

Expérience FOPI

FOPI est une collaboration internationale regroupant environ 60 membres de 12 laboratoires. Le détecteur est installé au GSI Darmstadt en Allemagne auprès de l'accélérateur SIS.

L'expérience FOPI est dédiée à l'étude de la matière hadronique, à haute densité baryonique et à température moyennement élevée, formée lors de collisions d'ions lourds à des énergies de faisceau allant de 100 AMeV à 2 AGeV. Les objectifs scientifiques concernent essentiellement l'étude des propriétés de la matière nucléaire et donc de son équation d'état que l'on peut contraindre notamment au moyen du « flow » de matière nucléaire et du comportement des particules étranges dans le milieu nucléaire.

La physique de l'étrangeté est une partie importante du programme de FOPI. Les résultats concernant l'étude de la production et de la propagation de kaons et anti-kaons dans le milieu nucléaire donnent des indications d'effets de milieu nucléaire. A titre d'exemple, l'anticorrélation entre le « flow » latéral de protons et celui de kaons (appelée encore anti-flow de kaons) ne peut être reproduite par un modèle type BUU que si la masse effective des kaons est modifiée par l'existence d'un potentiel K^+ - nucléon répulsif. Comme le montre la figure ci-dessous, une première mesure du méson Φ sous le seuil de création a été obtenue avec les données FOPI.

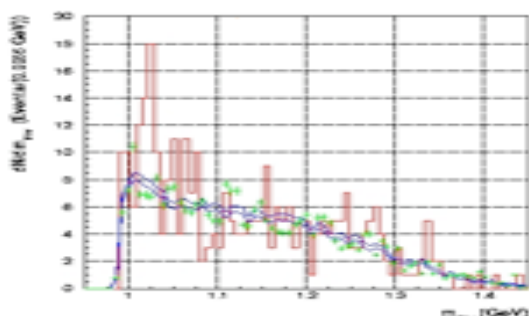


Figure 1 : Spectre de masse invariante des mésons Φ mesurés dans les collisions centrales Ni(1.93 AGeV) + Ni (extrait de : A. Mangiarotti and FOPI Collab., Nucl. Phys. A (2003) 89).

D'autres données plus complètes, plus précises, avec plus de statistique sont cependant nécessaires pour explorer au maximum ce domaine de physique. Pour cela le dispositif a dû subir ces dernières années de profondes modifications :

- Remise à niveau des Murs Interne et Externe ;
- Amélioration des performances de la chambre centrale à dérive (CDC), ce qui a nécessité le remplacement de ~4500 fils et l'installation d'une nouvelle électronique de lecture ;
- Nouveau tonneau de 180 scintillateurs plastiques de 32° à 72° donnant des résolutions en temps de ~100 ps ;
- Nouveau système d'acquisition (100 Hz en collisions centrales Ni + Ni à 1.93 AGeV, ce qui représente une amélioration d'un facteur 10).

Ainsi grâce à d'excellentes performances des sous-détecteurs, CDC en particulier, et au nouveau

système d'acquisition, 120 millions d'événements centraux Ni(1.93 AGeV) + Ni ont été collectés en 12 jours de faisceau en 2003. Cela représente un volume de données brutes de 7.5 Tbytes. Cette expérience, dédiée à fournir pour la première fois une mesure du taux de production des hyperons doublement étranges Ξ sous le seuil de création, permet aussi des études détaillées des particules étranges K^+ , K_s^0 , Λ , Φ . Les mesures permettront de parfaire notre compréhension du mécanisme régissant la production de l'étrangeté dans un milieu purement hadronique. Les analyses sont en cours.

Les prises de données, planifiées pour 2004, seront destinées à l'étude de la production de l'étrangeté à densité nucléaire normale dans la réaction $\pi A \rightarrow K^0 \Lambda$. Pour 2005, une proposition d'expérience concernant la production d'états liés K^- -baryon est en discussion dans la collaboration.

Pour une étude plus complète de l'étrangeté et notamment des anti-kaons dont certaines propriétés restent inexplicables, le dispositif FOPI doit être équipé d'un nouveau système de temps de vol à haute granularité et haute résolution temporelle entre 35-68°. La Collaboration s'est orientée vers un détecteur type GRPC (« Glass Resistive Plate Chambers »). Ce détecteur est indispensable pour la détection des anti-kaons dans les systèmes lourds tels que Au + Au à 1.5 AGeV. Sous réserve d'acceptation du financement par le GSI les prises de données pourraient débuter début 2006.

Notons que l'ensemble du programme FOPI axé sur la physique de l'étrangeté est complémentaire de celui de l'expérience HADES qui utilise des sondes leptoniques pour l'étude des effets de milieu.

La contribution française à l'expérience FOPI se résume de la façon suivante. Le groupe FOPI du LPC Clermont-Ferrand se compose de 2 chercheurs CNRS (P. Crochet, P. Dupieux), de 2 enseignant-chercheurs (V. Barret, N. Bastid), 1 docteurant (X. Lopez), 1 Post-doc (A. Zhilin). Les membres permanents contribuent (fortement pour 3 d'entre eux : V. Barret, P. Crochet, P. Dupieux) au développement du projet ALICE au LHC-CERN. Le groupe a entièrement en charge un des cinq sous-détecteurs de FOPI, le « Mur Interne » (Mur de scintillateurs plastiques). Le groupe a aussi une participation importante au programme de physique mentionné ci-dessus et il est en particulier fortement impliqué dans l'analyse des der-

nières prises de données Ni + Ni à 1.93 AGeV
(une thèse est en préparation).

Au-delà de 2004-2005, l'installation et la mise en fonctionnement de l'expérience ALICE, pourrait entraîner une réduction de notre participation à FOPI.

A l'IReS Strasbourg, un chercheur CNRS (F. Rami) participe à l'expérience au niveau des prises de données et des analyses.

Les études se font en étroite collaboration avec des théoriciens de plusieurs laboratoires français (Subatech Nantes, Saclay) et allemands.