

Reconstruction et mesure de quarkonia en diélectrons dans PHENIX

Journées QGP – France

Juillet 2006, Étretat

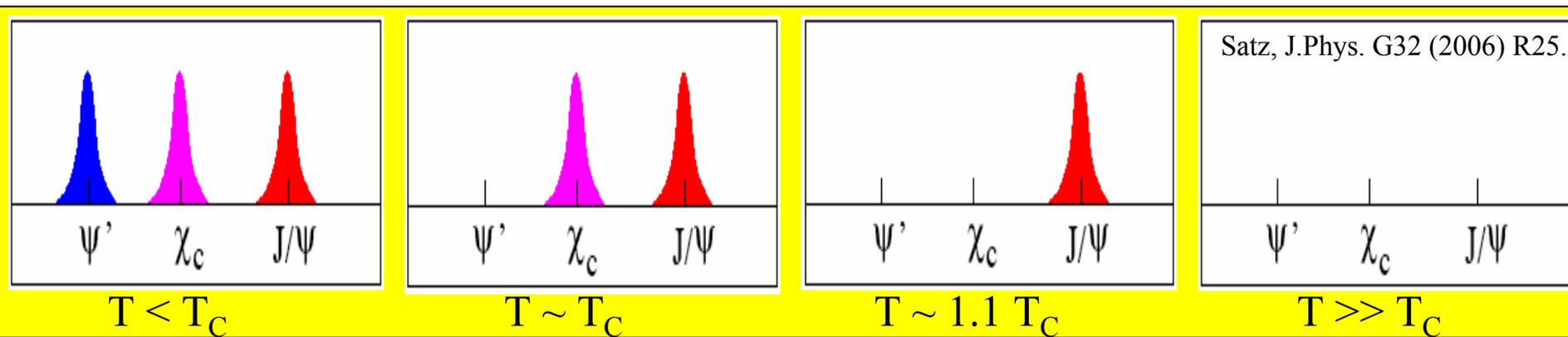
Ermias Atomssa, LLR,
Ecole Polytechnique.

Plan

- Motivations
- Détection
 - Les « bras » centraux
 - Trajectographie d'électrons
 - Identification d'électrons
 - Déclenchement
- Méthode d'analyse
 - Reconstitution de trajectoires
 - Paramètres d'identification d'électrons
 - Spectres de masse invariants
- L'avenir de quarkonia dans PHENIX

Motivations

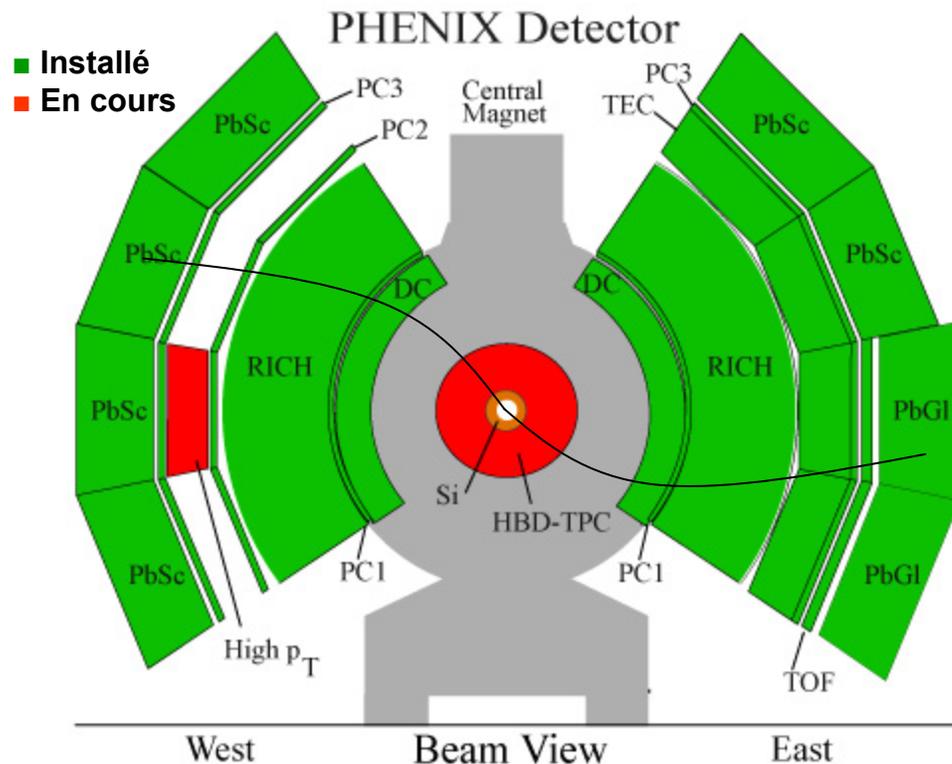
- Quarkonia :
 - Différentes températures de fonte
 - « Thermomètres du milieu », selon le pattern de suppression



- Diélectrons vs Dimuons dans PHENIX :
 - Acceptance moins bonne
 - Meilleure résolution (Psi/Psi')
 - Au-Au prélim. : Systématiques mieux contrôlées

Les « bras » centraux de PHENIX

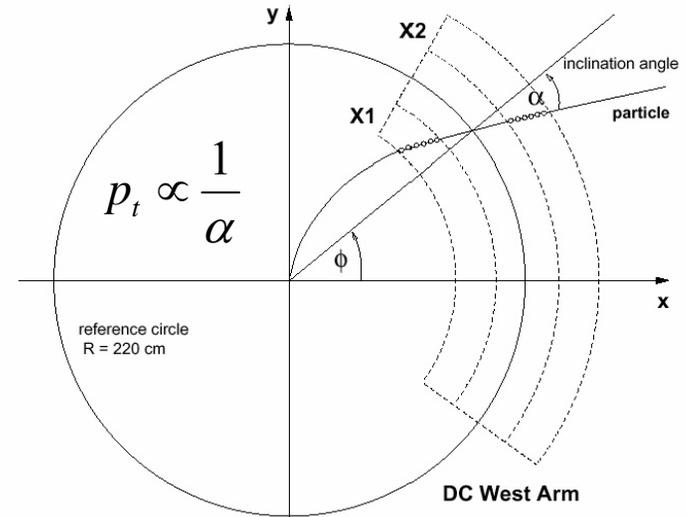
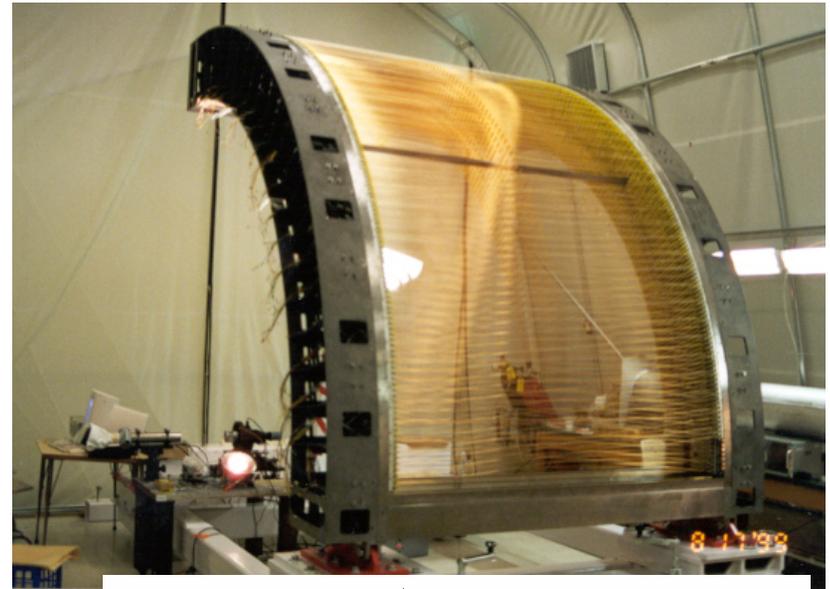
- Environnement :
 - Flux important de particules chargés
 - $dN_c/dy \approx 700$ en AuAu central
 - piqué à 200 – 300 MeV/c
 - Taux important de photons de conversion (**Attention aux longueurs de radiation !!**)
 - Directs, Bremsstrahlung, Dalitz
- Couverture cinématique :
 - Rapidité – $|\eta| < 0.35$
 - Azimut – $2 \times (90^\circ)$



- Un système composite de plusieurs détecteurs :
 - Trajectographie haute résolution
 - Chambre à dérive(DC), chambre à pad?(PC), Chambre à Projection temporelle (TEC)
 - Identification de particules
 - Imageur d'anneau Čerenkov (RICH), temps de vol (TOF), TEC
 - Calorimétrie de haute précision (ECAL) : PbSc, PbGl

Chambre à dérivation

- Principale composant de la trajectographie
 - Localiser les positions de passage pour la recherche de traces de particules chargées
 - Contribuer à la détermination de l'impulsion de ces traces
- Fils d'anode et de cathodes
 - 60% parallèles à l'axe de faisceau (mes. $r-\phi$) et 40% à un petit angle stéréo (mes. z)
- Champ magnétique axial
- **Résolution en p_t limitée par**
 - La diffusion multiple à bas p_t ($< \sim 1 \text{ GeV}/c$)
 - Résolution intrinsèque de mesure de position à haut p_t ($> \sim 1 \text{ GeV}/c$)



$$\frac{\sigma p_t}{p_t} = 2.1\% \oplus 0.8\% p_t$$

Imageur d'anneaux Čerenkov (RICH)

- Couverture maximale avec matériel minimal dans accept.
 - Miroirs (dans l'acceptance) pour rediriger la lumière
 - matrice PMT (hors de l'acceptance)
- Principe d'identification :
 - Seuil Čerenkov \propto Masse

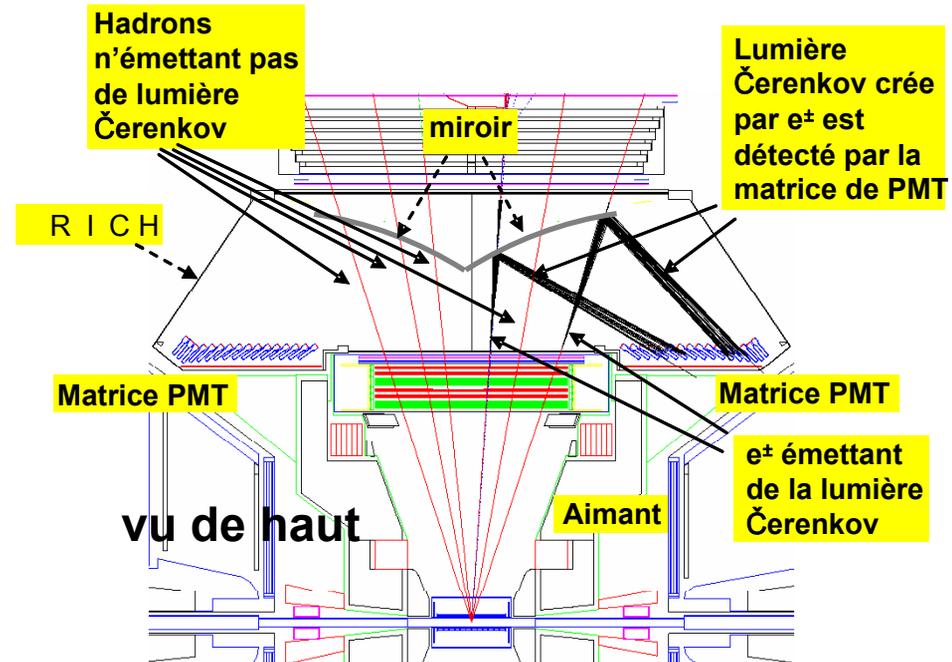
$$E_s = m\gamma_s = \frac{m}{(1 - (1/n)^2)^{1/2}}$$

- RICH utilise CO₂

$$\gamma_s^{CO_2} \approx 35 \Rightarrow$$

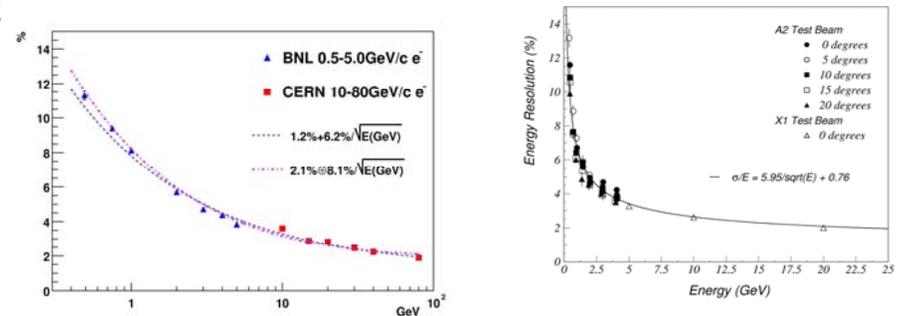
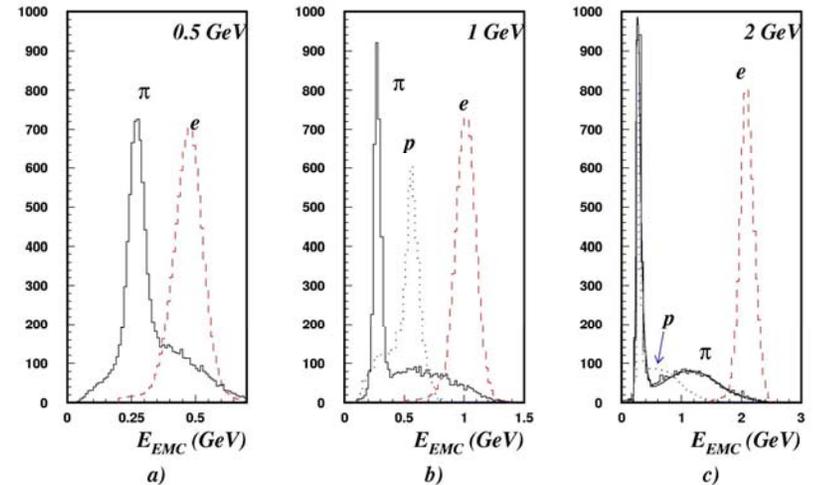
$$E_s(e^\pm) \approx 17 \text{ MeV}$$

$$E_s(\pi^\pm) \approx 4.8 \text{ GeV}$$



Calorimétrie électromagnétique

- Mesure l'énergie et la position des gerbes électromagnétiques
- Couvre la totalité de l'acceptance des bras centraux
- Contribution à l'identification d'électrons (comparaison E/p) :
 - e^\pm et γ : laissent la totalité de leurs énergies localement
 - h : laissent une fraction de leur énergie (MIP à $\sim 1\text{ GeV}$)
- Deux instrumentations :
 - PbSc : Pavés de Scintillateur Plastique et Plomb alternants
 - PbGl : Radiateur Čerenkov ($n \sim 1.6$) Homogène (Verre dopé au plomb)

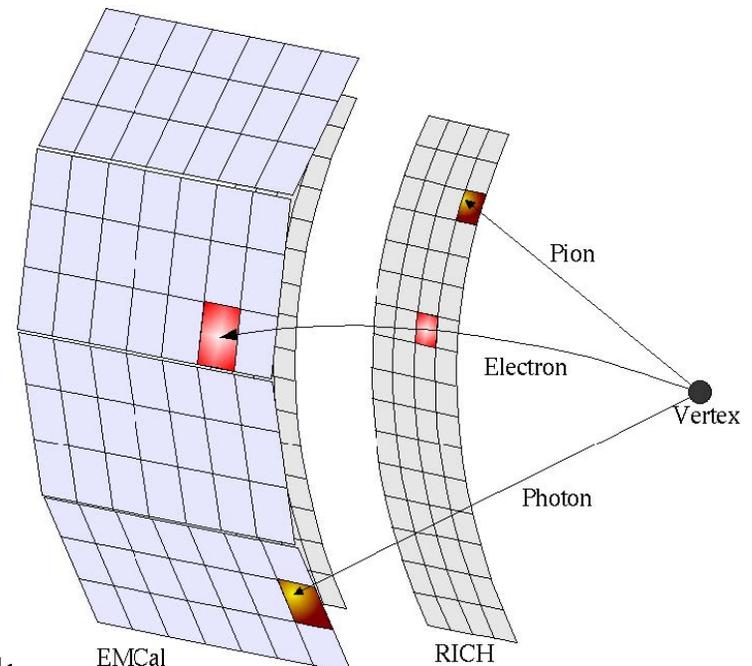
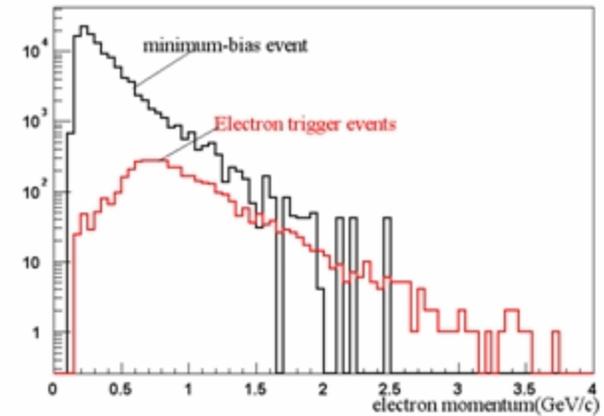


$$\frac{\sigma_E}{E} = \frac{8.1\%}{\sqrt{E}} \oplus 2.1\%$$

$$\frac{\sigma_E}{E} = \frac{5.95\%}{\sqrt{E}} \oplus 0.76\%$$

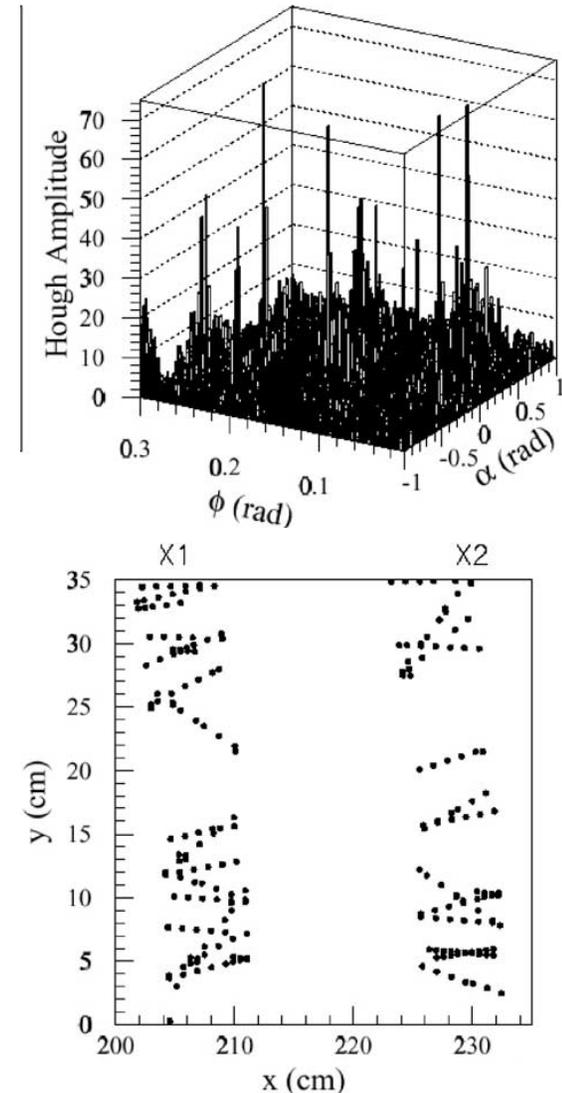
Déclencheur sur électrons de haut pt

- Basé sur une coïncidence de :
 - $N > N_s$ photons détectés localement dans le RICH
 - $E > E_s$ déposé localement dans l'ECAL
 - N_s & E_s ainsi que la taille du volume actif de détecteur où la sommation s'effectue sont les paramètres du trigger
- Le temps de réponse rapide du RICH et ECAL permet de construire un **déclencheur rapide pour évènements rares contenant quarkonia dans les produit finaux**
- Très utilisé en collisions pp où le taux d'évènement est très élevé ($\sim 10\text{KHz}$)



Reconstruction de trajectoires (DC)

- Recherche de trace dans le DC :
 - Transformé de Hough :
 - Histogrammes des paramètres de la droite qui rejoint chaque paire de coup dans le DC
 - Les maxima locaux sont interprétés comme corrélation entre paires venant d'une même trace
 - Plusieurs nettoyages sont effectués pour éliminer les mauvaises associations

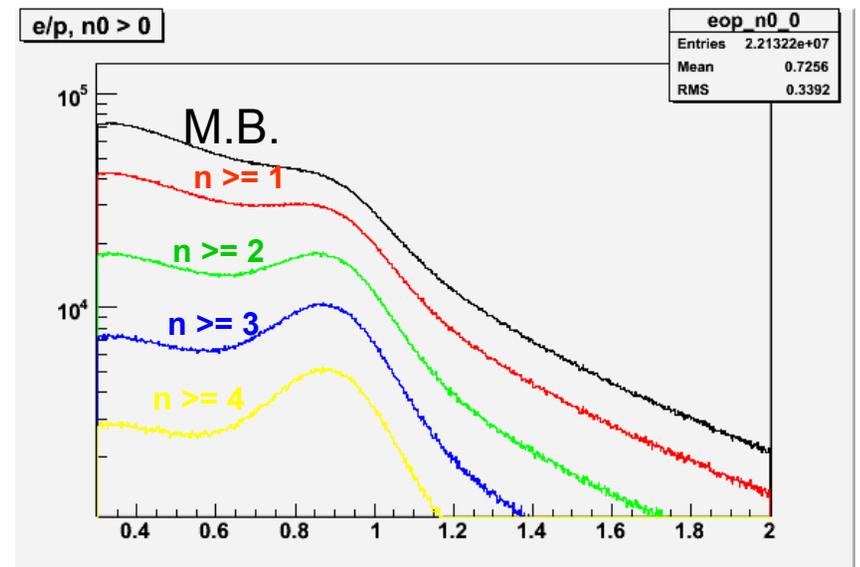
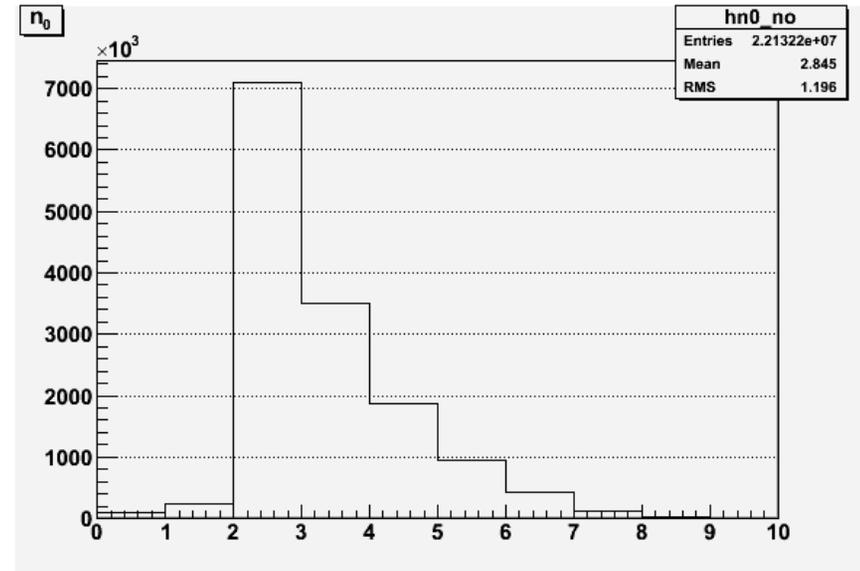


Calcul de paramètre aux vertex

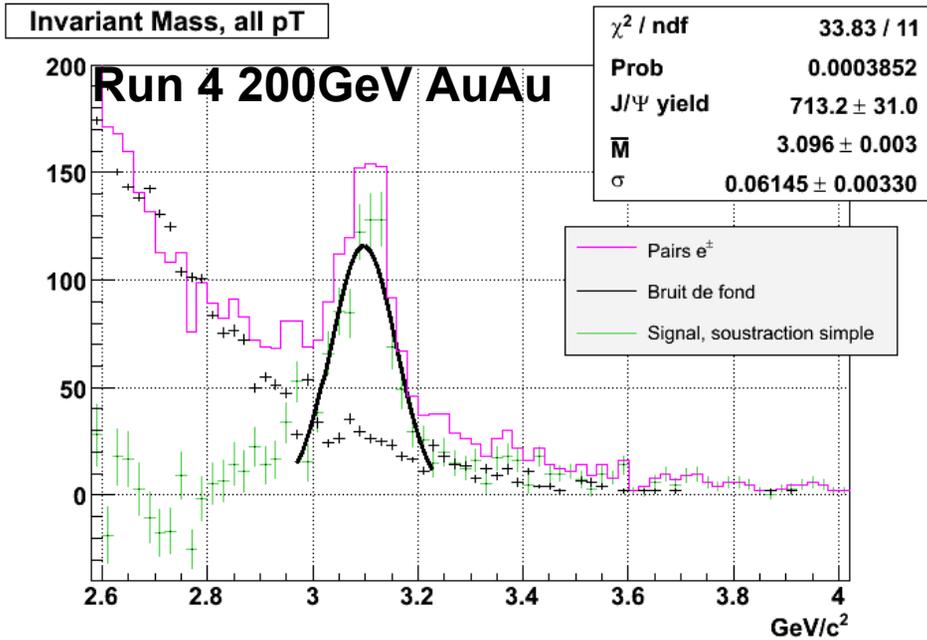
- Calcul d'impulsion de trajectoire au vertex (p_v, z_v)
 - Identification de paramètres mesurables qui définissent la trajectoire uniquement ($\alpha, \beta, \varphi, z_{ref}$)
 - Grille d'intégral (tableau de correspondance) calculé à partir de la cartographie du champ magnétique physique
 - Impulsion et autres paramètres au vertex sont extrapolé depuis les nœuds de l'élément de la grille auquel appartient l'ensemble ($\alpha, \beta, \varphi, z_{ref}$) de la trace en question

Paramètres d'identification d'électrons

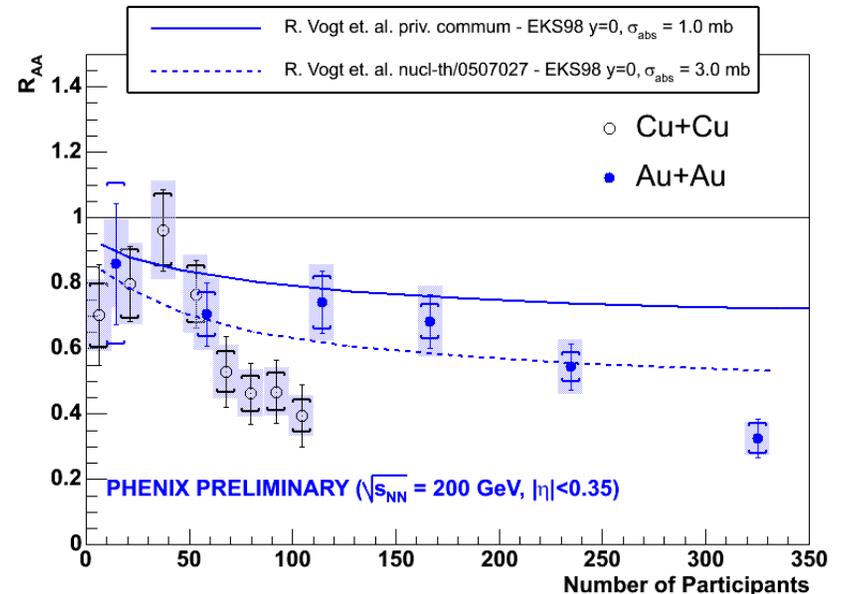
- Dans le RICH
 - Nombre de PMT touchés dans un rayon nominal (n_{PMT})
 - Distance entre la position du centre d'anneau et la projection de la trajectographie
 - Nombre de photoélectrons dans un rayon nominal
 - Forme d'anneau (χ^2)
- Dans l'ECAL
 - Rapport de l'énergie mesurée dans le calorimètre à l'impulsion mesurée par la trajectographie (E/p)
 - Distance entre la position de la gerbe électromagnétique et la projection de la trajectographie ($d\phi$ et dz)



Spectres de masse invariante



- Autres ingrédients :
 - Acceptance x Efficacité
 - Luminosité
 - Données pp
 - N_{coll}



L'avenir de quarkonia à PHENIX

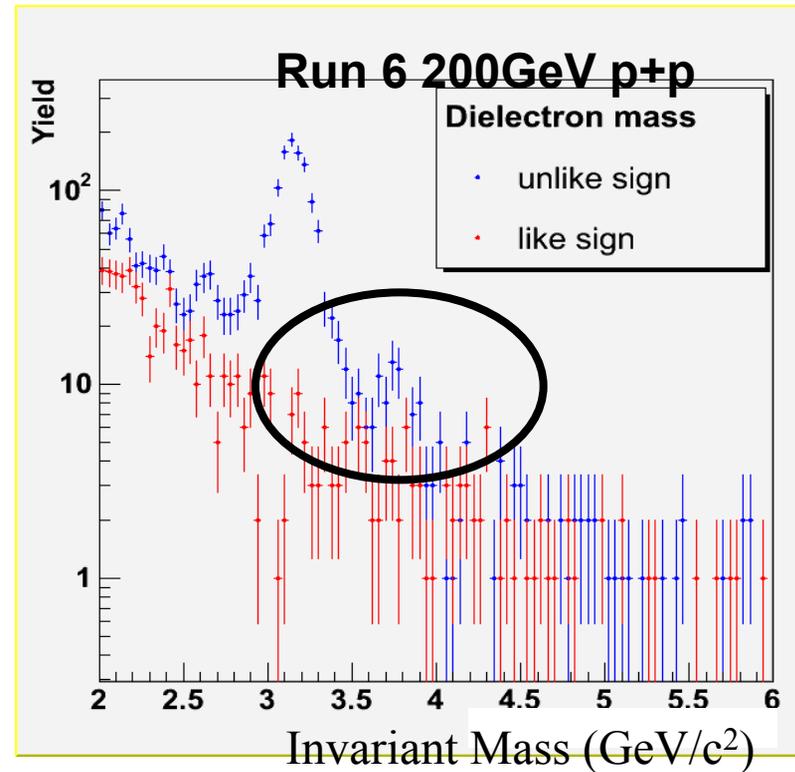
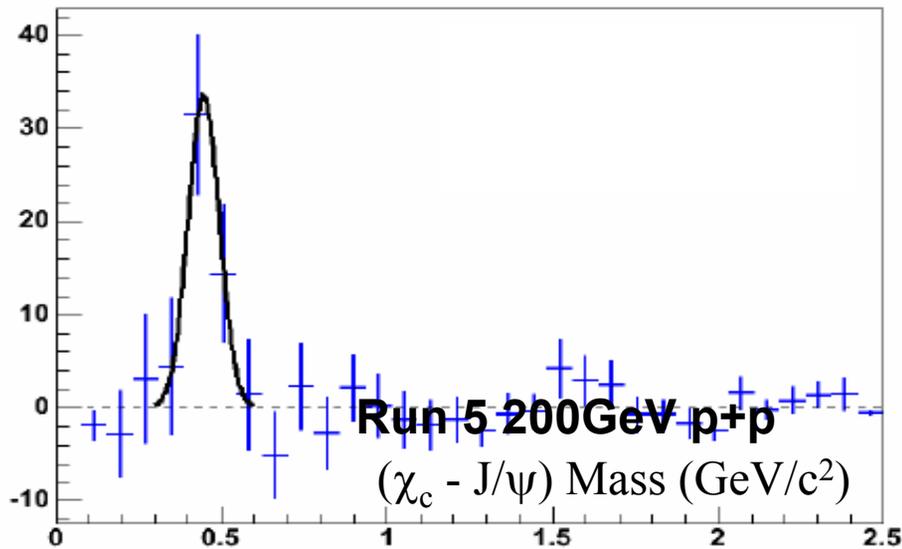
- Taux Pour un Run physique AuAu de 12 semaines (Autres espèces dans les alentours)

	Obtenu	RHIC 1 Phenix	RHIC 2 Phenix
$J/\psi \rightarrow e^+e^-$	800	3,300	45,000
$J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$	7000	29,000	395,000
$\psi' \rightarrow e^+e^-$		60	800
$\psi' \rightarrow \mu^+\mu^-$		520	7,100
$\chi_c \rightarrow e^+e^-\gamma$		220	2,900 *
$\chi_c \rightarrow \mu^+\mu^-\gamma$		8600	117,000 *
$Y \rightarrow e^+e^-$		30	400
$Y \rightarrow \mu^+\mu^-$		80	1,040
$B \rightarrow J/\psi \rightarrow e^+e^-$		40	750
$B \rightarrow J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$		420	5,700

* Bruit de fond élevé, valeurs peu certaines...

Prise d'une présentation de Tony Frawley pour Phenix Qaurkonim 06

« Aperçu de l'avenir ... »



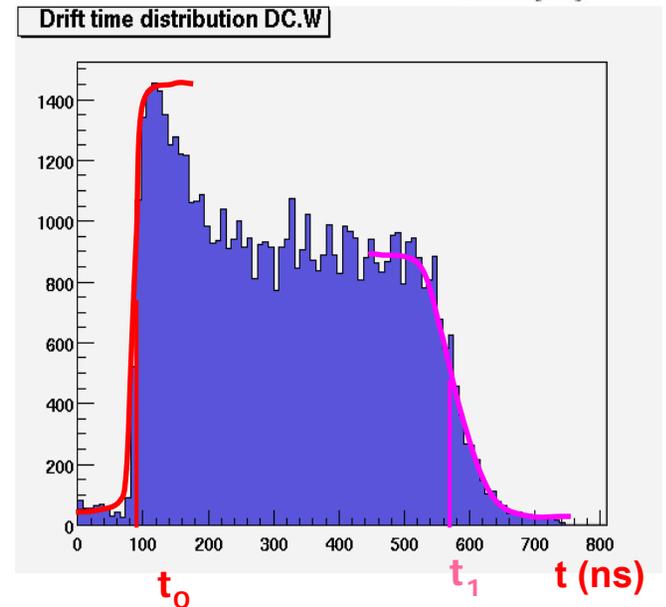
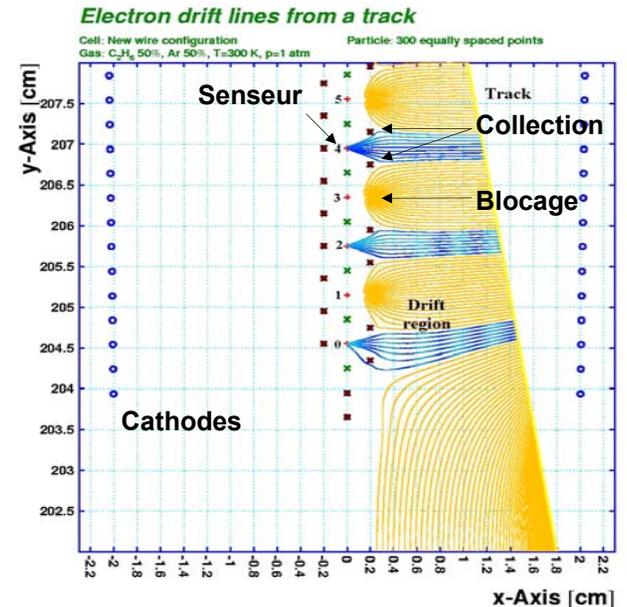
Back Up

Calorimétrie électromagnétique

- Deux technologies sont utilisées dans PHENIX :
 - PbSc – tours de pavés alternants de scintillateur plastique et de plomb
 - Résolution énergie : $\sigma E/E = 1.2\% + 8\% / \sqrt{E(\text{GeV})}$
 - Résolution position : $7\text{mm} / \sqrt{E(\text{GeV})}$
 - Résolution temporelle : 100ps (EM) & 270ps (Had)
 - PbGl – relique de WA98, tours de verre dopé de Pb, radiateur Čerenkov homogène
 - Résolution énergie : $\sigma E/E = 0.8\% + 6\% / \sqrt{E(\text{GeV})}$
 - Résolution position : $0.2\text{mm} + 8\text{mm} / \sqrt{E(\text{GeV})}$
 - Résolution temporelle : 300 (Had)
 - La lumière produit (scintillation/Čerenkov) est collecté dans un PMT au bout de chaque tour, la calibration se fait en envoyant la lumière grâce à des LED implantés
 - Augment le niveau de confiance des résultats
(quand ils sont en accord ;)

Chambre à dérivation

- Fonction des fils (selon la position & haute tension appliqué) :
 - Cathodes – création des lignes de champs de dérivation
 - Anodes senseurs – Lecture du signal
 - Anodes de blocage – résoudre ambiguïté droite gauche
 - Anode de collection – crée fort champ E : amplification par effet avalanche
 - Anodes séparateurs : délimitation des zones d'amplification
- Électronique capable de garder en mémoire le temps d'arrivée des signaux
- $X = V_d * (t - t_0)$
 - t_0 et V_d déterminé à partir de la distribution temporelle des signaux
 - $V_d = \langle d_{An-Ca} \rangle / t_1 - t_0$



Revised at 11:38 on 14/01/03 with GEMDRIVER 6.3A