

Préparation des Journées Prospectives IN2P3-CEA (2004) - Physique Hadronique -

Distributions de Partons Généralisées à Jefferson Lab

Les distributions de partons généralisées (GPD) permettent d'étudier à un niveau jamais exploré la structure des nucléons en terme de partons. L'aspect novateur de ces quantités est leur sensibilité aux corrélations entre partons qui permettent, par exemple, de les relier au moment angulaire total porté par les quarks, ou encore de faire une cartographie tridimensionnelle du nucléon. Dans certaines limites cinématiques ou par l'intermédiaire de règles de somme, les GPD se réduisent aux distributions de partons ordinaires et aux facteurs de forme.

Expérimentalement, les GPD sont accessibles au moyen de réactions exclusives dites dures, c'est-à-dire procédant par l'intermédiaire d'un sous-processus élémentaire au niveau des partons, calculable en théorie des perturbations de QCD. La réaction la plus simple est la diffusion Compton profondément virtuelle (DVCS), $ep \rightarrow ep\gamma$. Les GPD peuvent être également mesurées par des réactions où le photon est remplacé par un méson léger (DVMP), permettant ainsi de déterminer séparément les contributions de différents saveurs des quarks.

Plusieurs groupes français sont d'ores et déjà impliqués sur cette thématique à Jefferson Lab avec un faisceau de 6 GeV. Après l'obtention de résultats préliminaires prometteurs, trois expériences DVCS sont à venir d'ici 2005, dont deux dans le Hall A et une dans le Hall B. Celles-ci constitueront les premières mesures dédiées dans le monde permettant d'accéder de façon précise et dans un grand domaine cinématique à des observables liées aux GPD. Quatre laboratoires français sont en collaboration pour l'élaboration de ces expériences, pour un total de treize physiciens permanents, un post-doc et cinq étudiants : le LPC-Clermont, l'IPN-Orsay, le LPSC-Grenoble et le Dapnia/SPhN. Il est important de noter que dans chacune des trois expériences, au moins l'un des porte-parole est français: nous avons un rôle moteur dans la problématique des GPD à Jefferson Lab. L'analyse de ces trois expériences mènera les groupes concernés jusqu'en 2006 ou 2007.

La montée en énergie de CEBAF à 12 GeV permettra d'étendre considérablement le domaine cinématique étudié pour les expériences DVCS et DVMP, notamment en quadri-moment transféré Q^2 , dont de grandes valeurs sont nécessaires pour étudier des lois d'échelle ou d'évolution. La luminosité et l'énergie feront de CEBAF@12GeV un centre unique d'excellence pour l'étude des GPD dans le domaine des quarks de valence (variable de Bjorken x_B comprise entre 0,1 et 0,7). Le CD-0 (*Critical Decision 0*) a été signé au mois

d'avril 2004 par le gouvernement américain, permettant ainsi, entre autres, de démarrer les études sur les futurs détecteurs des quatre Halls expérimentaux. Les premières prises de données à haute énergie pourraient se faire dès 2009.

Les groupes français impliqués à Jefferson Lab ont connu une fonte des ressources humaines au cours du temps, et seulement sept personnes des quatre laboratoires déjà mentionnés comptent participer, à l'heure actuelle, à la phase du CEBAF à 12 GeV. Il faut souligner que cette diminution d'effectifs n'est absolument pas le fait d'un manque d'intérêt pour la physique. Elle est due principalement à trois facteurs : l'éloignement géographique de ce laboratoire, parfois difficilement compatible avec la vie familiale ou avec d'autres volets de l'activité professionnelle ; des départs en retraite ; un faible niveau d'embauche. Dans ce contexte, **il est essentiel d'avoir un flux entrant de physiciens**, qui, même s'ils ne travaillent que cinq à dix ans à Jefferson Lab, peuvent néanmoins contribuer de façon décisive aux expériences qui y sont menées. De fait, la mobilité des physiciens vers d'autres laboratoires a été et sera bénéfique à la recherche scientifique française. Par ailleurs, les groupes français travaillant à Jefferson Lab ont eu jusqu'à présent un succès certain pour attirer des étudiants brillants.

A l'occasion de la montée en énergie de l'accélérateur, nous souhaitons nous intéresser à la mise à niveau du détecteur CLAS (CEBAF Large Acceptance Spectrometer) installé dans le Hall B. Ce CLAS++ permettra une détection précise et complète des états finals contenant plusieurs particules, caractéristique essentielle pour les expériences exclusives du type DVCS et DVMP que nous comptons y mener. En particulier, le détecteur central de CLAS++ qui permettra la détection et l'identification des particules entre 40 et 135 degrés est un terrain vierge puisqu'un tel détecteur n'existe pas dans la version actuelle de CLAS. Une ébauche d'étude par le groupe Dapnia/SPhN a identifié le trajectographe interne comme un projet à la fois intéressant et bien défini. Une option attractive serait d'utiliser des chambres Micromégas cylindriques et de développer une nouvelle électronique rapide. Toutefois, ce projet semble limité dans le cadre de la collaboration française actuelle et d'autres appareillages pourraient faire l'objet d'études : le détecteur central de CLAS++ contiendra également un système de scintillateurs à temps de vol pour l'identification des particules chargées ainsi qu'un calorimètre électromagnétique pour la détection des neutres. Des discussions et travaux vont commencer très prochainement dans l'ensemble de la collaboration CLAS pour la définition et le partage des responsabilités de tels appareillages. Le moment est opportun pour s'y impliquer.

Jefferson Lab 12 GeV, contribution française estimée :

Personnel permanent: J. Ball, C. Ferdi, M. Garçon, M. Guidal, B. Michel, F. Sabatié, E. Voutier, + au minimum deux embauches IN2P3 et deux embauches DAPNIA (sur cinq ans).

Estimation de coût de la contribution au détecteur central : 800kEuros pour le trajectographe ; + environ le même coût pour une contribution additionnelle dans le détecteur central.

Planning indicatif :

- 2004-2006 : études et conception,
- 2006-2007 : R&D, prototypes,
- 2007-2008 : construction,
- 2009-2013 : prises de données.