



# **Améliorations du détecteur ALICE du LHC (CERN)**

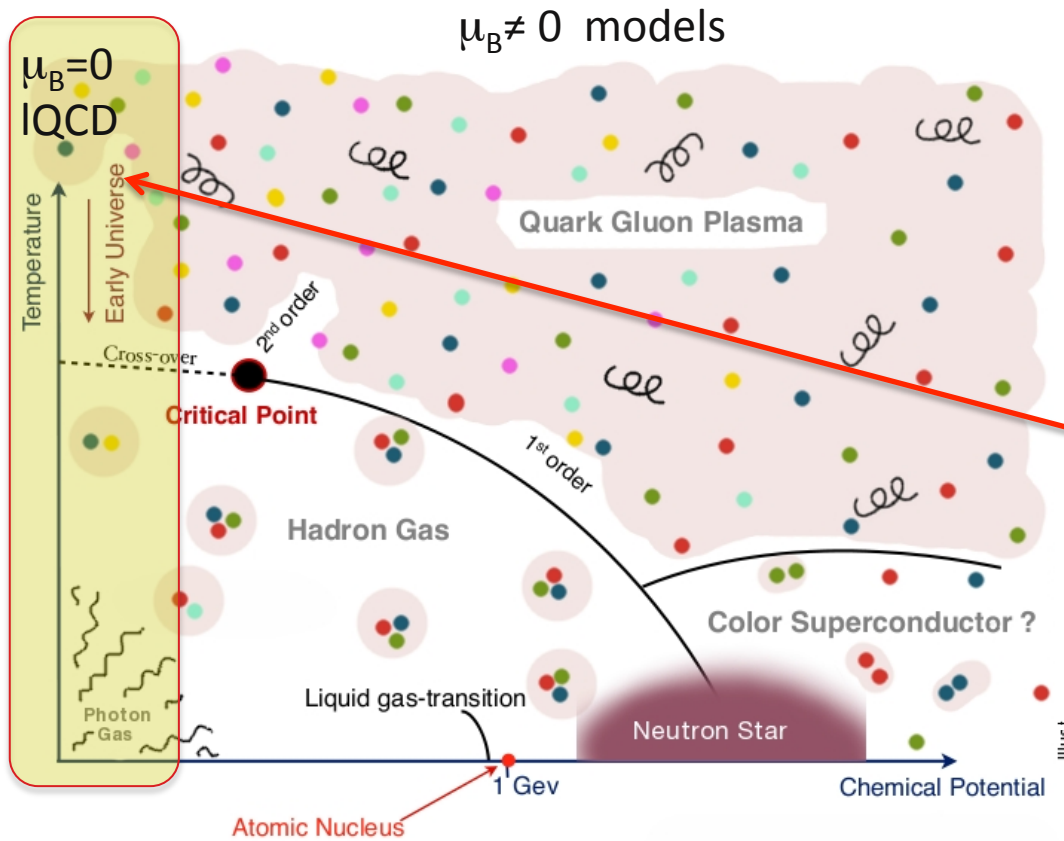
Ginés MARTINEZ GARCIA (Subatech)

Conseil Scientifique de l'IN2P3,  
séance ouverte du 30 janvier 2014

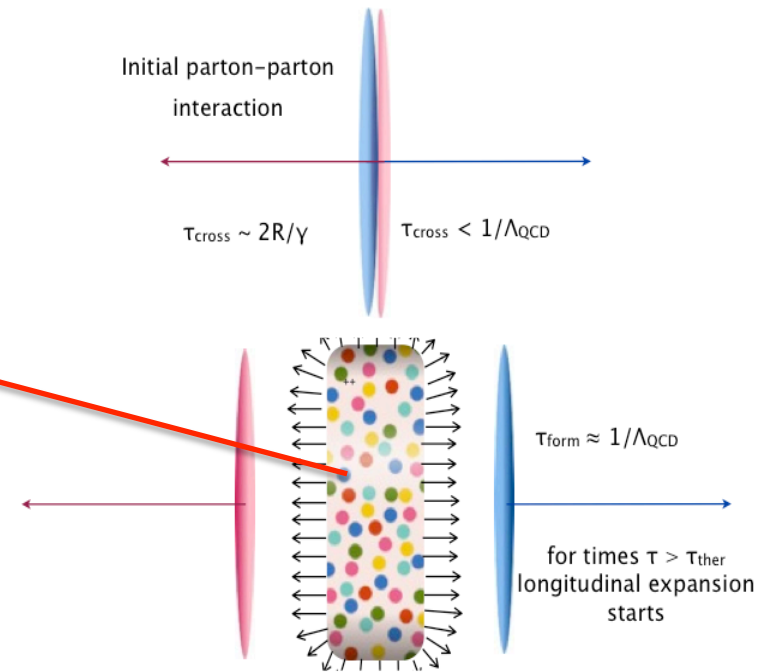
---

# ALICE : Étude du plasma de quarks et de gluons

Étude expérimentale du diagramme de phase de la matière hadronique via les collisions entre ions lourds aux énergies ultra relativistes



Bjorken PRD27 (1983) 140



At LHC  
 $\epsilon_0 \sim 10-40 \text{ GeV}/\text{fm}^3$   
 $T_i \sim 350-550 \text{ MeV}$



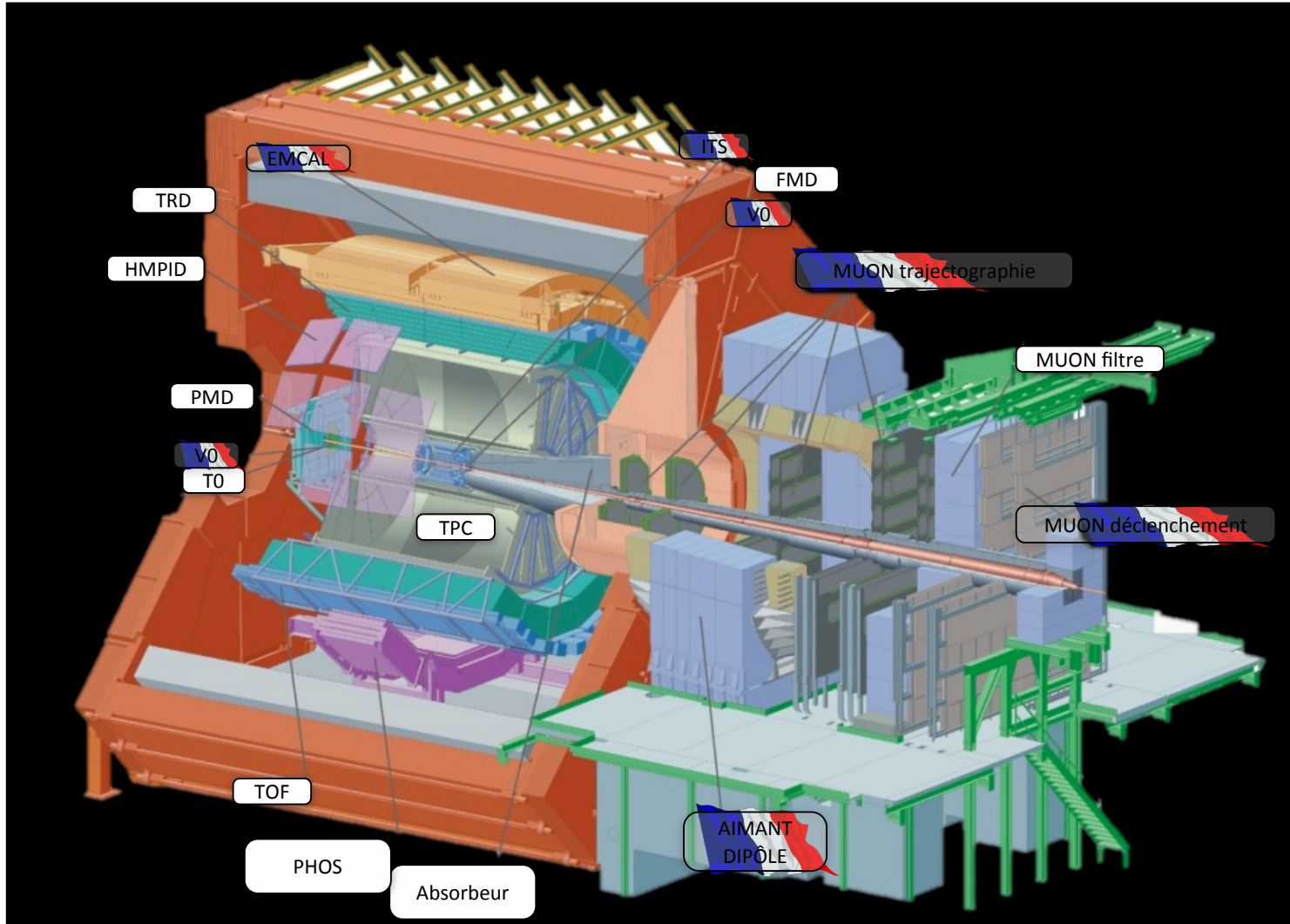
## Le RUN1 du LHC: 2010-2013

Nombreux résultats obtenus par la collaboration ALICE. Voir présentation par Y. Schutz lors du CS IN2P3 du juin 2012.

- ✓ 2010 p-p à 0,9 – 7 TeV.
- ✓ 2010 Pb-Pb à 2,76 TeV  $L_{\text{int}} \sim 10 \mu\text{b}^{-1}$  (MB et MUON).
- ✓ 2011 p-p à 2,76 – 7 TeV.
- ✓ 2011 Pb-Pb à 2,76 TeV  $L_{\text{int}} \sim 150 \mu\text{b}^{-1}$  (MB, centralité et rares).
- ✓ 2012 p-p à 8 TeV (EMCAL et MUON)  $L_{\text{int}} \sim 3 \text{pb}^{-1}$ .
- ✓ 2013 Pb-p/p-Pb à 5 TeV  $L_{\text{int}} \sim 10 \text{nb}^{-1}$  (MB et rares).



# Le détecteur ALICE



## ALICE-France

IPHC Strasbourg

IPN Lyon

IPN Orsay

IRFU Saclay

LPC Clermont

LPSC Grenoble

Subatech Nantes



## ALICE: quelques mots sur la production Scientifique

Source: inspirehep.net (type p)

- ✓ 68 publications  
(première soumise en nov. 2009).
- ✓ 13 articles avec une forte contribution française.
- ✓ 10 publications avec le spectromètre à muons.

### 3. Elliptic flow of charged particles in Pb-Pb collisions at 2.76 TeV

<sup>(343)</sup> ALICE Collaboration (K Aamodt (Bergen U.) *et al.*). Nov 2010. 10 pp.

Published in *Phys.Rev.Lett.* **105** (2010) 252302

DOI: [10.1103/PhysRevLett.105.252302](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.105.252302)

e-Print: [arXiv:1011.3914](https://arxiv.org/abs/1011.3914) [nucl-ex] | [PDF](#)

[References](#) | [BibTeX](#) | [LaTeX\(US\)](#) | [LaTeX\(EU\)](#) | [Harvmac](#) | [EndNote](#)

[CERN Document Server](#) | [ADS Abstract Service](#)

[Detailed record](#) - Cited by 343 records 250+

### 15. $J/\psi$ suppression at forward rapidity in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV

<sup>(87)</sup> ALICE Collaboration (Betty Abelev (LLNL, Livermore) *et al.*). Feb 2012. 16 pp.

Published in *Phys.Rev.Lett.* **109** (2012) 072301

CERN-PH-EP-2012-012

DOI: [10.1103/PhysRevLett.109.072301](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.109.072301)

e-Print: [arXiv:1202.1383](https://arxiv.org/abs/1202.1383) [hep-ex] | [PDF](#)

[References](#) | [BibTeX](#) | [LaTeX\(US\)](#) | [LaTeX\(EU\)](#) | [Harvmac](#) | [EndNote](#)

[CERN Document Server](#) | [ADS Abstract Service](#)

Data: [INSPIRE](#) | [HepData](#)

[Detailed record](#) - Cited by 87 records 50+





## Stratégie à 10 ans de la collaboration ALICE

**Bas  $p_T$  et  $|y| < 4$  pour saveurs lourdes et charmonium, di-lepton et « chimie » de jets en ions lourds**

- ✓ Saveurs lourdes : mesure de la section efficace totale,  $p_T \geq 0$  sur toute la gamme de rapidité couverte par ALICE.
- ✓ Quarkonia : mesure de précision de la dissociation et de la régénération des états du quarkonium.
- ✓ Di-leptons de basse masse : mesure des photons virtuels thermiques et de la fonction spectrale du méson  $\rho$  pour étudier la restauration de la symétrie chirale.
- ✓ Jets : Identification de particules dans les jets, jets c et b à bas  $p_T$  et dissipation de l'énergie perdue par le jet dans le milieu.



## Le RUN2 du LHC : 2015-2018

Pb-Pb à 5 TeV et  $L_{\text{int}} \sim 1 \text{ nb}^{-1}$  (x10)

- Détecteur complet :
  - TRD et DCAL installés en 2014.
- Physique PQG :
  - spectres des hadrons légers et saveurs lourdes.
  - flow et  $R_{AA}$  de hadrons légers.
  - $R_{AA}$  des saveurs lourdes et quarkonia.
  - modification des jets.
- p-p comparable à Pb-Pb.



## Le RUN3 du LHC: 2019-2025

Pb-Pb à 5.5 TeV  $L_{\text{int}} \sim 10 \text{ nb}^{-1}$

- Amélioration du détecteur ALICE (LS2):

-  – Électronique de lecture à 50-100 kHz Pb-Pb MB (MUON)

-  – Nouvel ITS

- Nouvelles chambres de la TPC

-  – Trajectomètre interne pour le spectromètre à muons

- Nouvelle architecture DAQ-HLT-Online-Offline (O2): 1 To/s → 20 Go/s

Toujours une implication française sur les analyses EMCAL/DCAL



# Les améliorations d'ALICE pour le RUN3

## Améliorations d'ALICE

Lol:

- ✓ ALICE
- ✓ ITS
- ✓ MFT

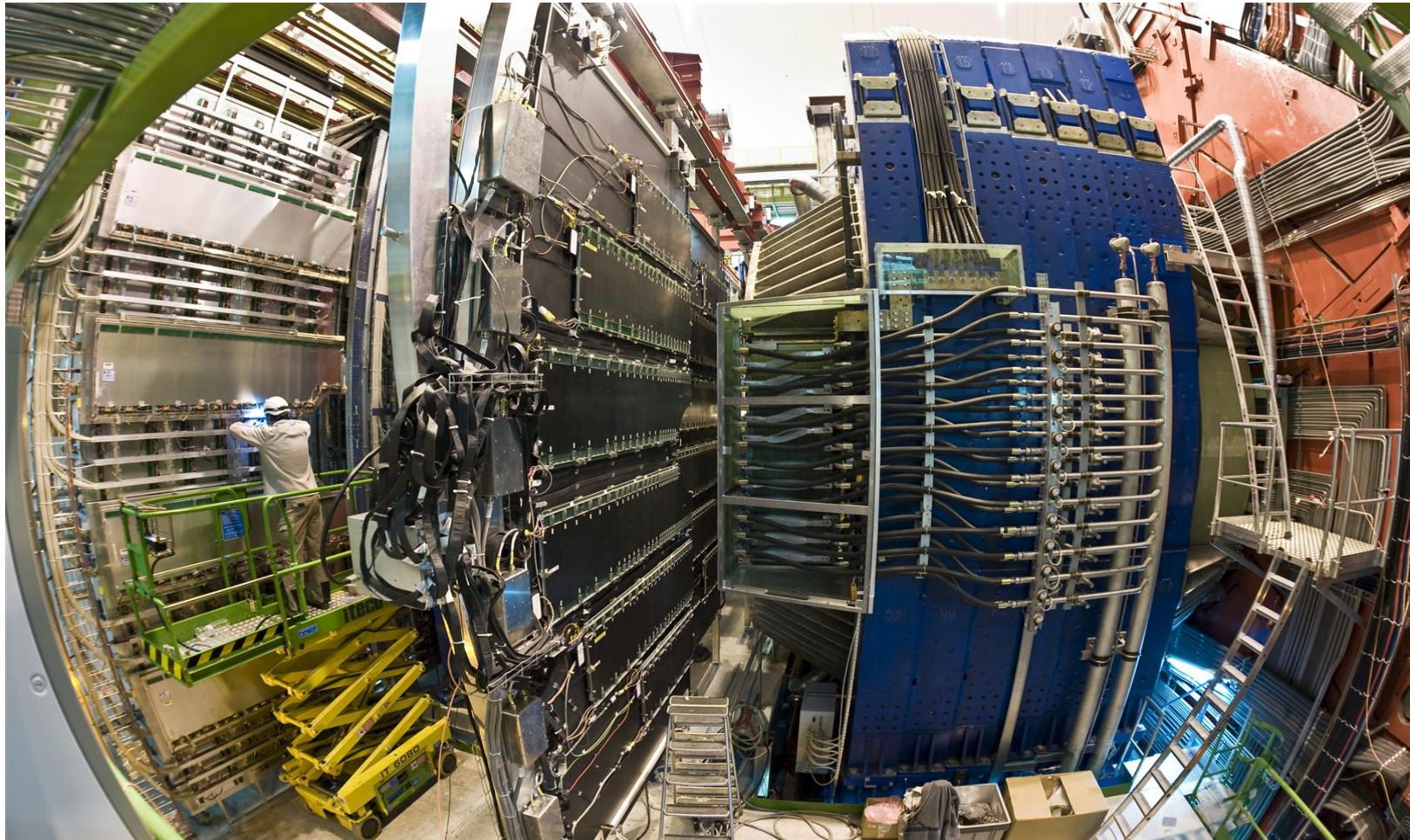
TDR:

- ✓ Système de lecture
- ✓ ITS
- ✓ TPC



# Le spectromètre à muons

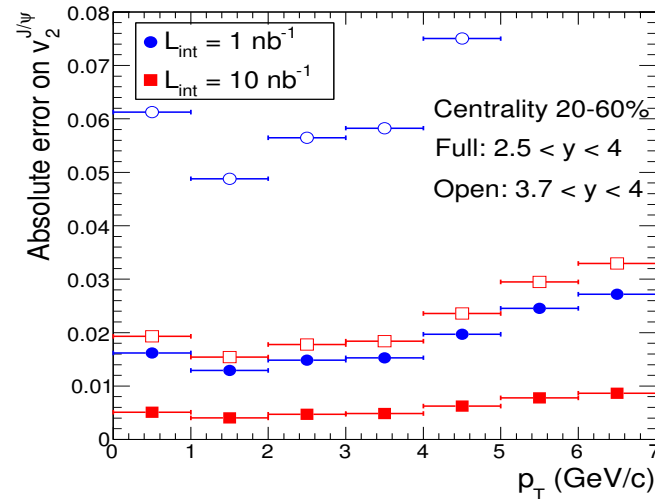
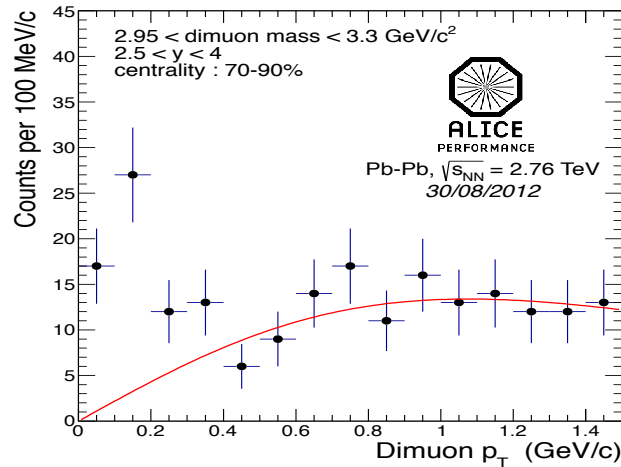
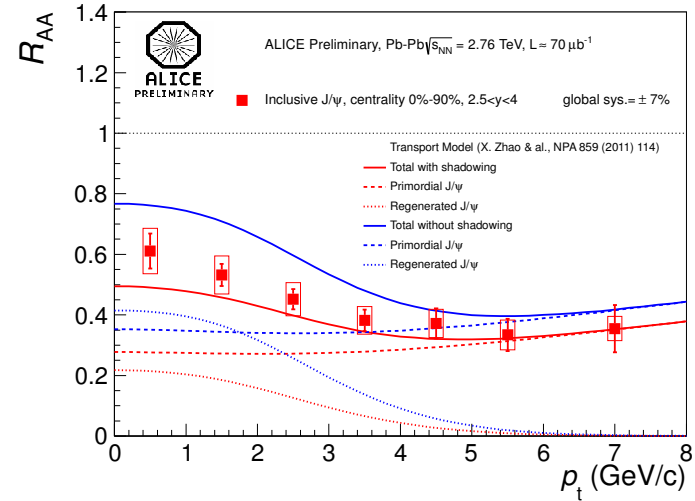
RUN3 du LHC: Nouvelle électronique de lecture. Muon trigger → Muon ID





# Les motivations de physique

- ✓  $R_{AA}$   $J/\psi$  détaillé.
- ✓ Polarisation du  $J/\psi$ .
- ✓ La mesure  $\psi(2S)$ .
- ✓ Excès à bas  $p_T$ .

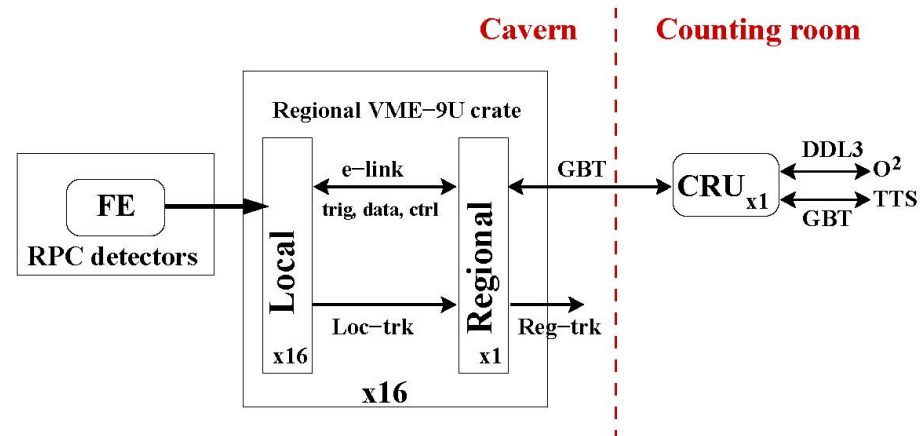
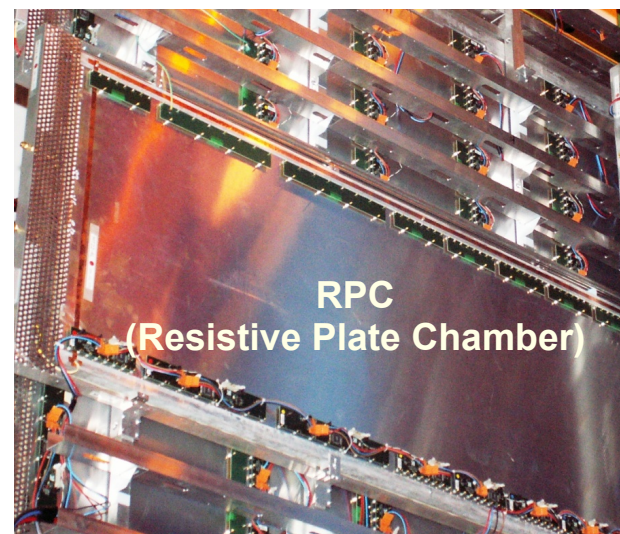


Figures 2.32, 2.38 et 2.40 de la Lol d'amélioration d'ALICE

## L'identificateur de muons

Nouvelle FEE avec amplification: limiter le vieillissement et augmenter le taux de comptage.

- ✓ 4 plans RPC avec 20992 voies, 2384 cartes FEE.
- ✓ R&D nouvelle FEE depuis fin 2012 : ASIC et carte FEERIC.
- ✓ Lecture à 100kHz Pb-Pb.  
Nouvelles cartes locales et régionales.



# Coût électronique pour l'identificateur de muons

2 ETP FE (LPC Clermont) et 2 ETP RO (Subatech)

		2014	2015	2016	2017	2018	Total
<b>R&amp;D RO</b>	<b>IN2P3 (k€)</b>	0	25	25	0	0	50
<b>FE + RPC</b>	<b>(kCHF)</b>	50	260	85	85	0	480
	<b>IN2P3 (k€)</b>	15	110	37.5	37.5	0	200
<b>RO</b>	<b>(kCHF)</b>	40	130	65	65	0	300
	<b>IN2P3 (k€)</b>	30	105	52.5	52.5	0	240
<b>Total investissement</b>	<b>(kCHF)</b>	90	390	150	150	0	780
	<b>IN2P3 (k€)</b>	45	215	90	90	0	<b>440</b>
<b>Total avec R&amp;D</b>	<b>IN2P3 (k€)</b>	45	240	115	90	0	<b>490</b>

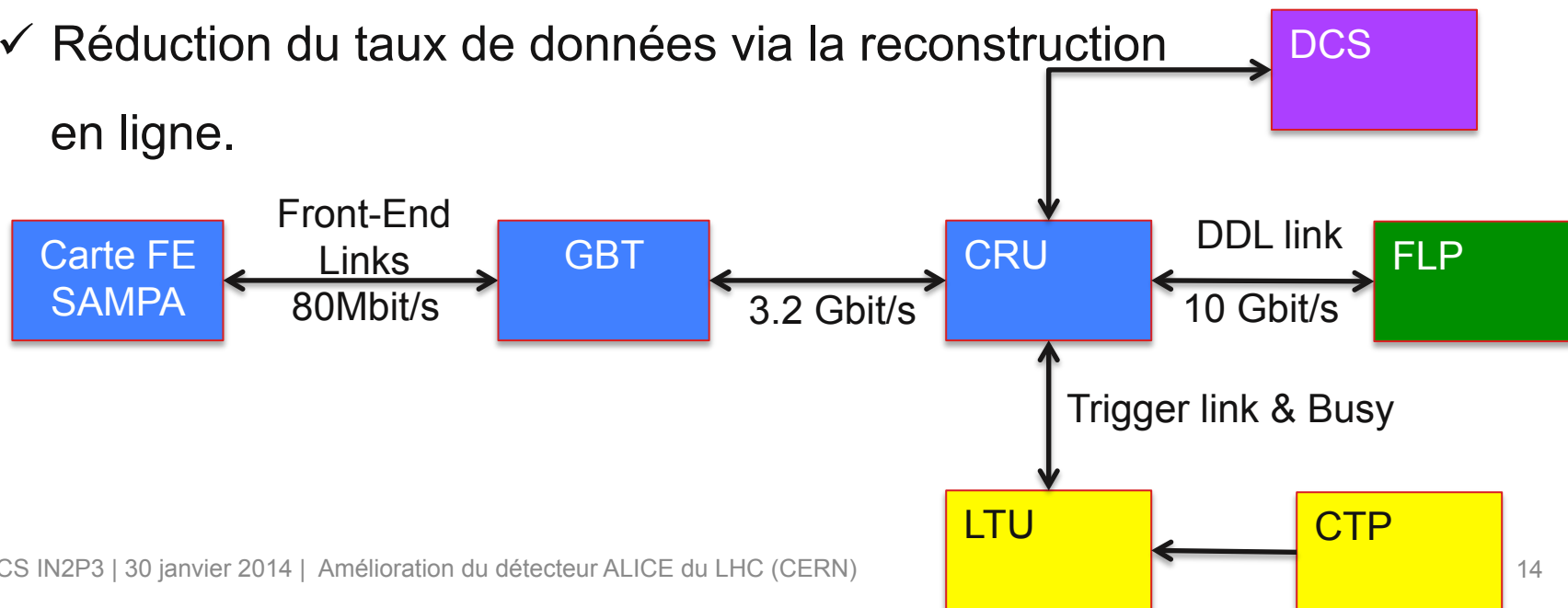
2 laboratoires IN2P3 / 3

69% financement IN2P3

## Le trajectomètre à muons

### Lecture à 100 kHz en Pb-Pb MB

- ✓ Actuellement la limite de lecture à 1 kHz (grâce au déclencheur muon équivaut à ~4kHz en MB).
- ✓ 38000 ASIC SAMPA (MUON+TPC), 19000 cartes FE, 500 GBT et 20 CRU.
- ✓ Réduction du taux de données via la reconstruction en ligne.



# Nouvel ASIC SAMPA pour le spectromètre.

Collaboration IRFU, Lund, Bergen, Sao Paolo et CERN

- ASIC commun pour la TPC.
- TSMC CMOS 130 nm ; technologie 1.2 V (Taiwan).
- Conception et production en collaboration avec le groupe de Sao Paolo.
- Run d'ingénierie en mai 2015.

Specification	MCH
Voltage supply	1.25 V
Polarity	Positive/negative
Detector capacitance	40 – 80 pF
Peaking time	300 ns
Equivalent Noise (ENC)	< 950e@40pF* < 1600e@80pF*
Shaping order	4th
Linear range	500 fC on 2 V ((Vpp = -1 -> 1 V)
Sensitivity	4 mV/fC
Non-linearity (CSA+Shaper)	< 1%
ADC resolution	10 bit
Sampling frequency	10 MHz (or 20 MHz ?)
Power consumption/channel	4 mW (ADC) ; 6 mW (CSA +Shaper)
Channels per chip	32



## Cartes frontales pour le trajectomètre

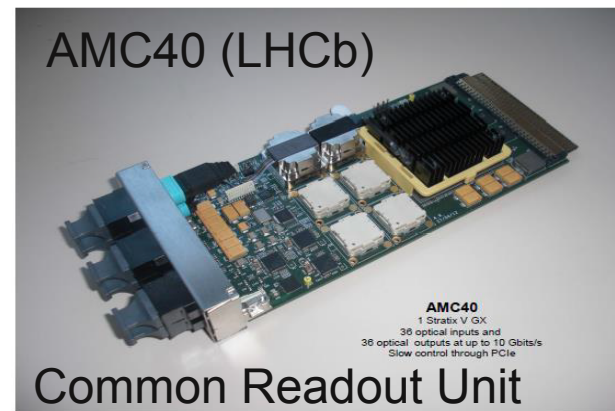
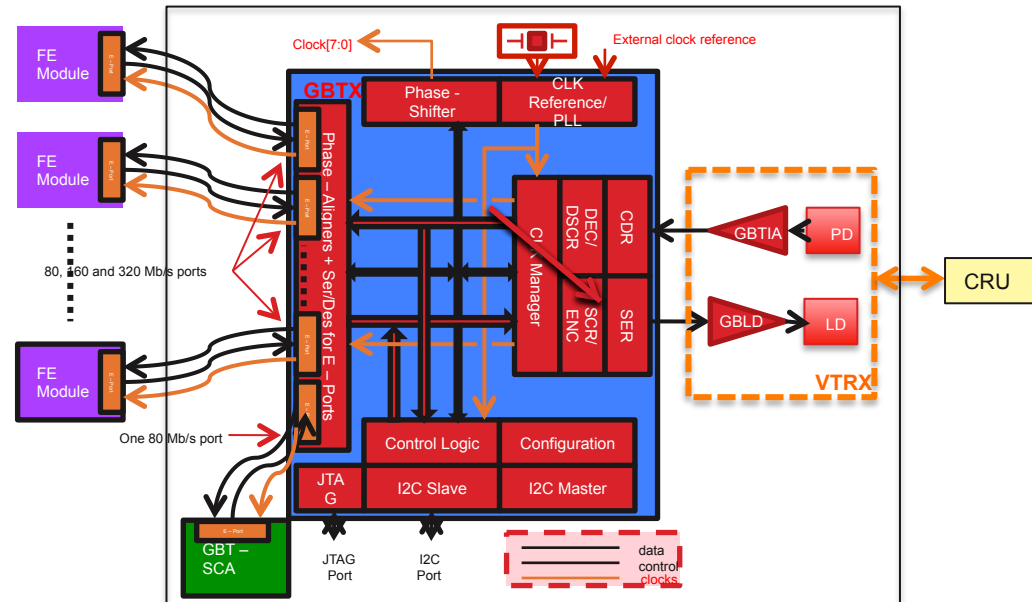
- 19000 cartes frontales (64 canaux, 2 ASICs SAMPA par carte (IPN Orsay)).
- Cartes pour St12 différentes de celles des St345.
- Bus des données digitales extérieur aux chambres: câbles St345 et PCB pour St12



# Le système de lecture

GBT+CRU commun pour toutes les améliorations d'ALICE

- ✓ Carte GBT  
(*Giga-Bit Transceiver*)  
avec Cagliari et Saclay.
- ✓ CRU (*Common Readout Unit*):  
Hongrie et Inde.





## Coût électronique pour le trajectomètre à muons

- ✓ ASIC SAMPA (1406 kCHF) par le groupe de Sao Paolo.
- ✓ Les cartes (745 kCHF = 610 k€) par l'IPN d'Orsay. 3 ETP.
- ✓ CRU (158 kCHF) par les laboratoires indiens.
- ✓ Data transmission: (721 kCHF ~ 600 k€): Cagliari et Saclay.

Item		Coût total
R&D IN2P3 (k€)		100
SAMPA		1 406
FEC	total (kCHF)	745
	IN2P3 (k€)	610
câble FE2GBT	total (kCHF)	285
	IN2P3 (k€)	40
GBT		271
Fibres optiques		165
CRU		182
Distribution trigger		10
Total investissement	total (kCHF)	3 064
	IN2P3 (k€)	650
Total avec R&D		750

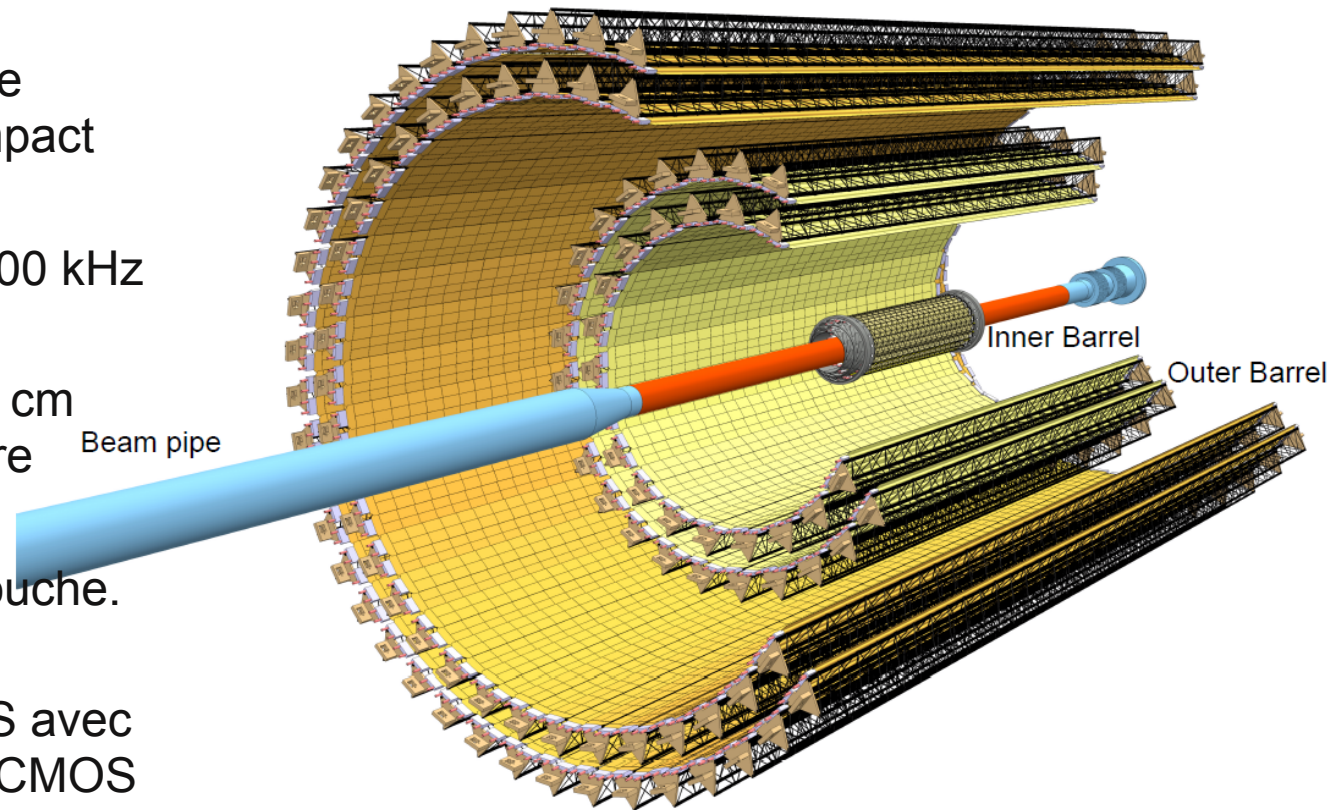
3 laboratoires IN2P3 / 7

26% financement IN2P3

## Le nouvel ITS pour ALICE

Un trajectomètre de haute précision. 10 m<sup>2</sup> en silicium à pixels.

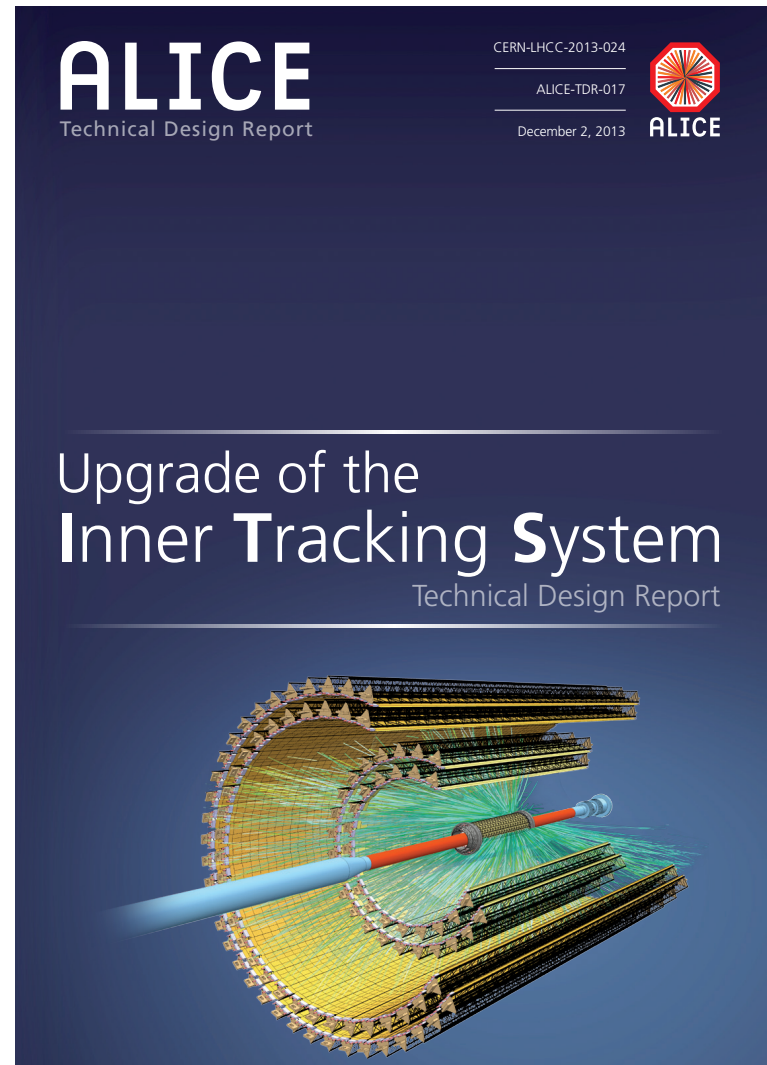
- ✓ Amélioration d'un facteur 3 de la résolution sur le paramètre d'impact des particules.
- ✓ Lecture à 50-100 kHz en Pb-Pb MB.
- ✓ Rayon de 2.24 cm pour la première couche.
- ✓ 0.3%  $X_0$  par couche.
- ✓ 7 couches de capteurs MAPS avec la technologie CMOS 0.18 $\mu$ m de TowerJazz.





## Le *Technical Design Report*.

- ✓ Approuvé par le LHCC en décembre 2013:
  - ✓ <http://cds.cern.ch/record/1625842?ln=en>
- ✓ La prochaine étape, avant le *CERN Research Board*, sera la revue du projet par le *Upgrade Cost Group (UCG)* en mars 2014.

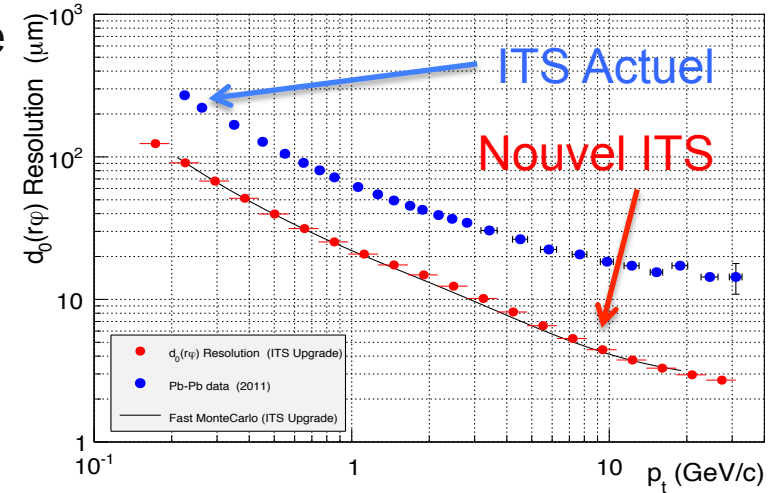




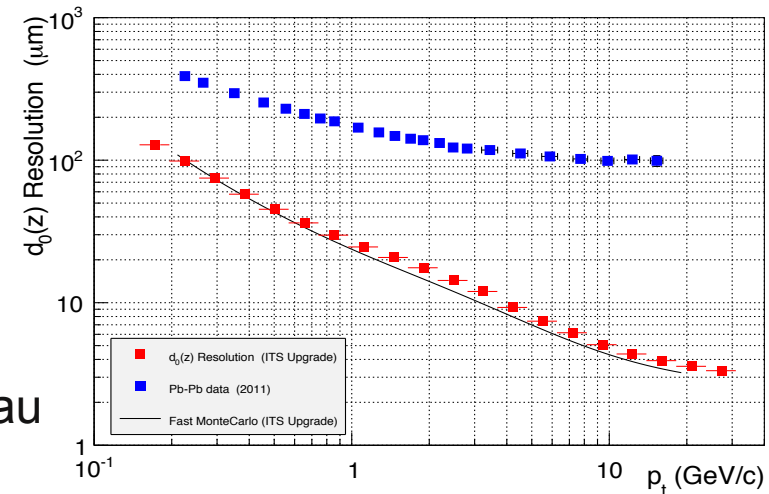
# Résolution sur le paramètre d'impact des particules

plan transverse

- ✓ Amélioration considérable des performances de l'ITS actuel.
- ✓ Crucial pour la physique des saveurs lourdes ouvertes.



Axe du faisceau



Figures 7.6 et 7.7, ITS TDR

## Les motivations de physique du nouvel ITS.

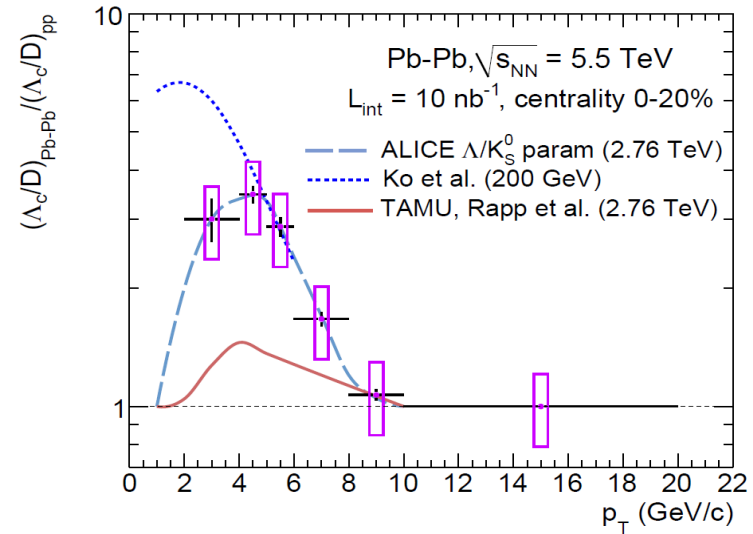
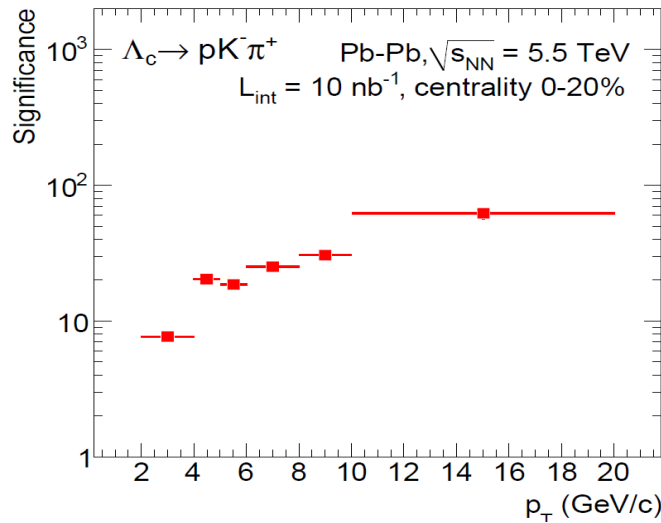
- ✓ Saveurs lourdes  
ouvertes.
- ✓ Quarkonia.
- ✓ Résonnances de  
basses masses  
en di-électron.

Observable	ITS actuel, 0.1 nb <sup>-1</sup>		nouvel ITS 10 nb <sup>-1</sup>	
	p <sub>T</sub> <sup>min</sup> (GeV/c)	erreur statistique	p <sub>T</sub> <sup>min</sup> (GeV/c)	erreur statistique
	saveurs lourdes			
R <sub>AA</sub> méson <i>D</i>	1	10 %	0	0.3 %
R <sub>AA</sub> méson <i>D<sub>s</sub></i>	4	15 %	< 2	3 %
R <sub>AA</sub> méson <i>D</i> de <i>B</i>	3	30 %	2	1 %
R <sub>AA</sub> <i>J/ψ</i> de <i>B</i>	1.5	15 %	1	5 %
production B <sup>+</sup>	non mesurable		3	10 %
R <sub>AA</sub> Λ <sub>c</sub>	non mesurable		2	15 %
rapport Λ <sub>c</sub> /D <sub>0</sub>	non mesurable		2	15 %
production Λ <sub>b</sub>	non mesurable		7	20 %
v <sub>2</sub> méson <i>D</i>	1	10 %	0	0.2 %
v <sub>2</sub> méson <i>D<sub>s</sub></i>	non mesurable		< 2	8 %
v <sub>2</sub> méson <i>D</i> de <i>B</i>	non mesurable		2	8 %
v <sub>2</sub> <i>J/ψ</i> de <i>B</i>	non mesurable		1	60 %
v <sub>2</sub> Λ <sub>c</sub>	non mesurable		3	20 %
	di-électrons			
Température	non mesurable			10 %
v <sub>2</sub>	non mesurable			10 %
Fonction spectrale	non mesurable		0.3	20 %
	Hypernoyau			
production <sup>3</sup> ΛH	2	18 %	2	1.7 %

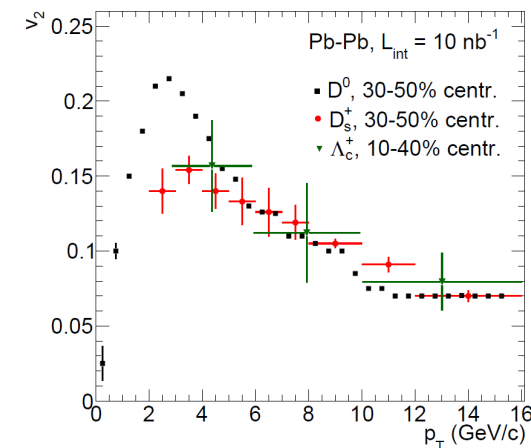
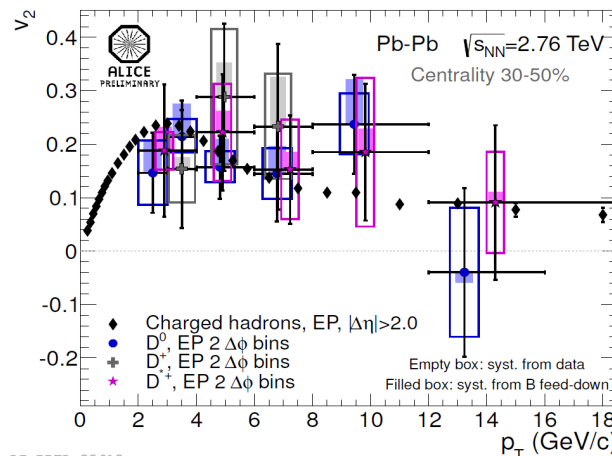
# Les performances du nouvel ITS

## Mesure de saveurs lourdes

$\Lambda_c$



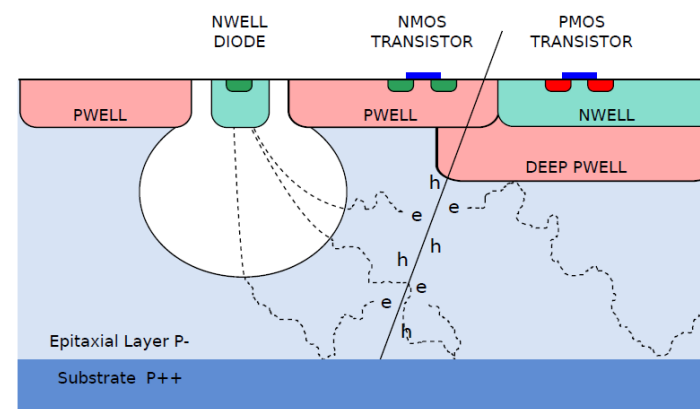
$V_2$



# Le capteur du nouvel ITS

## Rôle moteur de la France dans la R&D

- ✓ MAPS (Monolithiques Active Pixel Sensors) en technologie CMOS 0.18  $\mu\text{m}$  de TowerJazz.
- ✓ Pixels de  $30 \times 30 \mu\text{m}^2$  et  $50 \mu\text{m}$  d'épaisseur.
- ✓ Tolérance aux radiations : 700 kRad (ionisantes) et  $10^{13}$  neq/ $\text{cm}^2$  (non ionisantes)

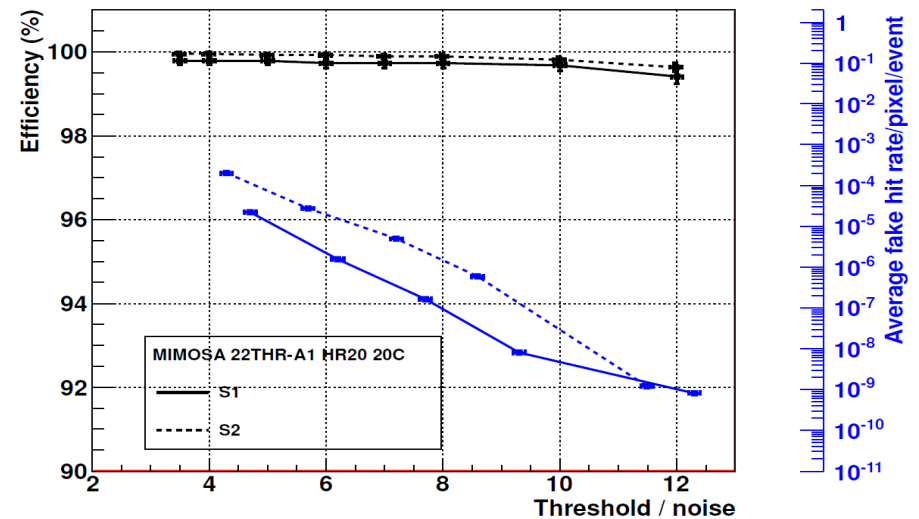


<b>Epaisseur</b>	50 $\mu\text{m}$
<b>Résolution spatiale couches internes</b>	5 $\mu\text{m}$
<b>Résolution spatiale couches externes</b>	10 $\mu\text{m}$
<b>Dimension du capteur</b>	15 x 30 $\text{mm}^2$
<b>Densité de puissance maximale couches internes</b>	300 $\text{mW}/\text{cm}^2$
<b>Densité de puissance maximale couches externes</b>	100 $\text{mW}/\text{cm}^2$
<b>Temps d'intégration maximal</b>	30 $\mu\text{s}$
<b>Efficacité de détection minimale</b>	99 %



## Contribution française (IPHC et LPSC)

- ✓ R&D sur les capteurs Mistral et Astral. Conception et test des micro-circuits.
- ✓ Analyse de tests sous faisceaux et en laboratoire.
- ✓ Production et test de modules (pour les couches #5 et #6).
- ✓ Mécanique de moules et de pièces composites pour les échelles.
- ✓ Coordination du développement des logiciels de simulation et de reconstruction du nouvel ITS.
- ✓ Simulations pour la reconstruction de baryons charmés et de jets beaux.

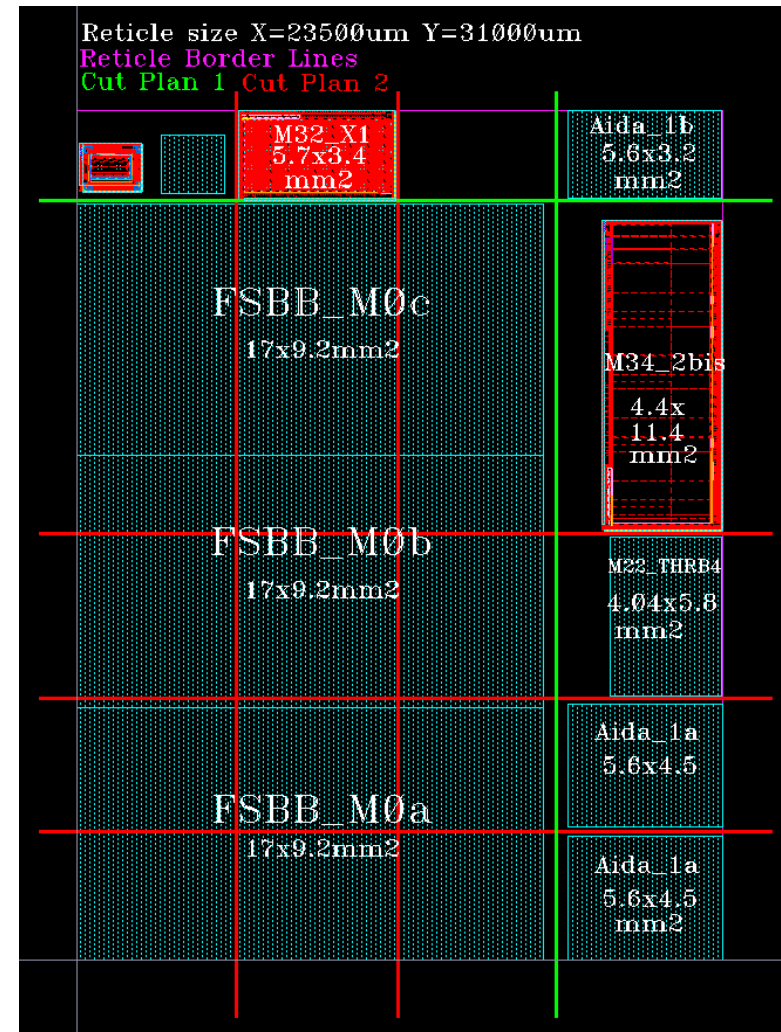


	ETP 2014-2015	ETP 2016-2018
R&D Pixel	16	0
Production et Test modules	2	5
Développement logiciels	2	2
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>7</b>

# Capteur pour le nouvel ITS

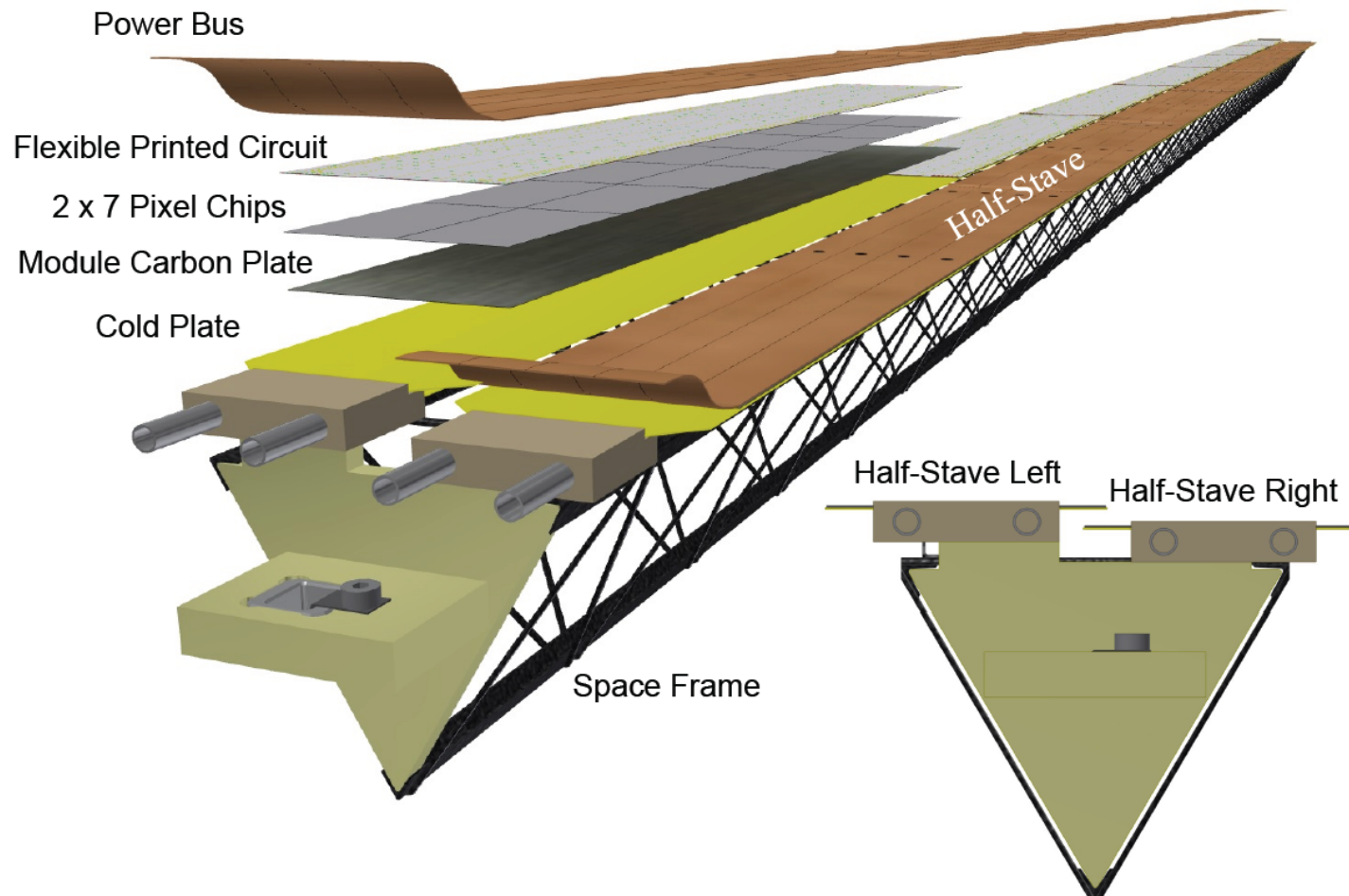
## R&D à l'IPHC

- ✓ Nombreux développements avec le run d'ingénierie de 2013.
- ✓ Capteurs MISTRAL et ASTRAL.
- ✓ Soumission du prototype complet pour février 2014: 3 FSBBs, 1 MIMOSA-34 avec grands pixels, 1 MIMOSA-22THRb avec grands pixels, 1 MIMOSA-32 pour l'optimisation de l'électronique du pixel.
- ✓ Alternative développée au sein de la collaboration: capteur ALPIDE.
- ✓ Décision sur le capteur pour ALICE à partir de juillet 2014.



# Les couches externes

## Contribution à la fabrication des couches externes par l'IPHC



# Coût total du nouvel ITS

## Total de 12 MCHF.

**Table 9.1:** Cost estimate and sharing of responsibilities.

Item	Cost (kCHF)	Institutes
<b>Total</b>	<b>12 039</b>	
<b>Pixel Chip</b>	<b>5000</b>	
CMOS wafers	3500	CERN, INFN, IPHC, STFC
Thinning & dicing	1000	CERN, INFN, IPHC, STFC
Series test	500	CCNU, INFN, Korea
<b>Inner Layer Stave</b>	<b>225</b>	CERN, St. Petersburg, Ukraine
FPC construction	43	CERN, Ukraine
FPC test	12	CERN
HIC assembly & test	30	CERN
SF & Cold Plate construction	40	CERN, St. Petersburg
SF & Cold Plate test	20	CERN, St. Petersburg
Stave assembly & test	80	CERN
<b>Middle Layers</b>	<b>644</b>	
FPC construction	180	CERN, LBNL, Ukraine
FPC test	48	STFC, LBNL
Module assembly & test	117	CERN, LBNL, STFC
SF & Cold Plate construction	126	CERN, St. Petersburg
SF & Cold Plate test	48	CERN, LBNL, St. Petersburg
Stave assembly & test	125	CERN, LBNL
<b>Outer Layers</b>	<b>1789</b>	
FPC construction	541	INFN, Netherlands, Ukraine
FPC test	144	CCNU, Korea, Thailand
Module assembly & test	340	CCNU, INFN, IPHC, Korea, Netherlands
SF & Cold Plate construction	240	CERN, St. Petersburg
SF & Cold Plate test	144	CERN, St. Petersburg
Stave assembly & test	380	INFN, Netherlands ML
<b>Support and Installation</b>	<b>1031</b>	
Inner Layers End-Wheels	48	CERN
Middle Layers End-Wheels	110	LBNL
Outer Layers End-Wheels	125	INFN
Inner Barrel Shell	10	CERN
Inner Service Barrel	104	CERN
Outer Barrel Shell	62	CERN
Outer Barrel Cones	70	CERN, INFN, LBNL
Outer Service Barrel	104	CERN, INFN
Installation mechanics & test	398	CERN, LBNL, LPSC
<b>Read-out electronics</b>	<b>1200</b>	
Data e-links	600	INFN, Kosice, LBNL, Netherlands, Prague
Patch panels	100	Netherlands
Read-out Unit	300	COMSATS, INFN, LBNL
Optical links	200	COMSATS, INFN, LBNL
<b>Power distribution</b>	<b>1400</b>	
Power supplies	1000	CERN, INFN, Netherlands
Power distribution	200	Netherlands
Power regulation	200	Netherlands
<b>DCS</b>	<b>250</b>	Netherlands
<b>Cooling</b>	<b>500</b>	Netherlands

Tableau 9.1, ITS TDR

## Demande de budget du nouvel ITS à l'IN2P3

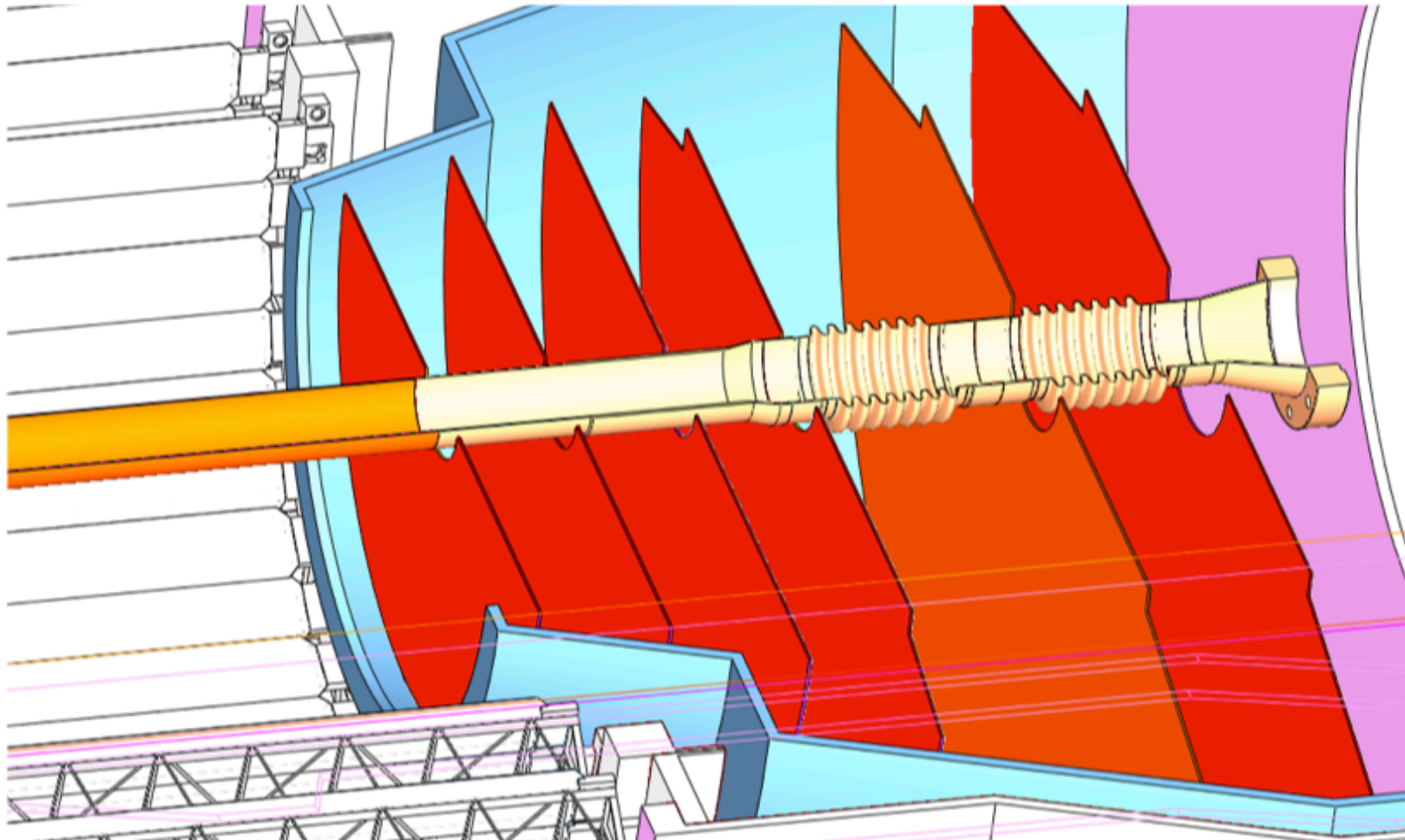
IPHC: R&D pixels, production galettes, assemblage et tests des modules (couches 5 et 6)

		2014	2015	2016	2017	2018	Total
<b>R&amp;D Pixel</b>	<b>(kCHF)</b>						
	<b>IN2P3 (k€)</b>	360	360	0	0	0	720
<b>Fabrication et Test pixel</b>	<b>(kCHF)</b>	0	0	5 000	0	0	5 000
	<b>IN2P3 (k€)</b>	0	0	900	0	0	900
<b>Fabrication et Test modules</b>	<b>(kCHF)</b>	0	250	250	0	0	500
	<b>IN2P3 (k€)</b>	0	50	50	0	0	100
<b>Total investissement</b>	<b>(kCHF)</b>	0	250	5 250	0	0	5 500
	<b>IN2P3 (k€)</b>	0	50	950	0	0	<b>1 000</b>
<b>Total avec R&amp;D</b>	<b>IN2P3 (k€)</b>	360	410	950	0	0	<b>1 720</b>

2 laboratoires IN2P3 / 33

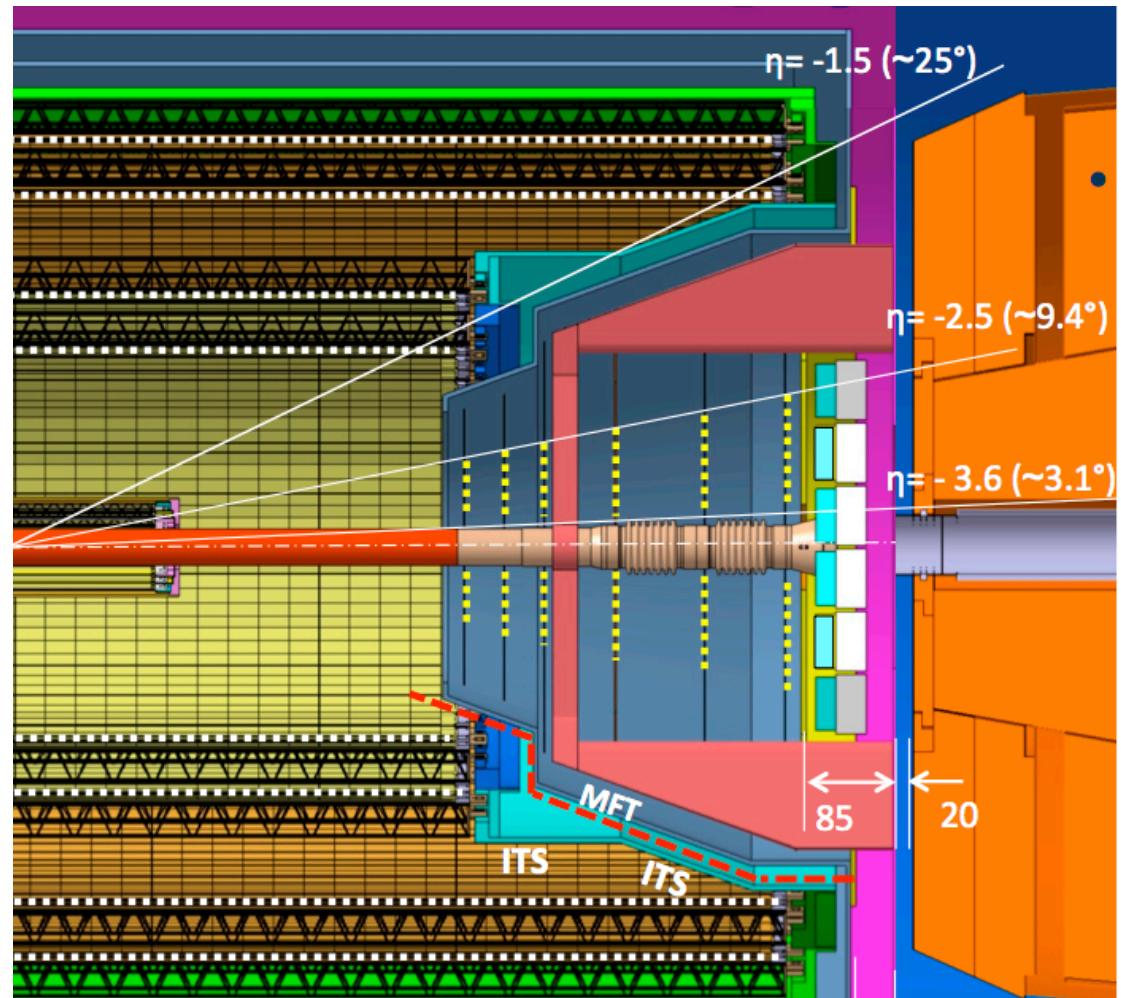
10.2% financement IN2P3

# MFT : Trajectomètre interne pour le spectromètre à muons



## Le projet MFT en quelques mots.

- Trajectométrie de précision : dizaines des  $\mu\text{m}$ .
- 2000 particules chargées par unité de rapidité.
- Défi pour l'intégration et pour l'association des traces.





# Addendum à la Lol d'ALICE

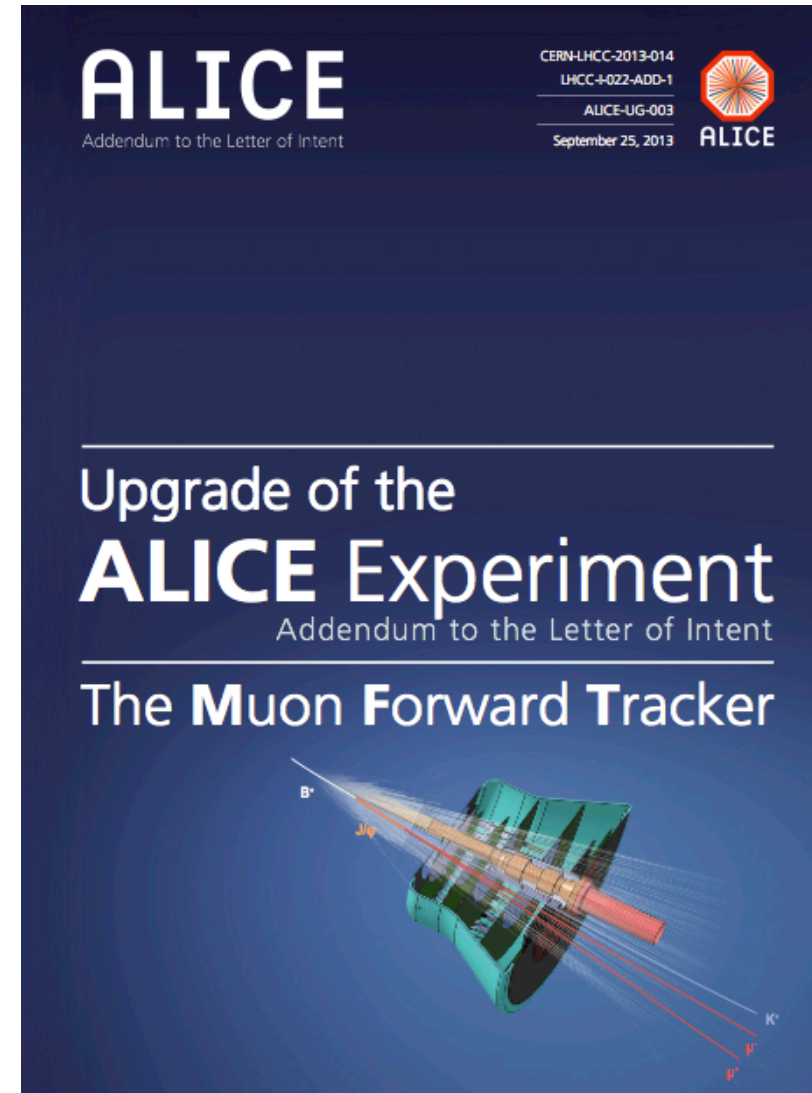
## Lol MFT approuvée par le LHCC

<http://cds.cern.ch/record/1592659?ln=fr>

*"Muon Forward Tracker (MFT)  
Addendum to the Letter of Intent  
endorsed and ALICE encouraged to  
prepare Technical Design Report."*

Message de Thomas ULLRICH (rapporteur  
ALICE au LHCC) reçu le 28 décembre 2013.

CR LHCC 26 septembre :  
[https://cds.cern.ch/record/1624366/files/  
LHCC-115.pdf](https://cds.cern.ch/record/1624366/files/LHCC-115.pdf))







## Les principales motivations de physique.

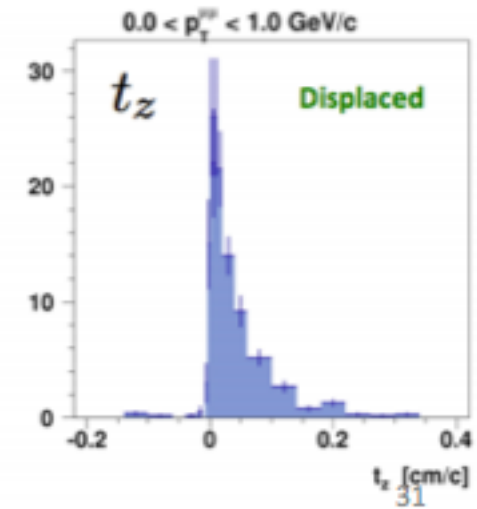
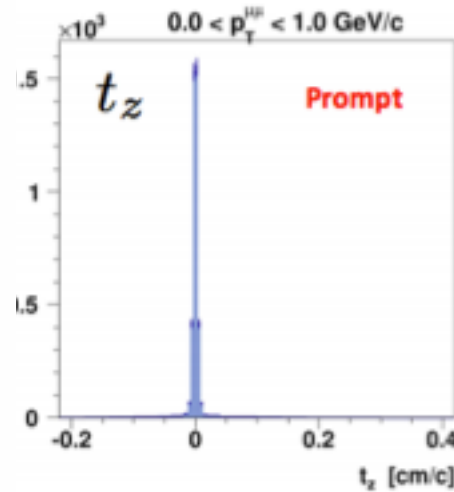
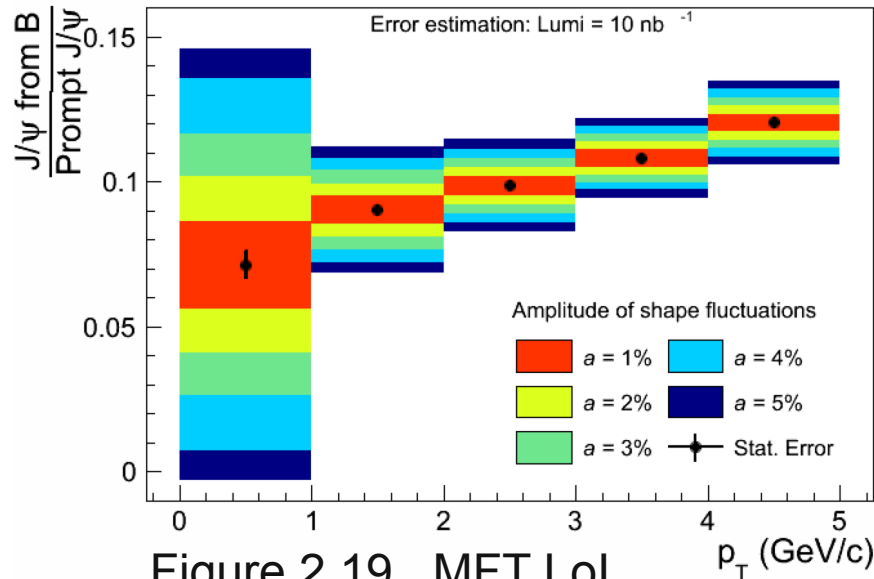
Sujet	Observable	MUON upgrade	MUON + MFT upgrade
Heavy flavour	$R_{AA}$ ( $J/\psi$ from B)	Non mesurable	$p_T > 0$ ; 10% (to be improved "à la LHCb")
	$v_2$ ( $J/\psi$ from B)	Non mesurable	Not evaluated yet
	$\mu$ decays from $c$ -hadrons	Non mesurable	$p_T > 1$ ; 7%
	$\mu$ decays from $b$ -hadrons	Non mesurable	$p_T > 2$ ; 10%
Charmonia	$R_{AA}$ (prompt $J/\psi$ )	Non mesurable	$p_T > 0$ ; 10%
	$v_2$ (prompt $J/\psi$ )	Non mesurable	Not evaluated yet
	$\psi'$	$p_T > 0$ ; 30%	$p_T > 0$ ; 10%
Low Mass	Low Mass spectral func. and QGP radiation	Non mesurable	$p_T > 1$ ; 20%



## Des cas de physique encore à évaluer.

- ✓ La réduction du fond dans la région de hautes masses n'a pas été étudiée. Cela sera sûrement crucial pour réduire les systématiques de la mesure des résonances  $\Upsilon(2S)$  et  $\Upsilon(3S)$ .
- ✓ De surcroît, la mesure du drell-yan est extrêmement intéressant pour la physique des bottomonia.
- ✓ L'étude du continuum dans les masses intermédiaires (rayonnement du PQG) est à considérer.

## La beauté à partir du $J/\psi$ déplacé.



Analyse via  $I_{xy}$  présenté dans le Lol sera **améliorée** par l'analyse « à la LHCb » en  $I_z$ .

Unique au LHC pour  $p_T=0$ .

## Le HFM (*Heavy Flavour Muons*)

- Rejet du fond dû aux interactions secondaires dans les absorbeurs.
- Rejet des muons dus aux décroissances faibles de  $\pi$  et K.
- Jusqu'à  $p_T=1$  GeV du muon ( $p_T>4$  GeV aujourd'hui).
- La combinaison avec la mesure du B à partir du  $J/\psi$  déplacé améliorera les performances de la mesure du charme.

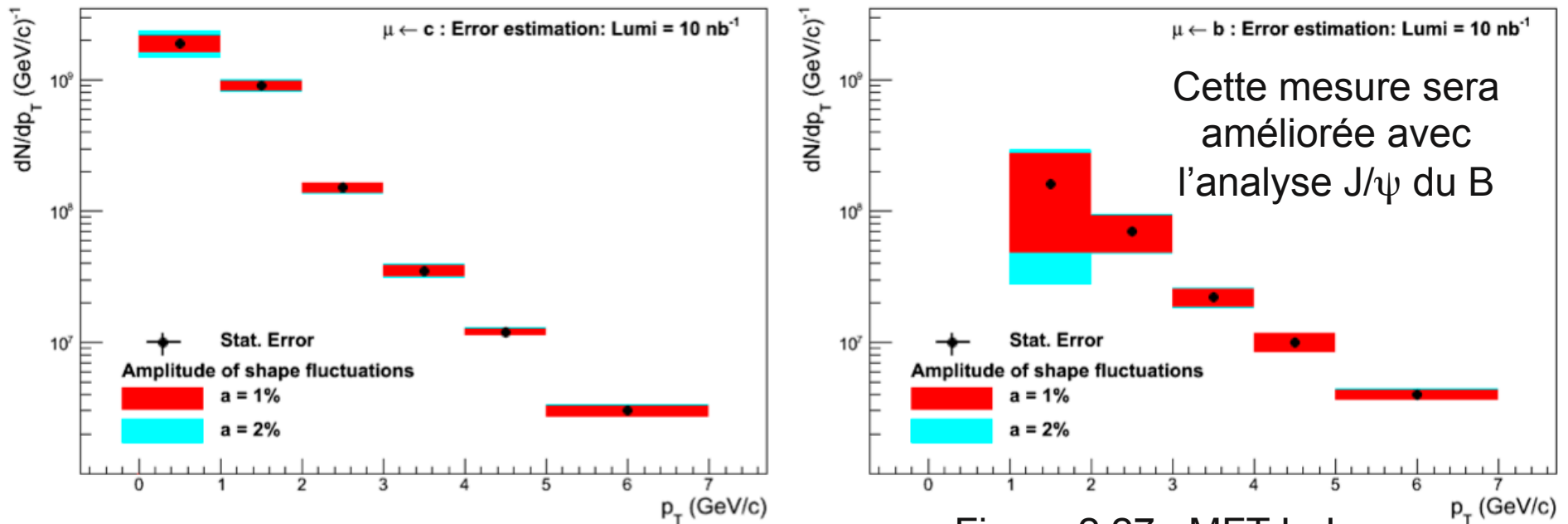
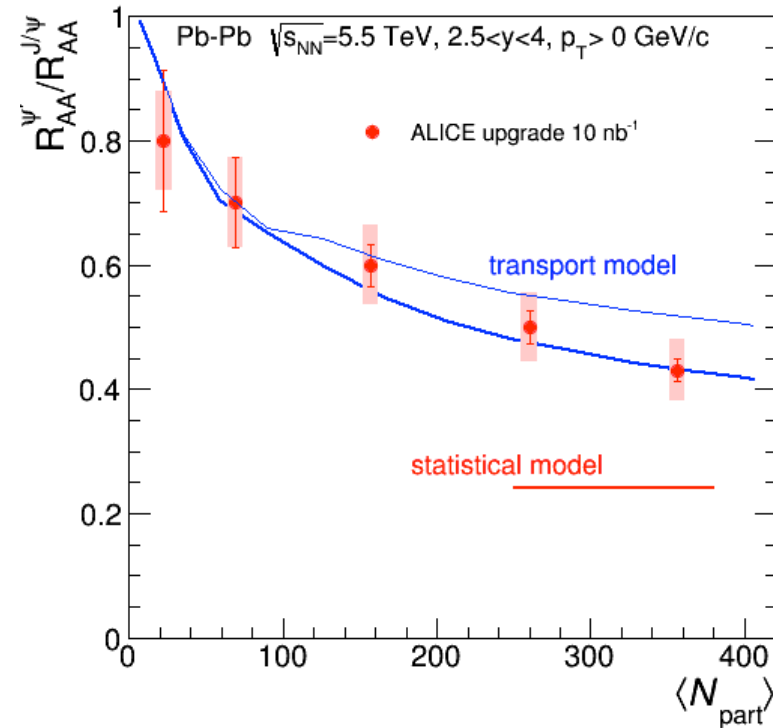
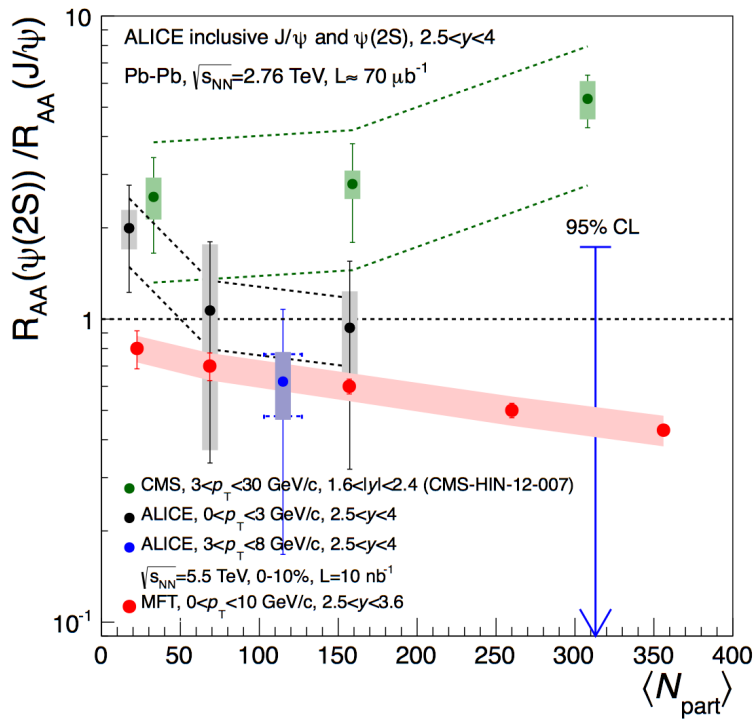


Figure 2.27, MFT Lol

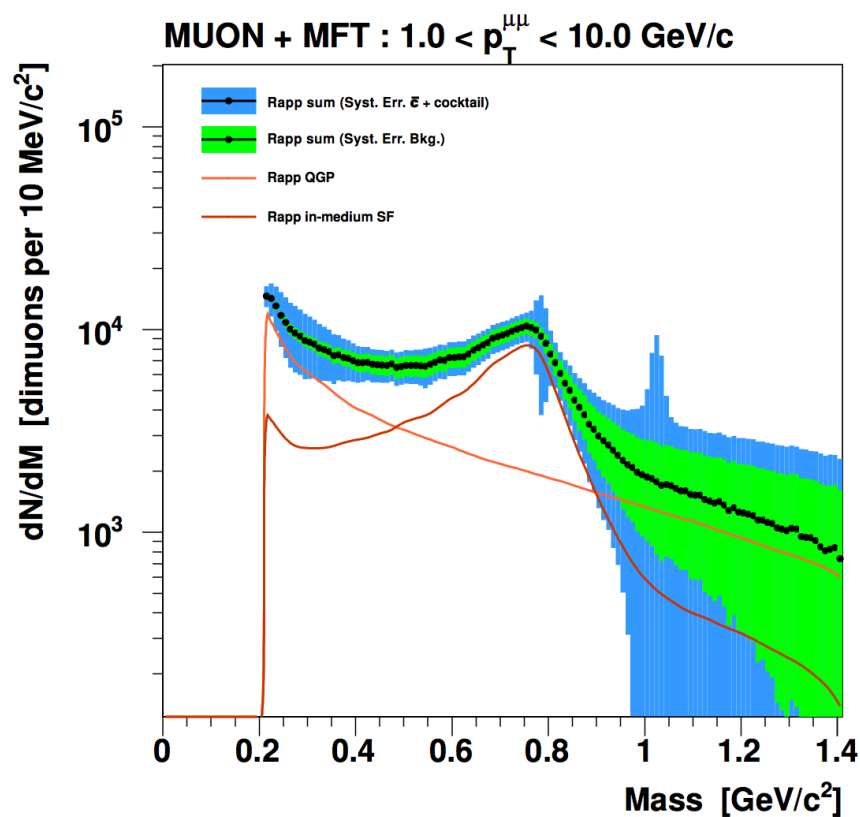
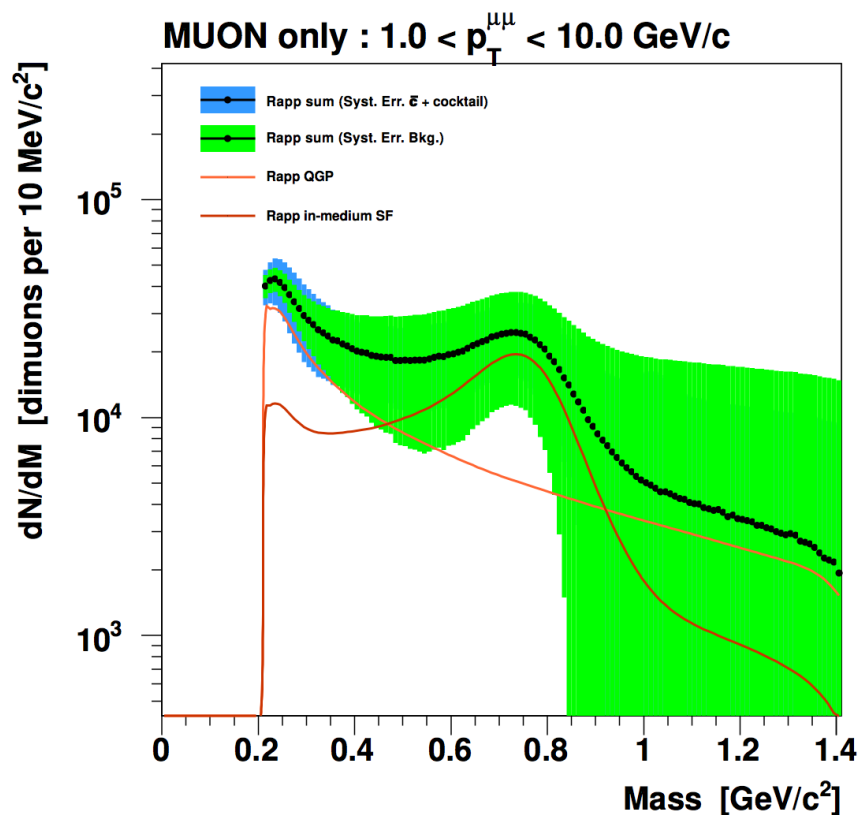
# La mesure du $\psi(2S)$ .

Amélioration de la mesure du  $\psi(2S)$ . Un facteur 3-5 du rapport S/B. Discrimination des modèles devient possible.

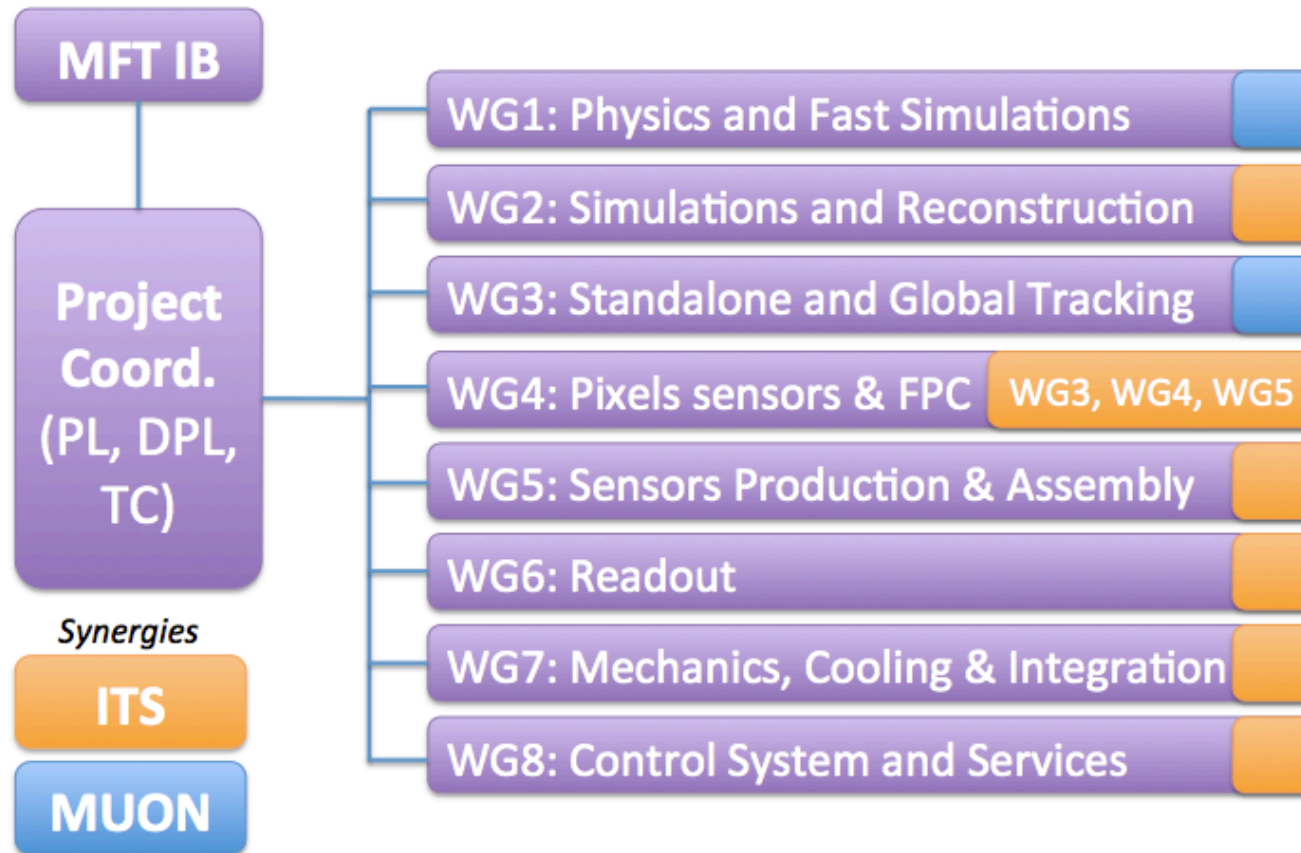


# Les mésons vecteurs et les basses masses

Cas de physique unique pour ALICE au LHC  
dans le canal muonique



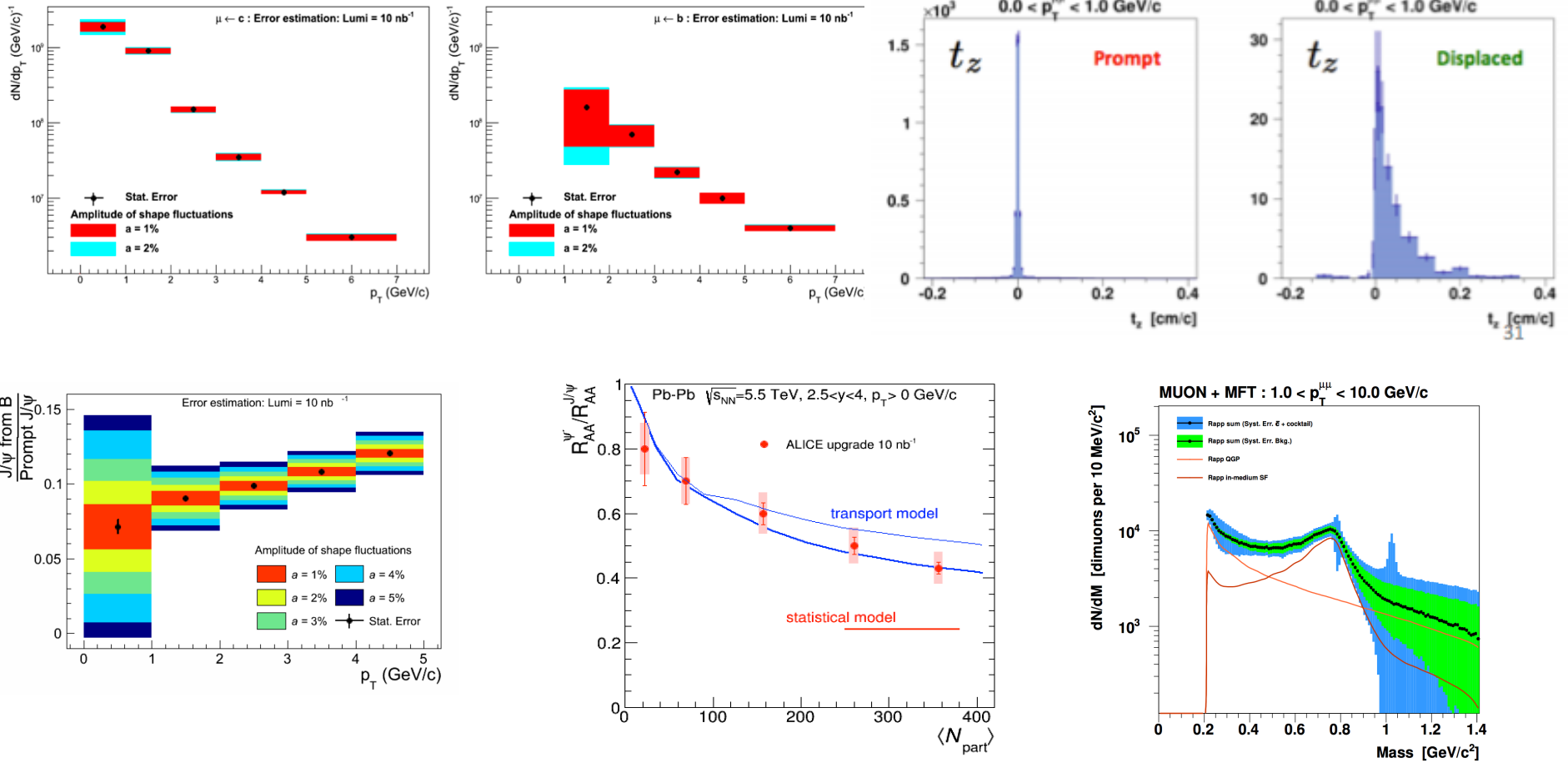
## Organisation du projet MFT



A. Uras (IPNL) WG1, R. Tieulent (IPNL) et F. Manso (LPC Clermont) WG3, F. Guilloux (IRFU) WG4, S. Bouvier (Subatech) WG5, et J.M. Buhour (Subatech) WG7, G. Batigne (Subatech) DPL, F. Orsini (IRFU) TC, G.M. PL

# WG1: Physique et simulation rapides

## A. Uras (IPNL)



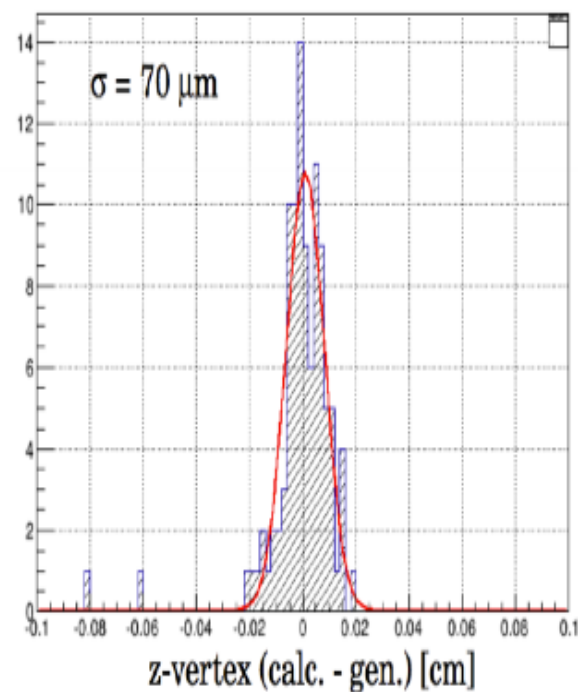
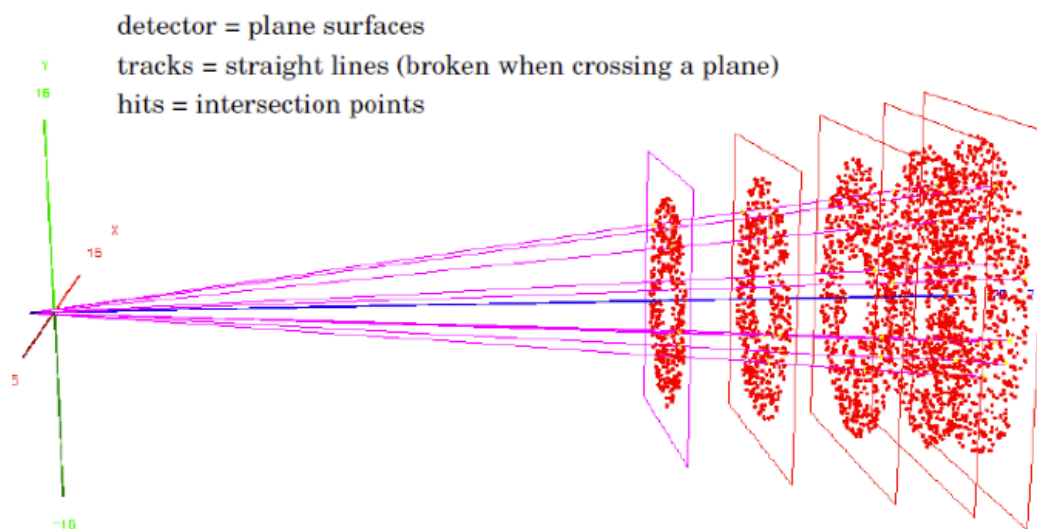


## WG3: Standalone tracking

F. Manso (LPCC) & R. Tieulent (IPNL)

### Implémentation de l'algorithme

“cellular automaton” en cours. NIM A489 (2002) 389

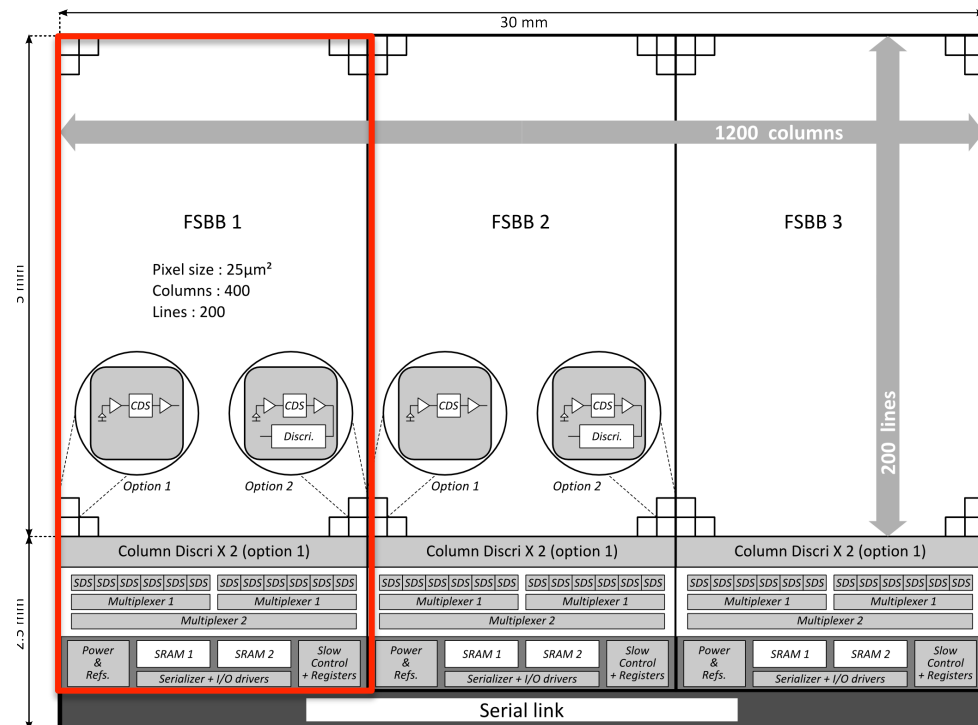


**Z Vertex  
resolution**

## WG4: Pixel Sensor

### F. Guilloux (IRFU)

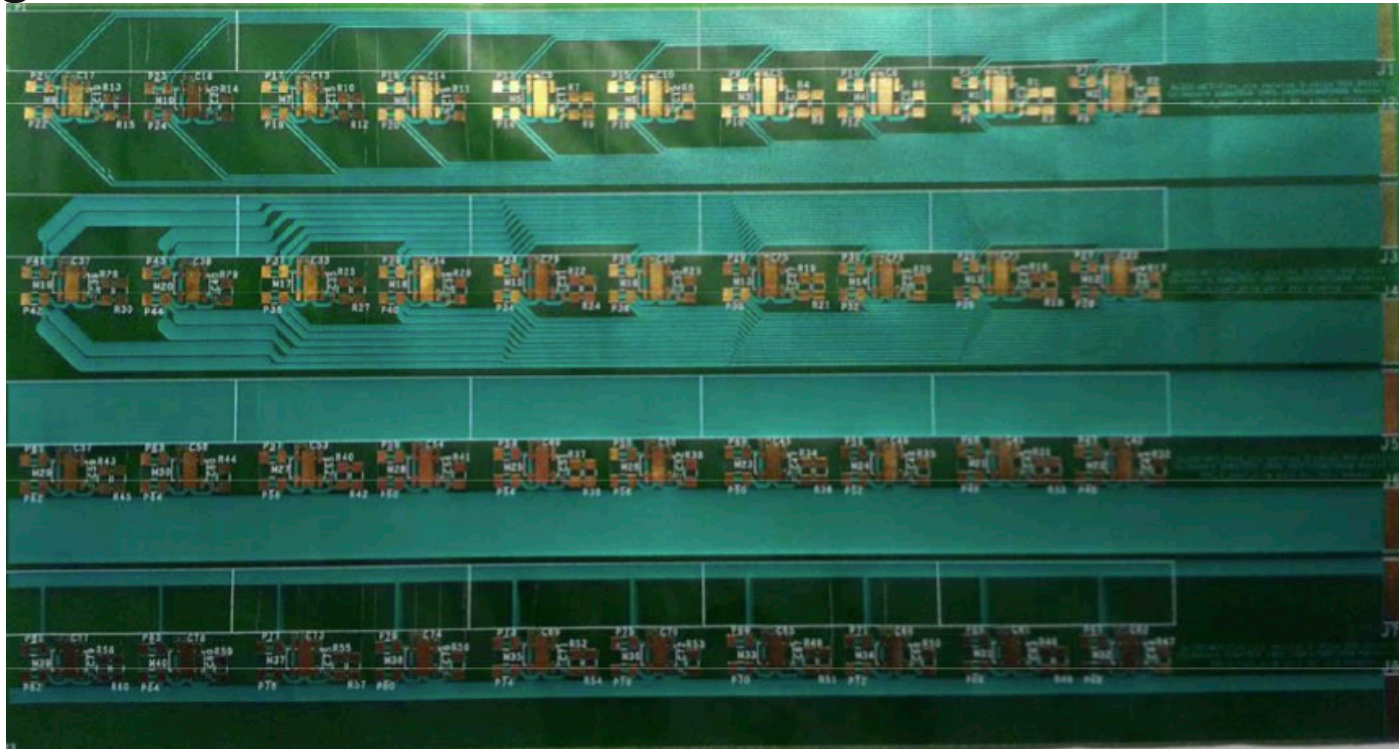
- ✓ Nombreux développements avec le run d'ingénierie de mars 2013.
- ✓ M32V4 & RSBPix2 (architecture discriminateur dans le pixel) validés.
- ✓ Évoluer vers prototype de grande taille avec toutes les fonctionnalités : FSBB PixAM..
- ✓ Soumission prévue avril 2014.
- ✓ Décision sur le capteur pour ALICE à partir de juillet 2014.



## WG4: Flex Printed Circuit

F. Guilloux (IRFU)

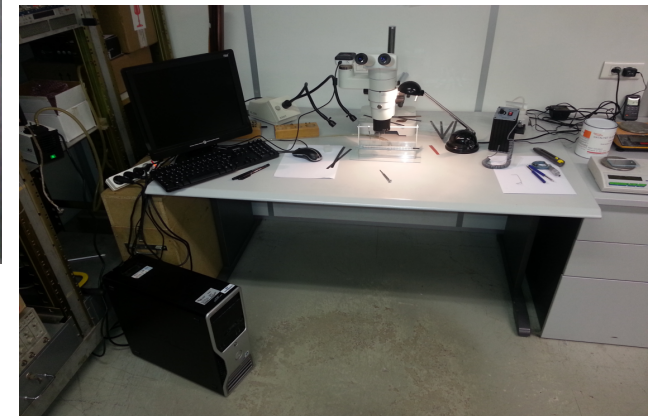
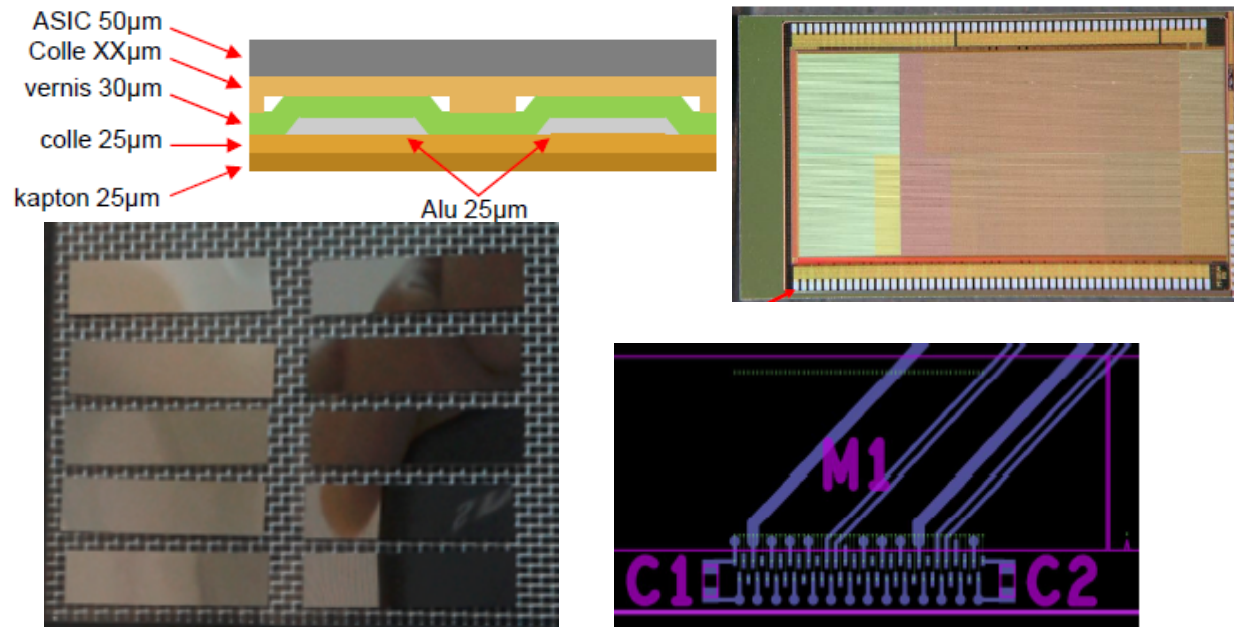
- ✓ Prototypes produits au CERN (R. de Oliveira)
- ✓ 2 autres prototypes à l'étude en 2014 pour des tests de bonding, et de drivers LVDS.



## WG5: Assemblage

S. Bouvier (Subatech)

- ✓ 2014 : réalisation de prototypes d'échelles et mise en place procédure d'assemblage et outillages.
- ✓ Etude comparative des différentes techniques d'assemblage des capteurs sur FPC.



LPC Clermont

# WG6: Électronique de lecture

C. Flouzat (IRFU)

Clermont-Lyon-Nantes-Saclay

- ✓ Système de lecture d'ALICE pour le MFT: Capteur-GBT-CRU-DAQ.
- ✓ Dimensionnement Pb-Pb-MB 100kHz avec un facteur 3 de sécurité.
- ✓ Le *mapping* a été optimisé: 166 GBTs (6 plans MFT)
- ✓ ITS prévoit d'utiliser un système de lecture à 1 Gbit/s. Discussion avec ITS en cours.

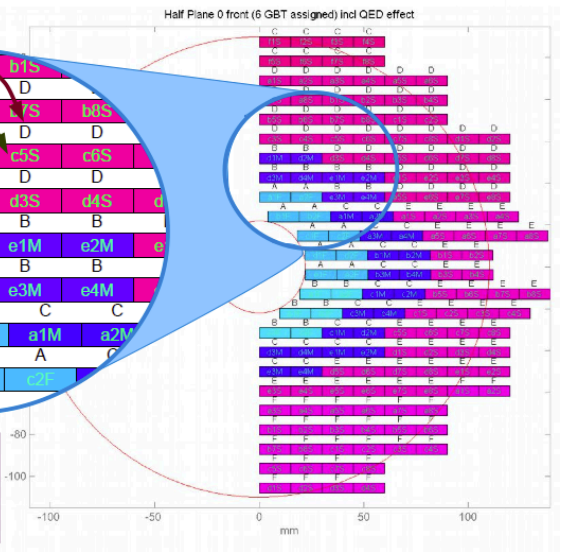
For each sensor, we assigned :

- A GBT
  - A group
  - 2 e-links
  - The needed speed
- Slow 80Mbps  
Medium 160Mbps  
Fast 320Mbps

With a security factor of 3 to alleviate boundary effects on spd allocation of e-links

The mapping strategy :

- 1/ Respect GBT constraints
- 2/ Group elinks by speed
- 3/ Group elinks geographically (ladders)

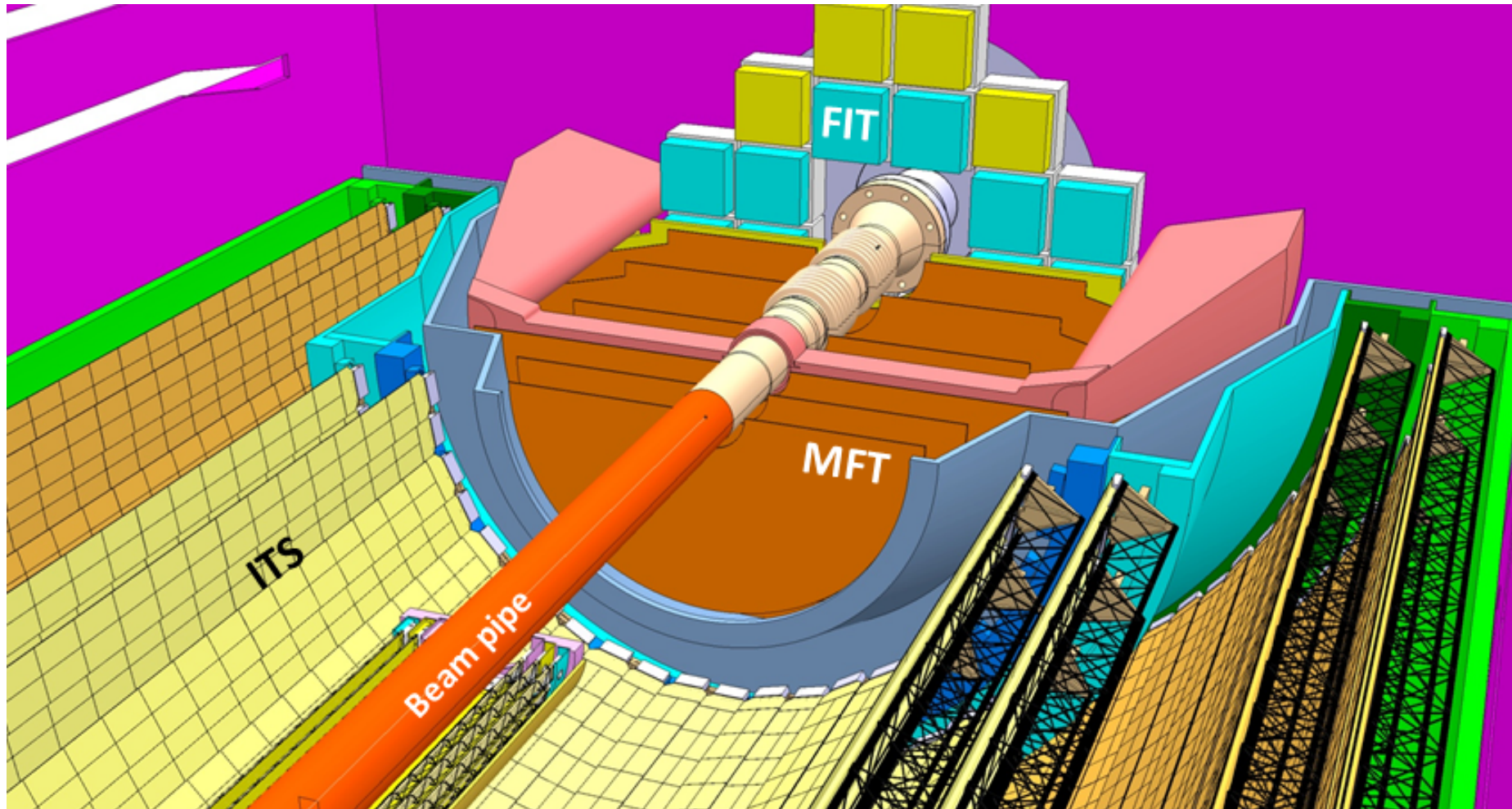


	mm	
	Front	Back
Half Plane 0b	6 GBT's	6 GBT's
Half Plane 0	6 GBT's	6 GBT's
Half Plane 1	8 GBT's	7 GBT's
Half Plane 2	7 GBT's	7 GBT's
Half Plane 3	7 GBT's	7 GBT's
Half Plane 4	8 GBT's	8 GBT's
<b>TOTAL whole MFT</b>	<b>166 GBT's</b>	<b>166 GBT's</b>

# WG7: Mécanique et Intégration

J.M. Buhour (Subatech)

Lyon-Nantes-Orsay



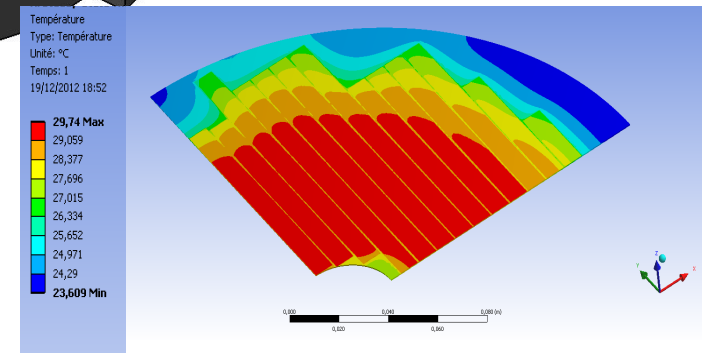
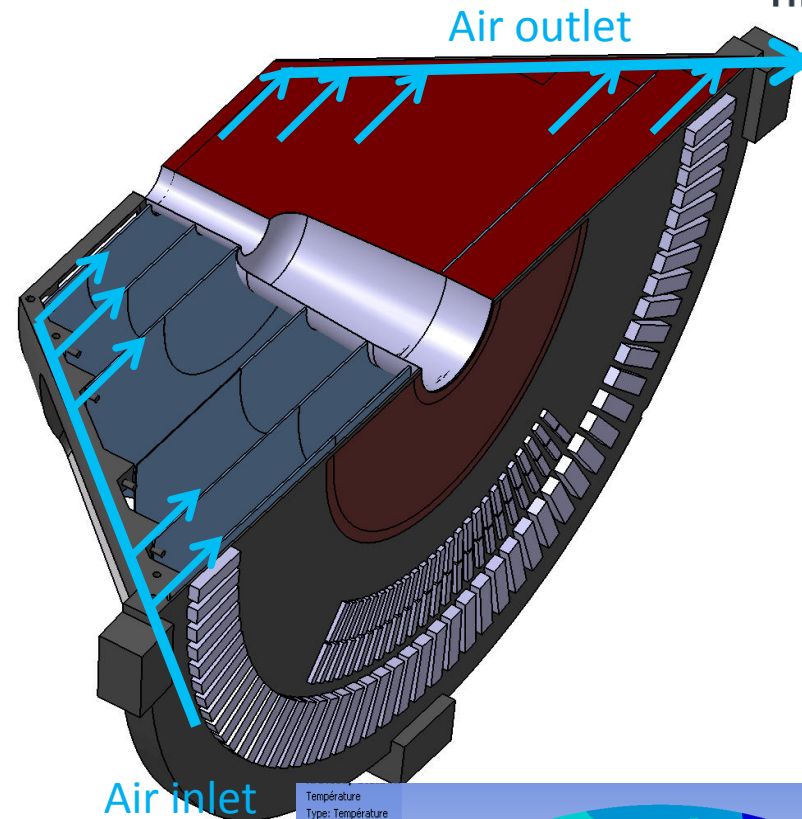


ALICE

## WG7: Refroidissement

J.M. Buhour (Subatech)

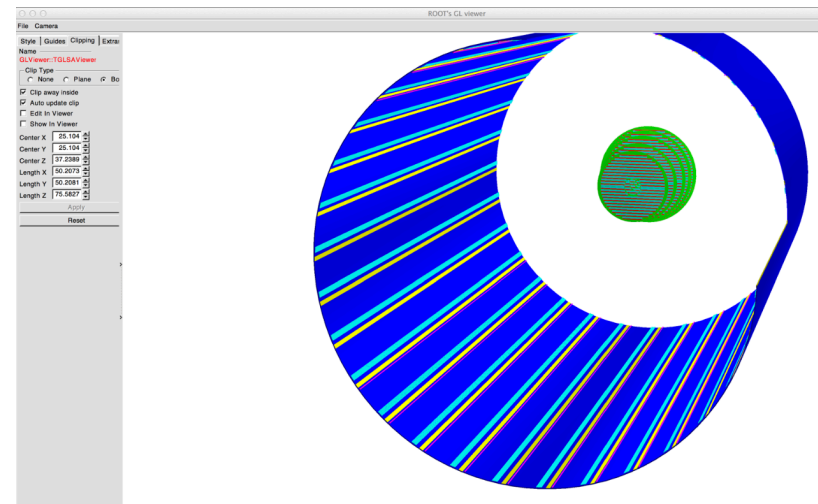
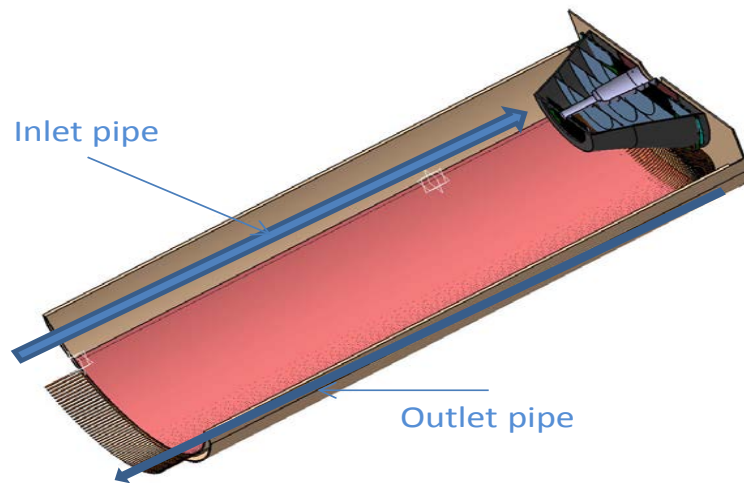
- ✓ Lol: étude thermique réalisée.
- ✓ Puissance dissipée  $\sim 1.5$  kW.
- ✓ Refroidissement à l'air est satisfaisant (Lol).
- ✓ Des nouvelles études sont nécessaires pour valider le refroidissement à air:
  - hypothèses actualisées.
  - description détaillée du MFT.
  - Convertisseurs DC-DC
  - études thermiques et des vibrations.



## WG8: Services

### S. Bouvier (Subatech)

- ✓ Kick-off meeting avec la coordination technique d'ALICE en novembre 2013
- ✓ Service coté-A permettant l'installation à l'extérieur de la TPC.
- ✓ Utilisation des convertisseurs DC-DC
- ✓ 320 mm<sup>2</sup> section d'Aluminium. En outre: 18 tuyaux d'eau de 3 mm de diamètre et 166 fibres optiques.
- ✓ Des simulations des performances du tonneau central d'ALICE en cours.







## Objectifs pour 2014

Année cruciale pour le projet MFT

Date	Objectif	WG
mars 2014	Confirmation du système de lecture	WG6 && ITS && MUON
mars 2014	Service MFT du côté A	WG8
avril 2014	Soumission PixAM	WG4
sep 2014	Décision capteur ALICE	WG4 && ITS
juillet 2014	Mécanique et intégration détaillée	WG7
sep 2014	Responsabilité pour la production des capteur et des échelles	WG5
sep 2014	Études thermiques et de vibration	WG7
sep 2014	<i>Standalone tracking</i>	WG3
sep 2014	Peaufiner la stratégie de physique	WG1
automne 2014	<i>Technical Design Report</i> pour le LHCC	ALL

## Resources: MFT collaboration

Groupe	ITA 2014/15 (ETP)	ITA 2016/19 (ETP)	Responsabilités
Calcutta	-	-	CRU, ...
Clermont	1.0	2.0	DCS, électronique
Lyon	2.0	2.0	électronique de lecture, mécanique
Nantes	3.0	3.0	FPC, mécanique, assemblage
Orsay	0.1	0.0	expertise mécanique
Saclay	5.0	3.5	capteur, électronique de lecture,
St. Petersburg	-	1.0	mécanique

**En contact avec les collaborateurs étrangers: Cape-Town, Wuhan, Seoul, Nakhon, ...**

## Ressources nécessaires

R&D et Production	ITA 2014/15 (ETP)	ITA 2016/19 (ETP)
Capteur CMOS	4.0	2.5
FPC, échelles	1.5 (+2.0)	1.5 (+2.0)
Électronique de lecture	2.0 (+1.0)	2.5 (+1.0)
Mécanique et refroidissement, services	3.0	3.0
Contrôle du détecteur	0.1	0.5
Reconstruction en ligne	0.5	0.5
Total	11.0 (+3.0)	10.5 (+3.0)

Reste à identifier les besoins en personnel pour l'assemblage (2 ETP) et l'électronique de lecture (1 ETP).

Discussion en cours avec Lyon-Nantes-Saclay-Clermont et consortium ITS.



## Coût du MFT

	R&D 2014-2015 (kCHF)	Production 2016-2019 (kCHF)
Capteur CMOS	367	920
FPC, échelles, assemblage	265	1260
Électronique de lecture	20	420
Mécanique, intégration, refroidissement et services	128	1550
<b>Total</b>	<b>780 (633 keuro)</b>	<b>4150 (3365 keuro)</b>

## Financement du projet MFT

Tutelle	R&D (CHF)	Production (CHF)	Commentaire
IRFU	330 (268 k€)	986 (800 k€)	Demandé
IN2P3	400 (325 k€)	2365 (1918 k€)	Aujourd'hui
Autres	50 (41 k€)	799 (647 k€)	500 kCHF engagés
<b>Total</b>	<b>780 (633 k€)</b>	<b>4150 (3365 k€)</b>	

4 laboratoires IN2P3 / 7

57% financement IN2P3

# Demandes (IN2P3) pour l'amélioration d'ALICE

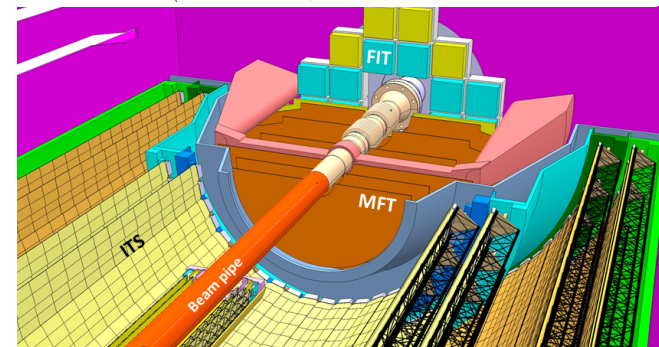
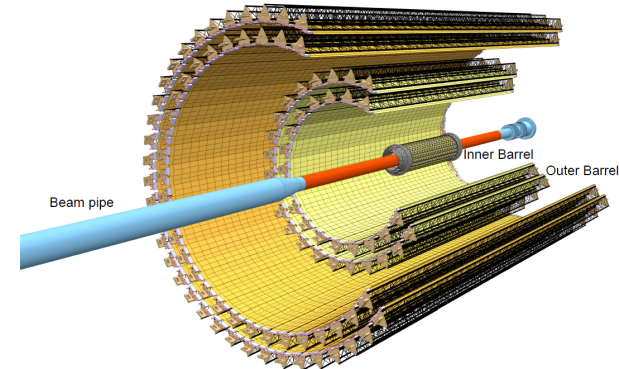
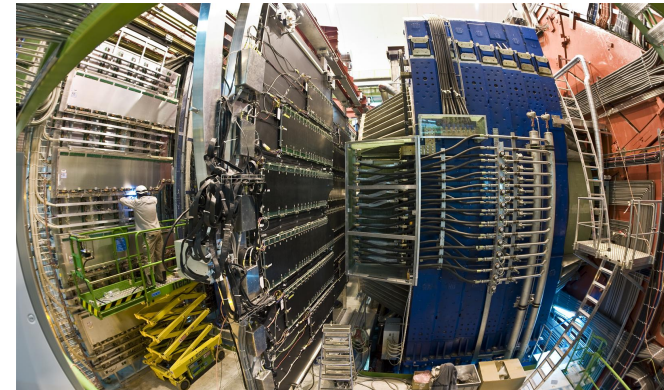
## Projets MFT – MUON - ITS

Projet		2014	2015	2016	2017	2018	Total
ITS	Investissement	0	50	950	0	0	1 000
	Investissement + R&D	360	410	950	0	0	1 720
MUON	Investissement	45	215	395	435	0	1090
	Investissement + R&D	65	290	450	435	0	1240
MFT	Investissement	0	0	901	901	115	1918
	Investissement + R&D	162	162	901	901	115	2127
Total	Investissement	45	265	2246	1336	115	4008
	Investissement + R&D	587	862.2	2 301.467	1 336.467	115	5202



## Conclusions

- ✓ L'expérience ALICE mènera à bien des études uniques du PQG au LHC pendant le run2 et run3.
- ✓ Des améliorations du détecteur sont prévues pendant LS2 (avant le run3) :
  - Nouvelle électronique MUON.
  - Nouvel ITS.
  - Trajectométrie interne pour le spectromètre à muons : MFT.
- ✓ Un programme de physique ambitieux avec une grande visibilité des groupes français.





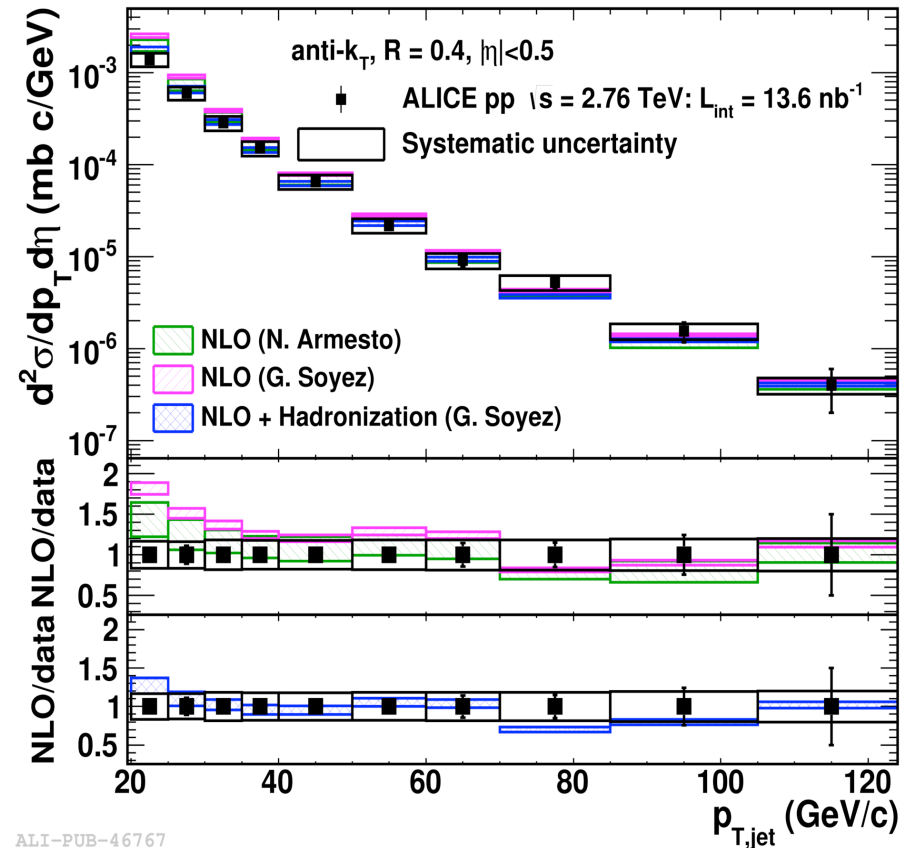
# Backup slides



# ALICE EMCAL

## Déclenchement pour la physique de jet dans ALICE et reconstruction de l'énergie neutre des jets

- ✓ Première amélioration du détecteur ALICE.
- ✓ Première échantillon des données avec le déclencheur EMCAL pris fin 2012 pour pp à 8 TeV.
- ✓ Analyse p-Pb en cours.



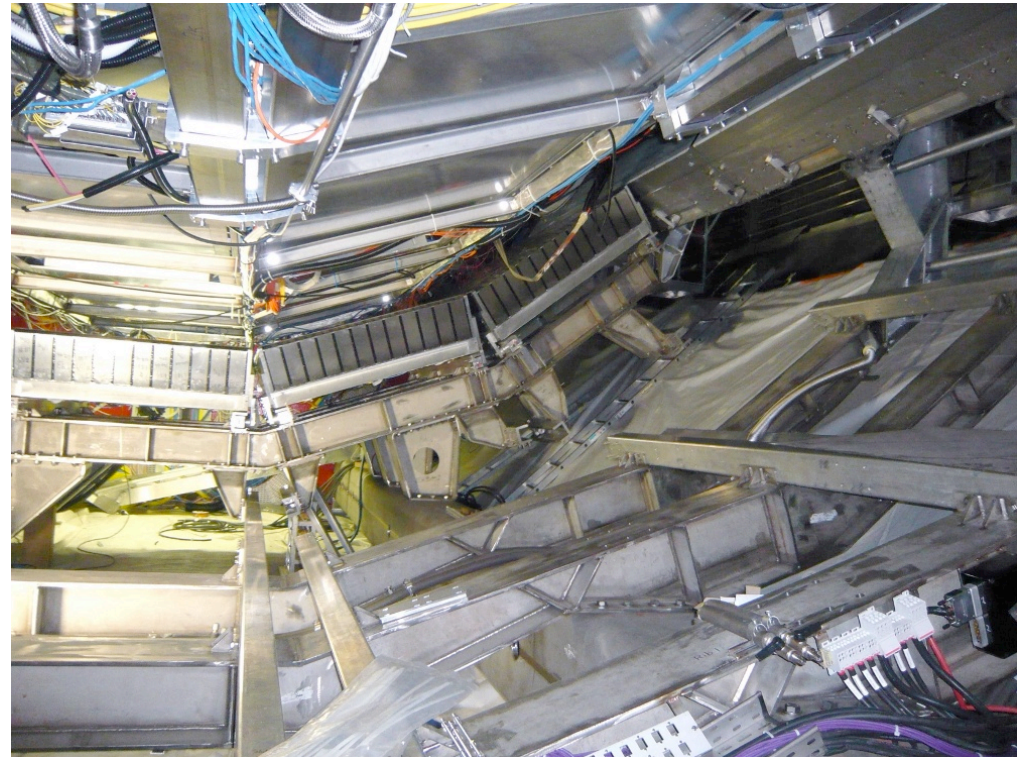
ALI-PUB-46767

Production de jets en pp à 2.76 TeV

## ALICE DCAL

### EMCAL-DCAL pour les corrélations à grande $p_T$

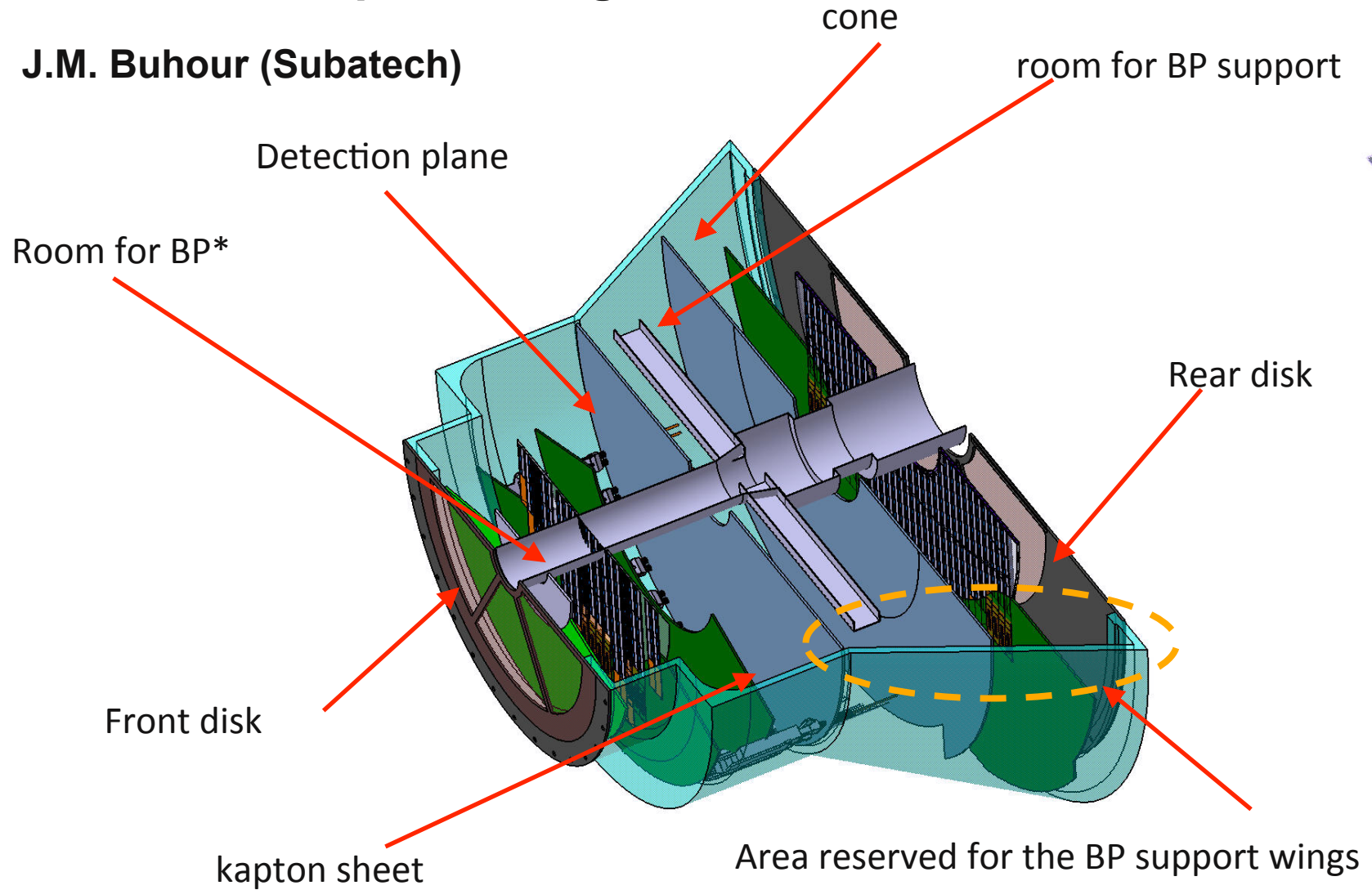
- ✓ Deuxième amélioration du détecteur ALICE.
- ✓ Structure et 5 SM installés en 2013.
- ✓ Installation de 3 SM restants en 2014.
- ✓ La physique de jets utilisant EMCAL-DCAL sera faite pendant le RUN2 au LHC.



Vue de DCAL du côté C de l'expérience ALICE

# WG7: Mécanique et Intégration

J.M. Buhour (Subatech)



## WG7: Mécanique et Intégration

J.M. Buhour (Subatech)

- ✓ Description détaillée du MFT pour l'été 2014.
- ✓ Réunions de travail avec ITS et la coordination technique d'ALICE.
- ✓ Description du tuyau faisceau presque finie.

