



# Le Projet ALICE au LPC



## Partie I

### Introduction

### ALICE au LHC

### Le spectromètre à muons

### Le projet du LPC sur le « trigger » du spectromètre à muons

- **Bilan technique**
- **Bilan du commissioning**

## Partie II

### Retour (rapide) sur expérience, de 1994 - 2008



# Le « challenge » d'ALICE



Etude systématique de la formation, des propriétés et de l'hadronisation d'un système de partons déconfinés produit dans les collisions d'ions lourds au LHC



**conditions init.**

- photons directs  
⇒ pQCD
- **saveurs lourdes**  
⇒ pQCD
- jets  
⇒ pQCD

**déconfinement**

- photons therm.  
⇒ température QGP
- **saveurs lourdes**  
⇒ propriétés QGP
- jet quenching  
⇒ densité QGP

**hadronisation**

- fluctuations EbyE  
⇒ **criticité**
- l.m. dilepton, DCC  
⇒ **symétrie chirale**
- exotica  
⇒ **condens. QGP**

**freeze-out**

- mult., part. yields, spectres, flow, HBT  
⇒ **conditions therm. & chimiques**
- ⇒ **evol. dynamique**
- ⇒ **infos indirectes sur l'état initial**



ALICE est conçu pour mesurer tous ces signaux (et leurs corrélations) dans une grande acceptance



# Canaux de Physique avec les $\mu\mu$



ALICE Phys. Perf. Rep., J. Phys. 32 (2006) 1295

## Quarkonia $\rho$ , $\omega$ , $\phi$ , $J/\psi$ , $\psi'$ , $\Upsilon(1S)$ , $\Upsilon(2S)$ , $\Upsilon(3S)$

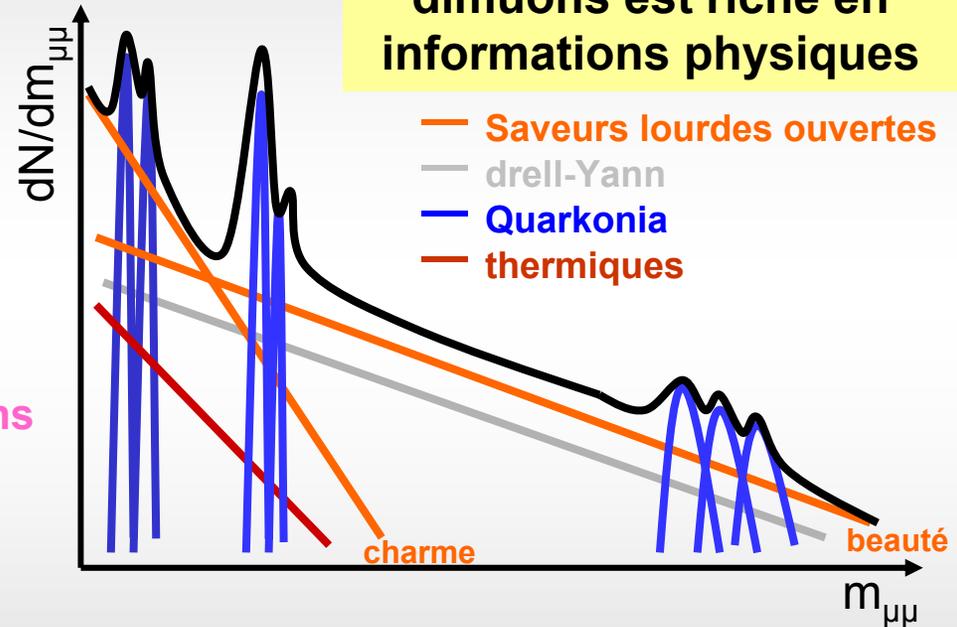
- ✓ vs. centralité
- ✓ vs.  $p_T$
- ✓ vs. plan de réaction
- ✓ vs. la taille du système en collision

## Saveurs lourdes ouvertes

- ✓ distributions en  $p_T$  des "single" muons
- ✓ unlike-sign dimuons
- ✓ like-sign dimuons
- ✓ electron-muon coincidences
- ✓ tri-muons (en p-p)

## Bosons electro-faibles (W et Z)

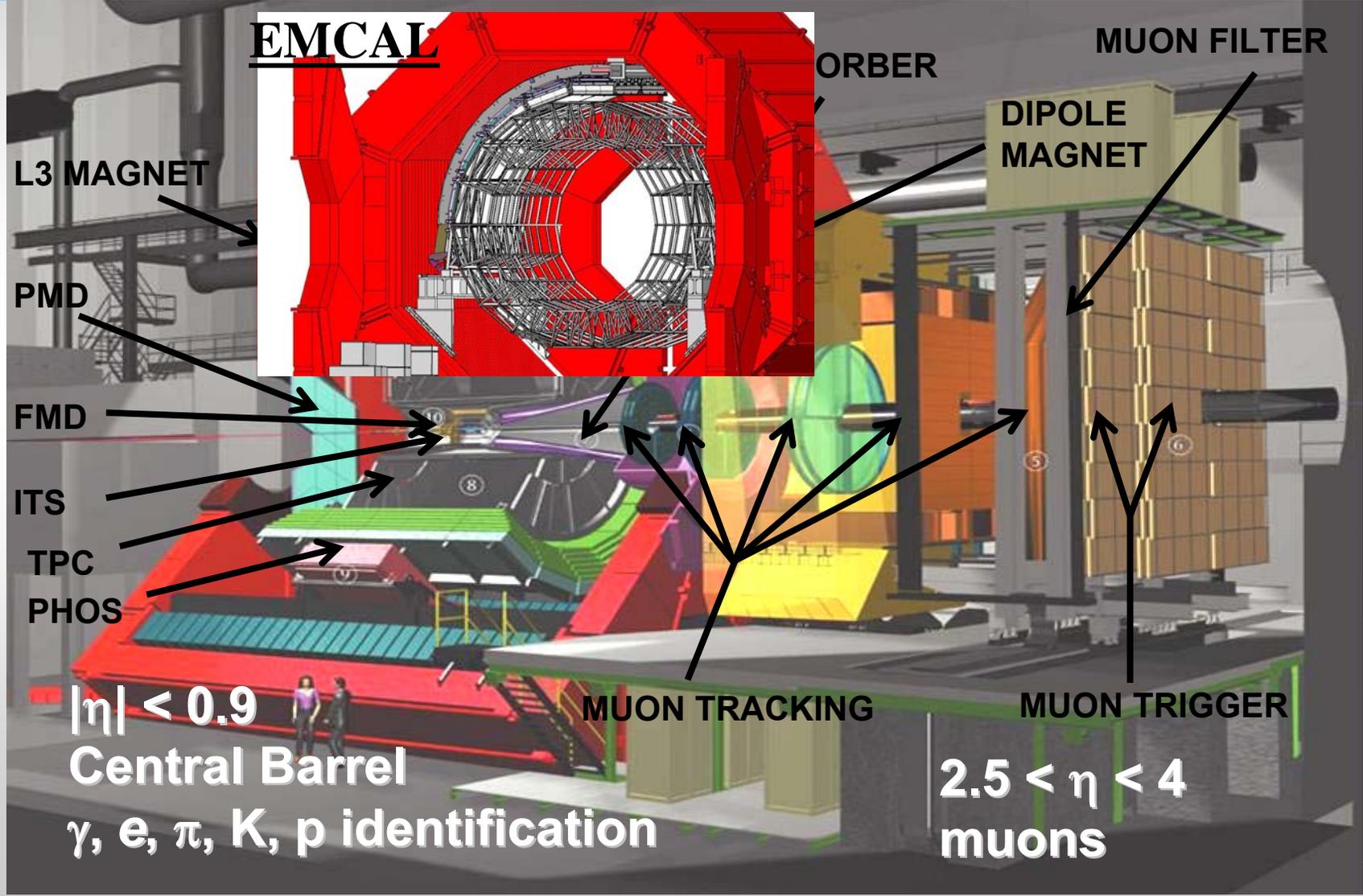
Le spectre en masse des dimuons est riche en informations physiques



	N( $q\bar{q}$ ) per central PbPb ( $b=0$ )		
	SPS	RHIC	LHC
charm	0.2	10	120
bottom	---	0.05	5



# L'ensemble de détection ALICE

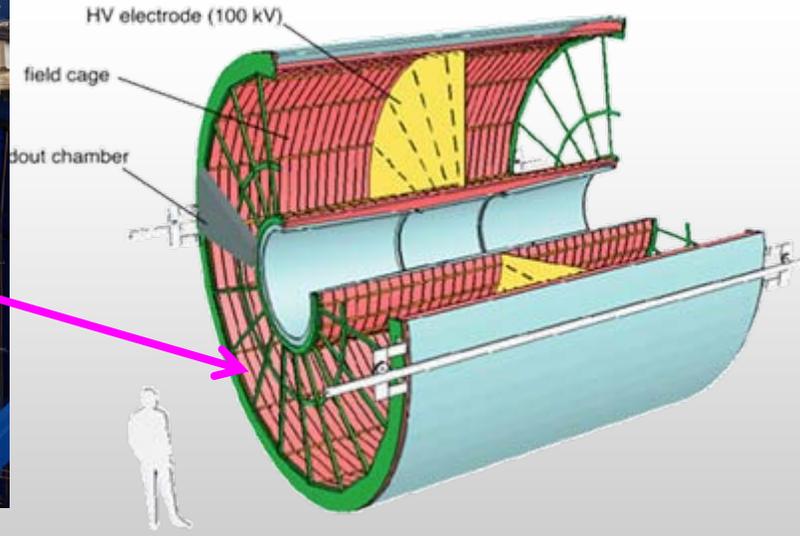
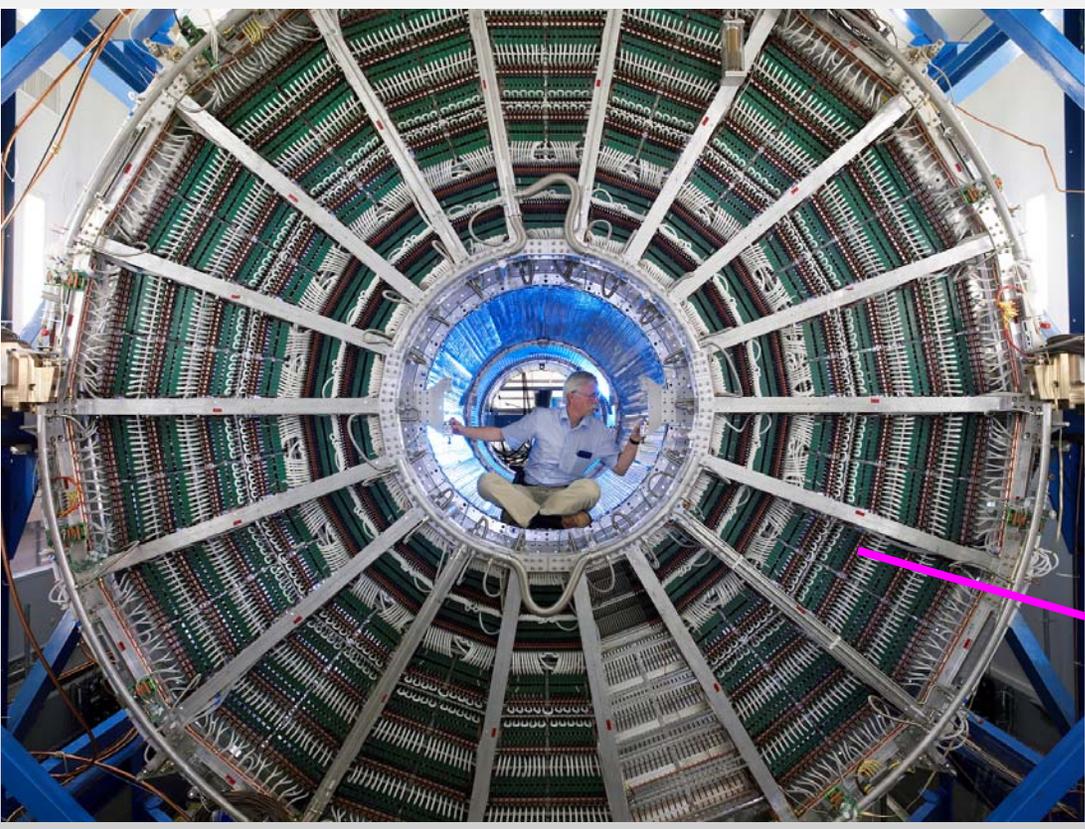




# TPC : un défi technologique

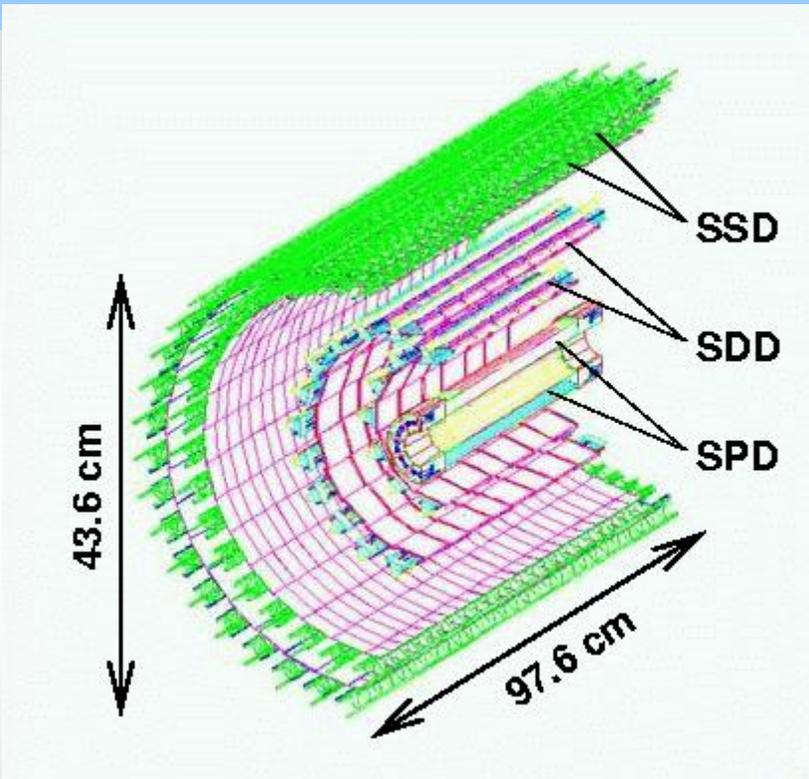


- la plus grande jamais construite
- volume = 88 m<sup>3</sup>
- longueur, diamètre = 510, 560 cm
- nombre de canaux = 570 k





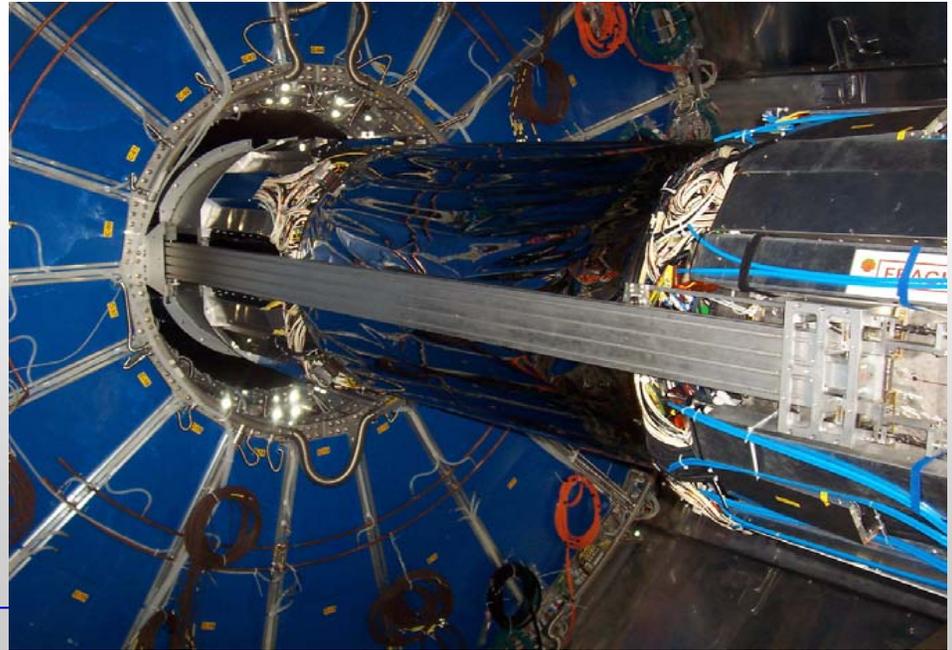
# ITS : un défi technologique



<i>type</i>	<i>surface</i>	<i># canaux</i>
<b>SSD (pixel)</b>	<b>0.2 m<sup>2</sup></b>	<b>9.8 M</b>
<b>SDD (drift)</b>	<b>1.3 m<sup>2</sup></b>	<b>1.33 k</b>
<b>SPD (strip)</b>	<b>4.9 m<sup>2</sup></b>	<b>2.6 M</b>



doit pouvoir mesurer de l'ordre de 90 particules/cm<sup>2</sup> par collision PbPb



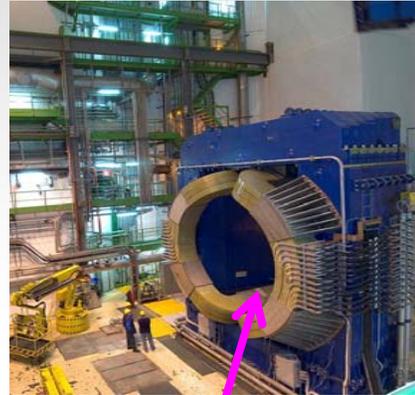


# Spectro $\mu$ on: un défi technologique



## dipôle

- le + grd du monde
- 0.7 T, 3 Tm, 4 MW
- 800 tonnes



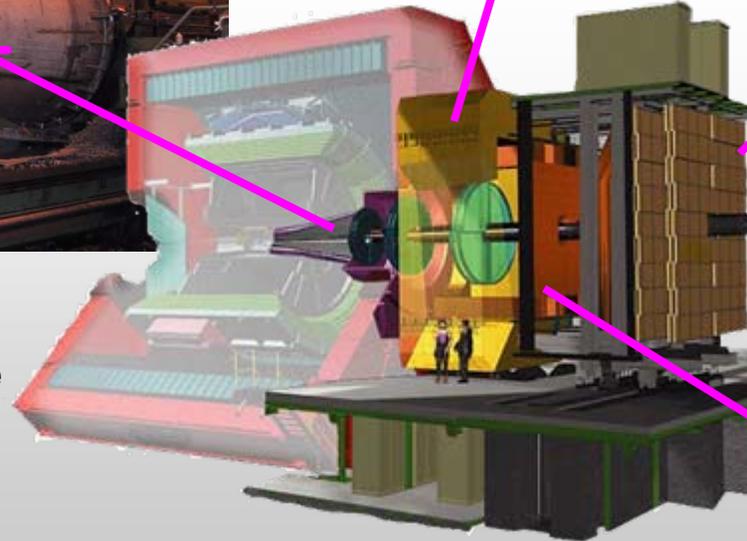
## Trigger

- 2 stations de RPC
- 20.000 voies



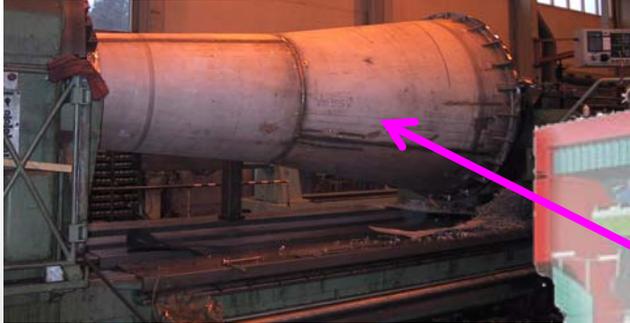
## Tracking

- 10 stations de CPC/CSC
- 1 Million de voies



## absorbeurs

- 7 tonnes de tungstène
- 11 tonnes d'acier
- 41 tonnes de plomb

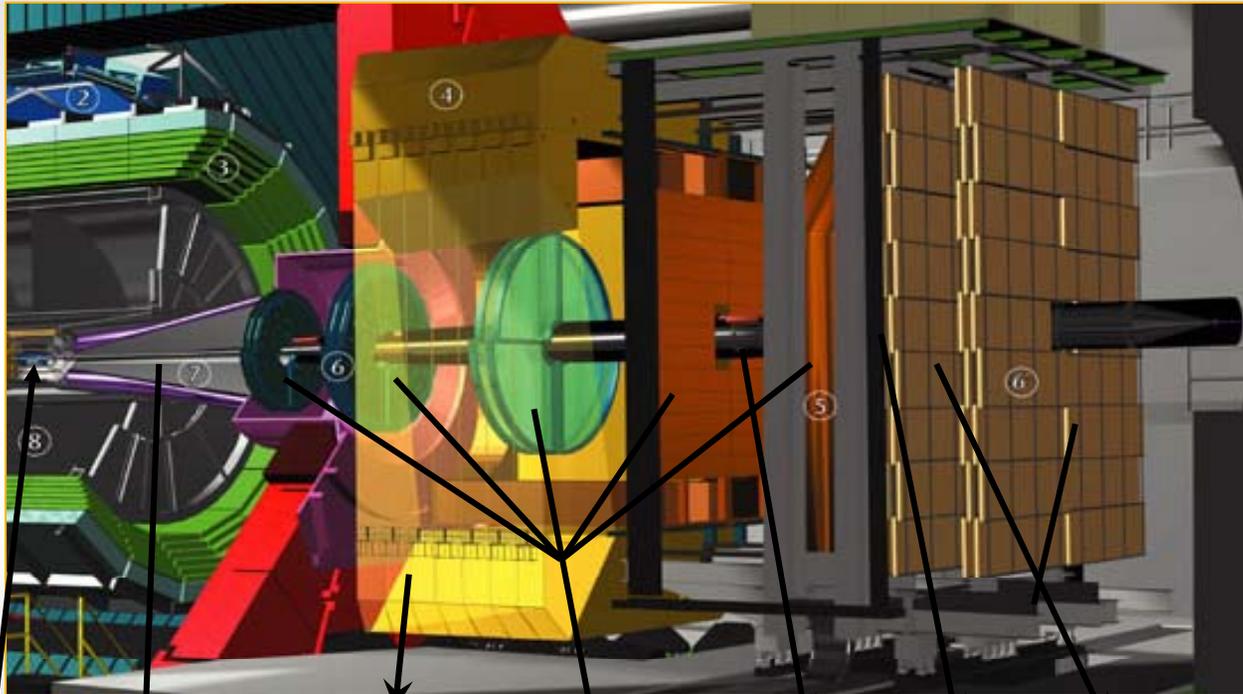




# Le spectromètre à $\mu$ ons



Arménie, CERN, France, Inde, Italie, Russie, Afrique du Sud



IP    Absorbeur frontal    Aimant dipolaire    tracking    Blindage faisceau    Mur de fer    Trigger

Couverture angulaire  
 $2^\circ < \theta < 9^\circ$  ( $2.5 < \eta < 4$ )

Longueur  $\sim 17$  m

Bruit de fond ( $\theta < 20^\circ$ )  
 $\sim 16000$  particules en  
CC Pb-Pb (HIJING)

## Performances :

- ✓ Tracking: resol. position  $< 100 \mu\text{m}$   $\Rightarrow$  resol. masse  $< 100$  MeV @ 10 GeV
- ✓ Trigger: resol. temporelle  $< 2$  ns - Taux de trigger  $< 1$  KHz – Temps de réponse  $< 800$  ns

# Le trigger du spectro à $\mu$ ons



France (Clermont-Fd, Nantes), Italie (Turin, Alessandria)

## Signaux de trigger

- ✓ **< 800 ns, chaque 25 ns**
- ✓ **Single  $\mu$ , US et LS  $\mu$**
- ✓ **2 seuils en  $p_T$**

2 stations, 8 demi-plans

72 détecteurs RPC ( $\sim 120 \text{ m}^2$ )

20992 voies de lecture + FE

Et ....

1576 câbles signaux (30 km)

Plusieurs milliers d'autres câbles

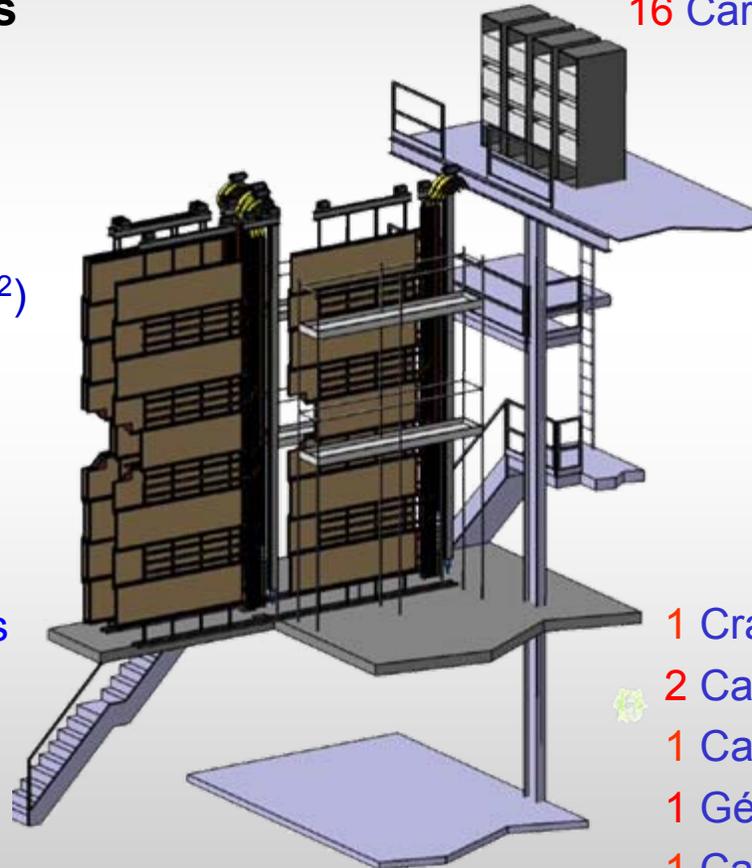
Services : LV, HV, Gas, T/P

Refroidissement

16 Crates VME 9U

242 Cartes de Trigger Local

16 Cartes de Trigger Régional



1 Crate GLOBAL

2 Cartes DARC de Readout

1 Carte Trigger Global

1 Générateur FET

1 Carte JTAG (configuration)

# Contributions du LPC



## PROJET TECHNIQUE

électronique de *front-end*  
basses tensions & *front-end test*  
électronique de *trigger local & global*  
mécanique & *câblage*

## OFFLINE

*trigger AliRoot*  
*display spectro.*  
calcul local  
calcul distribué

## COMMISSIONING/PRISE de DONNEES

*shifts détecteurs*  
*shifts généraux/offline*

## PHYSIQUE

mesure de l' $\Upsilon$   
mesure du b

## ONLINE

*monitoring*  
*Detector Control*  
*System*  
*run-control*

responsabilité complète  
responsabilité partielle



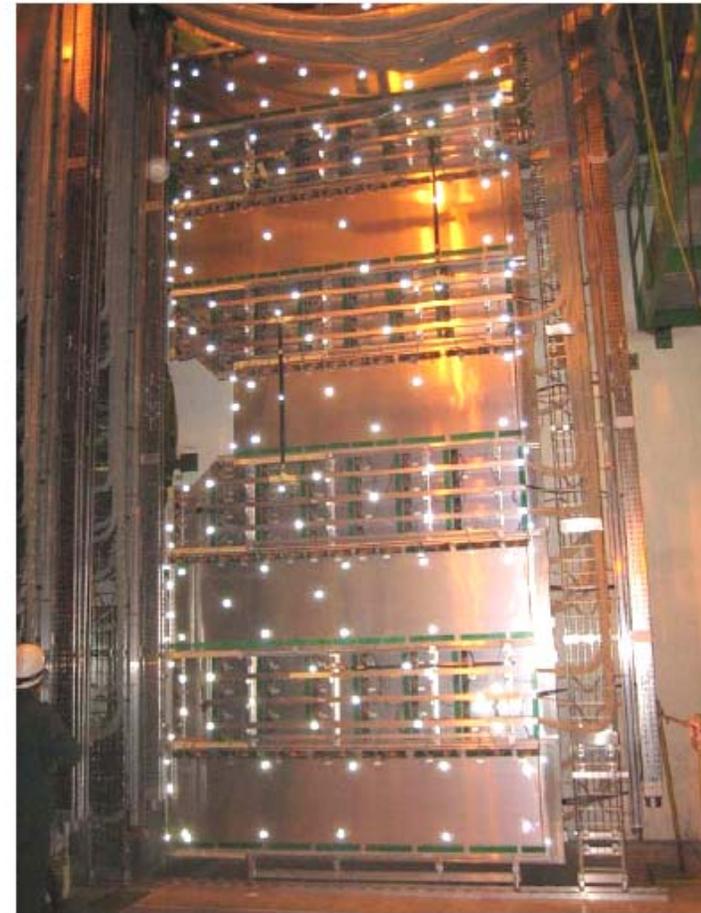
# Bilan technique actuel



**Tout l'ensemble est installé, testé et fonctionne...**

**Reste cependant à finaliser :**

- **Alignement du détecteur (+/- 1 mm)**
- **Readout : 1(/2) carte de readout, pb de readout en fréquence des cartes Régional, etc**
- **Mise en fonctionnement des seuils externes du FE (streamer => avalanche)**
- **+ diverses petites choses ...**



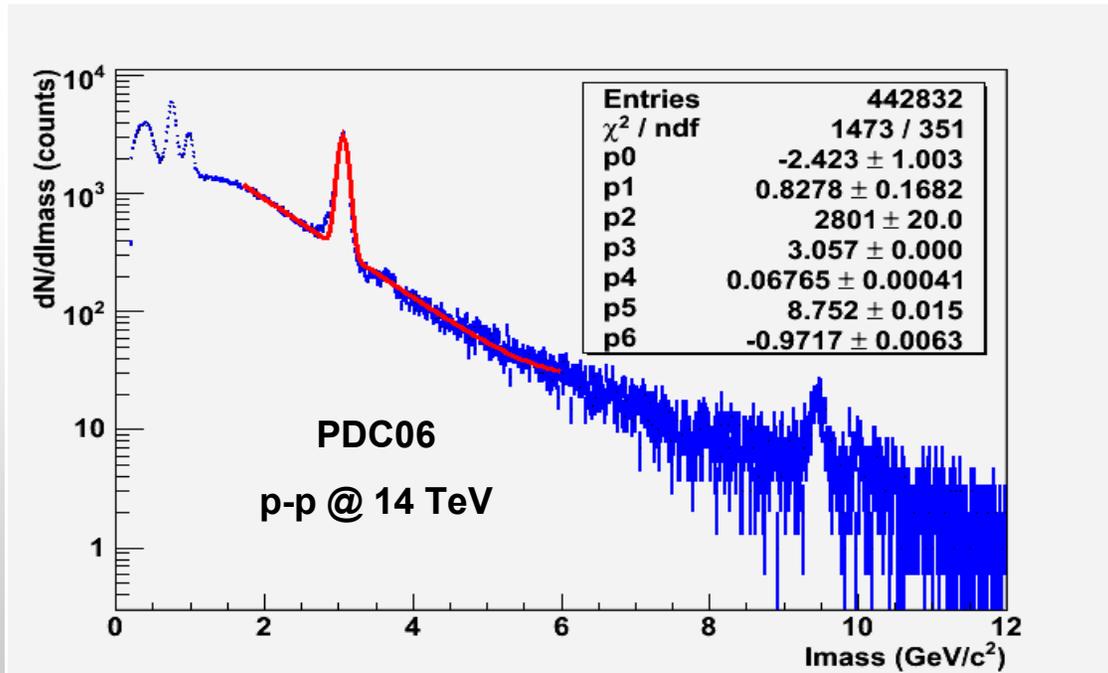


# Offline/online/physique



## Offline :

- Code trigger muon dans AliRoot
- Event display du spectromètre à muons
- Coordination de la production et analyse des événements p-p PDC06-07 sur GRID
- QA rawdata





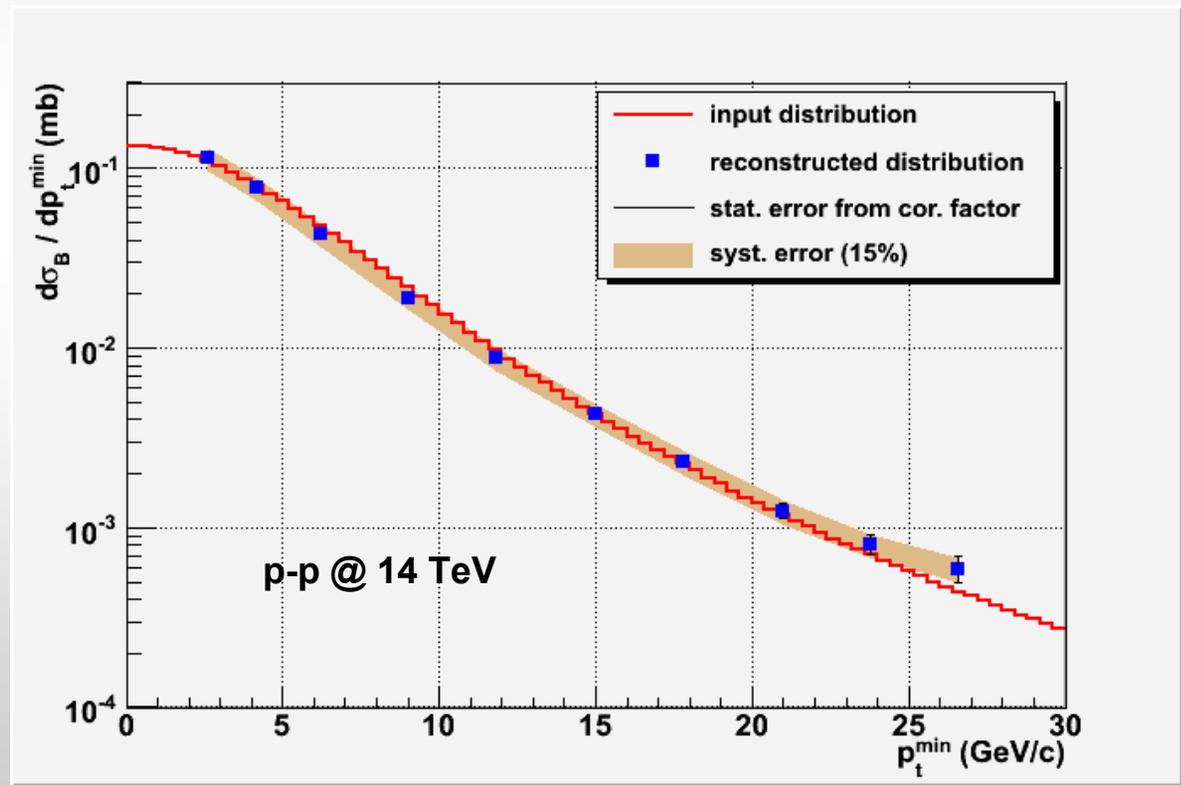


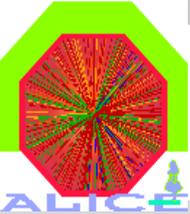
# Offline/online/physique



**Physique** : participation ALICE PWG3

- ❑ beauté ouverte dans le canal muonique
- ❑ Coordination de la Physique avec le spectromètre à muons



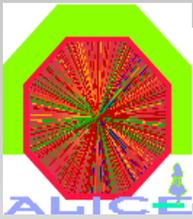


# 1ers résultats du « commissioning »



2 périodes de « commissioning » : Déc. 07 (2 semaines) et Fév-Mars 08 (4 semaines)

- **Intégration sous le contrôle de l'ECS dans la partition générale DCS, DaQ, Trigger**
- **Déclenchement sur des cosmiques (et acquisition) quasi-horizontaux**
  - ✓ 67/72 RPCs OK
  - ✓ Chaîne d'algorithme validée (notamment les 242 cartes Trigger Local)
  - ✓ Procédure de timing validée
  - ✓ ~10 trigger /minute (pour 2.4 milliards de décisions prises !!)
- **Validation de la chaîne de transfert des données sur la grille, analyse et reconstruction**
- **Ce qui reste à faire (points principaux)**
  - ✓ Readout de la seconde moitié du détecteur et quelques autres pbs de readout
  - ✓ Finaliser les softs online



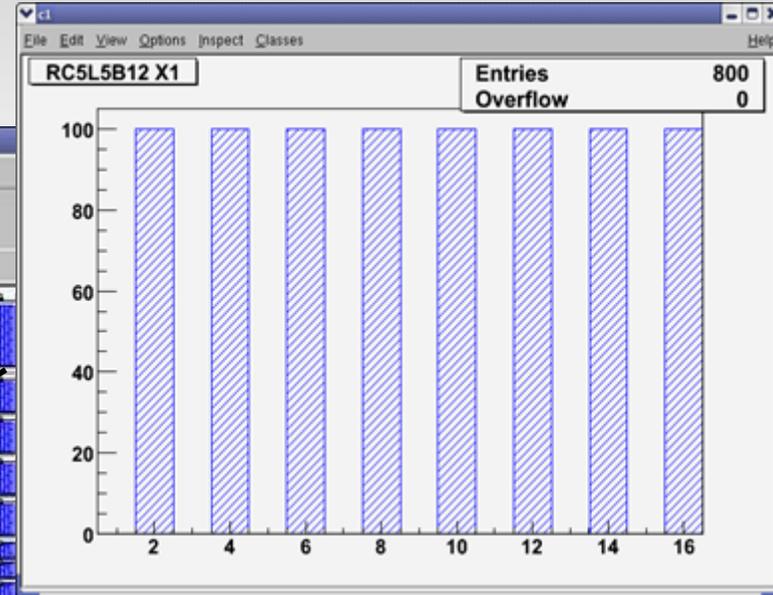
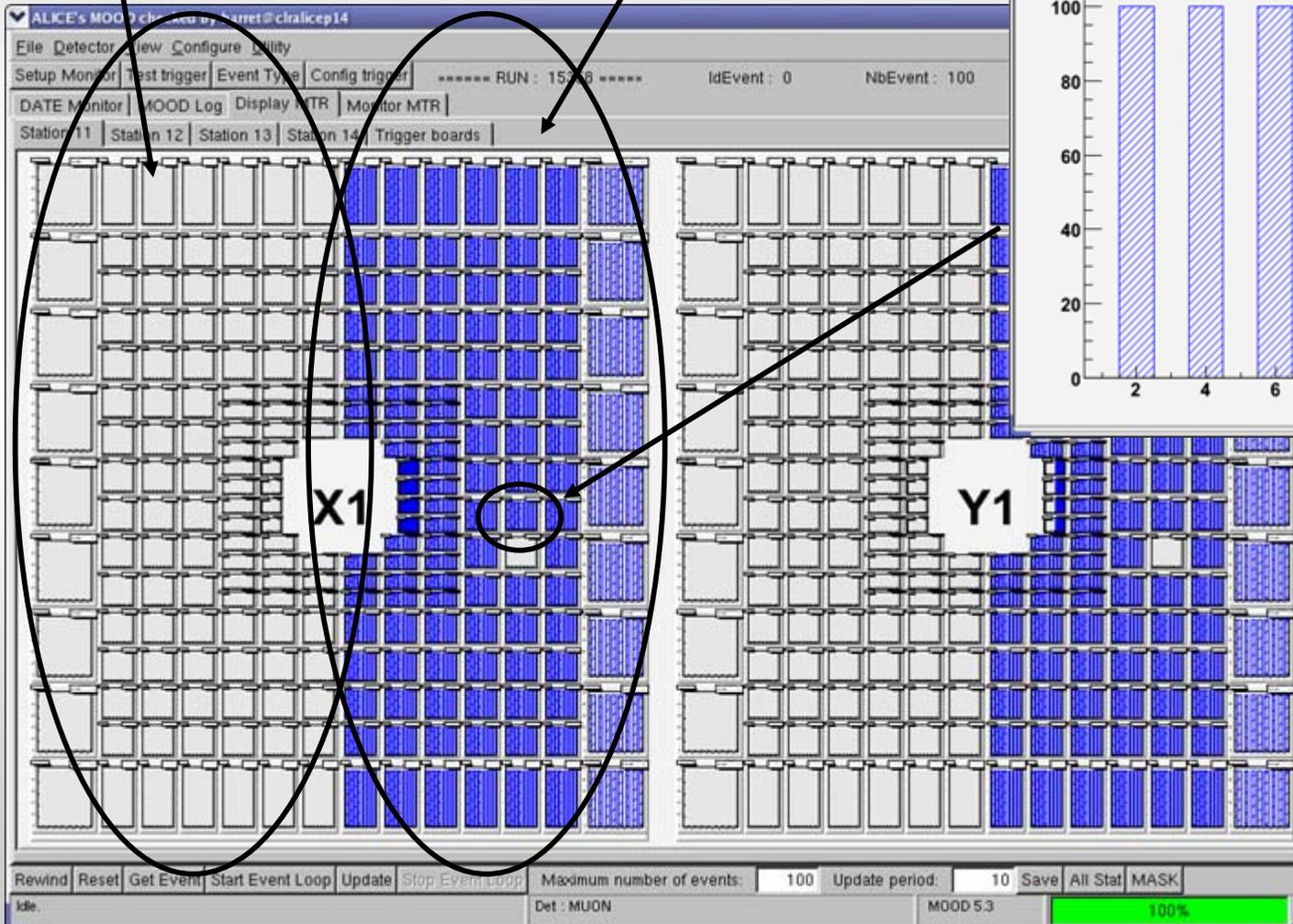
# 1ers résultats du « commissioning »



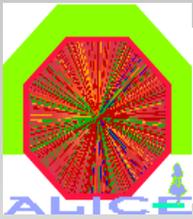
Décembre 2007 (2 semaines)

Côté non lu

« Bit-patterns » (10101...) forcés



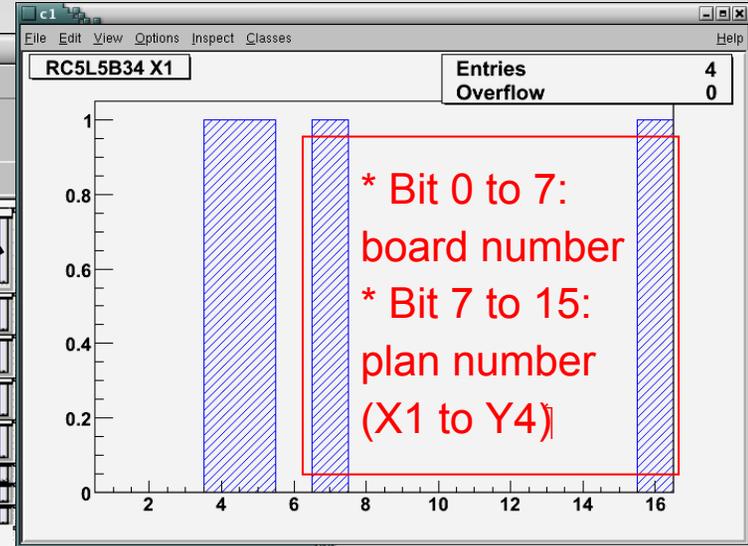
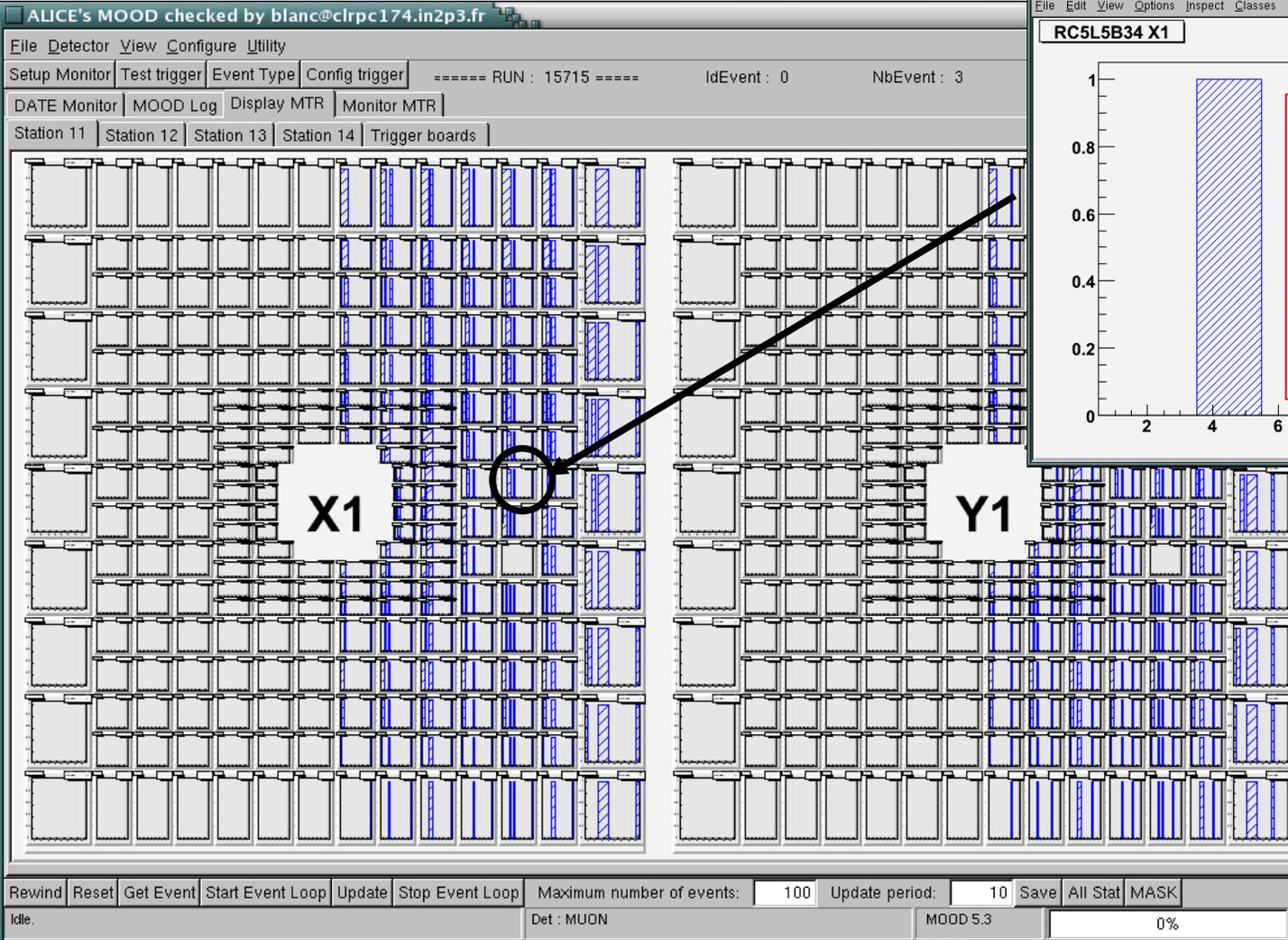
Vérification  
que chaque  
voie de  
chaque carte  
est lue  
correctement



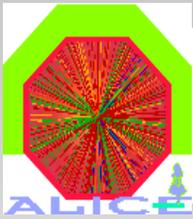
# 1ers résultats du « commissioning »



Décembre 2007 (2 semaines)



**Vérification que les voies sont lues dans le bon ordre (« mapping »)**

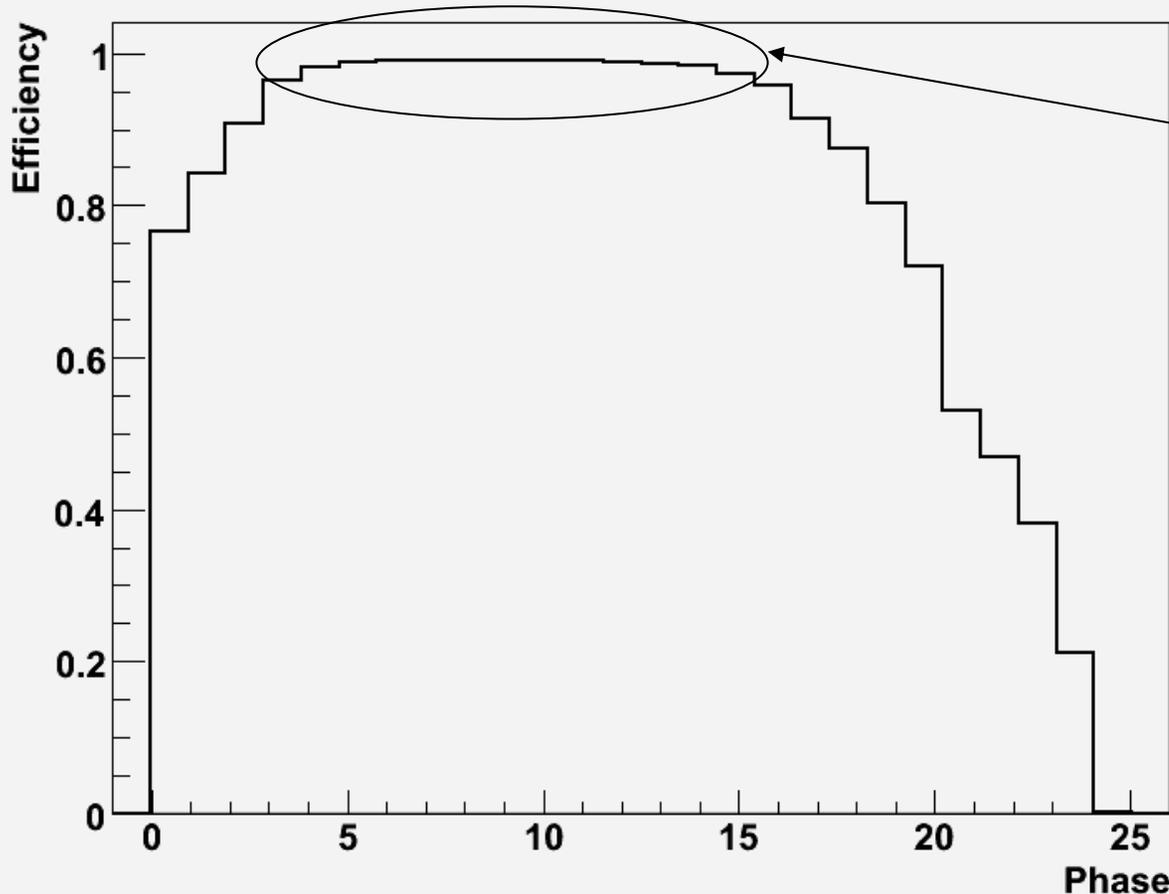


# 1ers résultats du « commissioning »



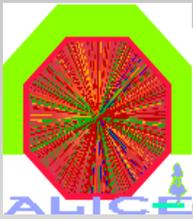
Décembre 2007 (2 semaines)

Efficacite all Crate



~10 ns plateau

**Vérification, avec le système FET, que les voies de FE fonctionnent et « arrivent en temps » à l'électronique de trigger**

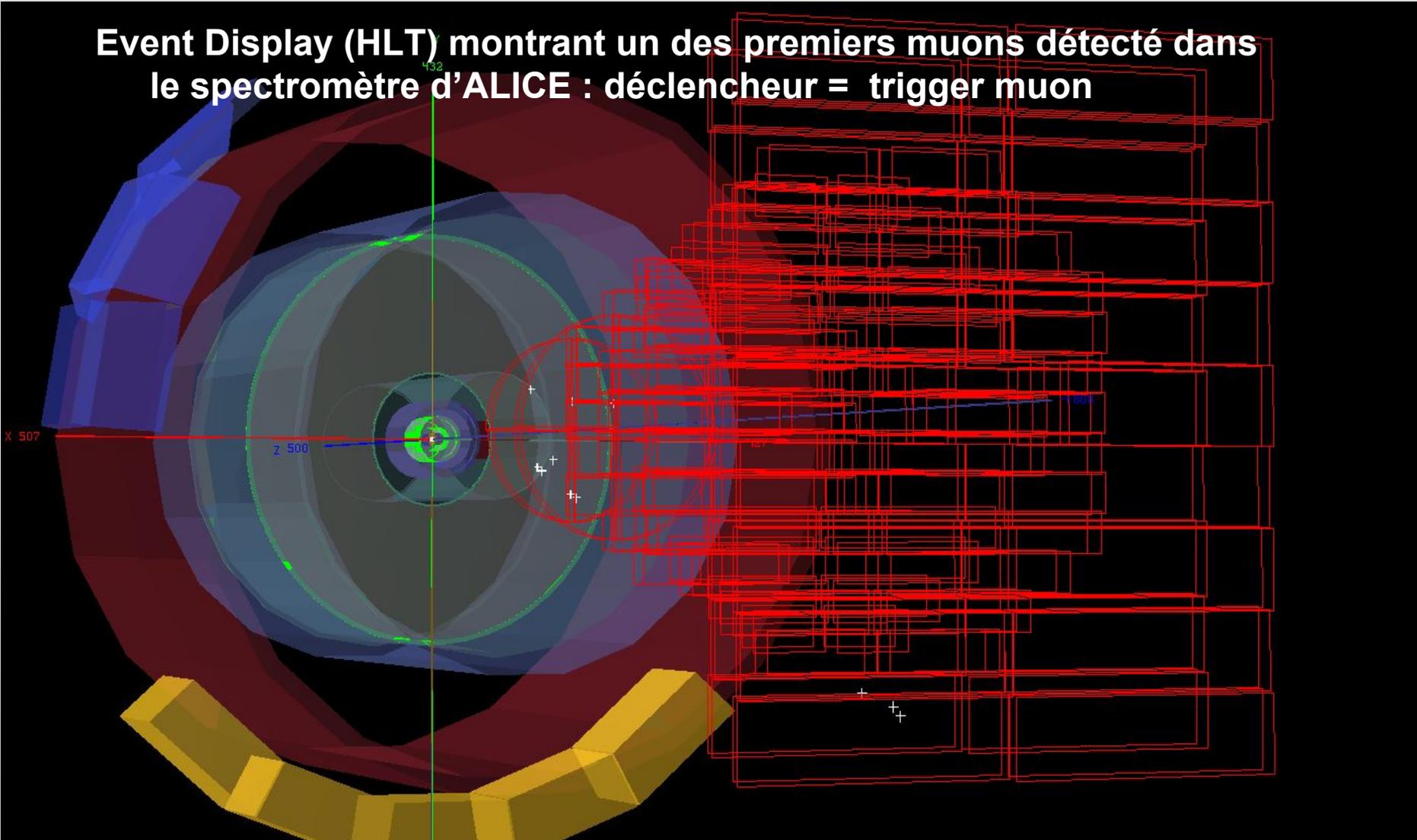


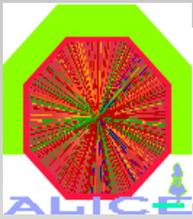
# 1ers résultats du « commissioning »



Février-Mars 2008 (4 semaines)

**Event Display (HLT) montrant un des premiers muons détecté dans le spectromètre d'ALICE : déclencheur = trigger muon**



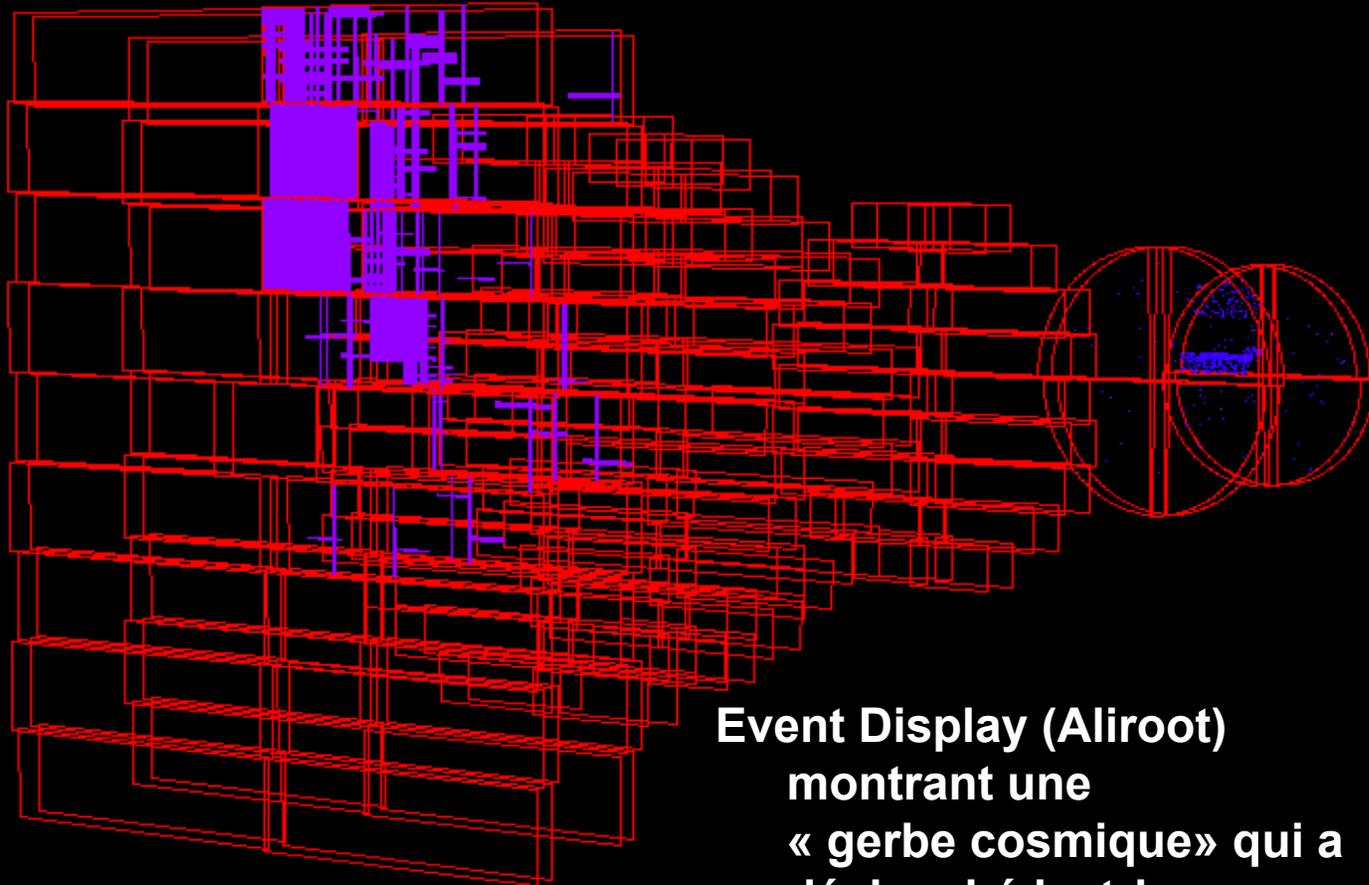


# 1ers résultats du « commissioning »

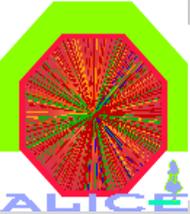


Février-Mars 2008 (4 semaines)

run 25758, event 158



**Event Display (Aliroot)**  
montrant une  
« gerbe cosmique » qui a  
déclenché le trigger muon



# Conclusion de cette partie



- Le trigger du spectromètre à muons est opérationnel**
- Encore quelques points à finaliser**
- Prochain commissioning en Mai et premiers faisceaux à l'été 2008**
- Recrutement d'un CDD-Physicien (3 ans) pour la coordination sur site des prises de données avec le trigger muon**



# Retour sur expérience



- ❑ **Genèse du Projet ALICE au LPC, jusqu'à la fin de l'installation et au commissioning (1994 – 2008)**
- ❑ **Durée (15 + 15 ans), très grand nombre de « composants », taille des collab. LHC (> 1000) => **nouveau pour le LPC****
- ❑ **Essentiellement ma vision personnelle de cette période au travers de ma participation**
- ❑ **Le but est d'analyser les points positifs et négatifs**
  - ✓ Certains points seront propres à ce projet
  - ✓ D'autres aspects seront plus généraux et pourront servir (je l'espère) aux futurs porteurs de projets du LPC



# La R&D - le MoU



## □ La R&D (1994 – 2002)

□ Une période riche et intéressante pour les STs et les Physiciens

□ Excellence du LPC (des labos IN2P3 en général) dans ce domaine

✓ **RPC : un détecteur « assez récent » dans un environnement nouveau**

✓ Tests des détecteurs, prototypes, maquettes, etc

✓ Conception en électronique et micro-électronique

⇒ les besoins ont contribué à l'installation du service de micro-électronique du LPC et au développement du service électronique

✓ CAO mécanique

□ Publis, simus, conférences, thèses, ...

## □ Avril 2000 : signature du MoU (Memorandum of Understanding)

□ Engagement labo/projet/enveloppe financière

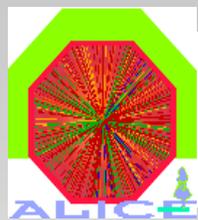
□ Attention : c'est un engagement très fort, difficile à faire évoluer, très incomplet, pris bien avant que toute la R&D et les études techniques soit terminées !!!



# La R&D - le MoU



Breakdown.structure			Cost detail					Cost	Responsibility
No.	PBS	WBS	Unit	No. of	Spare	Loss	Unit pr.	(kCHF)	Institute
		JdG - dd.02.yy	type	Units	(%)	(%)	(CHF)	Total	
no.	pbs	wbs	unit	units	spare	loss	unit pr.	cost	inst.
4,2	Muon Trigger								
4.2.1	Trigger Chambers								
4.2.1.1	RPC	procurement	pc	72,0			1 416,67	102,0	Alessandria/Turin
4.2.1.2	Readout planes	procurement	pc	1,0			12 000,00	12,0	Alessandria/Turin
4.2.1.3	Bakelite slats	procurement	pc	144,0			208,33	30,0	Alessandria/Turin
4.2.1.4	Connection strips - FEE	procurement	pc	41 984,0			1,43	60,0	Clermont-Ferrand
4.2.1.5	Mechanical structures	procurement	pc	1,0			95 000,00	95,0	Alessandria/Turin
4.2.1.6	Alignment	procurement	pc	1,0			22 000,00	22,0	Alessandria/Turin
4.2.1.7	Monitoring (PM+cables)	procurement	pc	1,0			60 000,00	60,0	Alessandria/Turin
4.2.1	Trigger Chambers							381,0	
4.2.2	Electronics								
4.2.2.1	Readout cards (8 ch.card)	procurement	pc	2 624,0	9,6		42,80	123,1	Clermont-Ferrand
4.2.2.2	Monitoring - test	procurement	pc	1,0			40 000,00	40,0	Clermont-Ferrand
4.2.2.3	Slow control HV	procurement	pc	1,0			10 000,00	10,0	Turin
4.2.2.4	Slow control gas	procurement	pc	1,0			20 000,00	20,0	Turin
4.2.2.5	Slow control LV	procurement	pc	1,0			10 000,00	10,0	Clermont-Ferrand
4.2.2.6	Slow control Crates	procurement	pc	1,0			10 000,00	10,0	Nantes
4.2.2	Electronics							213,1	
4.2.3	Trigger Electronics								
4.2.3.1	Pt calculation, pipe line DAQ	procurement	pc	260,0			270,00	70,2	Nantes
4.2.3.2	Local lv0 cards	procurement	pc	260,0			730,00	189,8	Clermont-Ferrand
4.2.3.3	Global lv0	procurement	pc	1,0			11 000,00	11,0	Clermont-Ferrand
4.2.3.5	DAQ card	procurement	pc	1,0			10 000,00	10,0	Nantes
4.2.3.6	Crate control cards	procurement	pc	15,0			1 533,00	23,0	Nantes
4.2.3.7	Crates	procurement	pc	1,0			150 000,00	150,0	Nantes/Clr/Turin
4.2.3	Trigger Electronics							454,0	
4.2.4	Services								
4.2.4.1	Gas system	procurement	pc	1,0			170 000,00	170,0	Alessandria/Turin
4.2.4.2	Cooling	procurement	pc	1,0			25 000,00	25,0	Alessandria/Turin
4.2.4.3	Power supplies HV (w. cables)	procurement	pc	72,0			2 083,33	150,0	Alessandria/Turin
4.2.4.4	Power supplies LV	procurement	pc	1,0			60 000,00	60,0	Clermont-Ferrand
4.2.4.5	Cables readout -> lev. 0	procurement	pc	1,0			88 000,00	88,0	Clermont-Ferrand
4.2.4	Services							493,0	
4.2.5	Tools								
4.2.5.1	Tooling	procurement	pc	1,0			55 000,00	55,0	Alessandria/Turin
4.2.5	Tools							55,0	
4.2.6	Data Transfer Trigger								
4.2.6.1	Local WS	procurement	pc	1,0			15 000,00	15,0	Nantes
4.2.6.2	Local monitoring	procurement	pc	1,0			15 000,00	15,0	Nantes
4.2.6	Data Transfer Trigger							30,0	
4,2	Muon Trigger							1 626,1	



# La phase de production



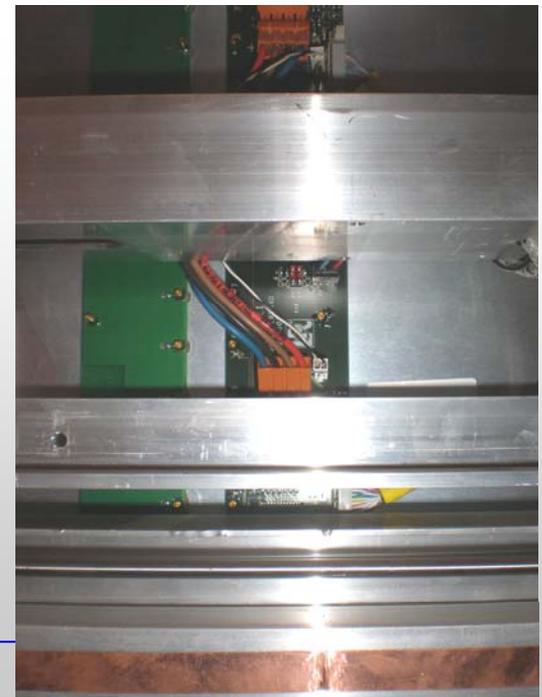
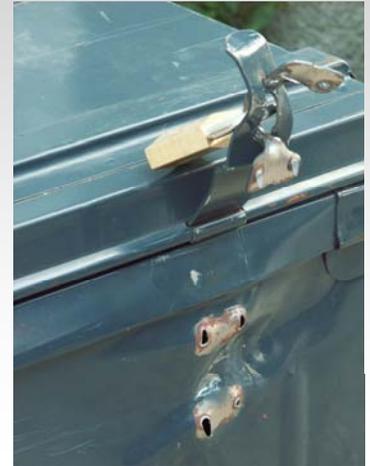
- ❑ La production et le suivi/test de production (2002 – 2006)
  - ❑ **Pas une tradition du LPC**: il a fallu s'adapter ...
  - ❑ Développement de bancs de test, intéressant pour les STs
  - ❑ De Physicien(s) à –presque- dirigeant de PME
    - ❑ Recrutement de personnel temporaire
    - ❑ Paperasse diverse, gestion de budget, prévisionnel, ...
    - ❑ Plannings, compte rendu d'avancement, revues de production, ...
    - ❑ Grand nombre de « composants » à gérer (rigueur, dBs, ...)
    - ❑ Cahiers des charges
      - ✓ Pas respectés par les entreprises, en général !!
      - ✓ un exemple de solution => prévoir 30-40% de cartes non-fonctionnelles et non-réparables pour une production de cartes électroniques complexes
    - ❑ Espace de travail et de stockage
    - ❑ Beaucoup de temps à passer sur la **coordination**



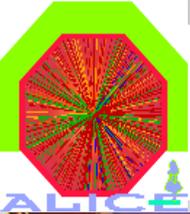
# La phase d'installation



- ❑ L'installation (mi 2006 – fin 2007)
  - ❑ Tradition du LPC mais pas sur une telle durée
  - ❑ Absence de personnel sur site du CERN
    - ❑ « gymnastique » pour établir les plannings, missions, déplacements, hébergement, ...
    - ❑ Locaux, matériel sur site, vols, ...
    - ❑ Beaucoup de temps pour la **coordination**
  - ❑ Conséquence
    - ❑ Durée d'installation 2-3 fois plus longue
    - ❑ Manque de suivi => **risque**
  - ❑ Nombreux problèmes de **coordination**  
**« aux interfaces »**
    - ❑ Interface entre 2 groupes différents
    - ❑ Interface entre 2 activités
    - ❑ Jamais assez bien défini: qui fait quoi ?
    - ❑ Ce que j'ai fait marche; moi aussi; ....  
mais l'un avec l'autre ne marchent pas !!



# Le début de l'installation (> 03/2006)



Pas mal !

Y'a à faire !

C'est solide ?



C'est vide !

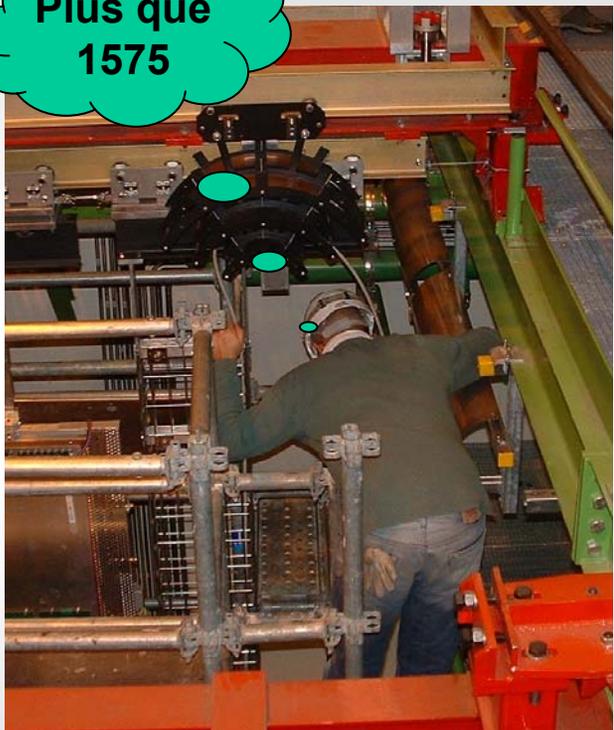




# Un peu plus tard en 2006



Plus que  
1575

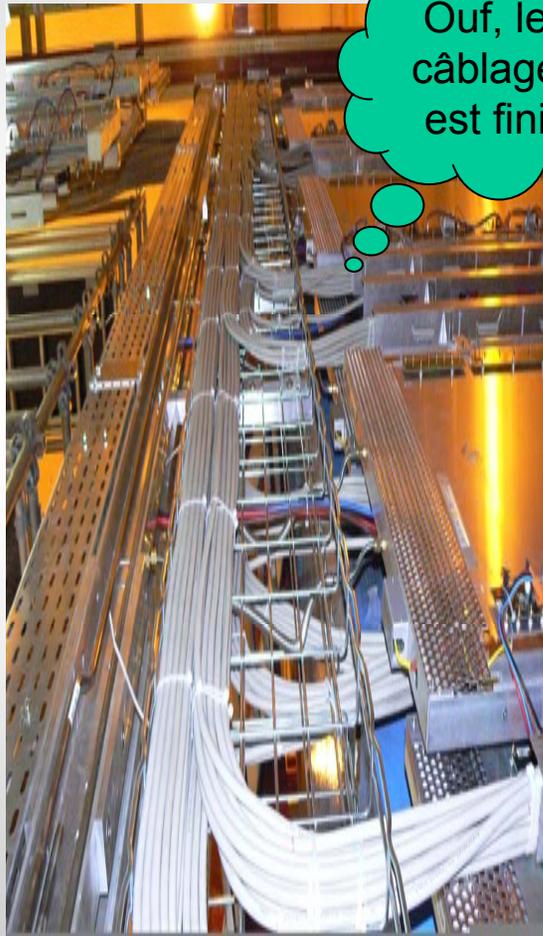


En voilà une  
petite moitié de  
faite !!



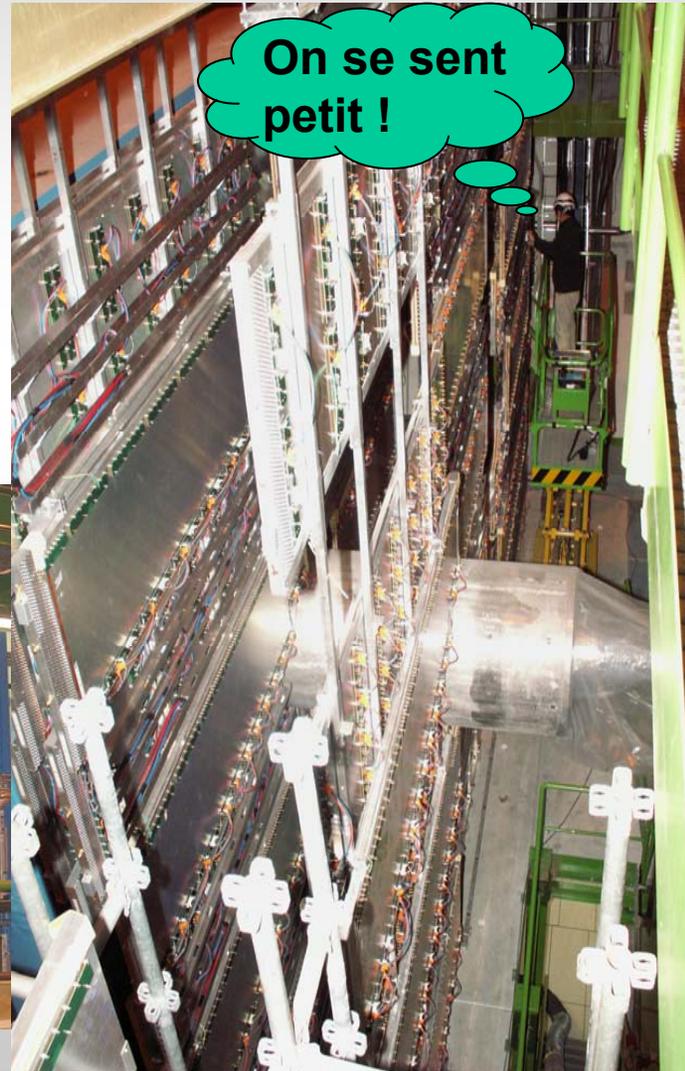


# Encore un peu plus tard, en 2007



Ouf, le câblage est fini

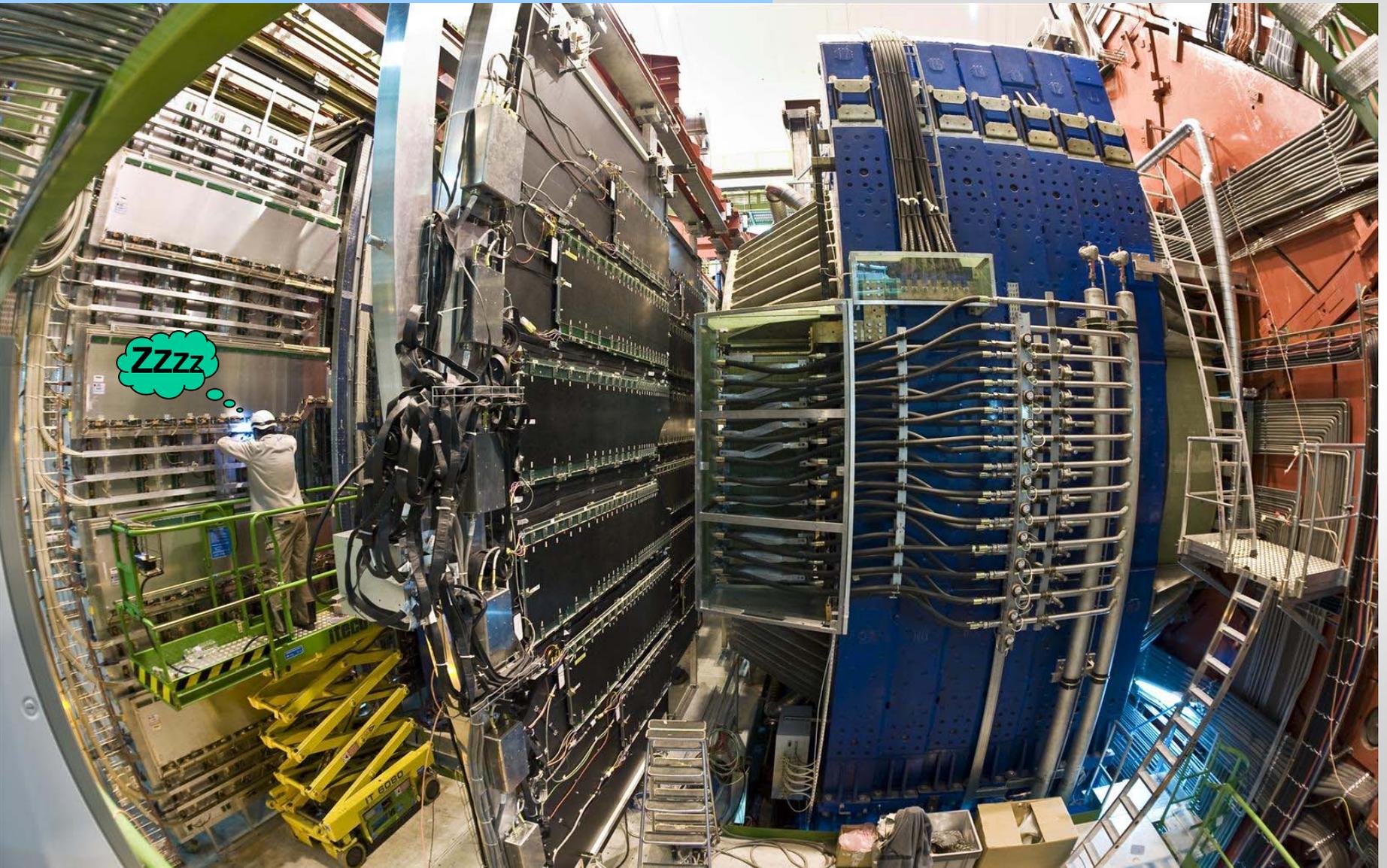
Facile !

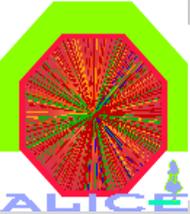


On se sent petit !



# Finalemment, début 2008





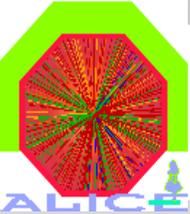
# La phase de commissioning



- ❑ **Le commissioning (depuis fin 2007 )**
  - ❑ **Encore une phase très différente: il a fallu remanier l'équipe ...**
    - ❑ **Les STs traditionnels (électronique et micro-électronique) ont, dans une large mesure, fini leur mission (sauf les maintenances ...)**
    - ❑ **Besoins encore plus important en informatique online et offline**
      - ✓ **Recrutement : une affaire de patience**
    - ❑ **Le travail des Physiciens (et des ingénieurs online) évolue**
      - ❑ **Du fond de la caverne vers la CR: test/utilisation des softs « online »**
      - ❑ **Stress du démarrage, de nombreux pbs à résoudre**
      - ❑ **La mise en place des outils de calcul et d'analyse s'accélère**
      - ❑ **Besoin de plus de présence sur site**
  - ❑ **Besoin d'une coordination permanente sur site**
    - ❑ **Déjà vrai pour la phase d'installation**
    - ❑ **Encore plus crucial pour la future période de prises de données**
      - ❑ **Recrutement, encore ...**



- ❑ **Planning:** en 2000, le démarrage du LHC était prévu pour mi-2005 et nos plannings étaient en phase avec ceux de la machine !!
  - ❑ 5 ans => 8 ans pour finaliser notre projet
    - ✓ on est **toujours trop optimistes** sur les plannings
  - ❑ Et si le LHC avait été à l'heure ??
  
- ❑ **Finances:** on est vraiment des privilégiés : merci aux TGE-IN2P3 essentiellement
  
- ❑ **Personnels:**
  - ❑ Peu de marge de manœuvre, peu de réactivité
  - ❑ Peu d'influence sur les choix (sauf CDDs, vacataires)



# Analyse de risque - Conclusion



## Risques principaux

### **Personnel**

- Ce sont les personnels, avec leur compétence et leur volonté, qui font les choses !!
- Manque de maîtrise du responsable projet
- Manque de souplesse et de réactivité

### Financier

- Ca pourrait être critique mais l'IN2P3 est très réactive sur ce point

### Planning

- C'est essentiellement une conséquence des 2 premiers points

### **Manque d'une coordination technique par projet**

- Dérive coord. scientifique => coord. scientifique+technique
- Enormément de temps consacré : paperasse, mails, rapports, revues, recrutement, encadrement, gestion, co-activités, etc

**=> L'organisation actuelle de la recherche n'est pas adaptée à ce type de grand projet. Ceci n'est pas seulement vrai au LPC ...**



Et pourtant ....



Avec quelque retard, avec quelque difficulté, avec des compromis,  
**l'ensemble de détection est installé et fonctionne.**

**Je profite de ce séminaire pour remercier et féliciter  
l'ensemble des personnels qui ont contribué à ce  
premier succès.**

**L'aventure, car ce sera une aventure, peut continuer.**