

Calorimétrie et Gilles Sauvage entre LEP et LHC

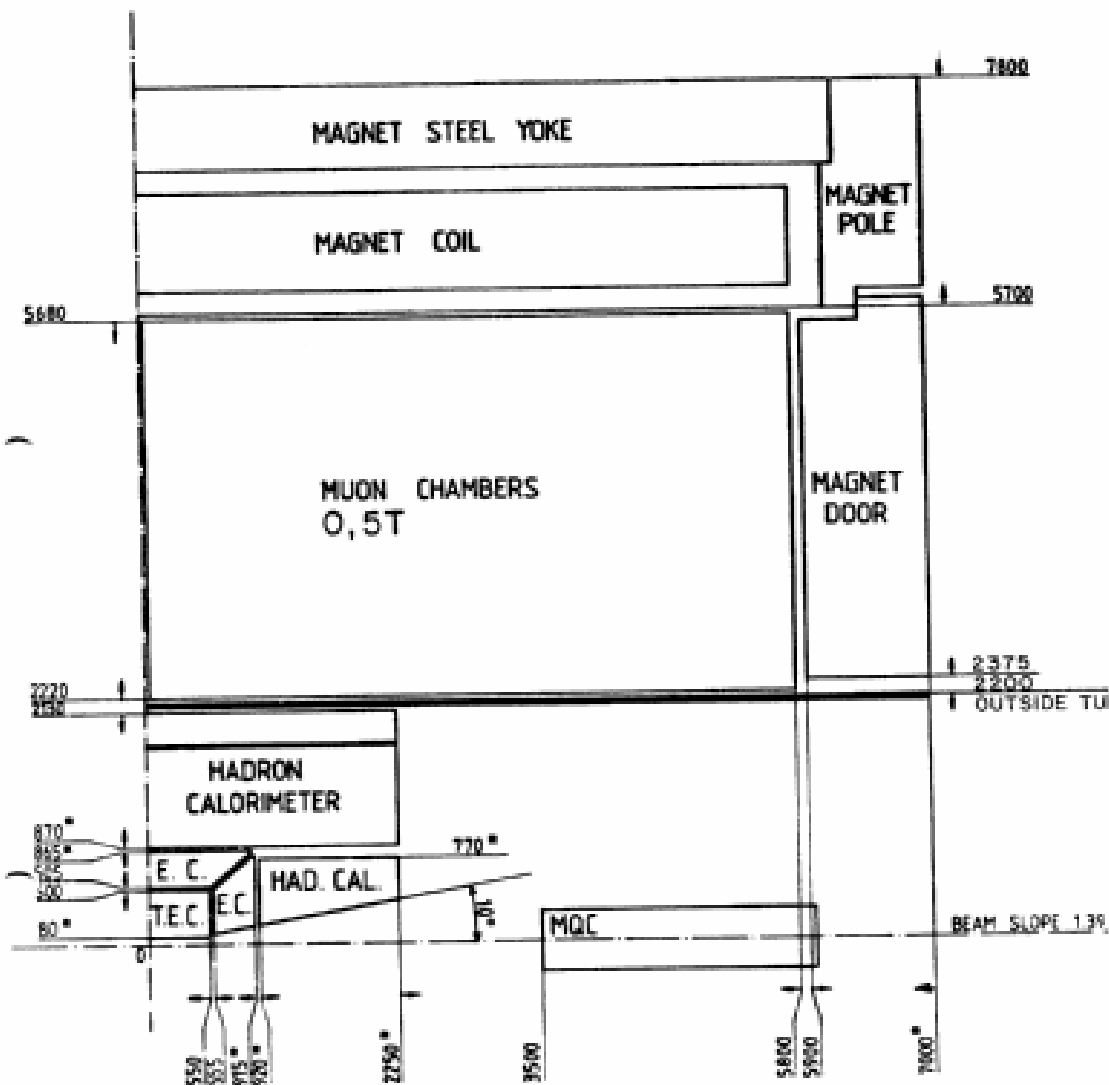
L3,CMS,ATLAS

L3:
mesure de precision
des muons electrons et
photons

Annecy et Lyon sur
la proposition

En 1983 UA1 et
UA2 (avec Gilles)
découvraient W et Z





• DIMENSIONS TO BE CONFIRMED

DIMENSIONS IN mm.

FIG. 6 EXPERIMENTAL PARAMETERS

7m de rayon
 Champ faible (0.5 T)
 Cristaux
 Mini-detecteur central

Muon-Ch: "precursur de Rasnik"
 Claim 30 microns

Quelques propositions
 "visionnaires"
 -"changer le detecteur
 central si la physique
 le justifie"
 -RFQ

Calorimetre BGO

- 12000 cristaux
- dimension transverse: 2x2 cm a l'avant, 3x3 a l'arriere
- $22X_0$
- Lecture par photodiode
- 5 μ s shaping time
- Sensibilité a la température -1.55% par degré
- Bruit ~ 5 MeV/cristal
- Tous les cristaux (du barrel) calibrés en faisceau-test

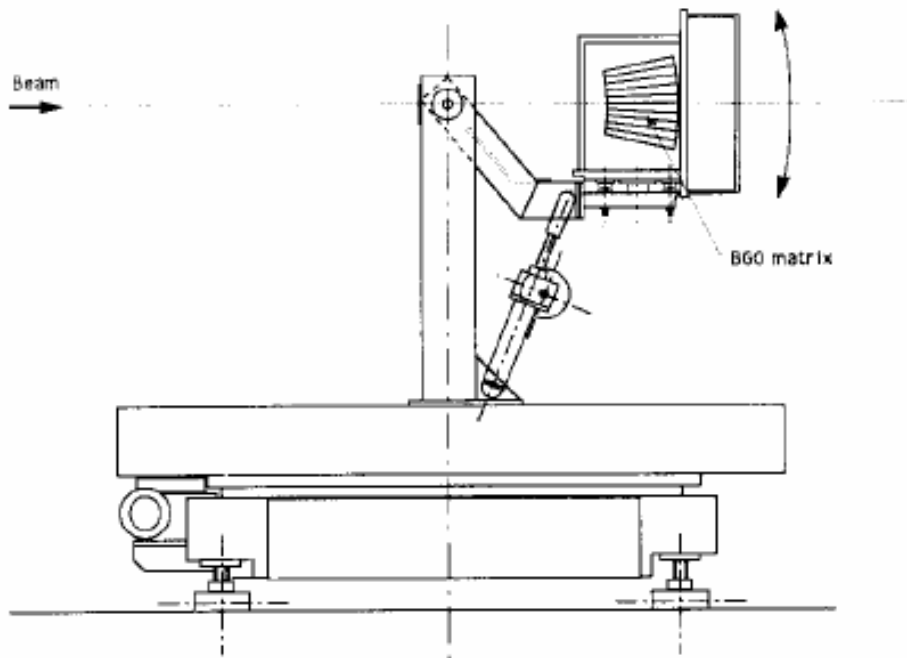


Fig. 1. View of the matrix, housed in a temperature regulated box, mounted on a rotating support.

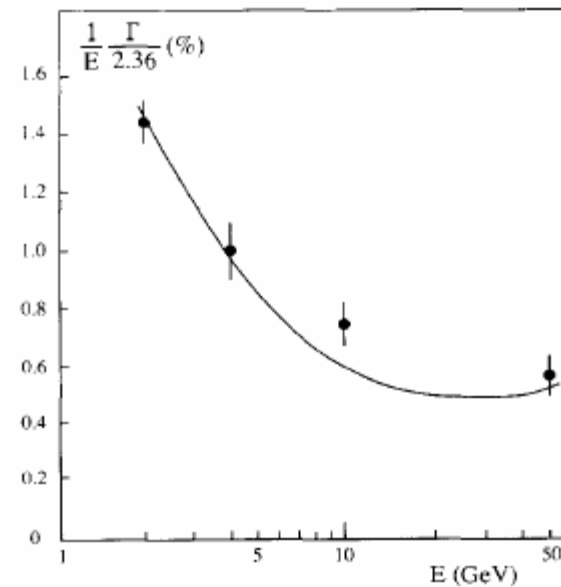


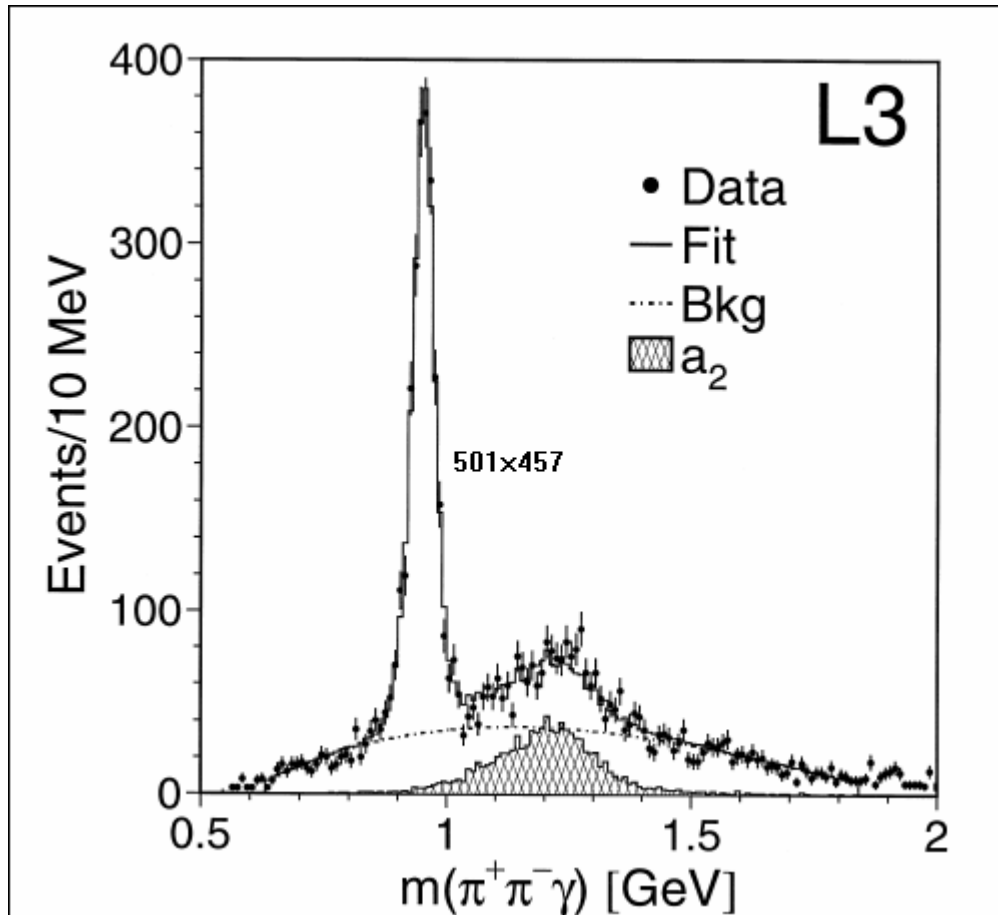
Fig. 15. Energy resolution, defined as FWHM divided by 2.36, as a function of beam energy. The solid line represents the Monte Carlo prediction, including beam momentum uncertainty and electronic noise.

Pourquoi la resolution remonte a > 30 GeV ?

STUDY OF THE ENERGY CALIBRATION OF A HIGH RESOLUTION ELECTROMAGNETIC CALORIMETER

J.A. BAKKEN ⁹⁾, L. BARONE ¹⁰⁾, J.J. BLAISING ²⁾, T. BOEHRINGER ⁶⁾, B. BORGIA ¹⁰⁾,
D. BOUTIGNY ²⁾, J.P. BURQ ⁷⁾, M. CHEMARIN ⁷⁾, R. CLARE ³⁾, G. COIGNET ²⁾, P. DENES ⁹⁾,
F. DE NOTARISTEFANI ¹⁰⁾, M. DIEMOZ ¹⁰⁾, C. DIONISI ¹⁰⁾, H. ELMAMOUNI ⁷⁾,
P. EXTERMANN ⁵⁾, S. FALCIANO ¹⁰⁾, F. FERRONI ¹⁰⁾, G. GRATTA ¹⁰⁾, B. ILLE ⁷⁾, P. KAARET ⁹⁾,
Y. KARYOTAKIS ²⁾, P. KLOK ⁸⁾, P. LEBRUN ⁷⁾, P. LECOQ ⁴⁾, P.J. LI ¹¹⁾, E. LONGO ¹⁰⁾,
D. LUCKEY ³⁾, L. LUMINARI ¹⁰⁾, M. MAIRE ²⁾, J.P. MARTIN ⁷⁾, M. MICKE ¹⁾, U. MICKE ¹⁾,
G. MORAND ⁵⁾, S. MORGANTI ¹⁰⁾, J. OSSMANN ⁵⁾, P.A. PIROUE ⁹⁾, C. RONDININI ¹⁰⁾,
W. RUCKSTUHL ⁵⁾, G. SAUVAGE ²⁾, T.P. SCHAAD ⁵⁾, D. SCHMITZ ¹⁾, M. SCHNEEGANS ²⁾,
D.P. STICKLAND ⁹⁾, R.L. SUMNER ⁹⁾, C. TAYLOR ⁹⁾, E. VALENTE ¹⁰⁾, M. VIVARGENT ²⁾,
L. VUILLEUMIER ⁶⁾, W. WALK ⁴⁾, R. WEIL ⁶⁾ and T. WYNEN ⁸⁾

Un exemple de résultat avec des photons de basse énergie utilisant la tres bonne résolution du BGO en dessous de 1 GeV



Production du η'
dans les interactions
photon-photon.

Theses/habilitations

- thèse de Catherine Souyri (90, Production de Z^0 en paires electrons-positrons)
- thèse de Stephane Jezequel (92 Mixing B_0 B_0 bar)
- habilitation Sylvie Rosier-Lees (calibration ECAL et asymetrie avant arriere des Quarks b)

From BGO to PbWO4 : speed and radiation hardness against light yield

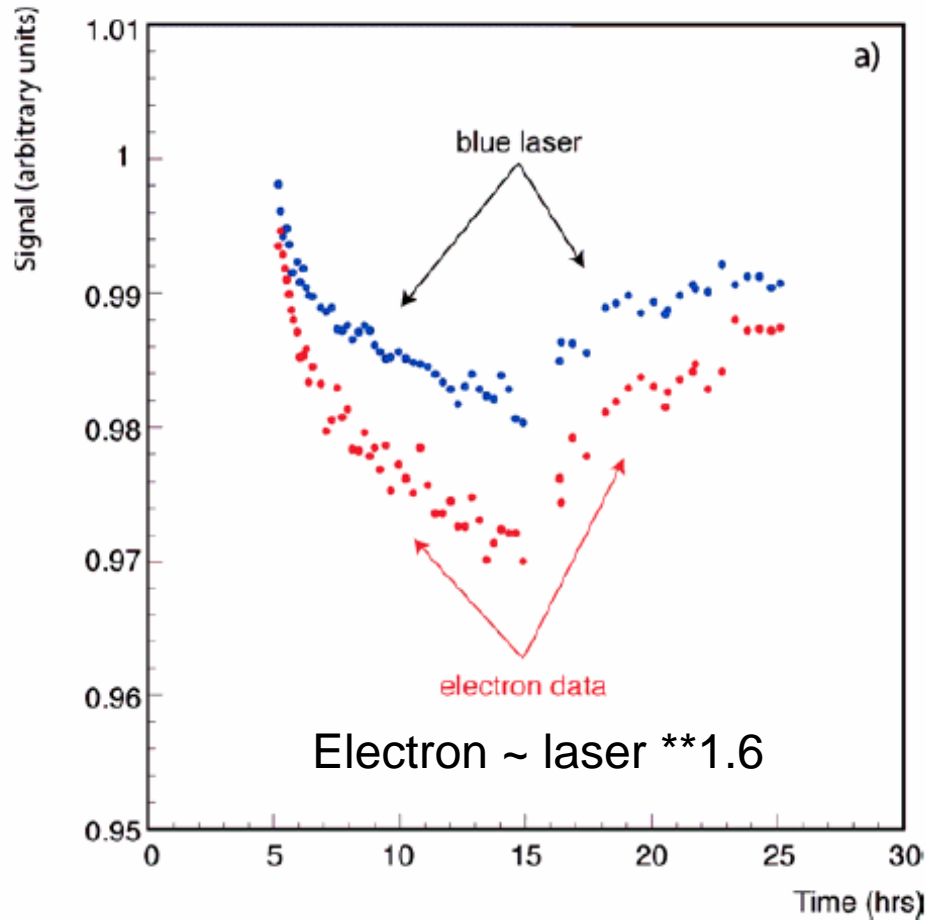
	NaI(Tl)	CsI(Tl)	CsI	BaF ₂	CeF ₃	BGO	PbWO₄
Density [g cm ⁻³]	3.67	4.51	4.51	4.89	6.16	7.13	8.30
Radiation length [cm]	2.59	1.85	1.85	2.06	1.68	1.12	0.89
Molière radius [cm]	4.8	3.5	3.5	3.4	2.6	2.3	2.0
Interaction length [cm]	41.4	37.0	37.0	29.9	26.2	21.8	18.0
(dE/dx) _{mip} [MeV cm ⁻¹]	4.79	5.61	5.61	6.37	8.0	8.92	9.4
Refractive index [at I _{peak}]	1.85	1.79	1.95	1.50	1.62	2.15	2.2
Hygroscopicity	Yes	Slight	Slight	No	No	No	No
Emission spectrum, I _{peak}							
Slow component [nm]	410	560	420	300	340	480	510
Fast component [nm]			310	220	300		510
Light yield relative to NaI							
Slow component	100	45	5.6	21	6.6	9	0.3
Fast component			2.3	2.7	2.0		0.4
Decay time [ns]							
Slow component	230	1300	35	630	30	300	50
Fast component			6	0.9	9		19

L3-BGO → CMS-PbWO4

- 12000 cristaux → 80000
- dimension frontale 2x2 cm → 2.2x2.2cm
- 22X0 → 24 X0
- Photodiode → APD
- 5 μs shaping → ~50 ns
- -1.55% par degré → -2.1%
- Bruit ~5 MeV/cristal → 30 MeV
- Seulement une fraction calibrée en faisceau test

Resistance aux radiations: meilleur materiel de base+stoechiometrie+Y&Nb

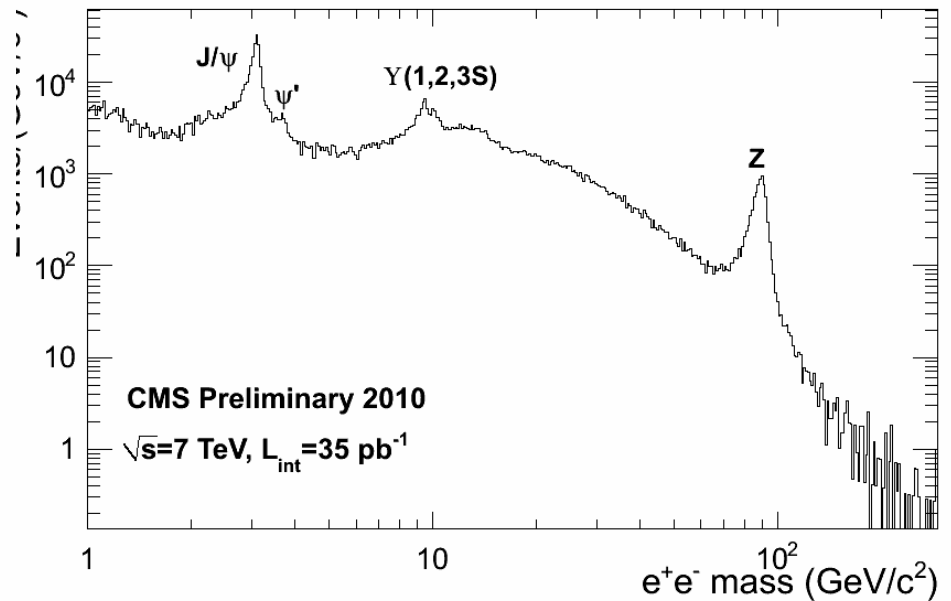
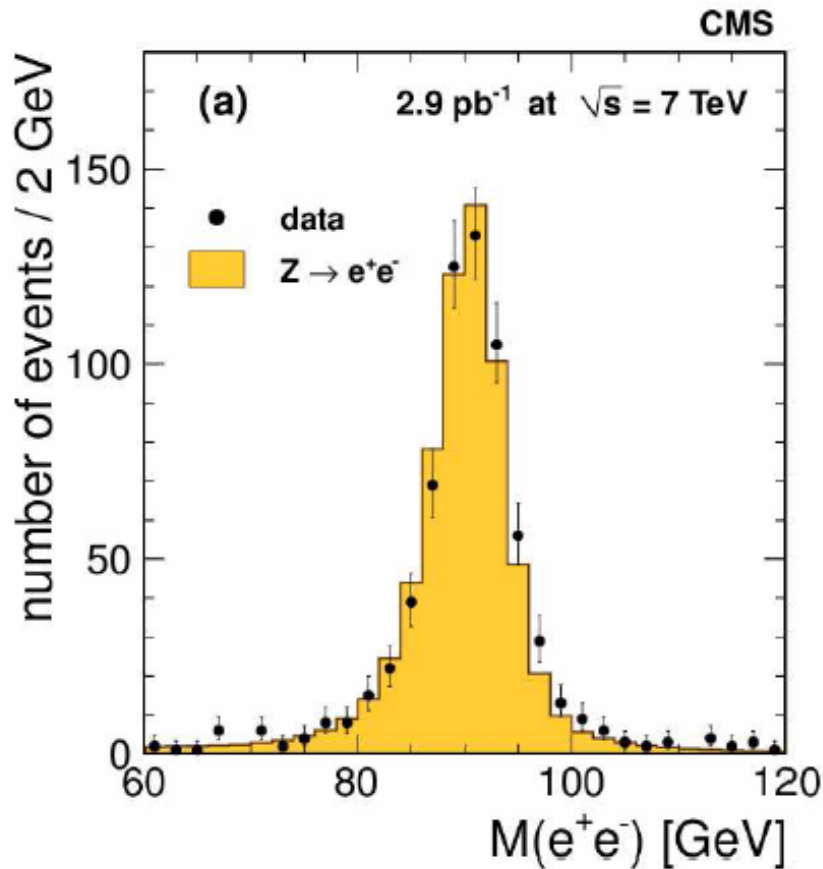
Radiations:effets residuels



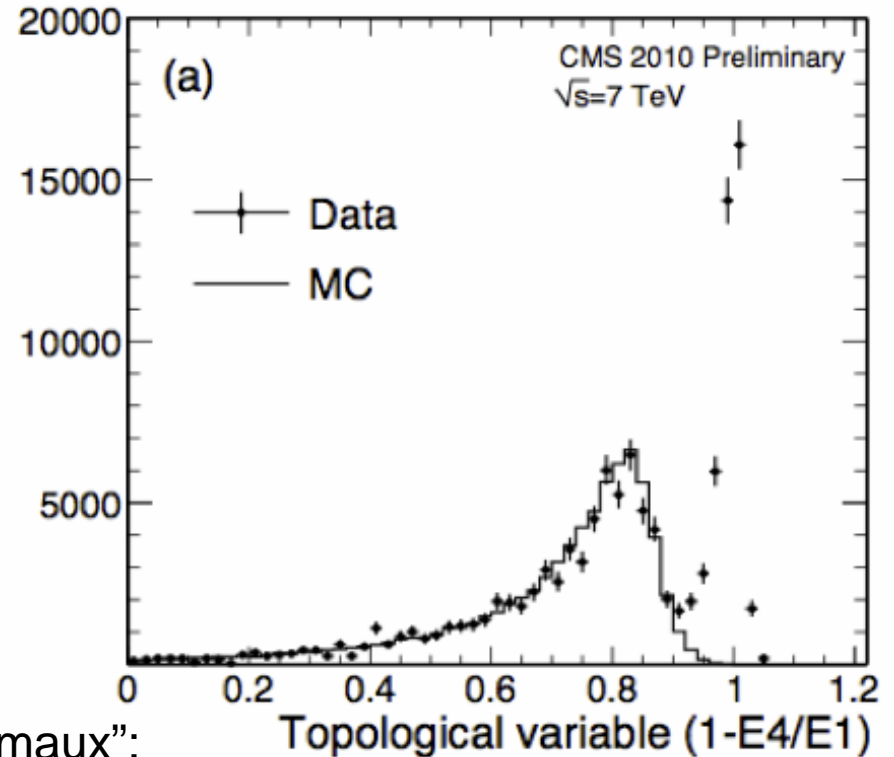
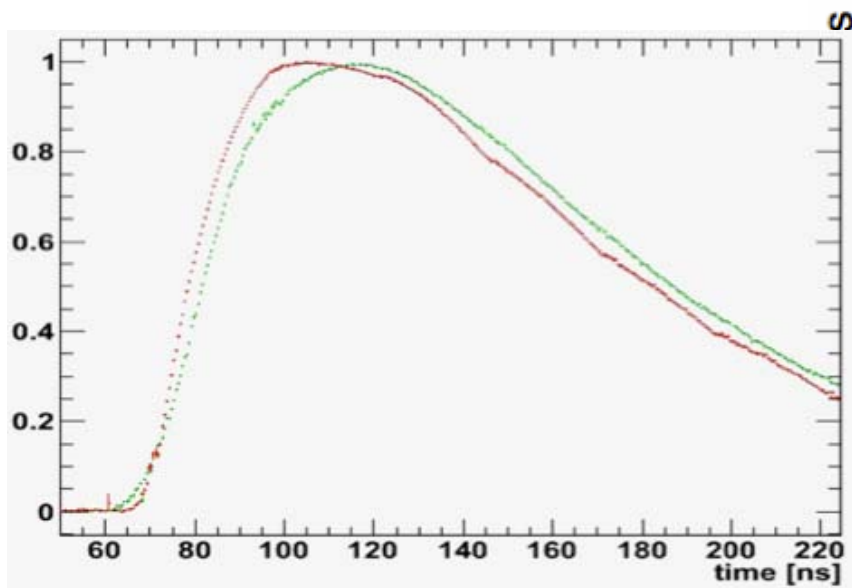
Faisceau test

Effet déjà observé au LHC/2010

Des performances excellentes



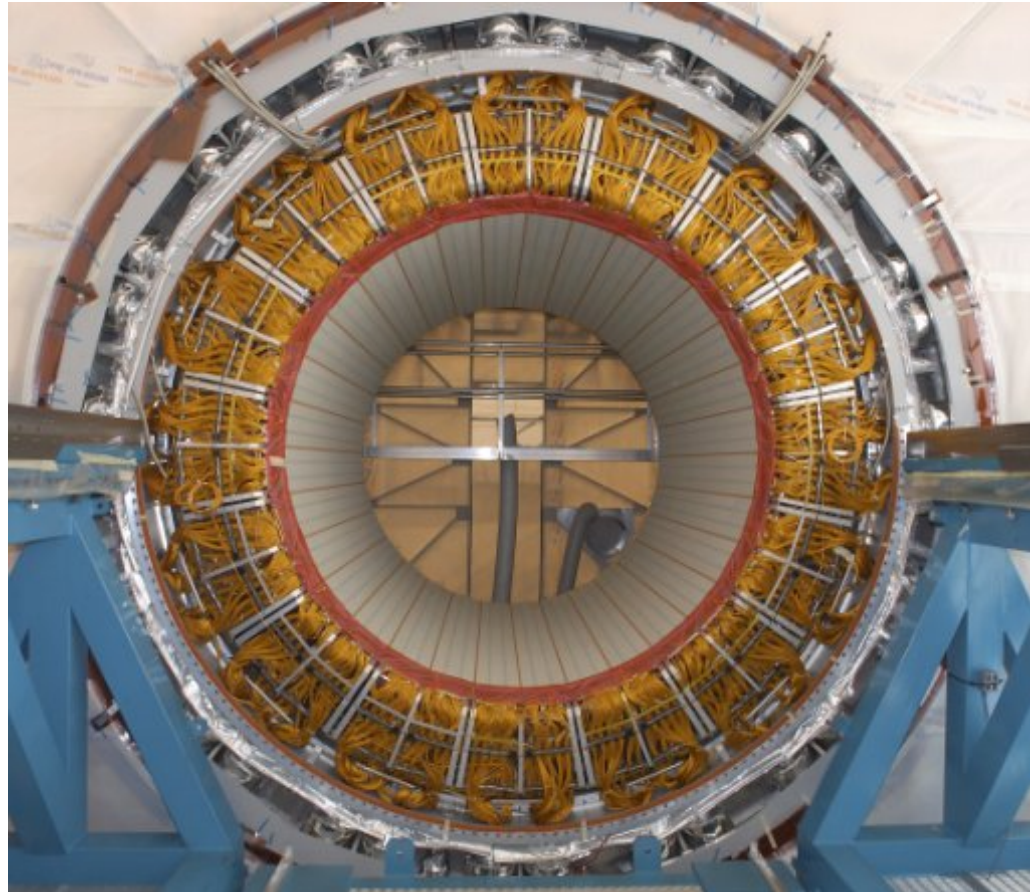
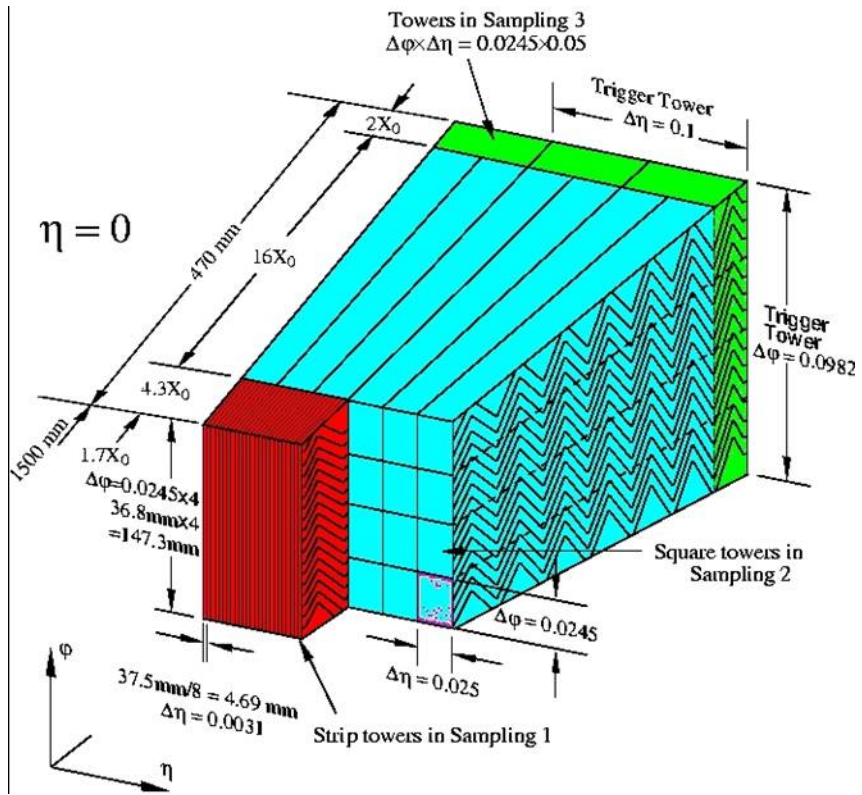
Et quelques soucis/APDs



Plusieurs criteres de rejet des pulses "anormaux":
vitesse de réponse, pattern 1 sur 4

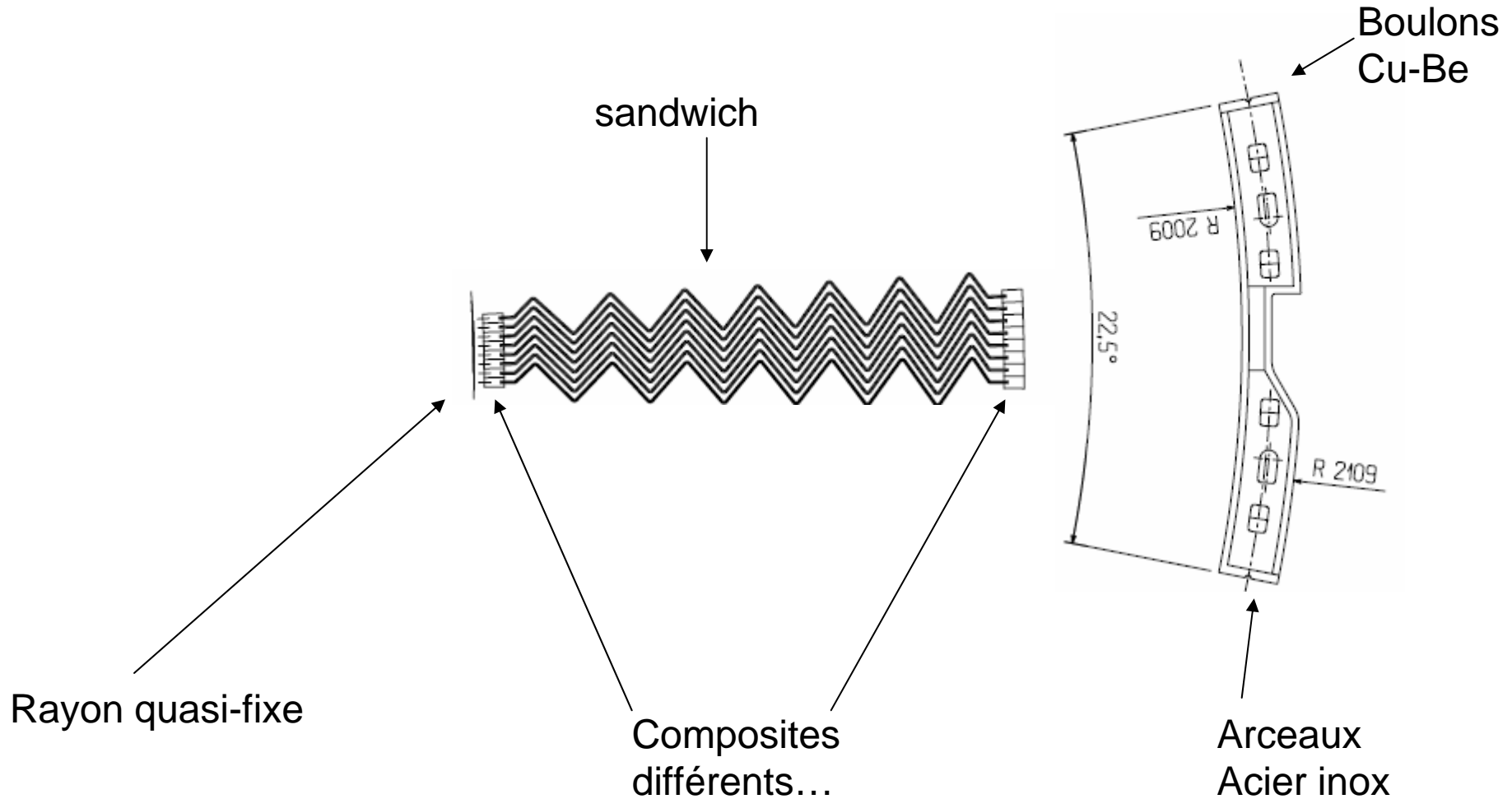
Argon liquide.../ATLAS

- 1990 : RD3 “Calorimétrie EM et hadronique pour LHC”
- Géométrie “accordéon” →
 - front de montée rapide,
 - possibilité d’une granularité élevée, transverse et longitudinale.
 - symétrie de révolution, pas de “cracks”
 - LAr en principe stable, homogène, rad-hard,...
- Rôle majeur de LAPP et Saclay pour le prototype hadronique
- Choix/ optimisation dans ATLAS:
 - LAr pour partie électromagnétique et EC/FWD hadronique
 - Tile pour partie hadronique barrel et Extended-barrel
- Regroupement LAPP Saclay sur calorimétrie électromagnétique
± en coïncidence avec arrivée de Gilles (1994?)
son premier apport: “modularité” (pour tests faisceaux...)



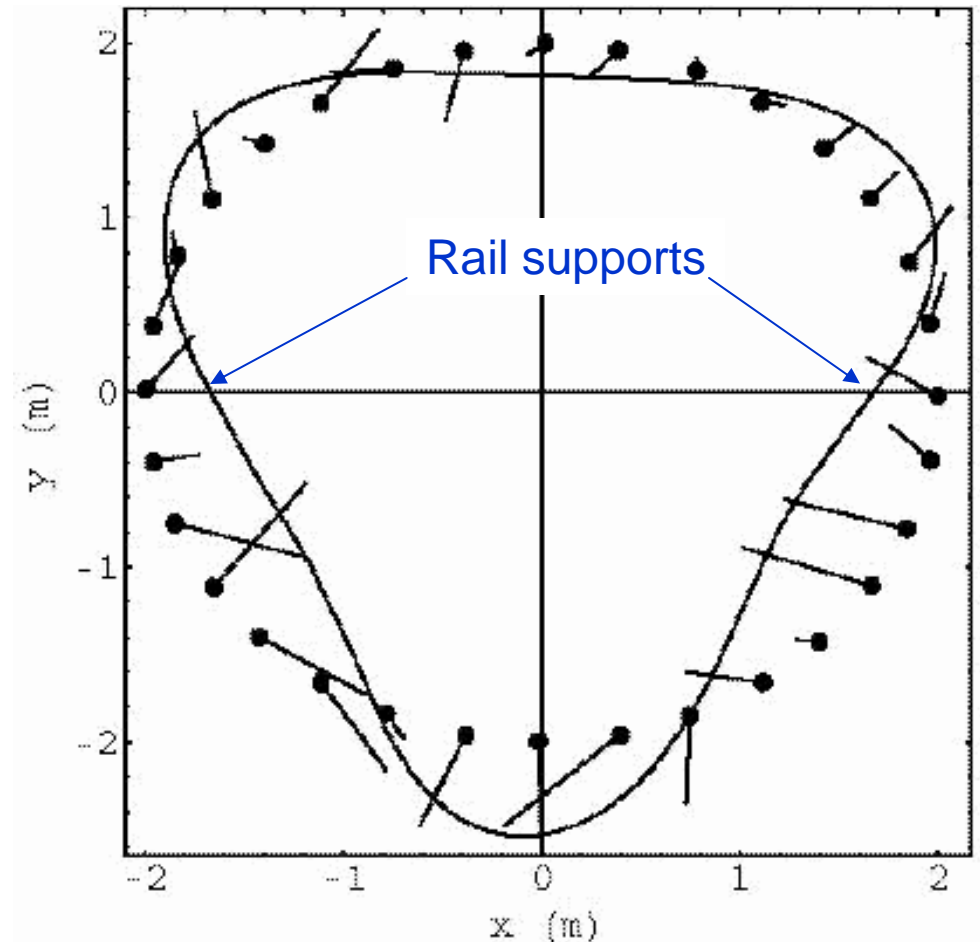
Un peu de mécanique...

ou comment faire pour qu'un cylindre assemblé a "chaud" garde sa cohérence a froid...



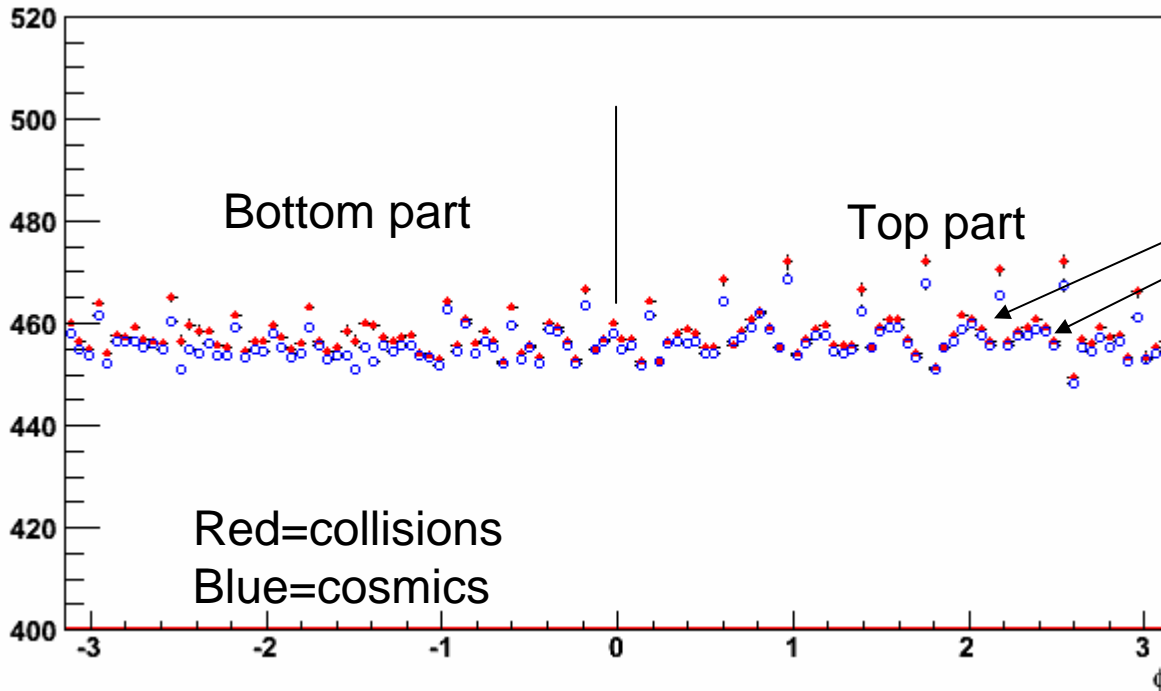
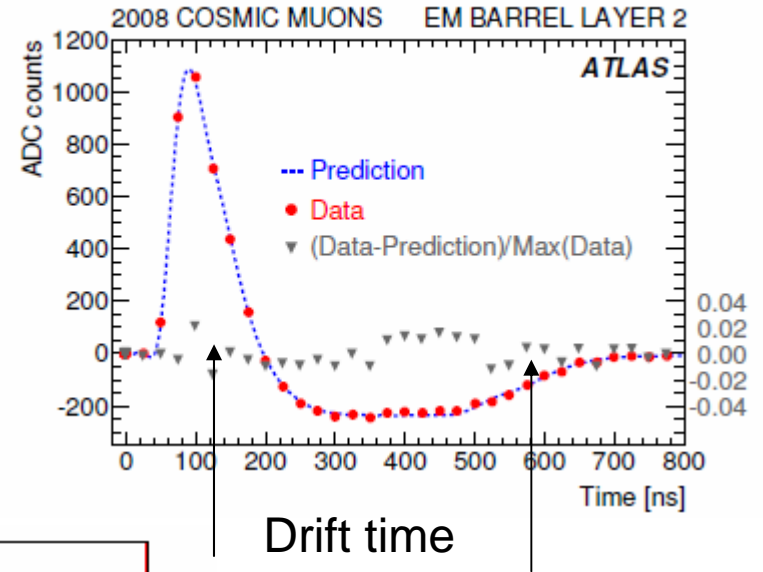
Deformations mesurées
(max ~ 3 mm)
comparées au calcul

→ les arceaux jouent
parfaitement leur rôle



Facteur 200 sur les
déformations

Mesures géométriques "in-situ" utilisation du temps de dérive



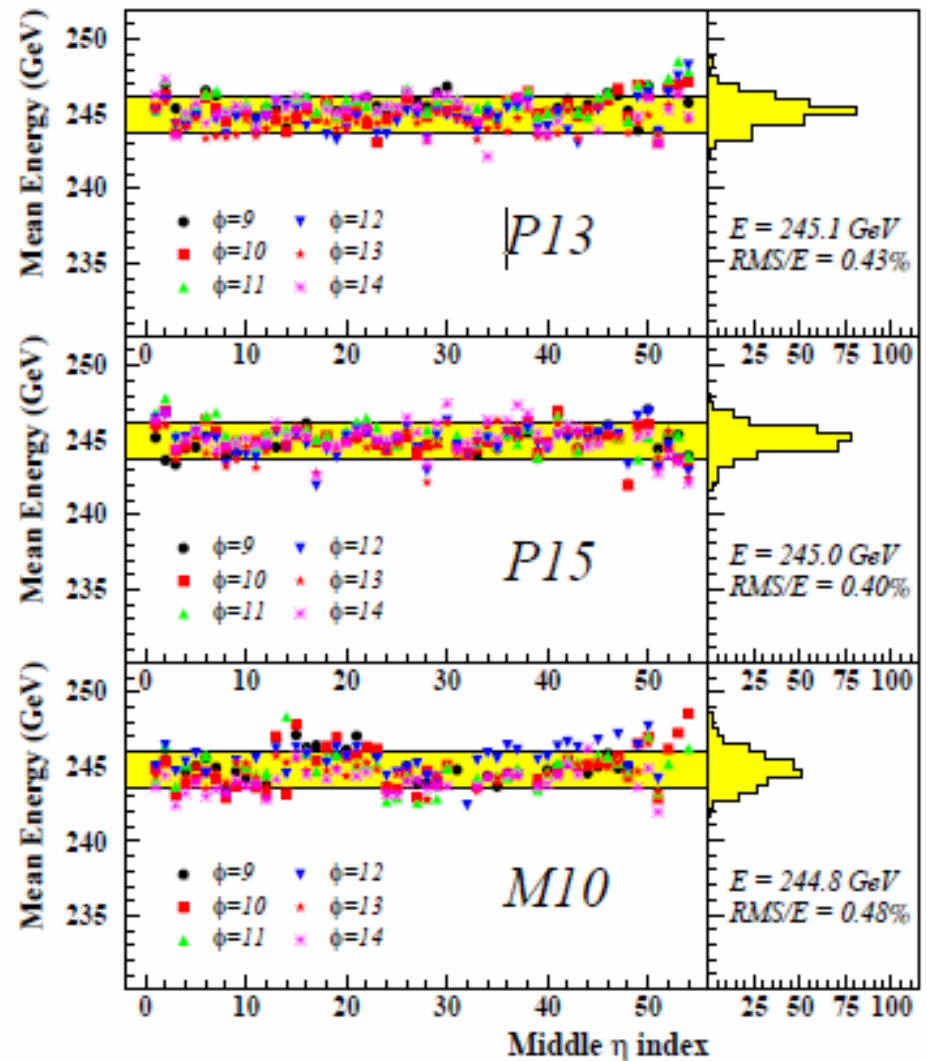
Intermodule visible

Impact on E_{resol} small
(not corrected for so far)

Top/bottom integral
allows to estimate
sagging (~2mm)

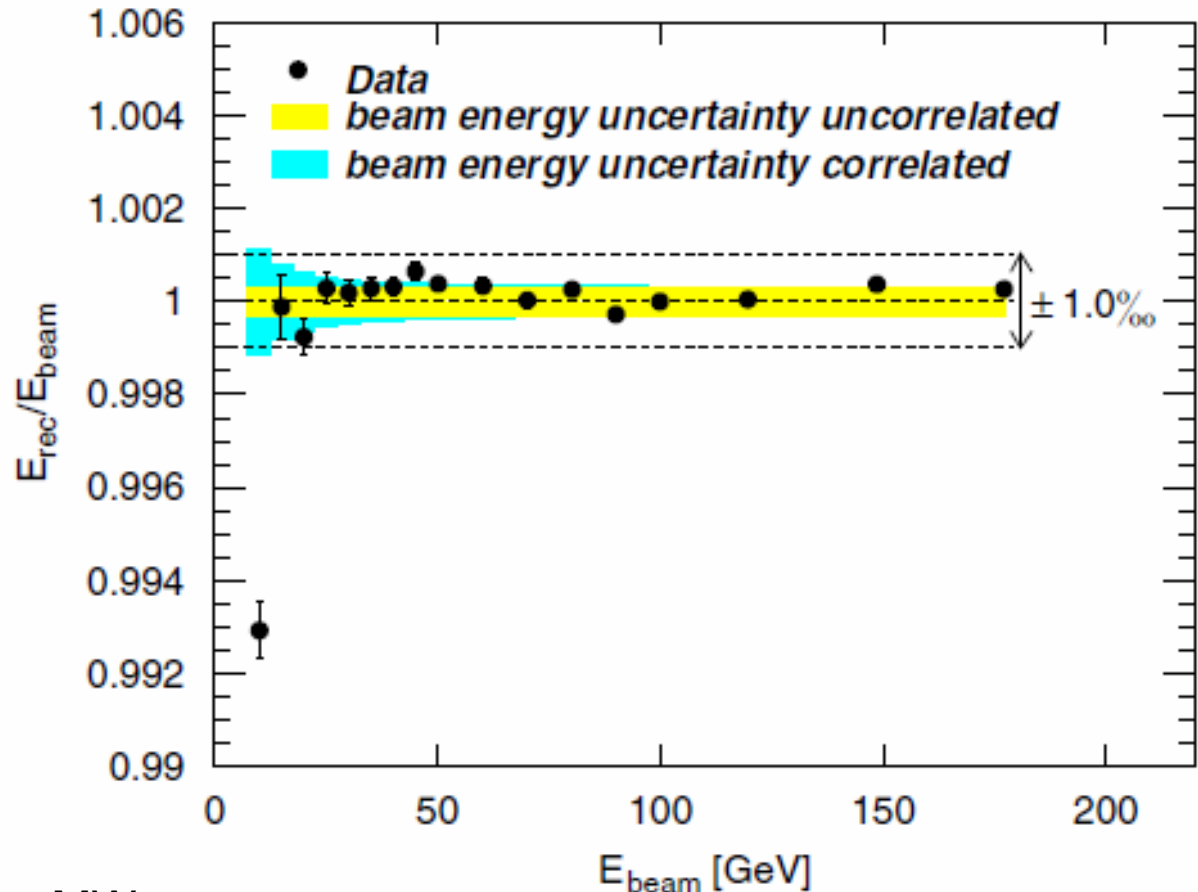
Faisceau test: uniformité

Terme constant nominal
pour ATLAS
(Barrel et Endcaps) = 0.7%
Uniformité en test faisceau
0.5 a 0.7%



Faisceau test : linéarité

± 1 pour mille grace a un équipement special de la ligne de faisceau



Important pour:

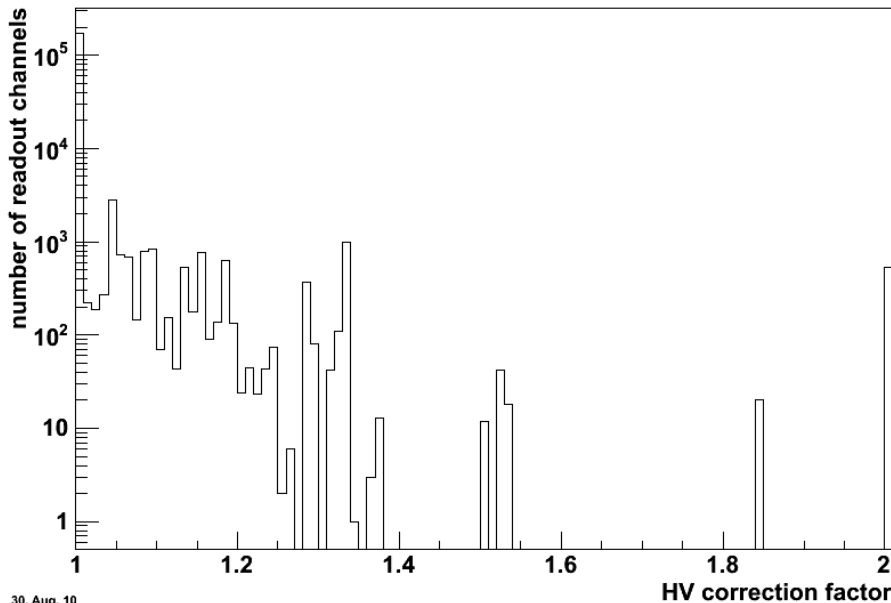
- la physique de precision: MW
- la masse des "nouvelles particules" (Z', H, ...)

Installation et fonctionnement...

Principaux soucis (cf Isabelle....):

- OTX résolu (jusqu'a?)
- Alim LV : les remplacements sont la !
- Haute tension (shorts, trips)
- "Noise bursts" "orage EM"

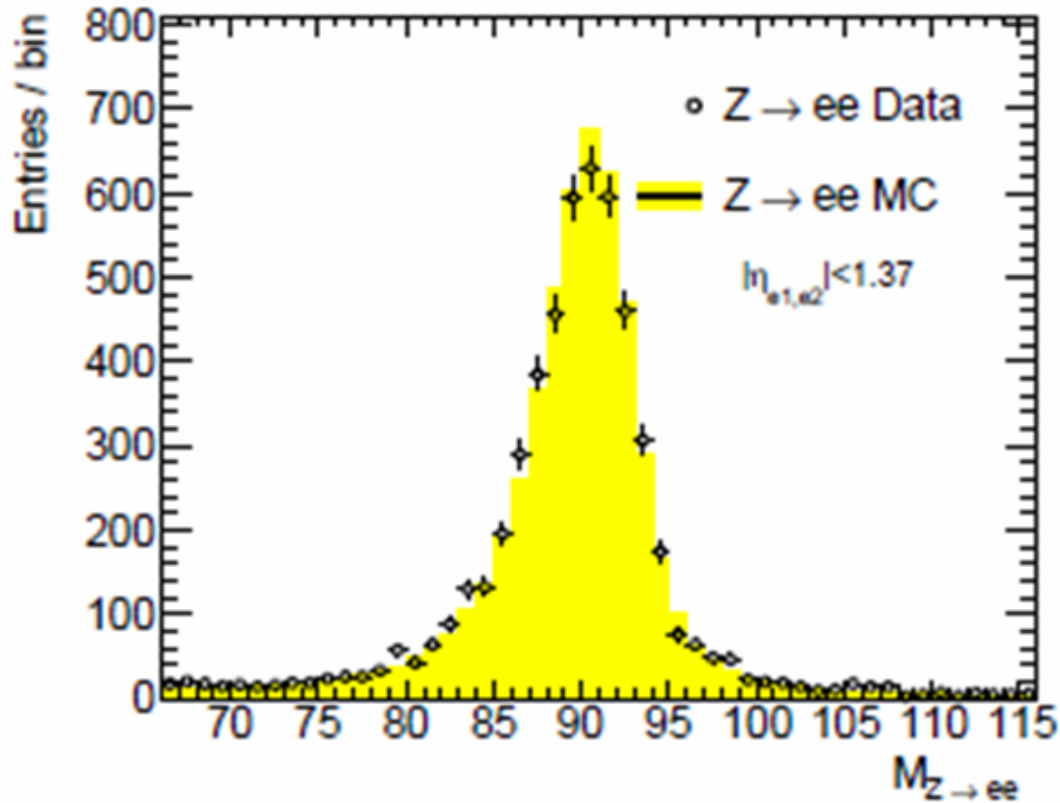
LAr correction factors for reduced High Voltage



Correction=2 qqes 10^{-3}
Correction<40% qqes %



Z^0 “chandelle standard”

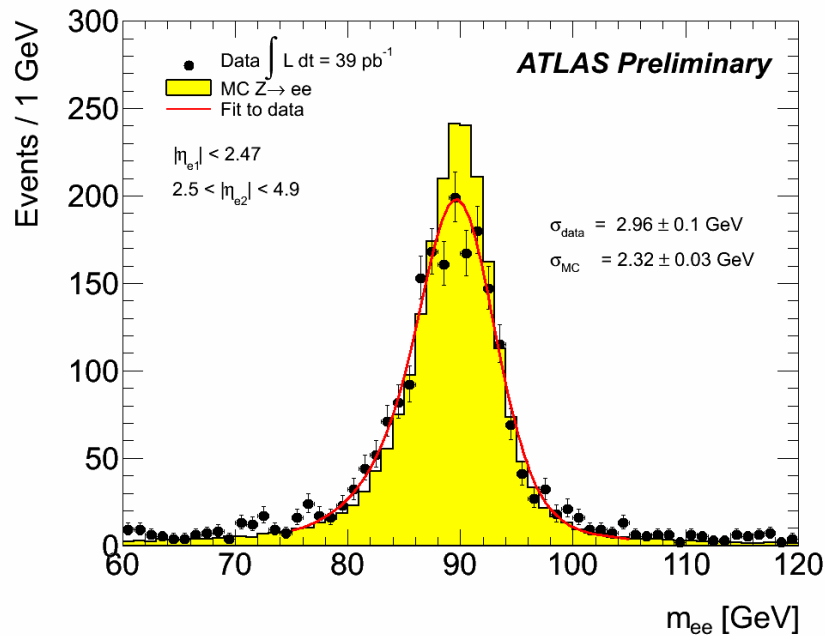


Terme constant: 1.2%
(premiere correction en η
Incluse)

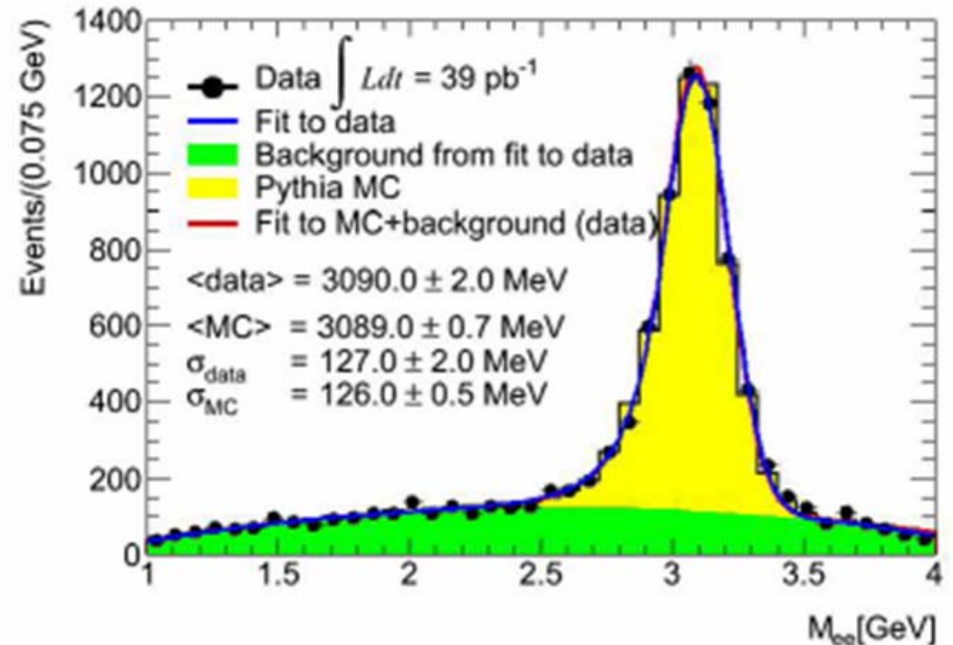
Nominal=0.7%

Clé: statistique.....
pour étudier/corriger
les non uniformités
résiduelles en η, ϕ

Z⁰ FWD, du Z⁰ au J/Ψ

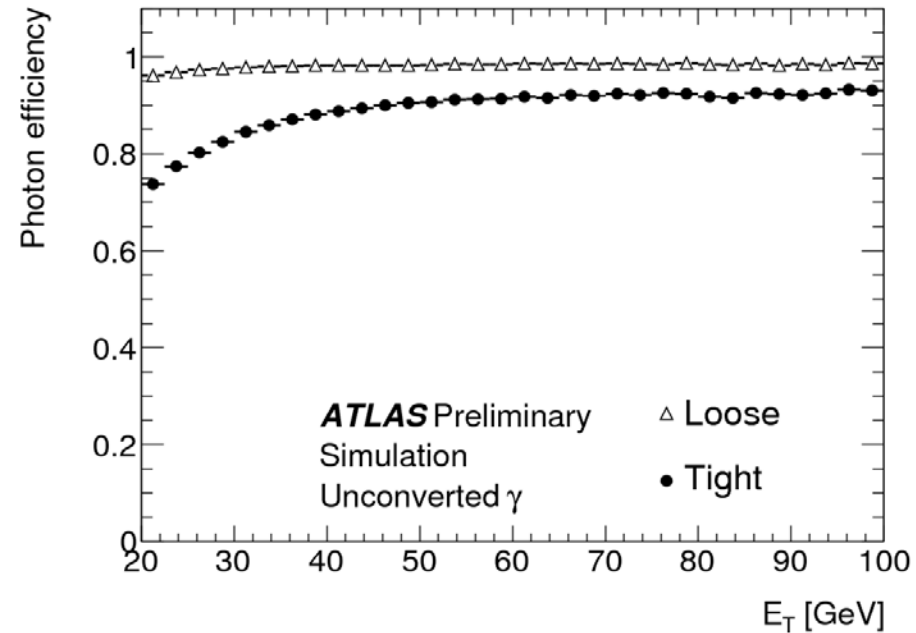
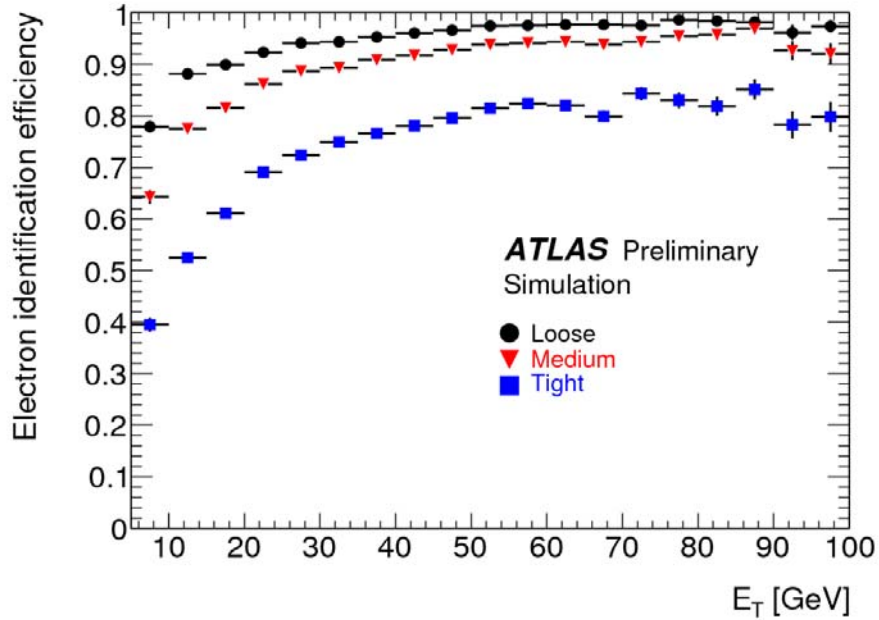


Z⁰ central-FWD($\eta < 4.9$)



Sampling term OK
Linearity OK(1 pour mille)

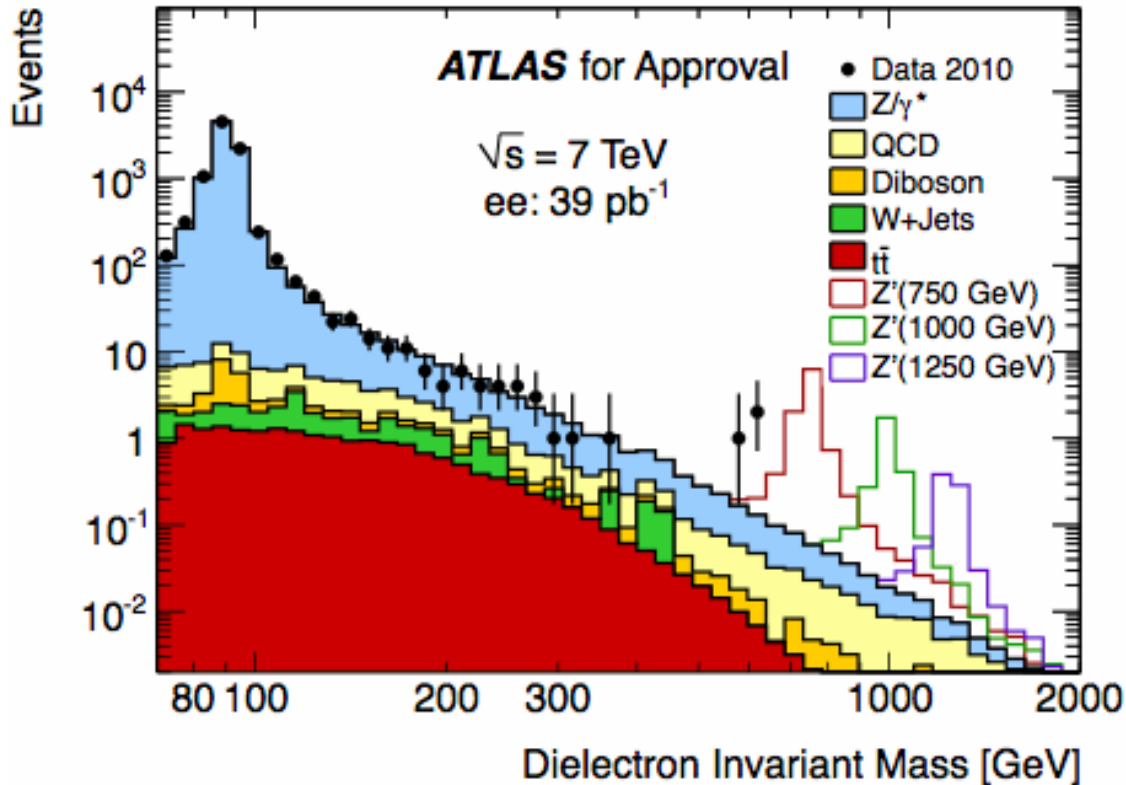
Identification des electrons & photons (ID & calo)



Jet rejection (tight+iso) $\sim 10^5$

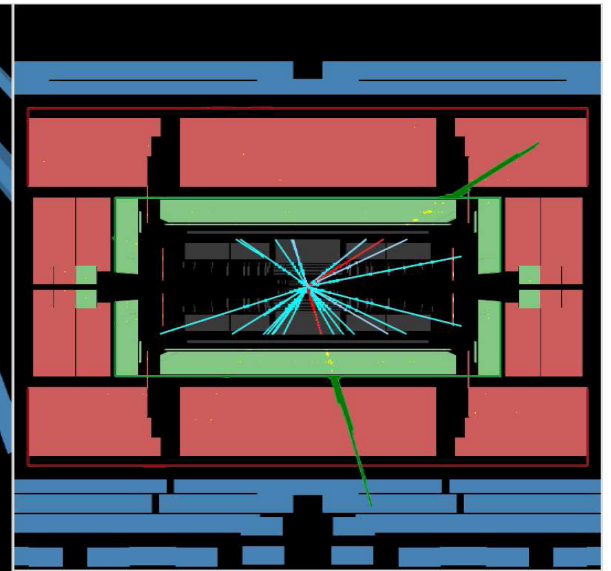
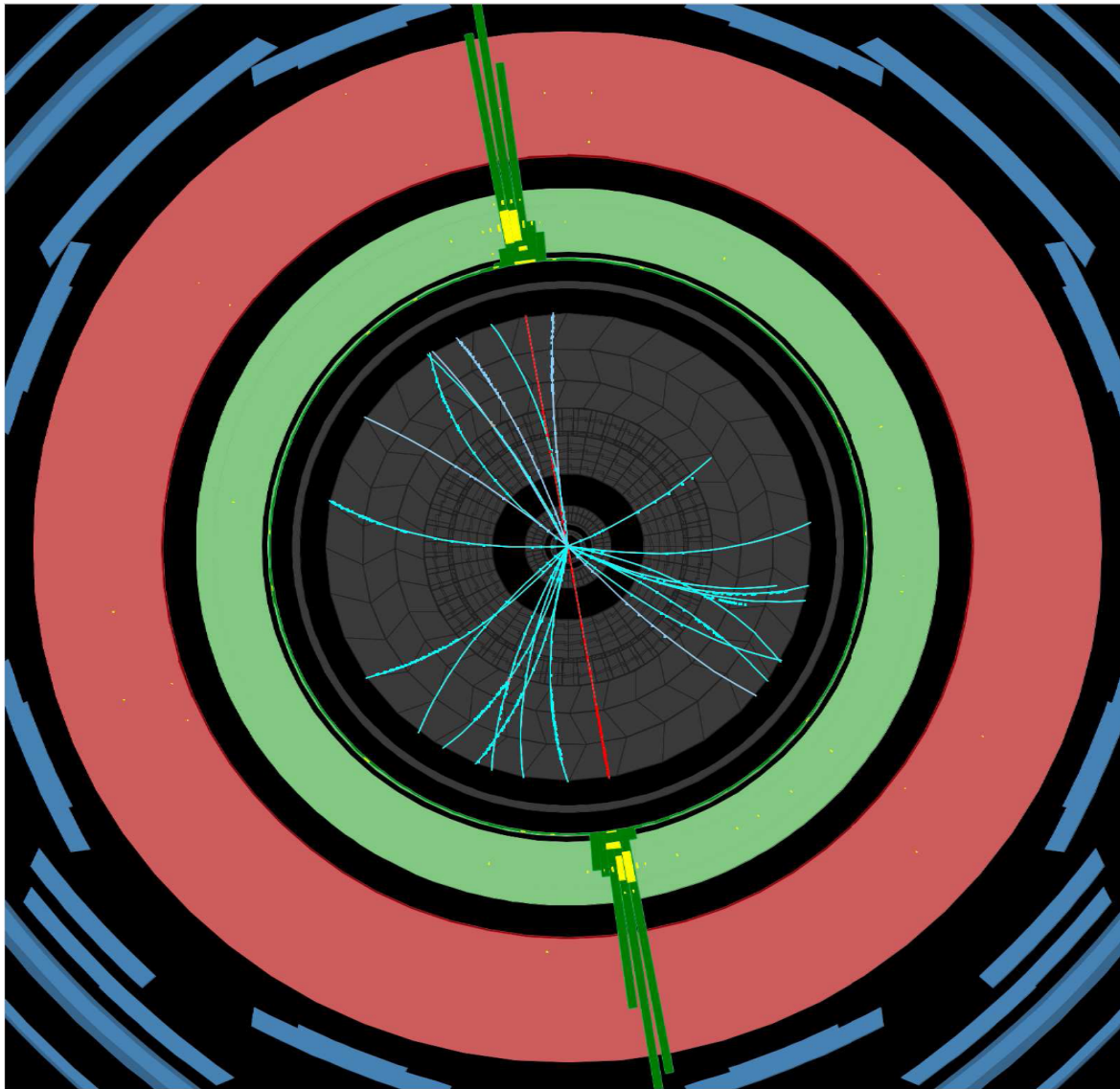
Jet rejection (tight) (> 25 GeV E_T)
 $\sim 1.7 \cdot 10^3$ / quark jets
 $\sim 1.7 \cdot 10^4$ / gluon jets

Illustration : recherche de Z' en e^+e^-



$M(Z') > 1.05 \text{ TeV}$
(ee et $\mu\mu$)

FIG. 1: Dielectron invariant mass (m_{ee}) distribution after final selection, compared to the stacked sum of all expected backgrounds, with three example Z'_{SSM} signals overlaid.



 **ATLAS**
EXPERIMENT

Run Number: 167576, Event Number: 22999252

Date: 2010-10-24 12:22:12 CEST

Un des événements autour de 600 GeV

D.Fournier
Colloque "Gilles sauvage"

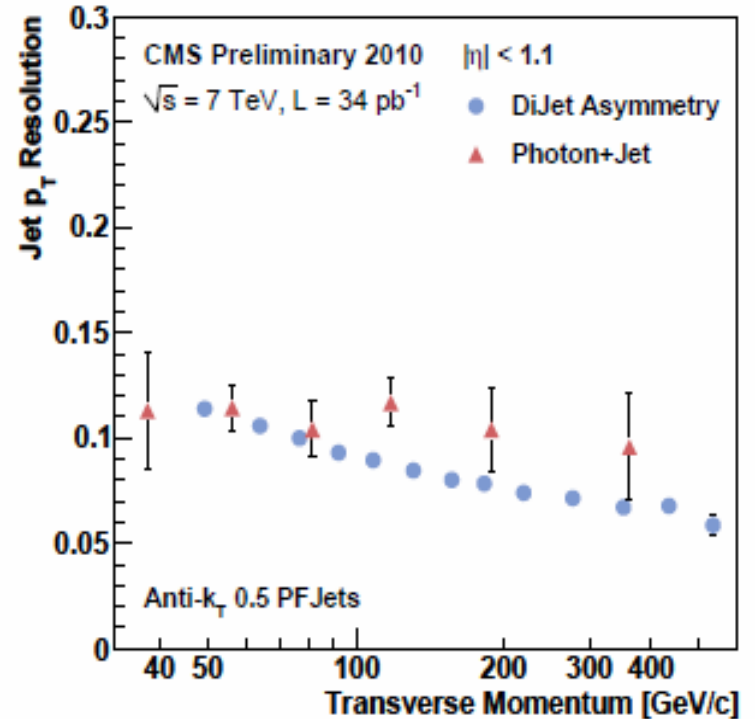
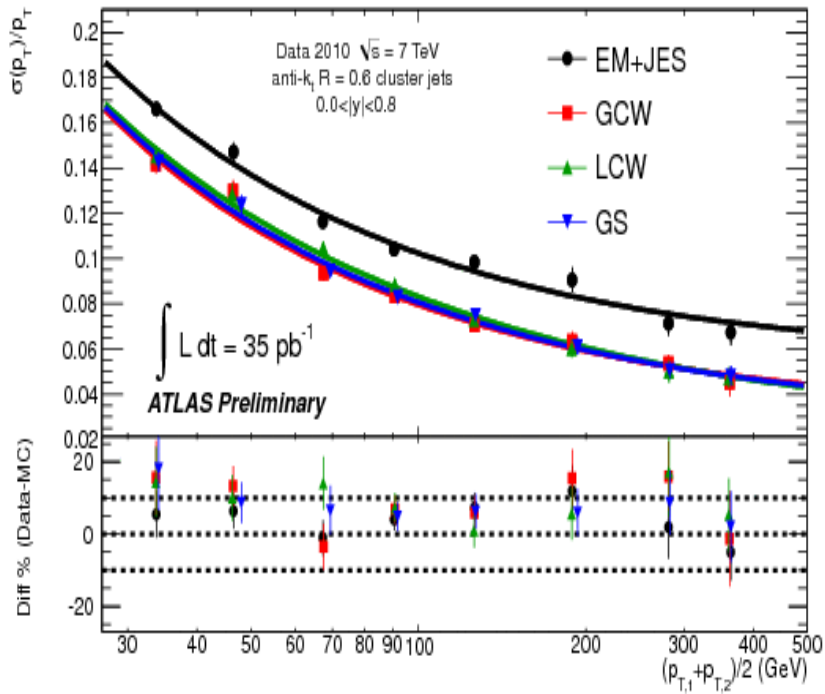
Jets (et tau-jets) et ETmiss

- ATLAS: reconstruction purement calorimétrique
- CMS : “particle Flow” adapté à :
 - fort champ central (4T)(particules chargées)
 - calo EM performant (photons)
 - calo hadronique plus limité

Résultats comparables.

Chacun satisfait de son approche.

Resolution en Jet pT



Comparable, ... mais bien d'autres aspects (systematiques/echelle d'energie,...)

Conclusions

- La calorimétrie est un élément essentiel pour un grand nombre d'expériences, et en particulier auprès des collisionneurs
- L'augmentation de l'énergie et/ou de la luminosité des machines comme la recherche de performances spécifiques (jets/ ILC) engendrent des développements continus
- Gilles a eu un rôle marquant dans L3 comme dans ATLAS
- Ses apports ont toujours été faits dans le respect de ses collaborateurs, le cas échéant en s'aidant d'un peu d'humour.
- Sa maîtrise de l'écrit supérieure à la moyenne lui a valu d'être souvent sollicité pour l'écriture des articles.
- Il était temps pour lui de "savourer" les résultats de physique qui s'annoncent passionnants, et génèrent déjà des débats passionnés