

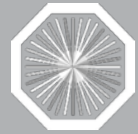


L'expérience ALICE au LHC : résultats et perspectives

Antoine Lardeux - CEA Saclay

XXIII^e congrès annuel de la Société Française de Physique

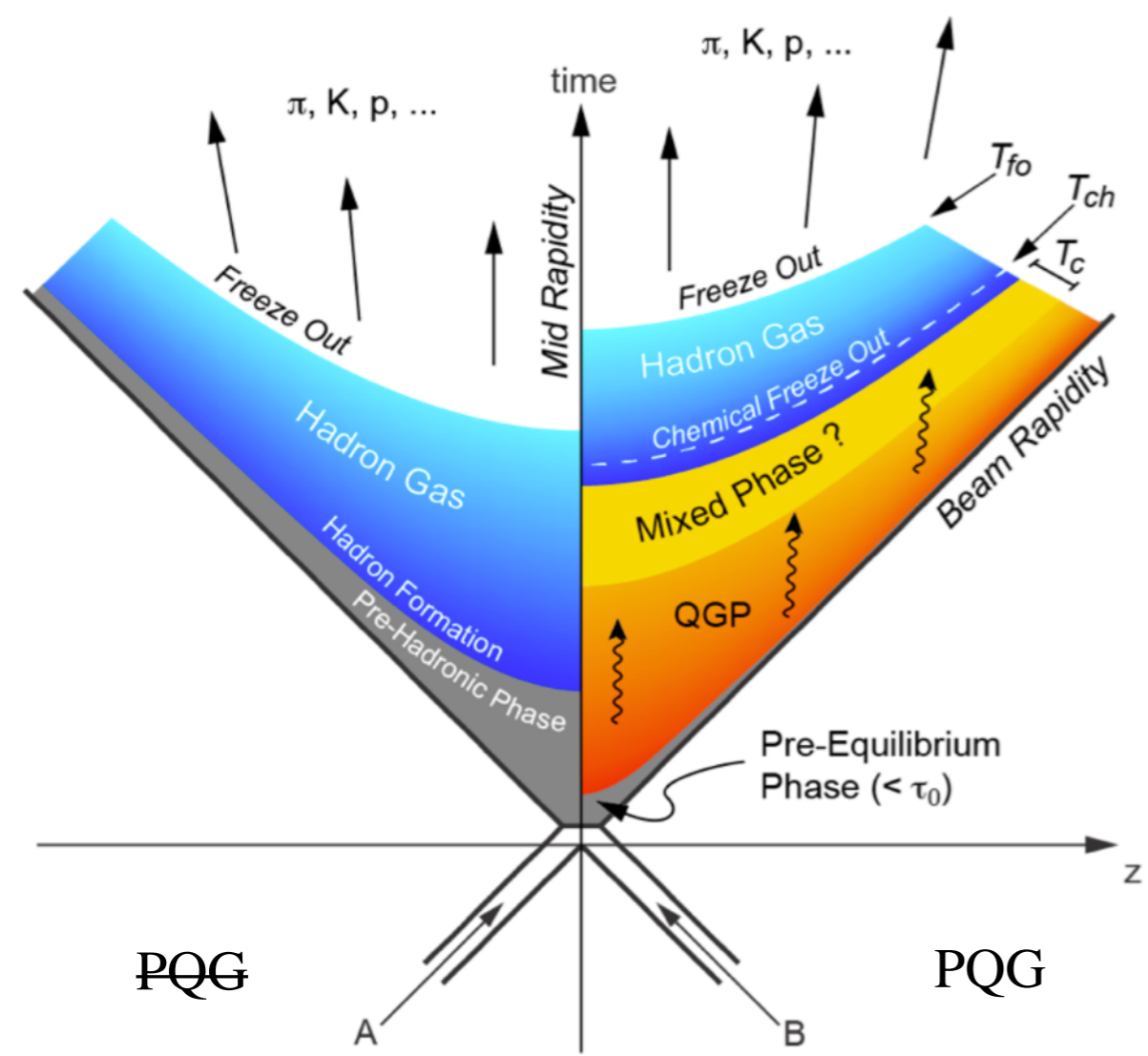
24/08/2015



ALICE → étude des collisions d'ions lourds ultra-relativistes

↳ Déconfinement de la matière hadronique
Plasma de quarks et de gluons (PQG) → Propriétés ?

Transition de phase prédite par la lattice QCD à $T_c = 160-170$ MeV

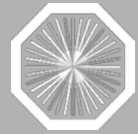


Collisionneurs d'ions lourds

SPS (CERN)	$\sqrt{s_{NN}} \approx 20$ GeV
RHIC (BNL)	$\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV
LHC (CERN)	$\sqrt{s_{NN}} = 2,76 / 5$ TeV

Evolution d'une collisions d'ions lourds

- 1 - Pré-équilibre :
Processus durs (pQCD)
- 2 - PQG (thermalisé ?)
- 3 - Hadronisation
- 4 - Gel chimique
- 5 - Gel cinématique



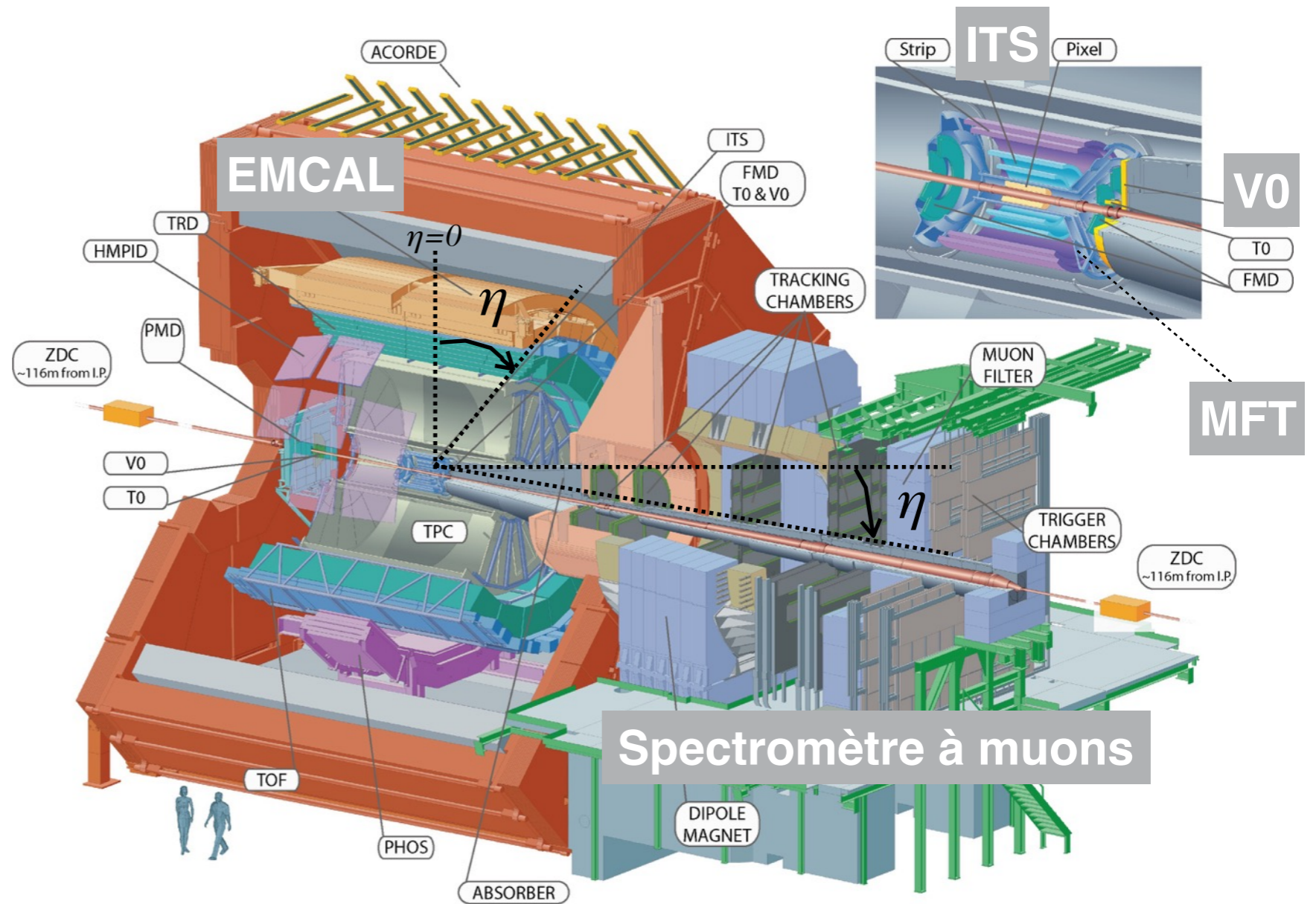
Collaboration

37 pays
 151 instituts
 1550 membres

ALICE en France

8 instituts,
 53 physiciens,
 10 <thésards>

Clermont-Ferrand, LPC, CNRS/IN2P3,
 Grenoble, LPSC, CNRS/IN2P3,
 Lyon/Villeurbanne, IPNL, CNRS/IN2P3,
 Lyon/Villeurbanne, CC-IN2P3, CNRS/IN2P3,
 Nantes, SUBATECH, EMN-UN-CNRS/IN2P3,
 Orsay, IPNO, CNRS/IN2P3,
 Saclay, CEA-IRFU Saclay,
 Strasbourg, IPHC, CNRS/IN2P3



ALICE emploie la plupart des techniques de détection de particules disponibles à travers 19 détecteurs.

Couverture en pseudo-rapidité

$$\eta < |0,9| \quad \text{et} \quad 2,5 < \eta < 4$$



Différents systèmes

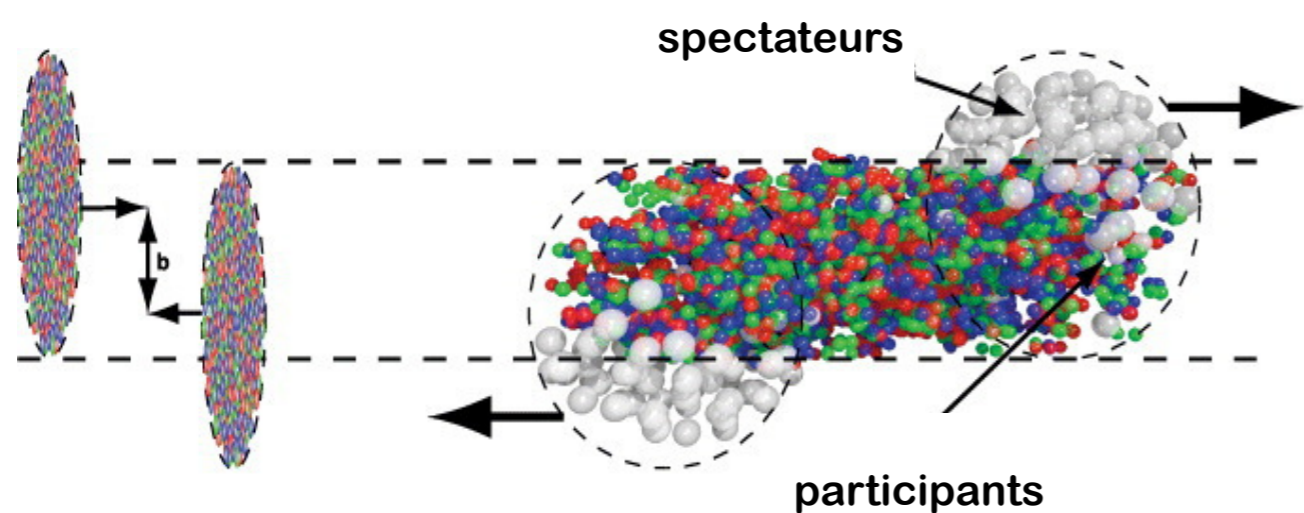
			<u>système</u>	<u>Energie</u> (TeV)	<u>Luminosité</u>
p-p	Utilisé comme référence (pas de PQG attendu)	2010	Pb-Pb	2,76	10 μb^{-1}
p-Pb	Effets nucléaires froids (milieu nucléaire)	2011	Pb-Pb	2,76	0,1 nb^{-1}
		2013	p-Pb	5,02	30 nb^{-1}
Pb-Pb	Effets nucléaires chauds (PQG)				

Des données p-p ont aussi été collectées
à des énergies de 0,9 - 2,76 - 7 et 8 TeV

Maintenant : LHC run 2

- Augmentation de l'énergie et de la luminosité
- Améliorations / maintenance des détecteurs

→ p-p à 13 TeV et **Pb-Pb à 5.02 TeV**
L = 1 nb^{-1} attendue



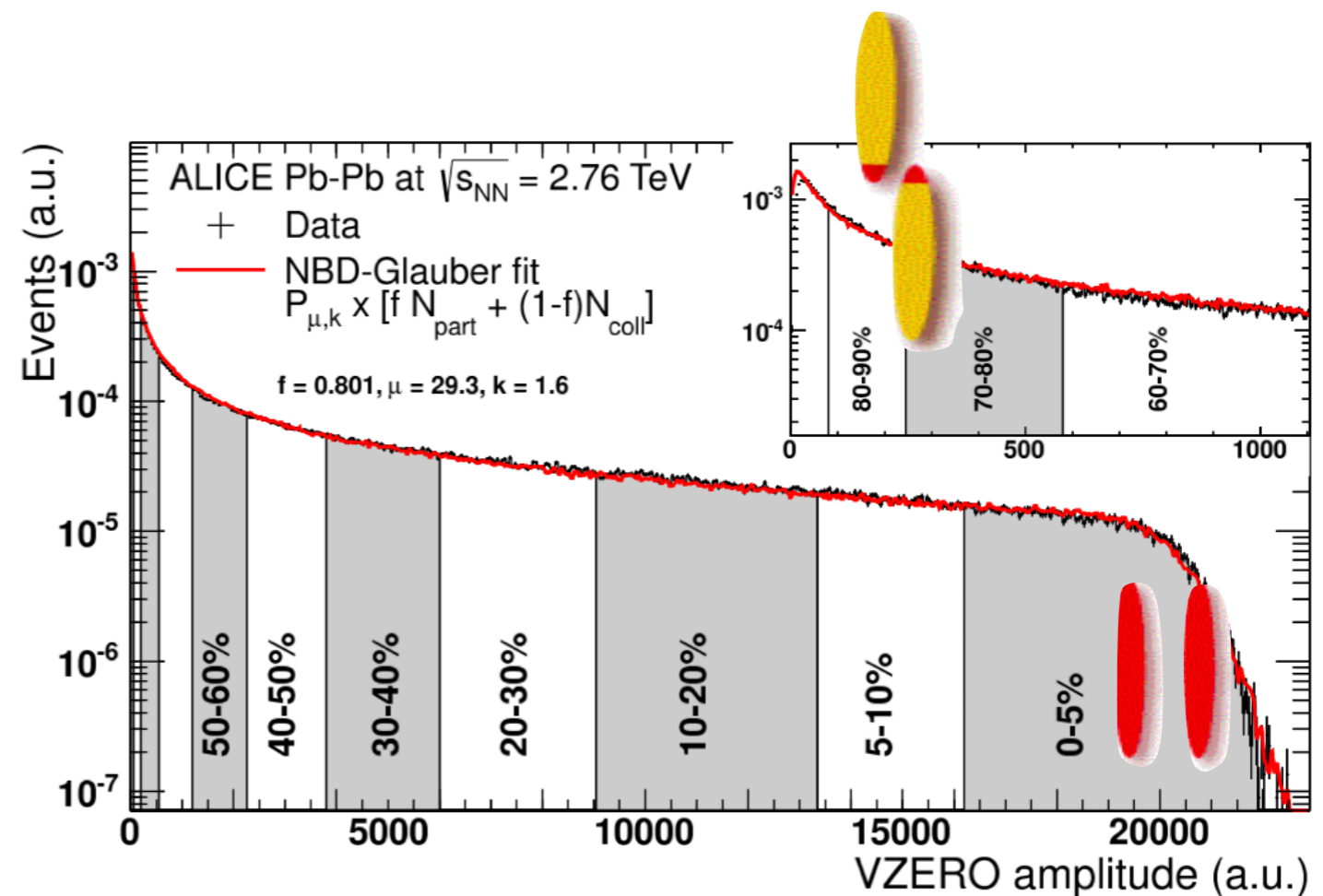
N_{part} : nombre de nucléons participant à la collision

N_{coll} : nombre de collisions binaires nucléon-nucléon

Collision centrale: ↗ N_{coll} , ↗ ϵ

Le V0 est également utilisé :

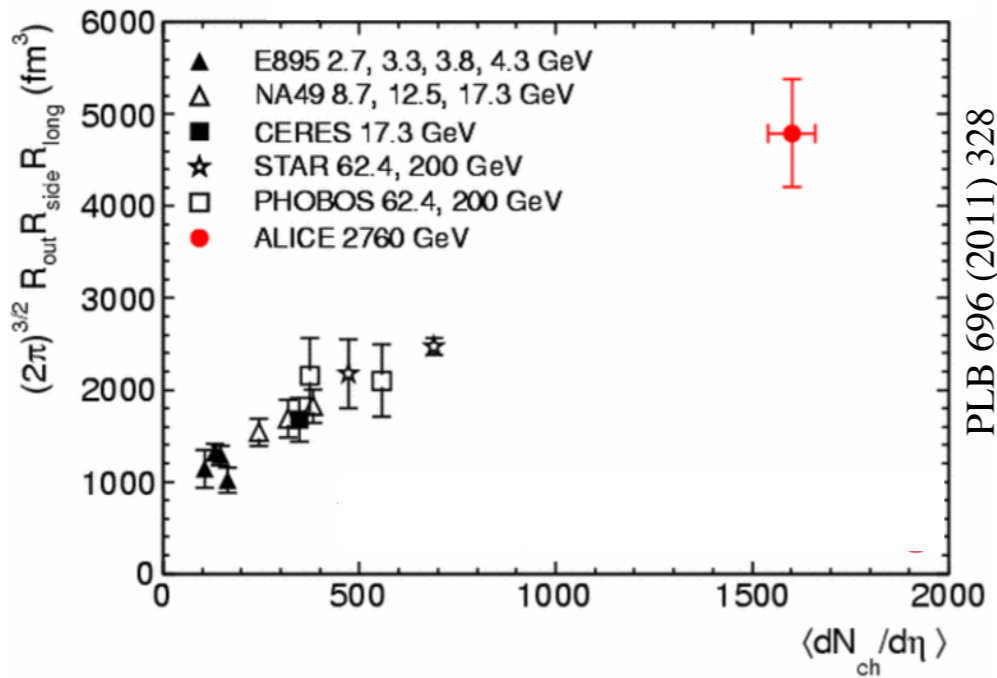
- comme déclencheur de l'acquisition de données (rejet des événements faisceau-gaz)
- pour le calcul de la luminosité (comptage des événements)





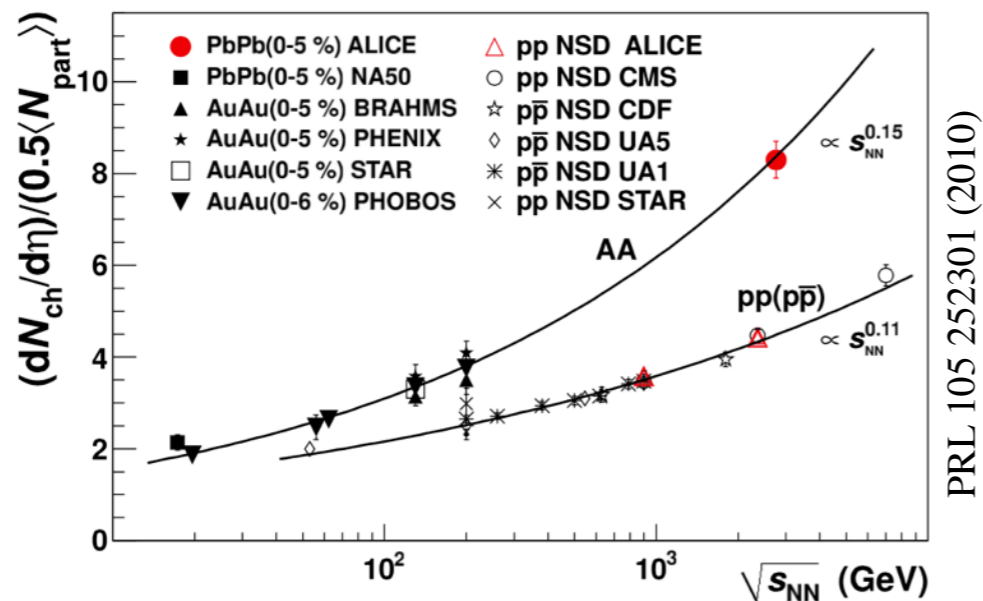
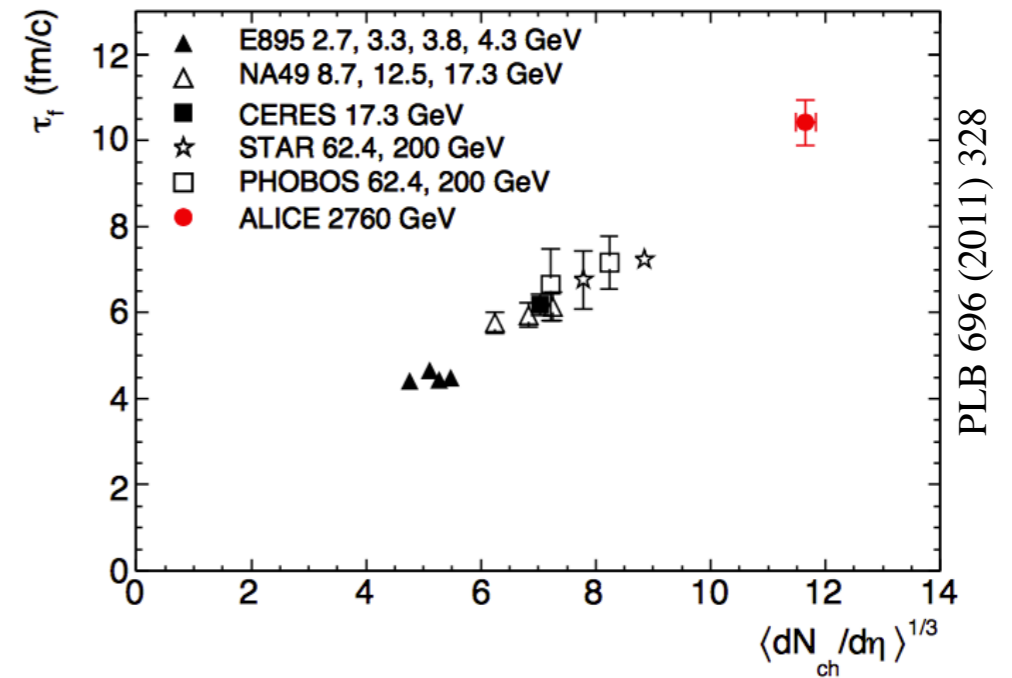
Plus grand

Volume $\sim 4800 \text{ fm}^3$ (2x RHIC)



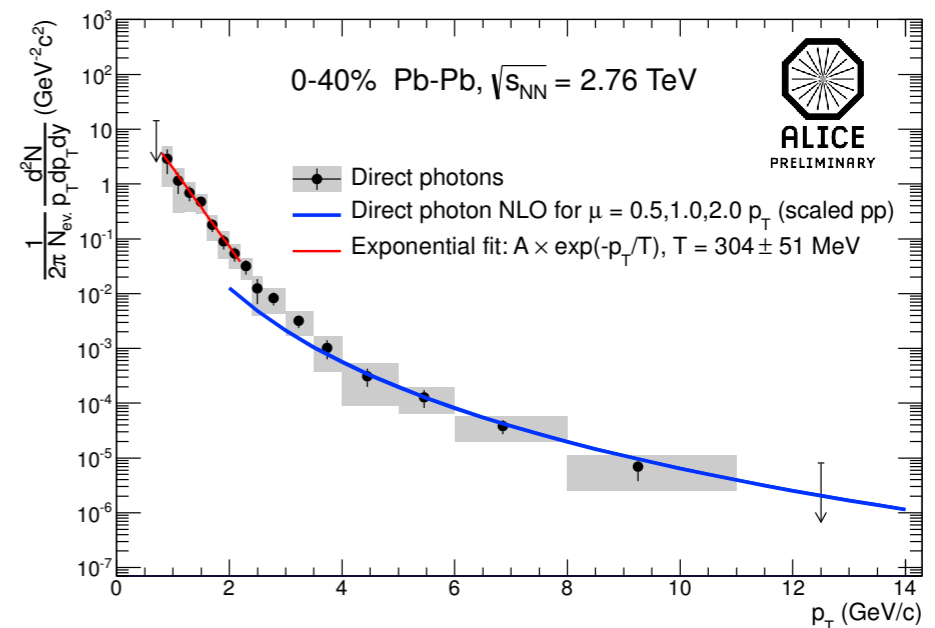
Plus long

Temps de vie $\sim 10 \text{ fm}/c$ (+40% RHIC)



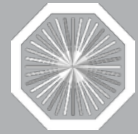
Plus dense

$\varepsilon \sim 10 \text{ GeV}/\text{fm}^3$ (3x RHIC)



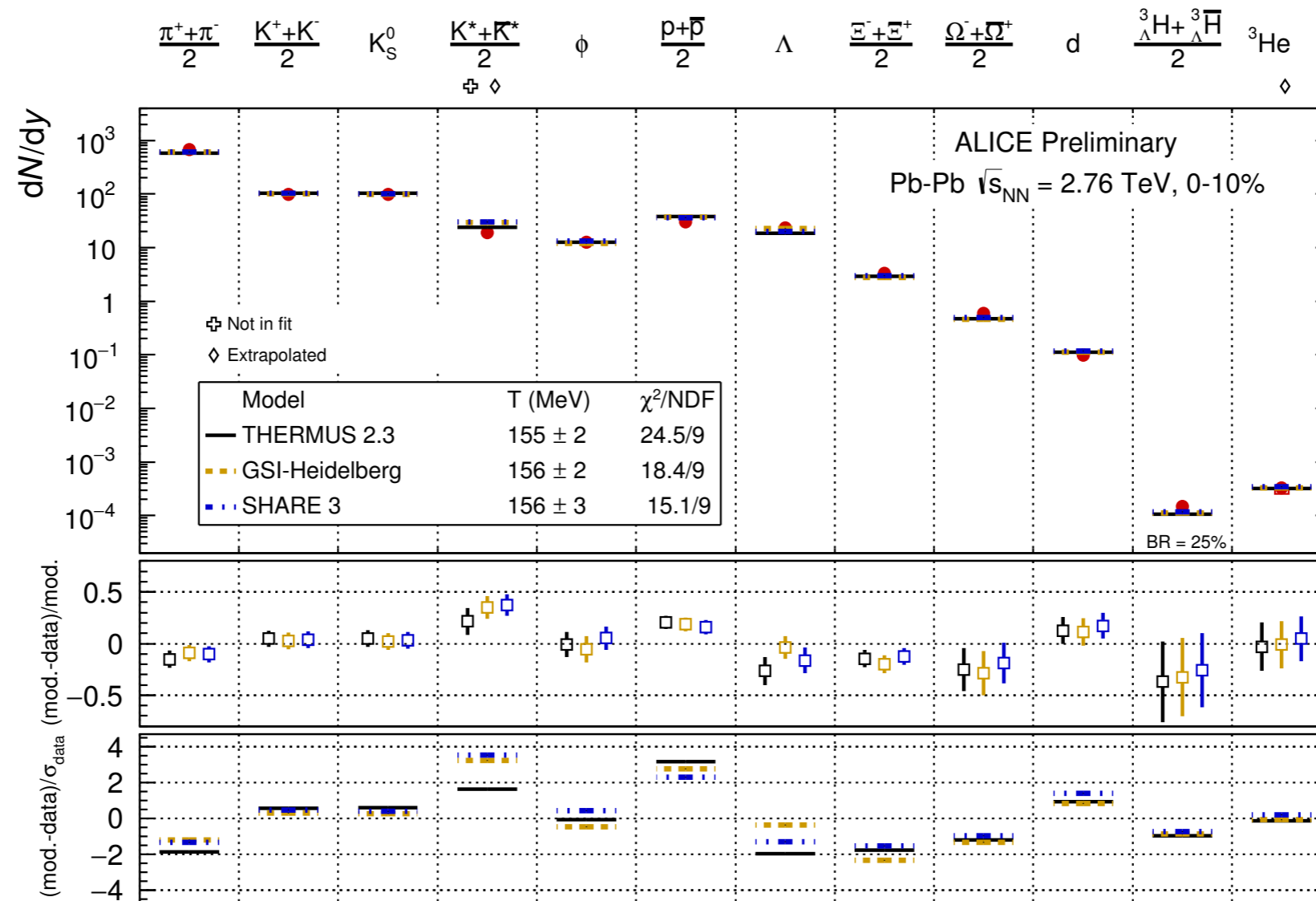
Plus chaud

$T \sim 300 \text{ MeV}$ (+30% RHIC)



ALICE identifie de nombreuses particules jusqu'à $p_T=0$

Modèle statistique : décrit les productions finales de hadrons en équilibre thermique avec peu de paramètres libres (V , T et μ_B).



→ Température de gel chimique ≈ 156 MeV ($\mu_B=0$)



$$R_{AA} = \frac{N_{\text{PbPb}}}{\langle N_{\text{coll}} \rangle N_{\text{pp}}}$$

Quantifie les effets nucléaires

- = 1 Pas d'effet de milieu
- < 1 Suppression
- > 1 Augmentation

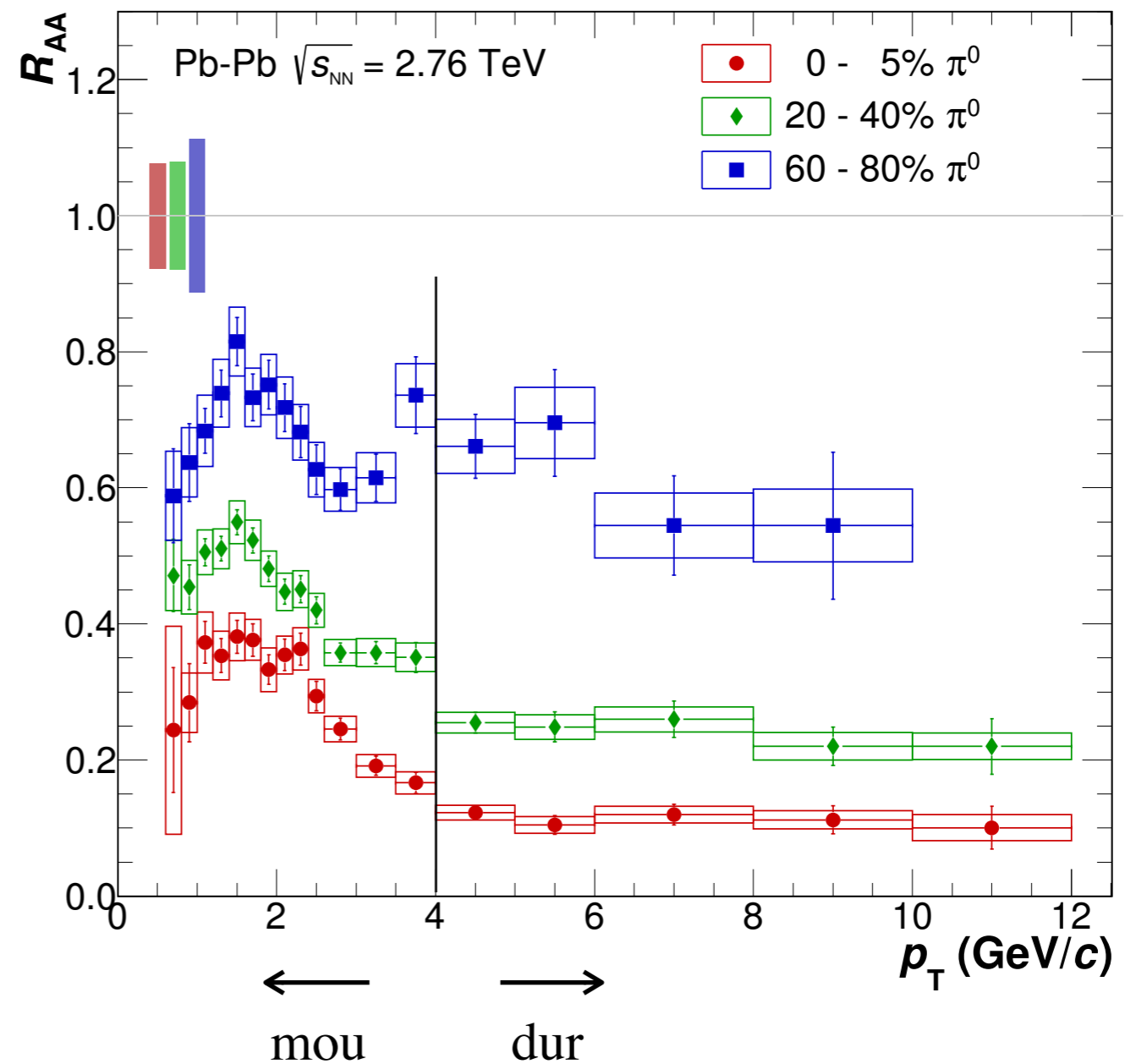
Forte suppression en collisions centrales pour $p_T > 4 \text{ GeV}/c$

→ Perte d'énergie par collision, radiation

Le détecteur EMCAL permet d'étendre l'intervalle de mesure jusqu'à $40 \text{ GeV}/c$ (en cours de publication).

Pion neutre (2 quarks légers $u\bar{u}$, $d\bar{d}$) de haut p_T :

meson résultant de l'hadronisation d'un parton (quark, gluon) produit lors d'un processus dur



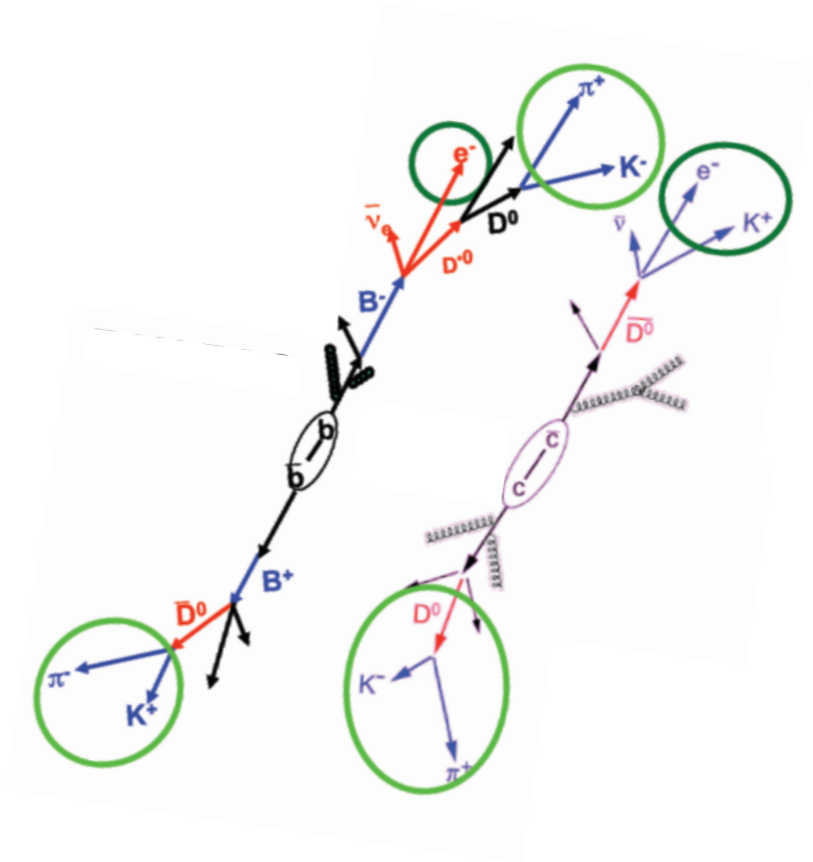
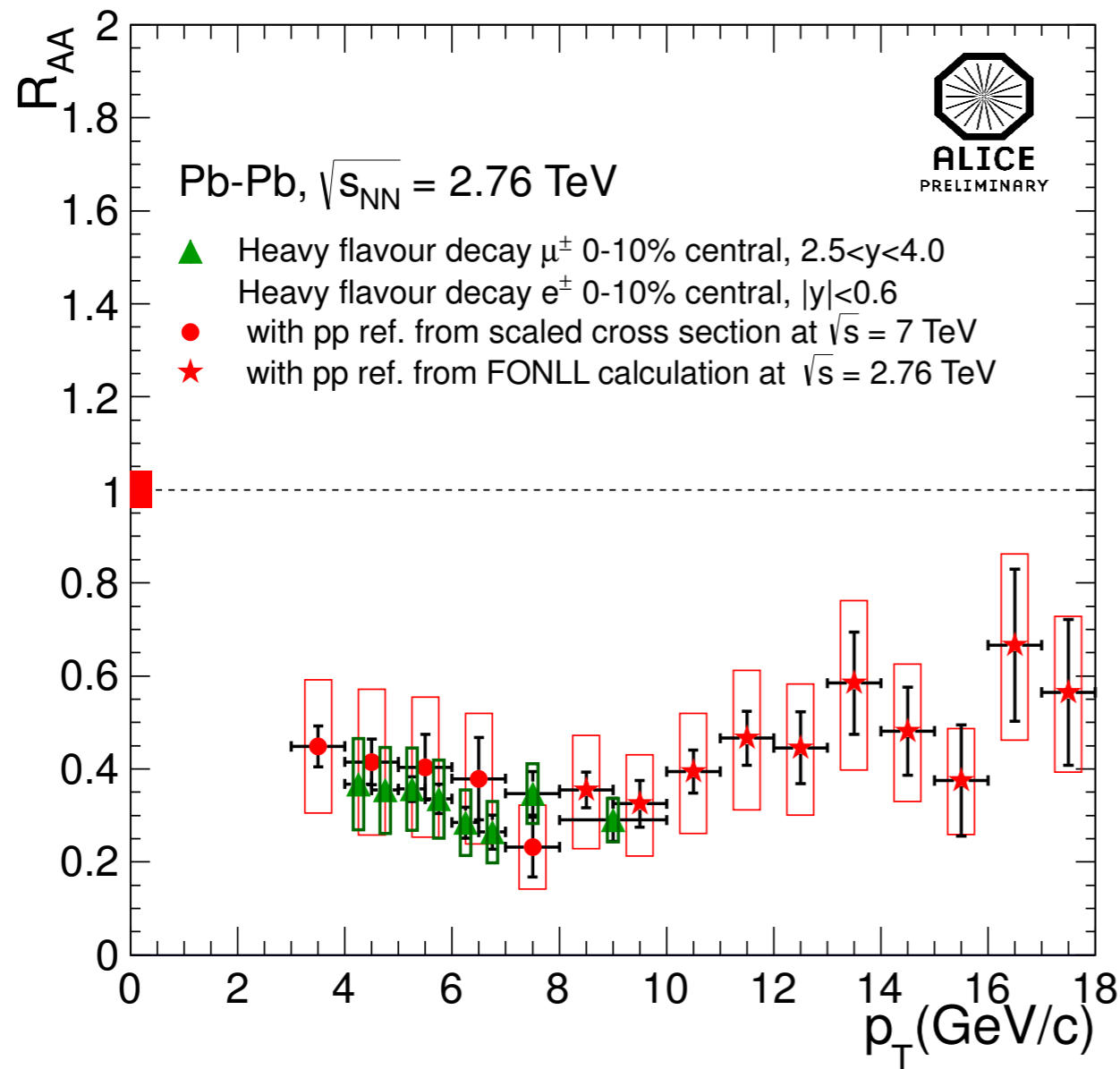
Eur. Phys. J. C (2014) 74-3108





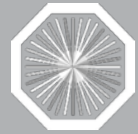
ALICE mesure aussi des particules plus lourdes comme :
Les hadrons (D et B) avec un quark de saveur lourde (c , b)

Décroissance semi-leptonique (μ , e) dans l'état final

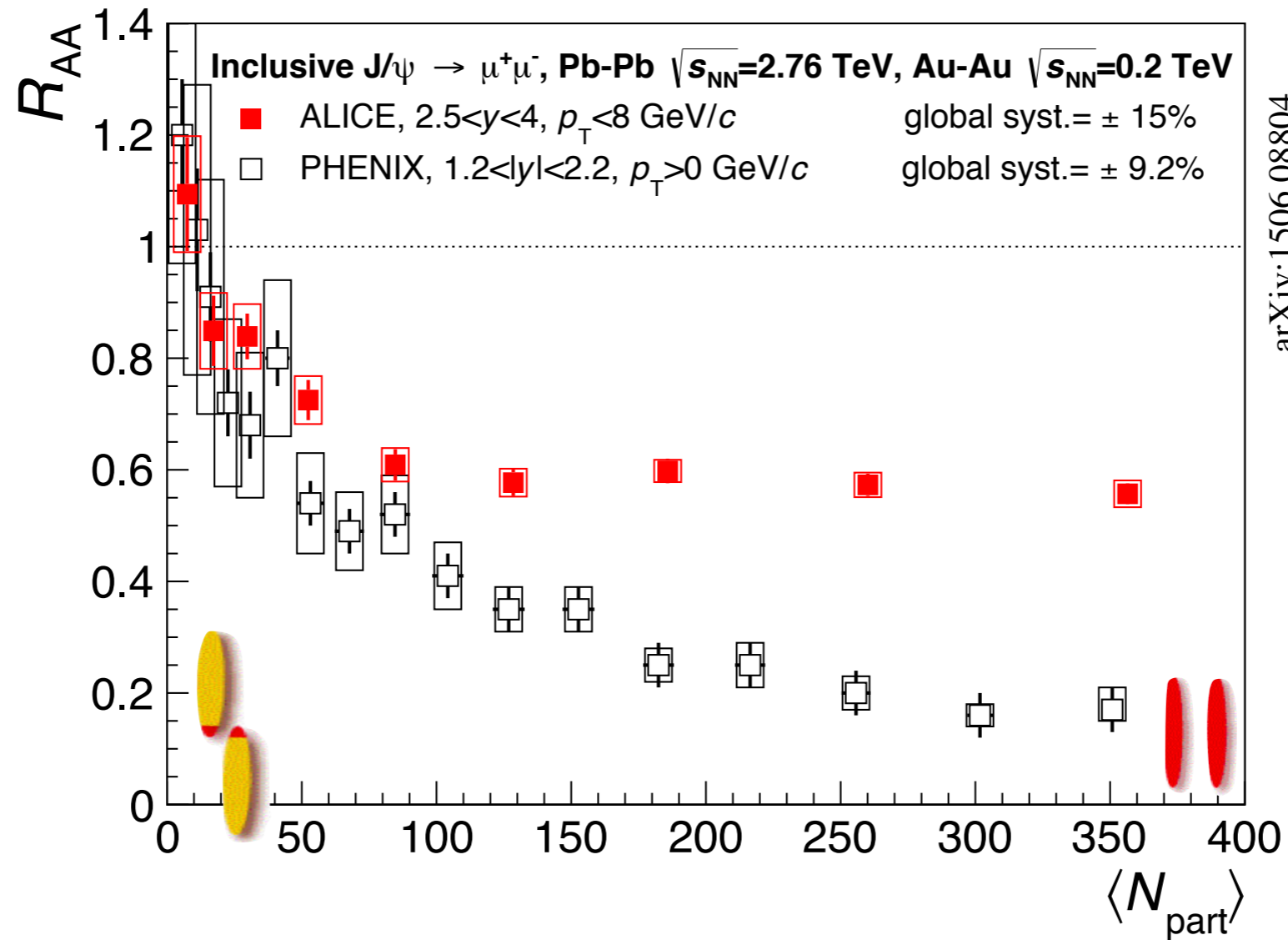
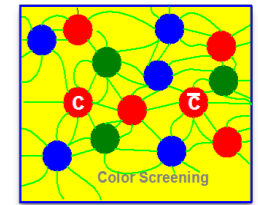
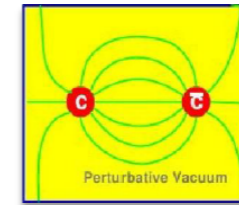


Suppression des saveurs lourdes à haut p_T dans les collisions centrales

→ Forte interaction des quarks lourds avec le milieu (perte d'énergie)



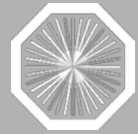
Les quarkonia (2 quarks lourds $Q\bar{Q}$) sont mesurés jusqu'à $p_T = 0$
 Suppression par écrantage de couleur dans le milieu



Suppression des J/ψ en collisions centrales ... mais plus faible qu'au RHIC

Pas de dépendance en centralité pour $N_{part} > 70$

→ Production secondaire de J/ψ via recombinaison statistique



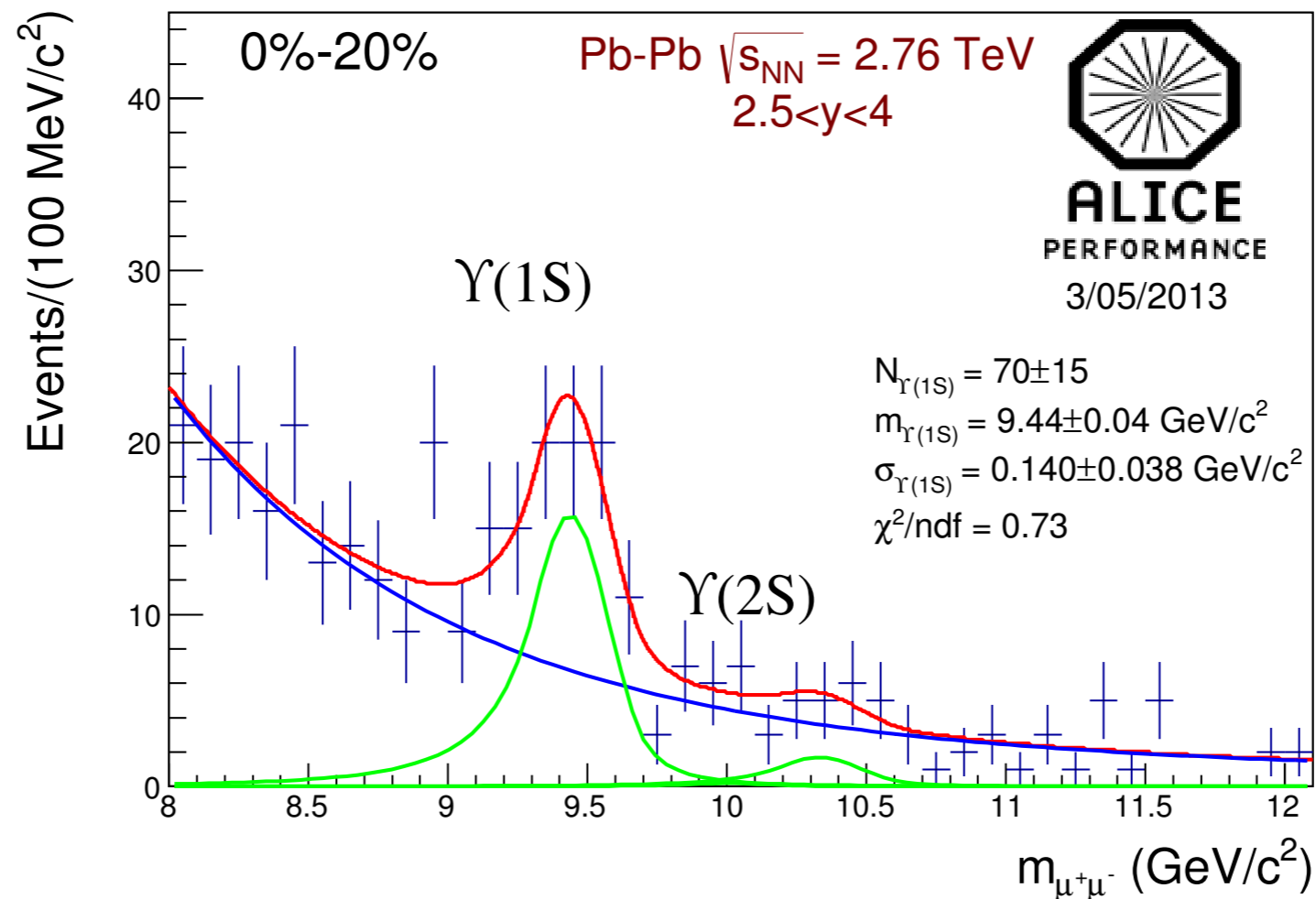
↗ Luminosité

Physique des événements rares (grande statistique)
à une énergie 2 x plus grande

$L = 1 \text{ nb}^{-1}$ attendue
Pb-Pb à 5.02 TeV

10 x plus que le run 1

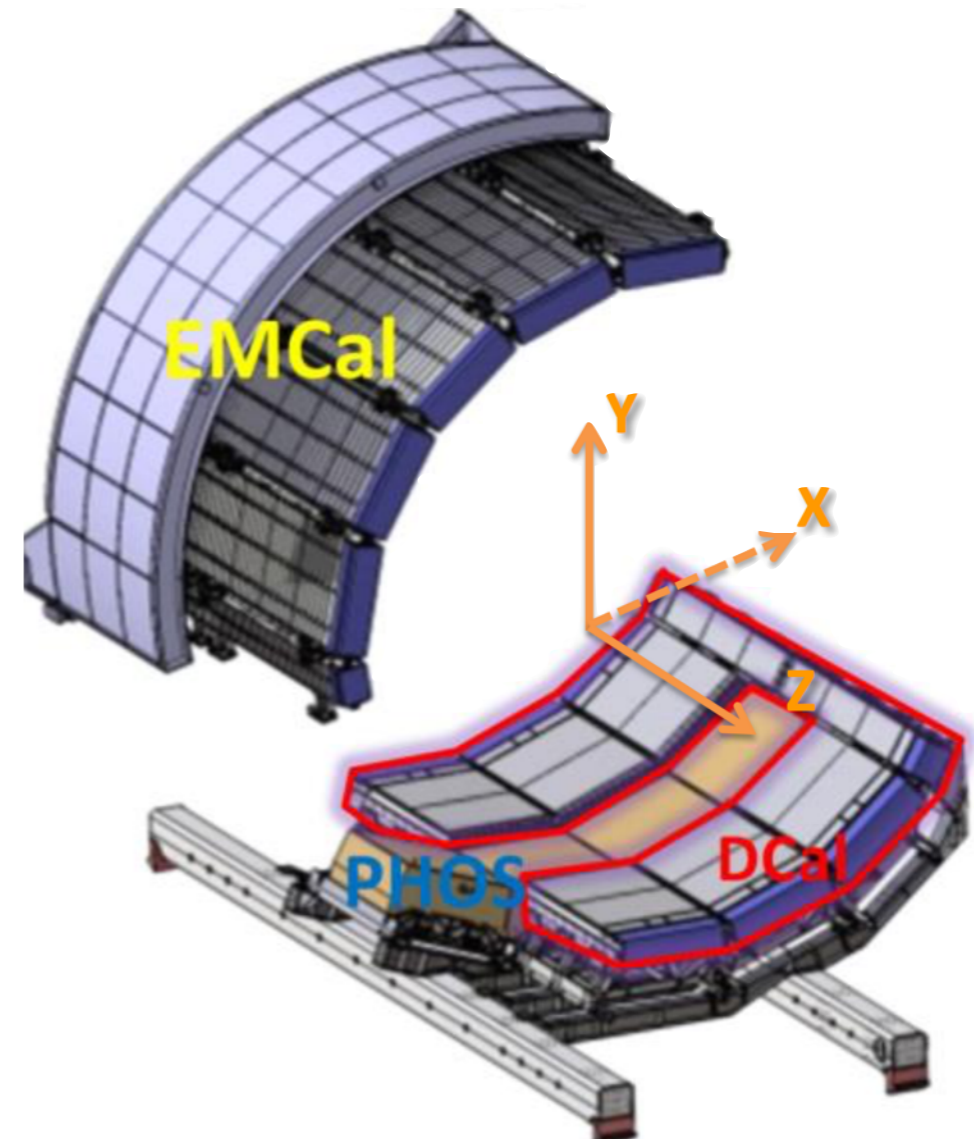
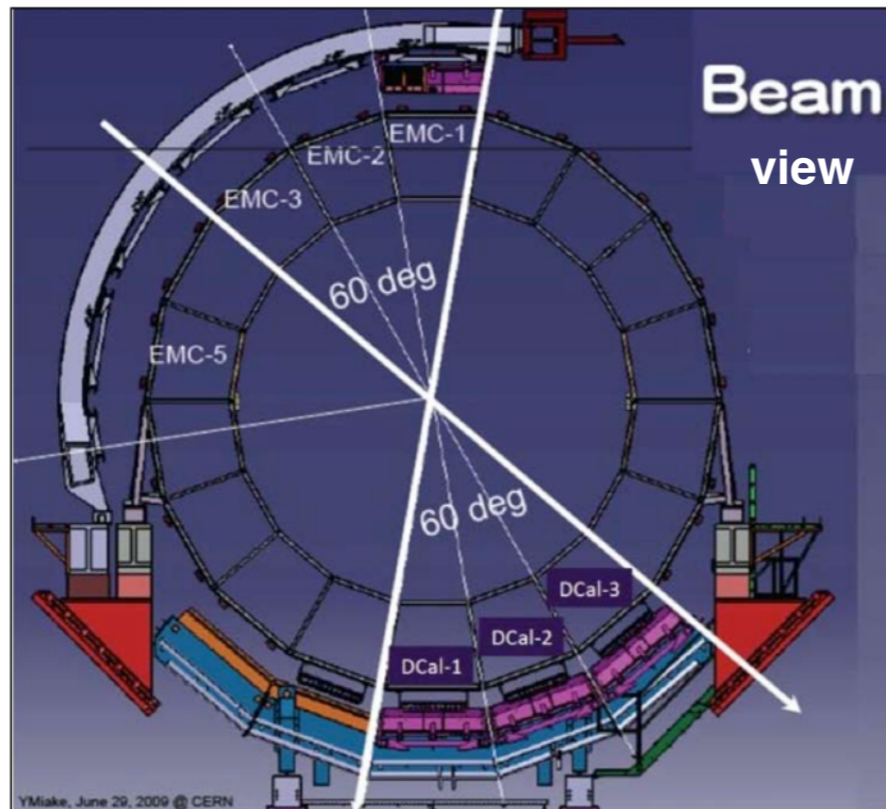
- Améliorer la précision des mesures
- Augmenter l'intervalle en p_T
- Mesure des saveurs lourdes : $\psi(2S)$ et bottomonia



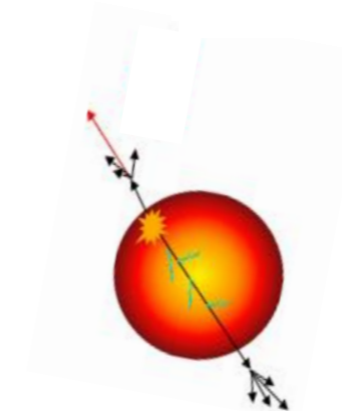


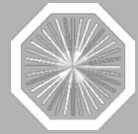
Calorimétrie

Installation complète de tous les modules
Couverture de detection de 60 degrés dos à dos

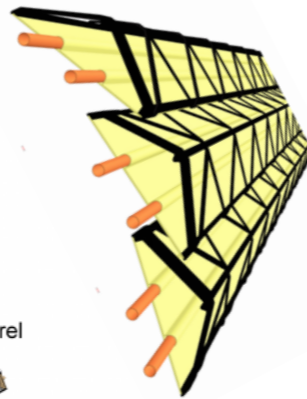
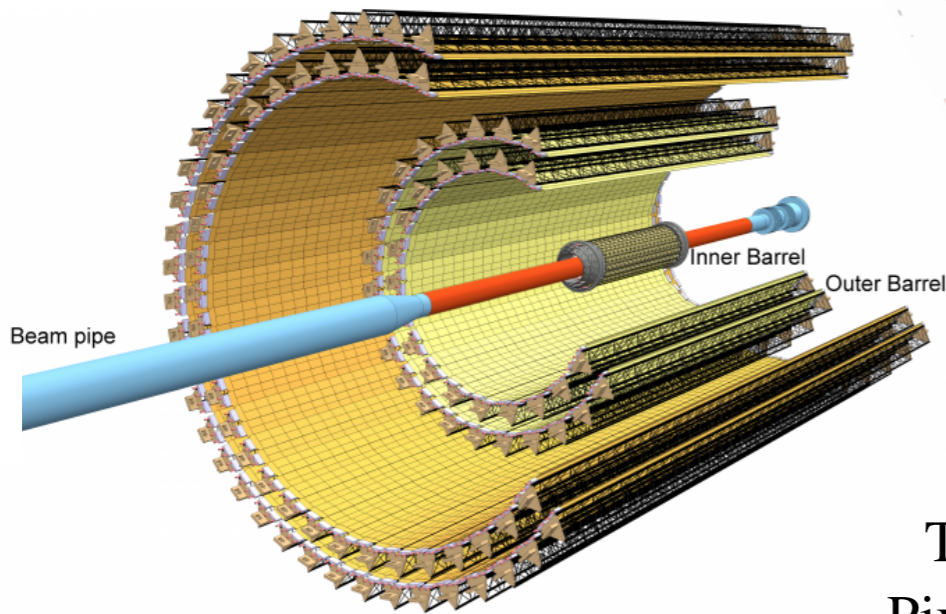


- Augmentation de la statistique :
acceptance, déclencheur
- Etude des corrélations à deux particules
- Physique des jets (fragmentation)





J.Phys. G41 (2014) 087002



MFT

- Nouveau détecteur
- Améliore le spectromètre à muons
- Etude de la physique du b
- Productions prompt et non-prompt
- Correlations

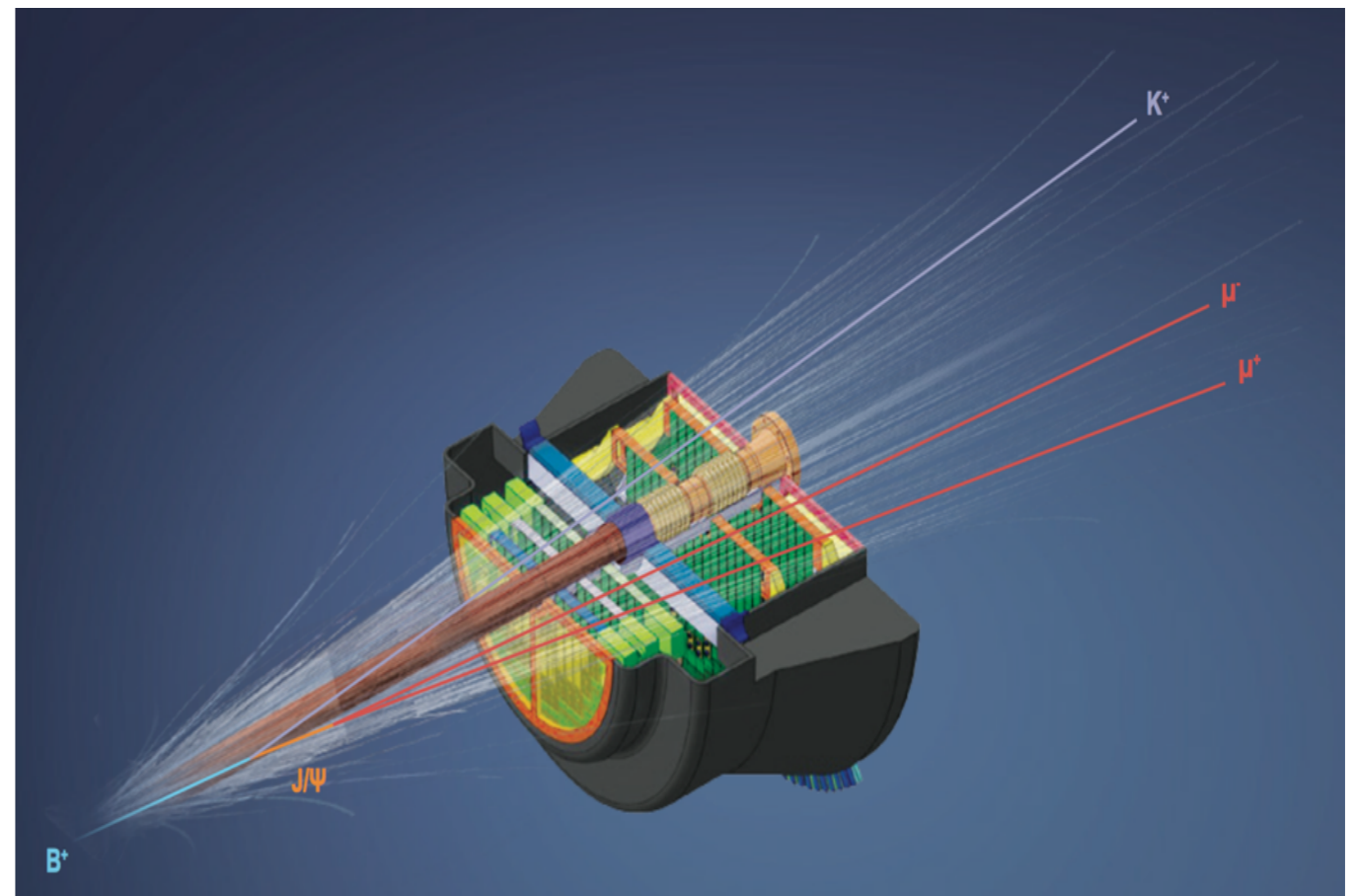
Technologie identique :
Pixel monolithique CMOS

ITS

- Remplacé dans son ensemble
- Moins de matériel
- Meilleure résolution
- Plus rapide
- Plus proche de l'IP

Spectromètre à muons

Changement de l'électronique de lecture dans son intégralité pour suivre l'augmentation de la luminosité





Merci

Backup

