

Étude du canal cohérent de la réaction DVCS sur l'hélium (Jefferson Lab, expérience E08-024)

Y. Perrin, sous la direction du Dr. E. Voutier.

Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie (LPSC)

1^{er} juin 2010

1 Les GPDs et la réaction DVCS

- Les distributions généralisées de partons (GPD)
- La diffusion compton profondément virtuelle (DVCS)

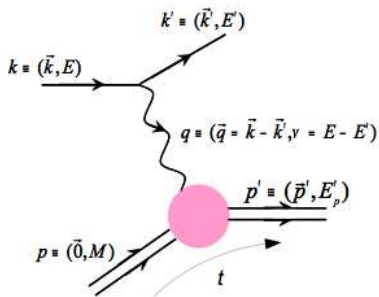
2 Le dispositif expérimental

- CEBAF et CLAS
- La chambre à projection temporelle radiale (RTPC)

3 La calibration de la RTPC

Avant les distributions généralisées de partons...

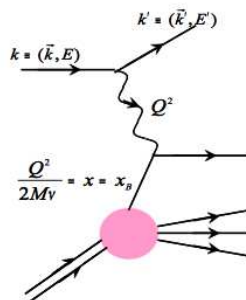
Diffusion élastique



Mesure des facteurs de forme

$$Q^2 = -q^2 = |\vec{q}|^2 - \nu^2 \stackrel{\text{labo}}{=} 4EE' \sin^2(\theta_e/2)$$

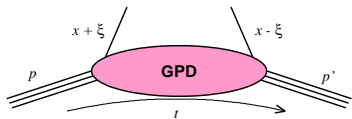
Diffusion profondément inélastique



Mesure des distributions de partons

$$x_B = \frac{Q^2}{2p \cdot q} \stackrel{\text{labo}}{=} \frac{Q^2}{2M\nu}$$

Les distributions généralisées de partons (GPDs)



x : fraction d'impulsion longitudinale portée par le parton

ξ : asymétrie entre les impulsions du parton entrant et du parton sortant

t : quadri-impulsion transférée

Il existe différentes GPDs dépendant ou non du spin et de la chiralité.
Un objet de spin 0 peut être décrit au premier ordre par une seule GPD.

Lien avec la diffusion élastique et la DIS

$$H_A^q(x, 0, 0) = \begin{cases} q_A(x) & \text{si } x > 0 \\ -\bar{q}_A(-x) & \text{si } x < 0 \end{cases}$$

$$\sum_q e_q \int_{-1}^1 dx H_A^q(x, \xi, t) = F_A(t) \quad \forall \xi$$

Les distributions généralisées de partons (GPDs)

Second moment de Mellin :

$$\int_{-1}^1 dx \, x \, H_A^q(x, \xi, t) = M_2^{q/A}(t) + \frac{4}{5} \xi^2 d_A^q(t)$$

$M_2^{q/A}(t)$: fraction d'impulsion de la cible portée par le quark (à $t \rightarrow 0$)

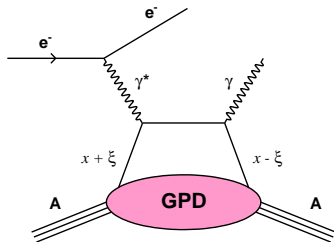
$\frac{4}{5} \xi^2 d_A^q(t)$: distribution spatiale des forces nucléaires subies par les partons

Règle de somme de Ji (pour les nucléons)

$$J^q = \frac{\Delta \Sigma^q}{2} + L^q = \frac{1}{2} \int dx \, x \left[H^q(x, \xi, 0) + E^q(x, \xi, 0) \right] \quad \forall \xi$$

La diffusion compton profondément virtuelle (DVCS)

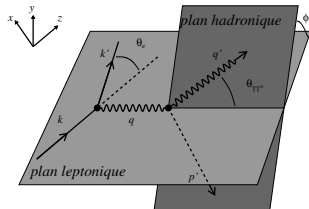
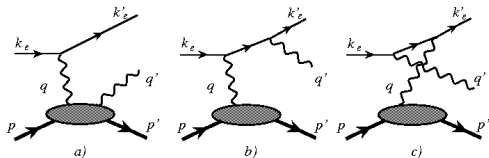
Électroproduction dure ($Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$ et $t < Q^2$) d'un photon réel. Processus physique le plus simple permettant de mesurer les GPDs.



Facteur de forme Compton (amplitude DVCS)

$$\begin{aligned} \mathcal{T}_{DVCS} \propto & \sum_q e_q^2 \mathcal{P} \left\{ \int_{-1}^{+1} dx \left(\frac{1}{x - \xi} \pm \frac{1}{x + \xi} \right) H_A^q(x, \xi, t) \right\} \\ & - i\pi \sum_q e_q^2 [H_A^q(\xi, \xi, t) \pm H_A^q(-\xi, \xi, t)] \end{aligned}$$

Les observables



La section efficace sur une cible non polarisée

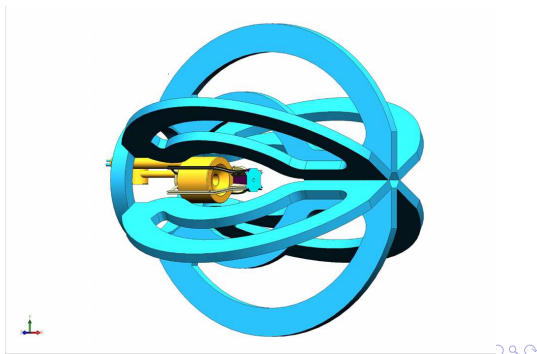
$$\frac{d^5\sigma^\lambda}{dx_A dQ^2 dt d\phi_e d\phi} = \frac{\alpha^3}{16\pi^2} \frac{x_A y^2}{Q^4 \sqrt{1+\epsilon}} \frac{|T_{BH}|^2 + |T_{DVCS}^\lambda|^2 + \mathcal{I}^\lambda}{e^6}$$

$$y = \frac{p \cdot q}{p \cdot k} \quad \epsilon = \frac{2x_A M_A}{Q}$$

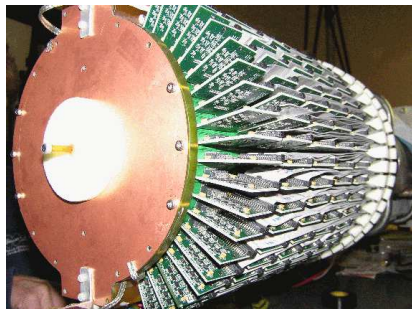
L'asymétrie de spin du faisceau

$$A_{LU}(\phi) = \frac{d\sigma^\uparrow - d\sigma^\downarrow}{d\sigma^\uparrow + d\sigma^\downarrow} \propto \frac{\mathcal{I}^\lambda}{|T_{BH}|^2}$$

- La prise de données de l'expérience He-DVCS a eu lieu d'octobre à décembre 2009.
- Les réactions DVCS ont été produites par l'interaction du faisceau d'électrons CEBAF (6 GeV, polarisation de 85 %) avec une cible d'hélium gazeux sous pression.

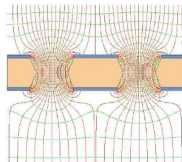
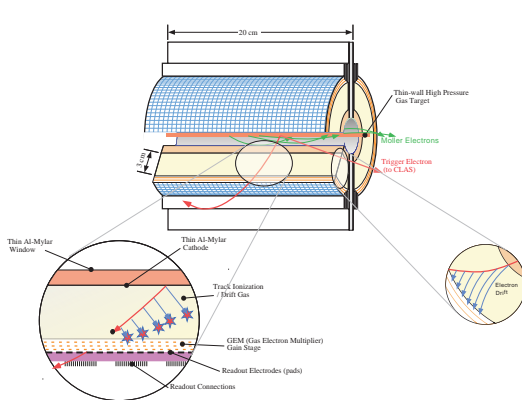


- L'électron est détecté dans CLAS.
- Le photon est détecté dans le calorimètre interne et dans CLAS.
- La RTPC permet la détection du noyau d'hélium. (indispensable pour l'exclusivité de la réaction). La dérive s'effectue dans un mélange d'hélium - DME.
- Les événements sont détectés par 3200 pads.

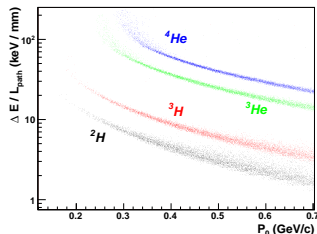


Fonctionnement de la RTPC

La RTPC est un détecteur gazeux dont l'amplification est générée par une succession de 3 GEM.



Principe de fonctionnement de la RTPC



- La reconstruction des événements de la RTPC dépend des trajets de dérive des électrons secondaires.

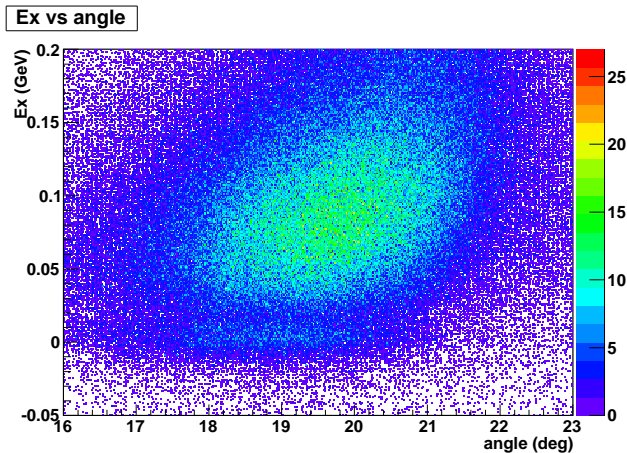
La position est déterminée par un système d'équations $r(t)$ et $\phi(t)$ (plus des offsets), chaque équation étant composée de 24 coefficients dépendant de la tension, du gaz, de la position le long de l'axe du faisceau.

Une valeur de ces coefficients de dérive a été obtenue par simulation Magboltz.

- Il faut donc ajuster les équations des lignes de dérive sur nos données.
- La calibration de la RTPC se fait à partir d'événements élastiques.

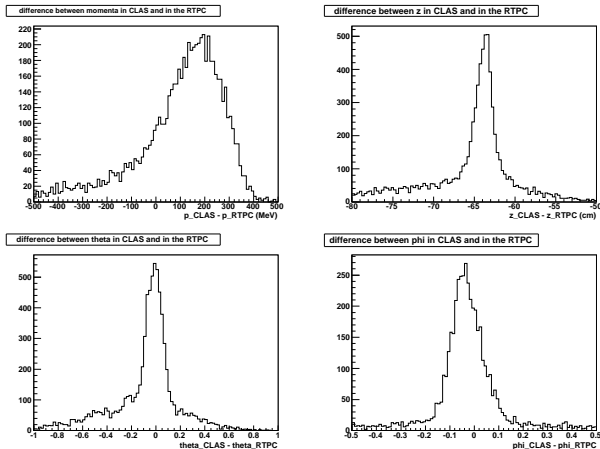
La calibration élastique

Énergie d'excitation : $E_x = E - E' - T_{He}(E, \theta_e)$



Distribution des événements dans le plan Ex vs angle

La calibration élastique



Différence entre les variables de la RTPC et celles attendues pour les événements élastiques

- L'impulsion devra être corrigée de la perte d'énergie dans les matériaux précédents la zone de dérive.
- Ensuite il faudra calibrer le gain de chacun des pads de la RTPC.
- L'obtention des courbes dE/dX en fonction de p permettra l'identification des événements sur l'hélium (canal cohérent).

- Le détecteur CLAS est déjà calibré. La calibration du calorimètre interne est en cours, ainsi que celle de la RTPC.
- Une fois la calibration terminée, il sera possible d'étudier le canal cohérent exclusif de la réaction DVCS.
- Pour extraire la GPD de l'hélium, il sera nécessaire de rejeter le bruit de fond des pions.
- Cette expérience s'inscrit dans un vaste projet d'étude des distributions généralisées de partons.