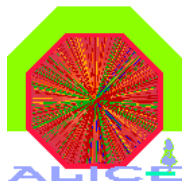


Mesure de la production du Upsilon avec le spectromètre à muons d'ALICE



OUTLINE

- Introduction
- Mesure du Upsilon pour sonder le QGP
- Spectromètre à muons d'ALICE : description & performances
- Taux de production des états Upsilon pour un mois de collisions Pb-Pb :
 - « inputs » de simulation
 - extraction des taux de production des états Upsilon vs. centralité
 - scénario de suppression des Upsilon vs. p_T ou centralité
- Conclusion



Upsilon : sonde du QGP



Aux énergies du LHC, une grande statistique de Upsilon est attendue.

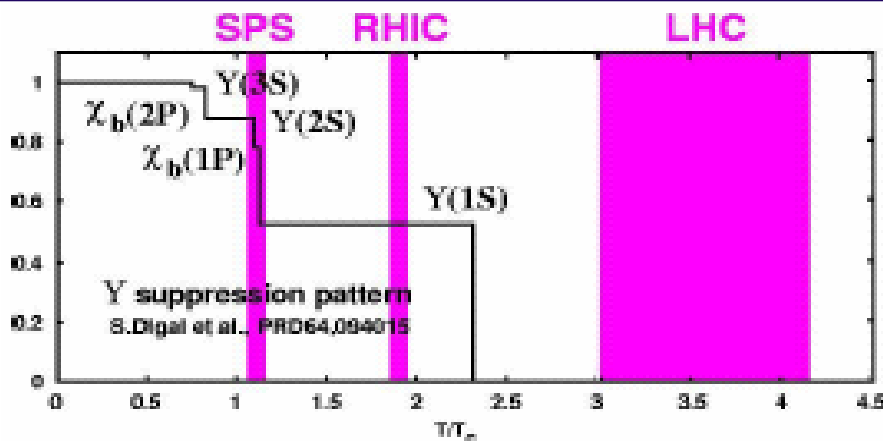
Dans un milieu nucléaire déconfiné (QGP), le phénomène **d'écrantage de couleur** entraîne une suppression des états Upsilon.

Une paire $b\bar{b}$ ne peut pas former un état Upsilon dans un « QGP de taille infinie » si $T_{QGP} > T_D$ (température de dissociation).

Une suppression séquentielle est attendue pour les états Upsilon :

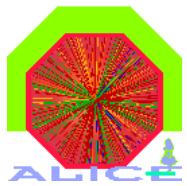
$$r_B(Y) < r_B(Y') < r_B(Y'') \Rightarrow T_D(Y) > T_D(Y') > T_D(Y'')$$

rayon de Bohr des états Upsilon



température de dissociation des états Upsilon

Dans un QGP de taille finie, la suppression des états Upsilon dépend du p_T ou de la centralité de la collision. Les Upsilon de bas p_T ont un temps de formation plus petit que les Upsilon de haut p_T → les Upsilon de bas p_T ont donc une probabilité plus importante de se former dans le QGP et donc d'être supprimés.

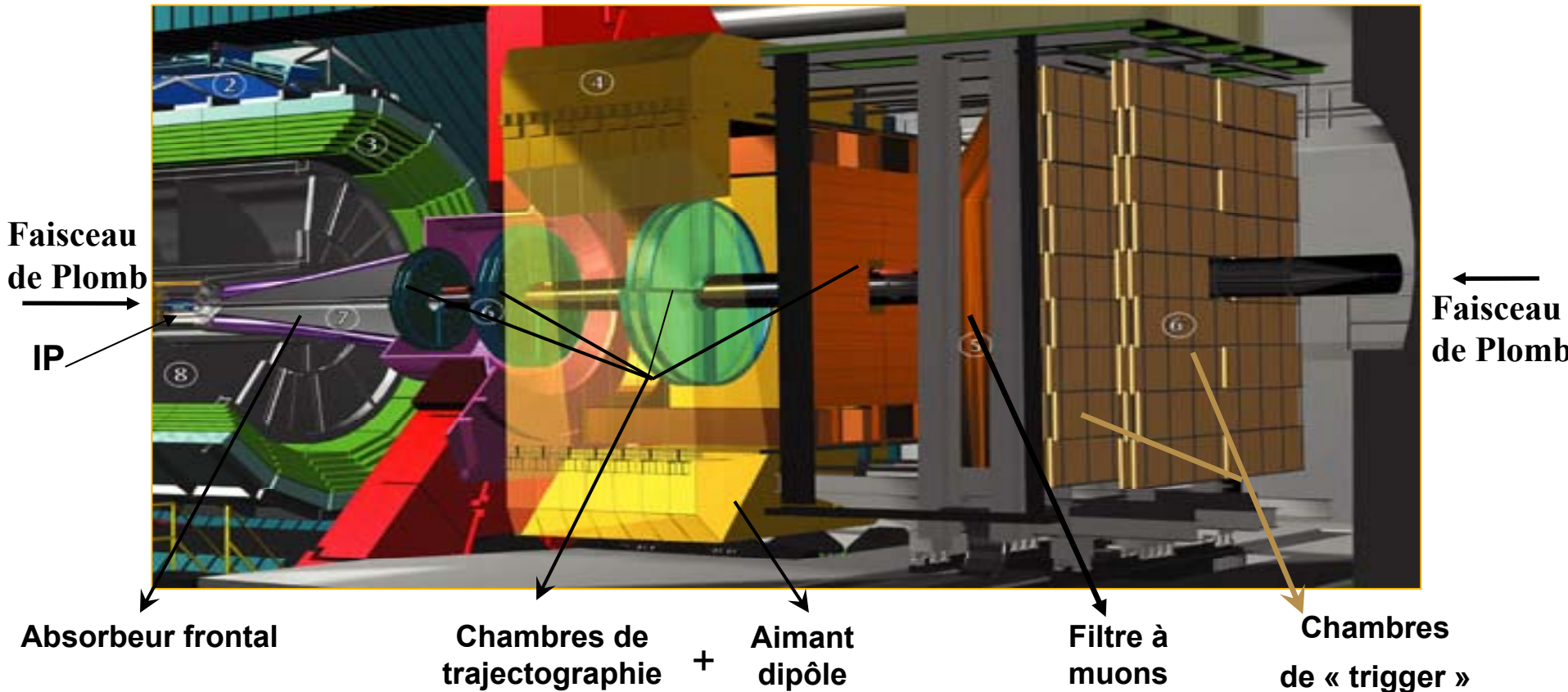


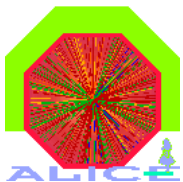
Le spectromètre à muons d'ALICE



Reconstruction et identification des états Upsilon (Υ , Υ' , Υ'') via leur canal de désintégration en dimuons.

Le spectromètre à muons d'ALICE a une acceptation géométrique : $2.5 < \eta < 4$





Les performances du spectromètre

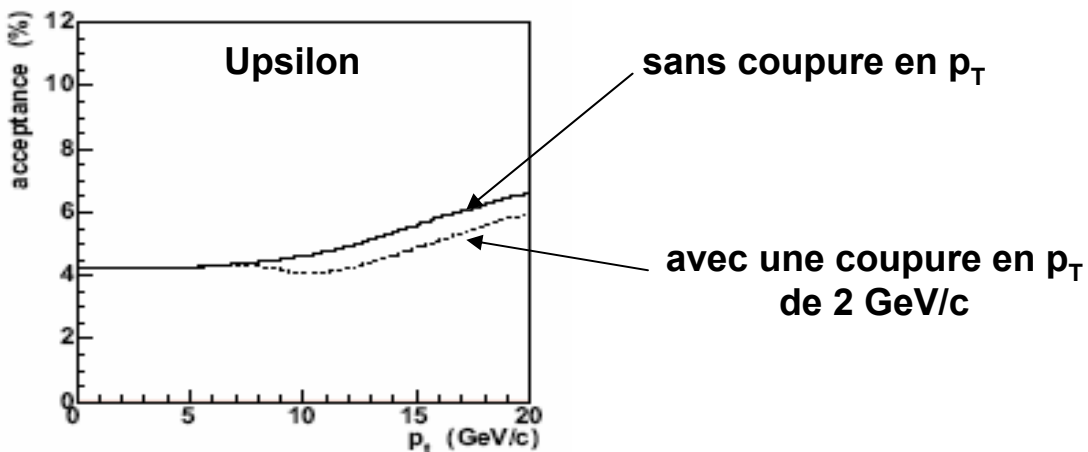
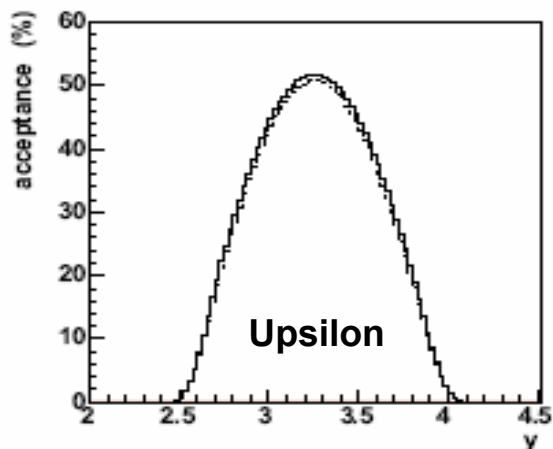
collisions Pb-Pb @ 5.5 TeV

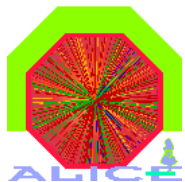


Performances obtenues avec des simulations rapides avec un bruit de fond de niveau 1 = 2 événements HIJING avec $dN_{ch}/dy|_{y=0} = 6000$

| | Mass resolution | Acceptance geometrical | Tracking efficiency | Trigger efficiency |
|------------|------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|
| Υ | 115 MeV/c ² | 4.79% | 86% | 92% |

- Séparation possible des états Upsilon ($\Upsilon, \Upsilon', \Upsilon''$)
- Fréquence de déclenchement du trigger (Pb-Pb collisions – Min. bias) :
Upsilon ≈ 0.01 Hz / BdF ≈ 65 Hz





les “inputs” de simulations



• Principales sources de muons :

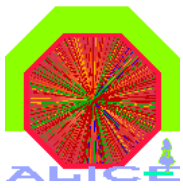
- états Upsilon : distributions en p_T sont extrapolées à partir des données de CDF
distributions en y sont données par le modèle CEM
- charme & beauté ouverte : générés en utilisant Pythia (“tuning” QCD@NLO)
- π et K : générés à partir de paramétrisation issues de Hijing

• Section efficace proton-proton à 5.5 TeV pour les états Upsilon (modèle CEM) & quark lourds (pQCD @ NLO) :

| (<i>hep-ph/0311048</i>) | $c\bar{c}$ | $b\bar{b}$ | Υ | Υ' | Υ'' |
|---------------------------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|
| σ_{pp} (μb) | 6640 | 210 | 0.501 | 0.246 | 0.100 |
| C_{sh} ($b = 0$) | 0.65 | 0.84 | 0.76 | 0.76 | 0.76 |

• Coupages utilisées pour l'analyse : coupure haute en p_T du trigger & $p_T^\mu > 1$ GeV/c

• Efficacité du détecteur : réponses du détecteur (efficacités de « tracking & trigger » & acceptance & « smearing ») obtenues à partir de simulations rapides dans AliRoot.

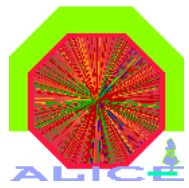


Normalisation du spectre en masse dimuons



$$N_{\mu\mu}^{Pb-Pb}(b) = f_{coll}(b) \cdot T_{Pb-Pb} \cdot \sigma_{pp} \cdot C_{sh}(b) \cdot Br_{\mu\mu} \cdot \alpha_{acc} \cdot \varepsilon \cdot T$$

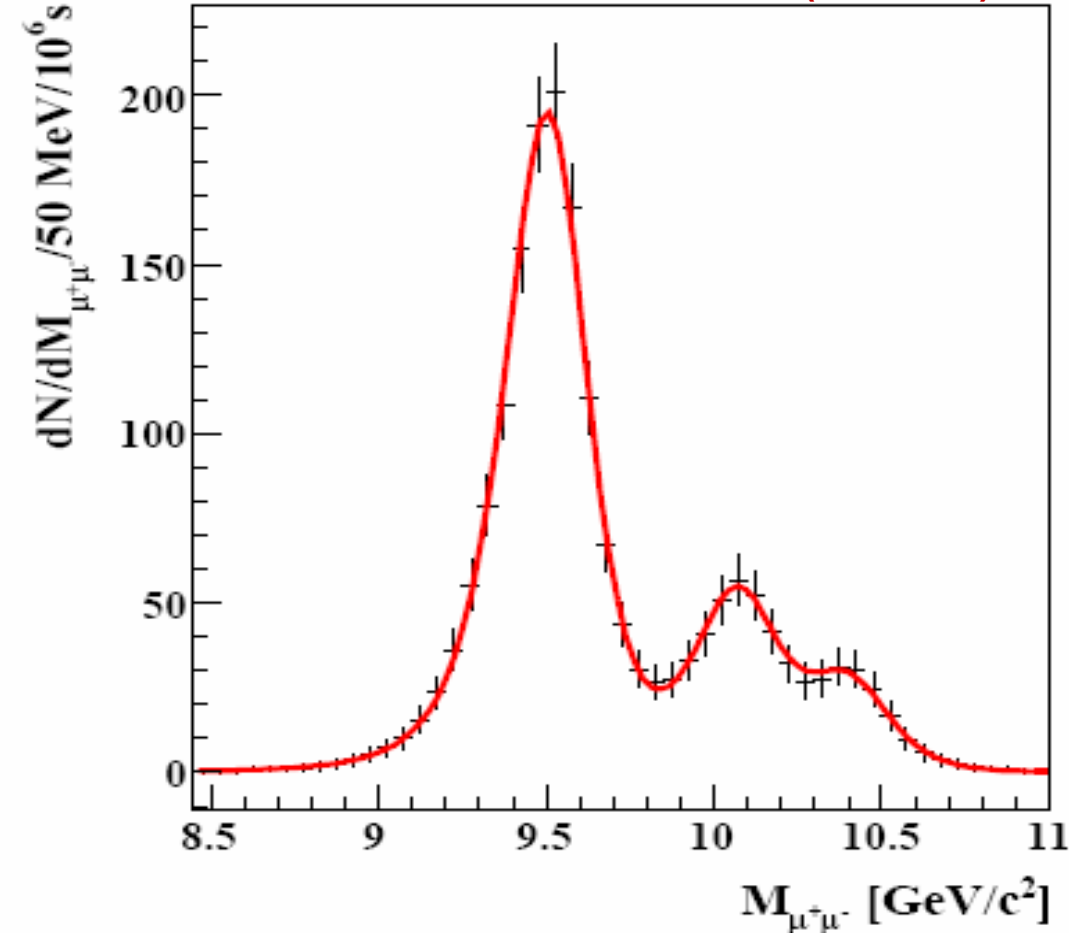
- T^{Pb-Pb} : fonction de recouvrement nucléaire pour les collisions Pb-Pb donnée par le modèle de Glauber
- f_{coll} : fréquence de collisions dans une classe en centralité [b_1, b_2]
- C_{sh} : facteur de “shadowing” nucléaire en Pb-Pb : $C_{sh}(b) = C_{sh}(0) + (1 - C_{sh}(0)) \times \left(\frac{b}{16}\right)^4$
- $Br_{\mu\mu}$: rapport de branchement en dimuons pour les quarkonia ou les paires de quarks lourds
- $T = 10^6$ s : temps d’acquisition effectif pour un mois de collisions Pb-Pb
- ε : efficacité du détecteur = efficacité “tracking” \times efficacité “trigger”
- α_{acc} : facteur d’acceptance géométrique



Spectre en masse dimuons dans la région du Upsilon



Collisions Pb-Pb centrales ($b < 3$ fm)



fit gaussien ?

Somme de 3 “Breit-Wigner modifiées” :

$$f(M_{\mu\mu}) \times \frac{\Gamma_Y^2}{\Gamma_Y^2/4 + (M_{\mu\mu} - M_Y)^2}$$

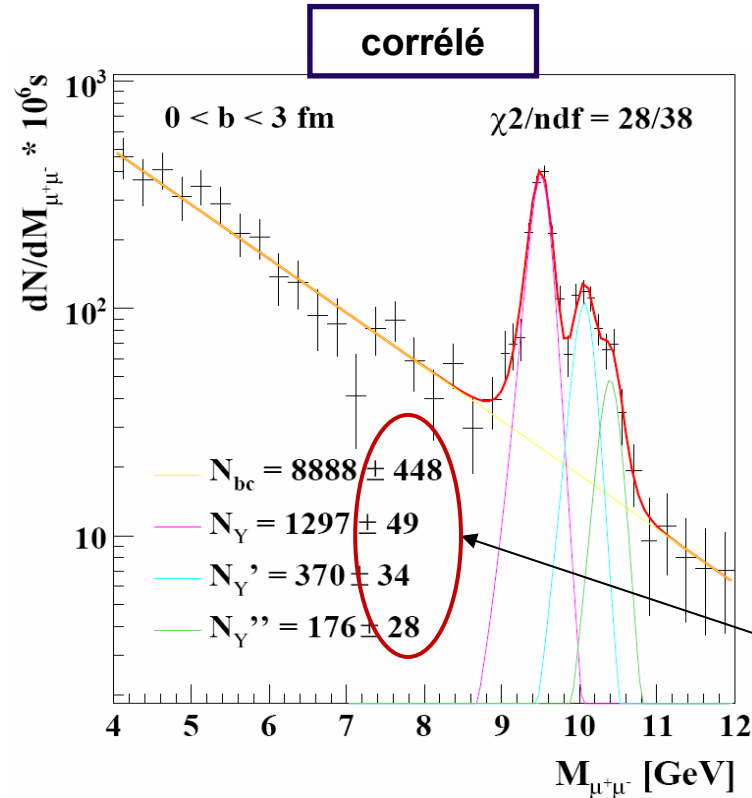
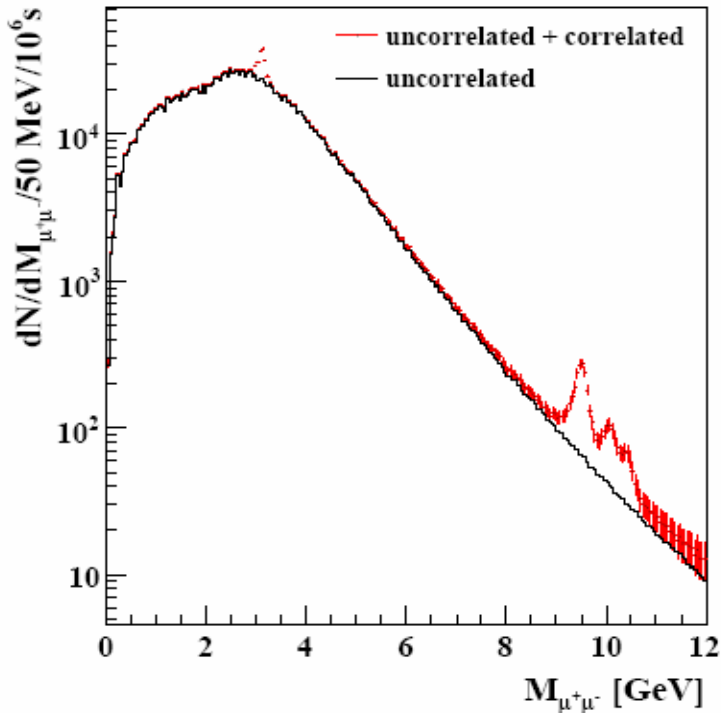
- f est une fonction polynomiale avec 3 paramètres libres pour prendre en compte les effets du détecteur liés au transport des muons
- la masse moyenne M_Y et la largeur de la Breit-Wigner Γ_Y sont extrait du fit.
- resolution en masse du upsilon :

$$\sigma_Y = 2.35 * \Gamma_Y \sim 115 \text{ MeV}/c^2$$

Cas des collisions centrales Pb-Pb ($b < 3$ fm)

hypothèse : soustraction parfaite du continuum dimuons non corrélés \Rightarrow

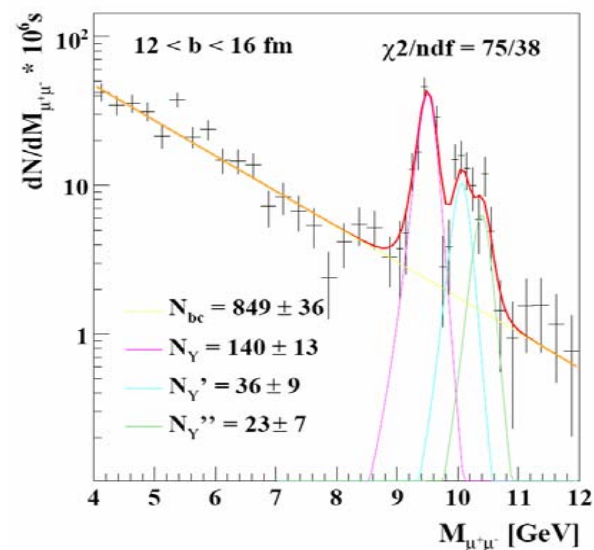
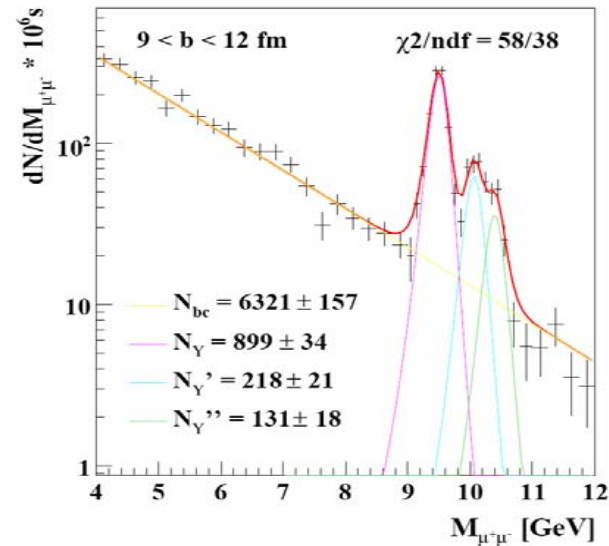
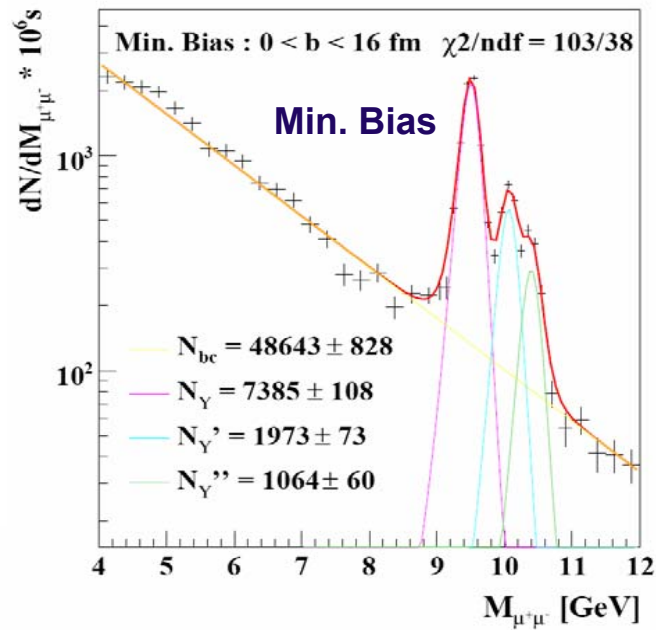
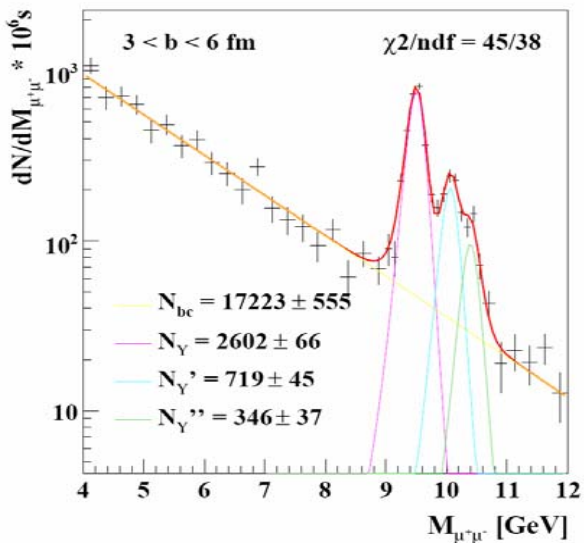
$$\sigma_{\text{bin}}^{\text{cor}} = \sqrt{N_{\text{bin}}^{\text{tot}}}$$



| |
|-----------------------------------|
| Taux de production générés |
| $N_{\Upsilon} = 1323$ |
| $N_{\Upsilon'} = 351$ |
| $N_{\Upsilon''} = 194$ |

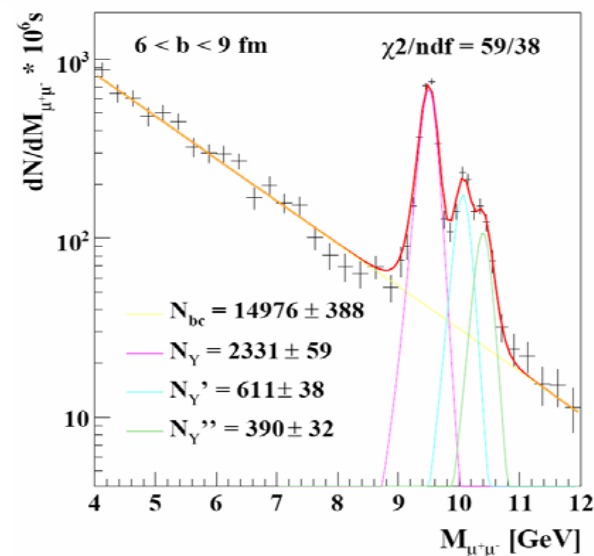
Erreurs stat. données par fit

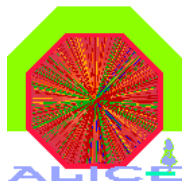
une exponentielle est utilisée pour le fit du continuum corrélé (beauté + charme)



- statistique importante et faible erreur statistique ($< 10\%$) pour le Upsilon dans les 5 classes en centralité

- la séparation des états Upsilon est possible pour chaque classe en centralité





Étude de la suppression du Upsilon

collision Pb-Pb @ 5.5 TeV



modèle de suppression par « seuil » → *J.F. Gunion & R. Vogt : arXiv : hep-ph/9610420*

la suppression du Upsilon dans le QGP dépend principalement :

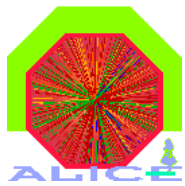
- pour les états Upsilon : temps de formation τ_F , température de dissociation t_D , p_T
- pour le QGP : température T_{QGP} , taille r_{QGP} et temps de vie τ_{QGP}

probabilité de survie du Upsilon $S(p_T)$ est calculée en considérant 2 cas extrêmes :

- « quenched QCD » : $T_c = 270$ MeV → *W.M. Alberico, hep-ph/0507084*
- « unquenched QCD » : $T_c = 190$ MeV → *C.Y. Wong, PRC 72 (2005) 034906*

| resonance | J/ ψ | ψ' | χ_c | Υ | Υ' | Υ'' | χ_b | χ_b' |
|----------------------|-----------|---------|----------|------------|-------------|--------------|----------|-----------|
| τ_f (fm/c) | 0.89 | 1.5 | 2.0 | 0.76 | 1.9 | 1.9 | 2.6 | 2.6 |
| T_D/T_c quenched | 1.7 | 1.1 | 1.13 | 4.0 | 1.4 | 1.14 | 1.6 | 1.16 |
| T_D/T_c unquenched | 1.21 | 1 | 1 | 2.9 | 1.06 | 1 | 1.07 | 1 |

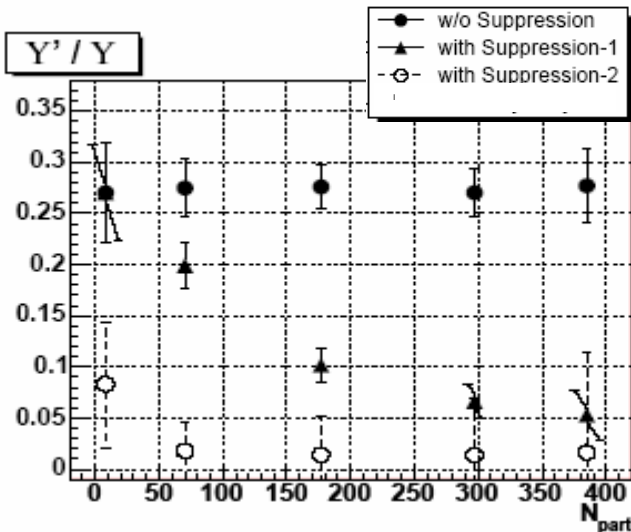
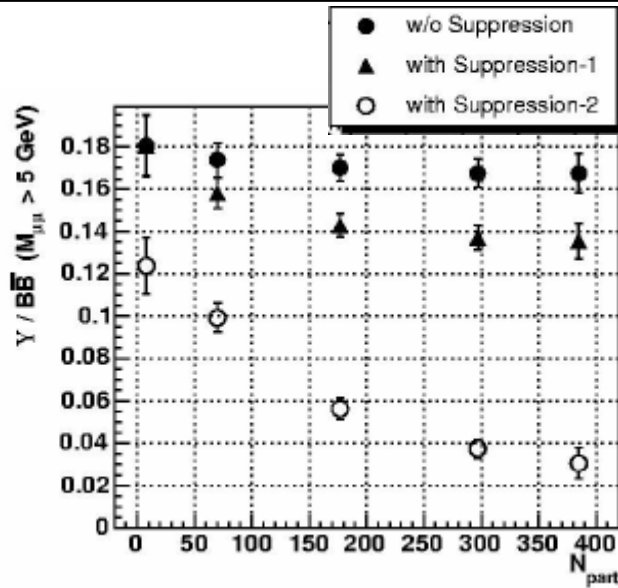
PPR vol II – CERN/LHCC 2005-030



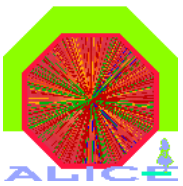
Υ'/Υ & Υ/bb vs. centralité



S. Grigoryan – PPR vol II – CERN/LHCC 2005-030



- néglige l'absorption nucléaire pour le Upsilon
- normalisation pour la production des états Upsilon : beauté corrélée ($M_{\mu\mu} > 5$ GeV) extrait à partir du spectre en masse dimuon corrélé (*R. Guernane - PPR vol II*)
- statistique correspond à 1 mois de collisions Pb-Pb
- La suppression du Upsilon est importante pour les collisions Pb-Pb les plus centrales avec le scénario de suppression 2 (« unquenched QCD » : $T_c = 190$ MeV)
- la perte d'énergie des quarks lourds n'est pas prise en compte dans la normalisation
- avec la mesure du Υ'/Υ , les effets nucléaire s'annulent en première approximation
- quel que soit le cas considéré, la suppression est plus visible sur le rapport Υ'/Υ

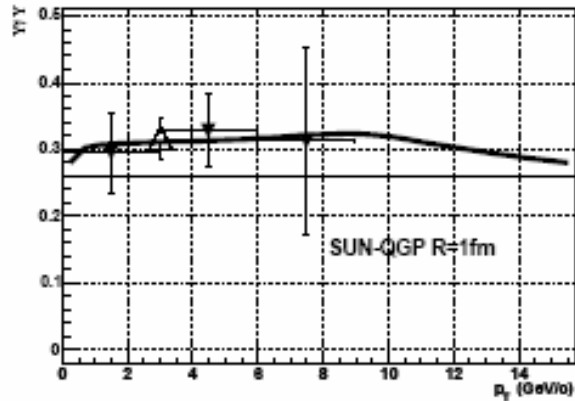


Υ'/Υ vs. p_T

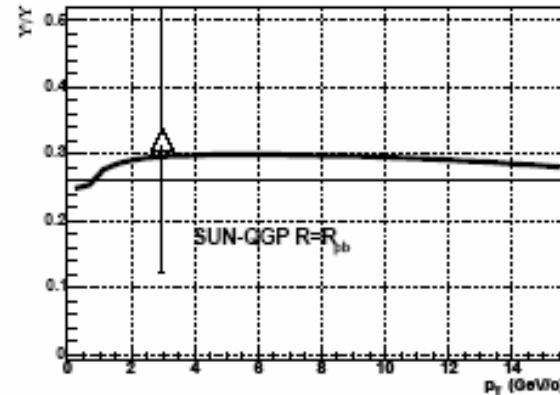
E. Dumonteil & P. Crochet – ALICE-INT-2005-002



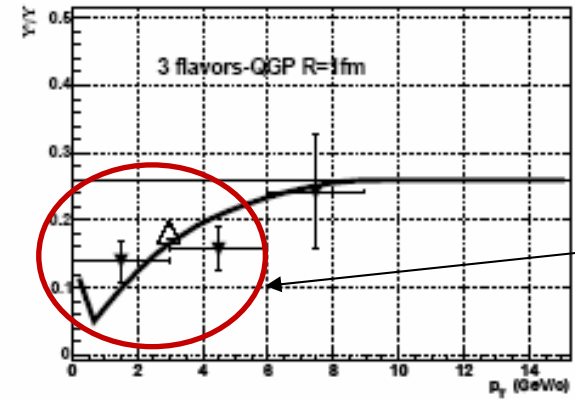
Production Ratio Υ'/Υ With Indirect Decays



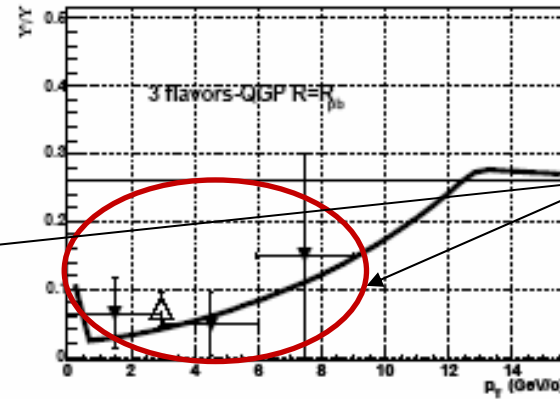
Production Ratio Υ'/Υ With Indirect Decays



Production Ratio Υ'/Υ With Indirect Decays



Production Ratio Υ'/Υ With Indirect Decays

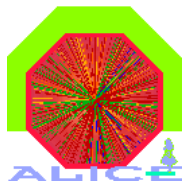


scénario de suppression pour différent modèle de plasma :

- rayon du plasma : $R = 1\text{fm}$ or R_{Pb}
- QCD « quenched » (SUN-QGP) or « unquenched » (3-flavors-QGP)

La suppression attendue du Υ' est plus importante que celle du Υ dans la région des bas p_T

Cette suppression du rapport Υ'/Υ à bas p_T dépend de la taille, du temps de vie et de la température du QGP



Conclusion



Étude de l'extraction des états « Upsilon » à partir du spectre en masse dimuons :

- Taux de production des états Upsilon pour un mois de collisions Pb-Pb (minimum biais) :

$$N_{\Upsilon} \approx 7400$$

$$N_{\Upsilon'} \approx 2000$$

$$N_{\Upsilon''} \approx 1000$$

- séparation possible des états Upsilon pour chacune des 5 classes en centralité
- statistique importante & faible erreur statistique (<10 %) pour le Υ dans les 5 classes en centralité

La mesure de la production des états Upsilon avec le spectromètre à muons d'ALICE en fonction du p_T et/ou de la centralité permet de distinguer différents scénarii de QGP