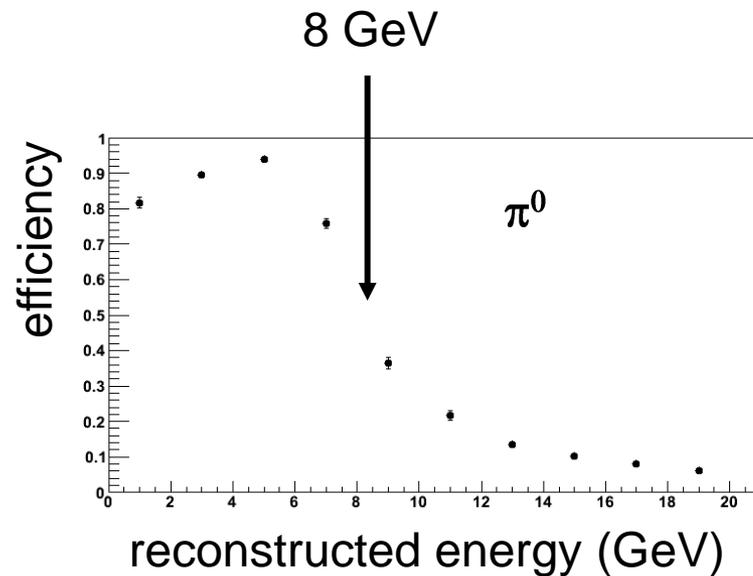
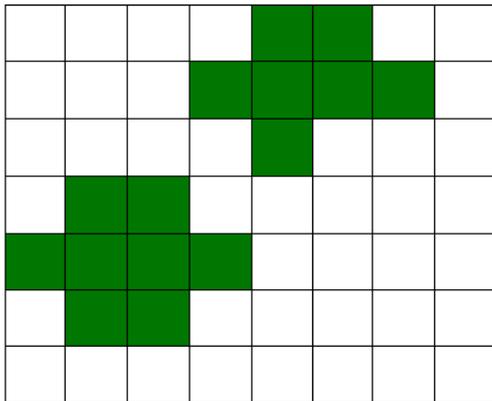
→ Meilleure résolution en énergie

PID: discrimination γ - π^0

trois régions d'analyse:

$p_T < \sim 8 \text{ GeV}$

clusters séparés
→ analyse de masse
invariante



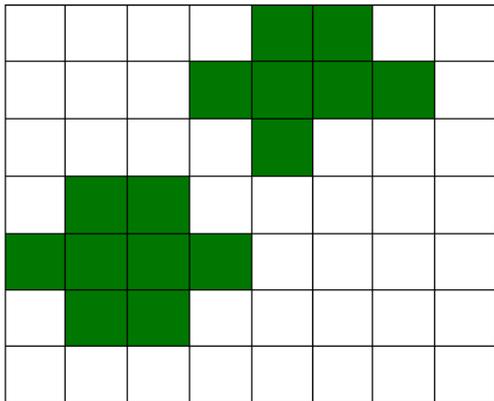
PID: discrimination γ - π^0

trois régions d'analyse:

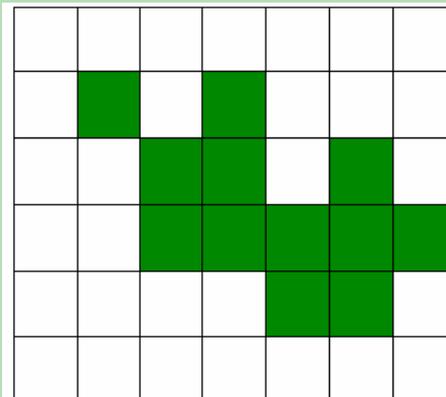
$p_T < \sim 8 \text{ GeV}/c$

$8 \sim < p_T < \sim 30 \text{ GeV}/c$

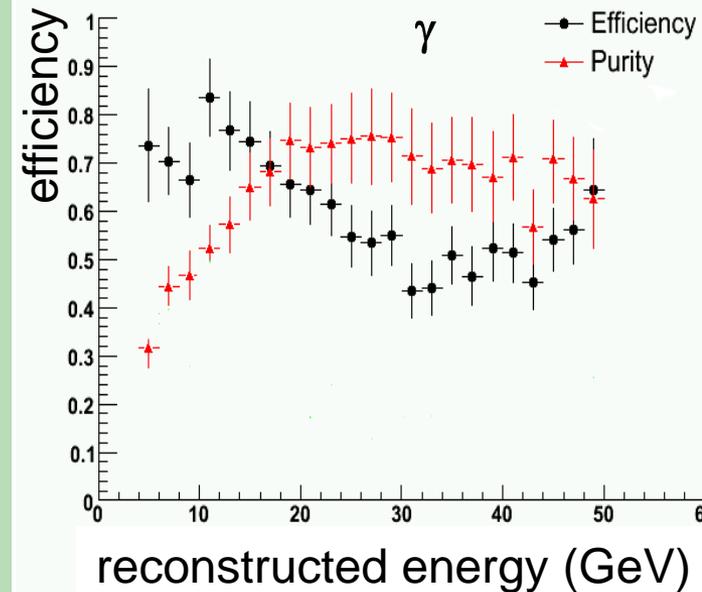
clusters séparés
→ analyse de masse invariante



merged clusters non sphériques
→ analyse de la forme de la gerbe



Guénole Bourdaud



PID: discrimination γ - π^0

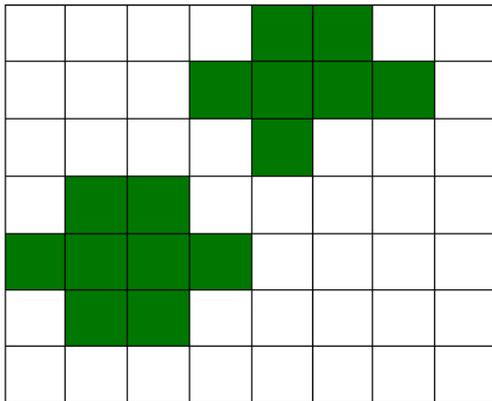
trois régions d'analyse:

$p_T < \sim 8 \text{ GeV}/c$

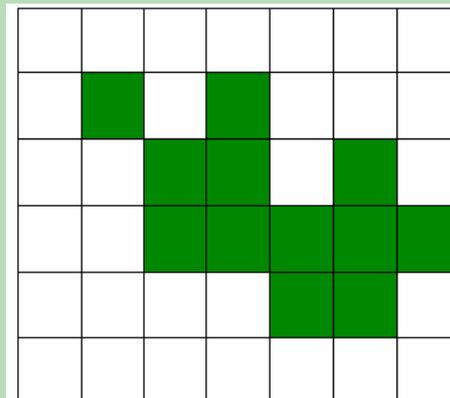
$8 \sim < p_T < \sim 30 \text{ GeV}/c$

$40 \text{ GeV}/c \sim < p_T$

clusters séparés
→ analyse de masse invariante



merged clusters
non sphériques
→ analyse de la forme de la gerbe



angle d'ouverture $\ll 1$
tour → méthode d'isolement dans un cône

Isolation cut analysis

collisions Pb-Pb

$R = 0.3, p_T^{\text{thres}} = 3 \text{ GeV}/c$

Efficacité 70 %

$S/B > 1$ pour $p_T > 40 \text{ GeV}/c$

G. Conesa & A. Casanova

Conclusion

ALICE+EMCAL pour la physique des jets et des photons à grand p_T

Physique des jets

Déclenchement efficace sur les jets

Energie totale du jet mesurée avec des biais réduits et une meilleure résolution

Physique des photons

Discrimination γ/π^0 jusqu'à $p_T < \sim 30$ GeV/c

A grand $p_T \rightarrow$ méthode d'isolement \rightarrow étude γ -jet possible