

Di- μ @ RHIC (= J/ ψ @ PHENIX)

Reconstruction et Mesure

Catherine Silvestre

CEA Saclay

5 Juillet 2006

Plan

Di- μ @ RHIC
(= J/ψ @
PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker

Déclenchement

Reconstruction

Bruit

Alignement

Mesure

Taux de production
du J/ψ

Extraction du signal

Correction acc \times eff

Systématiques

Conclusion

1 Motivations

2 Reconstruction

- Muon tracker
- Déclenchement
- Reconstruction
- Bruit
- Alignement

3 Mesure

- Taux de production du J/ψ
- Extraction du signal
- Correction acc \times eff
- Systématiques

4 Conclusion

Plan

Di- μ @ RHIC
(= J/ψ @
PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker
Déclenchement
Reconstruction
Bruit
Alignement

Mesure

Taux de production
du J/ψ
Extraction du signal
Correction acc \times eff
Systématiques

Conclusion

1 Motivations

2 Reconstruction

- Muon tracker
- Déclenchement
- Reconstruction
- Bruit
- Alignement

3 Mesure

- Taux de production du J/ψ
- Extraction du signal
- Correction acc \times eff
- Systématiques

4 Conclusion

Pourquoi des J/ψ ?

- J/ψ : sonde du milieu formé dans la collision.
- Suppression du J/ψ vs E_t observée au SPS par Na50 et Na60.
- Mécanismes proposés:
 - absorption nucléaire *normale* et shadowing;
 - absorption nucléaire *anormale* due au PQG;
 - interaction comovers
 - recombinaison des paires c, \bar{c} .

⇒ Mesure à haute énergie.

Comment ?

- Références: pp, dAu.
- Ions lourds: CuCu, AuAu.

Plan

Di- μ @ RHIC
(= J/ψ @
PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker

Déclenchement

Reconstruction

Bruit

Alignement

Mesure

Taux de production
du J/ψ

Extraction du signal

Correction acc \times eff

Systématiques

Conclusion

1 Motivations

2 Reconstruction

- Muon tracker
- Déclenchement
- Reconstruction
- Bruit
- Alignement

3 Mesure

- Taux de production du J/ψ
- Extraction du signal
- Correction acc \times eff
- Systématiques

4 Conclusion

Le spectromètre de PHENIX (1/3)

Di- μ @ RHIC
(= J/ψ @
PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker

Déclenchement

Reconstruction

Bruit

Alignement

Mesure

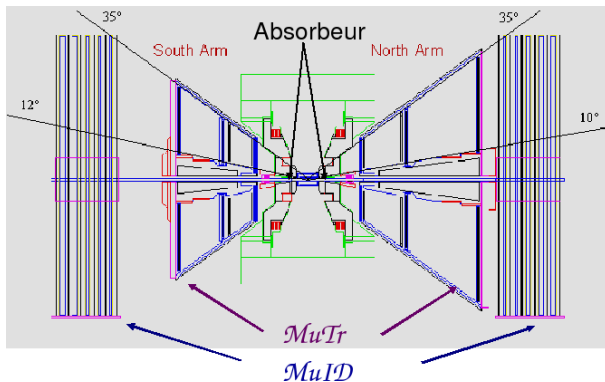
Taux de production
du J/ψ

Extraction du signal

Correction acc \times elf

Systématiques

Conclusion



Bras muons:

muons vers l'avant

$J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$

$p > 2 \text{ GeV}/c$

$|y| \in [1, 2; 2, 4]$

$\delta\phi = 2\pi$

Mesure des muons:

Absorbeur frontal: réduction des hadrons dans les bras muons.

MuID: identification des muons via la profondeur de pénétration et à l'aide de tubes larocci + absorbeurs.

MuTr: mesure de l'impulsion grâce à des chambres à cathodes strippées.

BBC: mesure luminosité, vertex, centralité.

Le spectromètre de PHENIX (2/3)

Di- μ @ RHIC
(= J/ψ @
PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker

Déclenchement

Reconstruction

Bruit

Alignement

Mesure

Taux de production
du J/ψ

Extraction du signal

Correction acc X eff

Systématiques

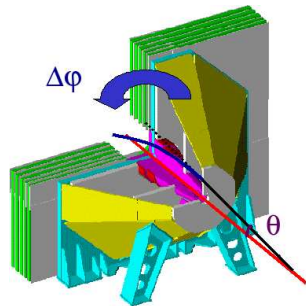
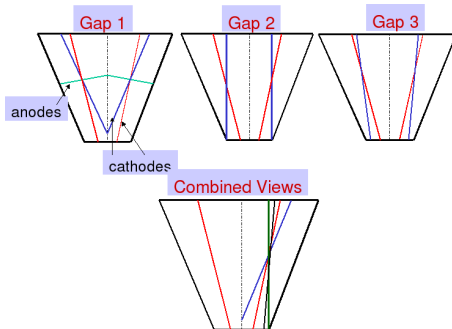
Conclusion

Caractéristiques du MuTr

3 stations de mesure

Champ magnétique radial

$\delta\phi$ et $\theta \Rightarrow p$ de la particule



- 3 stations = 3 + 3 + 2 gaps
- 2 plans de cathode / gap
~ 22 000 canaux
- 1 plan d'anode / gap

Le spectromètre de PHENIX (3/3)

Di- μ @ RHIC
(= J/ψ @
PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker

Déclenchement

Reconstruction

Bruit

Alignement

Mesure

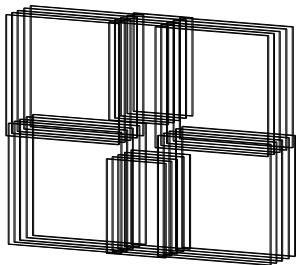
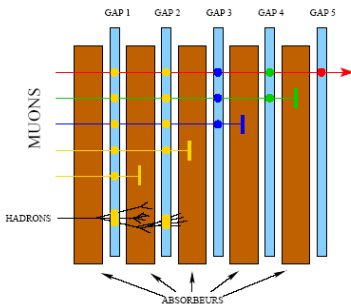
Taux de production
du J/ψ

Extraction du signal

Correction acc \times eff

Systématiques

Conclusion



MuID:

- 5 rangées de détecteurs actifs entremêlés avec de l'absorbeur.
- 2 orientations des fils pour chaque plan de détection.
- 6 panneaux par plans.

Systemes de déclenchement

Di- μ @ RHIC
(= J/ψ @
PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker

Déclenchement

Reconstruction

Bruit

Alignement

Mesure

Taux de production
du J/ψ

Extraction du signal

Correction acc \times eff

Systématiques

Conclusion

Trigger minimum bias: BBC.

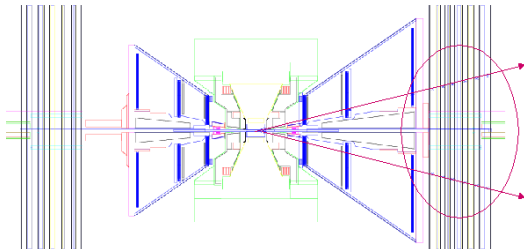
Trigger de niveau 1 (L1):

MuID, déclenchement sur des évènements possédant 2 muons.

Trigger de niveau 2 (L2):

Reconst. rapide des trajectoires.

- L2MUI: MuID seul
- L2MUT: MuID + MuTr



facteur de réjection = total/acceptés = 30

Reconstruction

Di- μ @ RHIC
(= J/ψ @
PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker
Déclenchement

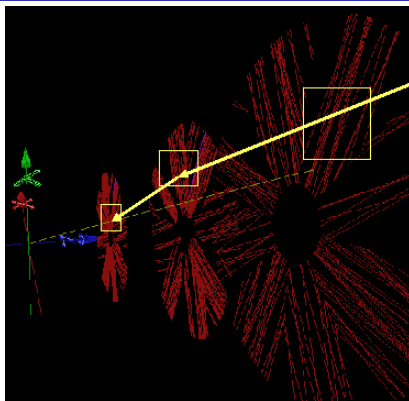
Reconstruction

Bruit
Alignement

Mesure

Taux de production
du J/ψ
Extraction du signal
Correction acc \times eff
Systématiques

Conclusion



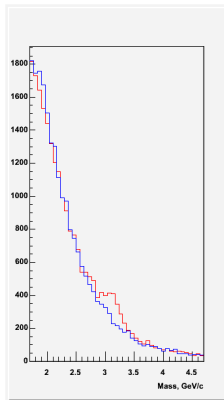
- Reconstruction depuis le MuID jusqu'à la première station.
- Utilisation de fenêtres dynamiques pour réduire la combinatoire.
- Fit Kalman \Rightarrow impulsion μ
- Fit vertex (2 traces + BBC) \Rightarrow masse invariante des di- μ

Réjection du bruit

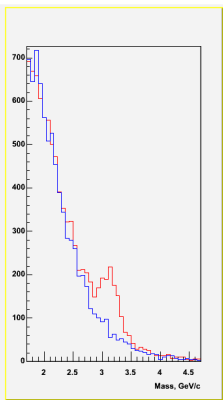
Réjection des traces fantômes:

- Nettoyage des traces ayant des strips en commun
⇒ χ^2 rapide (avant l'ajustement complet des traces)

Avant



Après coupures



Coupures

- Correspondance plus stricte entre le MuID et le MuTr.
- Sélection des traces les plus profondes.
- Correspondance entre p_z et la profondeur des traces.
- Coupure sur le χ^2 (traces et vertex)

Alignement (1/2)

Di- μ @ RHIC
(= J/ ψ @
PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker

Déclenchement

Reconstruction

Bruit

Alignement

Mesure

Taux de production
du J/ ψ

Extraction du signal

Correction acc X elf

Systématiques

Conclusion

Méthode itérative jusqu'au run 5

- Des détecteurs de référence supposés alignés par rapport auxquels les autres sont alignés.
- Repositionnement de la distribution moyenne des résidus.
- Alignement laborieux, à la main, itératif \Rightarrow long.
- Convergence non assurée: résultats biaisés car différents si changement de détecteurs de référence.

Alignement global

- Tous les détecteurs sont utilisés dans l'algorithme de reconstruction.
- Minimisation du $\sum \chi_{traces}^2$ sans itérations, donnant un résultat optimum.
- Remarque: un nombre limité de détecteurs de références sont fixés de façon arbitraire pour empêcher les transformations globales du spectromètre (ex: rotation d'ensemble).

Alignement global (2/2)

$D_i\text{-}\mu$ @ RHIC
(= J/ψ @ PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker

Déclenchement

Reconstruction

Bruit

Alignement

Mesure

Taux de production

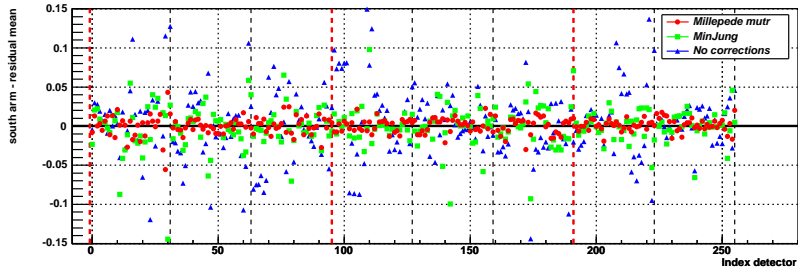
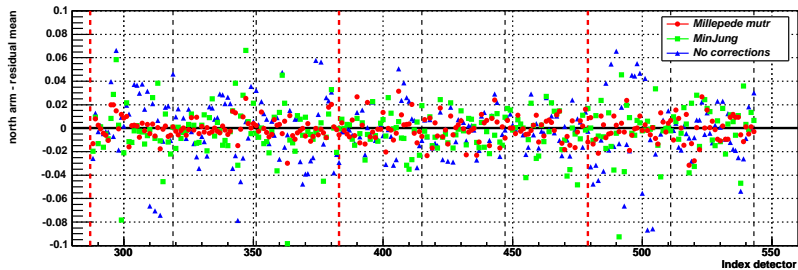
du J/ψ

Extraction du signal

Correction acc \times eff

Systématiques

Conclusion



Plan

Di- μ @ RHIC
(= J/ψ @
PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker
Déclenchement
Reconstruction
Bruit
Alignement

Mesure

Taux de production
du J/ψ
Extraction du signal
Correction acc \times eff
Systématiques

Conclusion

1 Motivations

2 Reconstruction

- Muon tracker
- Déclenchement
- Reconstruction
- Bruit
- Alignement

3 Mesure

- Taux de production du J/ψ
- Extraction du signal
- Correction acc \times eff
- Systématiques

4 Conclusion

Production de J/Psi par unité de rapidité et par collision inélastique

$$B \frac{dN_{J/\psi}}{dy} = \frac{N_{J/\psi}}{\Delta y A \epsilon_{J/\psi} \epsilon_{BBC}^{J/\psi}} / \frac{N_{BBC}}{\epsilon_{BBC}^{MB}}$$

avec

- B rapport de branchement pour le canal de désintégration détecté
- y la rapidité du J/ψ (mesurée)
- $N_{J/\psi}$ le nombre de J/ψ (mesuré)
- $A \epsilon_{J/\psi}$ corrections d'efficacité et d'acceptance du détecteur (simulées)
- $\epsilon_{BBC}^{J/\psi}$ efficacité du trigger (ici BBC) sur des événements contenant un J/ψ (simulée)
- N_{BBC} nombre d'événements (mesuré)
- ϵ_{BBC}^{MB} efficacité du trigger pour tous les événements (simulée)

Di- μ @ RHIC
(= J/ψ @ PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker

Déclenchement

Reconstruction

Bruit

Alignement

Mesure

Taux de production
du J/ψ

Extraction du signal

Correction acc \times eff

Systématiques

Conclusion

$N_{J/\psi}$: extraction du signal

Di- μ @ RHIC
(= J/ψ @
PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker

Déclenchement

Reconstruction

Bruit

Alignement

Mesure

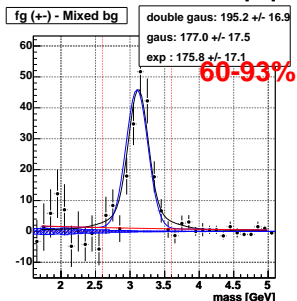
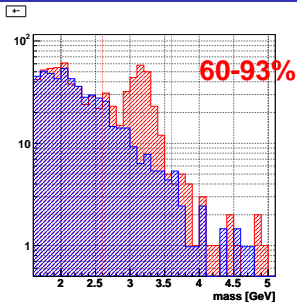
Taux de production
du J/ψ

Extraction du signal

Correction acc \times eff

Systématiques

Conclusion



Soustraction du bruit de fond

- soit par la méthode des like-sign;
- soit en utilisant l'Event Mixing.

Ajustements:

- du bruit de fond : compte signal au dessus de l'exponentielle;
- 1 gaussienne: la valeur moyenne fixe, amplitude et largeur en paramètres;
- 2 gaussiennes: valeurs moyennes et largeurs fixes, seule l'amplitude (totale) est un paramètre.

Calcul des corrections $\text{acc} \times \text{eff}$

Di- μ @ RHIC
(= J/ψ @
PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker

Déclenchement

Reconstruction

Bruit

Alignement

Mesure

Taux de production
du J/ψ

Extraction du signal

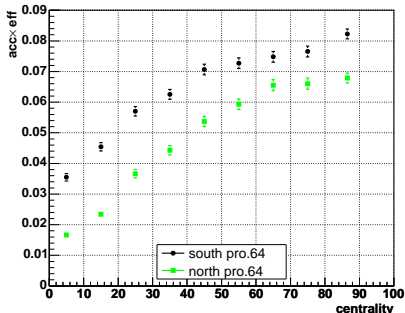
Correction $\text{acc} \times \text{eff}$

Systématiques

Conclusion

- Génération J/ψ MC par Pythia (sur 4π).
- Simulation réalisée en mélangeant des J/ψ simulés dans des évtés réels (embedding) + réponse (inefficacités, zones mortes, gain)
- Même reconstruction qu'avec les données réelles (L1+L2+offline+coupures)

$$\Rightarrow A\epsilon_i = N_{jpsi}^{reco} / N_{jpsi}^{MC} |_i$$



- Par définition, l'acceptance ($\sim 10\%$) est plate en fonction de la centralité.
- L'efficacité diminue avec la centralité à cause de l'occupation dans les détecteurs.
- L'effet est plus marqué dans le bras nord, car à même centralité, la multiplicité est plus grande

Systematiques

Di- μ @ RHIC
(= J/ψ @
PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker
Déclenchement
Reconstruction
Bruit
Alignement

Mesure

Taux de production
du J/ψ
Extraction du signal
Correction acc \times eff
Systematiques

Conclusion

source	valeur
Extraction du signal	de 5 à 20 %
MC statistique	négligeable
acc \times eff, dépendance avec distribution d'input (Pythia)	4 %
Variations run à run	3+2 %
Efficacité MuID	4 %
Efficacité MuTr et paquets chauds	2 %
Acceptance	5 %
Correspondance entre MC et données réelles	de 0 à 16 % (asymétrique)

Plan

Di- μ @ RHIC
(= J/ψ @
PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

Reconstruction

Muon tracker

Déclenchement

Reconstruction

Bruit

Alignement

Mesure

Taux de production
du J/ψ

Extraction du signal

Correction acc \times eff

Systématiques

Conclusion

1 Motivations

2 Reconstruction

- Muon tracker
- Déclenchement
- Reconstruction
- Bruit
- Alignement

3 Mesure

- Taux de production du J/ψ
- Extraction du signal
- Correction acc \times eff
- Systématiques

4 Conclusion

Conclusion

Di- μ @ RHIC
(= J/ψ @
PHENIX)

Catherine
Silvestre

Motivations

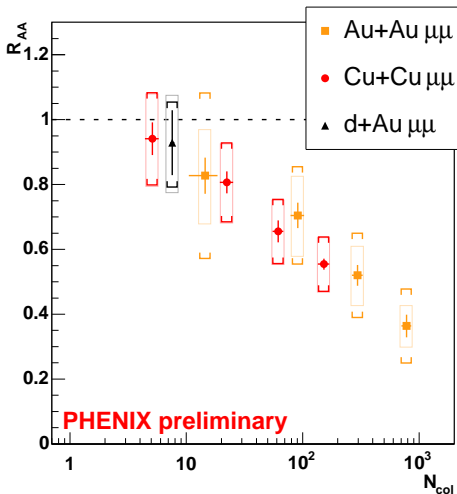
Reconstruction

Muon tracker
Déclenchement
Reconstruction
Bruit
Alignement

Mesure

Taux de production
du J/ψ
Extraction du signal
Correction acc \times eff
Systématiques

Conclusion



Cet après-midi
avec Andry !