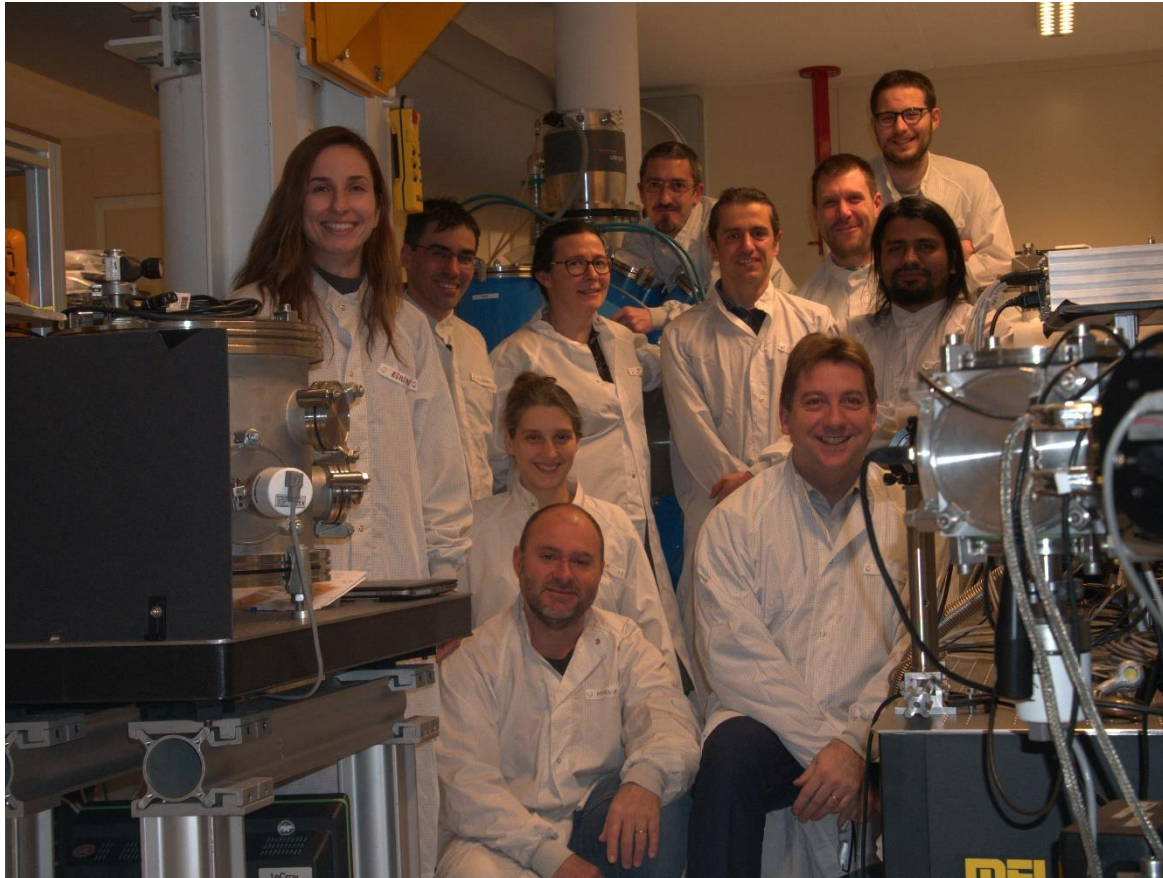


Plateforme LASERIX

E. Baynard ⁽¹⁾, J. Demailly ⁽¹⁾, M. Pittman ⁽²⁾, S. Kazamias ⁽²⁾, B. Lucas ⁽²⁾, O. Guilbaud ⁽²⁾, D. Ros ⁽²⁾,
K. Cassou ⁽²⁾, O. Neveu ⁽³⁾

- (1) Plateforme LASERIX
- (2) Equipe ALEA – Pôle Accélérateur
- (3) Equipe ONLINE – Pôle Ingénierie



8 permanents (UPSay)

Personnels Technique : 4

Enseignants chercheurs : 4

1 PhD & 1 PostDoc en moyenne/an

Responsable Scientifique : S. Kazamias

Responsable Technique : M. Pittman

Activités principales :

- R&D sources intenses (laser, XUV) et diagnostics spéciaux
→ collaborations labos (ISMO, LPGP, SOLEIL, IOGS...), entreprises (Amplitude laser, Imagine Optic, Thalès...)
- Applications (accueil) : Physique des plasmas, des matériaux, irradiation, Etudes résolues en temps XUV-NIR...
- Formation laser CPA (TP : M2 GI-PLATO, Polytech)

Quelques « expertises » de l'équipe :

- Lasers femtosecondes et haute énergie
- Métrologie des impulsions laser ultra-brèves
- Manipulation et métrologie des faisceaux XUV
- Optique non-linéaire, physique des plasmas laser
- Formation, accueil et encadrement utilisateurs, étudiants, stagiaires

Quelques « savoirs faire » de l'équipe :

- Installations expériences « sur mesure »
- Gestion expérimentations sous vide
- Adaptabilité

Nouvelles activités à IJCLab :

Projet PALLAS (K. Cassou : 9h25) : Conception d'un accélérateur e^- par plasma laser à 200MeV

Projet DELLIGHT (X. Sarazin : 12h05) : expérience QED

LASER PILOTE : Une chaîne laser CPA Ultra-intense

Ultra-Intense ?

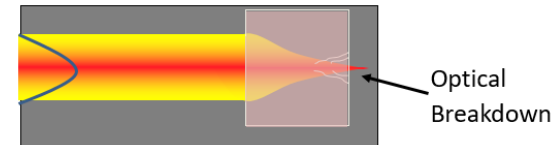
Intensité laser (éclairement) : $[I] = \text{J} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

LASERIX : $1.6 \text{ J} - 40 \text{ fs} \Rightarrow 40 \text{ TW}$ focalisés sur $200 \mu\text{m}^2 \Rightarrow I = 1.5 \cdot 10^{19} \text{ W/cm}^2$

Champs associés : Electrique : $E = \sqrt{\frac{2}{c\epsilon_0}} I \Rightarrow \text{env. } \underline{10 \text{ TV/m}}$ - Magnétique : $B = \frac{E}{c} \Rightarrow \underline{300 \text{ MG}}$

Chaîne CPA ?... Amplification à Dérive de Fréquence

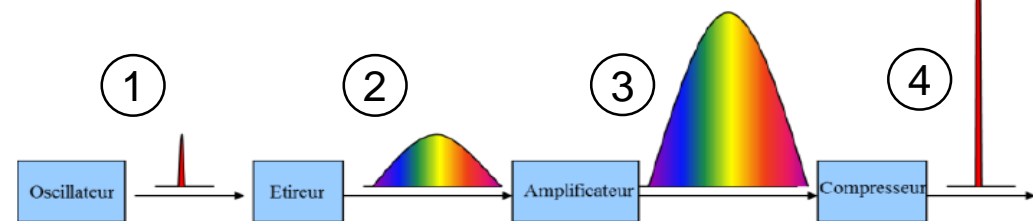
$I > \text{GW/cm}^2 \Rightarrow$ Réponse non-linéaire des matériaux (Effet Kerr Optique)



\Rightarrow Contenir I au cours de l'amplification = allonger la durée des impulsions

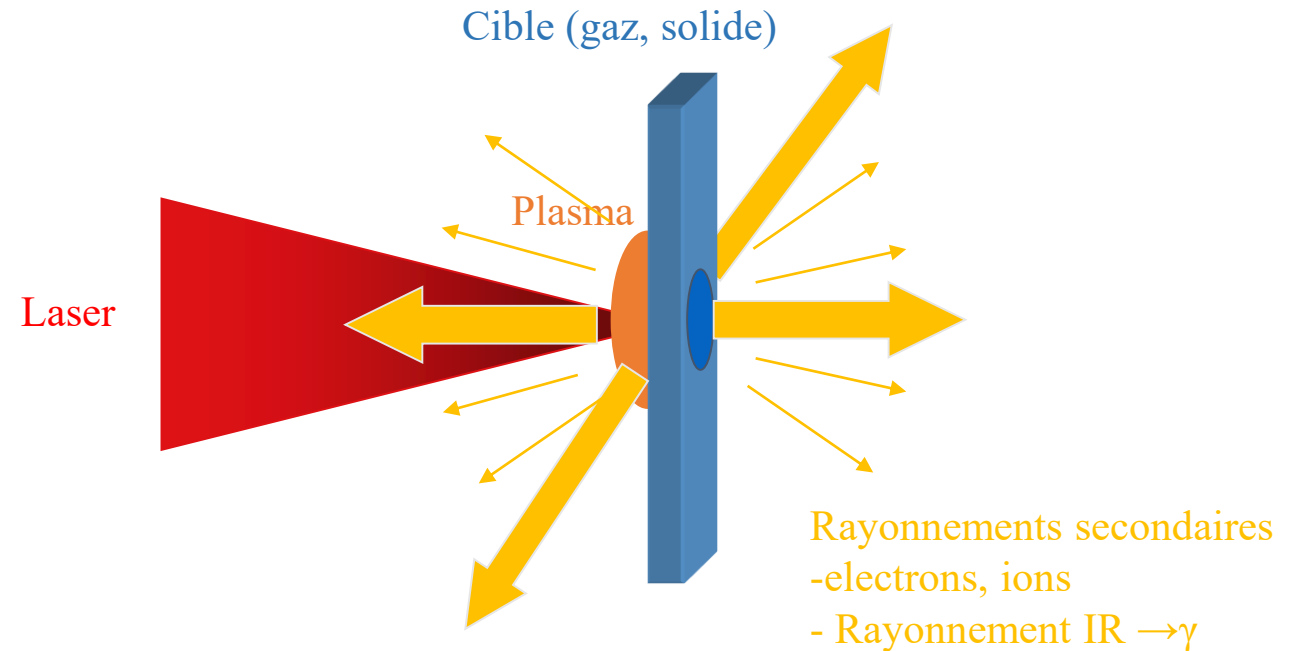
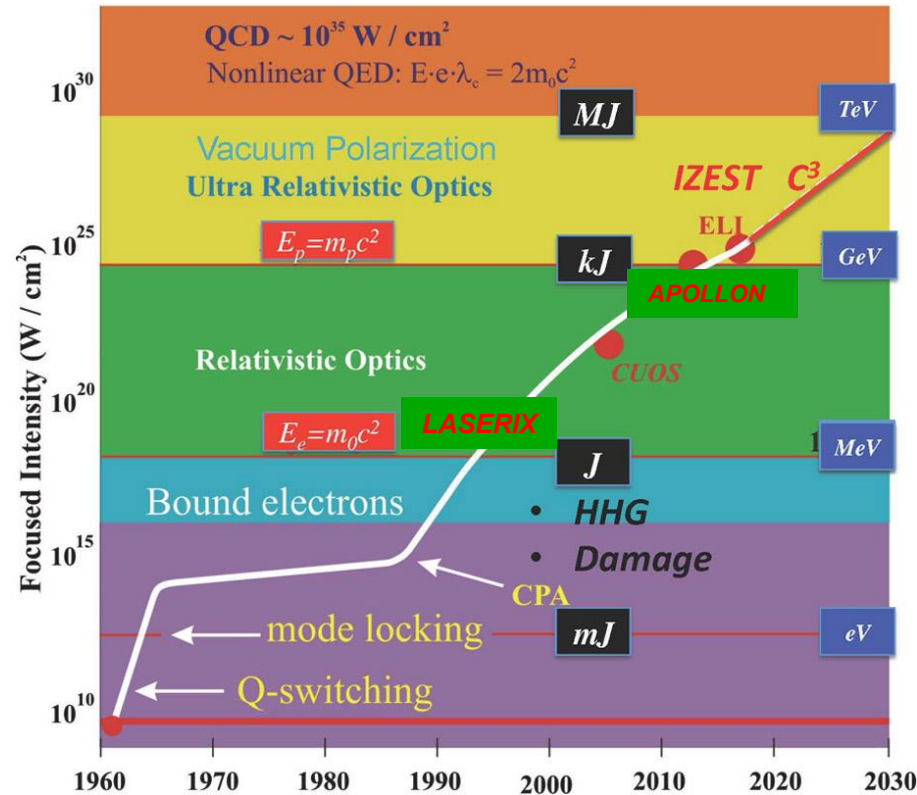
LASERIX

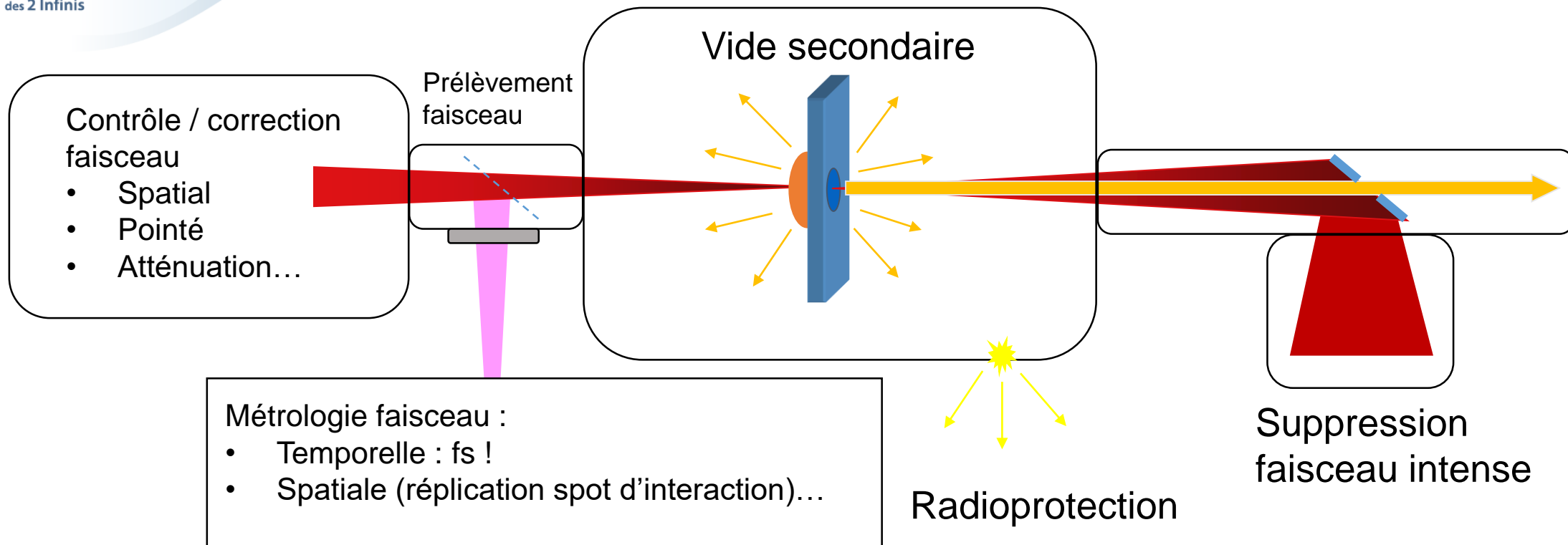
1. Oscillateur : $20 \text{ fs} - 5 \text{ nJ}$ @ 75 MHz
2. Etirement : $\times 25\,000 \rightarrow 250 \text{ ps}$
3. Amplification (5 étages) : $\times 4 \cdot 10^8 \rightarrow 2 \text{ J}$ @ 10 Hz
4. Compression : $\frac{1}{25\,000} \rightarrow 1.6 \text{ J} - 40 \text{ fs}^{(*)}$ @ 10 Hz



() Perte de spectre, transmission compresseur, résidus de phase spectrale*

Phénomènes non-linéaires (DELLIGHT), physique des plasmas chauds,
phénomènes transitoires rapides...
Exploitation des émissions secondaires (LASERIX, PALLAS)



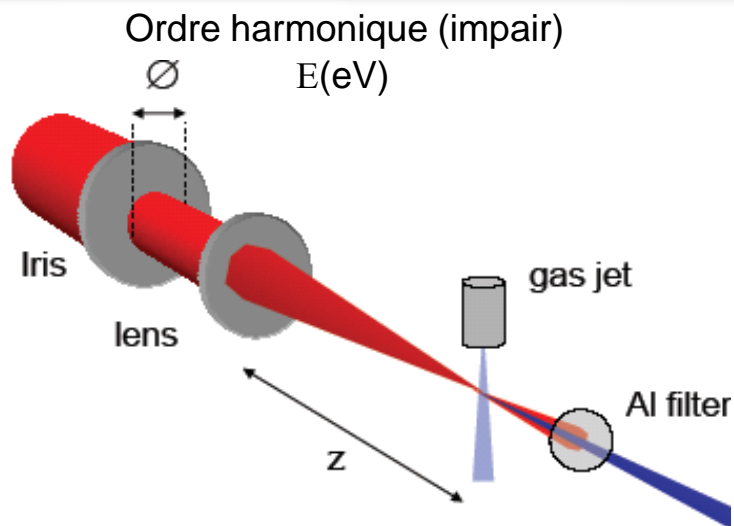
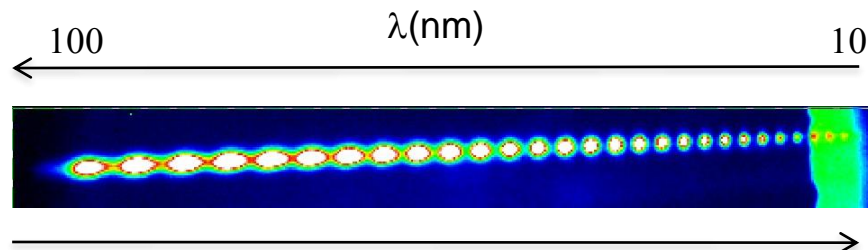


Manipulation et métrologie faisceau complexes : 50 fs \Rightarrow 20 μ m \Rightarrow distorsions quasi-impossibles à éviter
 \Rightarrow Stratégies de pré-compensations statiques (lentes), corrections dynamiques rapides avec rétroactions...

\Rightarrow Illustration avec PALLAS

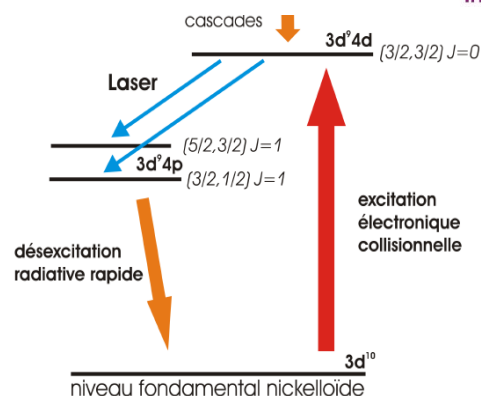
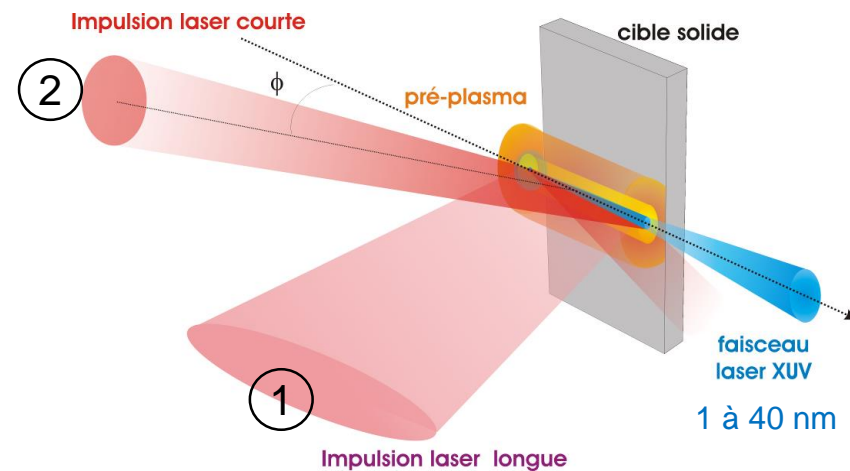
HOE

$$I \sim 10^{14} \text{ W/cm}^2 \text{ (10 mJ / 40 fs / } 100 \mu\text{m}^2\text{)}$$

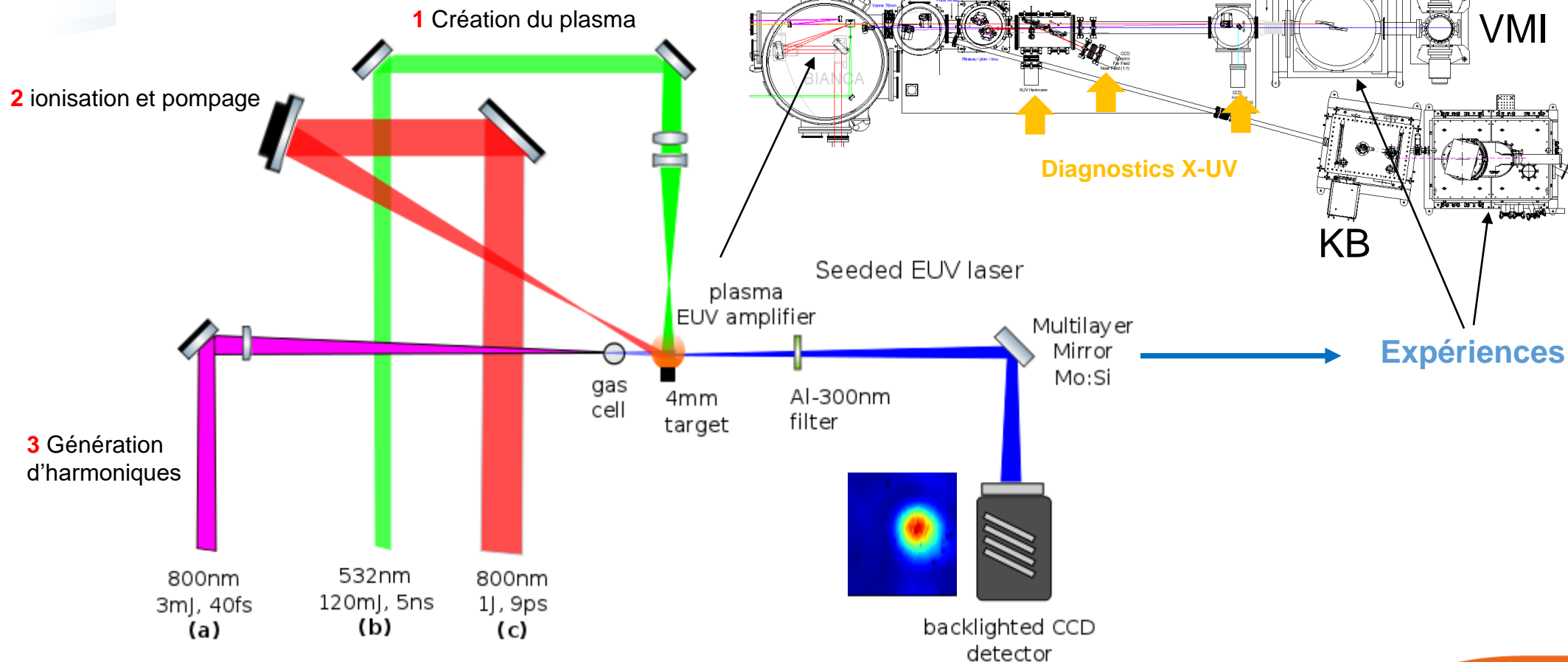


Laser X (TCE)

$$I \sim 10^{14} \text{ W/cm}^2 \text{ (1.5 J / 1-10 ps / } 0.5 \text{ mm}^2\text{)}$$



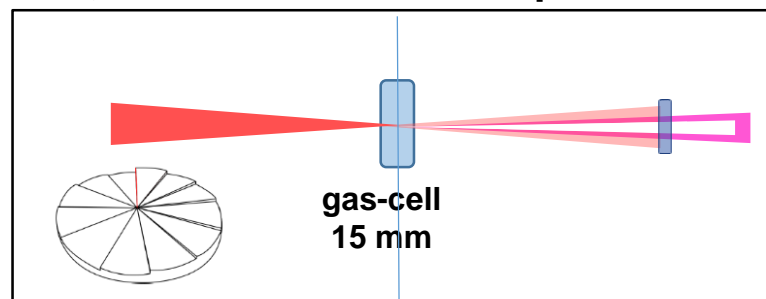
TCE :
Excitation collisionnelle transitoire



Generation, caractérisation... amplification de faisceaux X-UV vecteur-vortex

Laser IR générateur (815 nm)

1. Modification du front d'onde
2. WF + polarisation



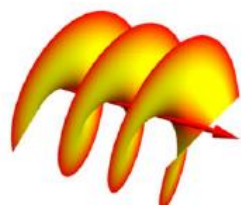
Harmonique 25 du laser (32.6 nm)

Polarisation S

Mesure :

capteur de front d'onde Hartmann XUV

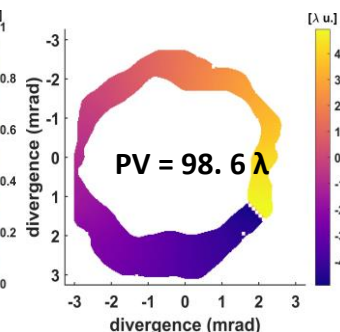
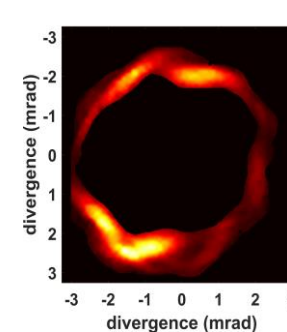
Faisceau IR



Vortex

Faisceau HOE

Vortex

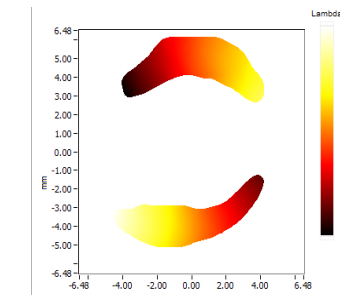
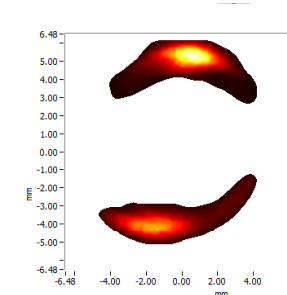


$\ell_1 = 4$

$\ell_{25} = 100$

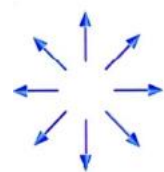
Vecteur Vortex

Vecteur-Vortex



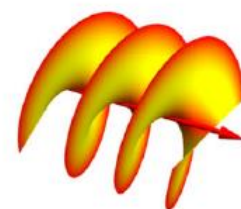
①

②



Polarisation
radiale

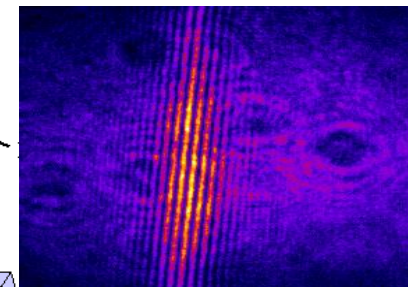
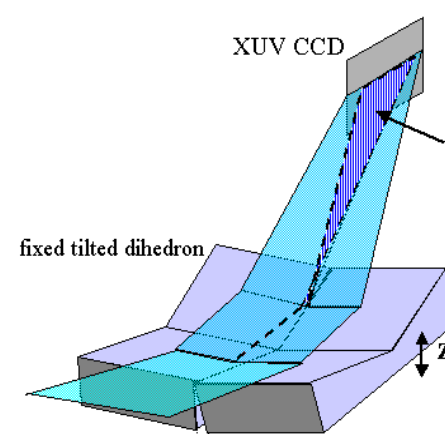
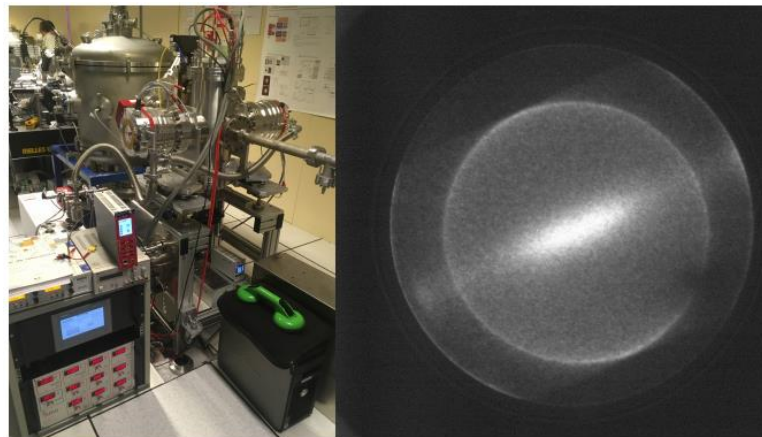
+



Vortex

Développement de diagnostics temporels XUV

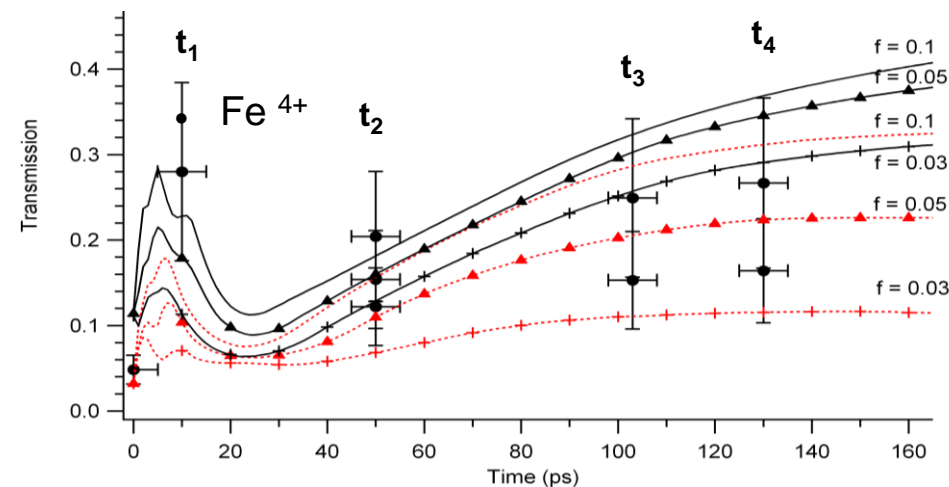
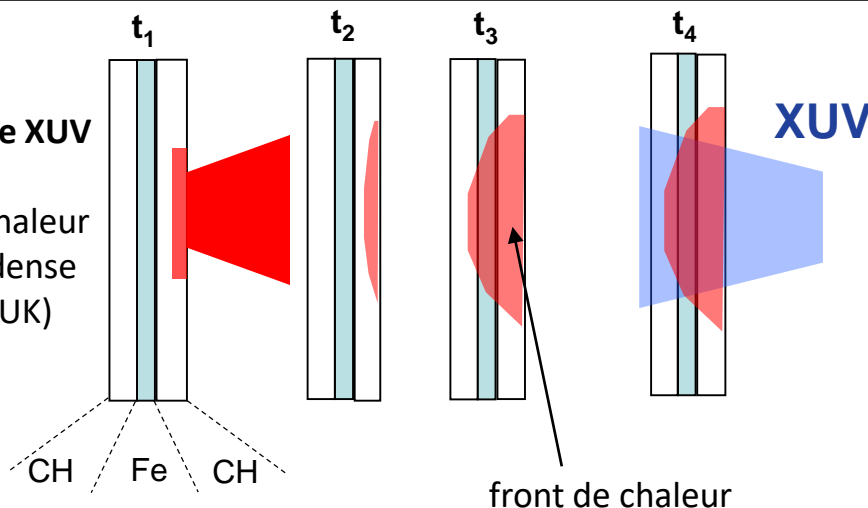
Spectromètre à électrons
VMI pour expérience de
streaking (coll. ISMO)

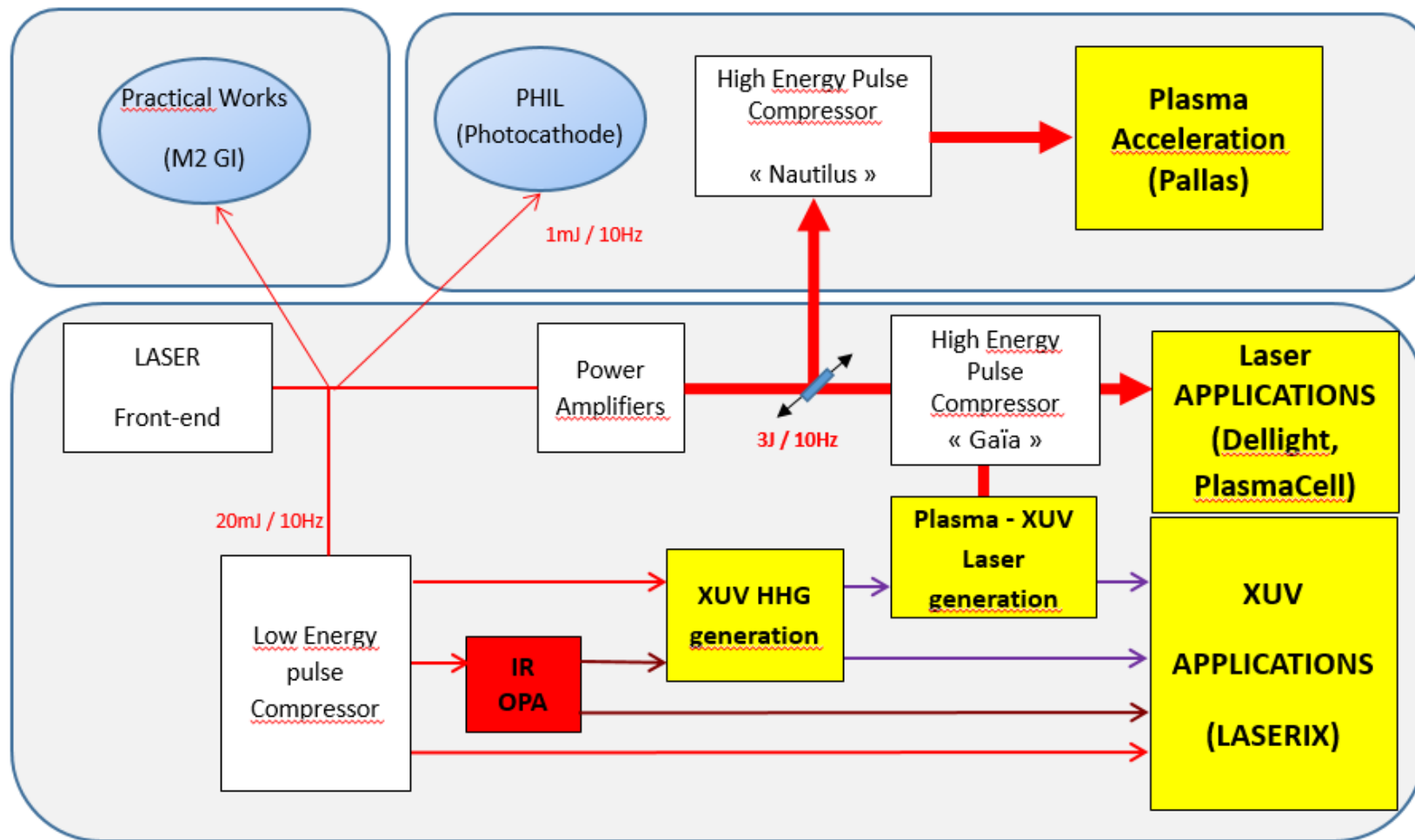


Interféromètre XUV

Expériences
pompe IR / sonde XUV

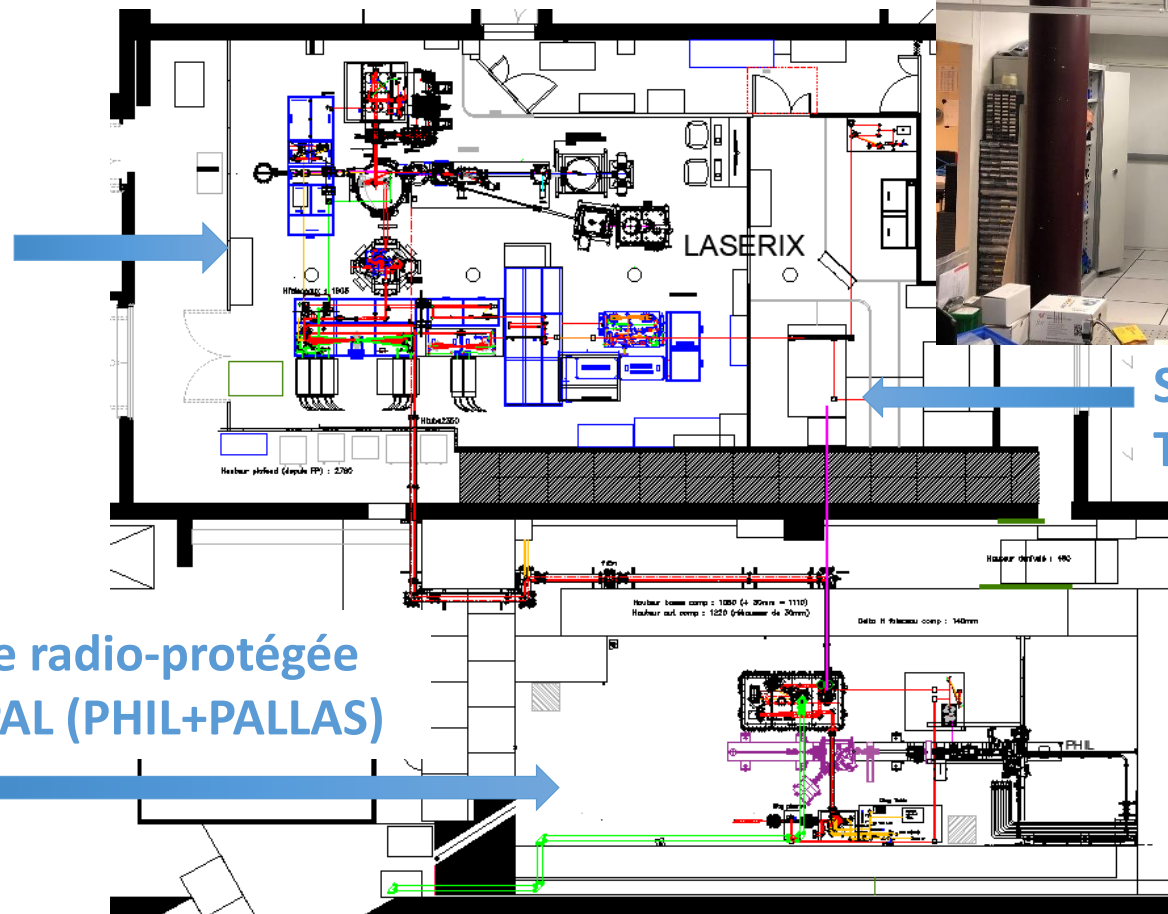
Transport de la chaleur
dans un plasma dense
(coll. Univ. York, UK)







Salle LASERIX
Sources X-UV et applications



Salle laser PHIL
TP et R&D laser



Salle radio-protégée
NEPAL (PHIL+PALLAS)

LASERIX :

- Plateforme animée par l'équipe « historique » qui l'a développée (renforcée depuis)
- Maintenu à l'état de l'art depuis 14 ans (malgré 2 déménagements !!)
- Evolutions portées par les projets
- Versatile, adaptable pour l'accueil d'expériences « exotiques »

Besoins :

- Dispositif de financement pérenne pour le fonctionnement (cf. MRM UPSud 2010 → 2019)
- Accompagnement dans le temps : vision à long terme / perspectives d'évolutions (locaux)
- Support technique :
 - ✓ Informatique : supervision, contrôle commande, pilotage équipements (contrôles moteurs, acquisitions/sauvegardes...)
 - ✓ CAO, mécanique, vide
 - ✓ Radioprotection
 - ✓ ...

Demande de labélisation IN2P3 en cours de préparation

MERCI

HISTORIQUE

Définition de l'installation : Plateforme Laser Intense dédiée à la R&D et aux applications de sources X-UV cohérentes

Historique : 2004 - 2013 au LOA

→ 2009 : Développement laser (*) puis des sources XUV et premières applications

→ 2013 : Plateforme LASERIX / rattachement au CLUPS - Accueil d'expériences

2014 – 2015 Installation au LAL

2015 – 2019 : Reprise activité Plateforme

2020 : Rattachement à IJCLab

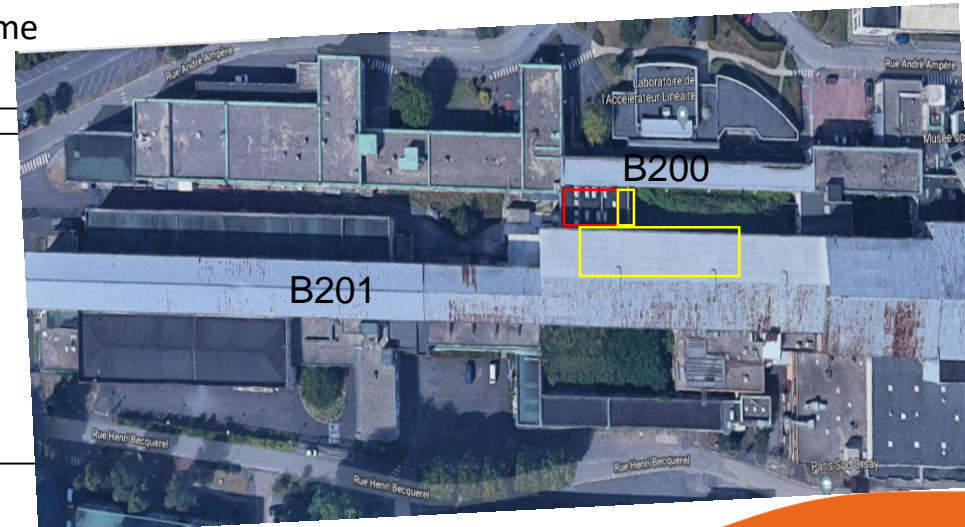
FINANCEMENT

CPER (2000-2006) : Projet CPER 2000 POLA-LASERIX) : 3.5 M€

Soutiens récurrents (2011 - 2019) : 140 k€/an (UPSud -MRM-)

Projets (depuis 2005) : > 100 k€/an

Accueil (2013 - 2019) : Laserlab 3 puis 4 – non renouvelé en 2020



(*) F. Ple et al., "Design and demonstration of a high-energy booster amplifier for a high-repetition rate petawatt class laser system," Opt. Lett. 32, 238-240 (2007)