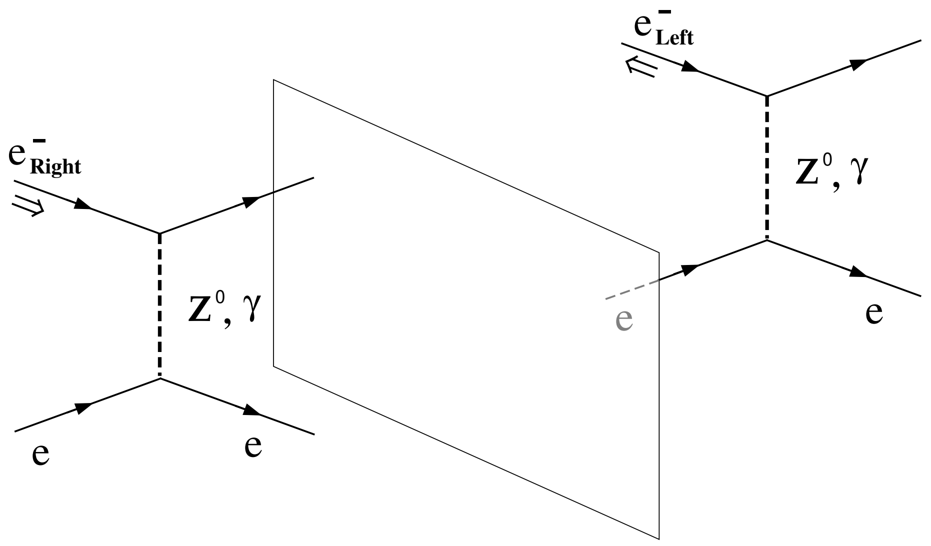
SLAC E158

- Introduction
- Motivations Physiques
- Dispositif expérimental
- Barres d'erreurs
- Premiers événements
- Conclusion

D. Lhuillier, CEA Saclay.

La violation de parité en diffusion d'électrons



A $Q^2 \ll M_Z^2$:

$$M_\gamma \propto \frac{e^2}{Q^2}$$

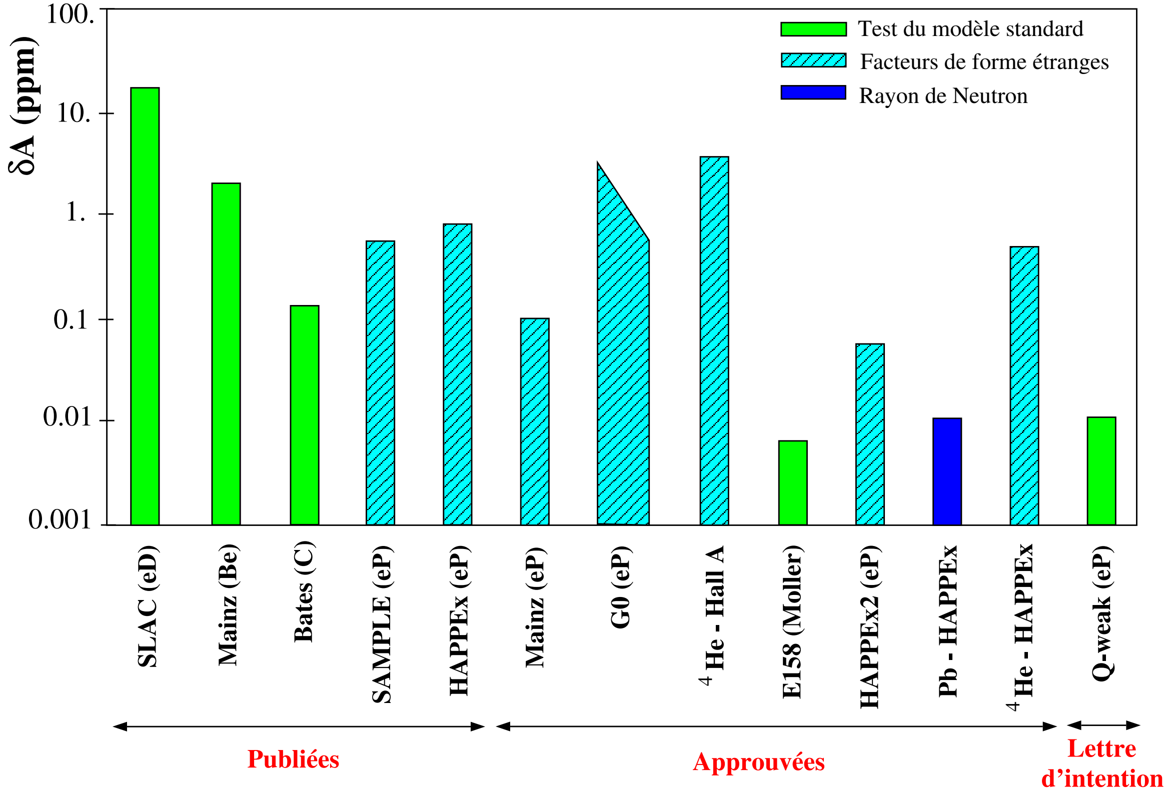
$$M_{Z^o} \propto G_F$$

Mis en évidence de l'échange du Z0 à travers l'asymétrie:

$$A^{PV} = \frac{M_Z}{M_\gamma} = \frac{N_L - N_R}{N_L + N_R} \approx 10^{-6}$$ **à Q^2=0.03 GeV^2**

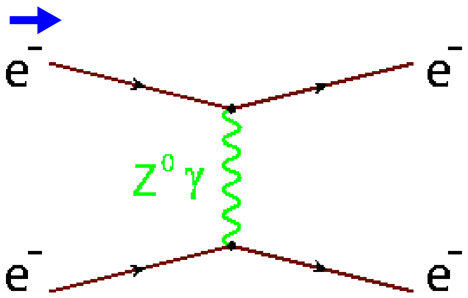
Historique

Evolution des qualités de faisceau:



→ **Tests de haute précision du Model Standard loin du pôle du Z0**

Motivations Physiques



$$A_{LR} = mE\frac{G_F}{\sqrt{2}\pi\alpha} \times \frac{16\sin^2\Theta}{(3+\cos^2\Theta)^2} \times \left(\frac{1}{4} - \sin^2\Theta_W\right)$$

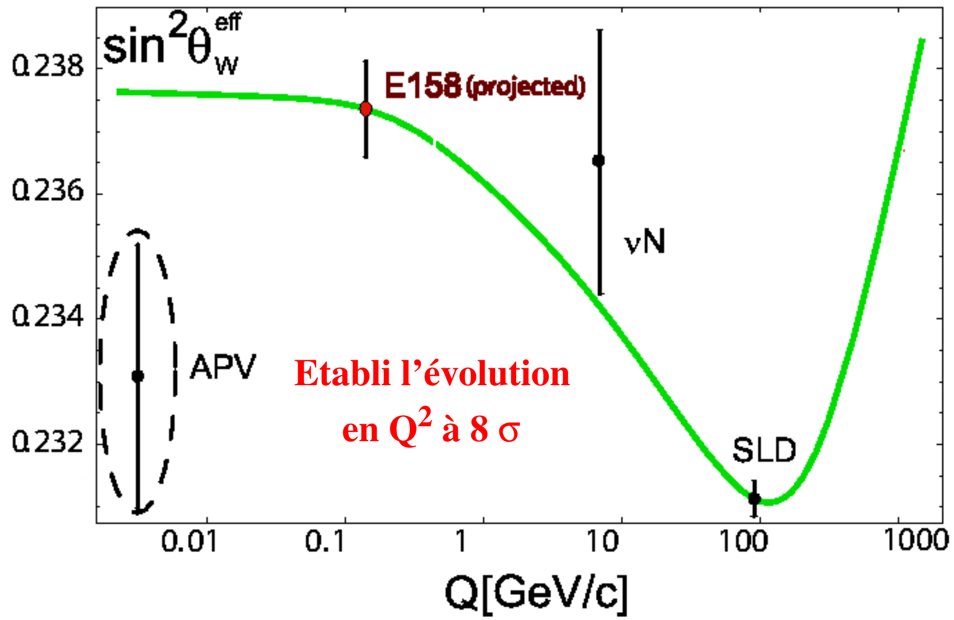
Sensibilité à l'angle de Weinberg

Mesure précise de $\sin^2\Theta_W$

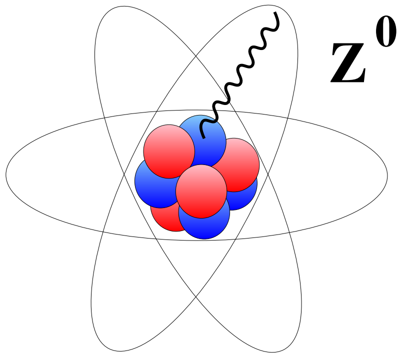
à $Q^2 = 0.03\,GeV^2$

loin du pôle du Z^0

Czamecki and Marciano '00



Violation de Parité dans les atomes



$$A = \xi \times Q_W$$

Structure atomique

Charge faible

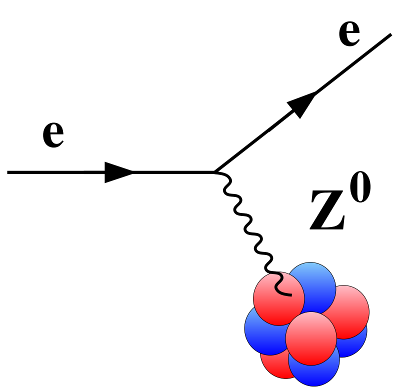
$$Q_W = Z(1 - 4\sin^2\Theta_w) - N$$

- ❑ **Grande précision expérimentale**
- ❑ **Limitation = incertitudes théoriques**

→ * **Mesures sur des rapports d'isotopes**

* **ρ(n) via A^{PV}(e-Pb)**

Violation de Parité en diffusion e-N



$$A_{LR} = \frac{G_F Q^2}{4\sqrt{2}\pi\alpha} \times \left[\frac{Q_W}{Q_{EM}} + F(q) \right]$$

Structure nucléaire

* Mesure à suffisamment bas Q^2

* Programme de mesure de F(q) en cour

* Expérience Qweak (e-p) possible a JLab

* Limité par la statistique

Au delà du Modèle Standard

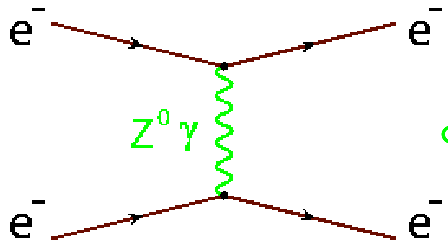
	+	−
Moller	✓ Evolution de $\sin^2\Theta_W$ ✓ Faibles incertitudes théo. ✓ Structure e^- (~15 TeV)	✓ Très faible asymétrie, demande une grande luminosité
Atome	✓ Excellente précision exp. ✓ Nouvelle interaction e-q	✓ Incertitudes théo. dominantes (exp. sur le Pb à JLab)
e-p	✓ Nouvelle interaction e-q (exp. Q_{weak} à JLab)	✓ Sensible à la structure nucléaire (mesure des ff étranges à JLab)

❑ **Grande complémentarité dans la nouvelle physique et le domaine d'énergie explorés.**

(Cf. Revue de Musolf, Phys.Rev.C60:015501,1999)

E158 dans End Station A

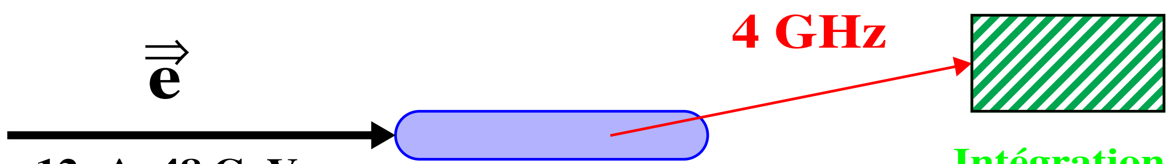
Asymétrie de Violation de Parité
en diffusion Moller
sur cible fixe



$$\propto g_{ee} G_F$$

$$A^{PV} = \frac{N_L - N_R}{N_L + N_R} = \frac{A_Z}{A_\gamma} = 0.32 \text{ ppm} \longrightarrow$$

$$\boxed{\begin{aligned} A^{\exp} &= 0.110 \text{ ppm} \\ \frac{\delta A}{A} &= \pm 7\%(\text{stat}) \pm 3\% \text{ (syst)} \end{aligned}}$$



12μA, 48 GeV

Intégration du flux d'événements

Collaboration E158

Institutions

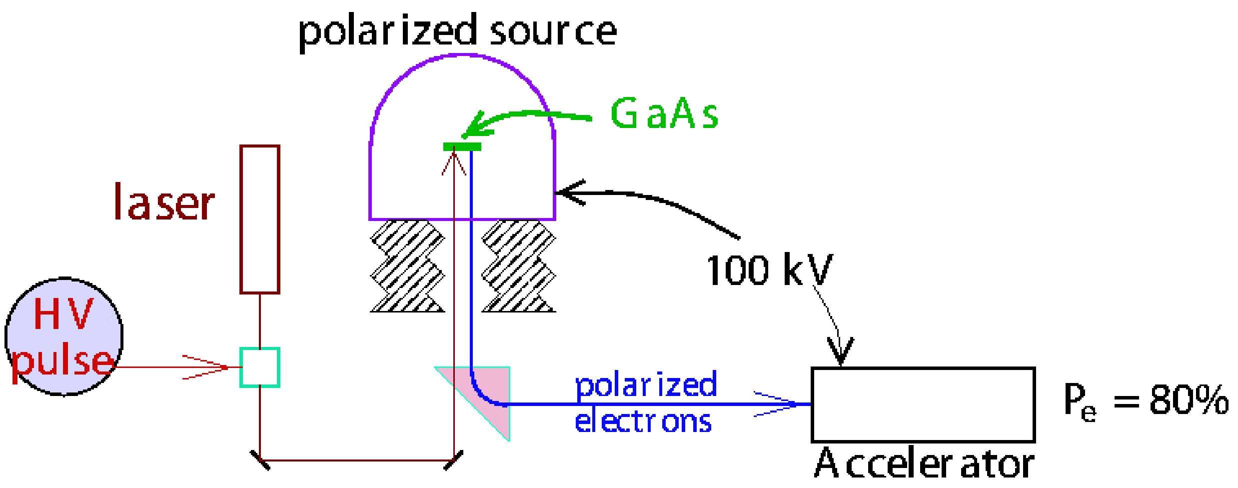
Caltech
Kent State University
Princeton University
SLAC
Saclay
Syracuse University
Smith College
Jefferson Lab
UMass Amherst
University of Virginia

49 physicists

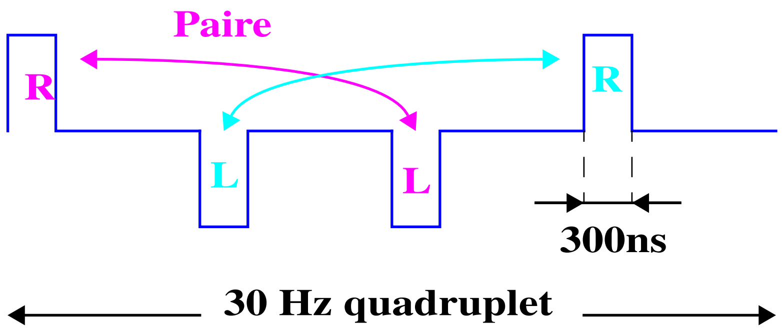
E158 Graduate Students

Klejda Bega
Brian Humensky
Mark Jones
Lisa Kaufman
Peter Mastromarino
David Relyea
Baris Tonguc
Imran Yousef

Polarization



Polarité HT → Polarisation Laser → Hélicité électron



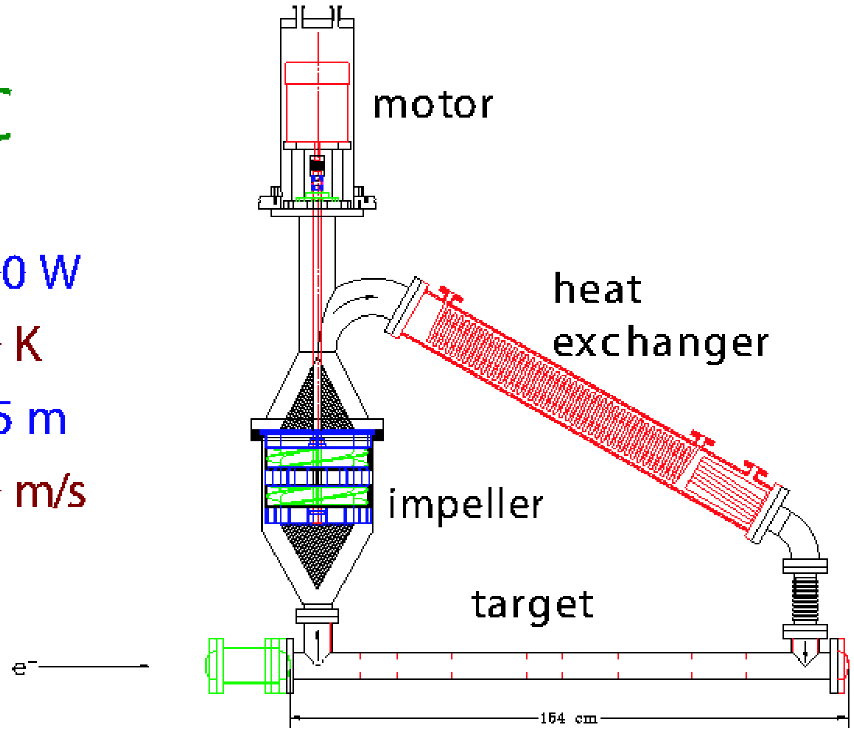
Renversement rapide et pseudo-aléatoire de l'hélicité

Cible “d’électrons”

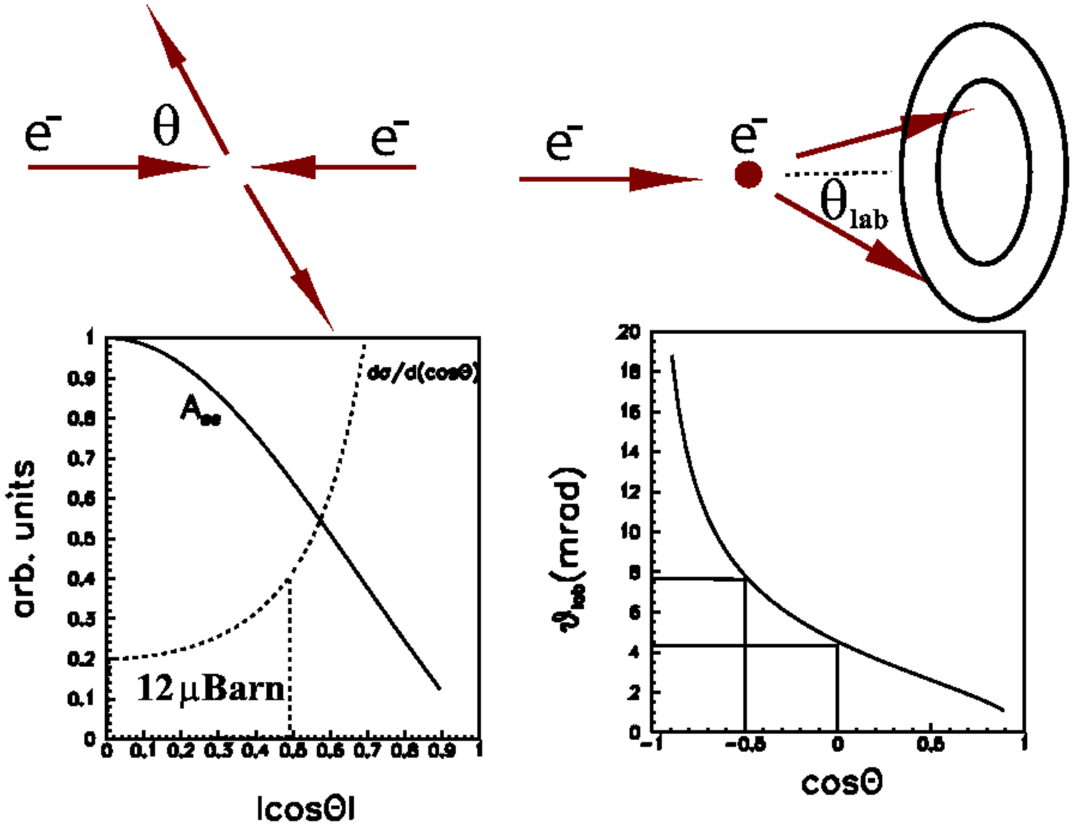
Hydrogène liquide:
- **technique de cryo.**
- **Z/A optimum.**

Caltech & SLAC

Refrigeration Capacity	700 W
Operating Temperature	20 K
Length	1.5 m
Flow Rate	10 m/s



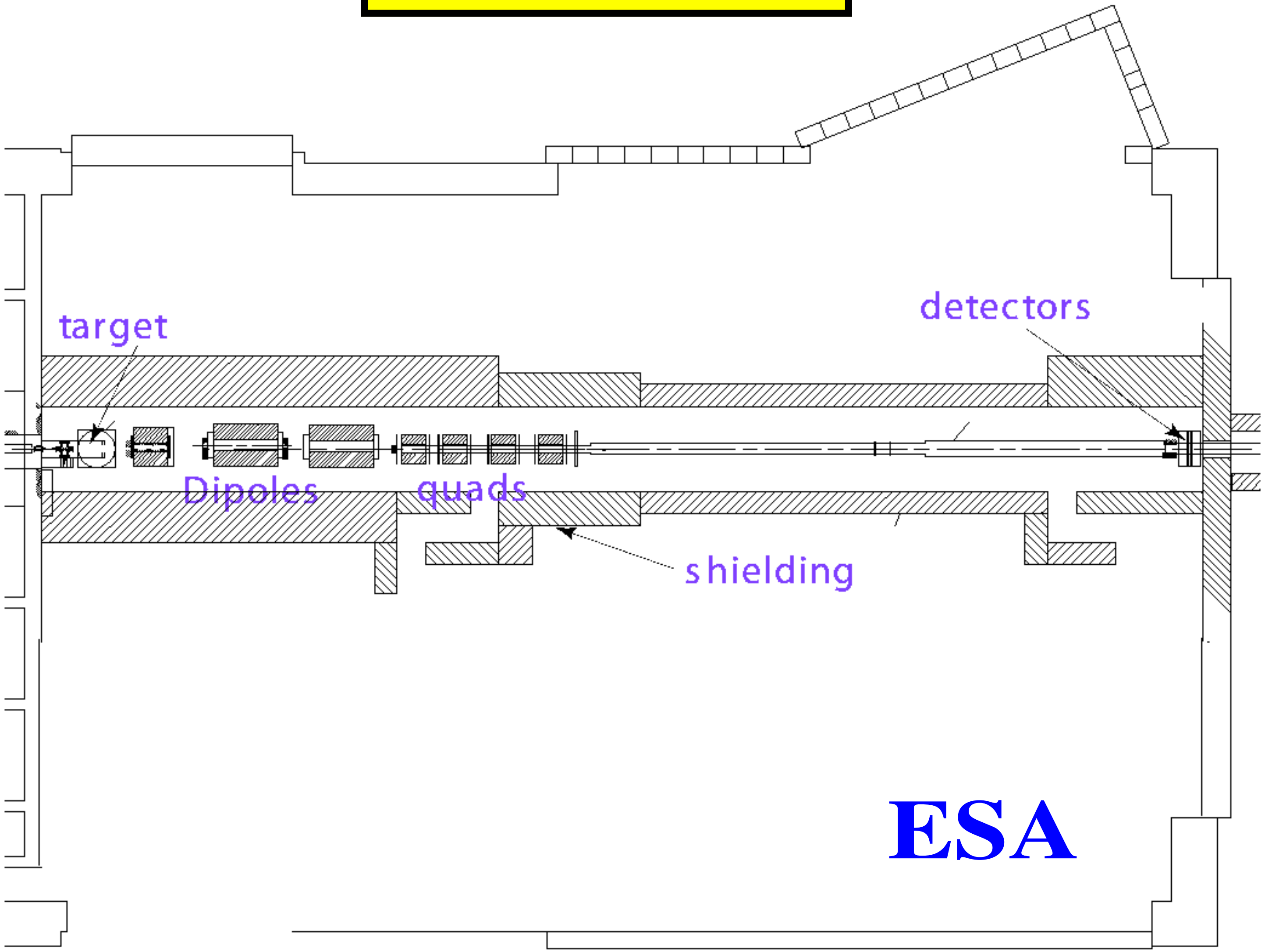
Cinématique



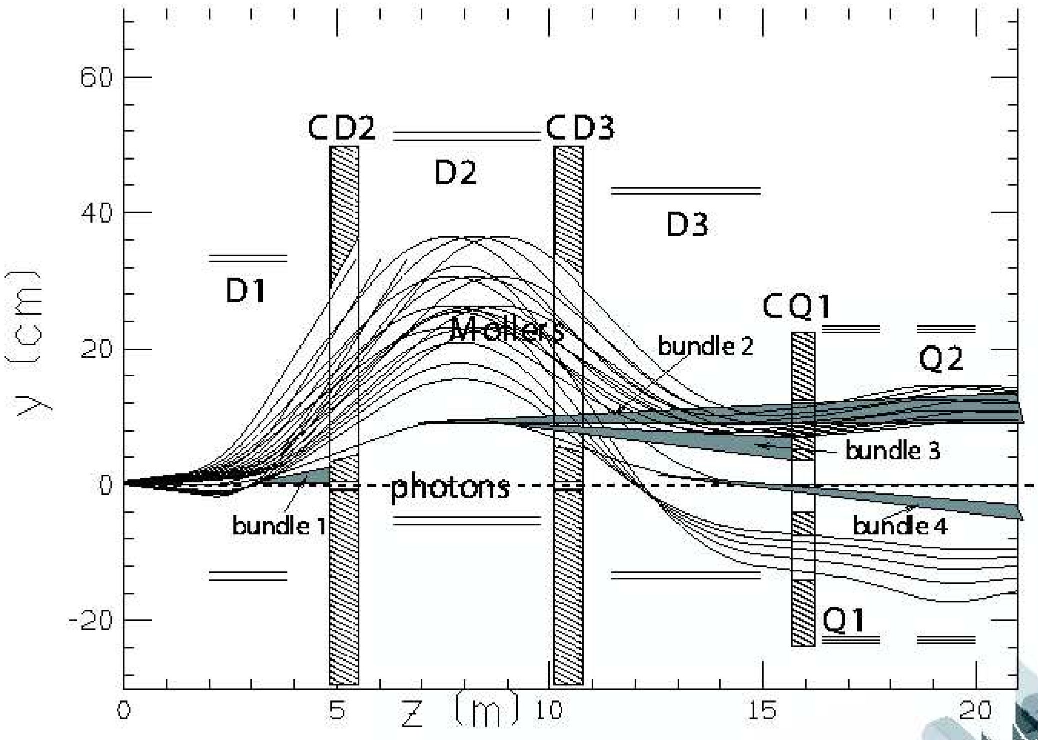
➔ **Corrélation E/θ: (4.4-7.6mr)/(12-24GeV)**

➔ **Diffusion très proche de l'axe faisceau**

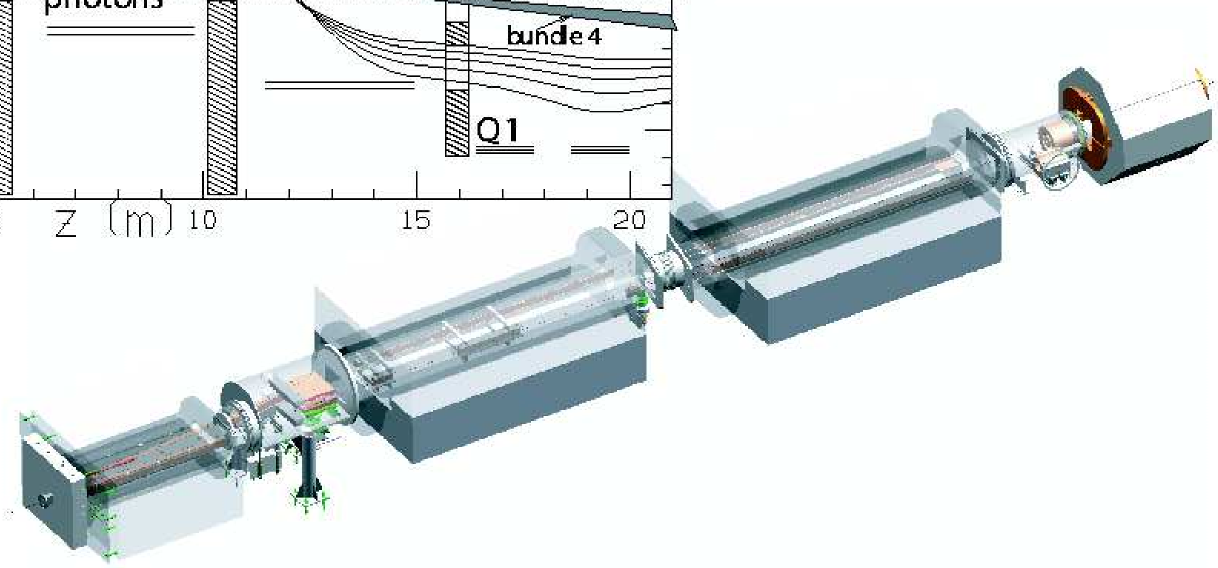
Vue d'ensemble



Chicane magnétique



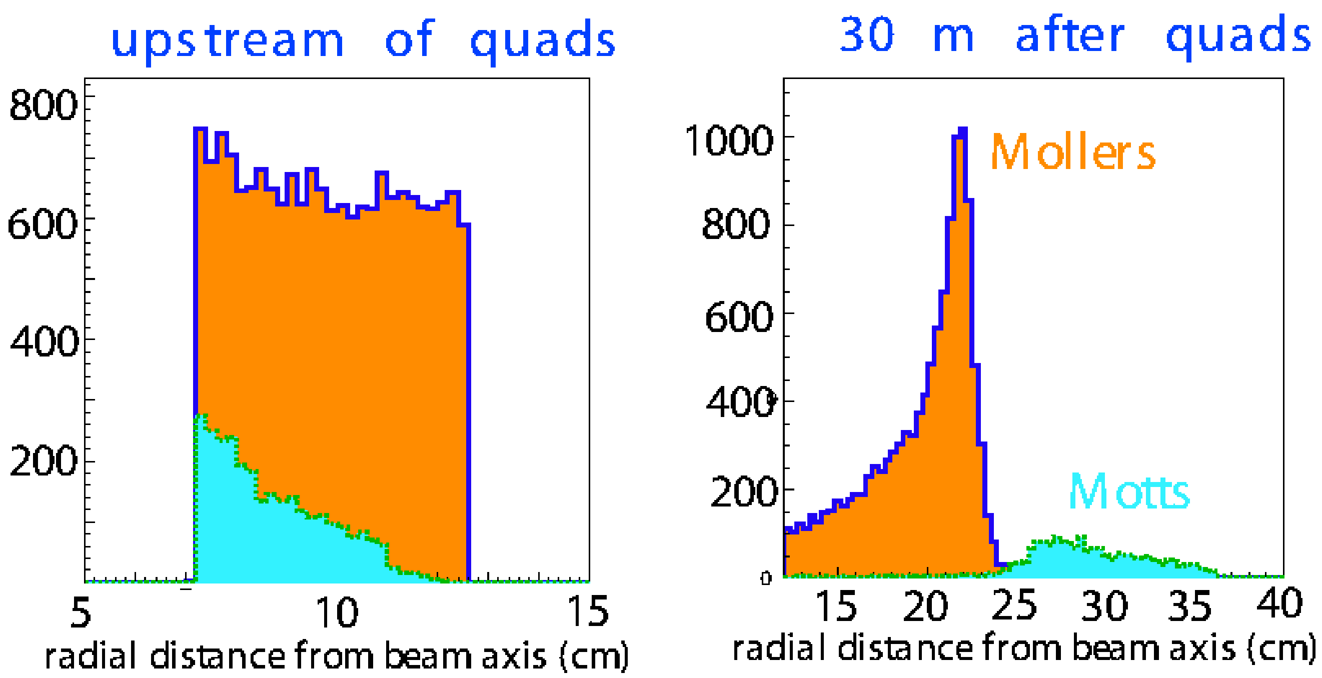
- Garde la symétrie azimutale
- Isolation des détecteurs du rayonement de la cible (0.18χ_0)
- Système à 2 rebonds
- e- Moller entre 12 et 24 GeV



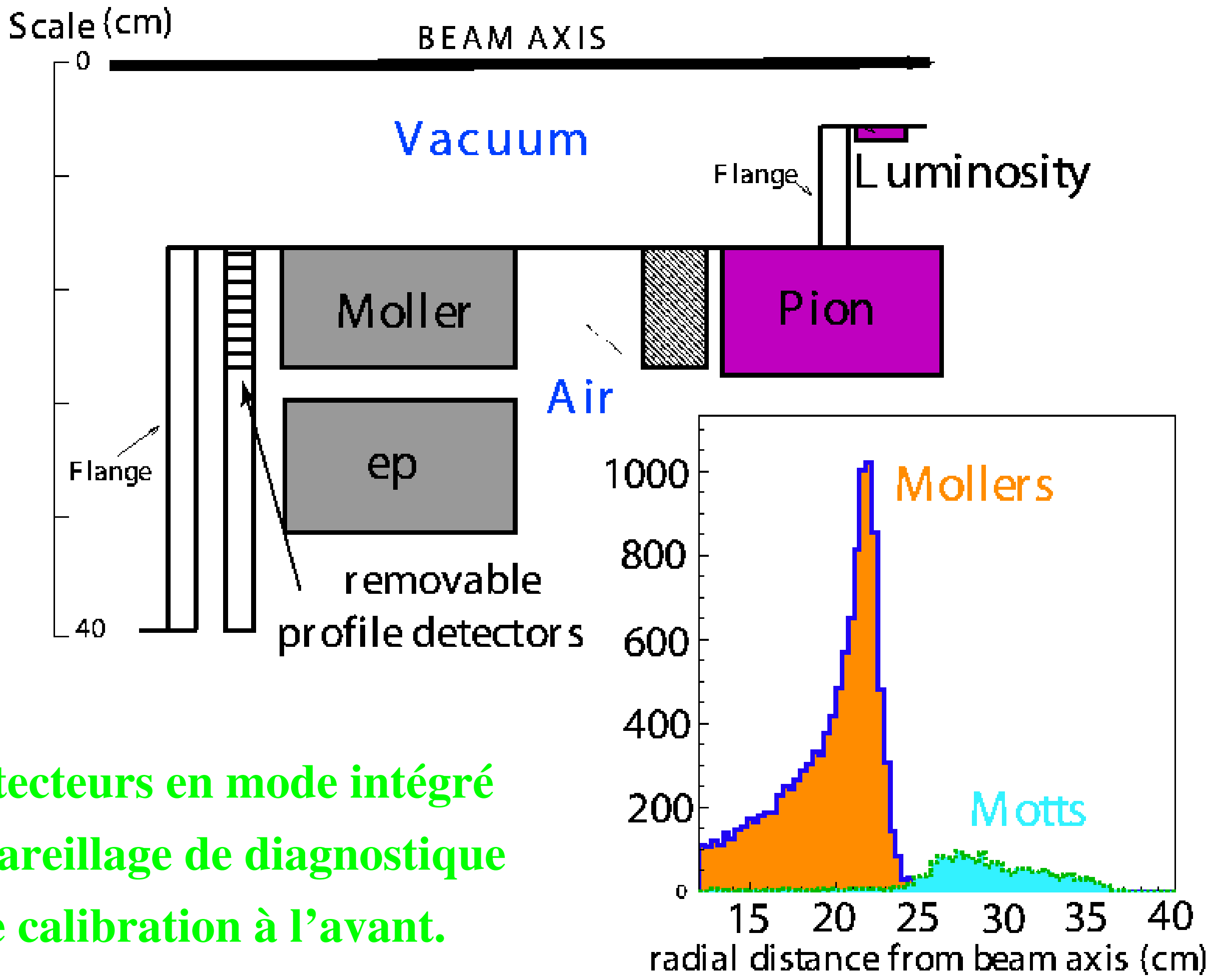
Quadrupoles

- Faisceau primaire sur l'axe
- acceptance azimutale sur 2π

- Moller focalisés
- e-P défocalisés

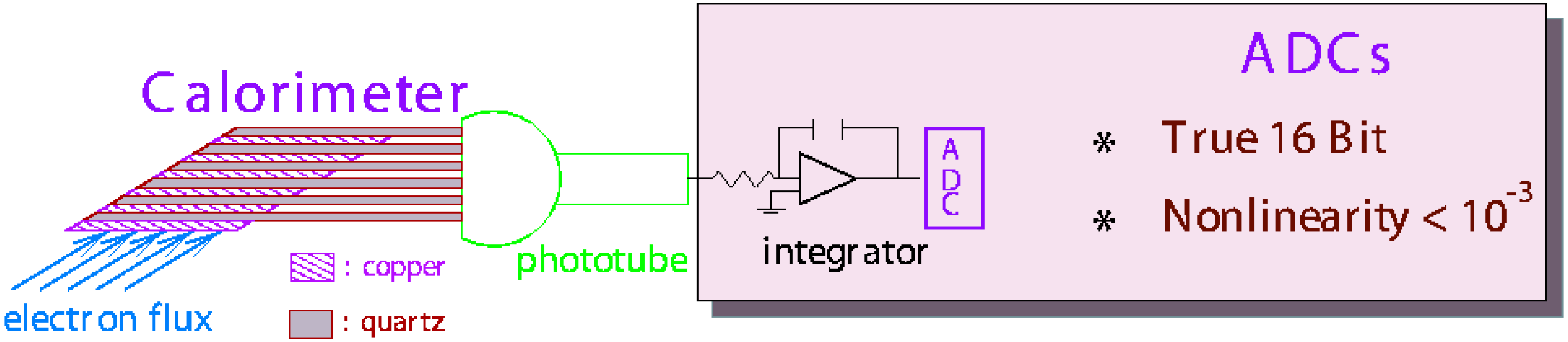


Détection



* **4 détecteurs en mode intégré**
* **Appareillage de diagnostique et de calibration à l'avant.**

Mode intégré



Dans une paire:

50 Millions d'electrons

$$A_{paire} = \frac{N_L - N_R}{N_L + N_R}$$

$$\sigma(A_{paire}) = 1.9 \times 10^{-4}$$

Cumul:

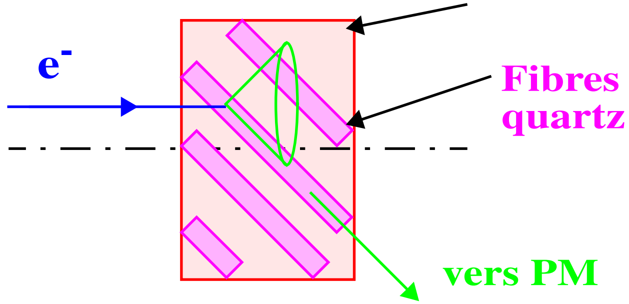
$$N_{paire} = 600 \text{ Millions}$$

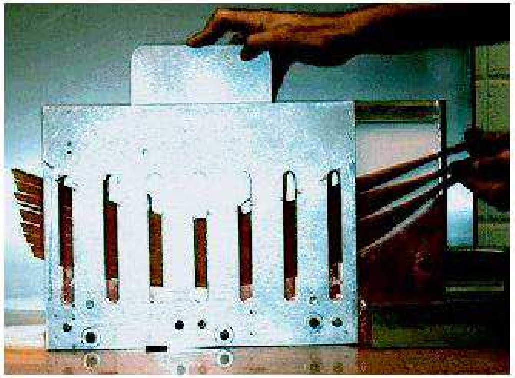
$$\delta A_{raw} = \frac{\sigma(A_{paire})}{\sqrt{N_{paires}}}$$

$$\delta A_{raw} = 7 \text{ ppb}$$

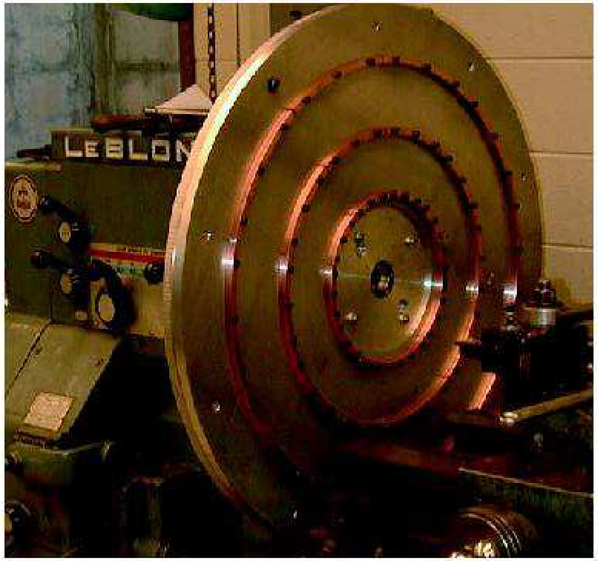
Calorimètre Moller/eP

- 17 longueurs de radiations
- Sandwich Cu-Quartz
- 100 MRad accumulés





Syracuse University



Détecteur de π

Bruit de fond de π:

$$A_{exp} = A_e \times \left(1 - R \times \frac{N_\pi}{N_e} + R \times \frac{N_\pi}{N_e} \times \frac{A_\pi}{A_e}\right) \qquad R = E^{\pi}_{dep} / E^{e}_{dep}$$

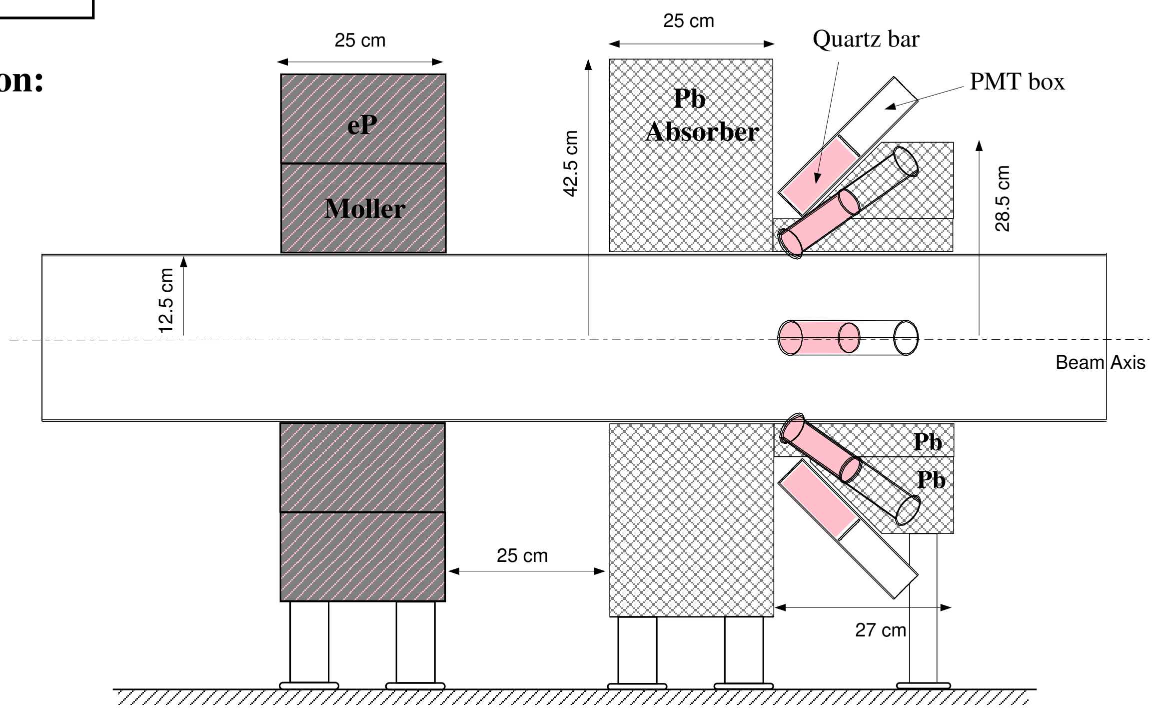
Besoin du Flux & Asym. de π

Error:

$$\boxed{\delta A_{exp} = R \times \frac{N_\pi}{N_e} \times \delta A_\pi}$$

1% syst. after correction:

$$\delta A_\pi \leq 1 \text{ ppm}$$



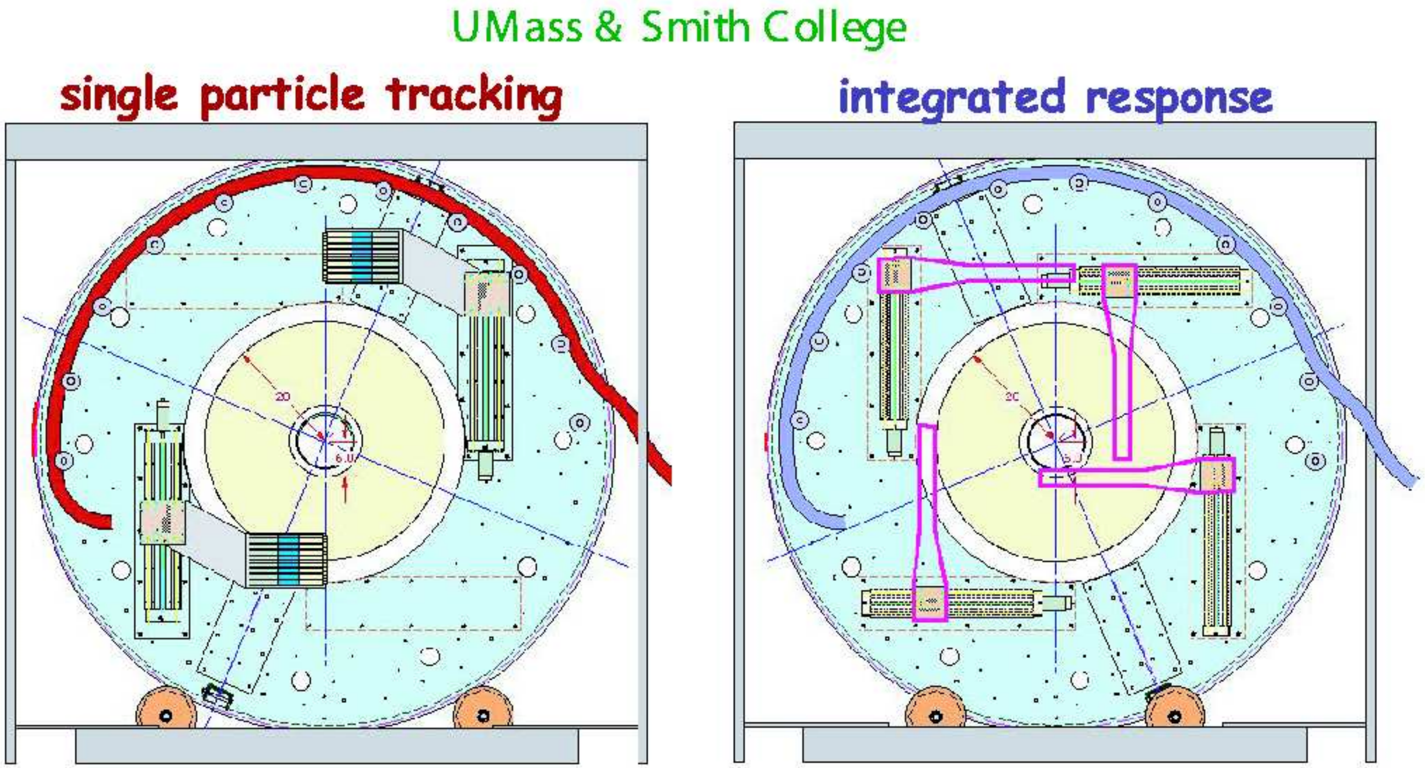
Specifications:

$$\sigma(E)/E = 200\%$$

$$\varepsilon = 25\%$$

$$e^- \text{ noise} = 30\%$$

Diagnostiques



- Flux de π
- Optique du spectromètre
- Coincidences Moller

- Corrections Radiatives
- Stabilité du Spectromètre
- Polarimétrie

Erreurs

Statistics for 20 week production run:

E beam (GeV)	48.3	45.0		
e^- /pulse	3.5×10^{11}	6×10^{11}		
Mollers/pulse	2.5×10^{7}	4.5×10^{7}		
d(A)/pulse	2.14×10^{-4}	1.65×10^{-4}		
d(A)	1.13×10^{-8}	1.13×10^{-8}		
$d(\sin^2\theta_W)$	0.00103	0.00110	$\longrightarrow$	0.00075

Systematics on the raw asymmetry (parts per billion):

Statistics	7.5
Beam helicity correlations	< 3
cross-talk	< 1
transverse polarization	< 1
magnetized iron	< 1

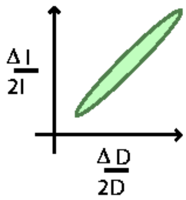
Impact of Normalization Errors on $d(\sin^2\theta_W)$

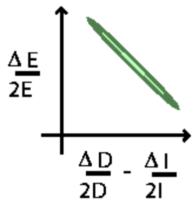
Beam Polarization	0.0003
Radiative corrections	<0.0001
Backgrounds	<0.0001
Theory	<0.0002

$$\boxed{\delta(\sin^2\theta_w) = 0.0008}$$

Fluctuations pulse à pulse

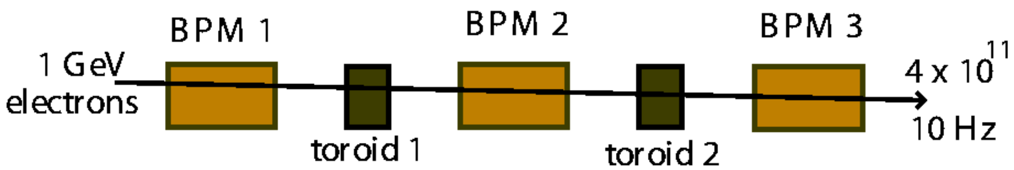
$2.5\ 10^7$ **Mollers/pulse** $\longrightarrow$ $\sigma(A_{paire})=1.5\ 10^{-4}$



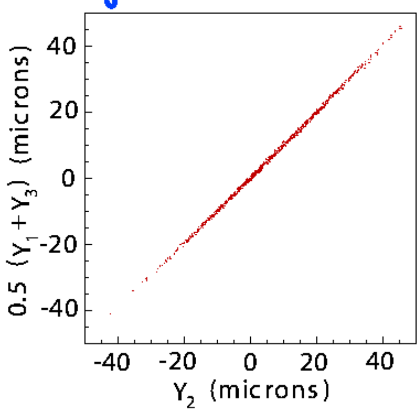


$$A_{\text{pulse pair}} \cong \frac{\Delta D}{2D} - \frac{\Delta I}{2I} + \frac{\Delta E}{2E} + \alpha_i \Delta X_i$$

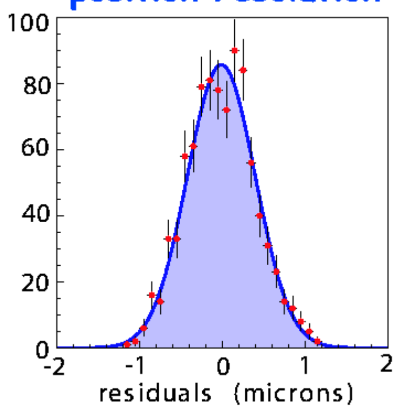
	$A_{\text{pulse pair}}$	$\frac{\Delta D}{2D}$	$\frac{\Delta I}{2I}$	$\frac{\Delta E}{2E}$		
jitter (ppm)	150	10,000	4000	6700		
accuracy (ppm)		30	15	35	$\longrightarrow$	50



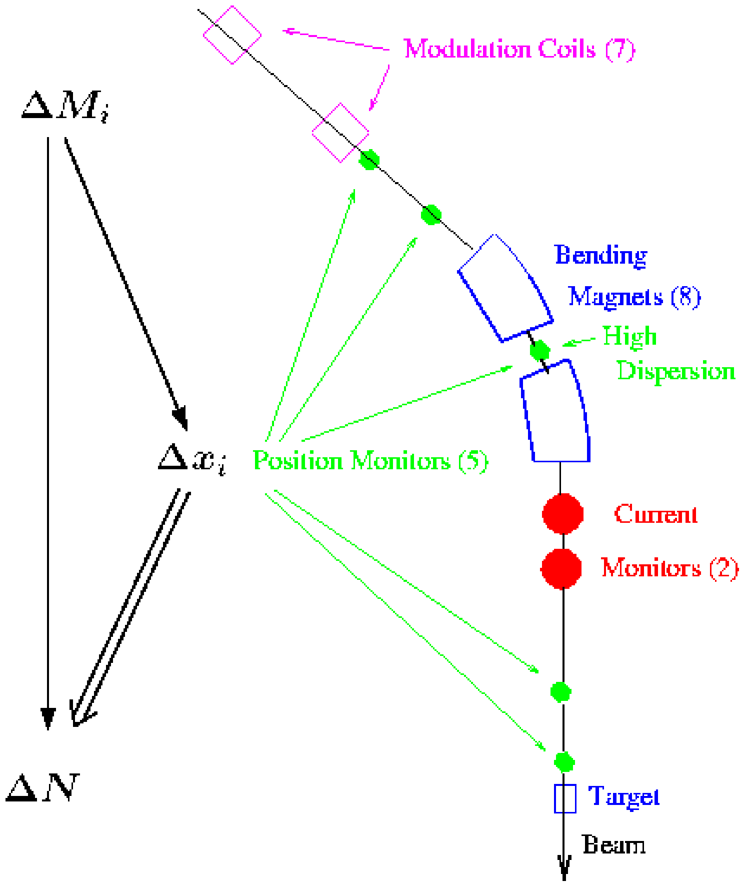
jitter correlation



position resolution



"Coil-Pulsing"



*** Modulation controlée du faisceau suivant ses 5 paramètres libres (E,x,y,θ_x,θ_y)**

*** Simultané à la prise de données**

$$\frac{\Delta N}{\Delta X_i} = \frac{\Delta N}{\Delta M_i} \times \frac{\Delta M_i}{\Delta X_i} \qquad (i = E, x, y, \Theta_x, \Theta_y)$$

$\longrightarrow$ **Correction de A^{PV} run à run**

Erreurs cumulées

$\frac{\sigma(A)}{\sqrt{N}} =$ 11 ppb (45 GeV) 11 ppb (48 GeV) (about 0.6 Billion pulses)

$$A \cong \frac{\Delta D}{2D} - \frac{\Delta I}{2I} + \frac{\Delta E}{2E} + \alpha_i \Delta X_i$$

ppb	110	200	20	10
	+/-7	+/-1	+/-1	+/-1

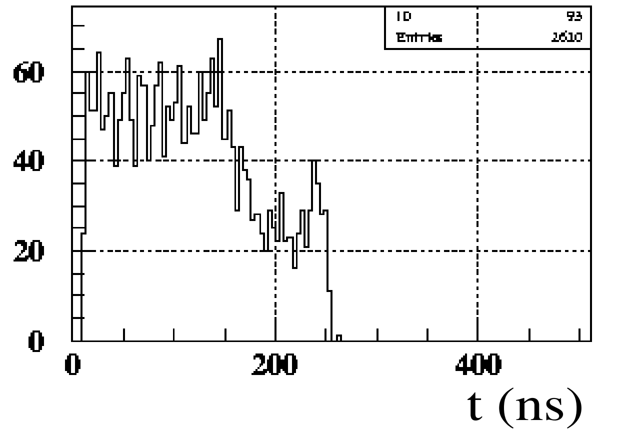
* Commissioning en Février

* 20 semaines de prise de données:

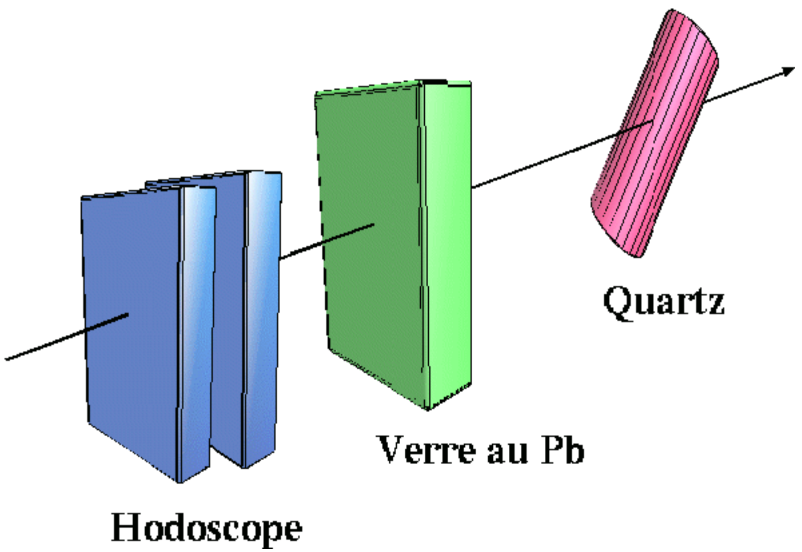
- Run I Avril-Mai 2001
- Run II en 2001/2

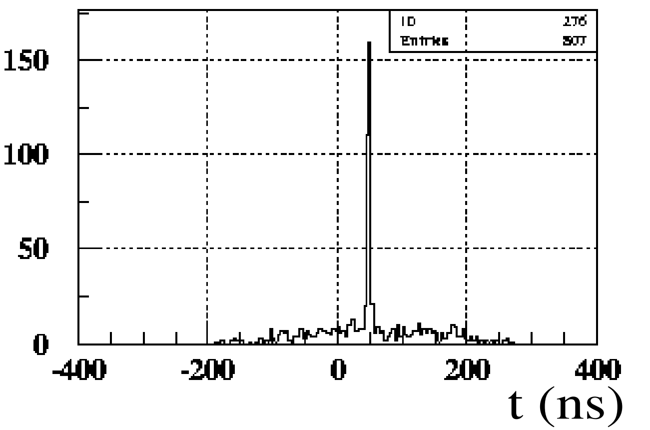
Premiers électrons

Pulses faisceau de 300ns à 10 Hz

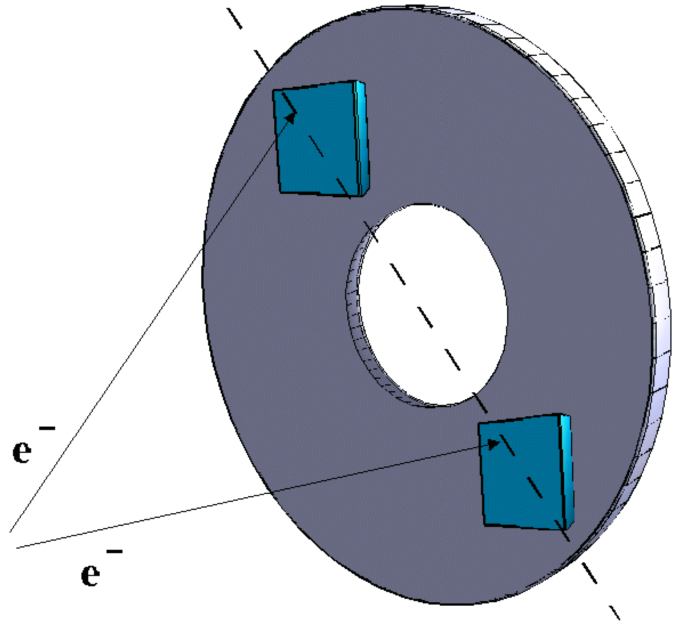


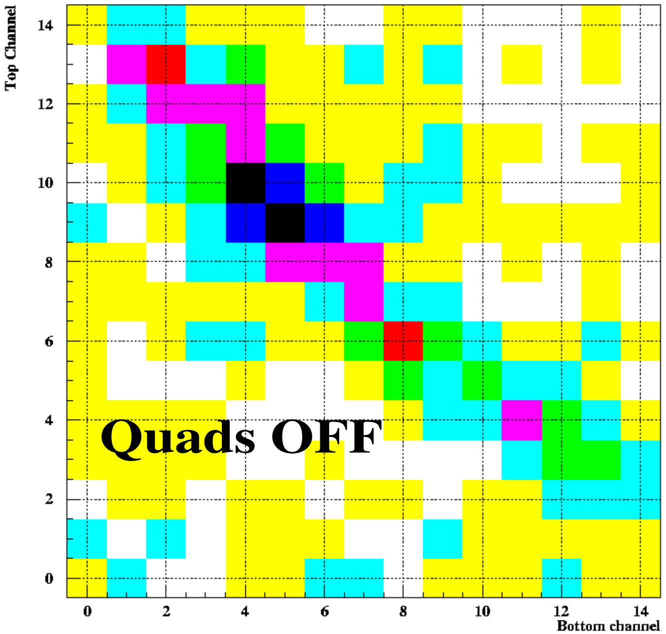
Signature des électrons a haute énergie:

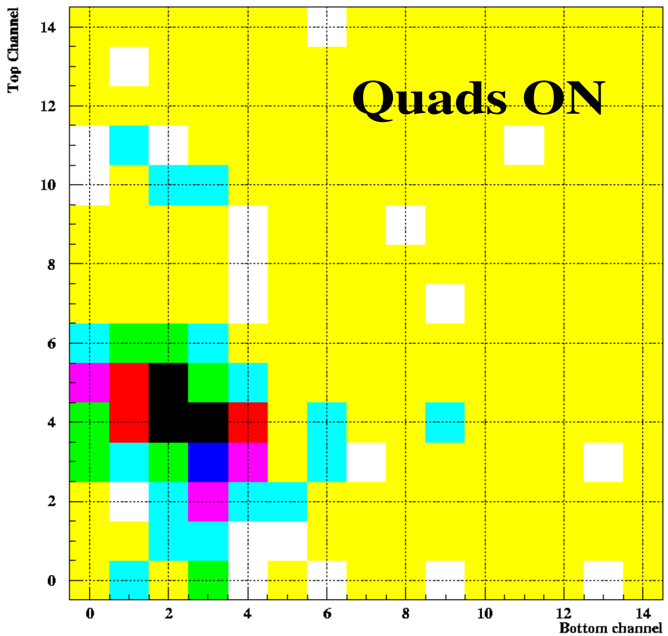




Coincidences Moller







Conclusion

* Sensibilité unique à $\sin^2\theta_w$ à bas Q^2

* Nouvelles contraintes sur le Modèle Standard dans un domaine complémentaire

* Challenge expérimental qui bénéficie de l'expérience d'un large programme de mesures en violation de parité

* Run en Avril-Mai, première communication prévue aux conférences d'automne

Documentation: www.slac.stanford.edu/exp/e158/