

Résumé de thèse Sebastian Alvarado

«Exploration de la structure du Nucleon via des processus d'électroproduction profonde»

Comprendre la structure interne du nucléon est un objectif fondamental de la physique moderne, qui vise à établir un cadre complet décrivant la dynamique interne des quarks et des gluons. Parmi d'autres fonctions de structure, les distributions de partons généralisées (GPD) sont de puissants outils de description de la dynamique du nucléon corrélant l'impulsion longitudinale et la position transverse de ses partons internes. Cette corrélation fournit une image tridimensionnelle du nucléon et permet d'accéder aux propriétés fondamentales, y compris la distribution de pression interne et la contribution du moment angulaire des partons au spin total du nucléon, jouant ainsi un rôle central dans la résolution du puzzle du spin du nucléon. Au Jefferson Lab (JLab), des expériences avec des faisceaux d'électrons polarisés permettent de déterminer les GPD à travers la mesure de processus exclusifs durs. Parmi les canaux expérimentaux les plus propres, nous trouvons l'électro-production d'un photon réel grâce au mécanisme de diffusion Compton profondément virtuelle (DVCS). La première période de prise de données du programme CLAS12, qui a eu lieu en 2018, a permis des mesures uniques d'asymétrie de spin du faisceau (BSA) dans l'espace de phase sous-tendu à un faisceau d'électrons polarisé de 10.6 GeV interagissant avec une cible d'hydrogène liquide non-polarisée. Bien que la détection de toutes les particules de l'état final garantisse l'exclusivité du processus, les lois de conservation indiquent qu'elle n'est pas obligatoire. Ce travail adopte une approche omettant la détection directe du proton de recul, fournissant une stratégie de sélection d'événement simplifiée et efficace qui améliore les statistiques et donne accès à un plus large domaine cinématique, particulièrement celui le plus sensible à la dynamique sous-jacente des GPD grâce aux mesures de BSA et de section efficace.

Le processus Double DVCS (DDVCS) promet une cartographie dédiée des GPD. Contribuant à la section efficace d'électro-production de paires de leptons, la réaction DDVCS étend le DVCS en permettant au photon de l'état final d'être virtuel, enrichissant l'espace de phase cinématique et fournissant un accès unique aux corrélations internes encodées par les GPDs. Une étude de faisabilité est menée pour évaluer le potentiel de futures mesures du DDVCS à JLab et au futur collisionneur électron-ion (EIC). Tandis que JLab fournira des mesures DDVCS dans la région de valence à travers les projets expérimentaux SoLID\$ mu\$ et \$ mu\$CLAS12, à long terme, l'EIC fournira des mesures complémentaires dans la région de la mer, tous deux accédant à des informations sans précédent sur les GPD dans une région de l'espace des phases autrement inaccessible.

Prises ensemble, ces investigations démontrent à la fois les capacités actuelles et les opportunités futures pour sonder les GPD avec des processus exclusifs. L'analyse expérimentale du DVCS au CLAS12 fournit des mesures précises dans un cadre établi, tandis que l'étude phénoménologique du DDVCS ouvre la porte à des explorations plus riches et plus complètes avec de futurs détecteurs et installations.