

Structure des Hadrons dans les Réactions Exclusives

Mounir EL BEIYAD

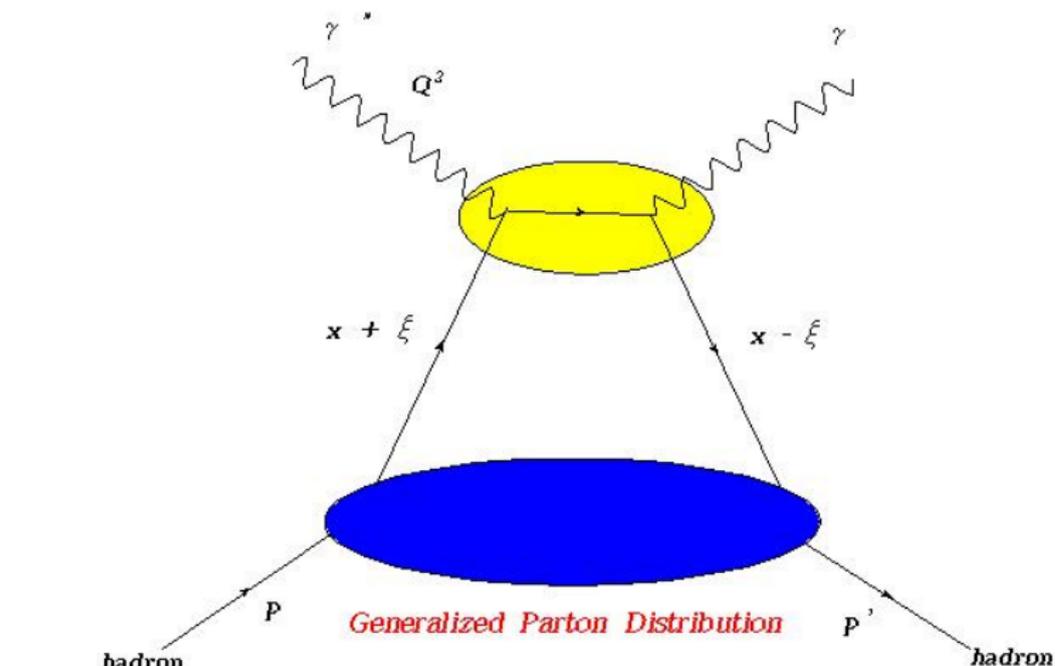
CPHT Ecole Polytechnique LPT Orsay

Journées Jeunes Chercheurs
1^{er} - 6 décembre 2008



- 1 Des PDFs aux GDAs
 - Diffusion Profondément Inélastique
 - Diffusion Compton Profondément Virtuelle
- 2 La GDA du Diphoton
 - Processus $\gamma^*(q)\gamma(p_1) \rightarrow \gamma(q')\gamma(p_2)$
 - Equation d'Evolution QCD
- 3 Transversité : Travail en Cours
 - GPD de Transversité
 - Contexte Phénoménologique

Processus Exclusif



Amplitude = Fonction Coefficient (perturbative)



Distribution de Partons Généralisée (non-perturbative)



Définition

Cinématique

p, p' : impulsion des hadrons incident et émergent
 ξ : skewedness

Définition

8 GPDs définies par la TF (sur z) de l'élément de matrice

$$\langle p' | \bar{q} \left(-\frac{z}{2} \right) \mathcal{O} q \left(\frac{z}{2} \right) | p \rangle$$

Par exemple

- $\mathcal{O} = \gamma^\mu \rightarrow H(x, \xi, t)$
- $\mathcal{O} = \sigma^{\mu\nu} \gamma^5 \rightarrow H_T(x, \xi, t)$

Interprétation et Contenu Physique

Interprétation

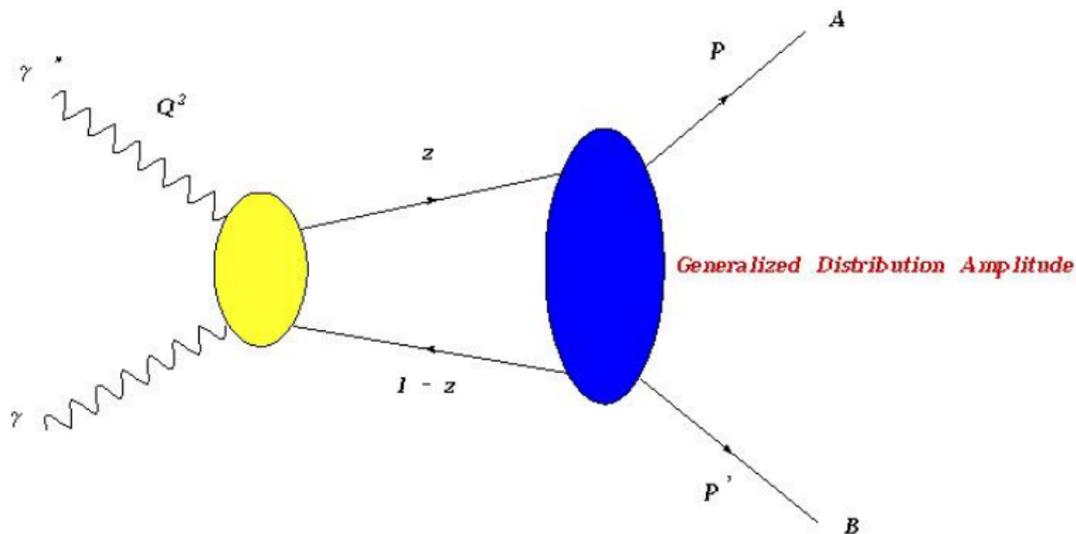
GPDs : interférence entre les amplitudes décrivant différentes fluctuations quantiques d'un nucléon

Contenu Physique

⇒ structure transverse + longitudinal du nucléon
⇒ accès au moment angulaire orbital des quarks
⇒ dynamique des quarks et gluons de la mer

- Limite Inclusive : $H^q(x, 0, 0) = q(x)$
- Relation avec le Facteur de Forme :
$$\int_{-1}^1 dx H^q(x, \xi, t) \propto F_{hadron}(t)$$

Processus Croisé



Amplitude = Fonction Coefficient (perturbative)

⊗ **Distribution d'Amplitude Généralisée** $\Phi^g(z, \zeta, t)$

Définition et Contenu Physique

Définition

GDA définie par la TF (sur z) de l'élément de matrice

$$\langle pp' | \bar{q} \left(-\frac{z}{2} \right) \mathcal{O}_q \left(\frac{z}{2} \right) | 0 \rangle$$

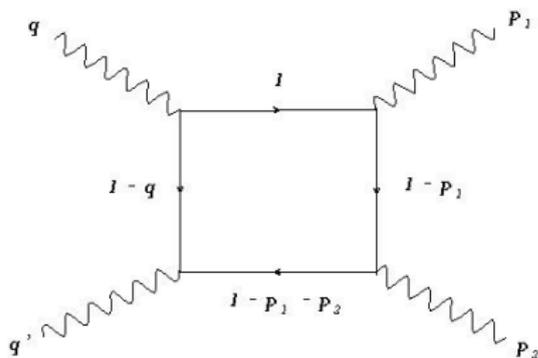
Contenu Physique

- Généralisation de l'Amplitude de Distribution (Facteur de Forme)
 - Physique de l'Hadronisation ($A, B = \text{Hadrons}$)
-
- ★ $A, B = \text{Hadrons}$: GDA Non-Perturbative
 - ★ $A, B = \text{Photons}$: GDA Perturbative

- 1 Des PDFs aux GDAs
 - Diffusion Profondément Inélastique
 - Diffusion Compton Profondément Virtuelle
- 2 La GDA du Diphoton
 - Processus $\gamma^*(q)\gamma(p_1) \rightarrow \gamma(q')\gamma(p_2)$
 - Equation d'Evolution QCD
- 3 Transversité : Travail en Cours
 - GPD de Transversité
 - Contexte Phénoménologique

Cinématique

Production de 2 γ dans une Diffusion Compton Virtuelle sur une cible γ (+ 5 diagrammes croisés) :



$$q = p - \frac{Q^2}{2} \frac{n}{p \cdot n}, \quad q' = \frac{Q^2}{2} \frac{n}{p \cdot n}$$

$$p_1 = \zeta p, \quad p_2 = \bar{\zeta} p$$

$$l^\mu = z p^\mu + \beta n^\mu + l_T$$

z interprété comme la **fraction d'impulsion du parton** $\rightarrow z \in [0, 1]$

Résultat et Interprétation

Amplitude du processus $\gamma^*(q)\gamma(p_1) \rightarrow \gamma(q')\gamma(p_2)$

Interprétation via la factorization QCD dans le modèle partonique

$$A \propto \sum_q \int_0^1 dz C_V^q(z) \Phi_1^q(z, \zeta; Q^2)$$

avec

- la fonction coefficient : $C_V^q(z) = e_q^2 \left(\frac{1}{z} - \frac{1}{\bar{z}} \right)$
- la GDA diphoton : $\Phi_1^q(z, \zeta; Q^2)$

Equation d'Evolution QCD

Modification de l'équation d'évolution

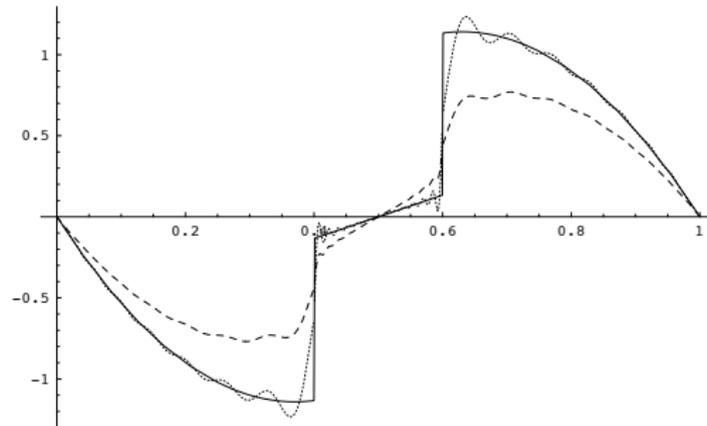
$$Q^2 \frac{d}{dQ^2} \Phi(z, \zeta, Q^2) = (e_q^2 - e_{q'}^2) \frac{\Phi_1(z, \zeta; Q^2)}{\log \frac{Q^2}{m^2}} + \int_0^1 du V(u, z, Q^2) \Phi(u, \zeta, Q^2)$$

Intérêt

Connaître Φ à tout Q^2 en considérant la QCD

Solution à grand Q^2

$$\frac{\Phi(z, \zeta=0.4, Q^2)}{(e_q^2 - e_{q'}^2) \log \frac{Q^2}{m^2}} :$$



Résultat

Modification du comportement QED de Φ_1^q par l'interaction forte (effet des gluons).

- 1 Des PDFs aux GDAs
 - Diffusion Profondément Inélastique
 - Diffusion Compton Profondément Virtuelle
- 2 La GDA du Diphoton
 - Processus $\gamma^*(q)\gamma(p_1) \rightarrow \gamma(q')\gamma(p_2)$
 - Equation d'Evolution QCD
- 3 Transversité : Travail en Cours
 - GPD de Transversité
 - Contexte Phénoménologique

GPD de Transversité $H_T(x, \xi, t)$

Définition

H_T définie par la TF (sur z) de l'élément de matrice

$$\langle p' \lambda' | \bar{q} \left(-\frac{z}{2} \right) \sigma^{\mu\nu} q \left(\frac{z}{2} \right) | p \lambda \rangle$$

Contenu Physique

Distribution Transverse de Partons dans un Nucléon Polarisé
Transversalement

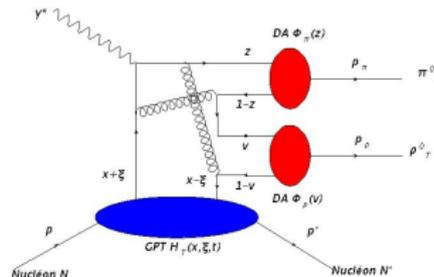
Connaissance Actuelle

- Quelques paramétrisations mais insuffisantes
- Quelques résultats de QCD sur réseau

Contexte Phénoménologique

Processus Physique avec Changement d'Hélicité ($\lambda \rightarrow \lambda'$)

$$\gamma^*(q) + N(p, \lambda) \rightarrow \pi_L^0(p_\pi) + \rho_T^0(p_\rho) + N'(p', \lambda')$$



Factorisation (somme de 60 diagrammes)

$$A = \int_{-1}^1 dx \int_0^1 dv \int_0^1 dz T(x, v, z, \xi, t) H_T(x, \xi, t) \Phi_\pi(z) \Phi_\rho(v)$$

Conclusion

- 1 Description plus complète des hadrons par les GPDs et les GDAs
 - Distribution Partonique en 3D
 - Connaissance précise du moment orbital angulaire et du spin
- 2 Etude du processus $\gamma^*(q)\gamma(p_1) \rightarrow \gamma(q')\gamma(p_2)$
 - Factorisation du processus utilisant la GDA diphoton $\Phi_1(z, \zeta : Q^2)$ à Q^2 fixé
 - Obtention de l'évolution de $\Phi(z, \zeta, Q^2)$ en fonction de Q^2
- 3 Recherche de la distribution transverse de partons dans les hadrons avec H_T
 - Factorisation du processus $\gamma^*(q) + N(p, \lambda) \rightarrow \pi_L^0(p_\pi) + \rho_T^0(p_\rho) + N'(p', \lambda')$
 - Calcul de 60 diagrammes en cours

MERCI