

Génération de champs magnétiques quasi- statiques intenses par interaction laser nanoseconde avec des cibles à boucle

Léandre Roccaserra

Encadré par :
João Jorge Santos
Nicolas Fefeu

Plan

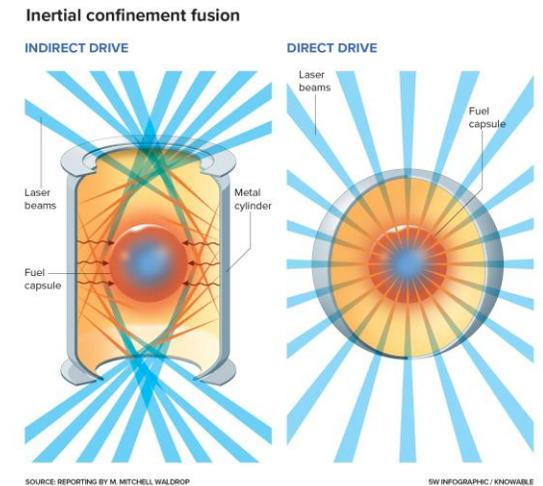
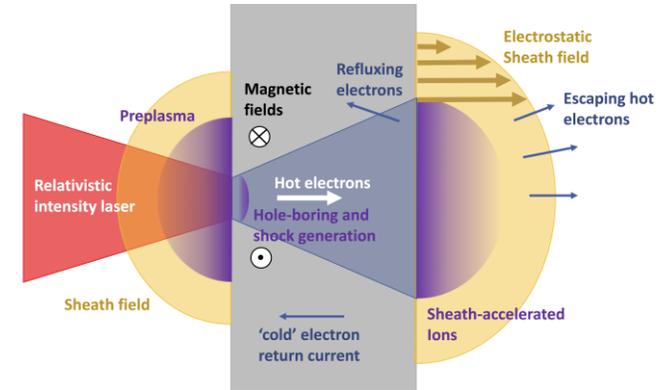
- Contexte scientifique
- Les cibles à boucle pilotées par laser pour générer du champ magnétique
- Principe du diagnostic optique par rotation de Faraday
- Dispositifs expérimentaux
- Résultats expérimentaux et comparaison avec un modèle
 - 2 expériences: PALS (laser UV) et ABC (laser IR)
- Conclusion

Contexte scientifique

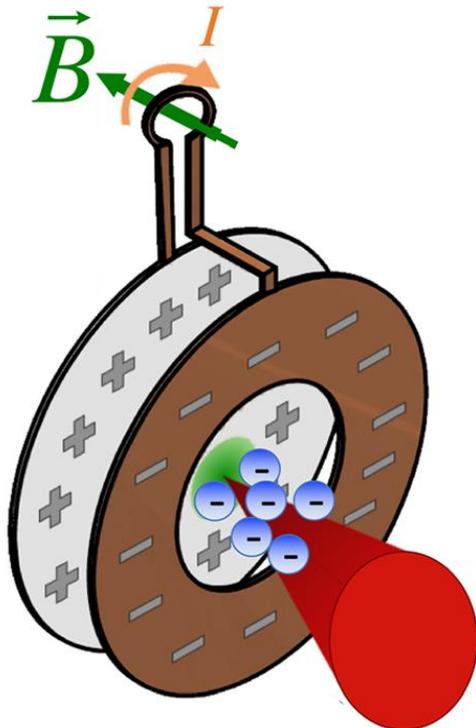
Expériences laser-plasma :

- Astrophysique de laboratoire
- Accélération par laser et transport de particules
- Fusion par confinement inertiel

→ Besoin de champ magnétiques intenses (1-1000 Teslas) synchronisés avec le laser



Les cibles à boucle pilotées par laser



Laser ns
suffisamment intense

Ejection d'électrons
chauds

Au centre de la boucle :

$$B_0 \approx \frac{\mu_0 I_c}{2a}$$

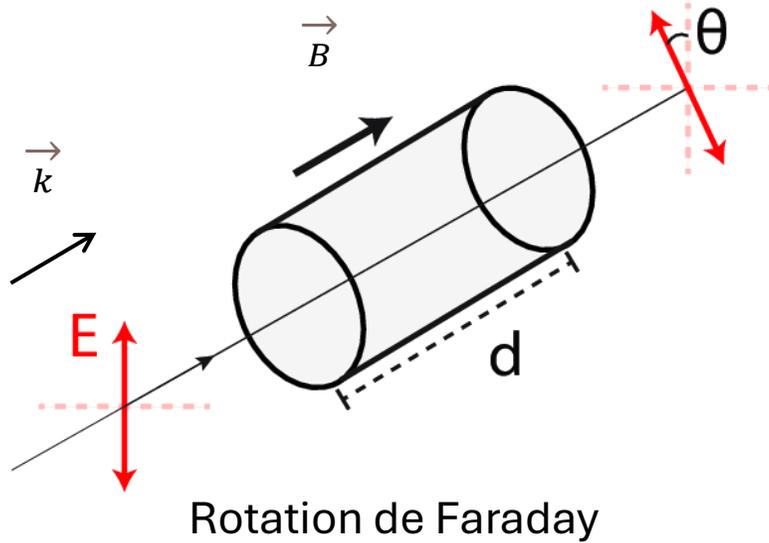
Rayon de la
boucle

Valeur typique sur PALS :

$$I_c = 1 \text{ kA}$$
$$a = 500 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\rightarrow B_0 \approx 1.2 \text{ T}$$

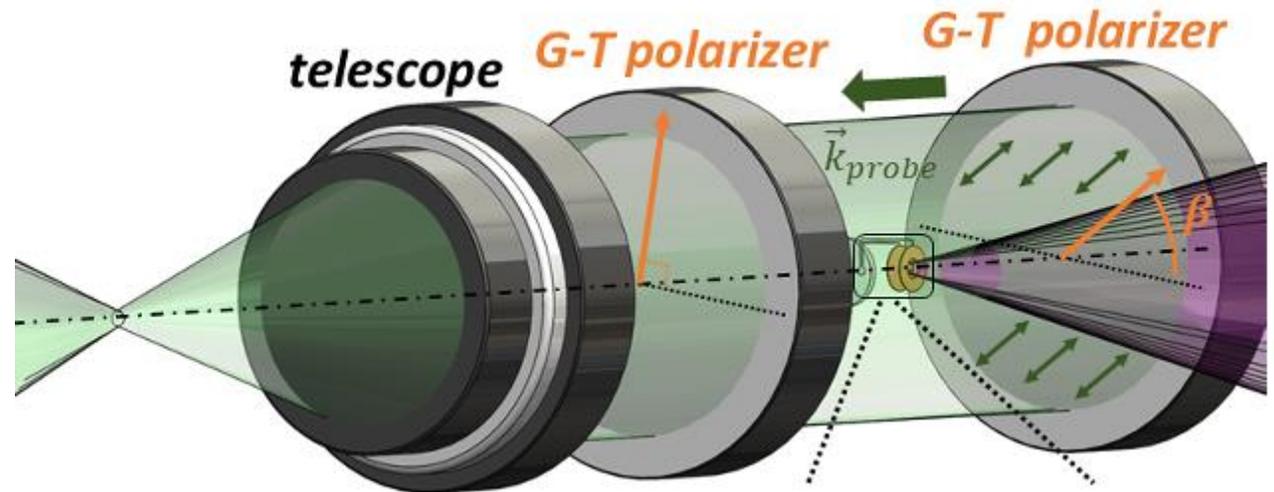
Principe du diagnostic optique par rotation de Faraday



$$\theta = Bd\mathcal{V}$$

Constante de Verdet
(TGG : $\mathcal{V} =$)

Montage de polarimétrie



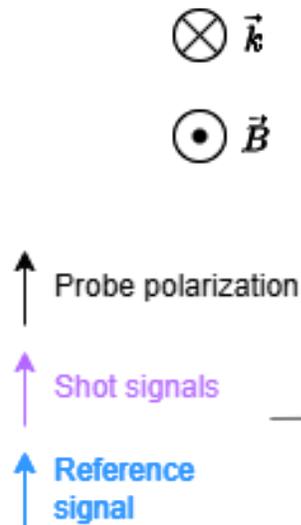
Principe de la polarimétrie

Loi de Malus :

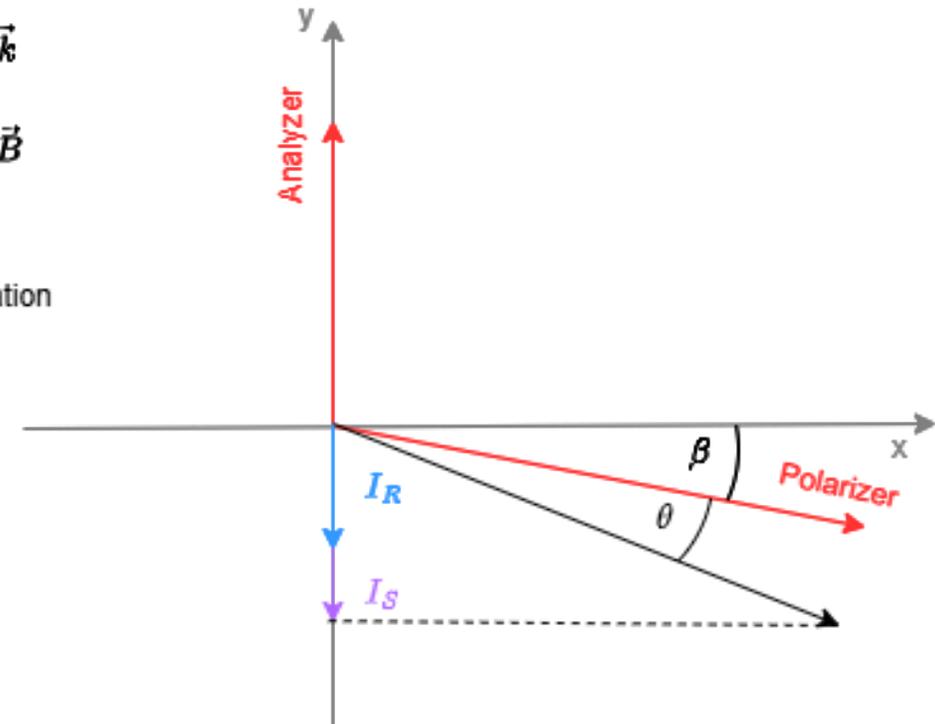
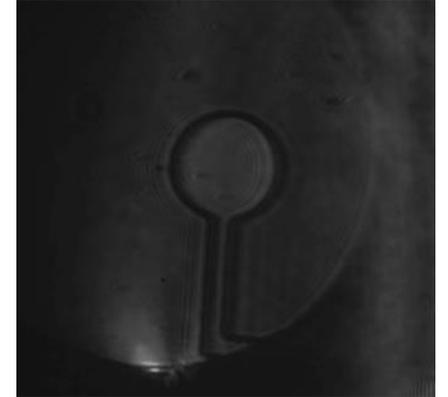
$$I_R = I_0 \sin^2(\beta) \quad I_S = I_0 \sin^2(\beta + \theta)$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{I_S}{I_R}} = \frac{\sin(\beta + \theta)}{\sin(\beta)}$$

$$\Rightarrow \theta = \arcsin \left(\sqrt{\frac{I_S}{I_R}} \sin(\beta) \right) - \beta$$

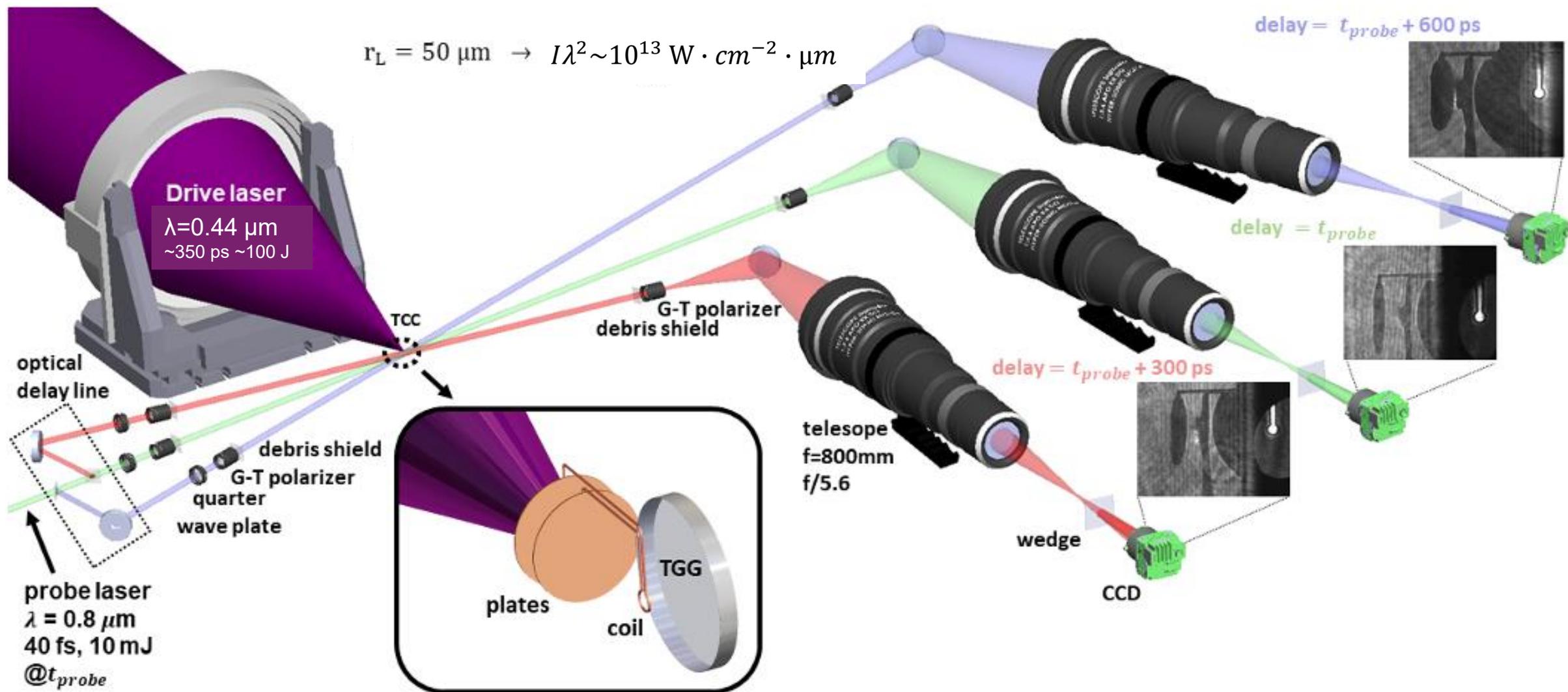


Vue de la boucle (Référence et tir)



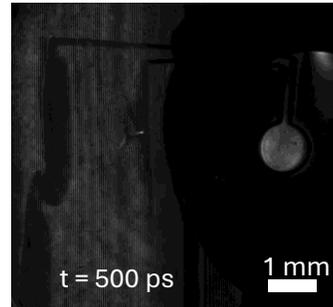
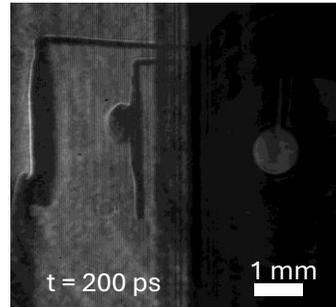
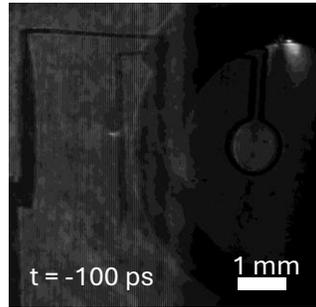
Expériences laser à PALS

$$r_L = 50 \mu\text{m} \rightarrow I\lambda^2 \sim 10^{13} \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \mu\text{m}$$

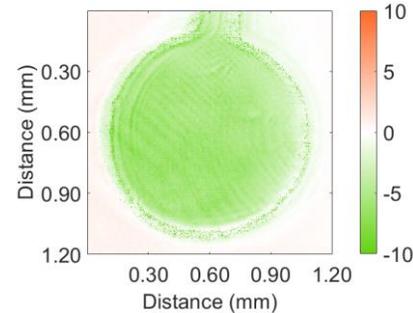
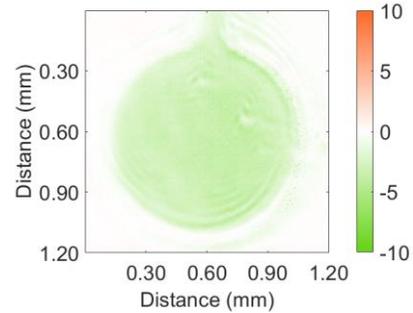
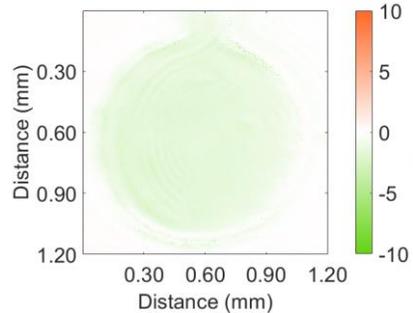


Résultats issus d'un tir (boucle de 500 μm de rayon)

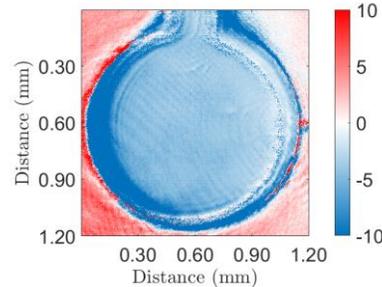
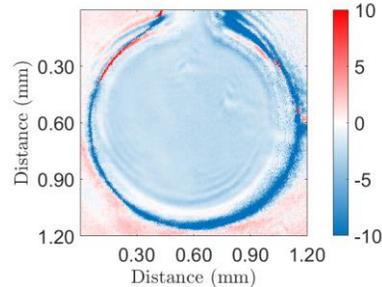
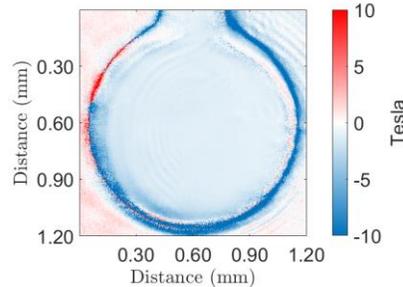
Images de polarimétrie



Angle de rotation de Faraday



Champ magnétique B_z dans le plan de la boucle

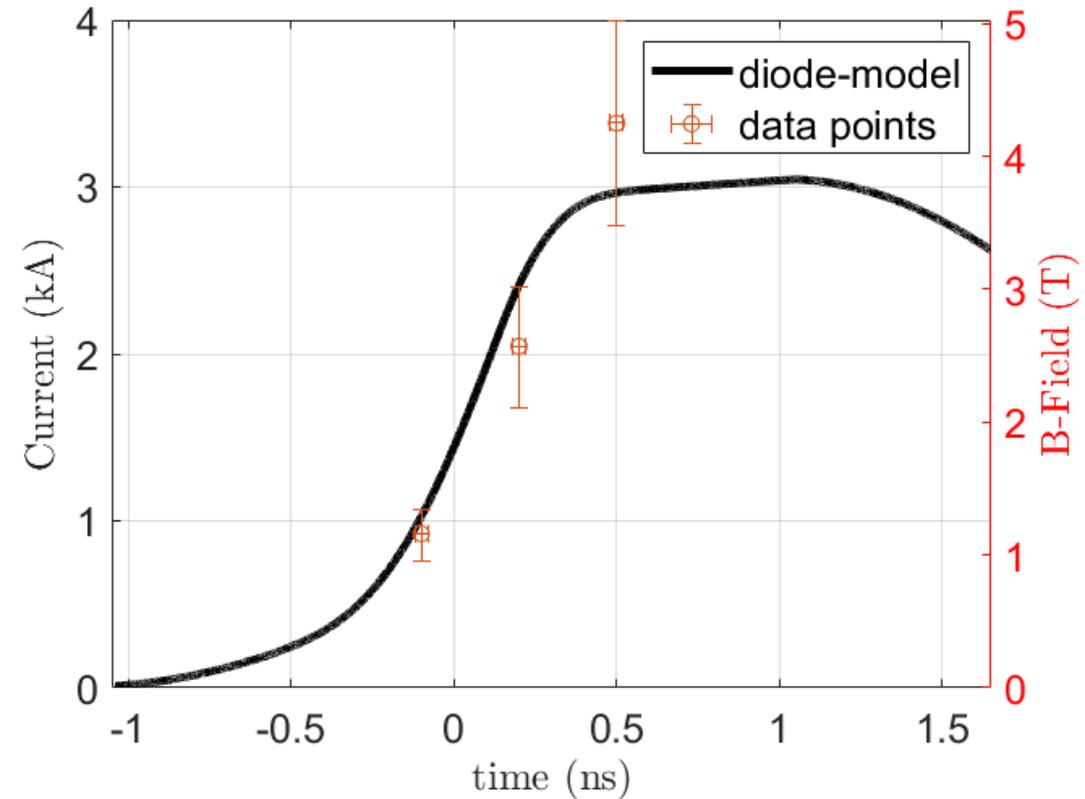


$$B_0 = 1.12 \text{ T}$$

$$B_0 = 2.34 \text{ T}$$

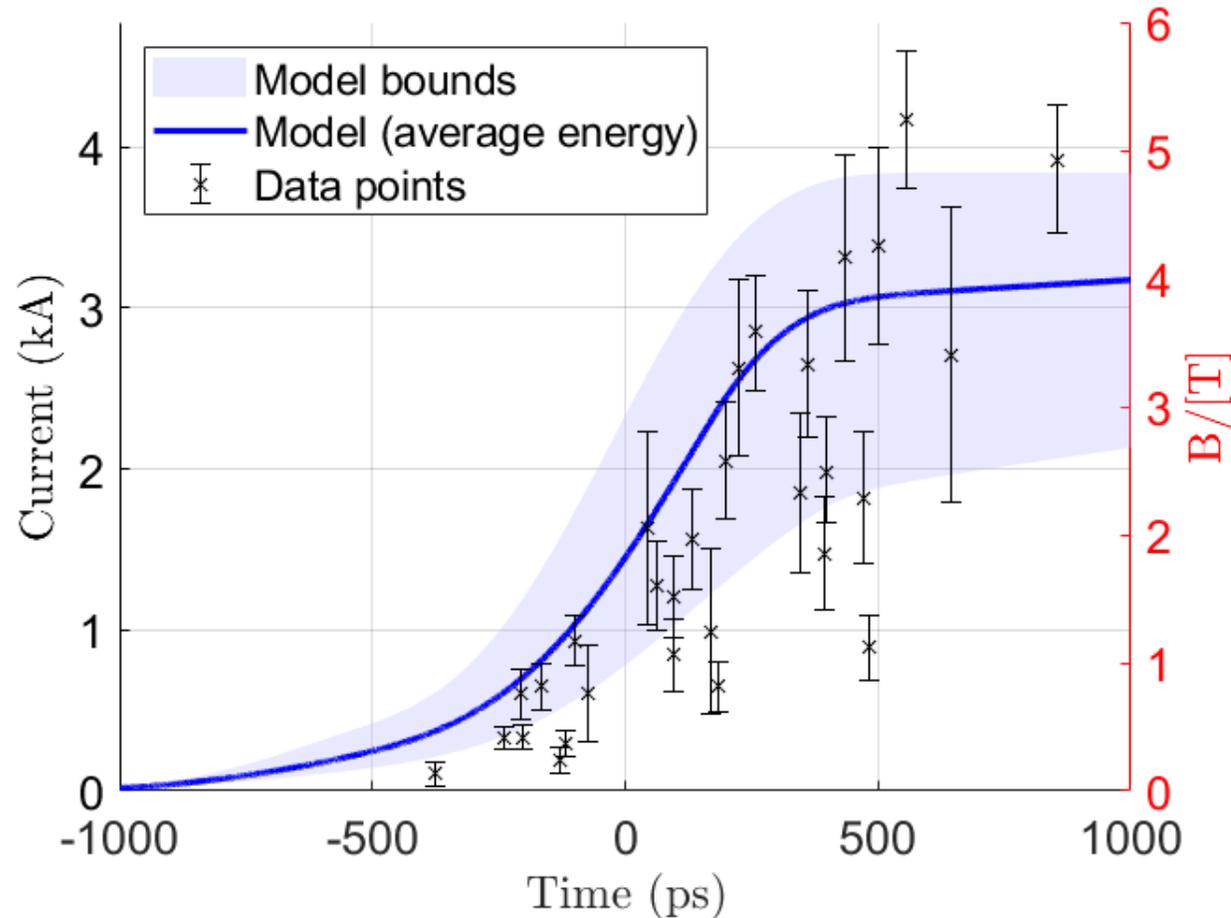
$$B_0 = 4.21 \text{ T}$$

Evolution du courant et du champ magnétique dans la boucle



Compilation de champs magnétiques sur plusieurs tirs similaires

- Bon accord avec le modèle



Expériences laser à ABC

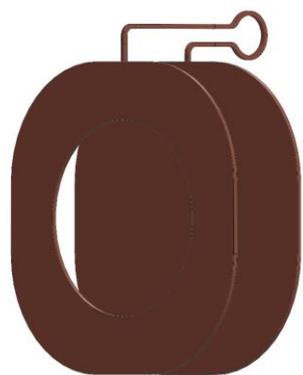
Paramètres laser :

$t = 1 \text{ ns}$

$\lambda = 1.054 \text{ }\mu\text{m}$

$E \sim 50 \text{ J par tir}$

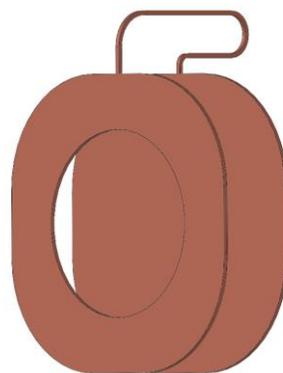
$I \sim 10^{15} \text{ W/cm}^2 \text{ Max}$



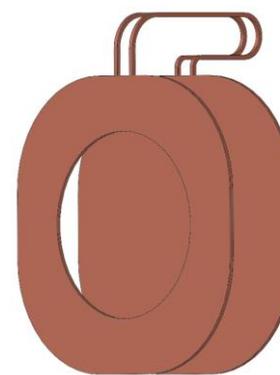
Cible référence



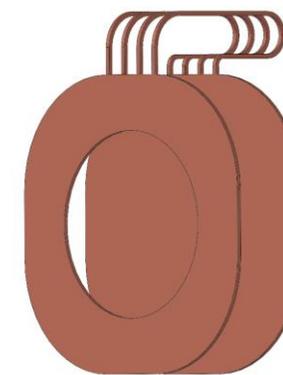
Cible out



Cible U-1

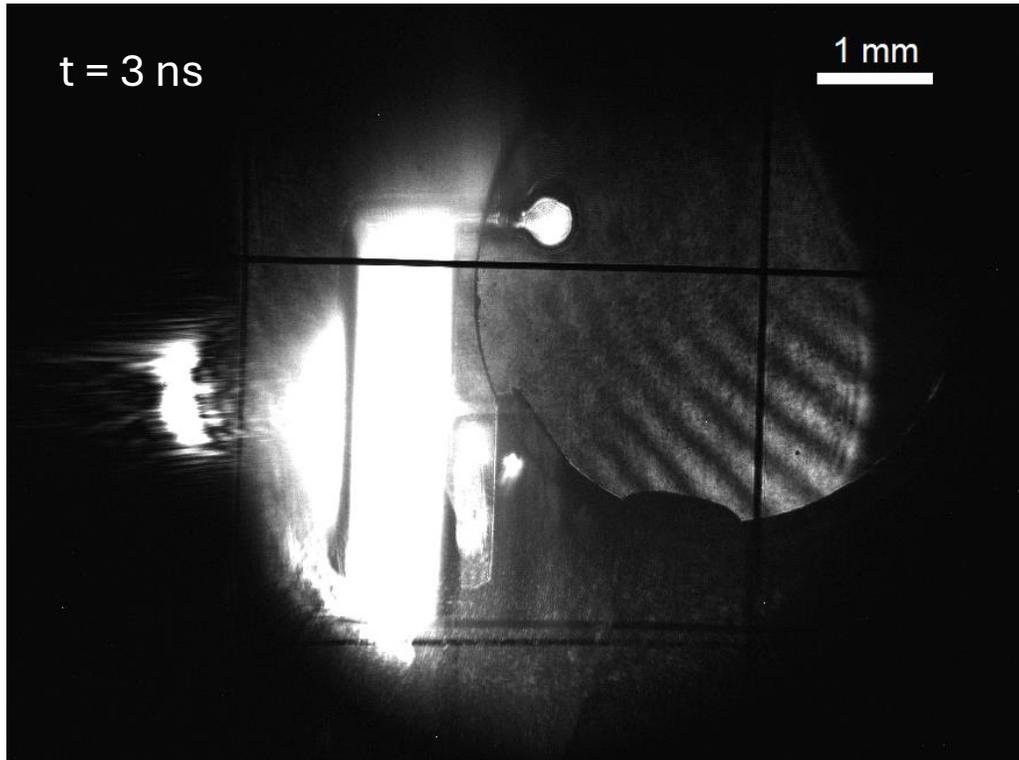


Cible U-2



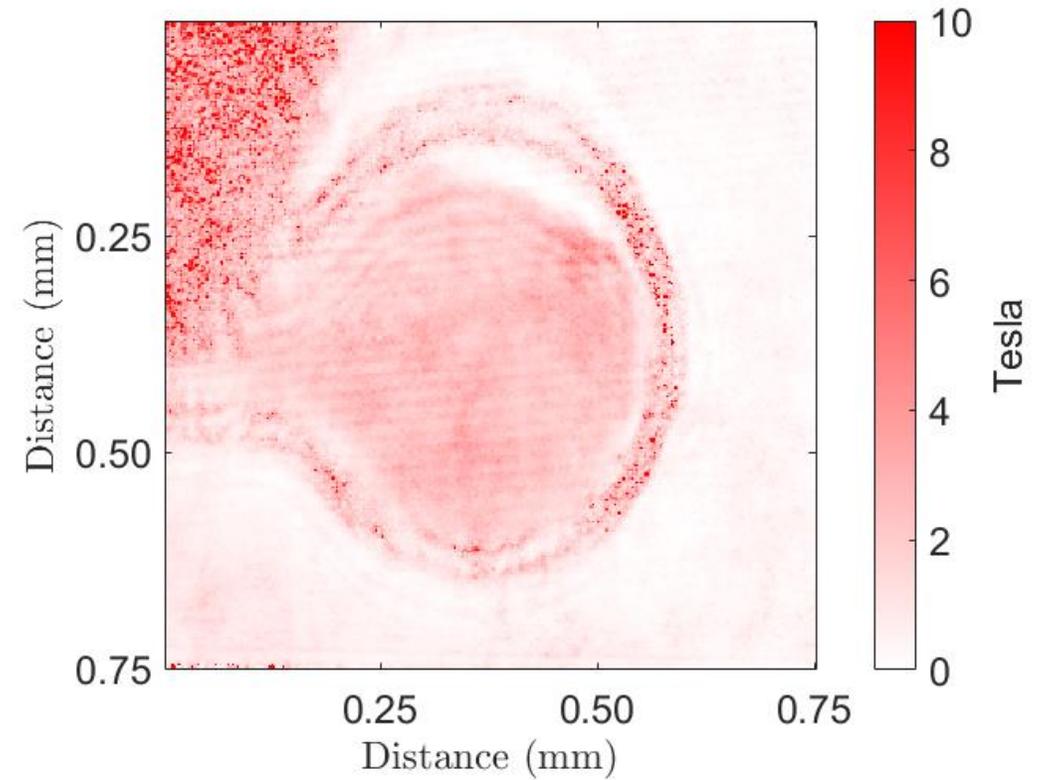
Cible U-4

Un tir sur ABC



Amplitude du champ magnétique B_z
dans le plan du cristal

$$|B_{\text{centre}}| \sim 2 \text{ T}$$



Conclusion

PALS	ABC
1-10 T (Centre de la boucle)	~2 T (Plan du cristal)

- Champs magnétiques de quelques teslas
- Accord avec le modèle
- Résultats ABC à analyser