



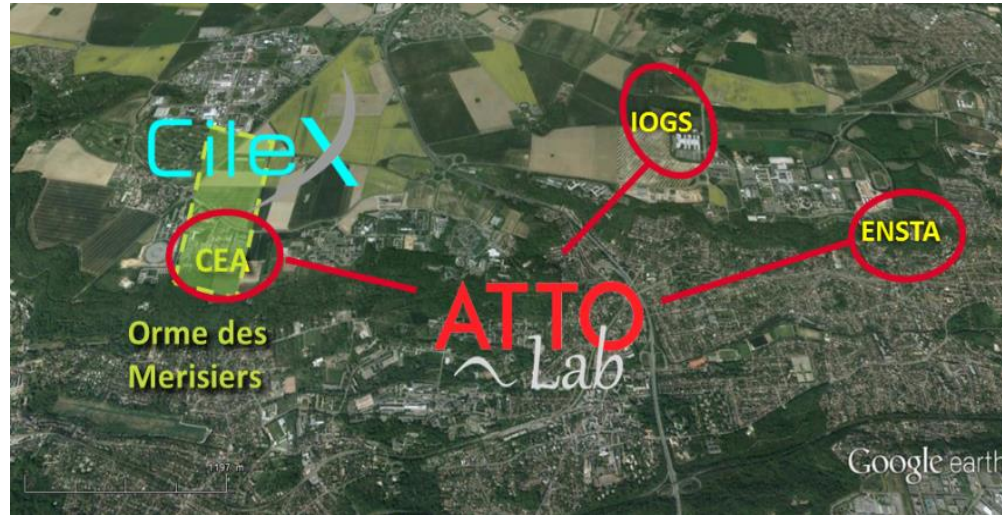
# Réunion de Conclusion de l'EquipEX & Réunion des Utilisateurs d'ATTOLab 27 et 28 novembre 2019



Philippe Martin  
Directeur du LIDYL  
Coordinateur d'ATTOLab depuis 18/12/2018

*Laboratoire Interactions, Dynamiques et Lasers  
UMR 9222, CEA – CNRS – Université Paris-Saclay*



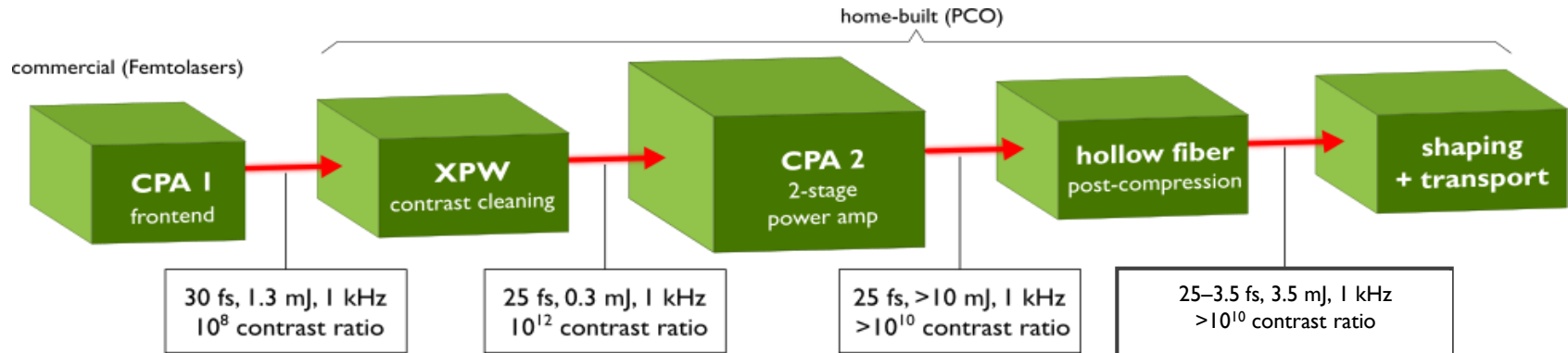


- Trois installations complémentaires au LIDYL, au LOA et au LCF
- Des plateformes expérimentales issues de six laboratoires : LIDYL, ISMO, LPS, SPEC, LPMS et Soleil

*Tranche 1 Equipement (01/10/2012 – 30/06/2016) : 3 M€*

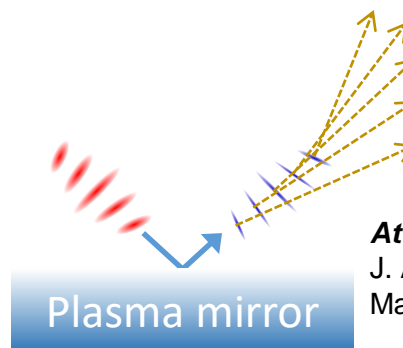
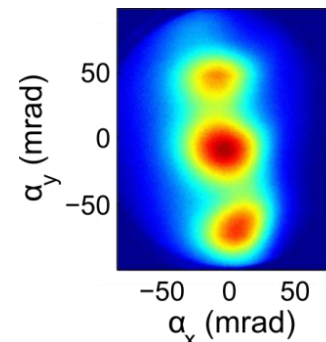
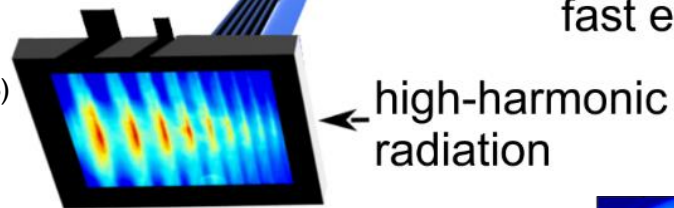
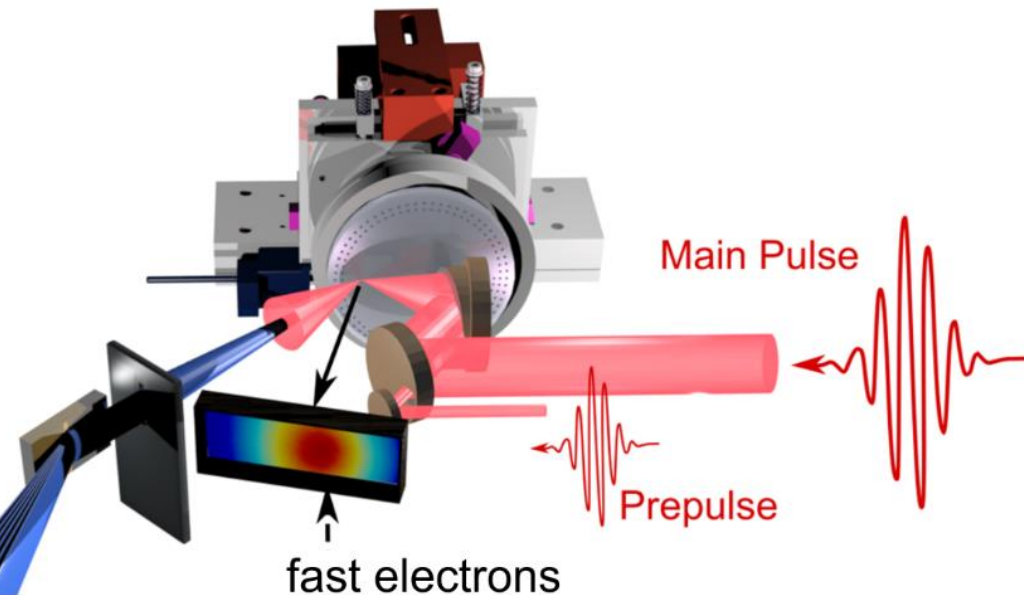
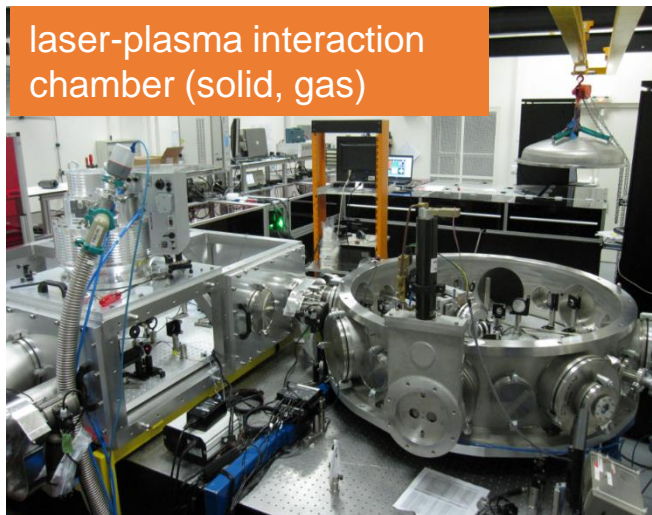
*Tranche 2 Exploitation (01/01/2014 - 31/12/2019) : 2 M€*

*Financements complémentaires Bâtiments/ Equipements / CDD : 7.5 M€*



Duration (fs)	24	10	7.5	5	3.5
Intensity ( $10^{19}$ W/cm <sup>2</sup> )	0.24	0.58	0.77	1.15	1.64

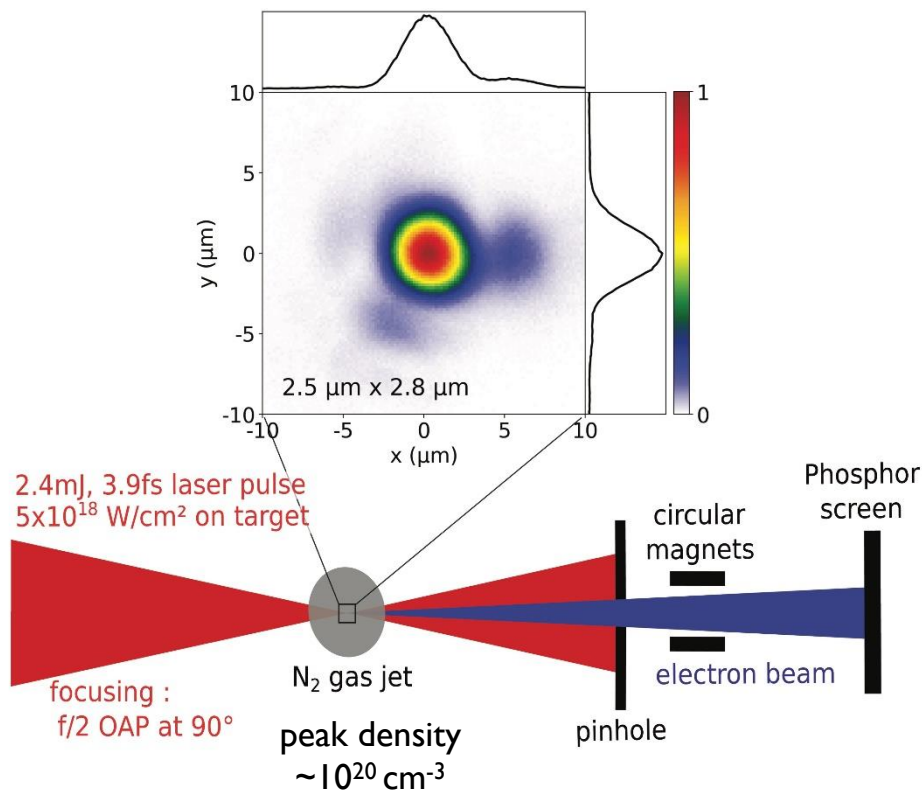
→ Relativistic optics at 1 kHz



**Attosecond lighthouses from plasma mirrors**

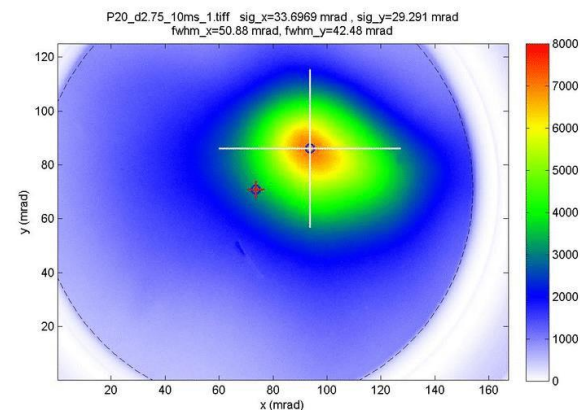
J. A. Wheeler, A. Borot, S. Monchocé, H. Vincenti, A. Ricci, A. Malvache, R. Lopez-Martens, F. Quéré, *Nature Phot* 6, 829 (2012)

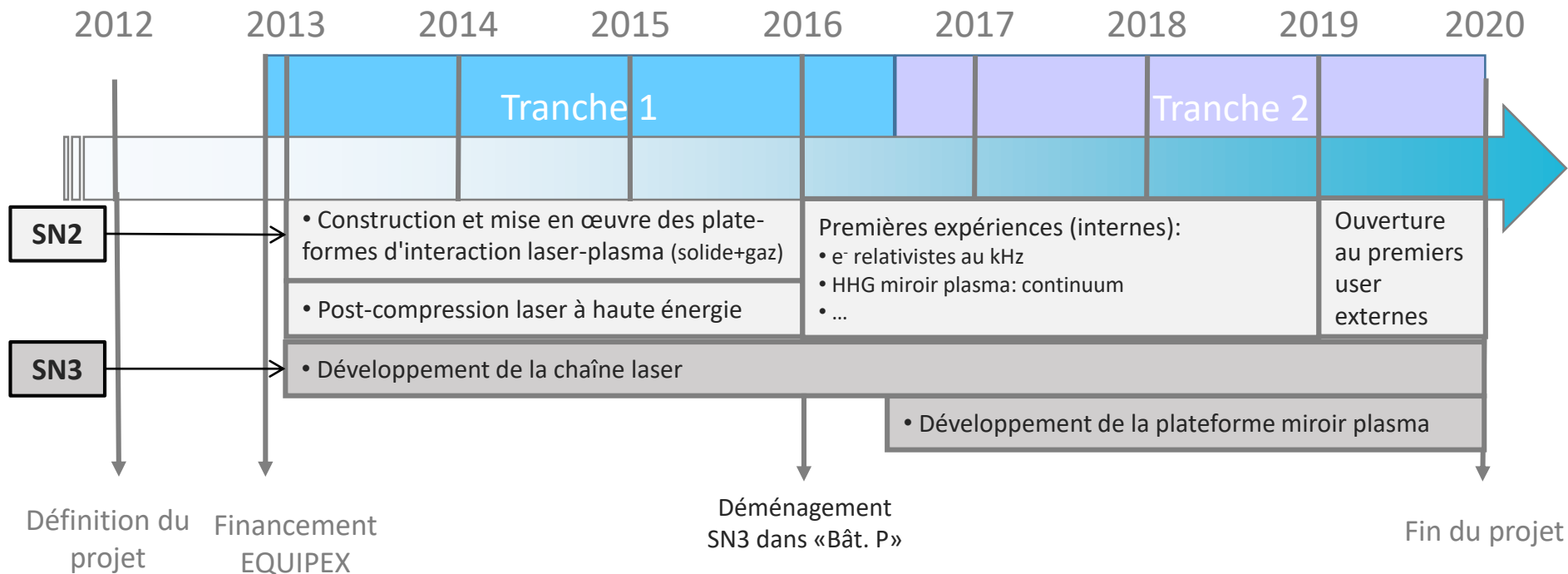




## Electron beam:

- ☐ charge  $\sim$  few pC/shot
- ☐ divergence  $\sim$  60 mrad
- ☐ energy  $>$  MeV





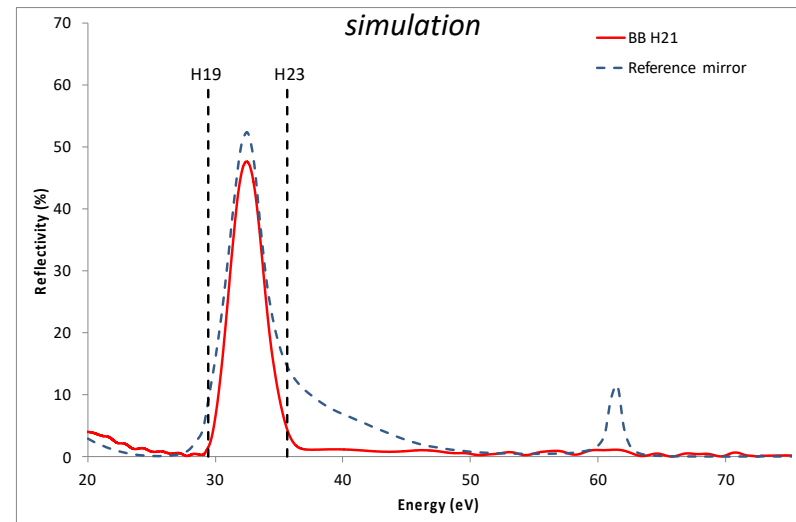
SN2: expériences laser-plasma sur les 2 plateformes solide/gaz

SN3: sur la R&D optique ultrafast.

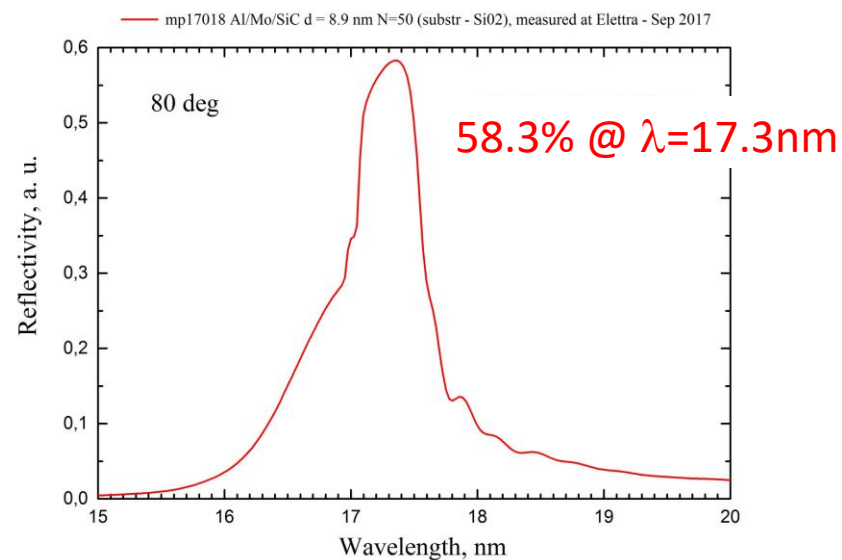


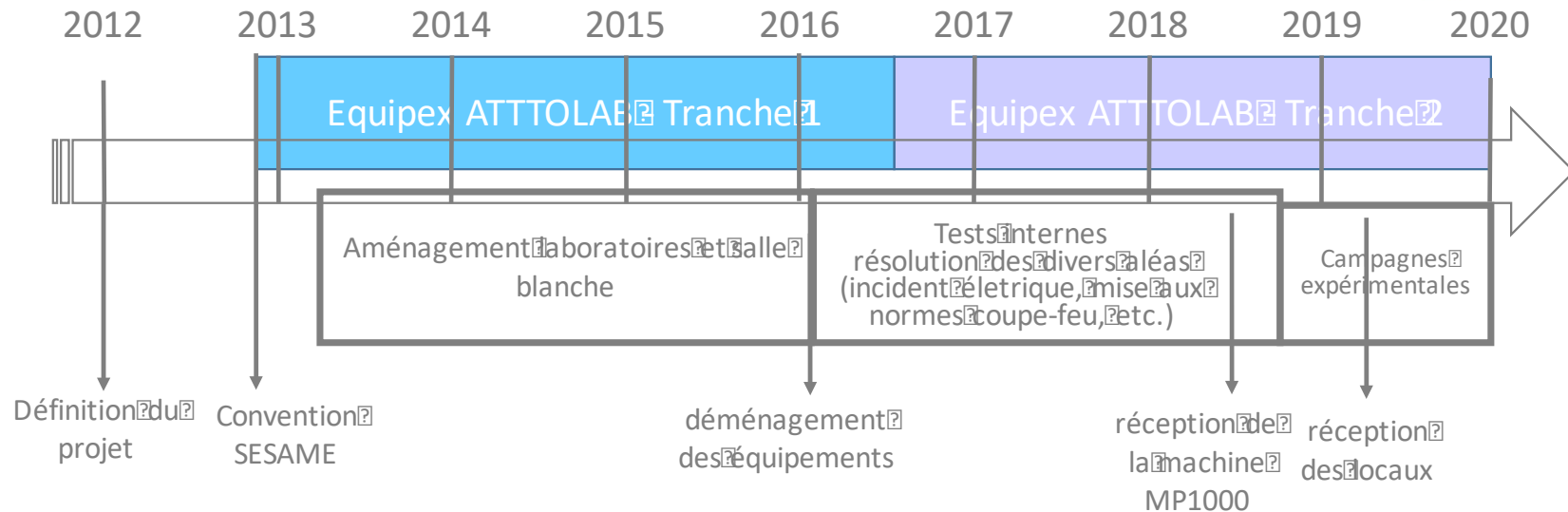


## Miroir sélectif pour la ligne à retard de FAB10



## Record de réflectivité à 17 nm





## Campagnes expérimentales :

- LaserIX : 10 miroirs de transport de faisceau à 17,4nm, 18,9nm et 32,6nm
- Institut Lumière Matière (Lyon) : 1 miroir à 32nm
- LIDYL-Attophysics : revêtement d'1 miroir parabolique à 32nm
- CEA DAM : 4 miroirs large bande pour les diagnostics plasma LMJ
- CEA DAM : étude de miroirs X à base de Pt (en cours)
- Etude multicouche pour ligne à retard FAB10 (en cours)
- Etude et optimisation de nouvelles structures multicouches (Thèse de J. Rebellato, CNES/EDOM)
- Mise au point des procédés de dépôt sur la nouvelle machine MP1000 (SOLEIL), 70 dépôts

## Publications :

- F. Delmotte et al., Proc. SPIE 9207, 92070K (2014)
- S. de Rossi et al., Optics Letters 40, 4412 (2015)
- F. Delmotte et al., Proc. SPIE 9589, 958907 (2015)
- J. Rebellato et al., Proc. SPIE 10691, 106911U (2018)

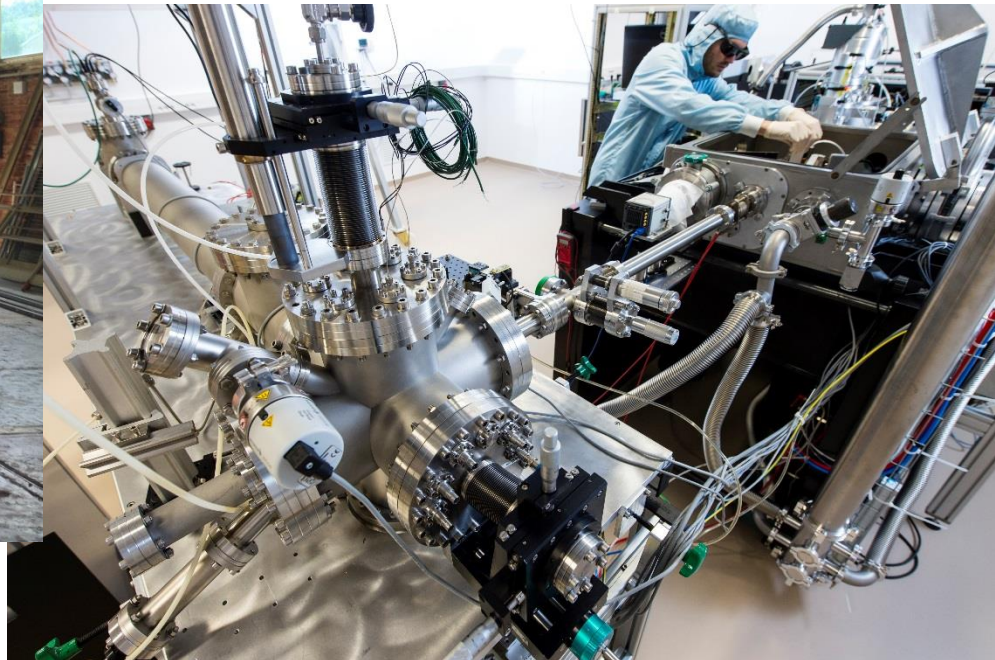


- CeMOX est une plateforme du LCF, recensée comme plateforme technologique de l'Université Paris-Saclay (ancienne plateforme LUMAT)
- Ouverte aux laboratoires partenaires pour l'accueil de personnel (doc, post-doc, ingénieurs) et/ou la réalisation d'optiques XUV
- Frais de fonctionnement de l'environnement « salle blanche » pris en charge en partie par le LCF
- Principe d'auto-financement pour les frais de fonctionnement des équipements (mis en œuvre avec succès depuis 2004), facturation pour les réalisations et l'utilisation des équipements pour les projets de recherche

Avril 2014



Lignes de lumières IR+XUV attoseconde  
pour les utilisateurs (FAB1 et FAB10)



- XUV spectrometer
- Spectral/spatial control
- XUV/IR delay line

Spectral phase diagnostic (RABBIT)

### Cofinancements majeurs

- Univ Paris-Saclay LIDEX OPT2X (D. Dowek, ISMO)
- Région IdF PULSE-X (idem)

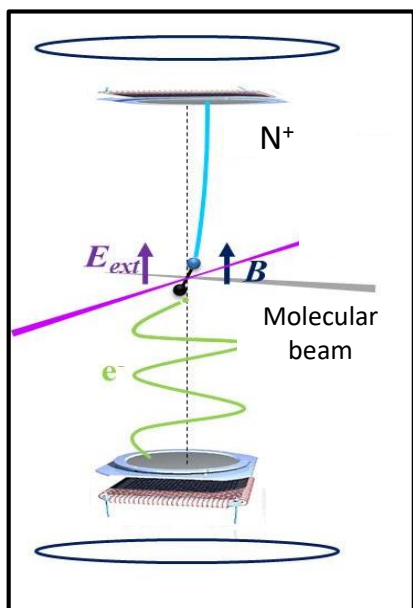
Harmonic source (gas)



### 3 modes of XUV spectral / temporal selection

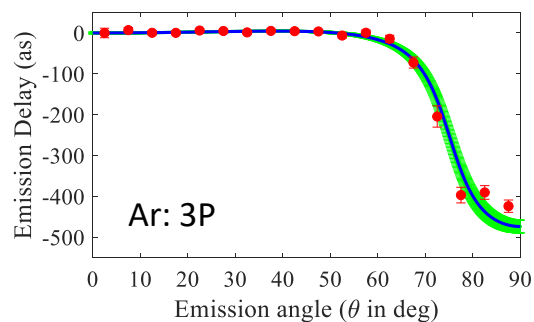
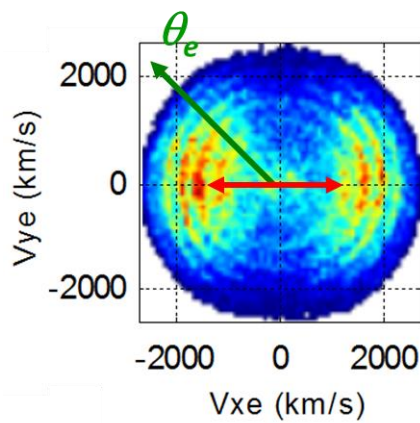
Type	XUV $\Delta E$	XUV $\Delta \tau$	XUV / IR delay
Very broadband (VBB)	10-30 eV	100 as	
Broadband (BB)	1-5 eV	1 fs	
Narrowband (NB)	100 meV	10 fs	

Le temps d'ionisation dépend t-il de l'angle ?



$$I_{SB}(\theta, \tau) = A(\theta) + B(\theta) \cos(2\omega\tau + C(\theta))$$

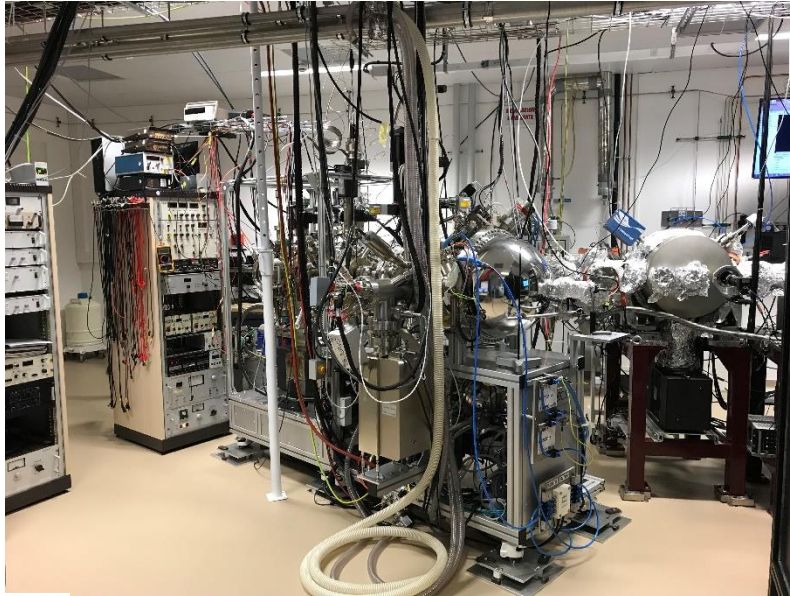
Photoionization time delay  $\frac{C(\theta)}{2\omega}$



J. Joseph, F. Holzmeier, JC Houver, D. Dowek  
*En préparation*



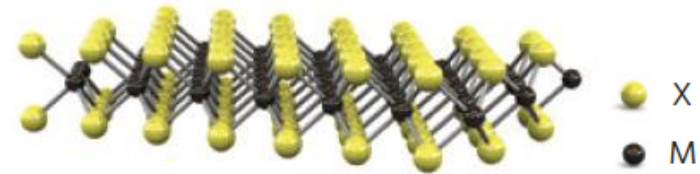




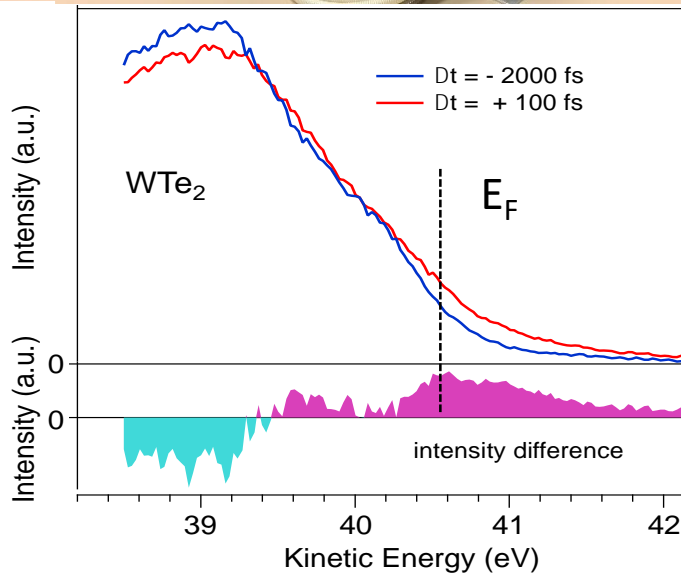
materials under study:

- Transition Metal DiChalcogenides (TMDC)

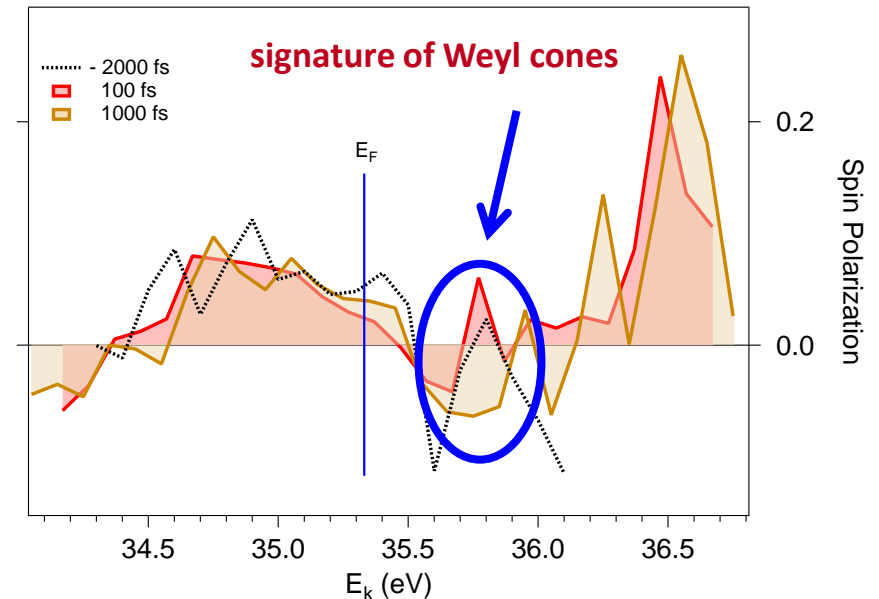
MoS<sub>2</sub>, WSe<sub>2</sub>, WTe<sub>2</sub>, HfTe<sub>2</sub>



WTe<sub>2</sub> : Weyl type II semimetal (tilted cones)

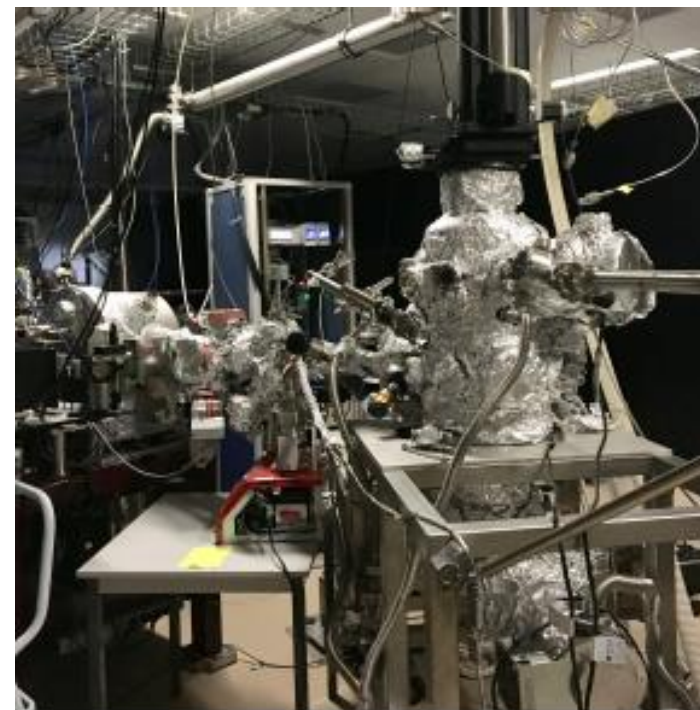
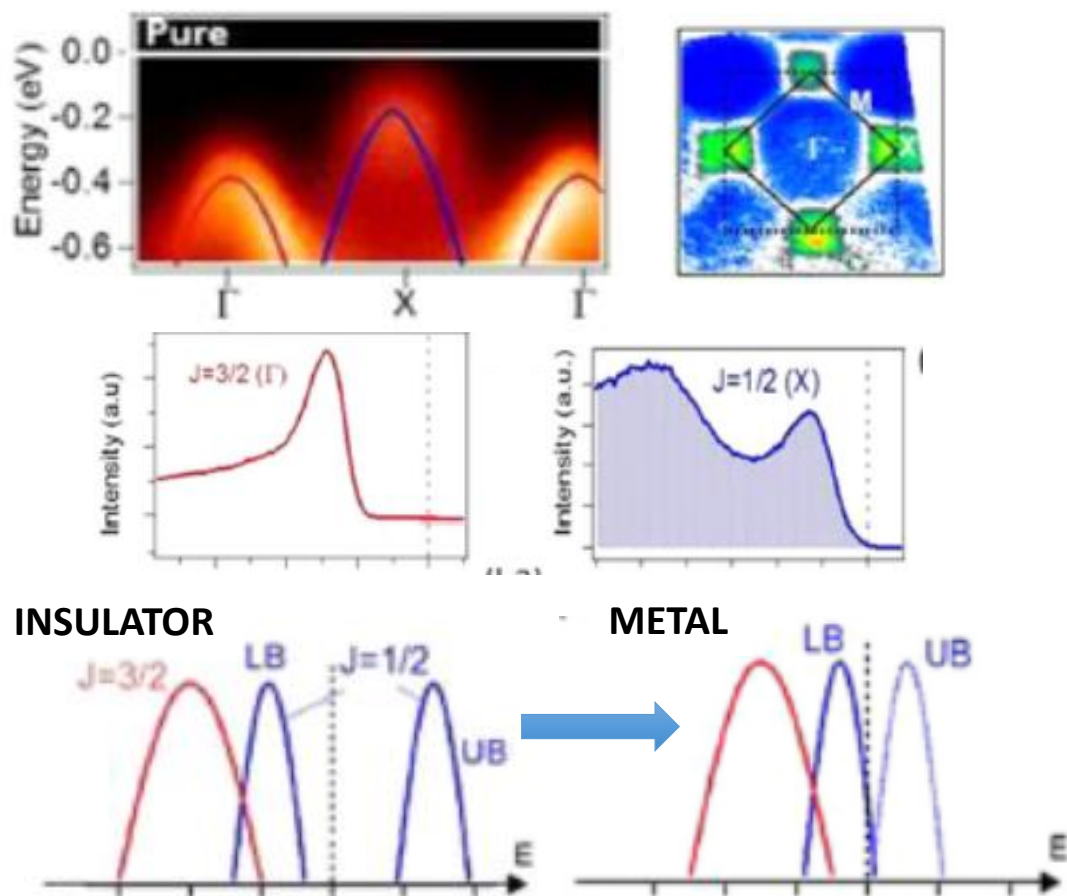


without spin resolution



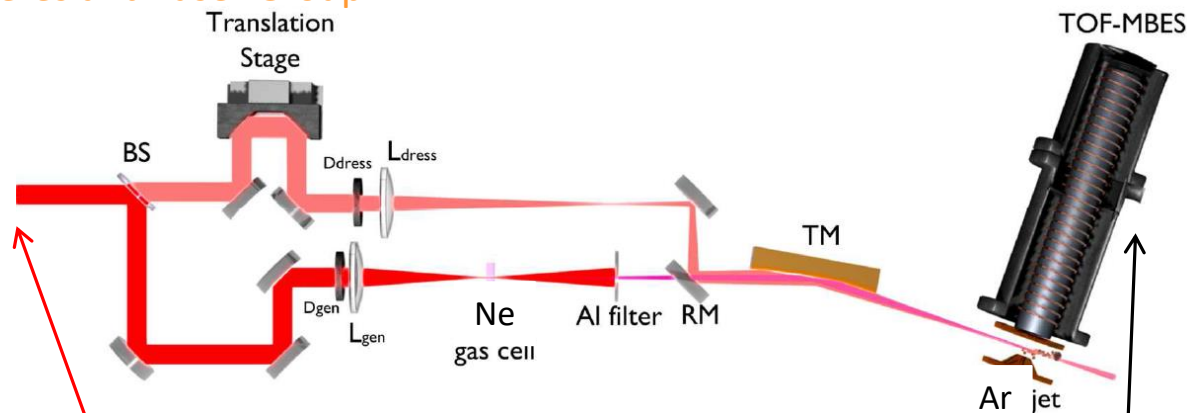
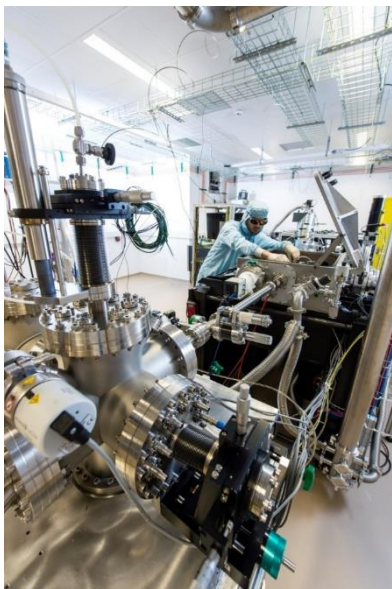
with spin resolution

ARPES on  $\text{Sr}_2\text{IrO}_4$  *Spin-orbit coupled Mott material*  
5d bands give different behaviour at G and at X



ARPES station on FAB10

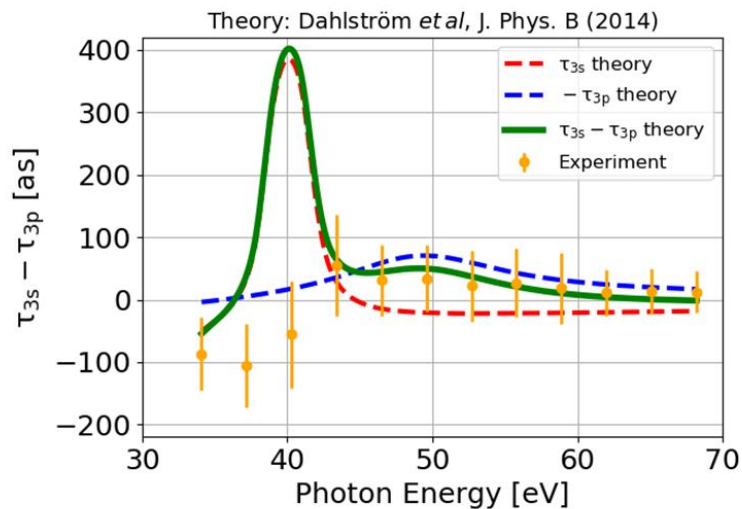
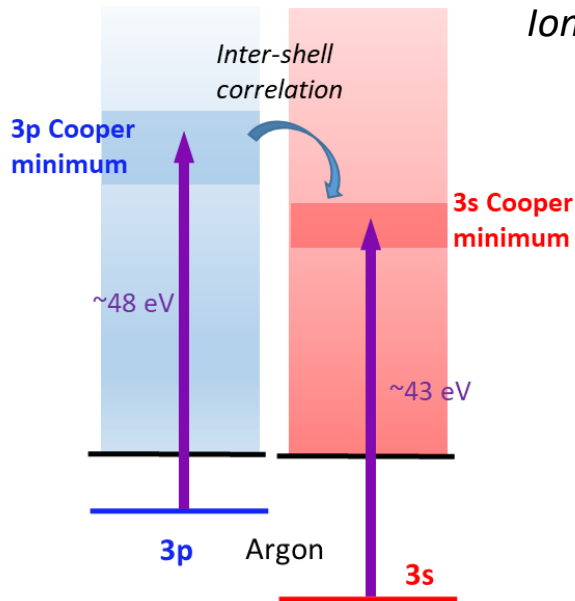




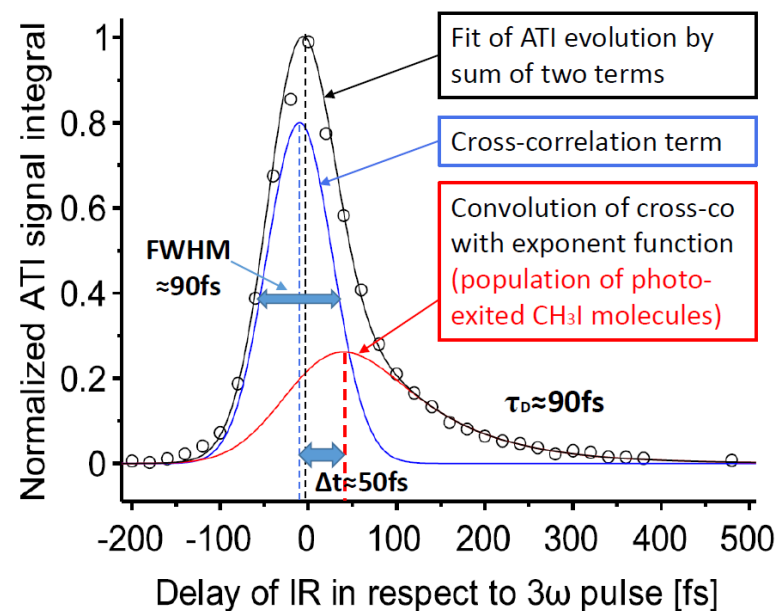
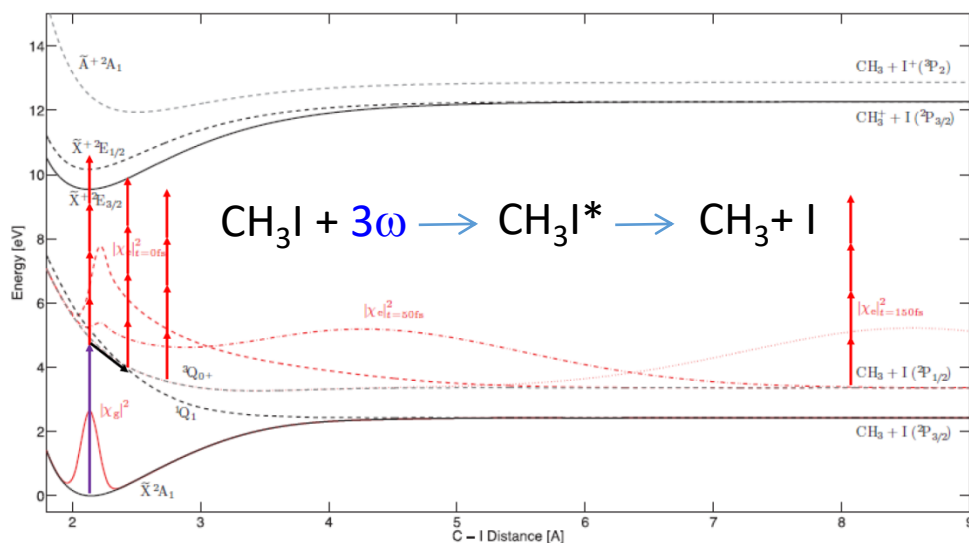
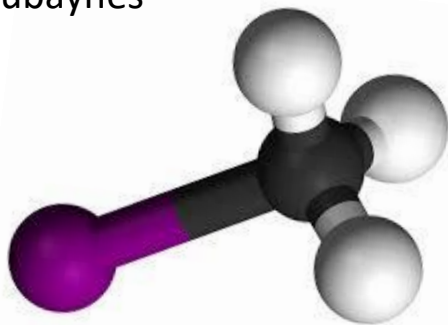
Ti:Sa laser  
800 nm, 25 fs  
1 kHz, 15 mJ

High-resolution Magnetic Bottle  
Electron Spectrometer (2m-long)

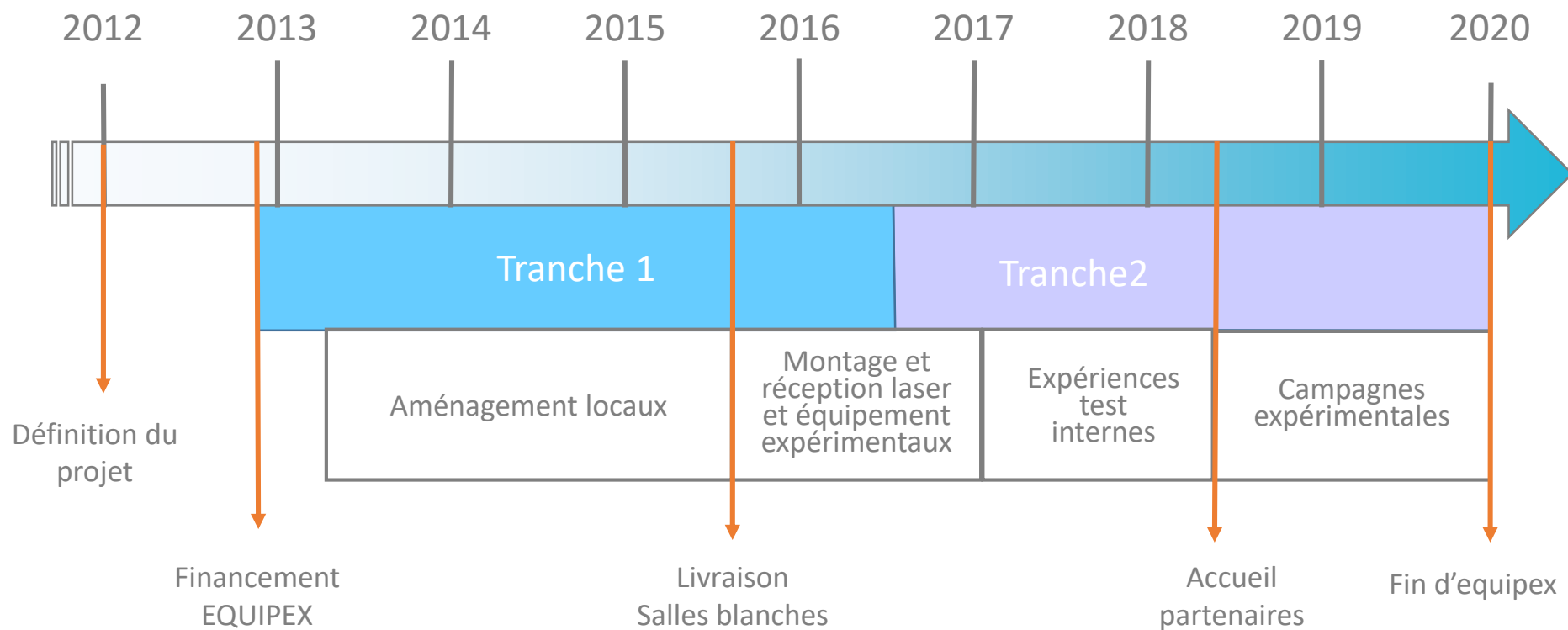
*Ionization delays between 3s and 3p shells on large spectral range*



M. Simon, T. Marchenko, R. Guillemin, L. Journal, G. Goldsztejn, O. Travnikova, F. Penent, J. Palaudoux, P. Lablanquie, D. Cubaynes



M. Lejman, D. Platzer, A. Autuori, D. Bresteau, T. Ruchon, P. Salières



- 34 semaines effectives
- 30 semaines de R&D & maintenance pour l'accueil
- 12 semaines de pannes

Objectif à terme: Accueil ATTOLAB Orme : 64 semaines sur FAB1 et FAB10  
< 16 semaines de R&D et maintenance

Durée moyenne = 8 semaines  
Nombre d'expériences / an = 8

- 7 semaines
- 5 expériences

Nombre d'utilisateurs moyen /an = 60

→ 33

- Comité National: LOA-LIDYL-CELIA : experts nationaux
- LASERLAB : experts internationaux
- Comité des Unités Partenaires (CUP) : experts internes

Do not forget!

"Support from Equipex ATTOLAB (ANR11-EQPX0005-ATTOLAB) is acknowledged."

Mars 2017 →  
Décembre 2018  
(18 mois)

→ 23 semaines  
→ 20 collaborateurs

Janvier 2019 →  
Décembre 2019  
(12 mois)

→ 34 semaines  
→ 33 collaborateurs

Pannes → 11  
semaines  
Maintenance, R&D  
→ 8 semaines

Type d'accès	PI	LC	FAB1	FAB10	Semaines faisceau	Nombre de collaborateurs
ATTOLab	D. Doweck ISMO	T. Ruchon		X	7	4
ATTOLab	K. Hricovini UCP	T. Ruchon		X	7	8
LaserLab	I. Fisher – GE	L. Poisson	X		3	2
ATTOLab	C. Alexandridi LIDYL	P. Salières	X		6	6
ATTOLab	K. Hricovini UCP	T. Ruchon/D. Breteau		X	7	8
ATTOLab	M. Marsi LPS	T. Ruchon/D. Breteau		X	14	4
LaserLab	S. Canton ELI	T. Ruchon/D. Breteau		X	1	4
Comité LOA-CELIA-LIDYL	M. Simon LCPMR	P. Salières	X		6	11
ATTOLab	D. Platzer/G. Gallician LIDYL	P. Salières/L. Poisson	X		6	8

*M. Fanciulli et al., "Spin-, time- and angle-resolved photoemission spectroscopy on WTe 2"*

*J. Joseph et al., "Angle-resolved RABBITT : from atoms to molecules "*

*C. Alexandridi et al., " Attosecond photoionization dynamics in the vicinity of the Cooper minimum in Argon "*

*M. Lejman et al., "Direct observation of dissociation dynamics of methyl iodide by two-color time resolved photo-electron spectroscopy "*

Validées COPIL 12/2018

Acceptées

6 expériences  
34 semaines d'accueil

Type d'accès	PI	LC	FAB1	FAB10	Semaines faisceau	Nombre de collaborateurs
ATTOLab	D. Doweck ISMO	T. Ruchon/D. Bresteau		X		
ATTOLab	S. Guizard LIDYL	P. Salières	X		3	1
ATTOLab	N. Barrett SPEC	T. Ruchon/D. Bresteau		X		
ATTOLab	C. Nicolas SOLEIL&ISMO	L. Poisson	X	X	3+3	4
Laserlab	I. Fischer Würzburg	L. Poisson	X		3	2
Laserlab	S. Canton ELI	T. Ruchon/D. Bresteau		X	2	4
Upgrade FAB1	D. Platzer LIDYL	P. Salières	X		8	5
Upgrade FAB10	T. Ruchon/ D. Bresteau			X	7	3
Upgrade FAB10	T. Ruchon/ D. Bresteau			X	3	3



■ Organisation de Congrès, Ecoles

- *Palm International School on Attosecond Science 2018*
- *Conférence de vulgarisation CYCLOPE « quand la matière danse sous les lasers »*
- *Film d'animation grand public "Lasers extrêmes"*
- *Symposium en hommage à Bertrand Carré - mercredi 12 décembre 2018 Amphi Bloch- Saclay*
- *Physics of X-ray and Neutron Multilayer Structures » (PXRNMS2018) 7 au 9 novembre 2018 sur le campus Paris-Saclay (EDF Lab, bâtiment AZUR)*
- *Electronic Transport and dynamics in graphene and 2D transition metal dichalcogenides- 27-28 Juin 2019, Maison Internationale de la Recherche, Université de Cergy-Pontoise*

■ Séjours longs de Chercheurs de haut niveau

Regina SOUFLI (LLNL) 12/17→12/18 Chaire d'Alembert de l'université Paris-Saclay, LCF

Antonio ZELAQUETT-KHOURY (UFF, Brésil) 12/18 →02/19 Chercheur invité PALM, LIDYL

Nora BERRAH (Univ. Connecticut) 2020-2021 Chaire d'Excellence Blaise Pascal de la Région IdF, LIDYL



- **OPT2X : Ultra-fast dynamics: new opportunities and challenges for Paris-Saclay University**  
11 Février 2015, IOGS, 150 participants

- **ATTOLAB users meeting 2015**  
19-20 nov 2015

- **ATTOLAB users meeting 2016**  
01-02 décembre 2016

- **ATTOLAB users meeting 2018**  
13 décembre 2018

- **ATTOLAB users meeting 2019 + Réunion de clôture**, 26-27 novembre 2019



- Site web <http://attolab.fr/>  
S. Jubera (LIDYL)

- objectifs atteints
- plateformes opérationnelles et ouvertes à la communauté
- très positif pour le positionnement international de la communauté française dans le domaine de la physique ultra-rapide en phases gaz, condensée et plasma
- Structuration et élargissement de la communauté francilienne

## Avenir

Le souhait de tous : continuer voire étendre l'accueil sur ATTOLab-Orme

→ La plateforme Orme étant hébergée par le LIDYL (payement des FI), il faut trouver un budget couvrant maintenance et consommables

→ Rédaction d'une charte des utilisateurs

→ Mise en place du comité de programme et réflexion sur le mode de fonctionnement

→ Positionnement par rapport aux ELI

## Mercredi 27 Novembre 2019 (Amphi ISMO)

- 14h00- Ouverture - Présentation des journées ATTOLab  
14h30 Bilan de l'EquipEX et des projets associés.  
Ph. Martin, Coordinateur
- 14h30- Source laser FAB1-10 (P. d'Oliveira, LIDYL)  
14h45
- 14h45- Ligne de lumière SE1 (P. Salières, LIDYL)  
15h00
- 15h00- Ligne de lumière SE10 (D. Bresteau, LIDYL)  
15h15
- 15h15- Ligne de lumière FABP (S. Haessler, LOA)  
15h45
- 15h45- Pause-café  
16h15
- 16h15- Plateforme ATTO-CEMOX  
16h45 F. Delmotte, LCFIO
- 16h45- Plateforme expérimentale ISMO  
17h00 D. Dowek, ISMO
- 17h00- Plateforme expérimentale PLEIADES  
17h20
- 17h20- Plateforme expérimentale LIDYL/LFP  
17h35 L. Poisson, LIDYL
- 17h35- fs-time-resolved photoelectron spectroscopy  
18h05 of reactive intermediates  
Pr. Ingo Fischer

## Jeudi 28 Novembre 2019 (Orme)

- 09h00- Accueil café  
09h30
- 09h30- Plateforme expérimentale SPEC (N. Barrett, SPEC)  
09h45
- 09h45- Plateforme expérimentale LPMS (K. Hrikovini, LPMS)  
10h00
- 10h00- TOCYDYS : Towards Optical CYcle DYnamics in Solids (S. Guizard, LIDYL/LSI)  
10h15
- 10h15- Plateforme expérimentale LPS (M. Marsi, LPS)  
10h30
- 10h30- Présentation scientifique LPS M. Marsi, LPS)  
10h45
- 10h45- Pause-café  
11h15
- 11h15- 'Attosecond delays in photoemission from the argon 3s and 3p subshells' (D. Platzer, LIDYL)  
11h45
- 11h45- 'Wavefront measurements of surface high harmonics from plasma mirrors on FABP' (Lu Li, Shenzhen Technology University)  
12h00
- 12h00- 'Front-side laser-proton acceleration on plasma mirrors at FABP' (S. Haessler, LOA)  
12h15
- 12h15- Proposition d'expériences  
12h45
- 12h30- Déjeuner  
14h00
- 14h00- 'Direct observation of dissociation dynamics of methyl iodide by two-color time resolved photo-electron spectroscopy' (M. Lejman, LIDYL)  
14h20
- 14h20- TBA (M. Simon, LCPMR)  
14h30
- 14h30- 'Angularly resolved Rabbit experiments in the gas phase on FAB10' (D. Dowek, ISMO)  
15h00
- 15h00- 'Spin-, time- and angle-resolved photoemission spectroscopy on WTe<sub>2</sub>' (M. Fanciulli, LPMS)  
15h30
- 15h30- Pause-café  
16h00
- 16h00- Table ronde avenir  
17h00
- 17h00- Réunion du COPIL  
18h00
- 18h00- Cocktail Apéritif  
19h00

# ~20 projets associés 2013-2019 (partiel)

Elément	bénéficiaire	Type cofinancier *	cofinancier	Objet
E2	LIDYL	PUBLIC-COLLECTIVITES	Région IdF 2012 / ATTOLITE	FAB10 (laser)
E5	LOA	PUBLIC-COLLECTIVITES	Région IdF 2012 / ATTOLITE	FABP (laser)
E6	LCF	PUBLIC-COLLECTIVITES	Région IdF 2012 / CeMOX	CeMOX
E4	LPS	PUBLIC-COLLECTIVITES	Région IdF 2013 / FASTMAP	Spectro élec ARTOF
E2	LIDYL	PUBLIC-COLLECTIVITES	Région IdF 2015 / PULSE-X	FAB10-HHG
E3	ISMO	PUBLIC-COLLECTIVITES	Région IdF 2015 / PULSE-X	Spectro e/ion COLTRIMS
bât-Orme	LIDYL	PUBLIC-ORGANISMES	CEA	Aménagement ATTOLAB (CEA)
E5	LOA	PUBLIC-ORGANISMES	ENSTA	FABP (laser)
E2	LIDYL	PUBLIC-ORGANISMES	FCS Paris-Saclay LIDEX OPT2X	FAB10-HHG (C. Spezzani, J. Lenfant)
E6	LCF	PUBLIC-ORGANISMES	FCS Paris-Saclay LIDEX OPT2X	CeMOX postdoc (M. Dehlinger)
E4	LPMS	PUBLIC-ORGANISMES	UCP	Spectro élec TOF-SPIN
E1	LIDYL	PUBLIC-ANR	ANR16-défis / CIMBAAD	FAB1-HHG
E2	LIDYL	PUBLIC-ANR	ANR-JC-2014 / XSTASE	FAB10-HHG
E6	LCF	PUBLIC-ANR	Equipex 2011 MORPHOSCOPE	CeMOX
E4	LPMS	PUBLIC-ANR	Equipex2011 PATRIMEX	Spectro élec TOF-SPIN
E5	LOA	PUBLIC-ANR	Labex PALM / OPTIWAVE	FABP
E1	LIDYL	PUBLIC-ANR	Labex PALM / IMAPS	FAB1 postdoc (A. Borot)
E1	LIDYL	PUBLIC-ANR	Labex PALM / OPTIWAVE	FAB1 postdoc (M. Turconi)
E3	SOLEIL	PUBLIC-ANR	Labex PALM / ULTRAFAST-X	chaire senior (F. Gelmukhanov)
E6	LCF	PRIVE-ENTREPRISES	IOGS	CeMOX
E3	SOLEIL	PRIVE-ENTREPRISES	Synchrotron SOLEIL	personnel permanent
E6	LCF	PRIVE-ENTREPRISES	Synchrotron SOLEIL	CeMOX
E1	LIDYL	COMMISSION-EUROP	ITN MEDEA	FAB1 doc (C. Alexandridi)
E5	LOA	INTERNATIONAL-AUTRES	ELI-ALPS	FABP
	Total	~ 7 M€		