

## SLIDE 1

Je vais introduire brièvement le QGP  
état de la matière prédit pas la QCD sur réseau

Fig:

densité d'énergie en fonction de la température pour un nombre différent de saveurs de quarks  
lorsque la température atteint une température critique, une brusque variation de densité d'énergie s'opère. La matière nucléaire subit alors une transition de phase d'un état hadronique à un état de plasma de quark et gluons

Dans cet état de QGP, les quarks et les gluons sont déconfinés, c'est à dire qu'ils évoluent librement dans le milieu

fig droite: diagramme de phase

température en fonction de la densité baryonique

abscisse: matière nucléaire normale

lignes représentent les transitions de phase avec ici la phase de QGP qui nous intéresse  
à grande densité baryonique il y a une phase exotique pas très bien définie, étudier en astroparticule

Pour passer de la matière nucléaire à la phase de QGP, la densité baryonique et la température sont augmentées jusqu'à atteindre la phase de QGP.

Avec collisionneurs

## SLIDE 5

Les jpsi font parti de la famille des quarkonia

ils sont composés de deux quarks c et c bar qui sont des quarks lourds qui leur confèrent une masse élevée. Ils sont donc formés aux premiers instants de la collision

d'autre part, ces 2 quarks sont fortement liés entre eux, le rayon du jpsi est faible, et donc le jpsi interagit peu avec les hadrons du milieu pendant la collision

les jpsi seront donc témoins de toute la collision

Une des façons de décrire le jpsi consiste à se placer dans une théorie des potentiels, le modèle le plus simple étant le potentiel de Cornell

fig

V en fonction de r

à petit r: le potentiel est répulsif à cause d'interaction de van der Waals

à grand r, il y a confinement, les quarks sont liés entre eux

Si on place maintenant la particule dans un plasma de quarks et gluons, le potentiel est alors écranté à cause de la présence de charges colorées du milieu

c'est ce qu'on voit ici, il s'annule à partir d'une température critique

Dans un QGP, la production du jpsi sera donc supprimée

C'est la signature du QGP a été annoncée par Matsui et Satz en 86: le jpsi serait une sonde non ambiguë du QGP

## SLIDE 8

Plusieurs ingrédients sont nécessaires pour prédire la production du jpsi

d'une part il faut choisir les PDF

Puis il est d'usage de diviser en 2 étapes la production:

- d'abord la production de la paire

## SLIDE 9

fait intervenir 3 gluons

prédit une polarisation transverse alors que les mesures indiquent qu'elle est longitudinale

sous-estime de plusieurs ordres de grandeur

fig : au Tevatron

fig2

ce sont les résultats de ces corrections pour le  $\epsilon$  polarisation est maintenant en accord avec les données et la prédiction de la section efficace de production à droite est également en accord avec les données en rouge les autres courbes sont les prédictions du slide précédents à l'ordre dominant les résultats pour le  $j\psi$  devraient arriver prochainement comme il est plus léger que l' $\epsilon$  il se peut néanmoins que les corrections supplémentaire ne soient pas suffisantes...

SLIDE 12

Il faut faire attention car les mesures précédents incluent la production de  $j\psi$  directs, mais également les  $j\psi$  venant de décroissances des états excités les estimations des taux de décroissances sont résumés dans le tableau ici elle sont de quelques % pour la décroissance du B et du  $\psi'$  mais est moins négligeable pour le  $\chi$  en accord avec les prédictions théoriques

SLIDE 14

Plusieurs effets peuvent modifier la production du  $j\psi$  dans la matière nucléaire normale

SLIDE 15

RdAu mesurée par PHENIX en fonction de la rapidité à rapidité négative, on sonde les grands  $x$  dans les noyaux d'or avec  $x$  la fraction d'impulsion du noyau portée par les gluons précurseurs à rapidité positive on sonde les petits  $x$  dans les noyaux d'or c'est là que le shadowing est attendu

on observe qu'à rapidité positive le  $R_{dAu}$  est négatif

2 modélisations des effets froids sont représentés sur chaque figure avec plusieurs possibilités pour la valeur de la section efficace de dissociation

les données ne permettent pas encore de discriminer parmi les modèles

SLIDE 17

Dans la matière nucléaire chaude, le premier phénomène qui a été suggéré est l'écrantage de Debye les  $j\psi$  et états excités sont supprimés à partir d'une température de dissociation  $T_d$  Des calculs de QCD sur réseau prédisent ces  $T_d$  cf tableau

Enfin un mécanisme de recombinaison viendrait contrebalancer la suppression de la production du  $j\psi$  PHENIX a mesuré une forte densité de quarks  $c$

SLIDE 18

à gauche les effets froids reproduisent remarquablement bien les données L longueur de matière nucléaire traversée par la sonde

à droite le modèle reproduit à peu près l'amplitude de la suppression mais il n'est pas vraiment possible de conclure sur la forme à cause des incertitudes

SLIDE 23

Il faut bien faire attention aux effets froids en l'occurrence si on se base sur une extrapolation des effets mesurés dans les données d'Au: effets nucléaires froids importants

SLIDE 24

Une possibilité est de

SLIDE 27

pions kaon proton

SLIDE 28

flot des hadrons charmés

SLIDE 34

L'angle du plan de la réaction mesuré diffère de l'angle du plan de réaction réel d'une valeur  $\Delta\psi$  qui varie événement par événement

pour calculer le flot elliptique il faut donc corriger la mesure par la résolution avec laquelle l'angle du plan de la réaction est obtenue en faisant la moyenne sur tous les événements

Cette correction est présentée sur la fig de droite en magenta l'amplitude de la correction avant l'installation du rxnp avec le bbc, et en turquoise obtenue avec le nouveau détecteur: 2 fois plus proche de 1

SLIDE 35

Le flot elliptique est obtenu en faisant le rapport du nombre de  $j\psi$  mesuré dans le plan de réaction, ici en vert ( $N_{in}$ ) par rapport à ceux qui s'échappent hors du plan de la réaction  $N_{out}$

la limite en tre les 2 régions du plan a été choisi arbitrairement à  $\pi/4$

correction de l'efficacité et du fonctionnement du détecteur

SLIDE 38

dans laquelle le  $v_2$  du bruit de fond a pu être ajusté

SLIDE 42

Dans les collisions InIn où des mécanismes d'absorption seuls expliquent les autres résultats, le  $v_2$  mesuré est relativement grand: 0.07 sans sélection en  $p_T$

Dans les collisions PbPb, où la suppression mesurée de la production du  $j\psi$  va au-delà des extrapolations d'absorption nucléaire normales,  $v_2$  un peu plus petit, mais reste grand

ici en fonction de  $p_T$   
atteint  $0.035 \pm 0.015$

Ces résultats suggèrent qu'il est important de comprendre les mécanismes entrant en jeu pour expliquer des telles mesures du flot elliptique en l'occurrence, l'amplitude du  $v_2$  mesuré en In+In

SLIDE 47

Si on se penche sur les perspectives, dans les prochaines années