

Polarimetrie compton

TAMAZIRT juba (IJCLab Orsay)



Polarimétrie pour FCC-ee

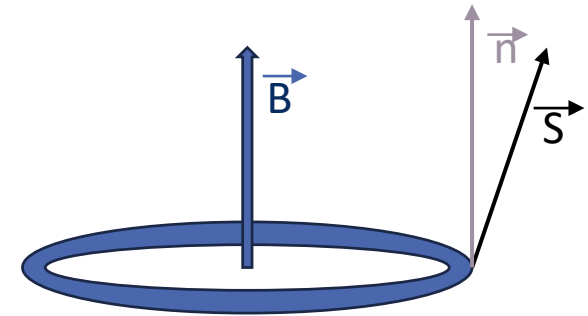


Energie du centre de mass au pole du Z^0
soit 45.6 GeV par faisceau

Première phase : sonder le secteur électrofaible
avec des processus couplant les bosons
de jauge au Higgs avec **une précision sur les
paramètres électrofaibles <1ppm**

Calibration de l'énergie au centre de masse en
temps réel en utilisant la dépolarisation
résonnante: **incertitude < MeV sur l'énergie**

Dépolarisation résonnante :



tune of closed orbit:

$$k = a\gamma + Q^y m^y + Q^x m^x + Q^L m^L$$

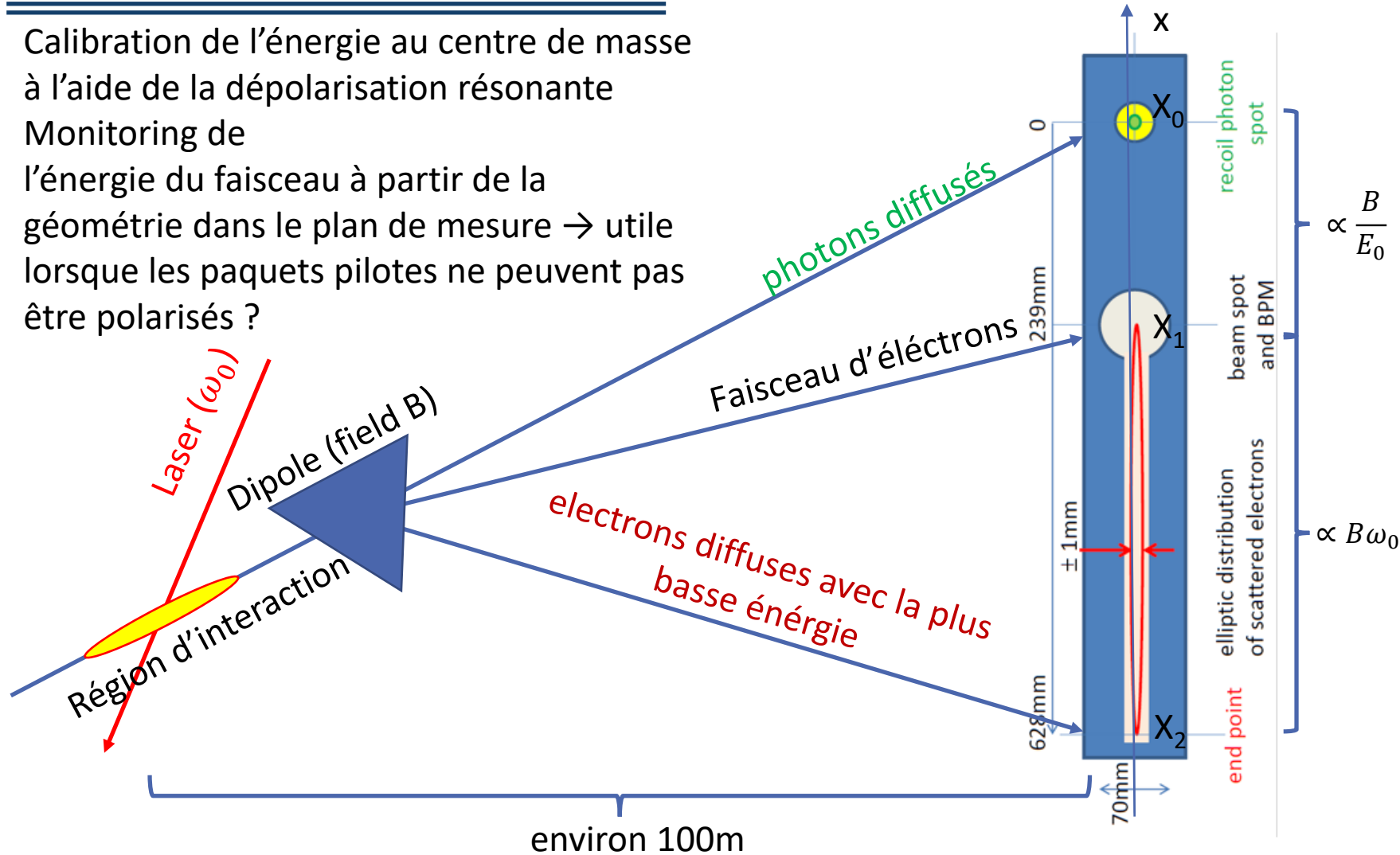
spin tune transverse Longitudinal
 planes plane
 (synchrotron)

La polarisation des électrons précesse
Grace au champ magnétique oscillant de
l'anneau de stockage.

Quand la fréquence de précession des
électron et des spins sont en résonance
induit une **Dépolarisation** du faisceau

polarimètre Compton

- Calibration de l'énergie au centre de masse à l'aide de la dépolarisation résonante
- Monitoring de l'énergie du faisceau à partir de la géométrie dans le plan de mesure → utile lorsque les paquets pilotes ne peuvent pas être polarisés ?



Nouveau concept (N. Yu Muchnoi) pour mesurer tous les paramètres de polarisation →
polarimètre 3D

Section efficace différentielle

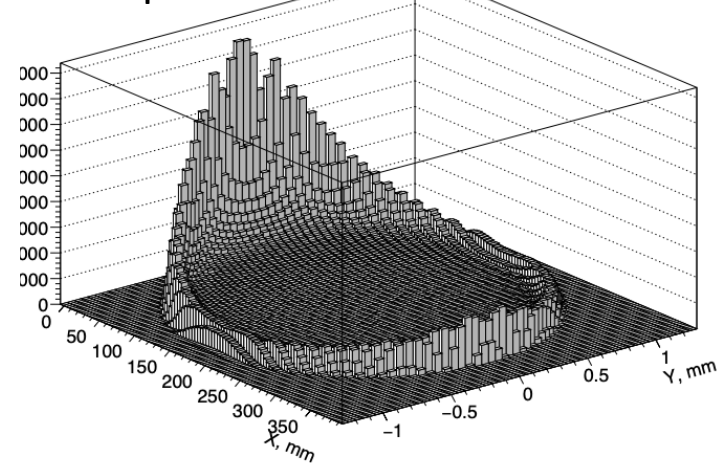
Outre la conception et la validation réalistes du détecteur et du système, une extraction précise des paramètres est nécessaire

Les électrons sont situés sur une surface ellipsoïdale dont la paramétrisation peut être transformée en un disque unité, sur lequel l'expression de la section efficace différentielle est plus commode

$$\begin{aligned} \frac{1}{r_e^2} \frac{d\sigma_0}{dx dy} \Big|_{\pm} &= \frac{1 + (1 + u_{\pm})^2 - (1 + u_{\pm})(1 - \Delta_{\pm}^2)}{2(1 + u_{\pm})^3 \sqrt{1 - x^2 - y^2}}, \\ \frac{1}{r_e^2} \frac{d\sigma_{\xi_1}}{dx dy} \Big|_{\pm} &= \xi_1 \frac{\delta_{\pm}^2 - y^2}{2(1 + u_{\pm})^2 \sqrt{1 - x^2 - y^2}}, \\ \frac{1}{r_e^2} \frac{d\sigma_{\xi_2}}{dx dy} \Big|_{\pm} &= \xi_2 \frac{-\delta_{\pm} y}{(1 + u_{\pm})^2 \sqrt{1 - x^2 - y^2}}, \\ \frac{1}{r_e^2} \frac{d\sigma_x}{dx dy} \Big|_{\pm} &= \xi_3 \xi_x \frac{-u_{\pm} \delta_{\pm}}{2(1 + u_{\pm})^3 \sqrt{1 - x^2 - y^2}}, \\ \frac{1}{r_e^2} \frac{d\sigma_y}{dx dy} \Big|_{\pm} &= \xi_3 \xi_y \frac{u_{\pm} y}{2(1 + u_{\pm})^3 \sqrt{1 - x^2 - y^2}}, \\ \frac{1}{r_e^2} \frac{d\sigma_z}{dx dy} \Big|_{\pm} &= \xi_3 \xi_z \frac{-u_{\pm}(u_{\pm} + 2)\Delta_{\pm}}{2(1 + u_{\pm})^3 \sqrt{1 - x^2 - y^2}}. \end{aligned}$$

NB: $1/\sqrt{1 - x^2 - y^2}$ devient \gg aux limites du cercle

Exemple electron distribution



u_{\pm} , Δ_{\pm} et δ_{\pm} sont des fonctions de (x, y)

δ_{\pm} est négligeable

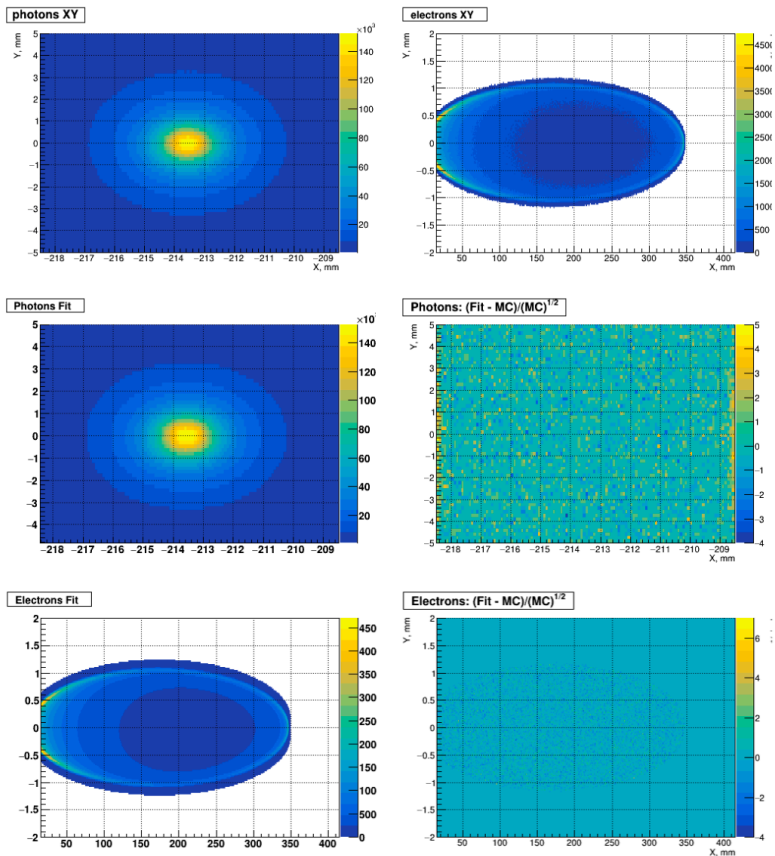
$\xi_{x,y,z}$: paramètres de polarisation du faisceau d'e-

$\xi_{1,2,3}$: paramètres de Stokes

NB: $\xi_3 = \pm 1 \Leftrightarrow$ polarisation circulaire gauche/droite

Resultat– fit des Distributions

$$\frac{d\sigma}{dud\varphi} = \frac{d\sigma_0}{dud\varphi} + \xi_1 \frac{d\sigma_1}{dud\varphi} + \xi_2 \frac{d\sigma_2}{dud\varphi} + \xi_3 \left(\zeta_x \frac{d\sigma_x}{dud\varphi} + \zeta_y \frac{d\sigma_y}{dud\varphi} + \zeta_z \frac{d\sigma_z}{dud\varphi} \right)$$



Monte-Carlo Parameters:

Laser $\lambda_0 = 0.532 \text{ um}$

Electron $E_0 = 45.600 \text{ GeV}$

Electron $\gamma = 89.237 \times 10^3$

Compton $\kappa = 1.628$

Bend: $\gamma\theta_0 = 190.441$

$(\xi_1, \xi_2, \xi_3) = (0.000, 0.000, 1.000)$

$(\zeta_x, \zeta_y, \zeta_z) = (0.100, 0.250, 0.100)$

Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2650 v4 @ 2.20GHz

Photons fit: $t = 319 \text{ s}$ (CPU 267 s)

$\chi^2/\text{NDF} = 7820.4/7190 \mid \text{Prob} = 0.0000$

$X_0 = -213.539 \pm 0.001$

$\xi_1 = 0.001 \pm 0.001$

$\xi_2 = -0.000 \pm 0.000$

$\xi_3 = 0.096 \pm 0.002$

$\xi_4 = 0.249 \pm 0.002$

$\xi_5 = 0.101 \pm 0.001$

$\sigma_x = 250.574 \pm 1.022$

$\sigma_y = 30.401 \pm 6.268$

Tous les parametres sont
extrait avec une precision de
~0.001 en quelques seconds

Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2650 v4 @ 2.20GHz

Electrons fit: $t = 12172 \text{ s}$ (CPU 12172 s)

$\chi^2/\text{NDF} = 216987.3/216179 \mid \text{Prob} = 0.1096$

$X_1 = -0.014 \pm 0.002$

$X_2 = 347.634 \pm 0.001$

$\xi_1 = -0.001 \pm 0.001$

$\xi_2 = 0.000 \pm 0.000$

$\xi_3 = 0.100 \pm 0.000$

$\xi_4 = 0.250 \pm 0.001$

$\xi_5 = 0.102 \pm 0.000$

$\sigma_x = 315.241 \pm 1.208$

$\sigma_y = 26.430 \pm 0.009$

$E_{\text{beam}} = 45.604 \pm 0.001$

En plus de la DPR l'énergie est
aussi extraite de ce fit

Conclusion

- Dépolarisation résonnante permet la calibration en temps réel de l'énergie du faisceau
- Le polarimètre sera basé sur l'interaction Compton qui dépend de tous les paramètres de polarisation
- Il sera possible d'aussi bien de mesurer directement l'énergie, que de l'extraire grâce à la dépolarisation résonnante par les mesures d'asymétrie (Voir Poster)



Merci pour votre attention

