

ThomX

COPIL pôle Accélérateur IJCLab 02 février 2023

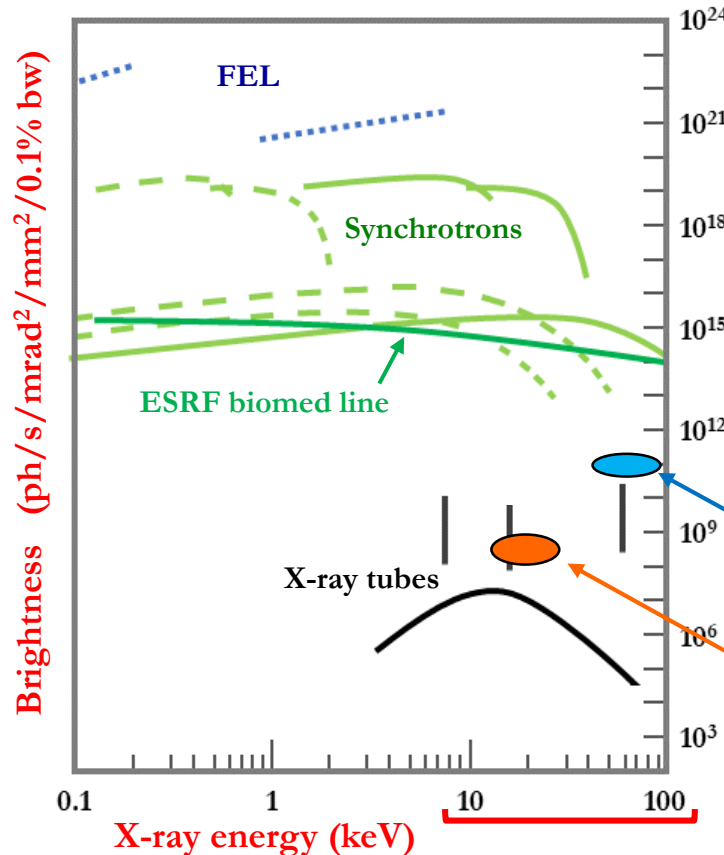
Kevin Dupraz , Marie Jacquet

Buts scientifiques

- Transférer les techniques expérimentales actuellement développées uniquement aux installations synchrotron vers des machines plus compactes et plus accessibles.
- Comblent l'absence de sources X de brillance entre les tubes X et les synchrotrons.

Positionnement national et international :

Forte demande et soutien des communautés utilisateurs d'X



ThomX (nominal)

45-90 keV

flux ~ 10^{13} ph/s

bright ~ 10^{11}

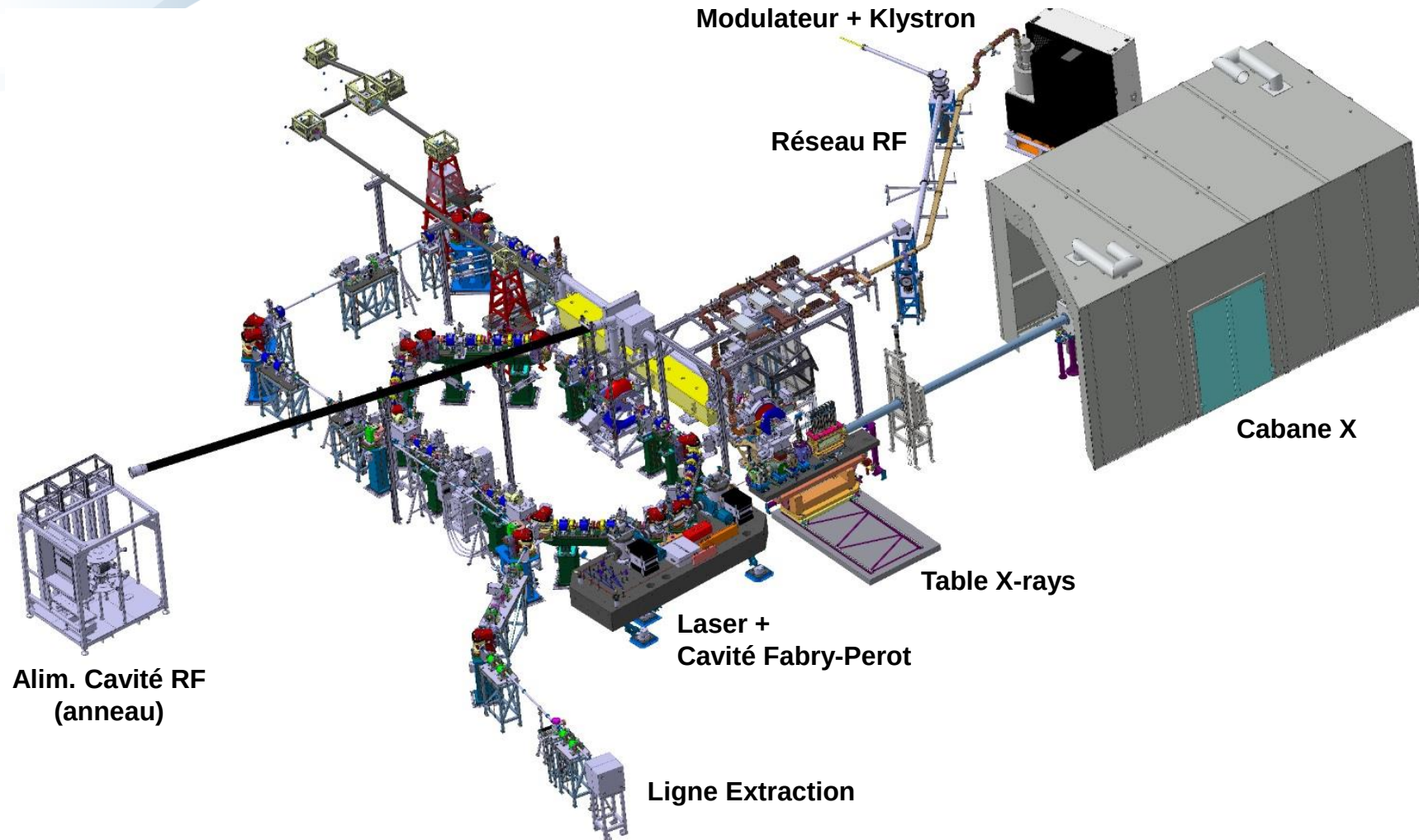
Lync. Tech./Munich

15-35 keV

flux ~ $10^{10} - 10^{11}$ ph/s

bright ~ $10^8 - 10^9$

Unique “high flux” source currently in the world



- Phase ANR 1 : **1^{er} interactions e-/photons pour production d'X (automne 2023)**
- Phase ANR 2 : **Caractérisation RX
Premières expériences (fin 2023)**
- Phase ANR 3 : Industrialisation avec Thales : **annulée**
(fait : étude de marché, étude SATT,
rapport Thalès, costing version indus)

Situation financière

		BILAN	BUDGET
	Prix indiqués Geslab	2022	2023
	Récurrent (descriptif des dépenses)		
Maintenance (préventive)	Optiques - laser	8 334 €	2 000 €
	Disques durs (serveurs et clients)	820 €	
Consommables	Electroniques + Câbles	5 842 €	2 000 €
	Autres fournitures	1 338 €	2 000 €
Petit matériel	petits équipement (multimètre, pince Ampèremétrique, etc.)		1 000 €
Missions	IPAC 2022 El Khaldi/ Moutardier	5 088 €	10 000 €
Prestations	Installation Mécanique	10 654 €	2 000 €
	Redevance impôt	128 €	130 €
	Maintenance (fluides, modulateur, laser)		21 000 €
Equipements			
Autre fonctionnement			
	Total (récurrent)	32 204 €	40 130 €
		2022	2023
	Exceptionnel (pannes, mises à jour/remplacement, dév.)		
Maintenance (curative) : pannes	Pannes diverses (compresseur, gerbeur, pompe vide, Synthé RF, lasers, mod	24 234 €	44 000 €
	? Autres	1 235 €	5 000 €
	Spare (informatique, PA modulateur, Ampli RF, Automate, diag, aimants)		72 000 €
Prestations	Transports, réglage	6 248 €	
Equipements	Miroir CFP	47 160 €	
	TubeX	3 832 €	
	? Banc de test	4 020 €	
	modification nouvelle section RI		60 000 €
	Installation initiale Machine (steerer, ligne X, FBT)	3 434 €	25 000 €
Améliorations	Mecanique (capot laser, soufflets vide)	4 288 €	
	électronique et informatique (diag, informatique, automate)	3 794 €	12 000 €
	Plomberie (RF, Maintien de pression)	3 832 €	15 000 €
	Total (exceptionnel)	102 077 €	233 000 €

Total (récurrent + exceptionnel) :	134 281 €	273 130 €
	(magasin)	5 000 €
	disponible	273 000,00

Organisation RH

Assistantes Gestionnaires : A.L. Gallet, C. Manse

Chef de Projet : K. Dupraz
Responsable Scientifique : M. Jacquet
- mise à jour du planning

Direction

Responsable/Coordinateur technique : J.-N. Cayla
- Interactions avec les RT des systèmes
- Identification des interventions techniques
- Coordination des co-activités
- Suivi des actions techniques

Responsable Programmation : S. Chance
- Récupération des plannings fournis par les resp. Systèmes / services / Groupe
- Programmation des co-activités
- Mise à jour du calendrier

Systèmes

LINAC
Ligne Transfert
Ligne Extraction

RT : M. Omeich
Resp. : C. Bruni, S. Chance
- fournir un planning à jour
- Remonté des interventions techniques
- Remonté des demandes de temps machine
- Suivi d'actions

Anneau

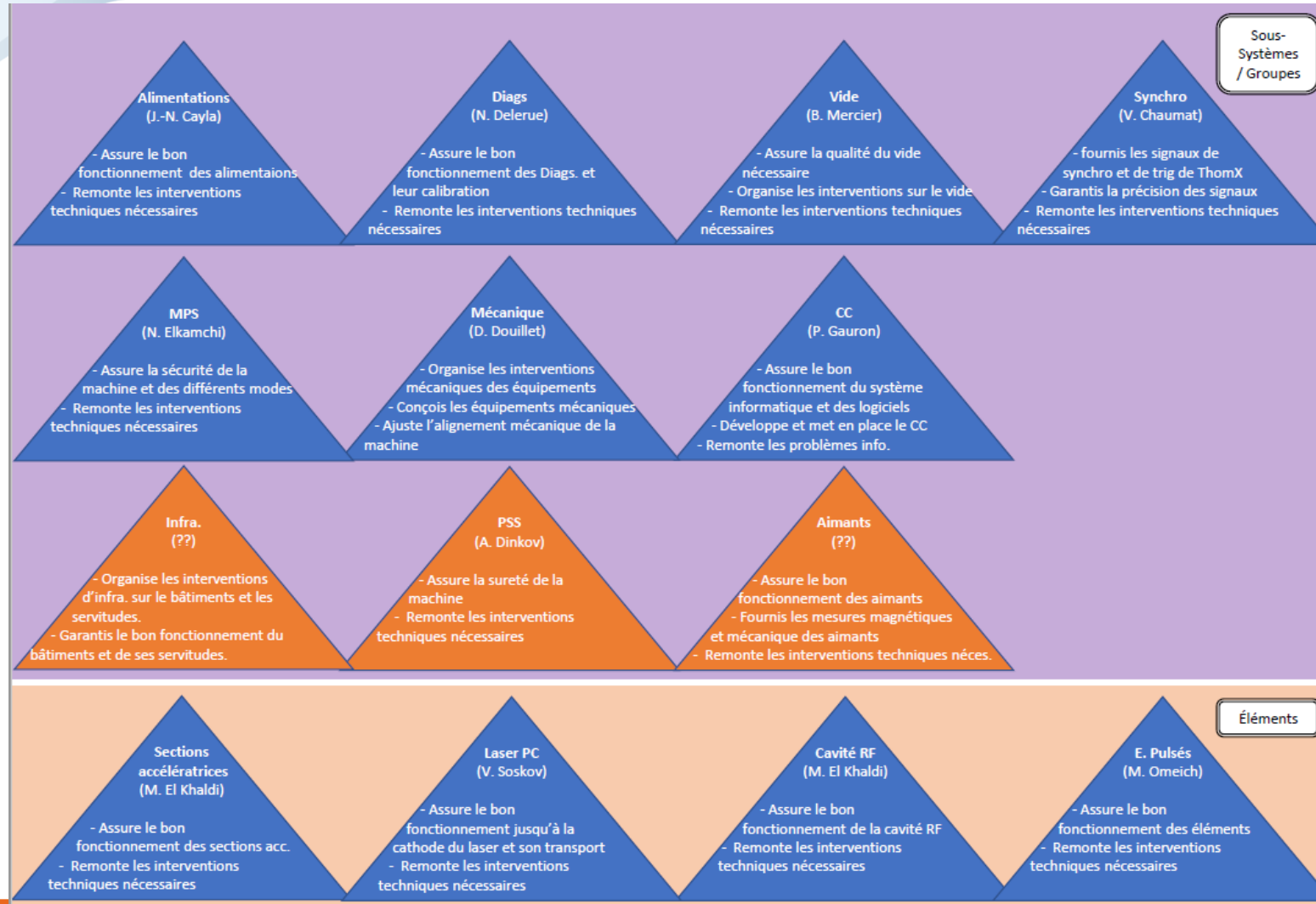
RT : V. Kubytskyi
Resp. : N. Delerue, I. Chaikovska
- fournir un planning à jour
- Remonté des interventions techniques
- Remonté des demandes de temps machine
- Suivi d'actions

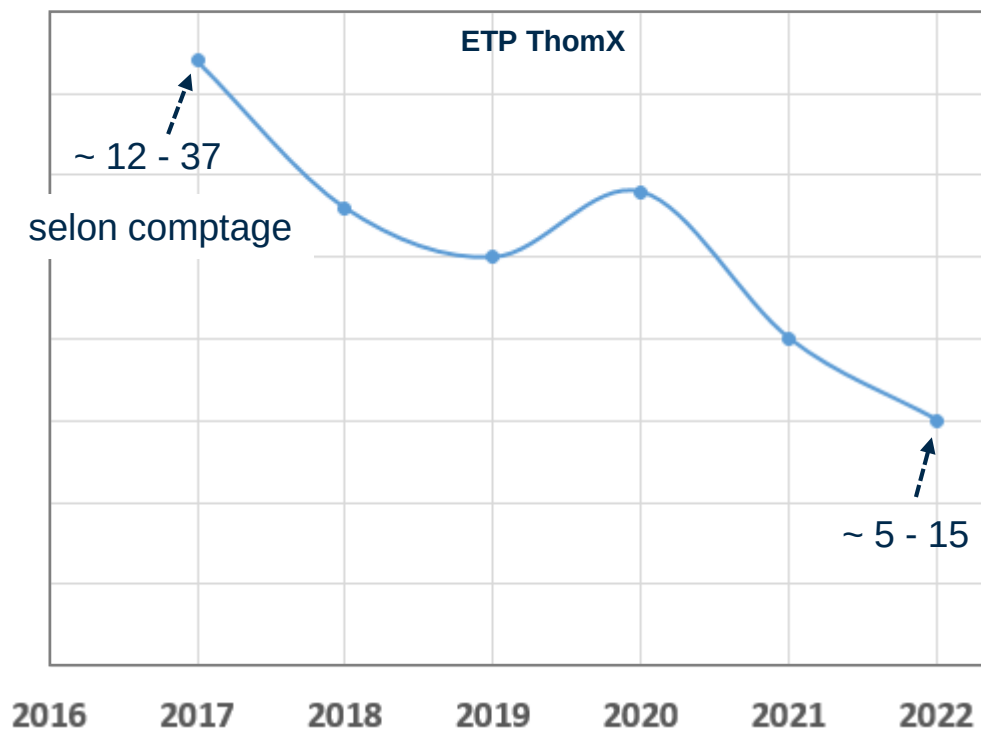
Cavité Fabry-Perot

RT : R. Chiche
Resp. : D. Nutarelli,
- fournir un planning à jour
- Remonté des interventions techniques
- Remonté des demandes de temps machine
- Suivi d'actions

Ligne X

RT & Resp. : M. Jacquet, K. Dupraz
- fournir un planning à jour
- Remonté des interventions techniques
- Remonté des demandes de temps machine
- Suivi d'actions





Besoin 2023 : 6 - 7 ETP

Planning

L'installation de l'accélérateur d'électrons ThomX se décompose en 4 phases ASN :

Phase 1 50 MeV, 0.1 nC, 10 Hz – LINAC

Phase 2 50 MeV, 0.1 nC, 10 Hz – LINAC + ANNEAU

Phase 2b 50 MeV, 1 nC, 50 Hz – LINAC + ANNEAU

Phase 3 70 MeV, 1 nC, 50 Hz – LINAC + ANNEAU + X-rays in X-Hutch

aujourd'hui



Seulement en phase 3 !

LINAC : 50 MeV, 100 pC, 10 Hz

Rappel :

mai 2019 : Envoi dossier ASN

mai 2021 : **Autoris. phase1**

→ 2 ans

fév. 2022 : Envoi dossier ASN

août 2022 : **Autoris. phase 2**

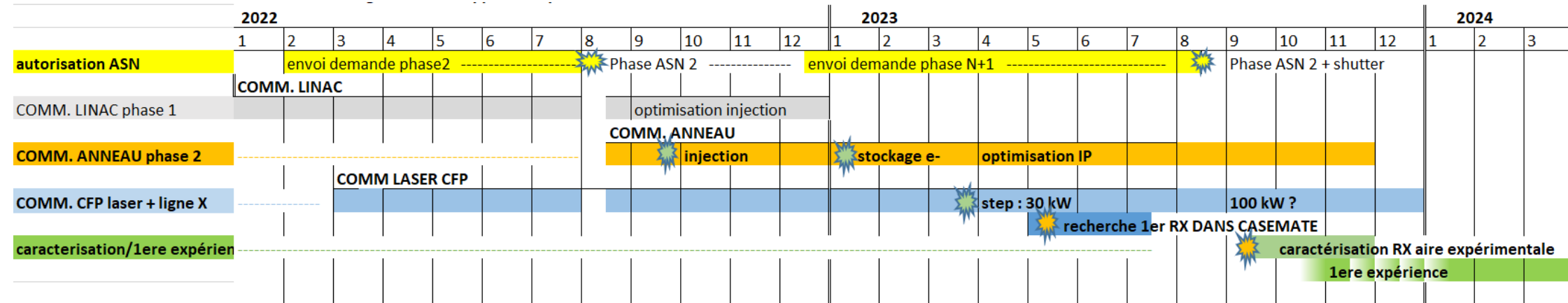
→ 6 mois

Autorisation Phase 1	ASN	Mai 2021	8 mois ThomX
Début conditionnement Canon	ThomX	09/09/2021	
Premiers électrons photoémis	ThomX	04/10/2021	
Obtention paramètres phase 1	ThomX	16/10/2021	
Mesures SPR interne	SPR	22/11/2021	
Tests PSS interne	SPR	23/11/2021	8 mois Externe ThomX
Audi externe (SGS)	SGS	25/11/2021	
MAJ gestion plan déchets radioactifs	SPR	10/01/2021	
Réception rapport SGS	SPR/SGS	23/12/2021	
A/R SGS/SPR	SPR/SGS	5/1/2022	
Envois demande passage phase 2	SPR	4/2/2022	1 ^{er} Aout 2022
Autorisation Phase 2	ASN	1 ^{er} Aout 2022	

(Délai réponse légale ASN : 6 mois)

Demande à l'ASN, dès maintenant (phase 2),
l'autorisation de transférer des rayons X produits vers la casemate d'expérience
(prévu initialement seulement en phase 3)

- **Mesures SPR faites**
- Envoi du dossier de demande à l'ASN imminent**
- Réponse ASN → ~ 6 mois après le dépôt de la demande → mi-aout**



Faits 2021-2022

2021

- July RF section conditionning
- Sept Gun conditionning (1Hz)
- 4 Oct **First gun beam ~4 MeV**
- 6 Oct **First beam in LIL section 37 MeV** (nominal 50 MeV)
- 20 Oct Gun conditionning 80 MV/m, 10 Hz (5MeV)
- 26 Oct **50 MeV beam**
- 25 Nov **External audit (SGS)** to obtain ASN autorisation phase 2 (TL + ring + EL)

2022

- Optimisation/Alignement photoinjection
- 1st Aug **ASN autorisation phase 2**
- 30 Aug Beam ready for injection
- 19 Sept **First ring turns**
- 3rd Oct First ~400 turns (without RF cavity)
- 8 Nov Breakdown of Klystron Filament
- 8 Dec **Beam stored with RF cavity**
- 9 Dec **Beam dumped at the end of the extraction line**

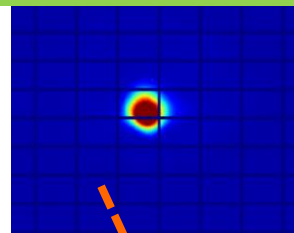
2023

- 13 Jan RP measurements for changing the ASN phase

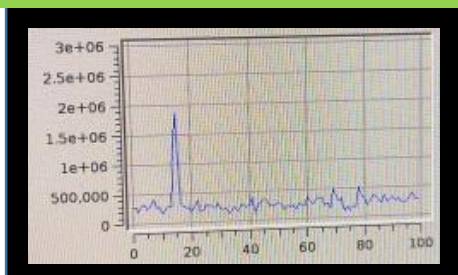
Next steps

- Beam extraction from the ring
- Better/longer storage in the ring
- Fabry Perrot cavity ready
- Xline first beam (autumn 2023)

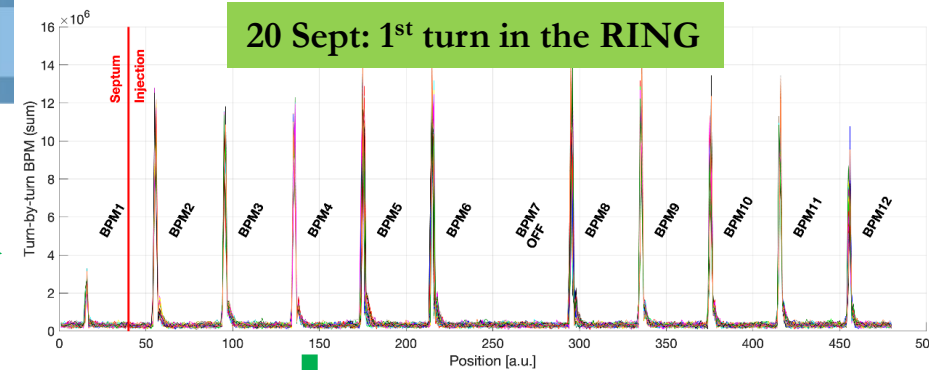
End of August 2022:
beam ready for injection



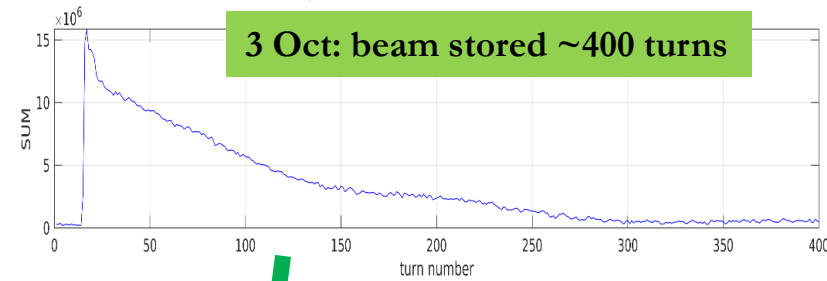
9 Sept 2022: 1st Ring detection



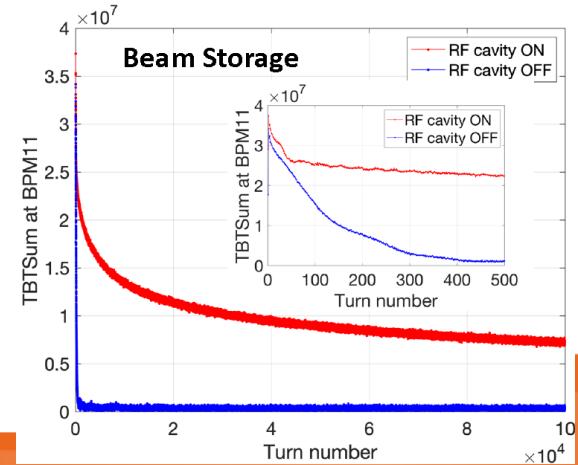
20 Sept: 1st turn in the RING



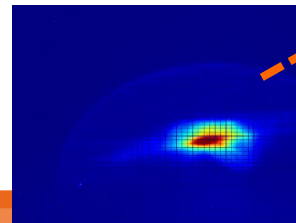
3 Oct: beam stored ~400 turns



8 Dec: beam stored with RF



9 Dec: beam passes in EL



Last Highlights

Perspectives / Conclusions

- **Printemps 2023 : premiers X**
- **Fin 2023 début caractérisation, manips**
- **A partir de 2024 :**
 - **Equipex terminé**
 - **Continuation Phase démonstration**
 - Optimisation faisceau (un minimum de stabilité requis) +
 - Expériences de démonstration avec les partenaires ThomX (Inserm, LAMS, Néel)
 - Financement : IJCLab, IN2P3, université ? En cours de discussion
- **A partir de 2027 : Exploitation de ThomX ?**
 - Mode plateforme ? Académique ? Mixte ? (dépendant des résultats de ph. démo)

Expériences de démonstration prévues avec nos partenaires

- 1) Manip **beam CHARACTERIZATION**
(Equipe ThomX)
 - **Reconstruction of the energy/angle distribution**
 - **Correlation with electrons beam parameters.**
- 2) Manip **TOMO** imaging, phantom PMMA + iode or other at $\neq$ concentrations (A. Bravin / P. Walter)
 - **Highlight the absence of the beam-hardening effect thanks to the quasi-monochromaticity of the beam**
 - **Quantify the minimal detectable concentration**
- 3) Manip **PCI** (Prop. Based technique), home-made PMMA phantom + wire bonded to it (A. Bravin / P. Walter)
 - **Quantify the resolution in Phase Contrast Imaging with our source + detector system**
- 4) Manip **PDF** (Pair Distribution Function analysis) + **FLUO** – Pink beam (JL. Hazemann)
 - **highlight the advantage of high energy (compared to lab sources)**
- 5) Manip **DOSIMETRY** (H. Elleaume)

Risques

Stockage + Stabilité électrons et cavité FP
ASN

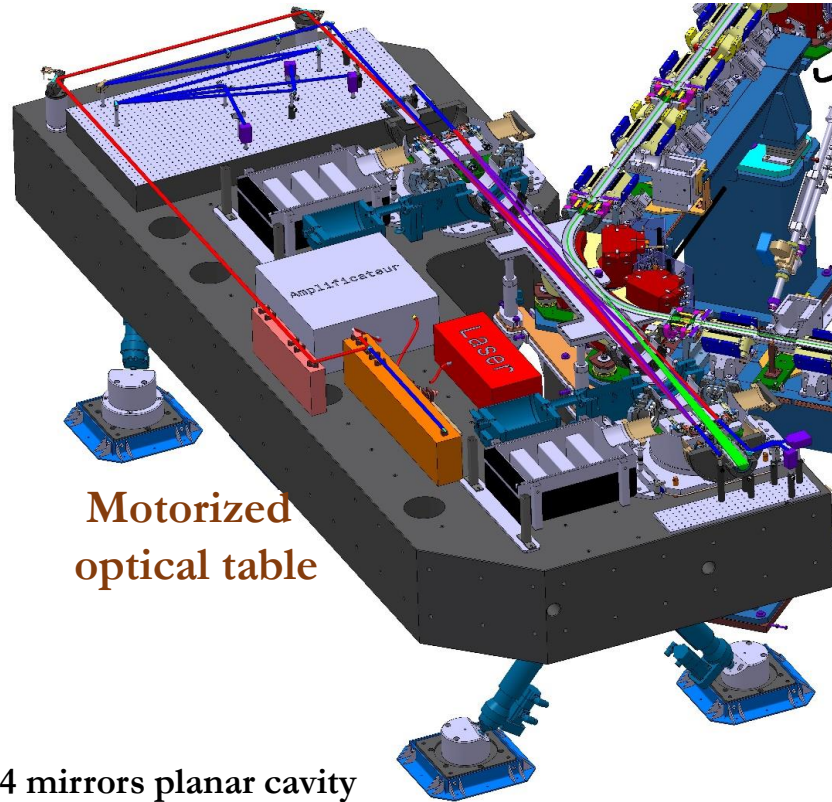
Points structurants

Intérêt scientifique toujours intact
Machine attendue par la communauté des X
Soutien du laboratoire - IJCLab est resté engagé (RH)

Merci pour votre attention

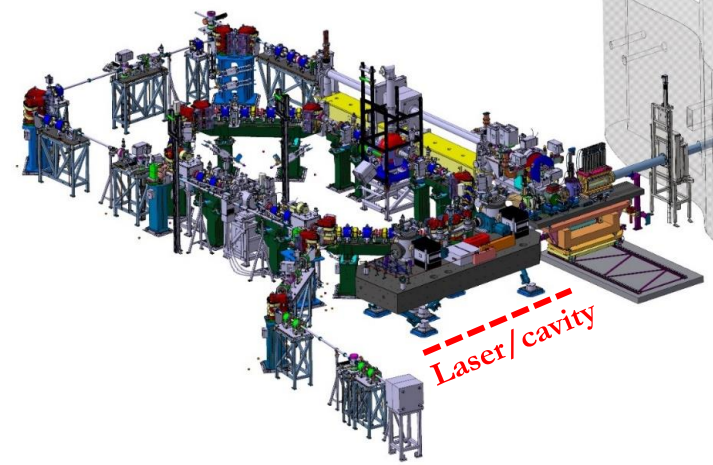
Back-up slides

Laser/Cavity system



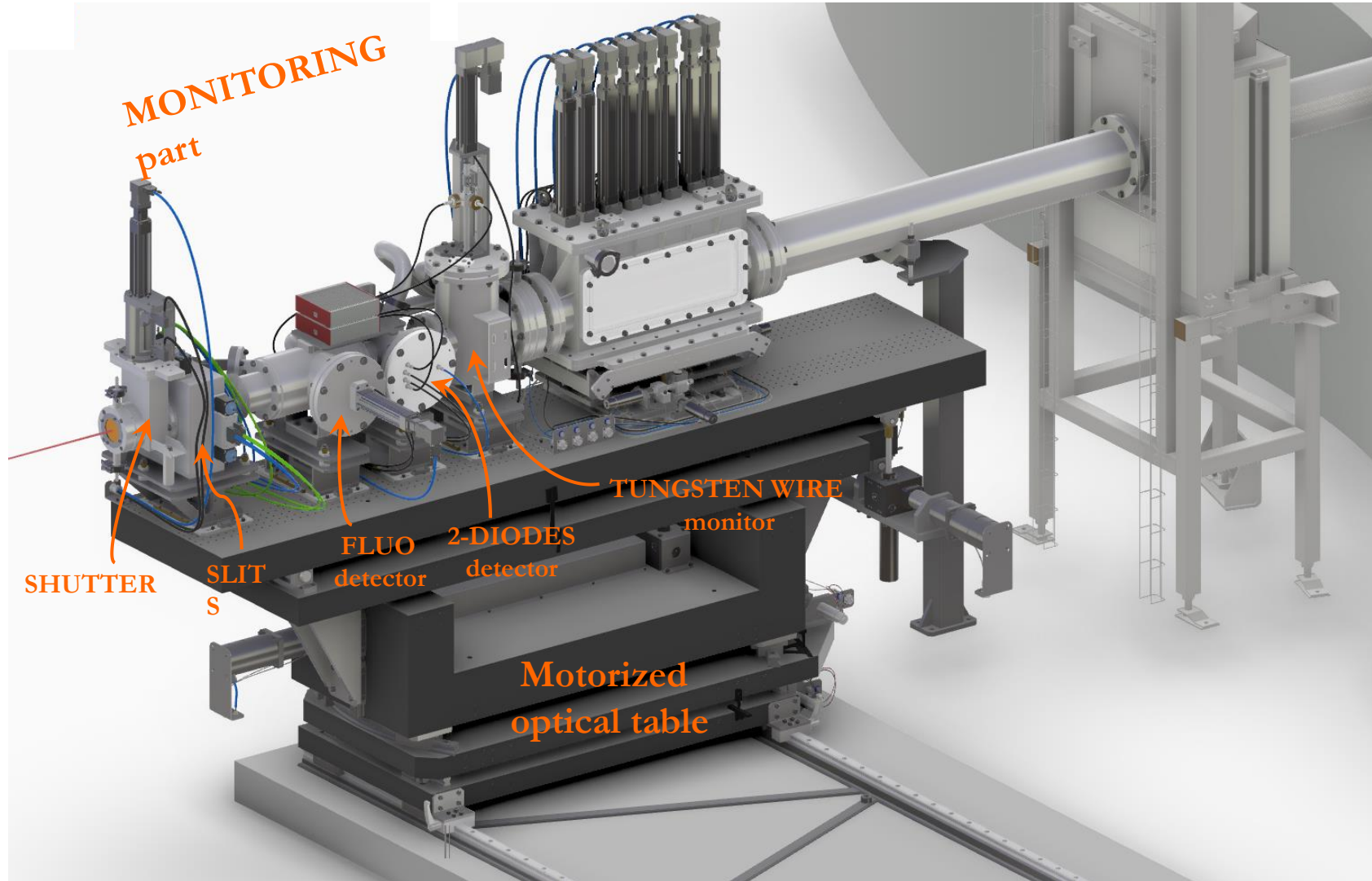
Motorized
optical table

- 4 mirrors planar cavity
- 2 plan & 2 spherical mirrors
- Optical path ~ 8.4 m



- Laser 1W , 34 MHz , 15 ps
- Optical fiber amplification
(fibers doped with Ytterbium)
→ 50 - 100 W (1-2 μ J/pulse)
- Optical cavity amplification
gain 10000
→ 0.5 - 1 MW stored in the
cavity
(Results on prototype : 200 kW during 30 min)
(10-20 mJ/pulse)

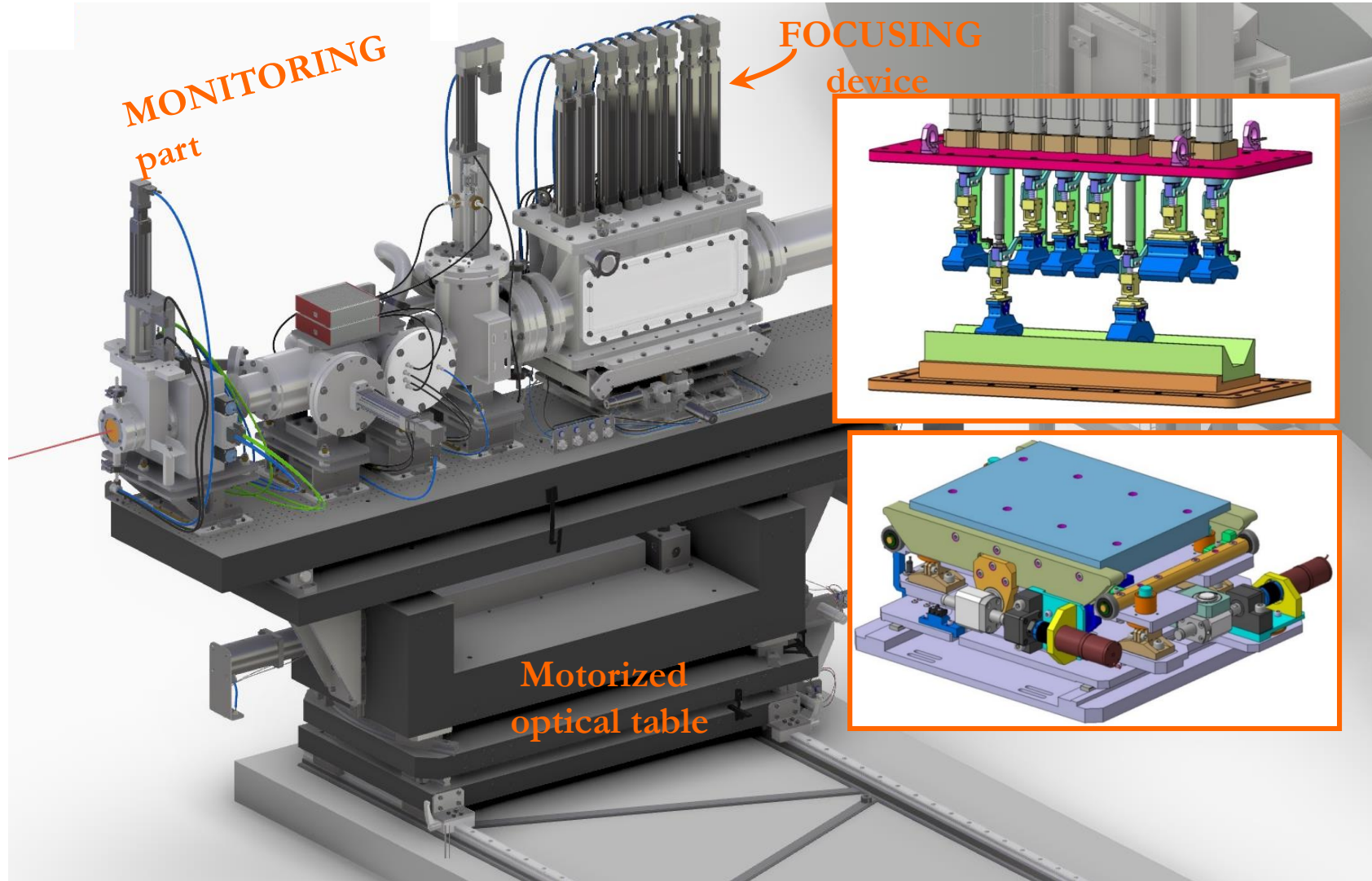
Monitoring
part



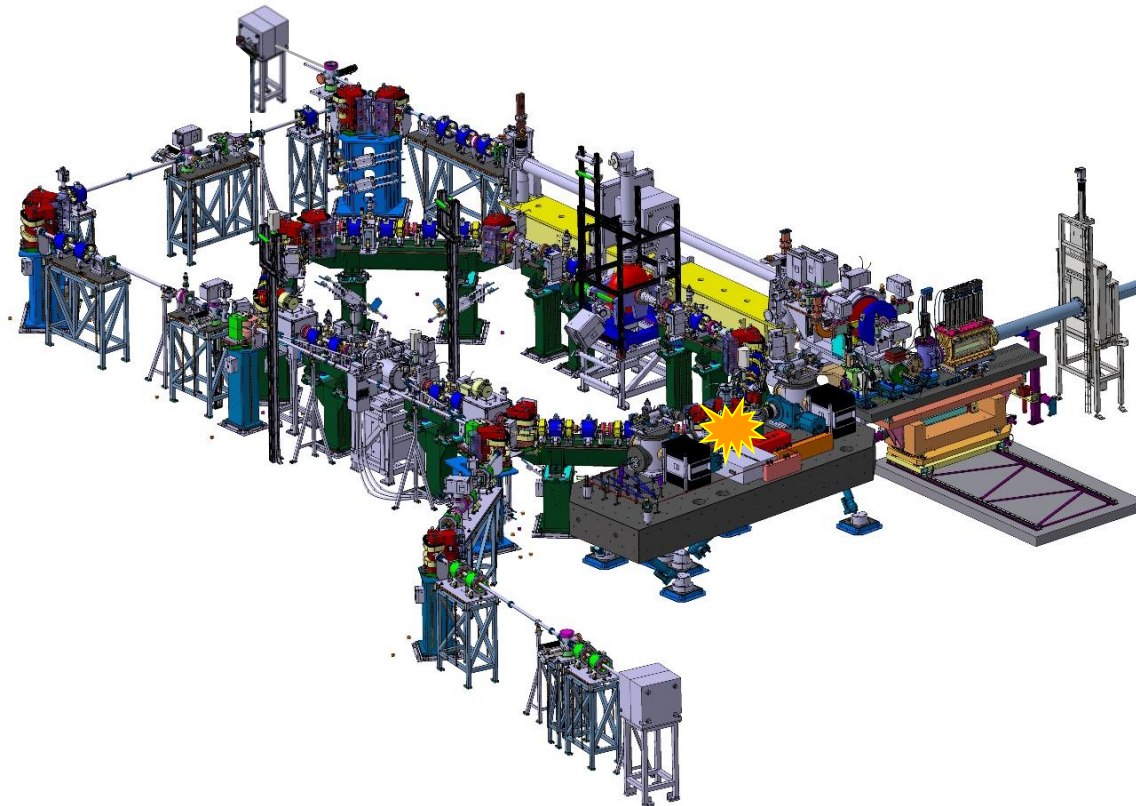
Monitoring
part

+

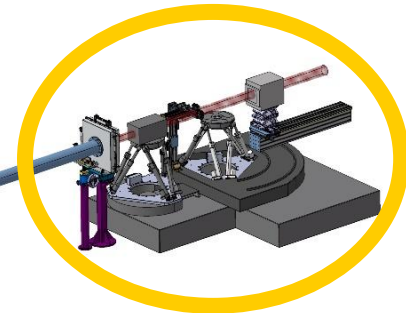
Focusing device



X-line INTEGRATION



Experimental X-hutch



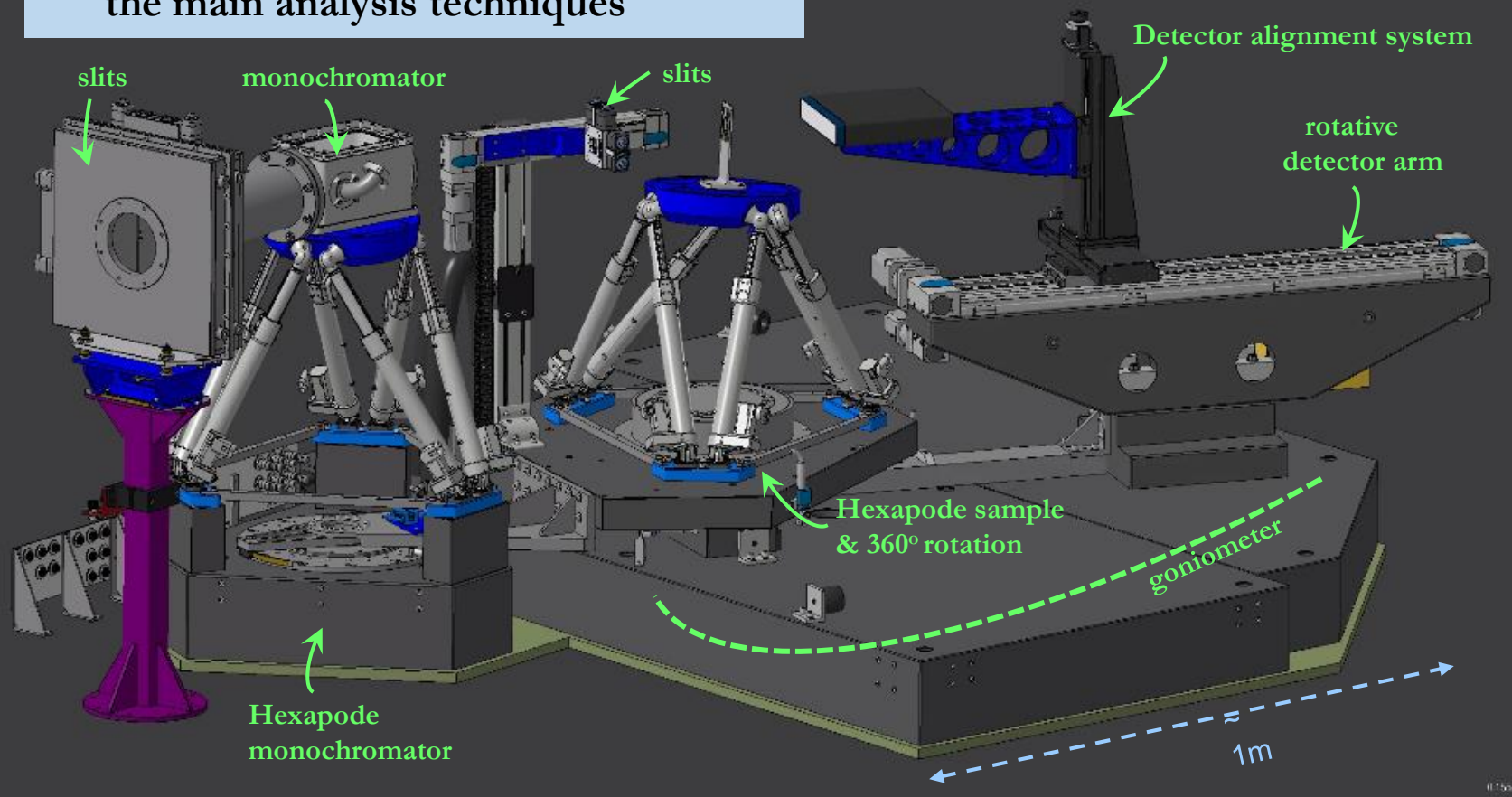
X-line

X-rays experimental hutch

→ Design a modifiable equipment in order to be able to explore/qualify the main analysis techniques

Fluo spectro

Diffraction



X-rays available DETECTORS



1 CdTe detector

25 mm²

Integrated electr.
(Amptek)



1 calibrated Si diode

(Canberra)

→ Beam
characterization
(spectral flux)



2 SDD detectors

25 mm² + FalconX electr.

(Hitachi)



→ Fluorescence
(high count rate)



288 K pixels
250 x 33 mm²
(pixels: 170 μm)

1 CdTe 2D pixel detector

(Dectris)

→ Diffraction θ -2 θ



16 M pixels
55 x 55 mm²
(pixels: 20 μm)

1 « médical » 2D detector

Scintill + CMOS camera

(Photonic Science)

→ Imaging
(small spatial resolution)