

Etudes des événements rares et mesures de précision à HERA avec le faisceau d'électrons polarisés

Trong Hieu TRAN

LAL, Orsay

Journées de Rencontre Jeunes Chercheurs
Décembre 2007

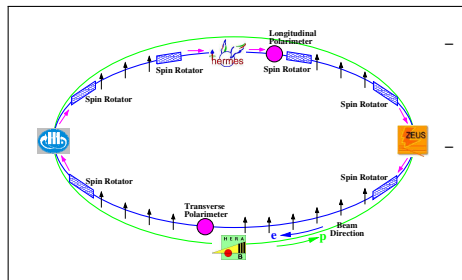
Plan

- HERA et le détecteur H1.
- La diffusion profondément inélastique
 - Courant Neutre
 - Courant Chargé
 - Les fonctions de structure
- Analyse des données courant neutre.
 - Alignement: détecteurs de traces & calorimètre
 - Mesure de la section efficace
- Conclusion et perspectives
 - Impact des données HERA sur la physique à LHC.



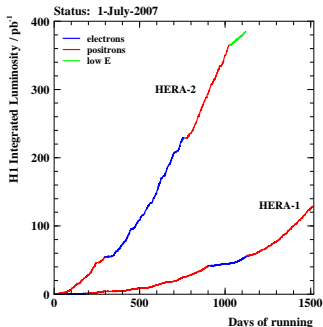
Amélioration à HERA II

Deuxième phase HERA II: modification des optiques et utilisation de la polarisation longitudinale



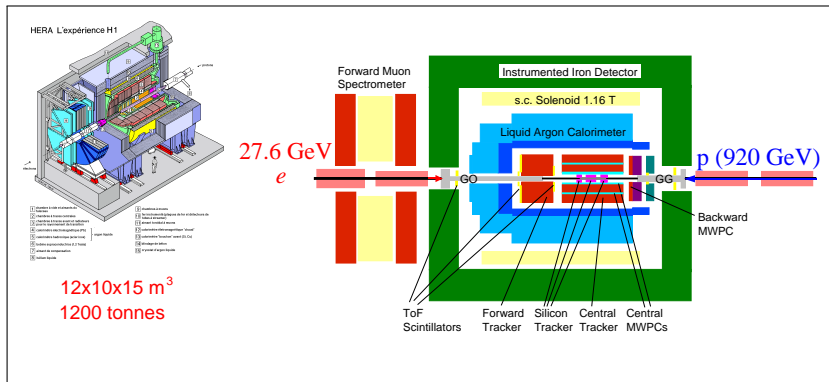
La polarisation à HERA II.

- ☞ e^\pm ont une polarisation transversale par radiation synchrotron.
- ☞ Les rotateurs de spin: après passage de ces rotateurs, les e^\pm auront une polarisation longitudinale avant les points d'interaction.



	HERA I	HERA II
e^-	20 pb^{-1}	200 pb^{-1}
e^+	100 pb^{-1}	200 pb^{-1}

Le détecteur H1



Le détecteur H1.

Modifications pour la deuxième phase de HERA:

- Nouveaux aimants GO et GG
- Modification des détecteurs de trace

La diffusion profondément inélastique

☞ Interaction électron-partons:

- γ, Z^0 : courant neutre
- $W^{+/-}$: courant chargé

☞ Les variables cinématiques:

- $Q^2 = -q^2 = -(k' - k)^2$
la virtualité du boson échangé,
- $\sqrt{s} = \sqrt{(k + P)^2}$
énergie de la collision dans le centre de masse,
- $x = Q^2/2Pq$
fraction d'impulsion du parton qui interagit,
- $y = (q \cdot P)/(k \cdot P)$
inélasticité de la réaction,
- $W^2 = (q + P)^2$
carré de la masse invariante de l'état final hadronique.

☞ La DIS est le régime où $Q^2 \gg m_p^2, W^2 \gg m_p^2$

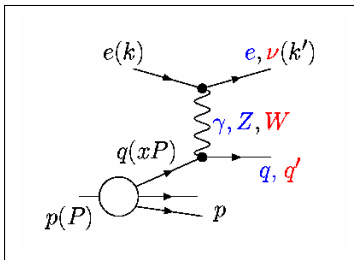


Schéma DIS.

Les fonctions de structure

Les sections efficaces de DIS sont écrit en terme des fonctions de structure.

- Courants neutres:

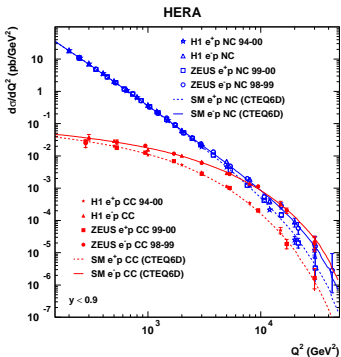
$$\frac{d^2\sigma_{NC}^{\pm}}{dx dQ^2} = \frac{2\pi\alpha^2}{xQ^4} \left[Y_+ \tilde{F}_2 - y^2 \tilde{F}_L \mp Y_- x \tilde{F}_3 \right]$$

- bas Q^2 : $\sigma(e^+pNC) \approx \sigma(e^-pNC)$
- grand Q^2 : $\sigma(e^+pNC) \neq \sigma(e^-pNC)$
↳ contribution de $x\tilde{F}_3$

- Courants chargés:


$$\sigma(e^+pCC) \neq \sigma(e^-pCC)$$

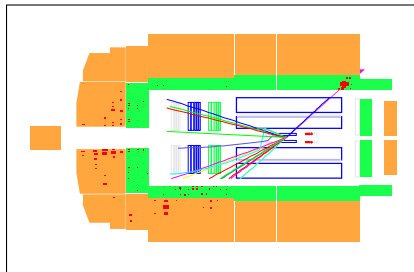
$$\frac{d^2\sigma_{CC}^{\pm}}{dx dQ^2} = \frac{G_F^2}{2\pi x} \left(\frac{M_W^2}{Q^2 + M_W^2} \right) \phi_{CC}^{e^{\pm}p}$$



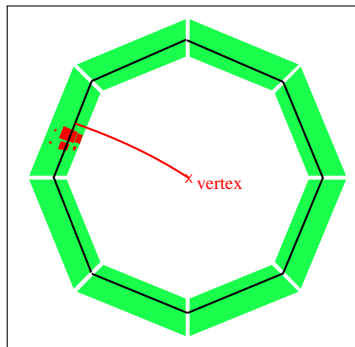
Sections efficaces différentielles
 $d\sigma/dQ^2$ de DIS $e^{\pm}p$ NC et CC.
 Résultats publiés pour les données
 HERA-I

Analyse des événements courant neutre - Alignement

- Alignement - clé cruciale pour la reconstruction des variables cinématiques dans l'analyse NC
- Méthode d'alignement:  Choisir un plan commun,
 - Extrapolation des traces
 - Extrapolation des clusters
 - Minimization de la distance entre ces points



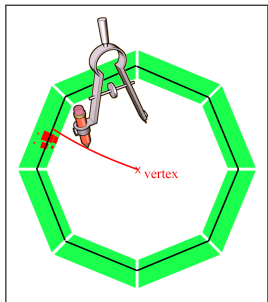
Exemple d'un évènement courant neutre.



Le plan en commun choisi pour déterminer les points d'impact de la trace et du cluster est un octogone.

Extrapolation des traces & Système de référence

- Le point d'impact $(x_{trk}, y_{trk}, z_{trk})$: déterminé par le vertex de l'évènement et sa courbe dans le champs magnétique.
- Système de référence \equiv système de trace CJC.
 - Six paramètres libres:
 - $(\Delta x, \Delta y, \Delta z)$: transition du centre du calorimeter à Argon liquide LAr.
 - α, β, γ : rotation (counter-clock-wise) du LAr autour des axes x, y et z respectivement.

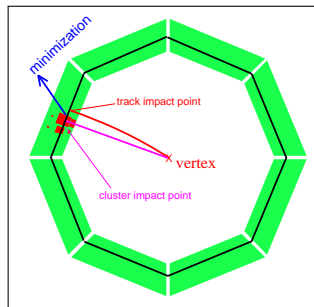
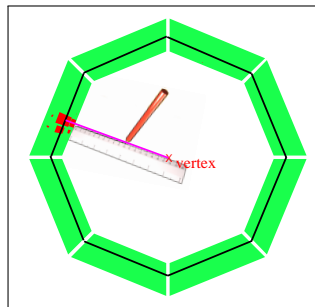


☞ Transformation des coordonnées du LAr dans le système de référence CJC:

$$\begin{aligned}x'_e &= x_e - \Delta x + \beta z_e - \gamma y_e \\y'_e &= y_e - \Delta y - \alpha z_e + \gamma x_e \\z'_e &= z_e - \Delta z + \alpha y_e - \beta x_e\end{aligned}$$

Extrapolation des clusters & Minimization

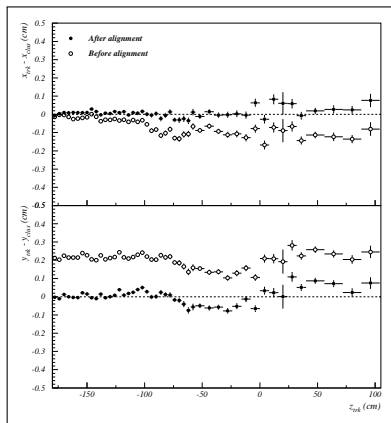
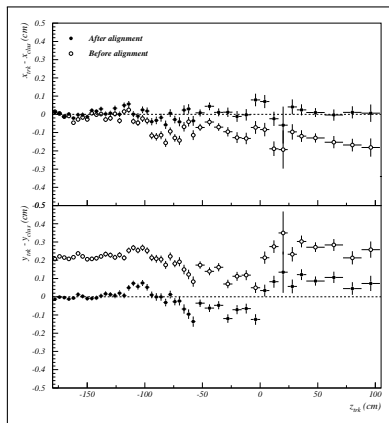
➤ Le point d'impact du cluster correspondant (x_{clus} , y_{clus} , z_{clus}) est le point d'intersection de la ligne droite entre le centre du cluster (barycentre) et le vertex de l'évènement.



➤ Minimization: $\sum_a (a_{\text{trk}} - a_{\text{clus}})^2$, with $a \equiv x, y$
or z .

Plots de control: 06 e^-p & 0607 e^+p

- Différences $x_{trk} - x'_{clus}$ et $y_{trk} - y'_{clus}$ en fonction de z_{trk} du point d'impact.

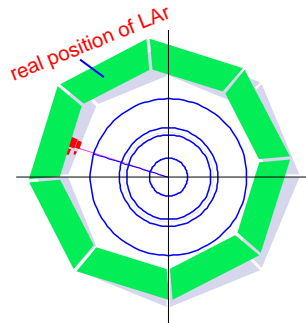
0607 e^+p 06 e^-p

Alignement - Résultats

	0304 (e^+p)	05 (e^-p)	06 (e^-p)	0607 (e^+p)
Δx (mm)	2.79 ± 0.11	2.69 ± 0.07	2.37 ± 0.10	2.23 ± 0.06
Δy (mm)	-3.82 ± 0.11	-3.79 ± 0.08	-3.87 ± 0.10	-3.80 ± 0.07
α (mrad)	0.14 ± 0.07	0.26 ± 0.05	0.31 ± 0.07	0.29 ± 0.05
β (mrad)	-1.47 ± 0.07	-1.58 ± 0.05	-1.36 ± 0.07	-1.16 ± 0.04
χ^2/dof	179623/131771	355928/266742	207364/153690	507935/377909

Table: Paramètres de fit pour différents lots de données HERA-II.

- Les paramètres trouvés sont en bon accord avec une autre méthode.
- Défaut dans les nouvelles versions des logiciels du groupe.



Analyse des événements NC - Selection des événements

- DIS à grand Q^2 (> 100 GeV)
- Position de l'électron dans le calorimètre LAr ($E_e > 11$ GeV) lié à une trace

☞ Rejet des interstices et des régions de déclenchement inefficaces

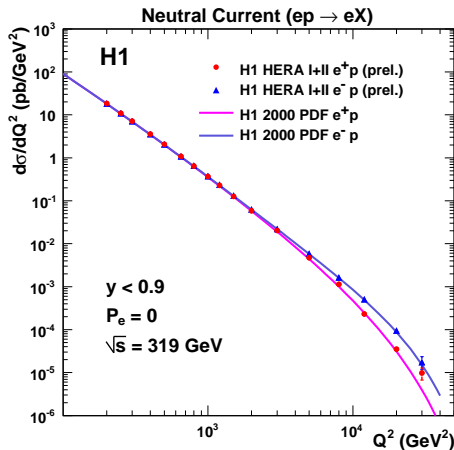
☞ Rejet du bruit de fond de photoproduction

- Vertex central
- luminosité du run < 0.2 nb $^{-1}$, rejet des cosmiques, ...

Mesure de la section efficace NC

- Correction de l'efficacité de lien avec une trace
- Repondération de la distribution de vertex du MC
- Mesure de la section efficace

$$\frac{\sigma_{mes} = N^{data} - N^{bg}}{N^{MC}} \times \sigma_{MC}$$



Résultat préliminaire pour NC
(Lepton-Photon 2007).

Conclusion & Perspectives (1/2)

➤ Conclusion

- HERA a été arrêté en juin 2007, il nous reste encore pleines de données à analyser ...
- Premières analyses des données de HERA II
- Les analyses des événements courants neutres sont réalisées avec l'alignement entre les détecteurs de trace et le calorimètre à Argon liquide.

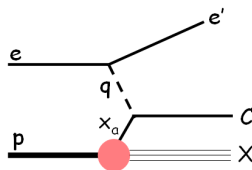
➤ Perspectives

- Continue l'analyse des événements courant chargé
- Mesure des section efficace de DIS NC et CC
 - ☞ Impact futur sur les analyses QCD.
- ☞ ...

Perspectives: Impact des données HERA sur la physique à LHC

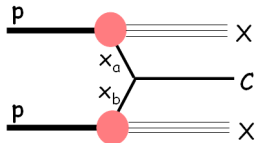
➤ HERA: NC ($ep \rightarrow e'X$) et CC ($ep \rightarrow \nu X$)
ou en général $ep \rightarrow l' + C + X$:

$$\sigma_{p \rightarrow C}(q, p) = \sum_a \int_{x_a}^1 dx_a f_p^a(x_a, \mu) \hat{\sigma}_{ea \rightarrow e'C}(q, x_a p, \mu, \alpha_s)$$



➤ LHC: $pp \rightarrow C + X$

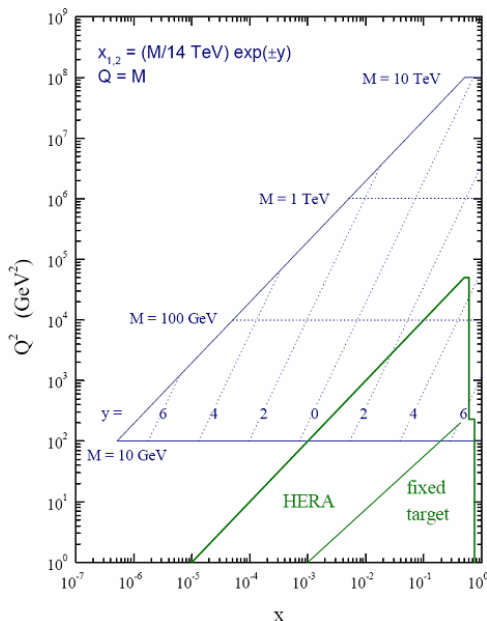
$$\sigma_{pp \rightarrow C}(p_p, p'_p, p_C, \dots) = \sum_{a,b} \int_{x_b}^1 dx_a \int_{x_b}^1 dx_b \times f_p^a(x_a, \mu) \hat{\sigma}_{ab \rightarrow C}(x_a p_p, x_b p'_p, \mu, \alpha_s) f_p^b(x_b, \mu)$$



➤ $f_p^{a(b)}(x_{a(b)}, \mu)$: fonctions de distribution des partons (PDF) ➤ fonctions universelles.

Cinématique à HERA

- HERA: accès aux grands Q^2 ou aux petits x
- Les données petit x de HERA \gg domaine pertinent pour le LHC.
- Les mesures de HERA couvrent la région outils à LHC, particulièrement à partir de $Q^2 = 100 \text{ GeV}^2$



Perspectives (2)

→ ... aussi, 50 % physiciens de H1 ont changé à travailler sur ATLAS !



Backup slides



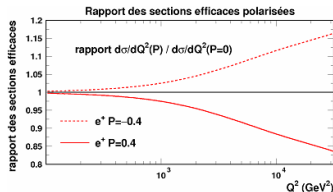
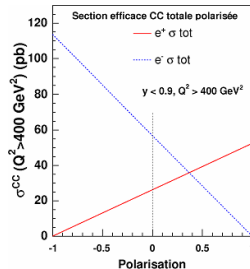
DIS polarisée

Faisceau avec N_R leptons droits \triangleright (R), N_L leptons gauches (L)

☞ polarisation:

$$P = \frac{N_R - N_L}{N_R + N_L}$$

Dans le Modèle Standard, le W ne se couple qu'aux fermions gauches $\triangleright \sigma_{CC}$ est proportionnelle à la polarisation



Pour les NC effet via le couplage au Z: effet faible sauf à très grand Q^2 .

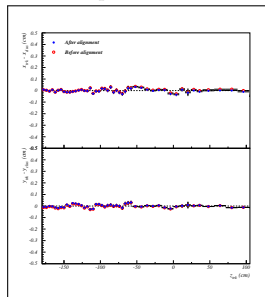
Test of method using Monte-Carlo

Two tests are performed:

- The alignment parameters for MC should be compatible with zero.

Δx (mm)	Δy (mm)
-0.15 ± 0.10	0.02 ± 0.10
α (mrad)	β (mrad)
-0.04 ± 0.08	0.09 ± 0.08

Table: Test of alignment method based on 2003–2004 e^+p MC.



- Apply a set of parameters to “de-align” the MC before the selection from MODS/HAT files ➤ use the alignment program to re-determine these parameters.

	Δx (mm)	Δy (mm)	α (mrad)	β (mrad)
Applied set	-2.50	-4.00	-0.30	1.30
Reconstructed set	2.35	4.02	0.27	-1.21

Table: Test of alignment method based on 2003–2004 e^+p MC.

Weak effect of z and γ on other parameters

PARAMETER NO.	GLOBAL	1	2	3	4	5	6
1	0.95285	1.000	0.026	0.008	0.023	-0.953	0.032
2	0.95447	0.026	1.000	-0.007	0.954	-0.022	0.057
3	0.03432	0.008	-0.007	1.000	-0.014	-0.014	0.000
4	0.95444	0.023	0.954	-0.014	1.000	-0.019	0.051
5	0.95284	-0.953	-0.022	-0.014	-0.019	1.000	-0.027
6	0.06632	0.032	0.057	0.000	0.051	-0.027	1.000

Parameter n°	1	2	3	4	5	6
Name	Δx	Δy	Δz	α	β	γ