Développement du circulateur optique de la source Compton Gamma à haute brillance d'ELI-NP

Cheikh Fall NDIAYE | Journées accélérateurs – Roscoff, 6 oct. 2017 | ndiaye@lal.in2p3.fr

Le projet Extreme Light Infrastructure

ELI-Attosecond Light Pulse Source (**ELI-ALPS**)
Szeged *(Hongrie)*

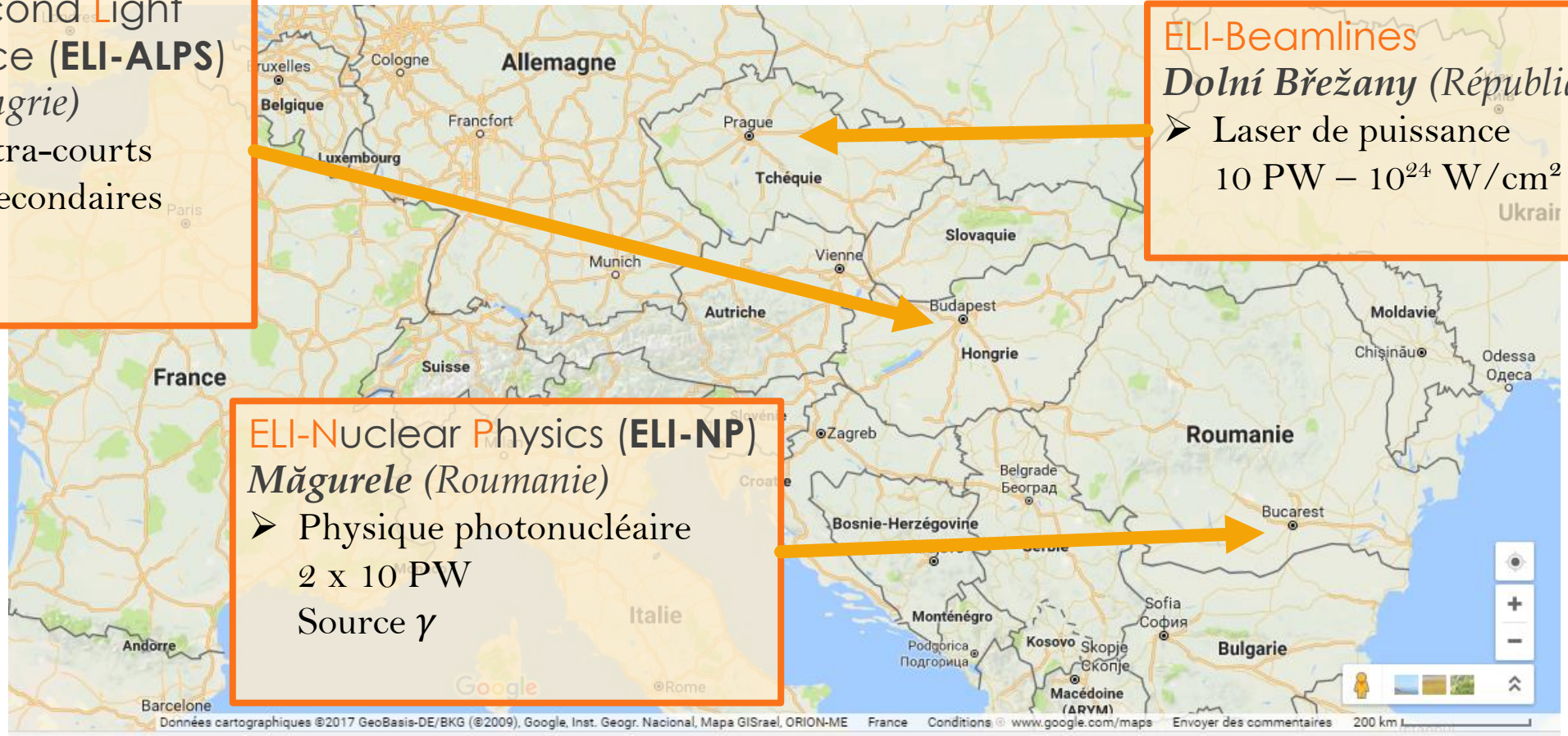
- Lasers ultra-courts
- Sources secondaires
  X - XUV

ELI-Beamlines
Dolní Břežany *(République tchèque)*

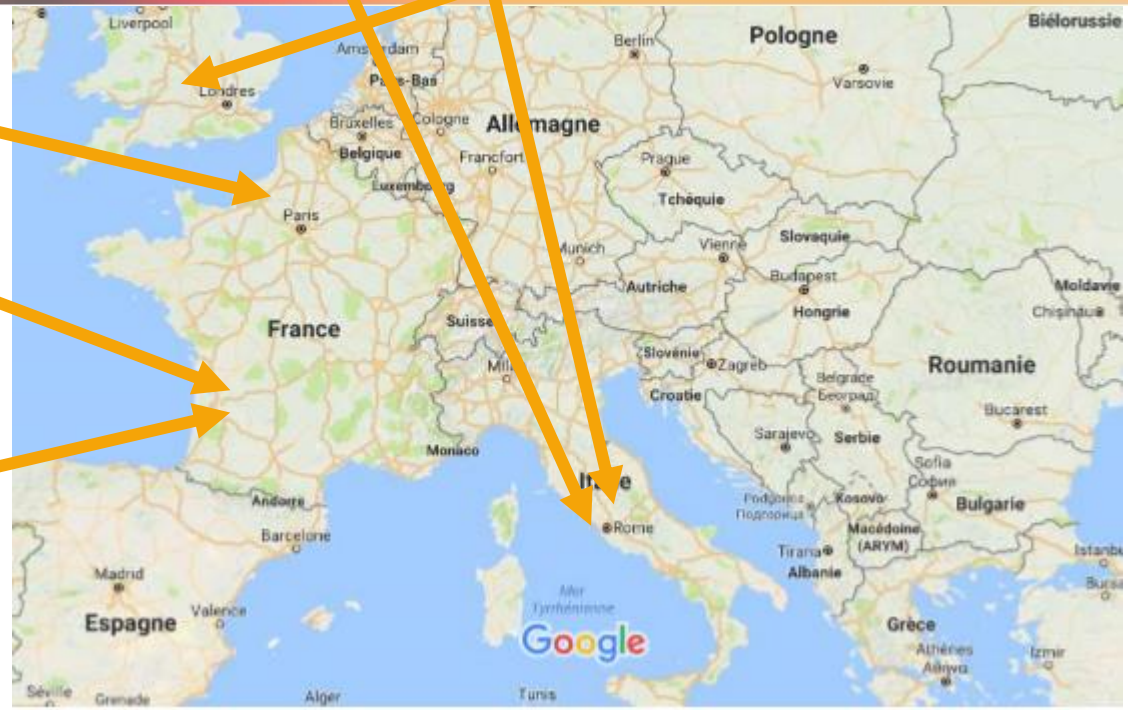
- Laser de puissance
  10 PW – 10^{24} W/cm^2

ELI-Nuclear Physics (**ELI-NP**)
Măgurele *(Roumanie)*

- Physique photonucléaire
  2 x 10 PW
  Source γ



EuroGammaS

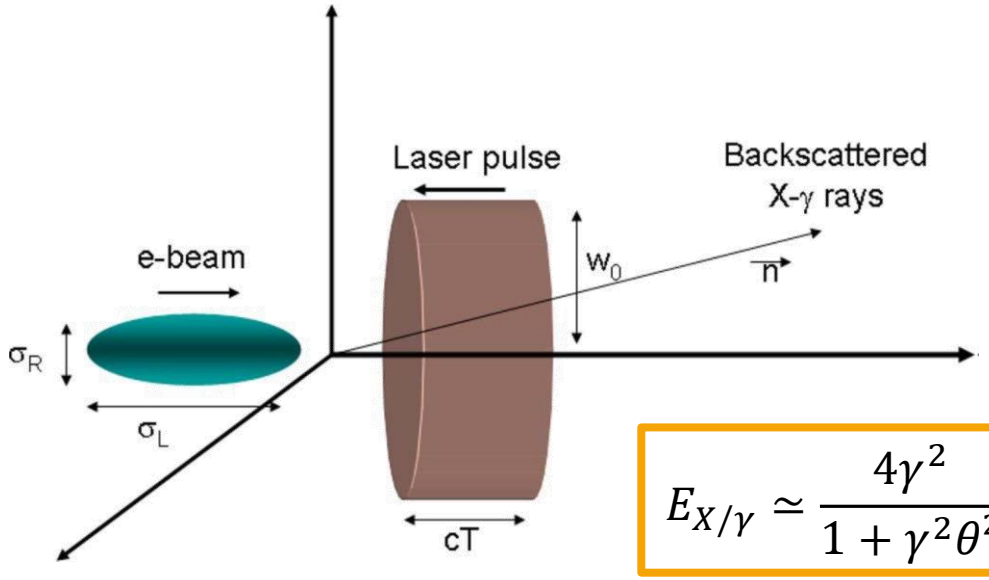


Données cartographiques ©2017 GeoBasis-DE/BKG (©2009), Google, Inst. Geogr. Nacional, Mapa GIS

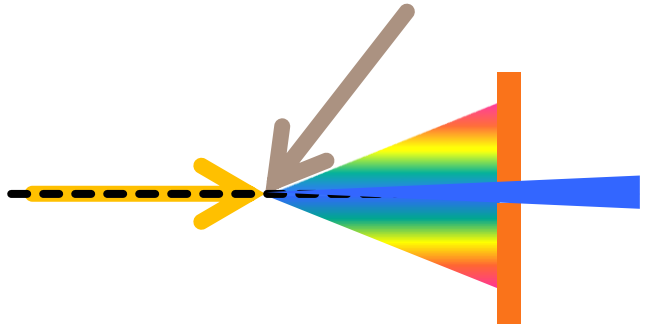
Energy [MeV]	0.2 – 19.5
Spectral Density [ph/s·eV]	$0.8 – 4 \cdot 10^4$
Bandwidth rms [%]	≤ 0.5
# photons/pulse within FWHM bdw.	$\leq 2.6 \cdot 10^5$
# photons/s within FWHM bdw.	$\leq 8.3 \cdot 10^8$
Source rms size [μm]	10 – 30
Source rms divergence [μrad]	25 – 200
Peak brilliance [N_{ph}/s·mm²·mrad²·0.1%]	$10^{20} – 10^{23}$
Radiation pulse length rms [ps]	0.7 – 1.5
Linear polarization [%]	> 99
Macro repetition rate [Hz]	100
# pulses per macropulse	32
Pulse–to–pulse separation [ns]	16
Polarization axis wiggling [deg]	< 1

Diffusion Compton

- Rétro-diffusion Compton
  - Diffusion inélastique avec des électrons ultra-relativistes
  - « Boost » du laser
- Motivation
  - Dépendance angulaire de l'énergie des photons -> monochromacité
  - Processus directif
  - Accordable en énergie
- Inconvénient
  - Section efficace faible → 10^{-3} b

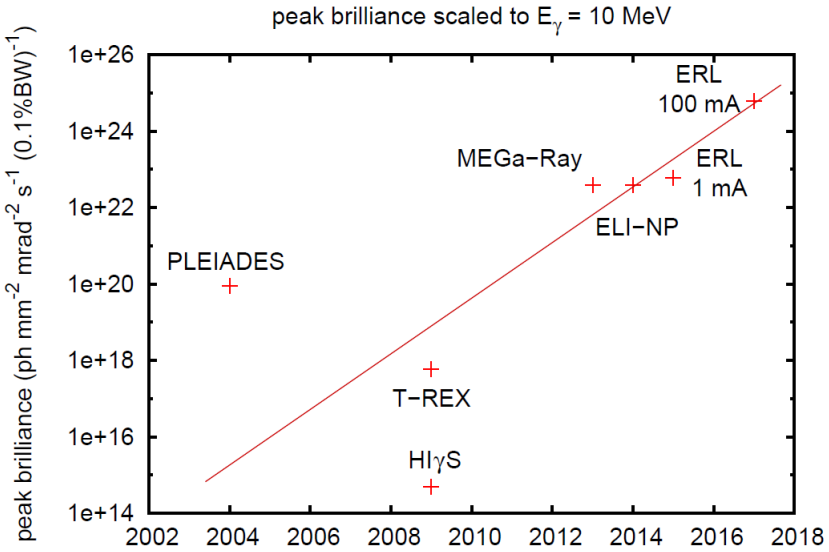


$$E_{X/\gamma} \simeq \frac{4\gamma^2}{1+\gamma^2\theta^2} E_\lambda$$



Multi paquets e- et circulateur

ELI-NP-Gamma Beam Source (I)

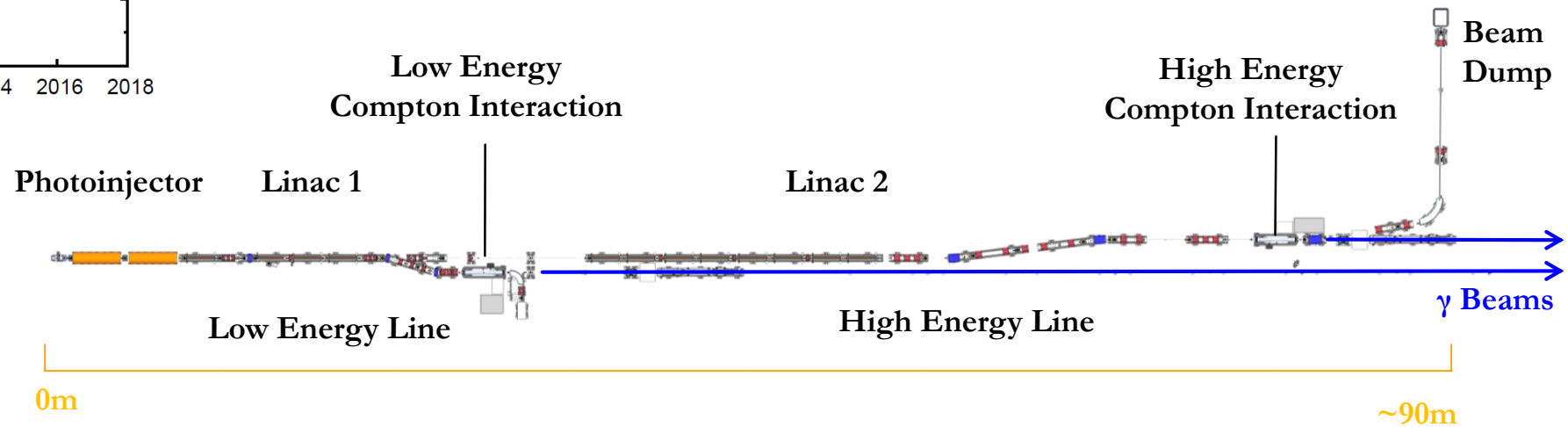


2 linacs hybrides (bandes S & C)

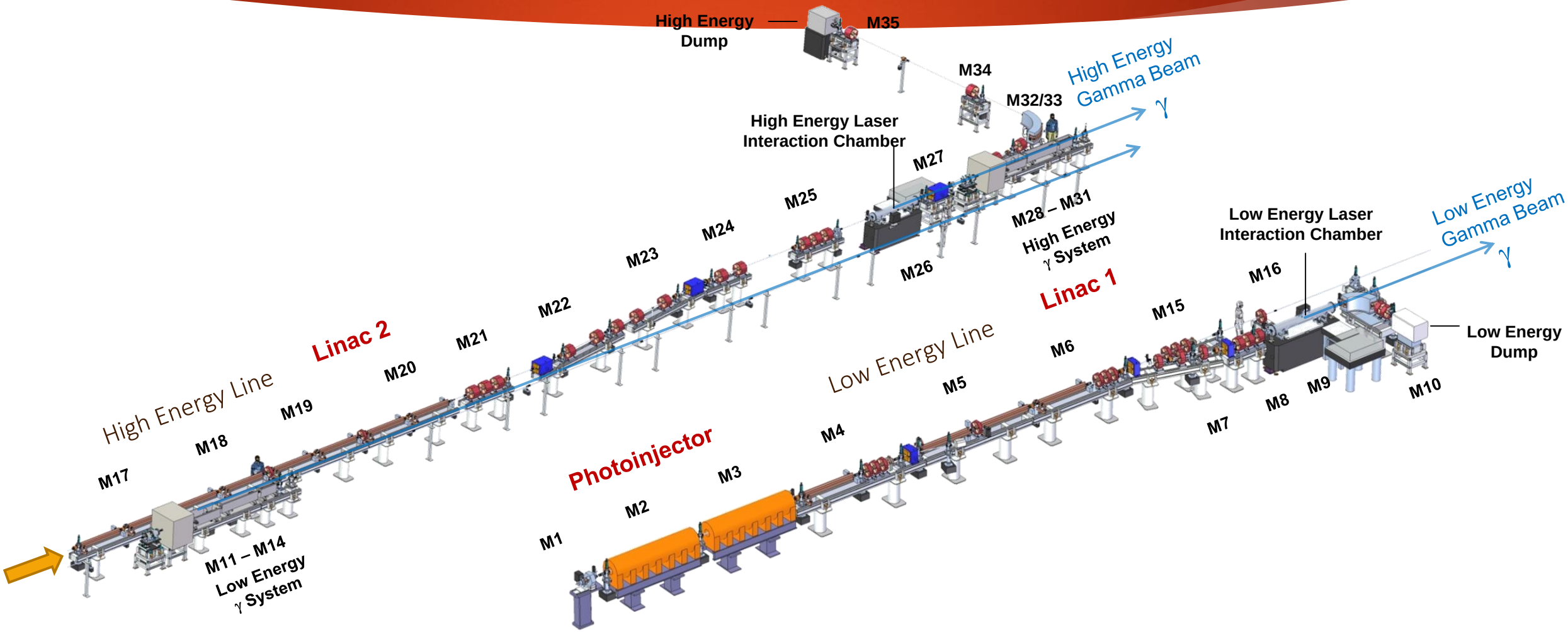
- 80 - 280 MeV
- 280 - 720 MeV
- Macro-paquets à 100 Hz contenant un train de 32 paquets d'e$^-$ par macro-paquet espacés de 16 ns (62 MHz)

2 lasers

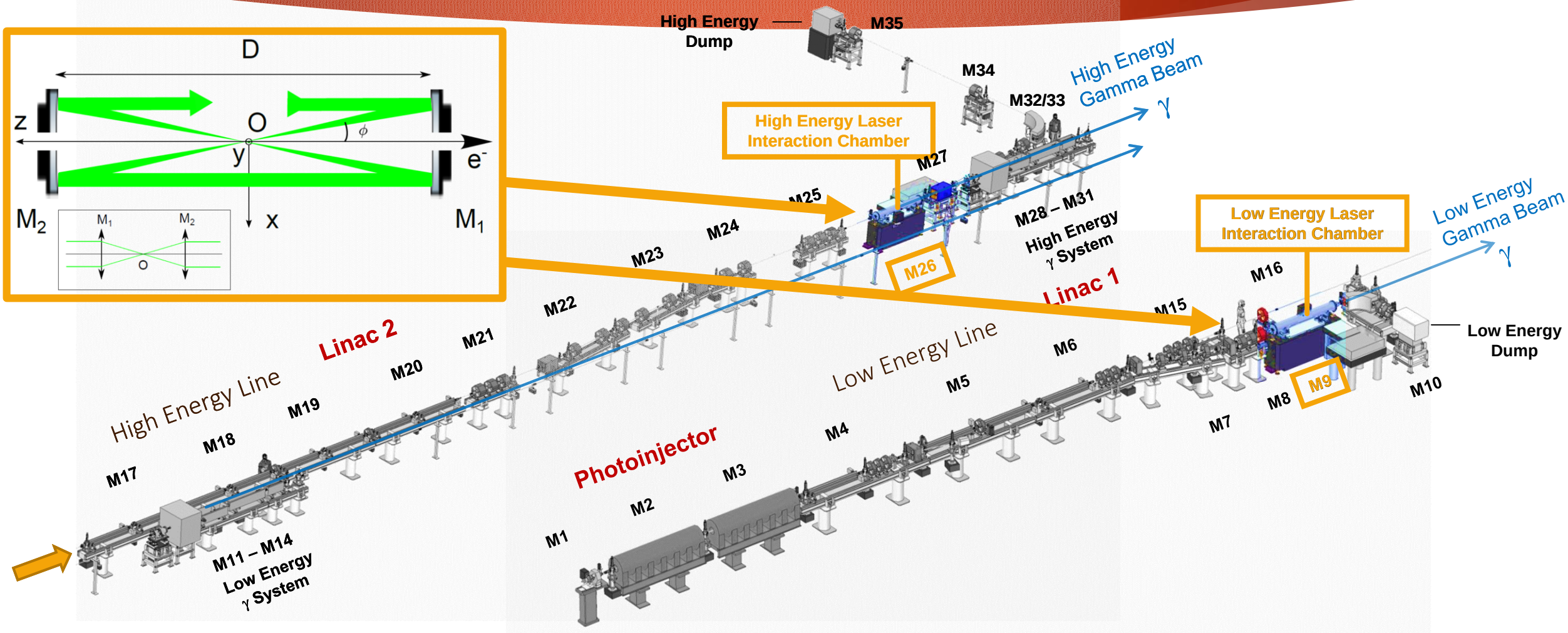
- 200 mJ / 400 mJ
- 100 Hz



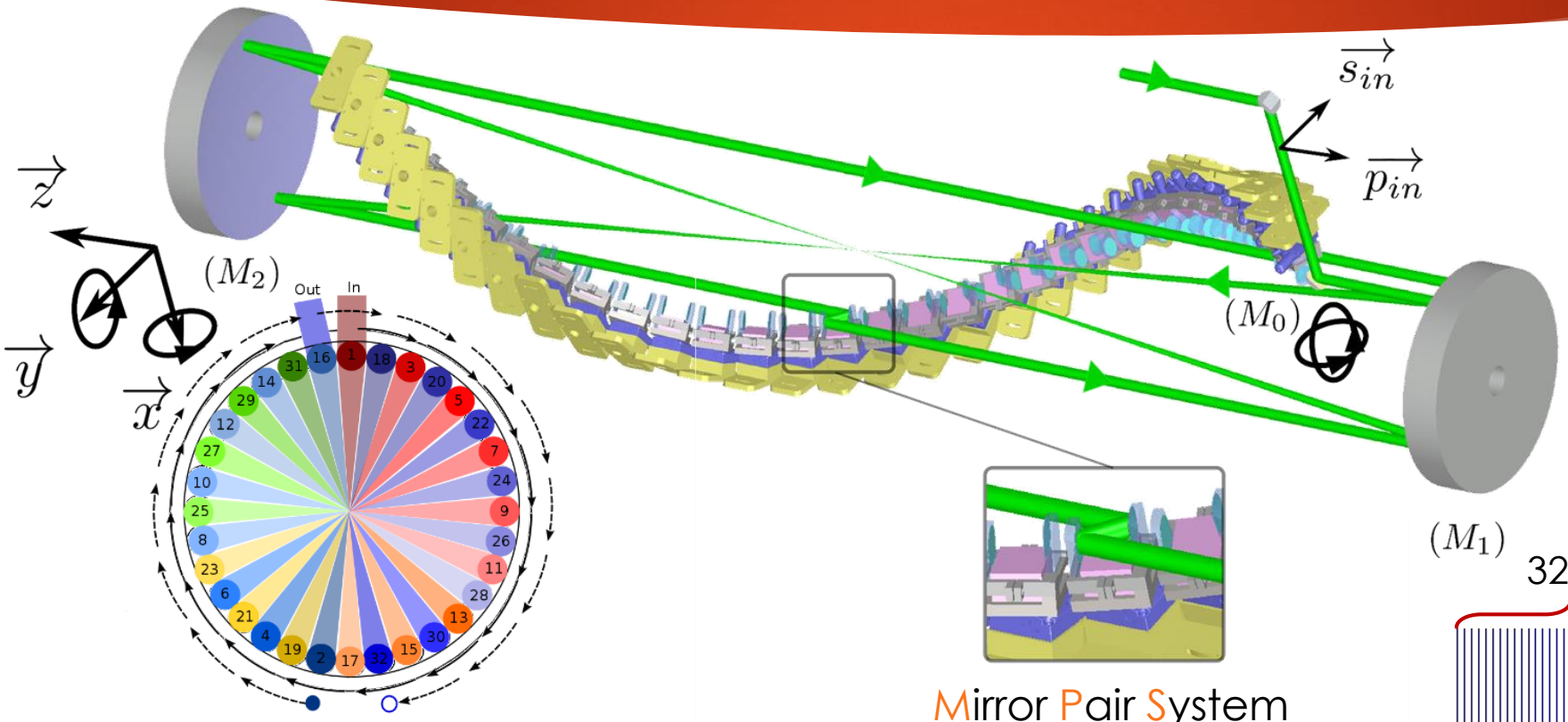
ELI-NP-Gamma Beam Source (II)



ELI-NP-Gamma Beam Source (II)

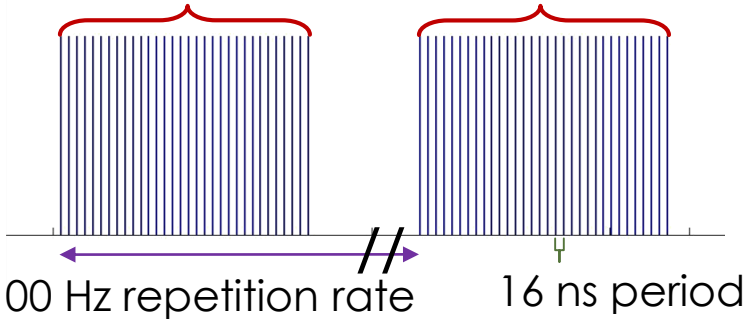


Le circulateur optique : Laser Beam Circulator



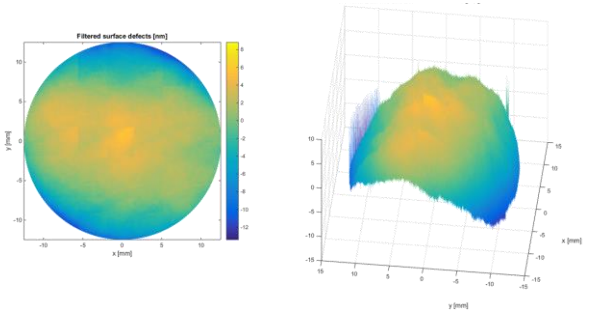
Mirror Pair System (MPS)

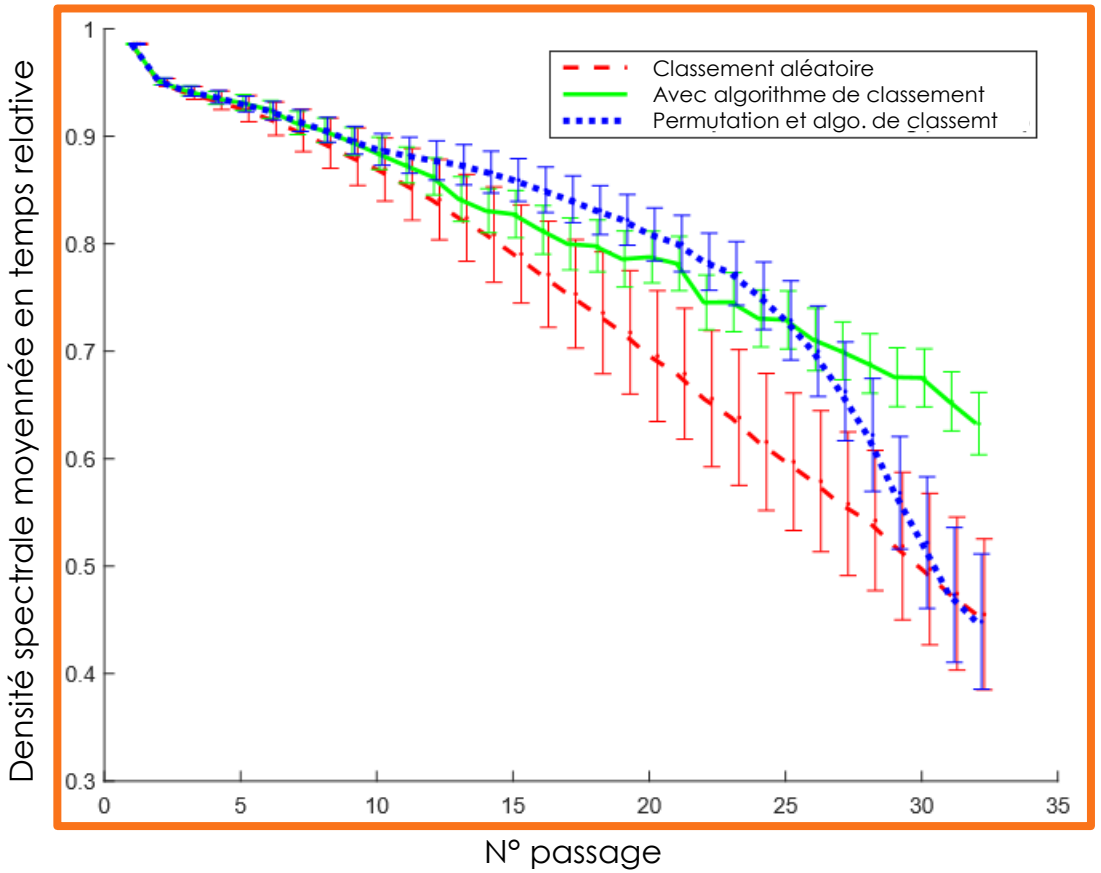
- Déviation faisceau
- Synchronisation



Miroirs MPS : qualité des optiques

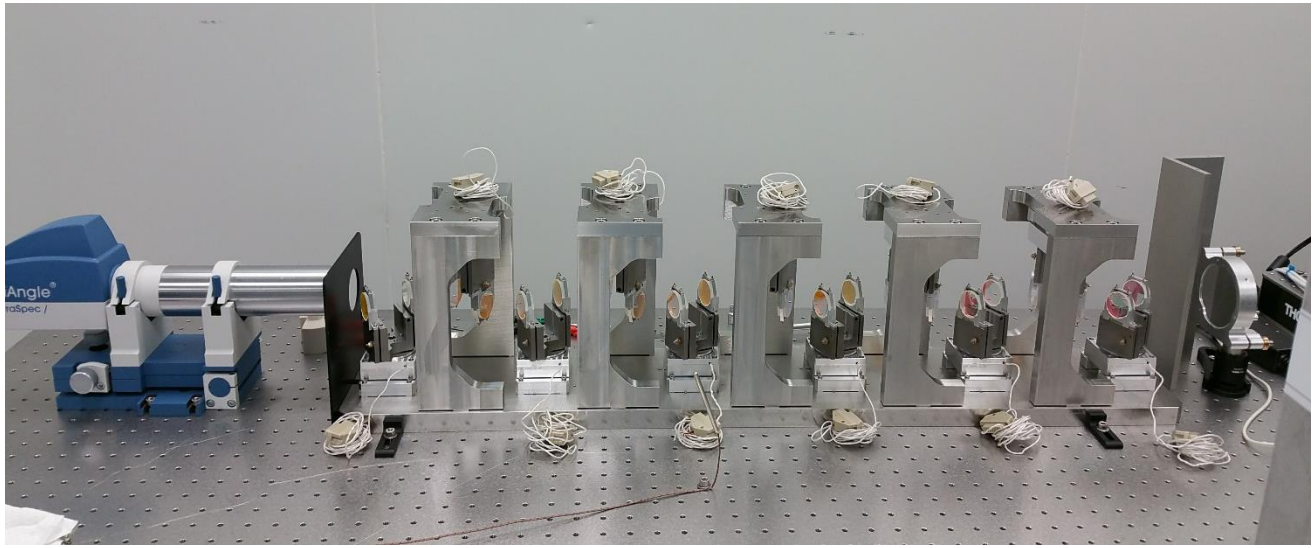
- Polissage et revêtement diélectrique à l'état de l'art
  - Insuffisant → erreur systématique trop élevée
- Compensation stress revêtement
  - Dépôt revêtement face arrière
  - Symmétrisation du défaut de focus
- Classement des miroirs MPS pour optimiser la densité spectrale
  - minimisation du focus cumulé

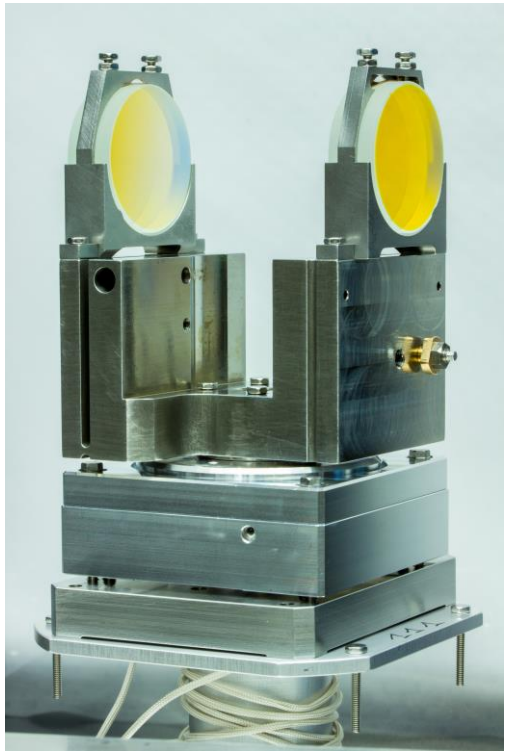




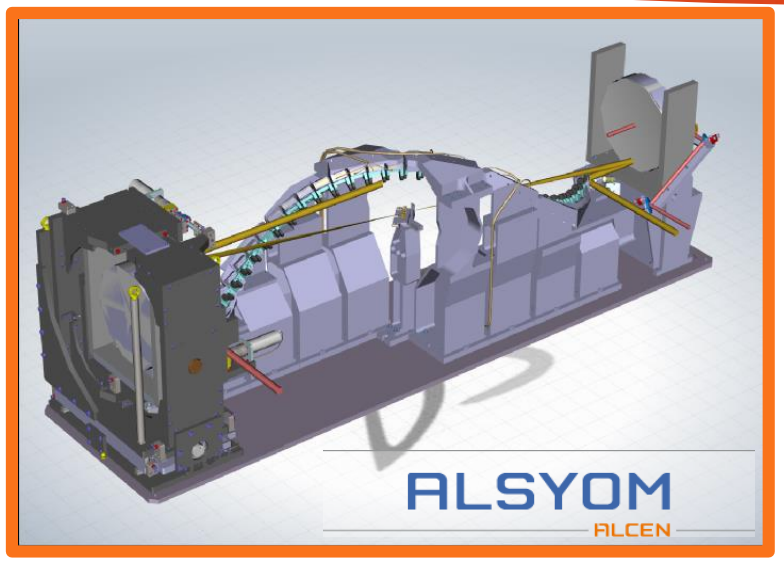
Alignement cascade MPS

- Alignement individuel des paires de miroirs
- Alignement en cascade < 10 µrad



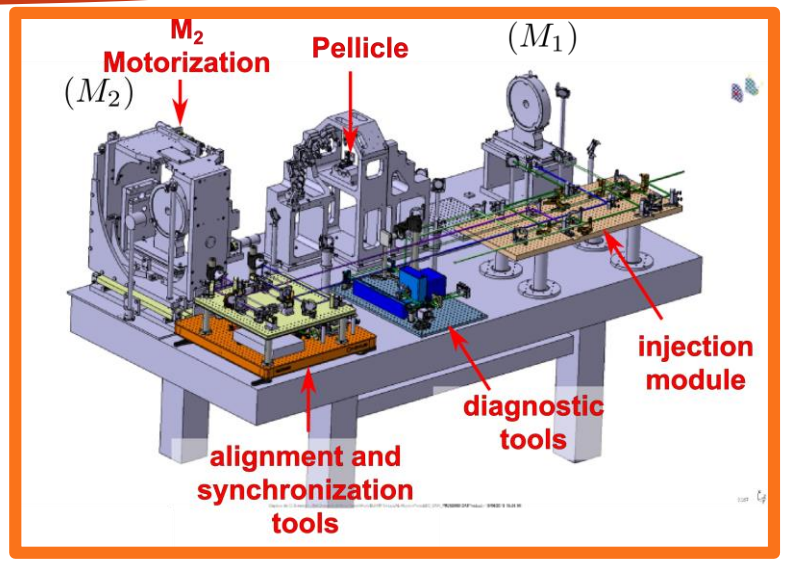


Circulateur optique : prototype et série



LBC série – M09

- 32 passages
- ϕ paraboles ~ 400 mm
- Angle de croisement ~ 8°

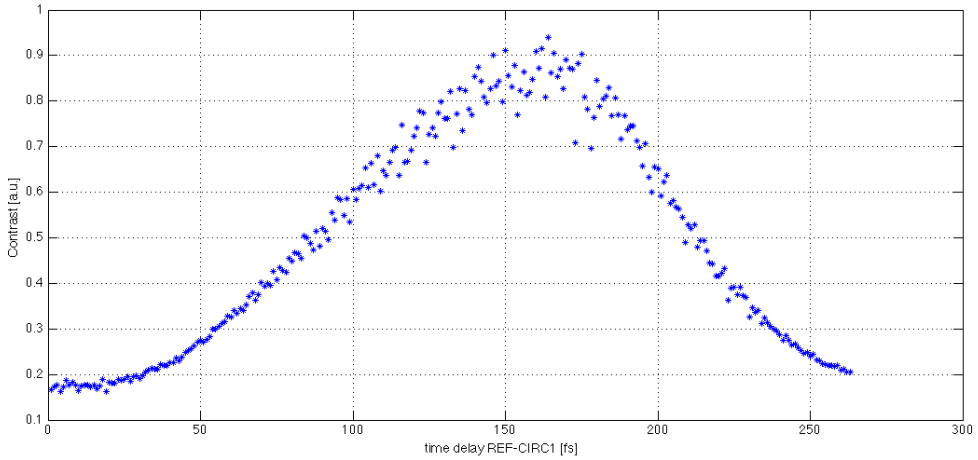


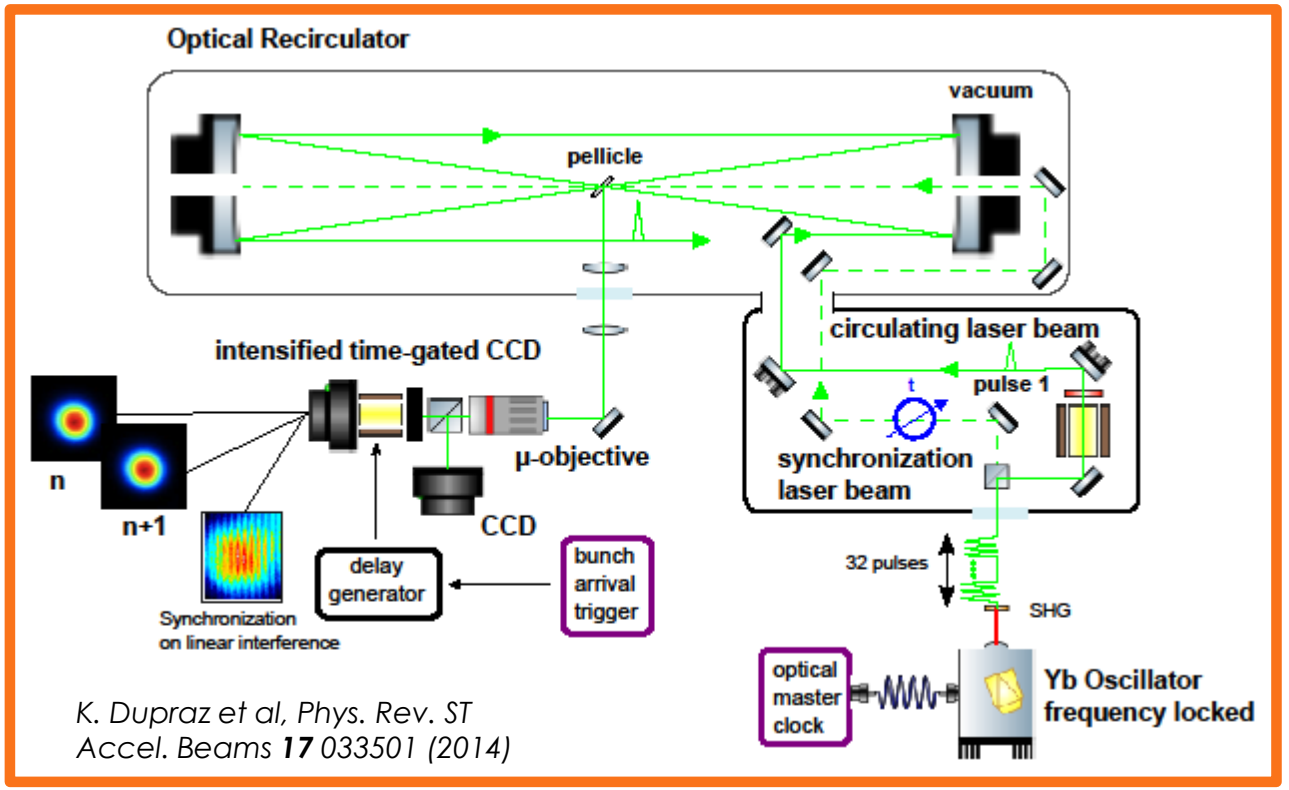
LBC prototype

- 12 passages
- ϕ paraboles ~ 240 mm
- Angle de croisement ~ 4°
- Pas de faisceau d'électrons

Alignement et synchronisation LBC

- Développement technique mise en confocalité de deux paraboles
- Synchronisation < 50 fs
- Observable alignement : distance moyenne au barycentre





*K. Dupraz et al, Phys. Rev. ST Accel. Beams **17** 033501 (2014)*

Résultats LBC prototype : passages au point d'interaction

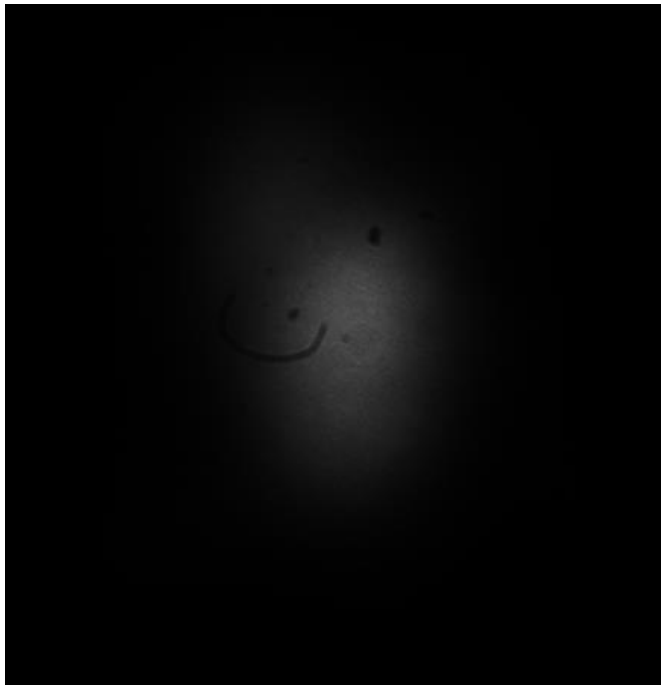
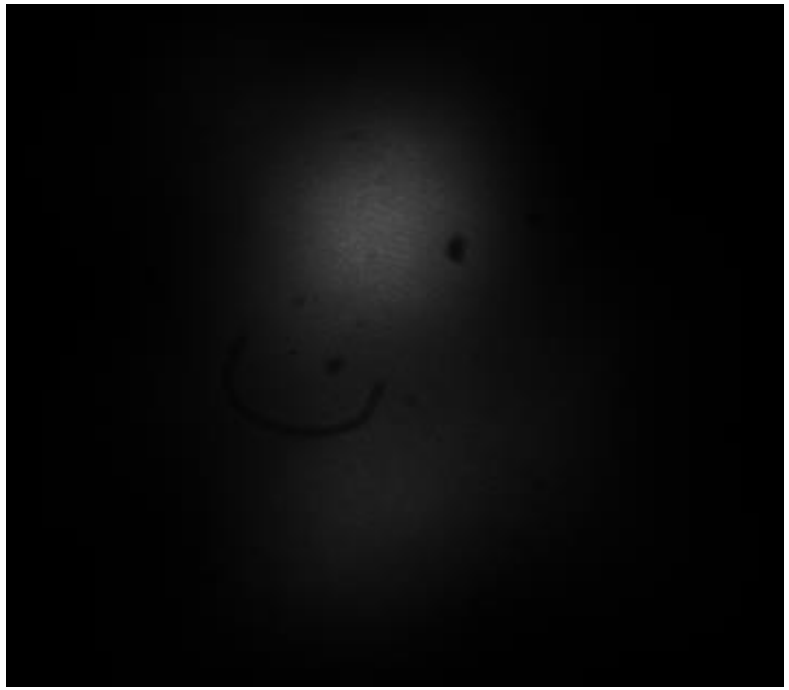
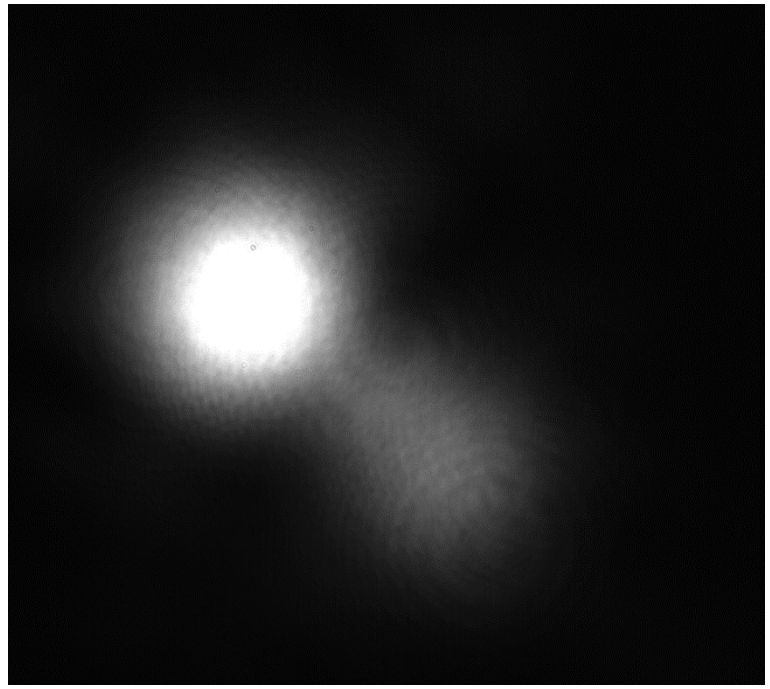


Image des passages juste après installation avec ICCD

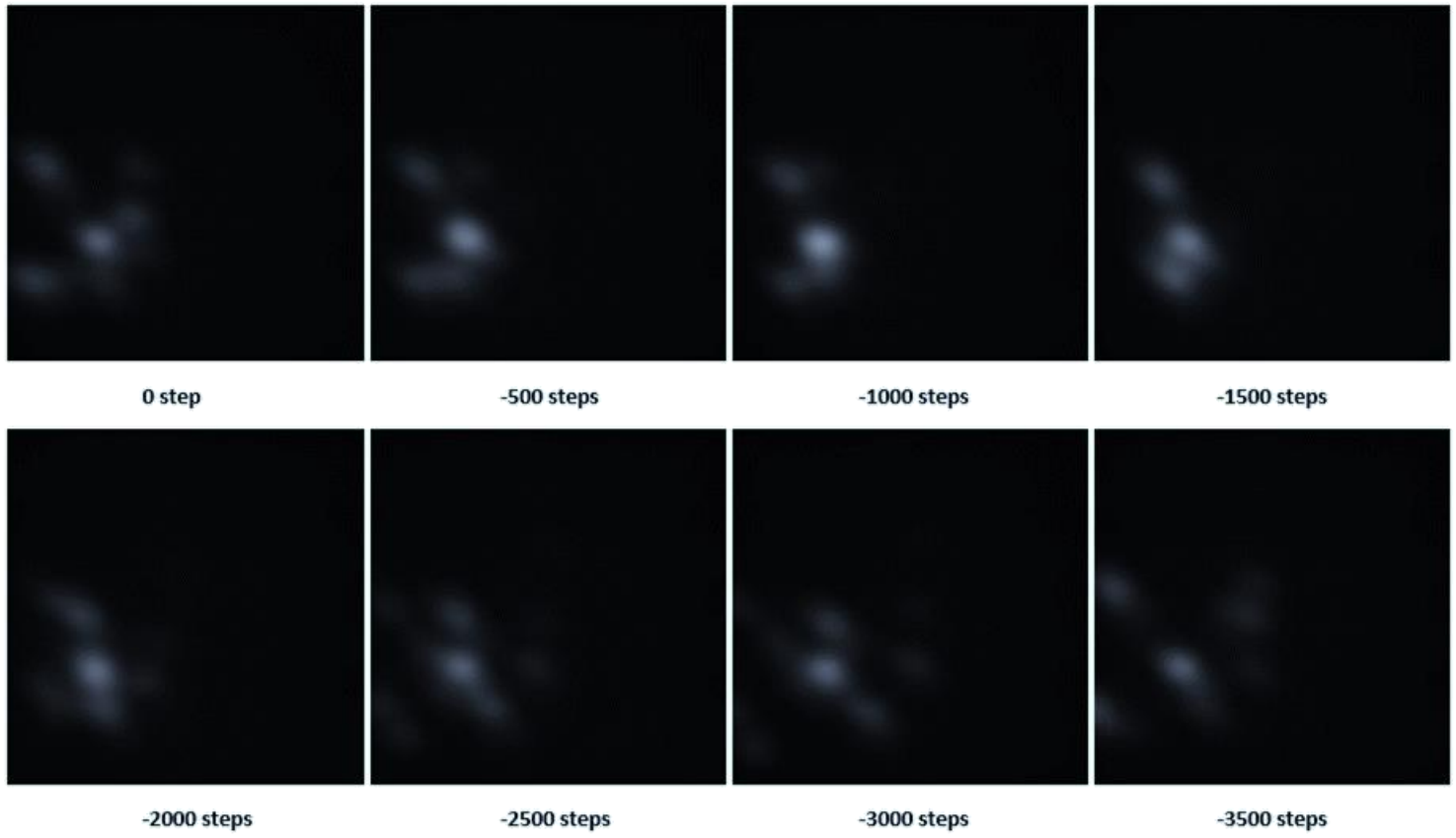


1 jour après installation
T_{acq} = 76 ns avec ICCD



6 premiers passages
1 jour après installation
avec CCD

Résultats LBC prototype : distance transverse au barycentre



Déplacement parabole M2 sur l'axe du faisceau

Dispersion des 10 premiers passages à l'IP

Résultats LBC prototype : conclusion

- Pré-alignement
  - validation de la procédure

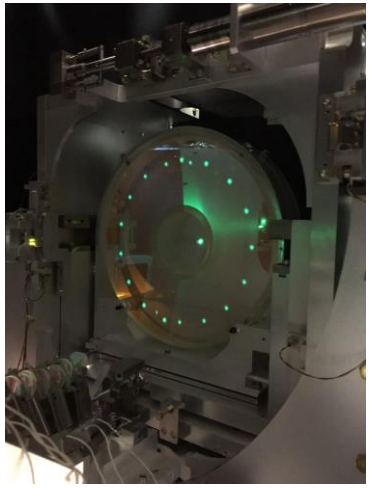
- Synchronisation
  - LBC synchrone

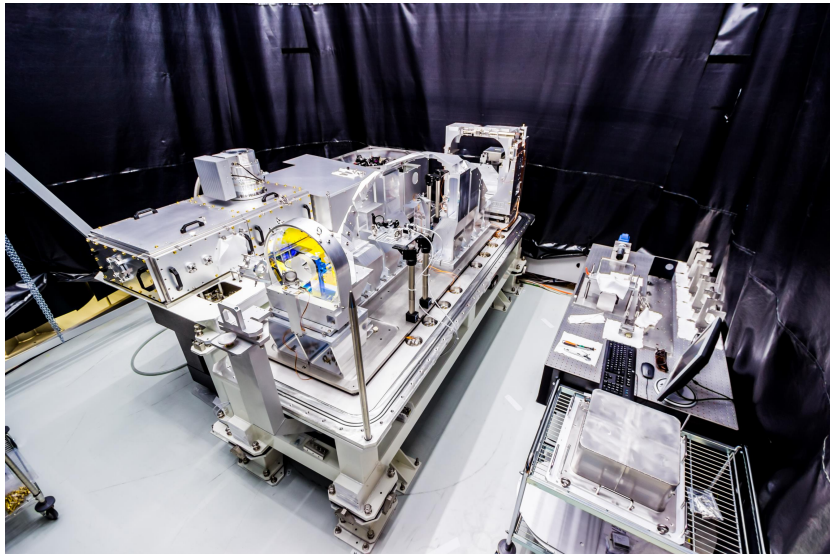
- Algorithme d'alignement fin
  - à faire

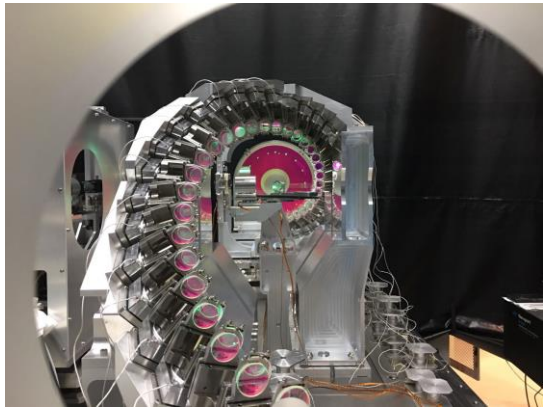
- Réglage fin synchronisation

Assemblage LBC série basse énergie

- Mise en confocalité des paraboles
- Alignement en cascade des paires de miroirs MPS
- Synchronisation des faisceaux

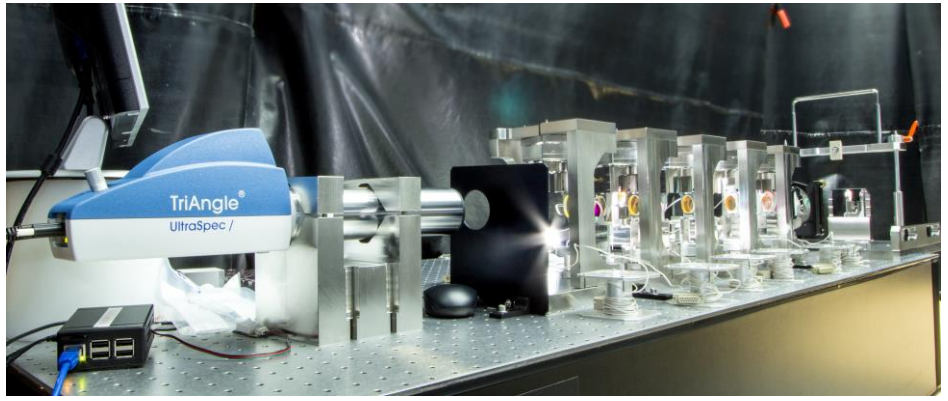


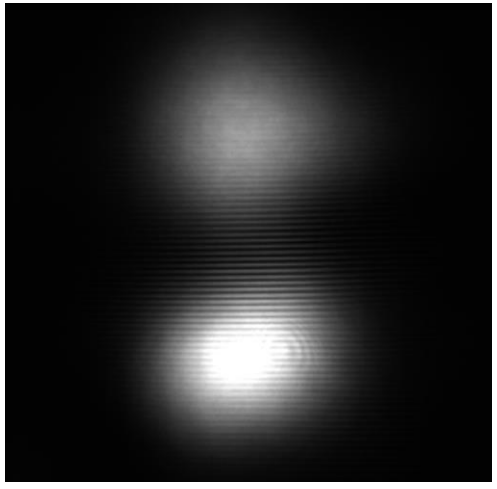




A faire

- ~~Montage paires de miroirs MPS~~
- Algorithme d'alignement fin du LBC
- Test vide LBC

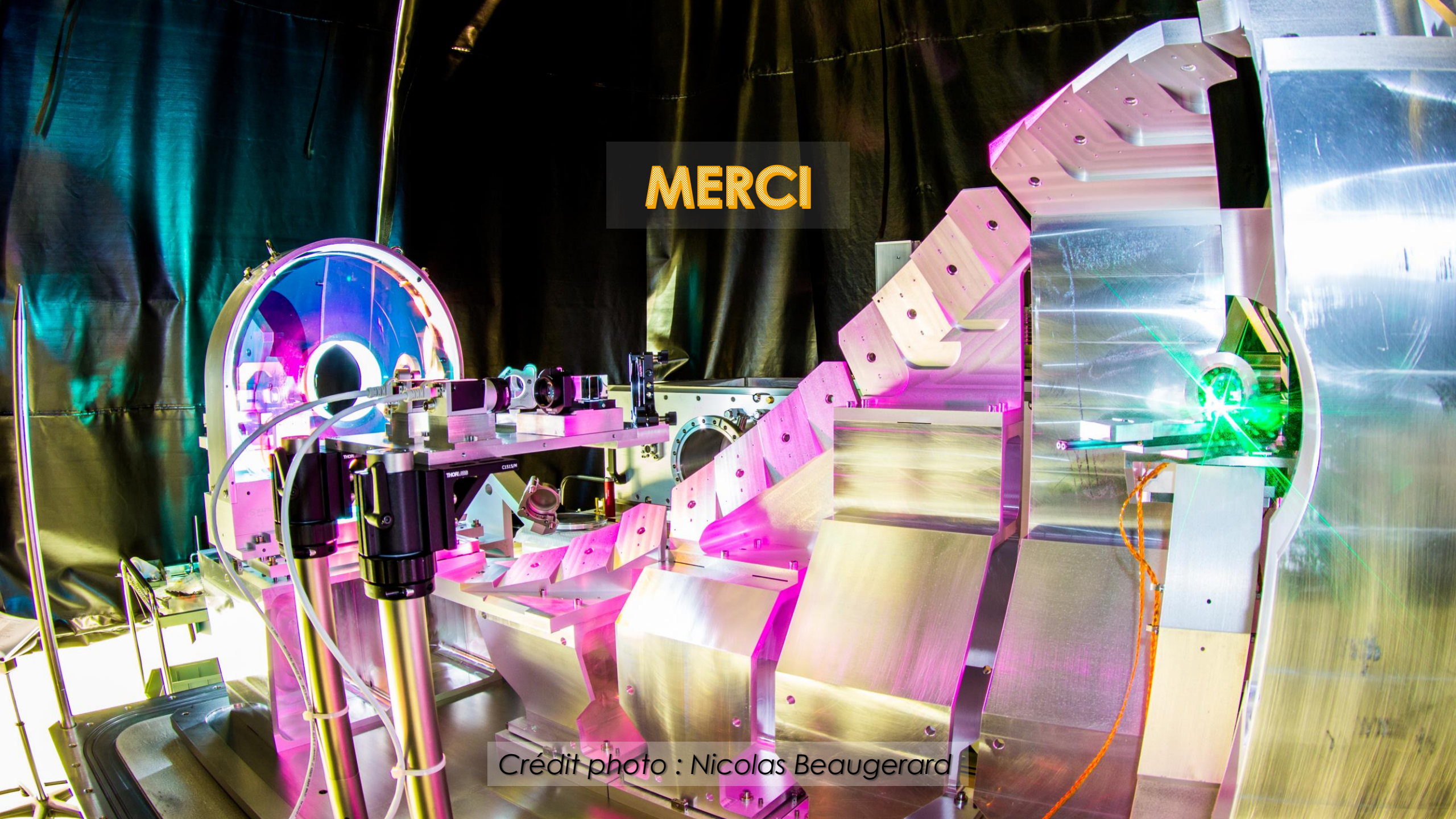




Perspectives

- Désassemblage LBC et envoi Măgurele
  - fin 2017 → conditions satisfaisantes pour livraison dans de bonnes dispositions
- Mise en service du premier IP
  - courant 2018
- Prototypage du LBC du second point d'interaction
  - début 2018

MERCI



Crédit photo : Nicolas Beaugerard