



HAL
open science

Polarimétrie à HERA

S. Baudrand

► **To cite this version:**

S. Baudrand. Polarimétrie à HERA. Journées Jeunes Chercheurs 2004, Nov 2004, Ile de Berder, France. pp.1-25. in2p3-00024469

HAL Id: in2p3-00024469

<https://hal.in2p3.fr/in2p3-00024469>

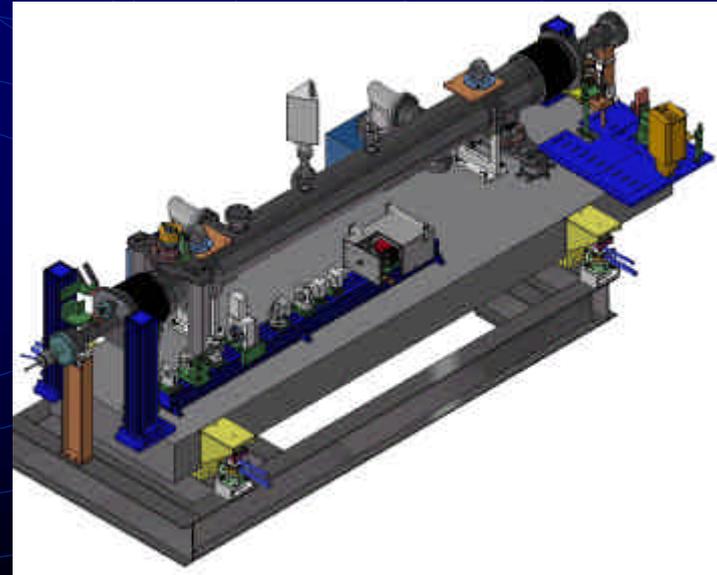
Submitted on 9 Aug 2005

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Polarimétrie à HERA

- Polarisation
 - Pourquoi avons nous besoin de polarisation électronique?
 - Comment obtient-on des électrons polarisés?
- Polarisation à HERA
 - Comment ça fonctionne à Hera?
 - Variations de la polarisation.
 - Quel polarimètre utiliser?
- Le nouveau polarimètre
 - Principe
 - Optique
 - Running en 2003-2004



Pourquoi avons nous besoin de polarisation électronique?

Intérêts Physiques.

Intérêts Physiques (Non-exhaustif)

Physique au-delà du modèle standard:

Modèle Standard

$$S_{\text{obs,CC}}^{e-}(P) = \frac{1-P}{2} S_{\text{CC}}^{e-} + \frac{1+P}{2} S_{\text{RH}}^{e-}$$

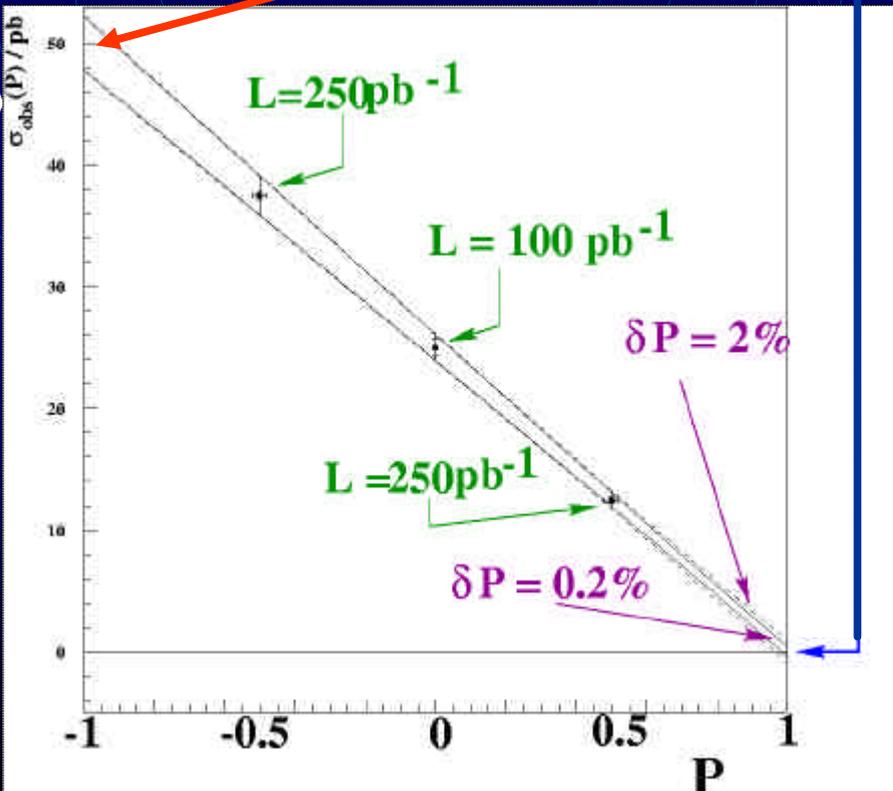
Au-delà du MS

Physique électrofaible:

- NC -> qZ couplage : v_q, a_q .
- CC -> W boson (propagateur) masse

Mesures de précisions (QCD):

- CC & NC très sensibles à P_e (polarisation e^-) à grand Q^2 .
- > Densités à grand x

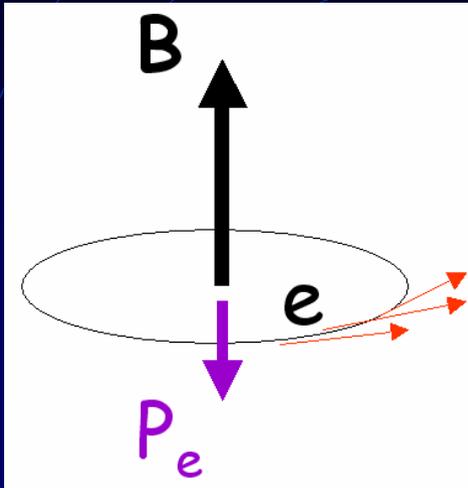


Nécessaire de mesurer P_e au niveau du pour mille.

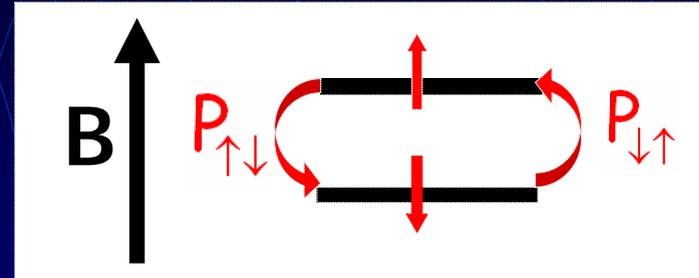
Comment obtient-on des électrons polarisés?

Laissez les tranquilles!

Polarisation naturelle des électrons.



Radiation Synchrotron



$$P_{\uparrow\downarrow} \neq P_{\downarrow\uparrow}$$

Effect Sokolov Ternov

Polarisation Naturelle des Electrons

$$P_e = P_{ST} (1 - e^{-t/t_{ST}}) \quad \tau_{ST} = 40 \text{ mn} \quad P_{ST} = 92 \%$$

Dans un anneau parfait (plat) où règne un champ B stationnaire, les électrons se polarisent par rayonnement synchrotron



Comment ça fonctionne à
HERA?

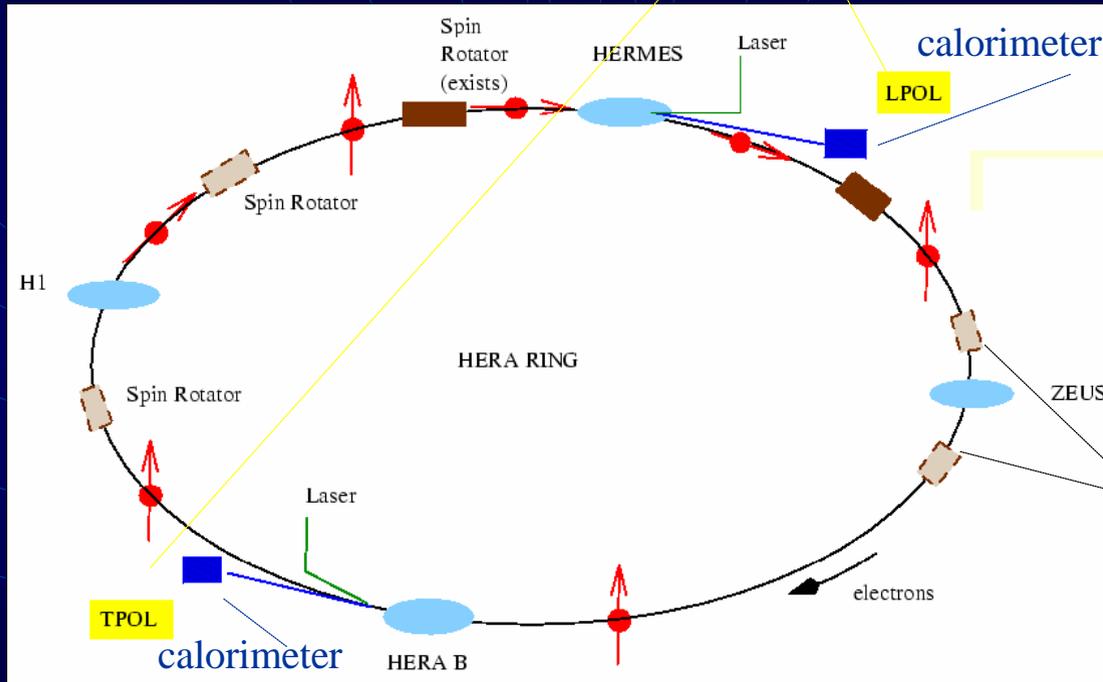
Polarimétrie @ HERA.

Mesure de la polarisation



Polarimètre

- P_e Longitudinale @ Hermes depuis 1995
- @ H1 & Zeus après upgrade



Nouveau LPOL après upgrade.

Spin rotateur pour la polarisation longitudinale P_e



Il y a 3 polarimètres à HERA : 1 TPOL, 2 LPOL

Principe de la mesure de la polarisation longitudinale

Diffusion Compton:

$$e + \gamma \rightarrow e + \gamma$$

Section Efficace:

$$d\sigma/dE_\gamma = \sigma_0(E_\gamma) - P_e S_\gamma \sigma_1(E_\gamma)$$

σ_0, σ_1 : known (QED)

P_e : Polarisation e-
determinée par fit

S_γ : Degré de Polarisation du
faisceau laser ("+-1)

Luminosité (électron-laser):

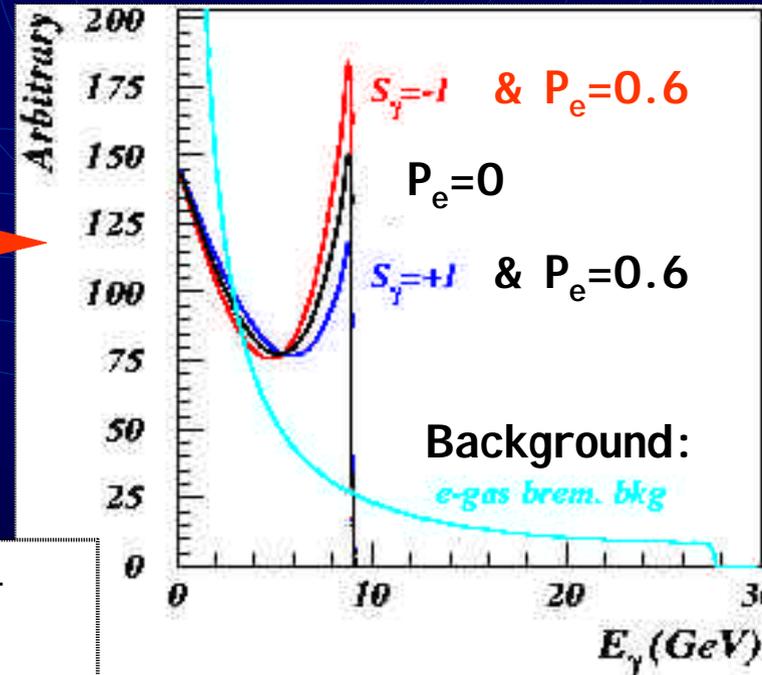
$$\text{Lumi} \propto \frac{I P_L I_e}{a \sqrt{s_{e,y}^2 + s_{g,y}^2}}$$

I_e : intensité faisceau e-

P_L : puissance du laser

λ : longueur d'onde du laser

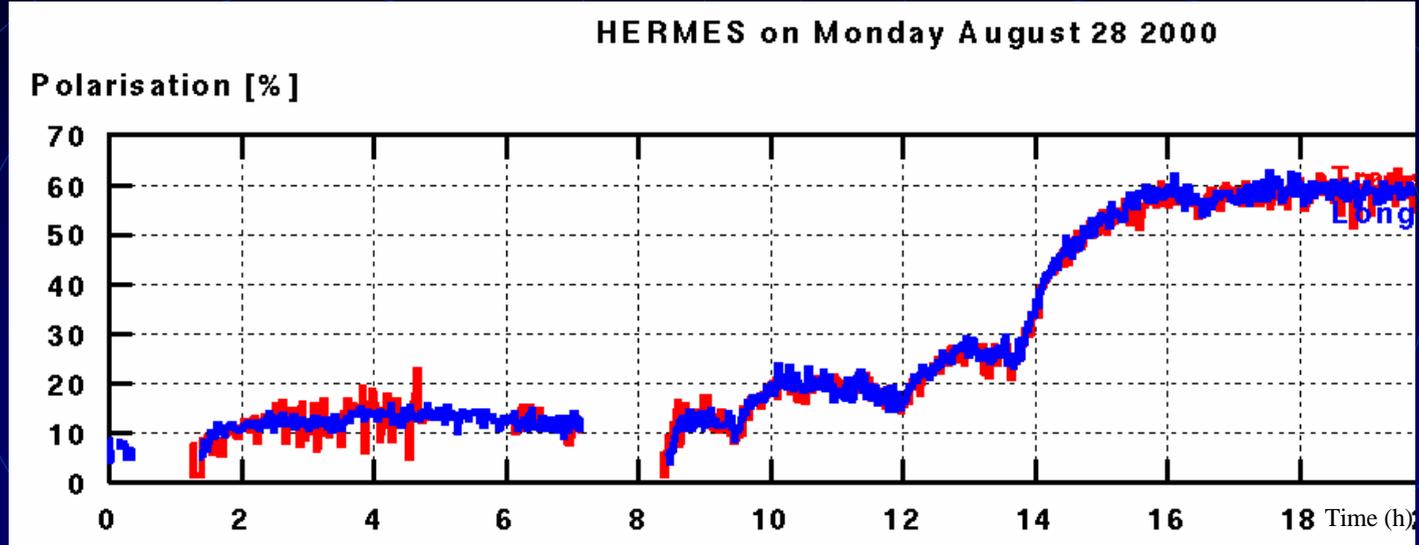
α : angle de croisement



Variations de la polarisation

Evolution de la polarisation.

Polarimétrie @ HERA.



La polarisation est optimisée par des « harmonic bumps »

- Réglage à la main de 8 « correction coils » dédiés (aimants).
- Nécessité d'une procédure automatique pour mieux optimiser la polarisation (C'est tendu dans la salle de contrôle!)



Besoin d'un polarimètre rapide et précis 1%/bunch/min

**Quel polarimètre peut
atteindre cette précision?**

Le nouveau Lpol à cavité

Les polarimètres existants.

TPOL :

- Aire ouest
- laser continu(10W)
- 0.02 evts/bunch

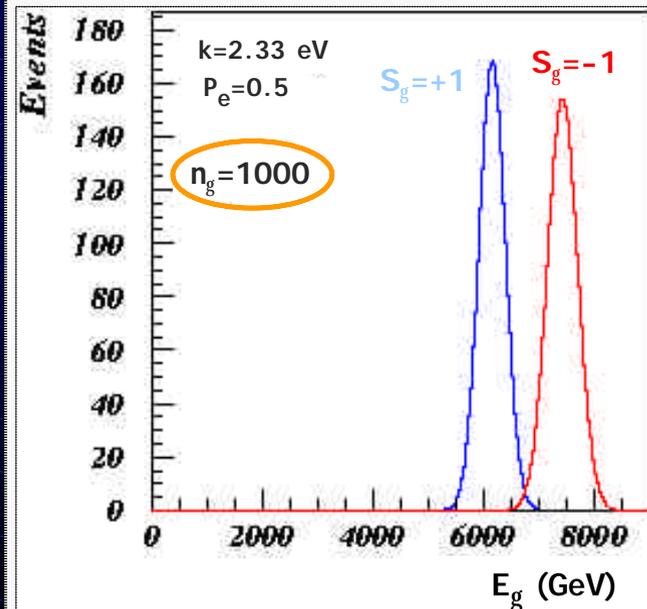
dP/ P ~ 1%

	TPOL	LPOL
S bunch	1 min	2 min
1 bunch	15 min	>30 min

LPOL :

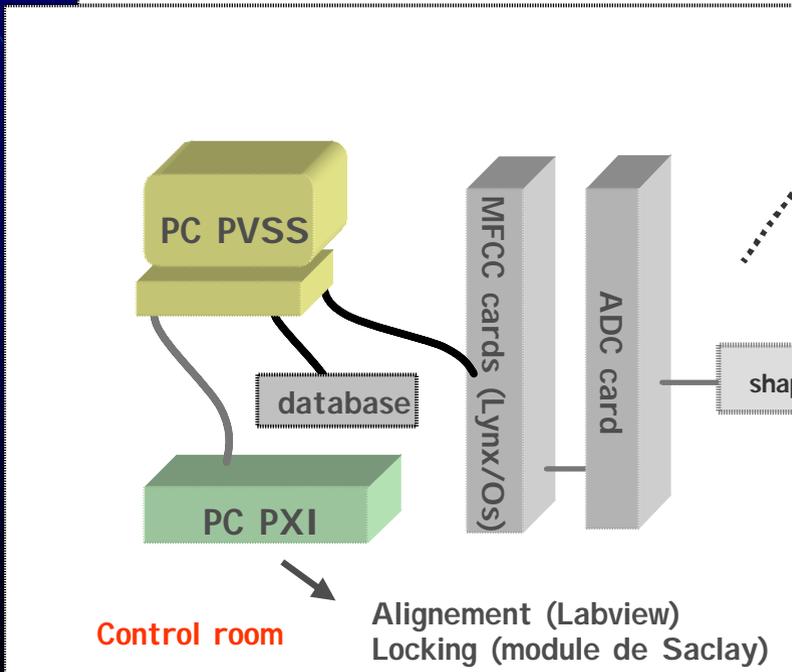
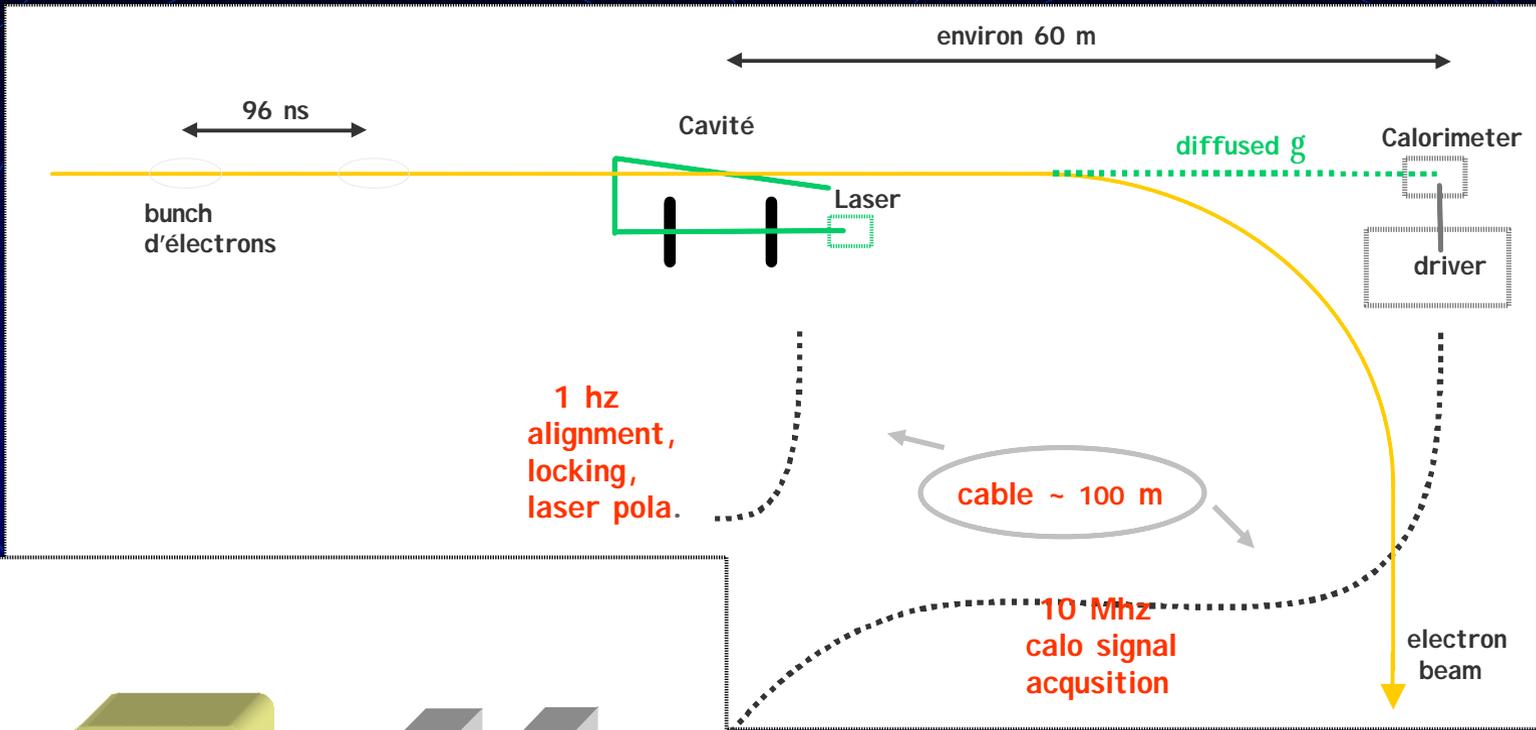
- Aire est (HERMES)
- Laser pulse (100 Hz)
- multi-photons mode

$$P_e \sim \langle E \rangle_{S=+1} - \langle E \rangle_{S=-1}$$



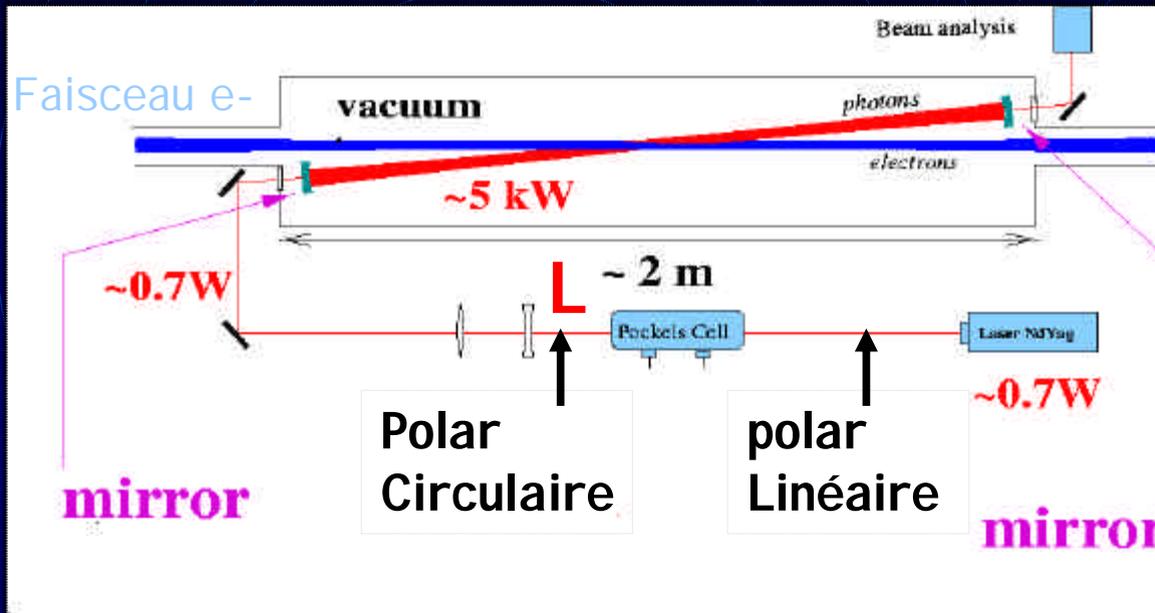
Les anciens polarimètres ne son pas suffisamment précis

Le nouveau LPOL utilise une cavité Fabry Péro.

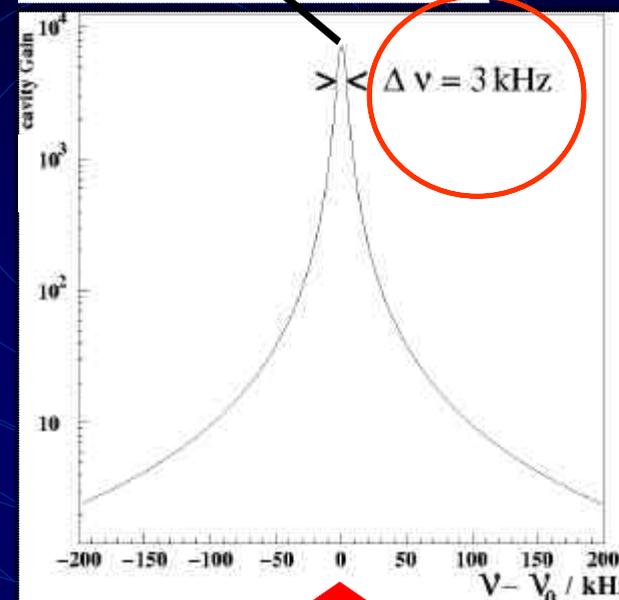


- Laser Infrarouge ($\lambda=1064\text{nm}$)
- Cavité Fabry-Perot (2m)
- Diffusion Compton (angle $e-\gamma = 3.3^\circ$)
- Slow control: polarisation lumière, temp
- Fast control: fréquence laser pour la cavité

Cavité Fabry-Pérot: principes



Gain ~9000



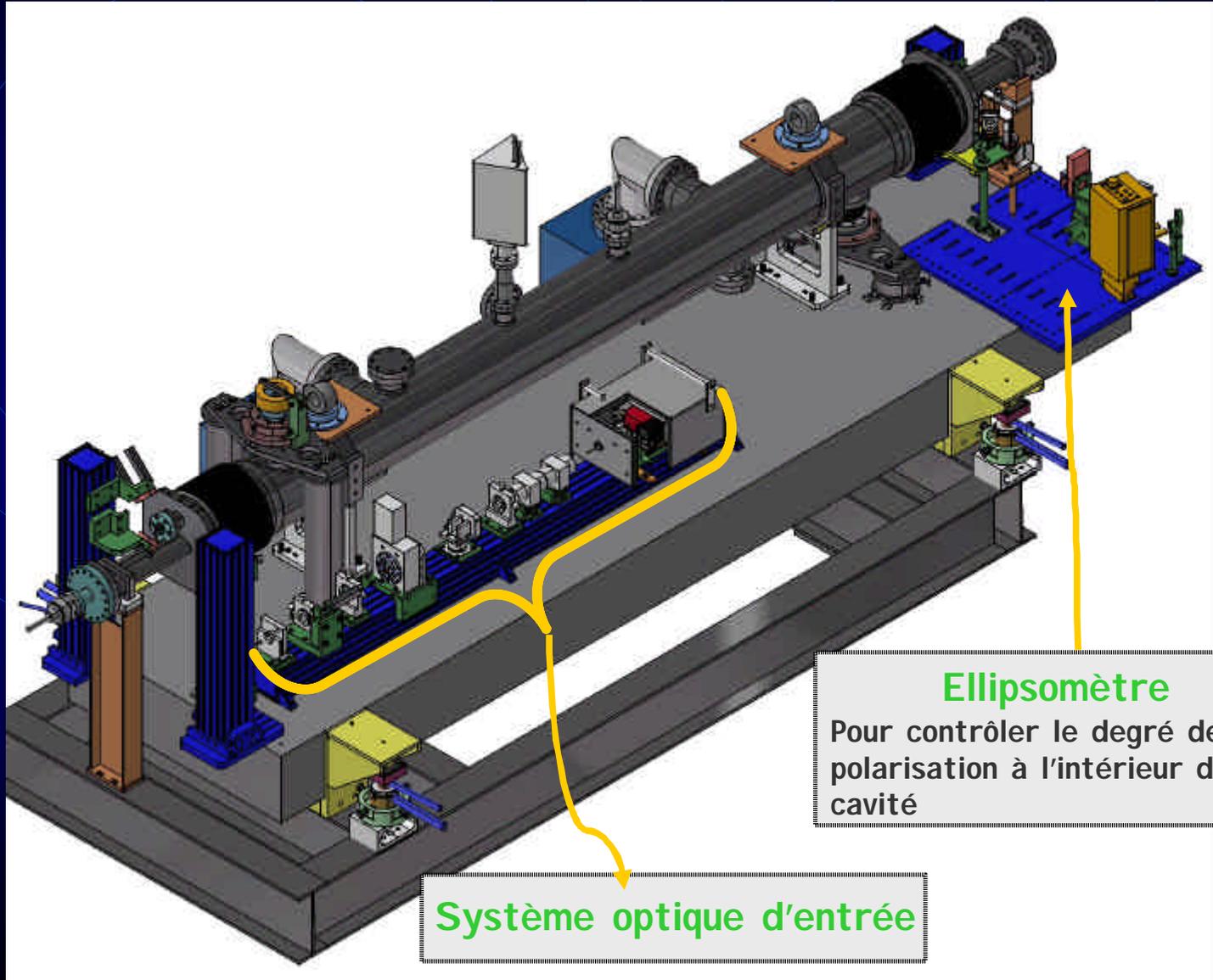
Quand $n_{\text{Laser}} \mu c/2L \text{ P}$ résonance

Mais : $Dn/n_{\text{Laser}} = 10^{-11} \text{ P}$ feedback laser/cavity
En « jouant » sur la fréquence laser.

Laser Nd:YAG (infra-rouge, $\lambda = 1064 \text{ nm}$)

➔ Avec 5kw nous serons à 1%/bunch/min

Optiques.



Ellipsomètre

Pour contrôler le degré de polarisation à l'intérieur de la cavité

Système optique d'entrée

System optique d'entrée.

Une lame quart d'onde montée dans un rotateur précis

Créer une polarisation circulaire

2 isolateurs de Faraday

Protéger le laser des réflexions retour

laser

Laser box

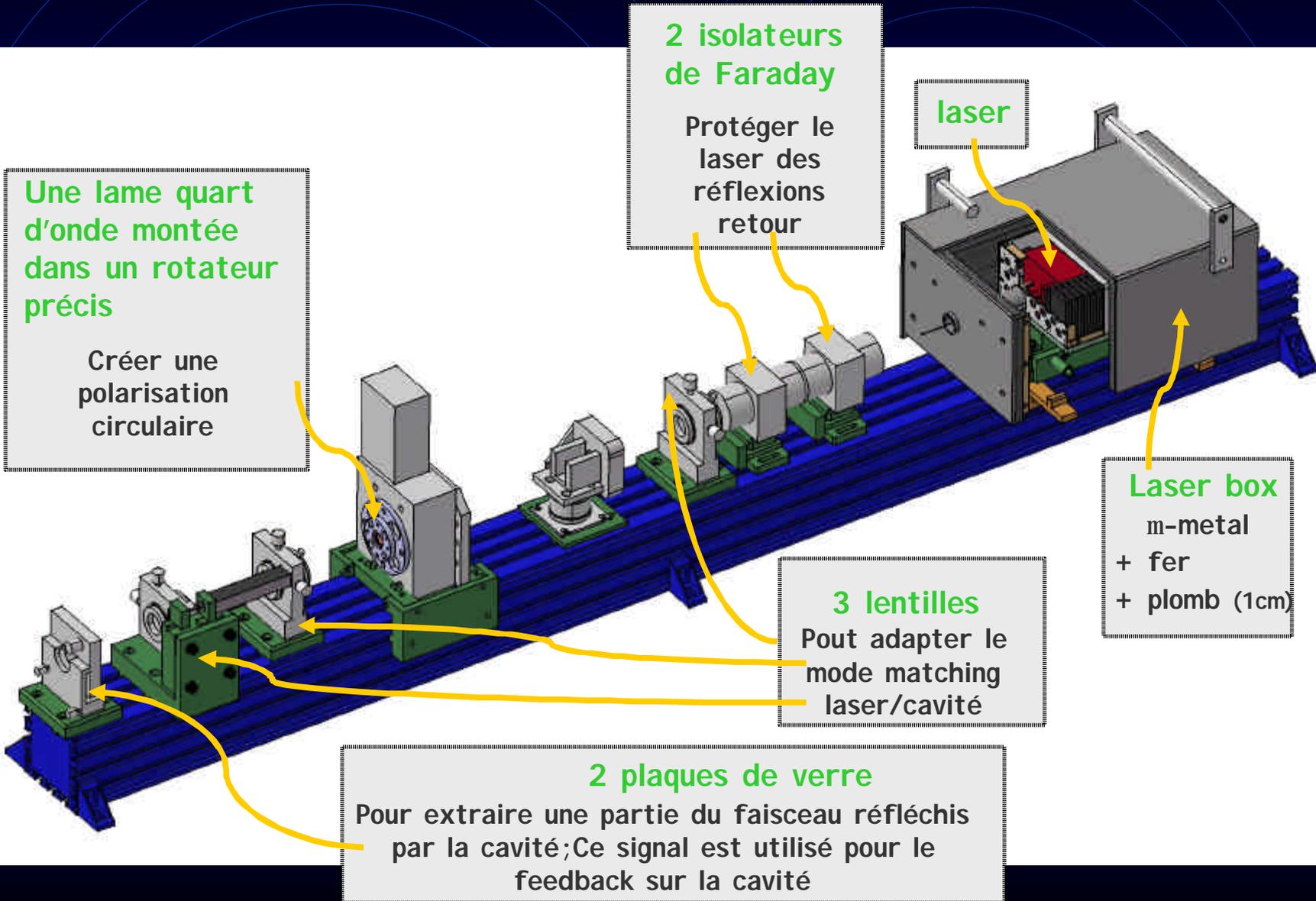
m-metal
+ fer
+ plomb (1cm)

3 lentilles

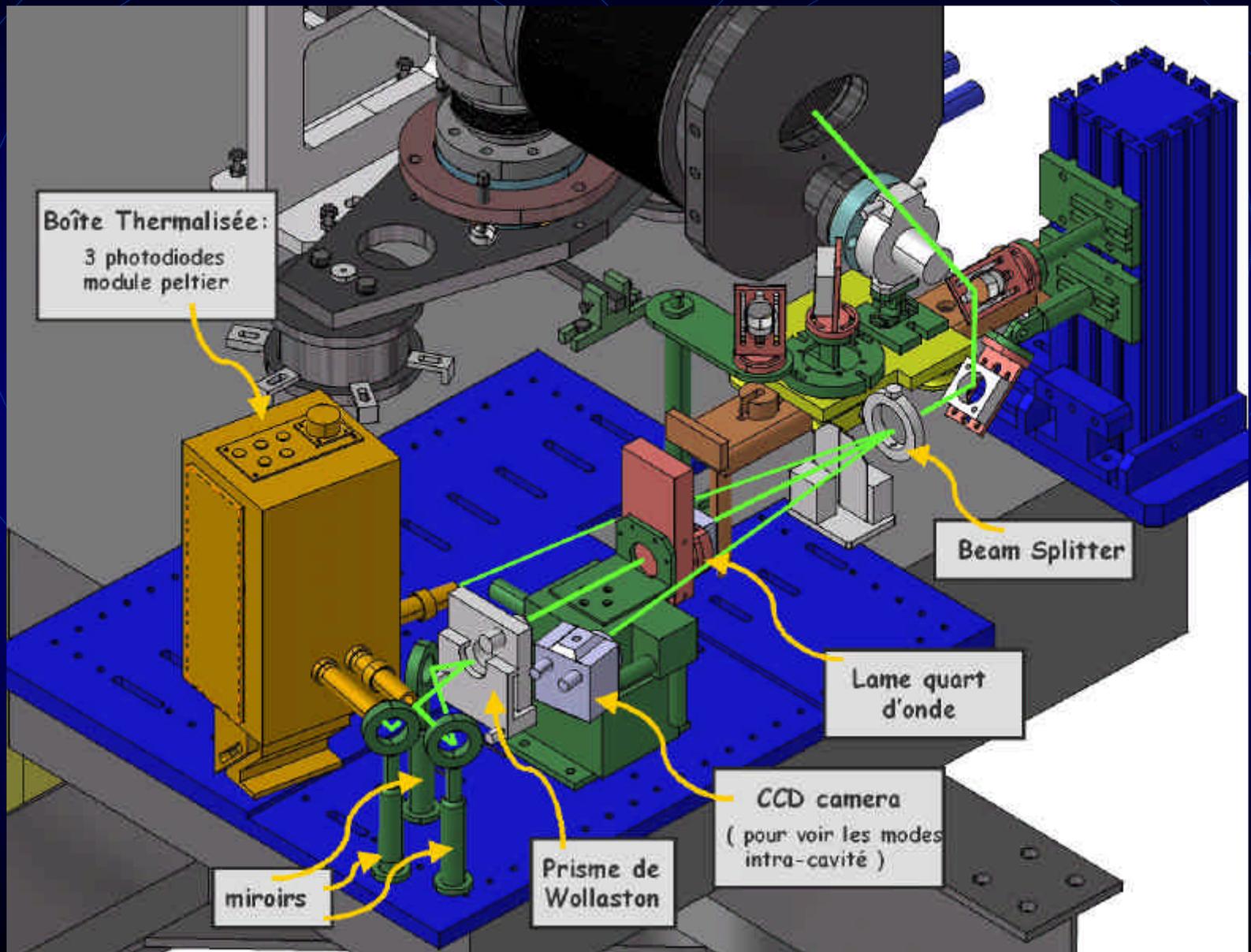
Pout adapter le mode matching laser/cavité

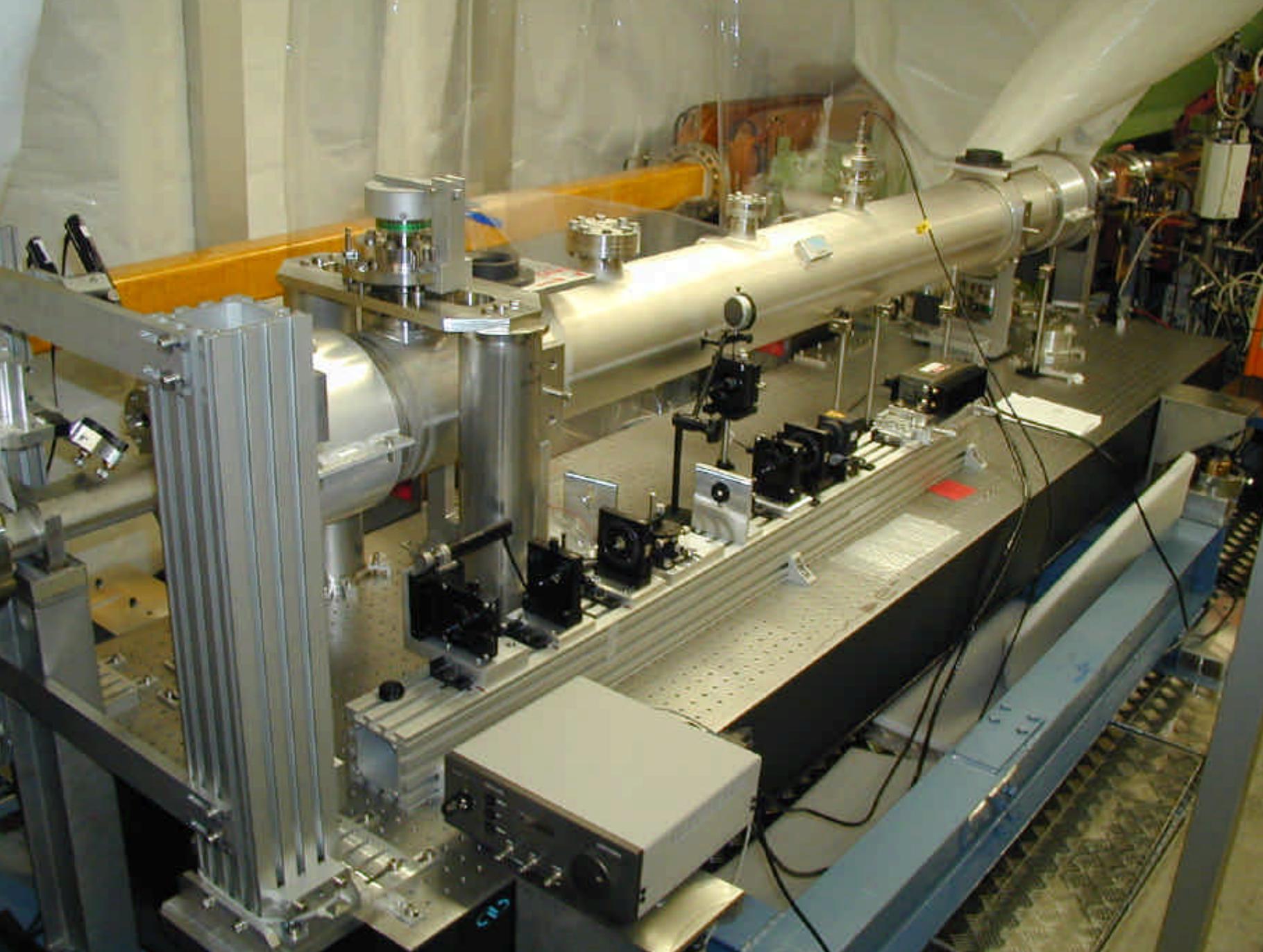
2 plaques de verre

Pour extraire une partie du faisceau réfléchis par la cavité; Ce signal est utilisé pour le feedback sur la cavité

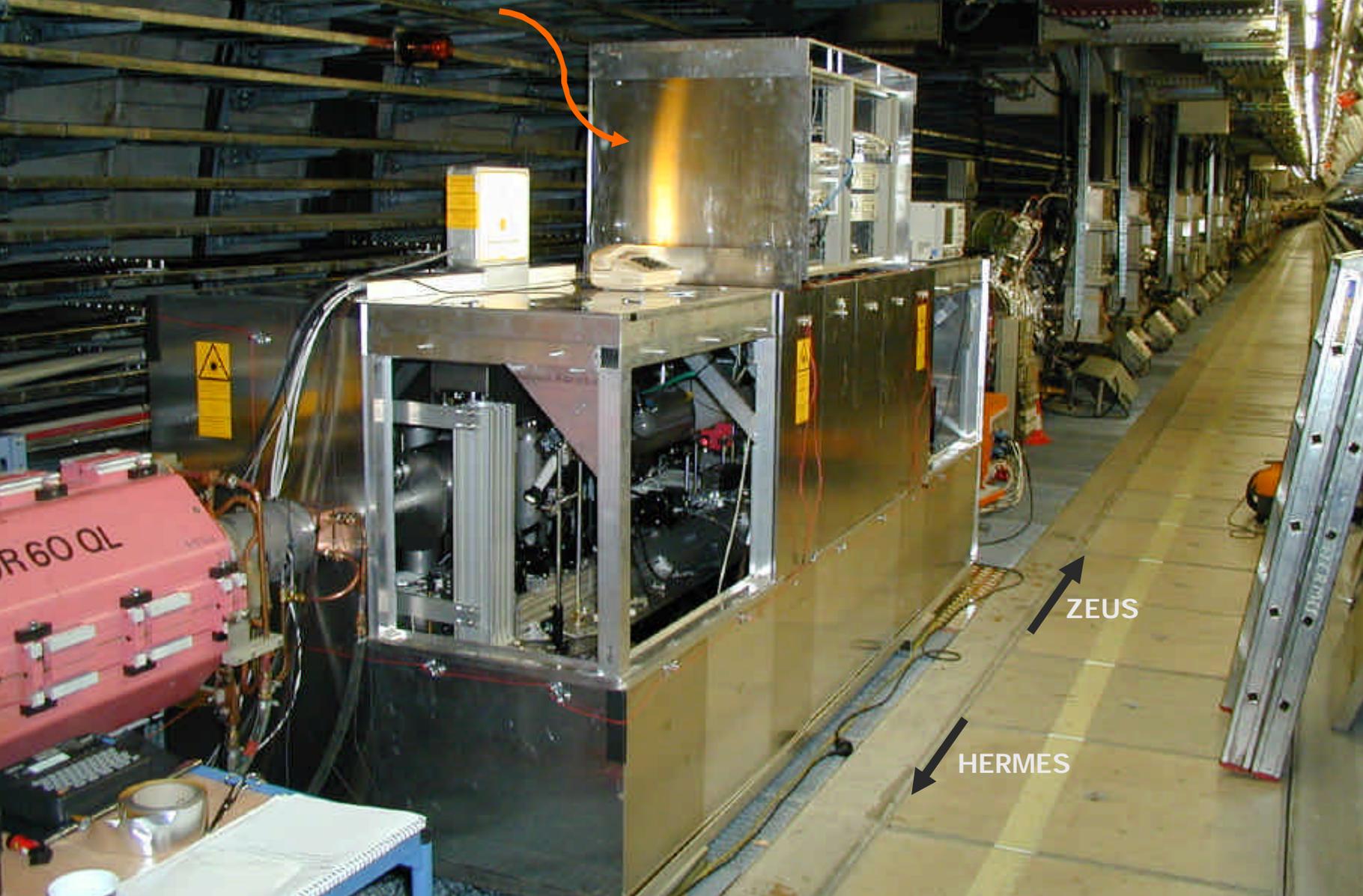


Ellipsomètre.





Isolation du rayonnement Synchrotron : 3 mm de plomb
Isolation Thermique avec de l'aluminium

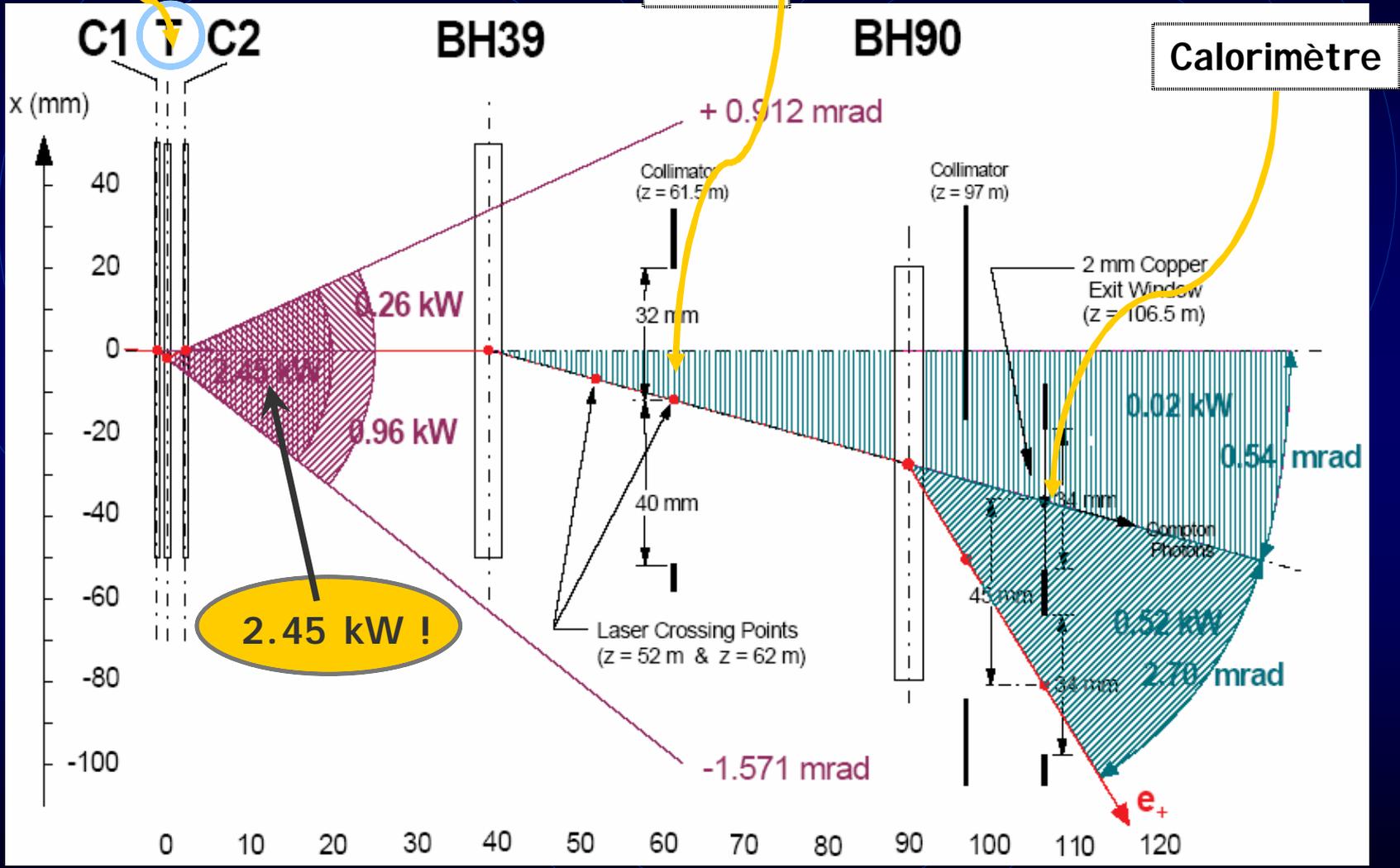


Un trou dans le plomb???



Champs de l'HERMES Target

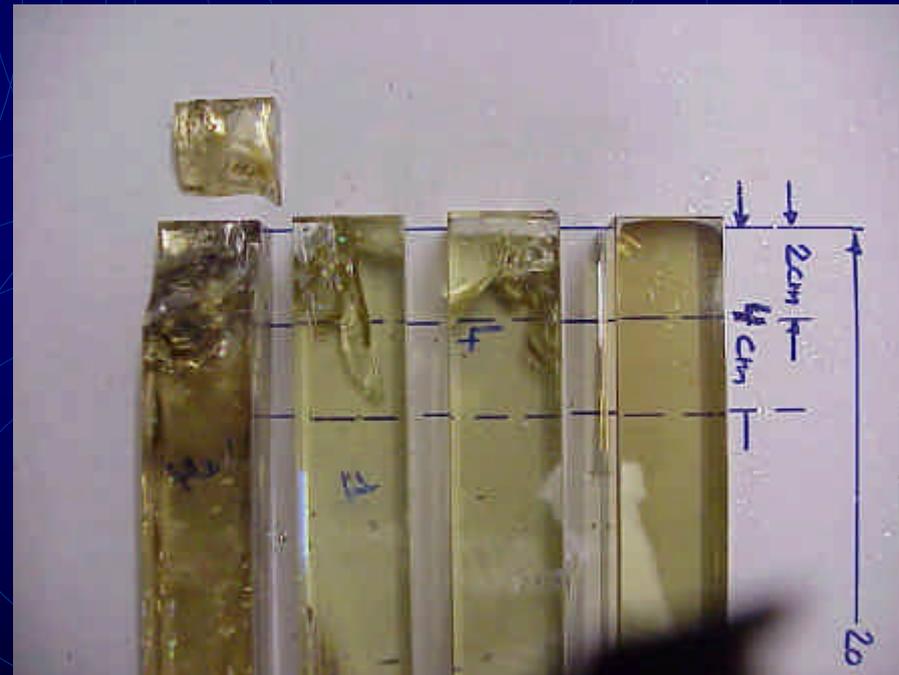
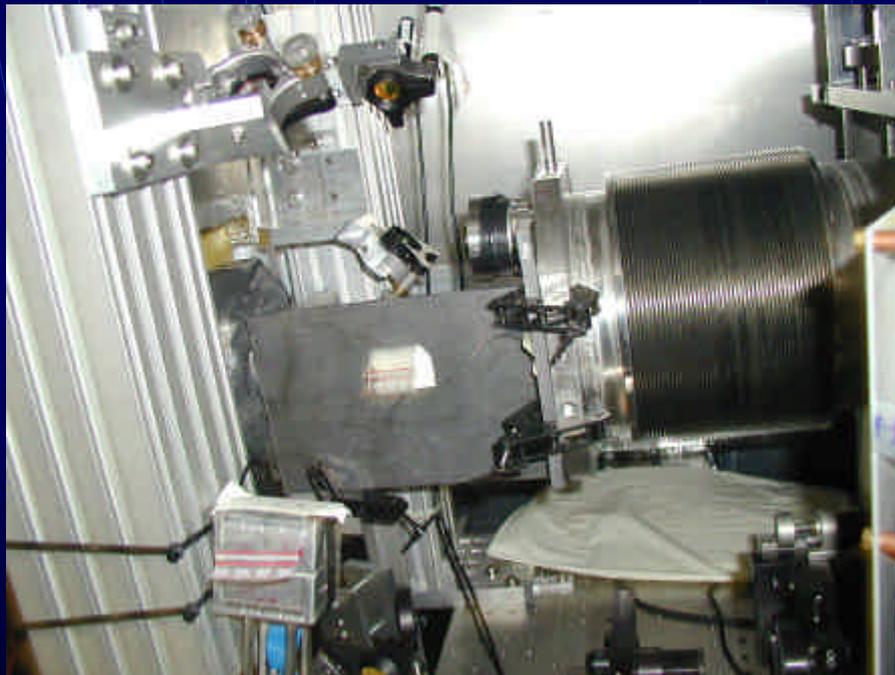
LPOL Cavité



Conséquences des radiations:

Isolation et surveillance des radiations.

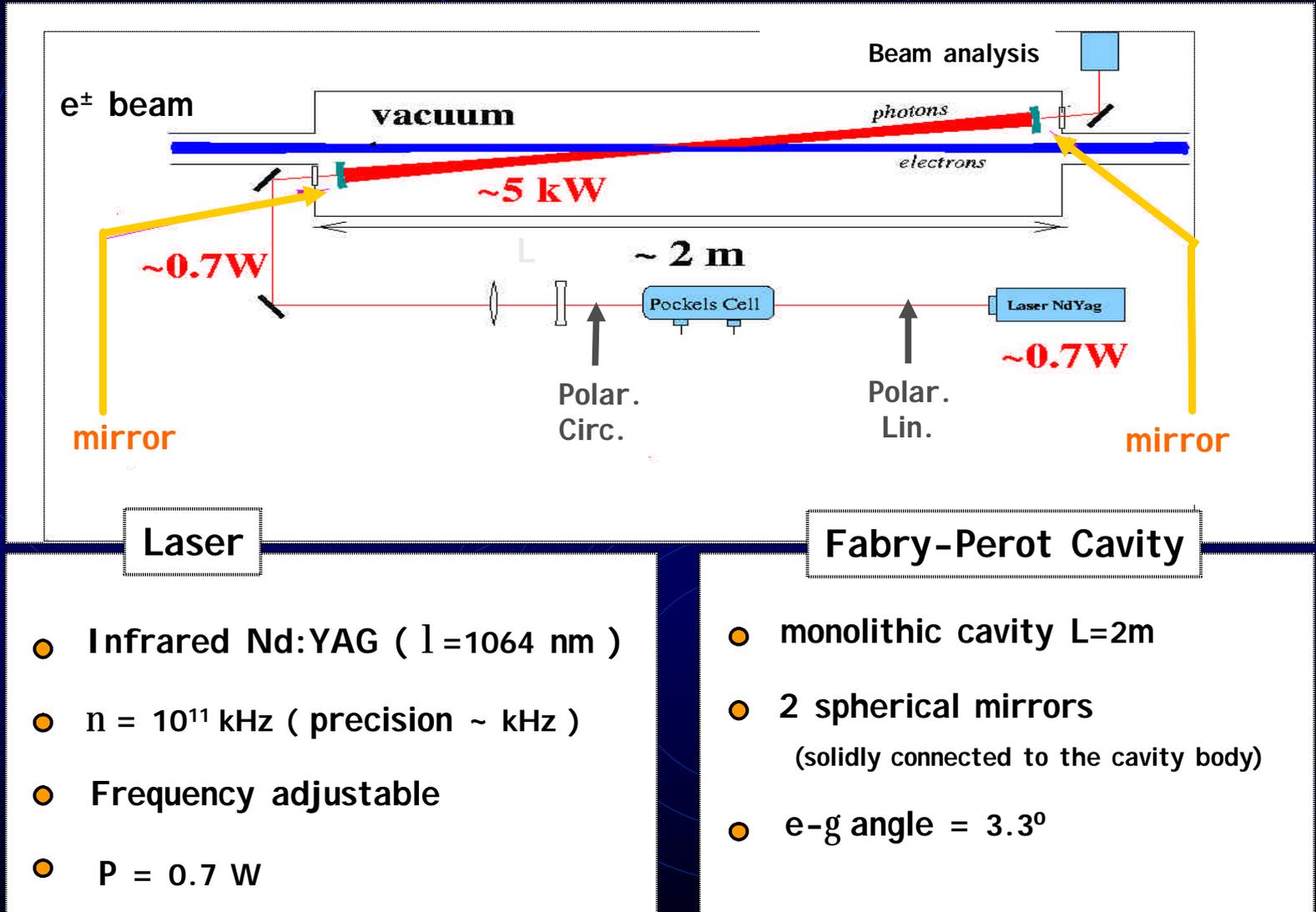
Remplacement des éléments endommagés.



Conclusion

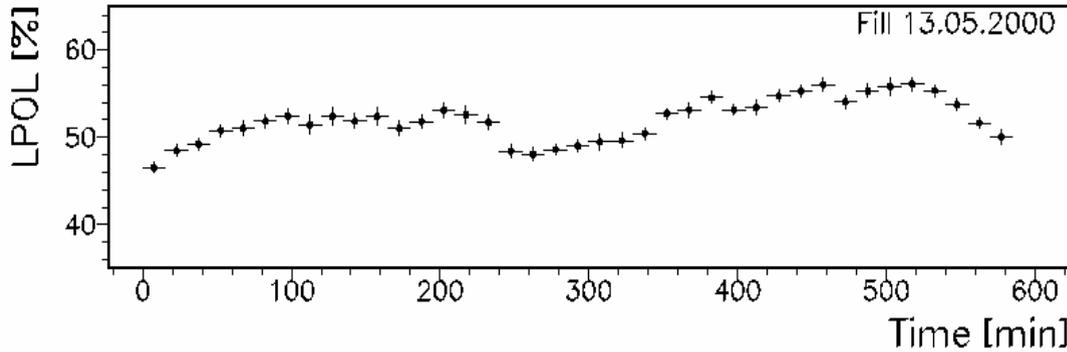
- La polarisation est importante pour l'analyse en physique.
- Dans une machine parfaite les électrons sont polarisés naturellement par un champ magnétique transverse.
- Il y a 3 polarimètres à HERA notamment un tout nouveau Lpol.
- Une cavité Fabry-Pérot est utilisé pour le nouveau Lpol
->1%/min/bunch.
- A cause des dommages dûs aux radiations pendant 2003-2004 le polarimètre ne fonctionne pas encore, mais il le devrait avant le prochain run de données.
- Il sera suffisamment rapide et précis pour être utilisé par une procédure d'optimisation automatique et pour l'analyse en physique.
- Ce qu'il reste à faire: Faire interagir les leptons avec le laser, faire une procédure automatique pour optimiser la polarisation, maintenir la cavité, et bien sûr utiliser les résultats.

Fabry-Perot cavity: Principle



Polarimetry @ HERA.

Time Polarisation Variation



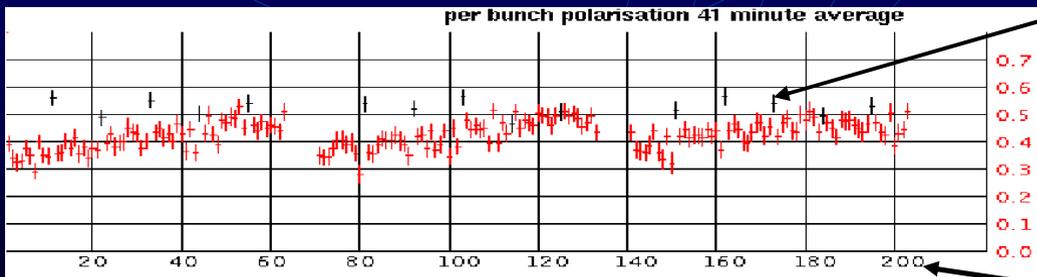
↕ ~10%

Non planar ring
=> transverse B
=> depolarisation
 $P_{lim} < P_{st} = 0.92$

➔ Variation of P_e with time.

Typical $P_e \sim 0.55$
Rise time ~ 22 min

Spatial Polarisation Variation



Non colliding bunch

↕ ~10%

Bunch number

□ Wake field effects inside cavities.

➔ Variation of P_e with bunch number.