

COMPASS

Résumé:

Le groupe de Saclay (14 physiciens) a, depuis l'origine, des responsabilités importantes dans la collaboration COMPASS. Durant la première phase (2002 à 2004) un faisceau de muons de 160 GeV a été diffusé sur une cible de ${}^6\text{LiD}$ avec comme objectif principal la mesure de la polarisation des gluons dans le nucléon. Les premiers résultats de physique apparaissent: production de charme, asymétrie de spin des événements PGF pour la mesure de $\Delta G/G$, asymétries de Collins et Sivers pour la transversité, production de mésons ρ et d'hypérons Λ . La collaboration COMPASS prépare la finalisation et l'upgrade du spectromètre pour une seconde phase de physique (2006 à 2010) qui permettra de finaliser les mesures de $\Delta G/G$ et de réaliser le programme de spectroscopie des hadrons.

I – Introduction

L'objectif principal du programme muons est la détermination de la polarisation des gluons $\Delta G/G$ dans le nucléon, que l'on peut extraire de la mesure de l'asymétrie de spin de la réaction de Fusion Photon Gluon (PGF) $\gamma^* g \rightarrow q \bar{q}$. On identifie le processus PGF en détectant un méson charmé D (qui résulte de l'hadronisation d'un quark c), ou en sélectionnant une paire de hadrons à grande impulsion transverse p_T . Plusieurs autres aspects de la structure en spin du nucléon sont aussi étudiés comme les distributions de partons polarisées longitudinalement ou transversalement. En particulier on attend des données sur Δs (saveur étrange) et sur la fonction de structure dépendant du spin transverse h_1 .

Le spectromètre à deux étages, grande acceptance, hauts flux, COMPASS, a été conçu et réalisé pour ces mesures. Il a été mis au point en 2001 et 2002. Des données ont été enregistrées en 2002, 2003 et 2004. En 2005 il n'y aura pas de faisceau au CERN. La collaboration COMPASS prépare maintenant la finalisation et l'upgrade du spectromètre dans le but de démarrer une **seconde phase** de prise de données (entre 2006 et 2010) avec une acceptance étendue et une efficacité améliorée pour la détection et l'identification des particules. Les deux programmes de physique seront poursuivis : avec des **muons**, mesure de $\Delta G/G$, Δs et transversité ; avec des **hadrons**, étude de la spectroscopie des hadrons charmés, exotiques et 'glueballs'.

II - Réalisations Saclay pour COMPASS phase I

i) Construction (1997-2001): Depuis l'origine du projet jusqu'à maintenant, Saclay a eu des responsabilités importantes dans la collaboration COMPASS. Le groupe comprend actuellement 14 physiciens, dont 11 permanents, 1 postdoc et 2 doctorants. Par ailleurs, 3 thèses ont déjà été soutenues à l'intérieur du groupe.

La contribution de Saclay à l'appareillage initial a représenté un investissement de ~1.5 M€ consacré essentiellement à:

- Conception et réalisation de 12 détecteurs Micromegas de 40 x 40 cm² avec l'électronique frontale associée (12000 voies).
- Fabrication de 3 chambres à dérive de 1.2 x 1.2 m² de huit plans chacune, avec l'électronique frontale associée (3000 voies).
- Réinstallation du solénoïde supraconducteur (construit par Saclay et utilisé précédemment pour l'expérience SMC) pour pallier au retard du solénoïde en construction pour COMPASS.

ii) Premiers résultats de physique : L'un des défis actuels est l'analyse complexe de l'énorme quantité de données enregistrées (plusieurs centaines de Tbytes par an). Saclay joue

un rôle prépondérant dans cette analyse. Les résultats préliminaires basés sur une fraction de données 2002 seulement sont prometteurs pour les deux canaux les plus importants du programme sur le spin:

1/- Le pic de résonance du **méson charmé D^0** a été mis en évidence dans la voie de désintégration $D^0 \rightarrow K \pi$ [2].

2/- L'**asymétrie de spin γ -d** pour les **hadrons à grand p_T** a pu être extraite [3]: $A(\gamma d \rightarrow h h') = -0.065 \pm 0.036$ (stat) ± 0.010 (syst).

D'autres résultats de physique commencent également à apparaître : ils concernent la production de vecteurs mésons ρ^0 , la mesure de la polarisation des hyperons Λ et $\bar{\Lambda}$ et la décomposition en saveur des distributions de partons polarisées longitudinales et transverses.

III – COMPASS phase II (2006-2010)

Des progrès considérables ont été réalisés dans l'évaluation et la compréhension du facteur de mérite du spectromètre. Ce travail a permis de mettre en évidence certains secteurs sensibles : tracking et identification des particules par le RICH, pour lesquels une amélioration notable des performances peut être réalisée. Des améliorations hardware sont à l'étude pour la phase II de COMPASS. Leur impact peut être considérable pour le canal du D^0 qui est principalement limité par la statistique.

En outre, le partage du faisceau SPS au-delà de 2005 risque d'imposer une réduction du cycle utile et nous invite donc à considérer comme prioritaire l'amélioration des performances du spectromètre pour un fonctionnement à une luminosité instantanée plus élevée.

i) Structure en spin du nucléon: on envisage une période de 2 à 3 ans de prise de données avec le faisceau de muons et le spectromètre amélioré (efficacité et acceptance). En particulier le nouveau solénoïde de grand diamètre sera utilisé pour la cible polarisée. Le but est de poursuivre les mesures de $\Delta G/G$, Δs et de la transversité. Des estimations des barres d'erreur attendues, basées sur les analyses préliminaires de données existantes, montrent qu'il est possible d'atteindre des barres d'erreur proches de la proposition initiale pour la mesure de $\Delta G/G(x)$ (Fig.1), la transversité (Fig.2) et la mesure de Δs (Fig.3).

ii) Spectroscopie des hadrons : Pour couvrir le programme prévu initialement dans la proposition, on envisage 2 ou 3 ans de prise de données avec des faisceaux de pions, kaons et protons entre 100 et 300 GeV. Le programme comprend l'étude de la spectroscopie des hadrons charmés, la mesure des polarisabilités du pion et du kaon par effet Primakoff, la recherche d'états exotiques et de 'glueballs', et enfin la recherche des états possibles de pentaquarks. Pour ces mesures, il est prévu de finaliser les deux calorimètres électromagnétiques.

La collaboration COMPASS comprend ~220 physiciens. Un addendum au MoU original entre les instituts de la collaboration et le CERN est en préparation. Il concerne un montant total d'environ 6 M€ prévu pour la finalisation et l'upgrade du spectromètre en vue de la seconde phase de COMPASS. Le groupe du DAPNIA/SPhN (**11 physiciens permanents** : J.Ball, Y.Bedfer, E.Burtin, N.d'Hose, F.Kunne, J-M.Le Goff, A.Magnon, C.Marchand, J.Marroncle, D.Neyret, S.Platchkov) participera à cet upgrade pour un montant de **500 à 600 k€**. On envisage d'une part la construction d'une chambre à dérive de grande taille, nécessaire pour couvrir l'acceptance du nouveau solénoïde, et d'autre part une participation à l'upgrade de l'électronique du RICH. Ce dernier point est particulièrement important dans le contexte d'une augmentation possible de la luminosité.

Les théoriciens français intéressés par cette physique sont : P.Guichon, B.Pire et J.Soffer.

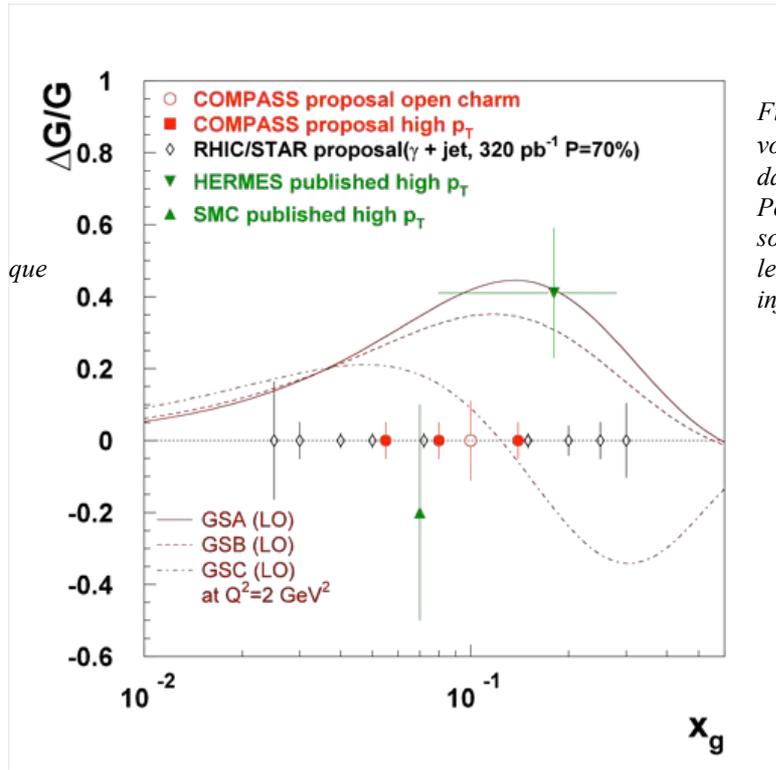


Fig.1 : Erreurs attendues sur $\Delta G/G$ dans la voie du charme ouvert D^0 (cercles vides) et dans la voie des grands p_T (cercles pleins). Pour toutes les expériences, les erreurs sont statistiques uniquement, et on estime les erreurs systématiques ne pourront être inférieures à 0.05.

que

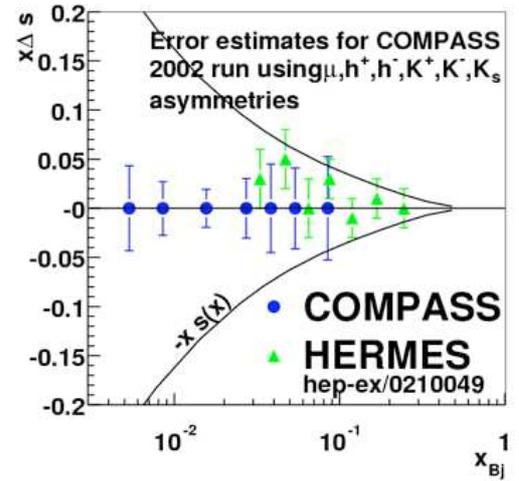
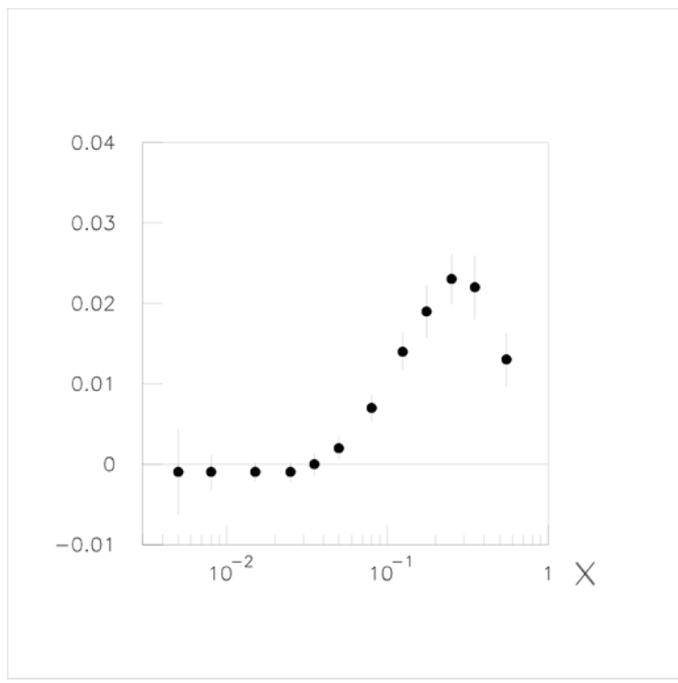


Fig.2 : Erreurs attendues pour la mesure $x\Delta s$ sur le deuteron. A terme on attend des erreurs ~ 3 fois plus petites.



IV – References

1. COMPASS proposal to the CERN SPSC 1996

2. D^0 production, contribution COMPASS à la conférence DIS04

3. Asymétrie de spin de la réaction de PGF (grands p_T), contribution COMPASS à la conférence DIS04