

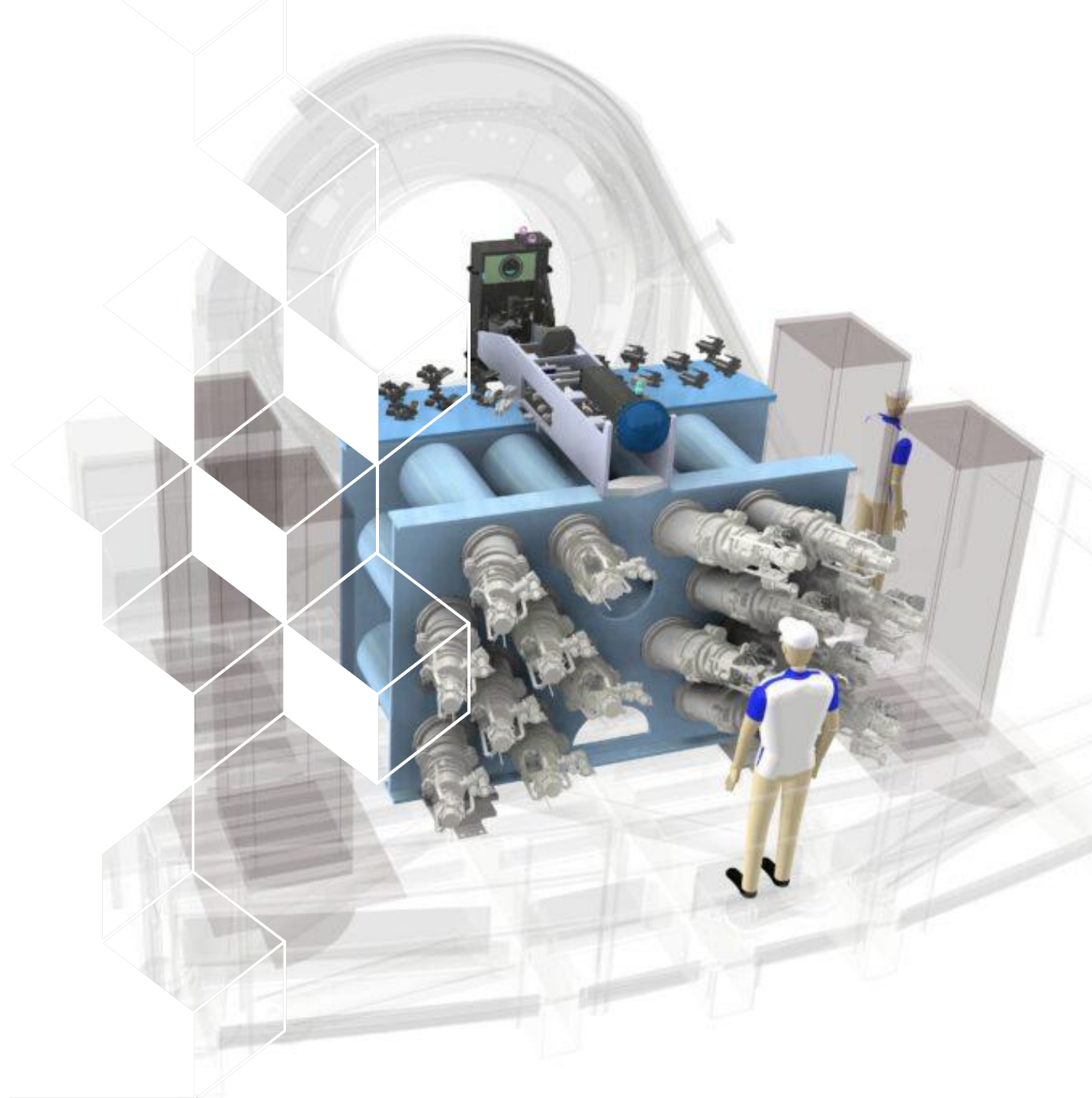


BlueMUSE

Enjeux d'intégration des CCD

2026/06/12

Journées du réseau semi-conducteurs 2026



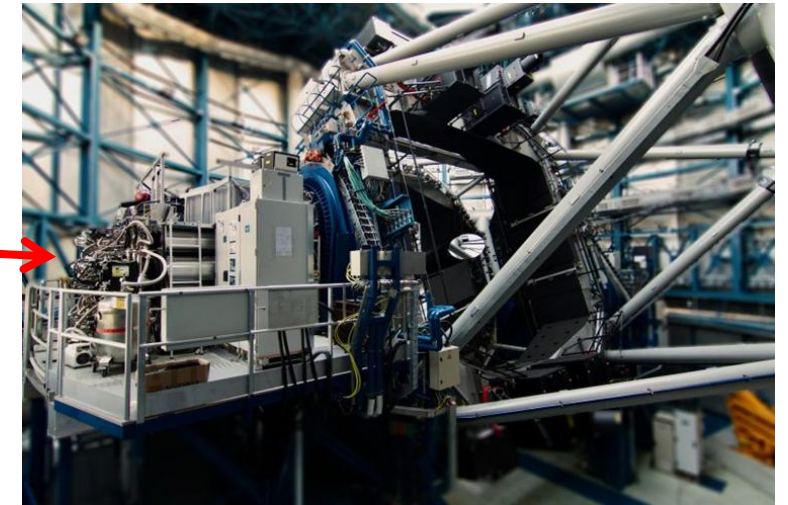


1 ■ Introduction

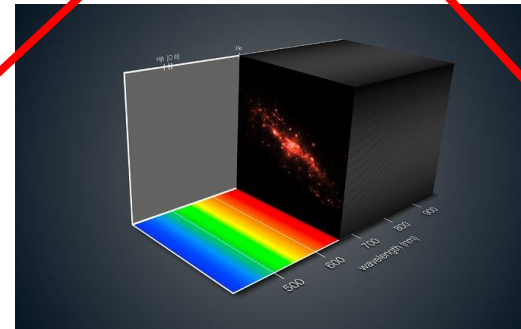
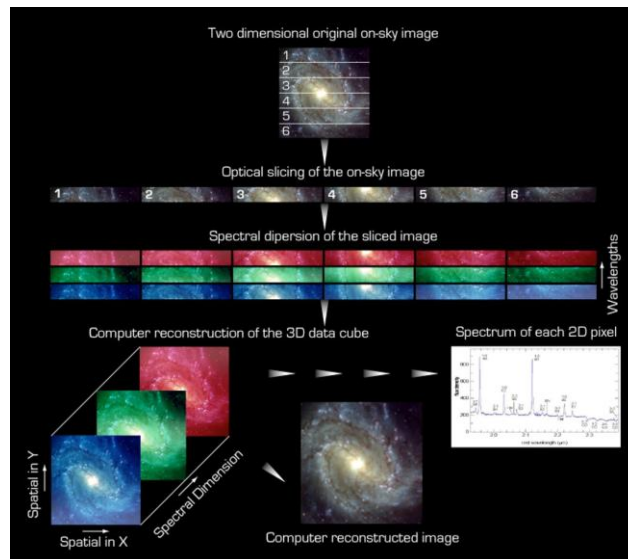
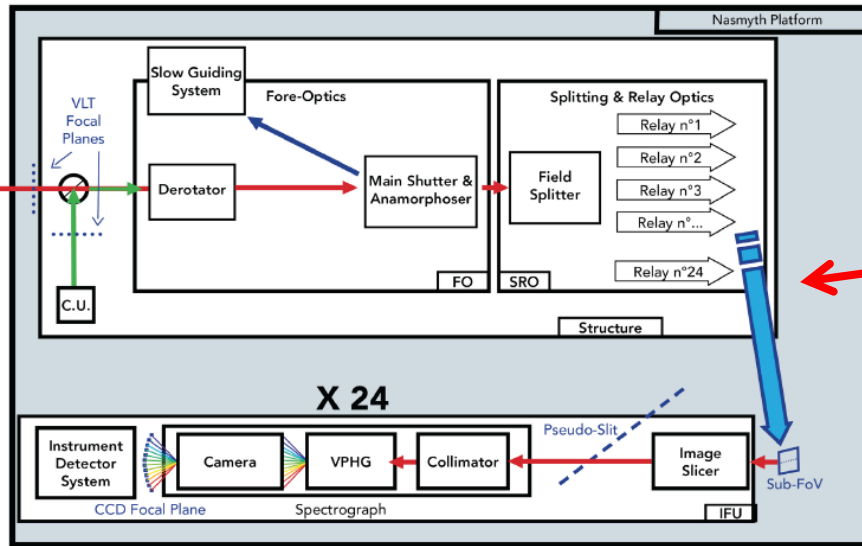
BlueMUSE : un MUSE dans le bleu

(Paranal, Chile)

MUSE

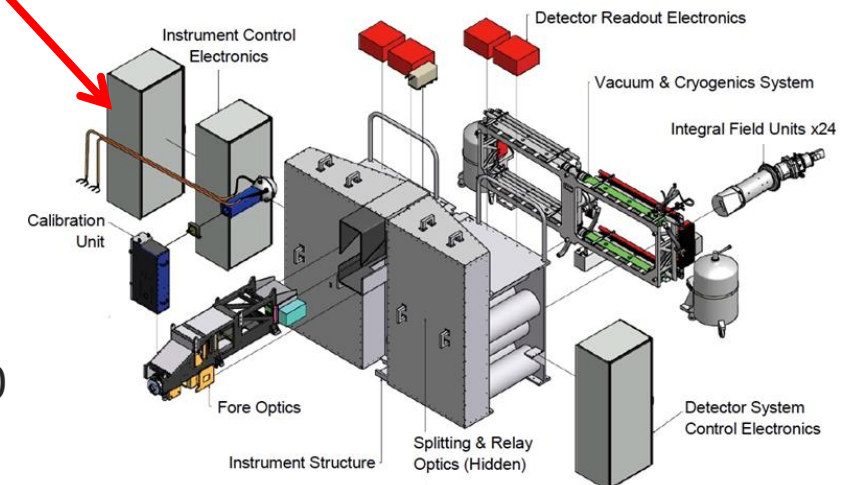


Integral field spectrometer on the Nasmyth platform of one of the VLT telescopes

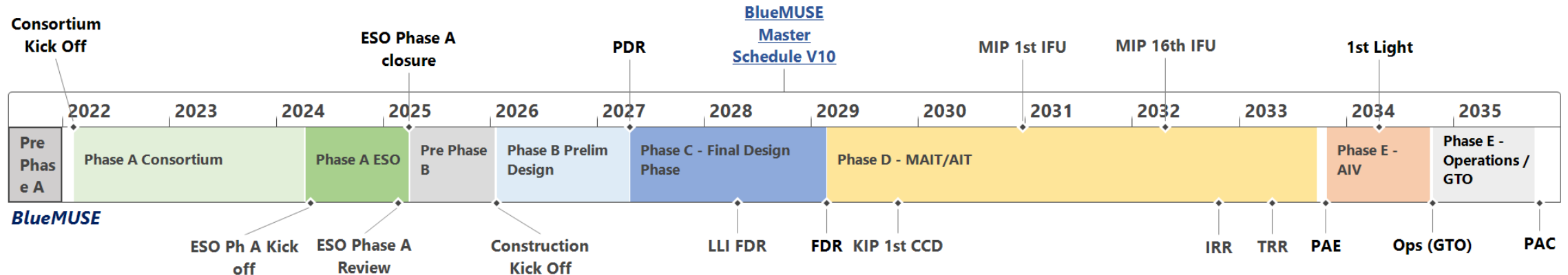
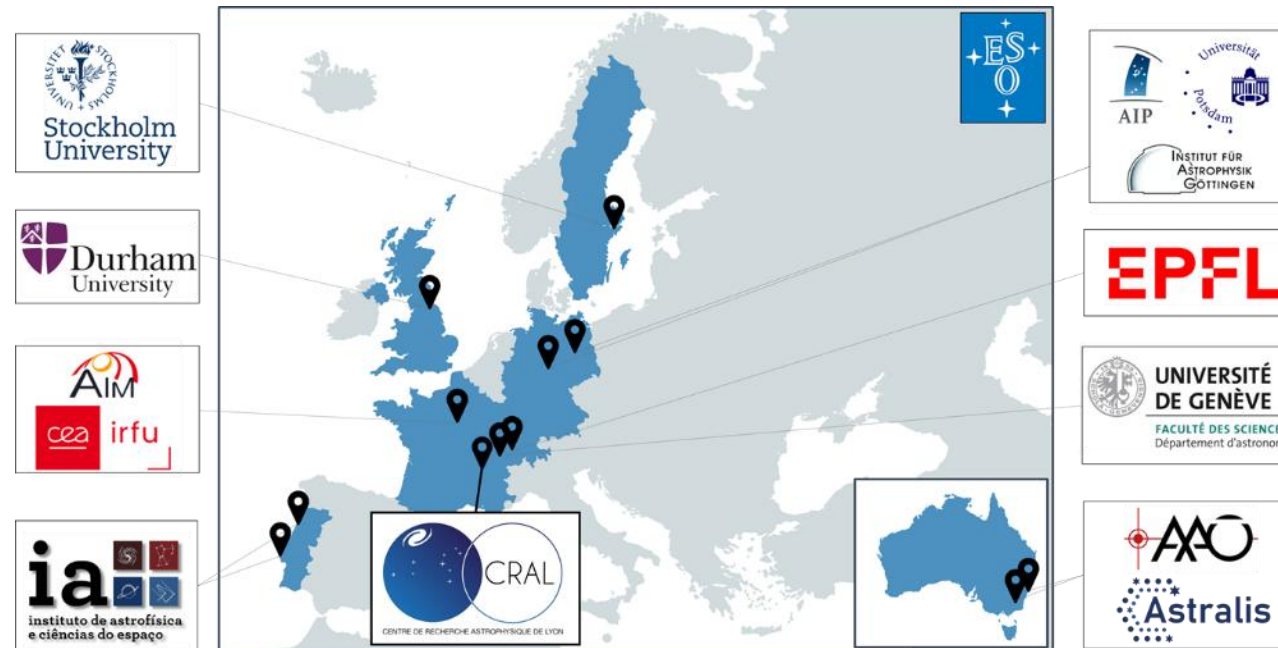


MUSE principal characteristics :

- Spectral band : 480 to 930 nm
- Spectral resolution : about 2000
- Field of view : 1 arc.min²



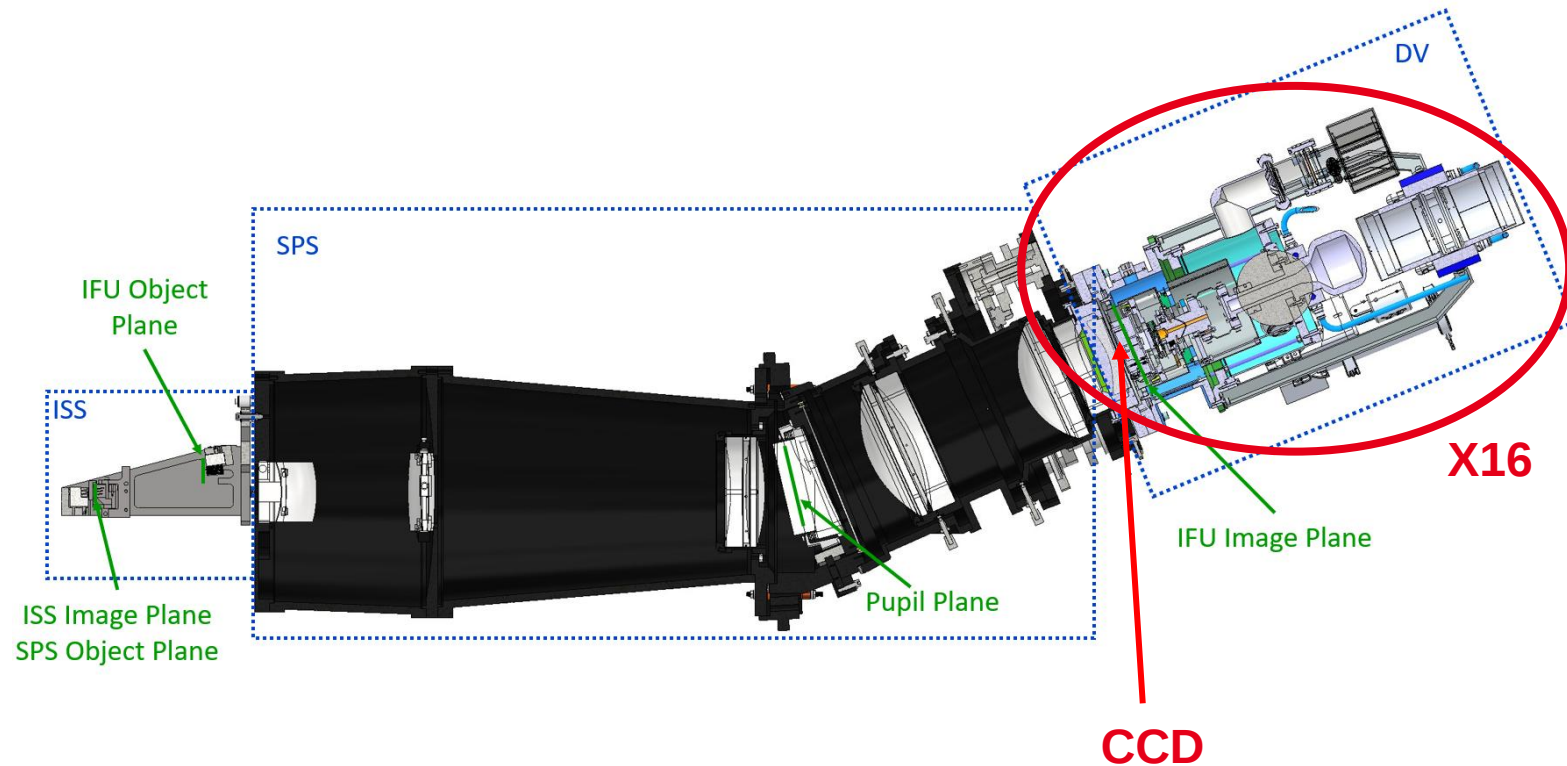
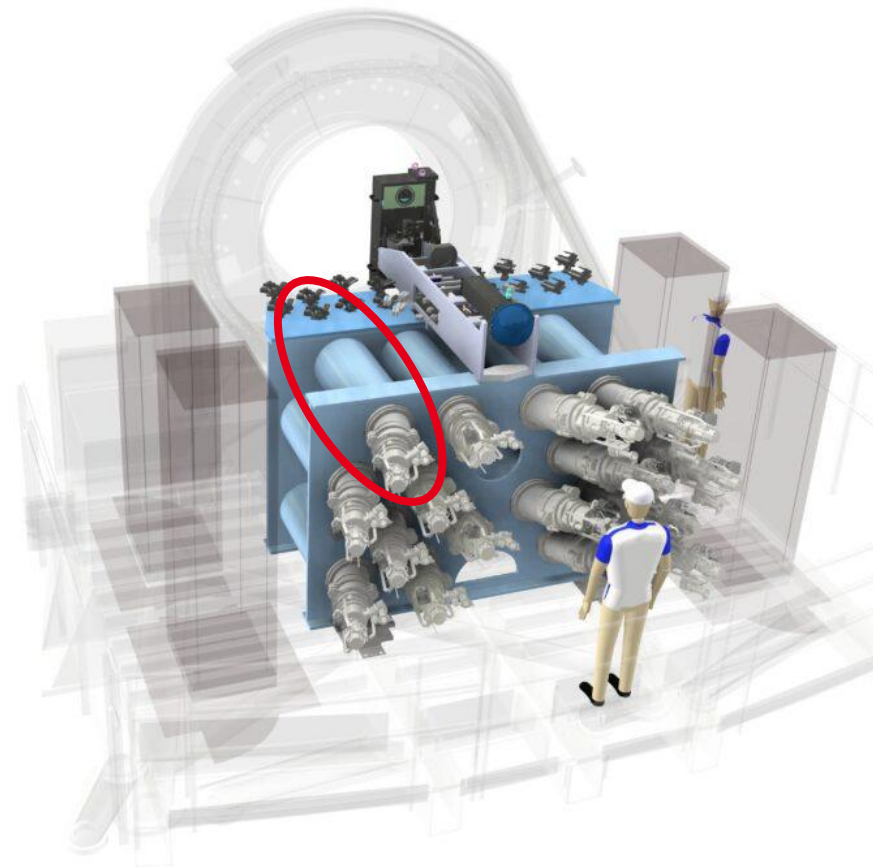
Collaboration and planning



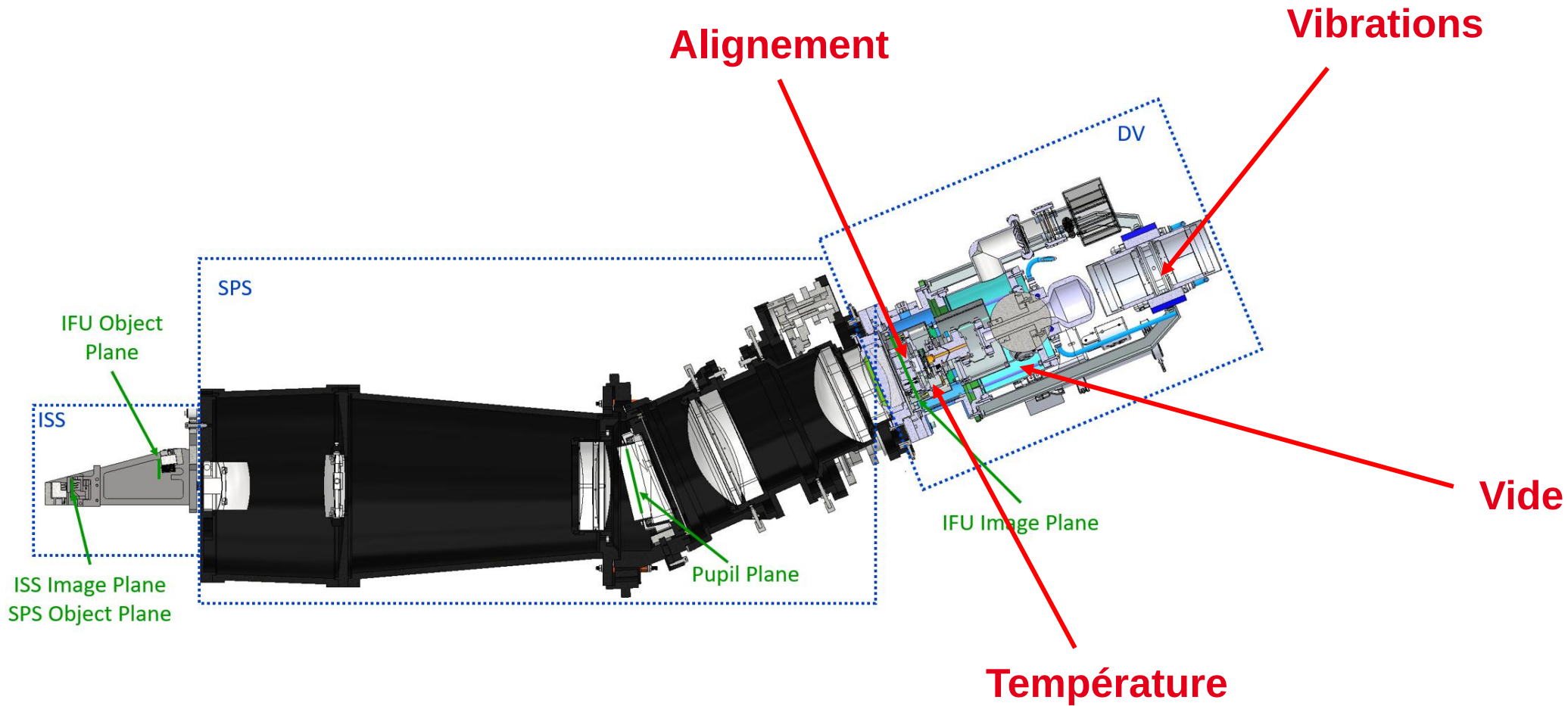
cnrs



Les CCD...



... et les 4 grands enjeux de leur intégration





1 ■ Température

Température – plusieurs enjeux

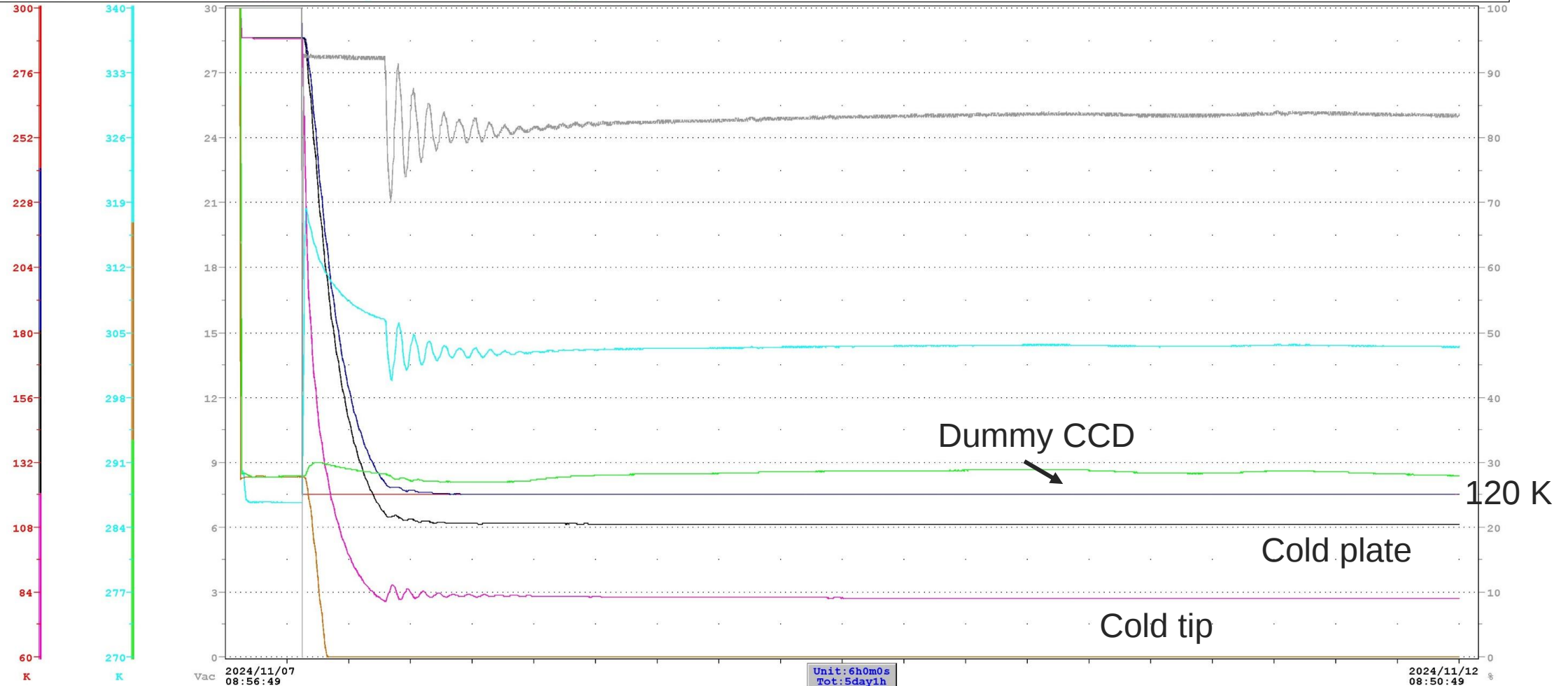
- **Descente en température : OK**
 - Pente de 1K / min (conservatif) pour préserver le silicium
 - Assurée grâce à la puissance du cryocooler
- **Température cible : OK**
 - Il faut un système de refroidissement assez puissant
 - Contrainte avec les cryocoolers (vibrations et chaleur dégagée)
 - Pour minimiser le courant d'obscurité
- **Régulation de température : OK**
 - Variations inférieures à ± 0.1 K
 - Contraintes avec les variations de températures extérieures (chutes brusques pendant la nuit)
 - Pour minimiser les variations de courant d'obscurité
- **On ne veut pas que le CCD soit le point le plus froid du système : OK**
 - Notamment durant le warm-up

Descente, température cible et stabilité

TREND 3: SM01 Cooldown NIR

TREND	ARRAY	HISTORICS	RECORD	PRINT	TOOLS	?	ADD-ON
Previous	Next	Main	Command...	Views...	Scripts...	Center	Msg/Alm...

2024/11/12 08:50:49,276 +0000 GMT		TCP Bytes:1990	Raf:1.0 s	Mem:174/536 MBytes	Msg/Alm: 228		
1_XP.NIR.RSP_K 1_XP.NIR.RVS_K P01_IO.NIR_TCP P01_IO.NIR_TCT P01_IO.NIR_TTH P01_IO.NIR_TFF P01_IO.NIR_TVE P01_XP.NIR.RVA							
120.00	120.17	109.17	81.73	303.46	249.46	289.57	25.09
60.0/300.0	60.0/300.0	60.0/300.0	60.0/300.0	270.0/340.0	270.0/340.0	270.0/340.0	0.0/30.0
K	K	K	K	K	K	K	Vac



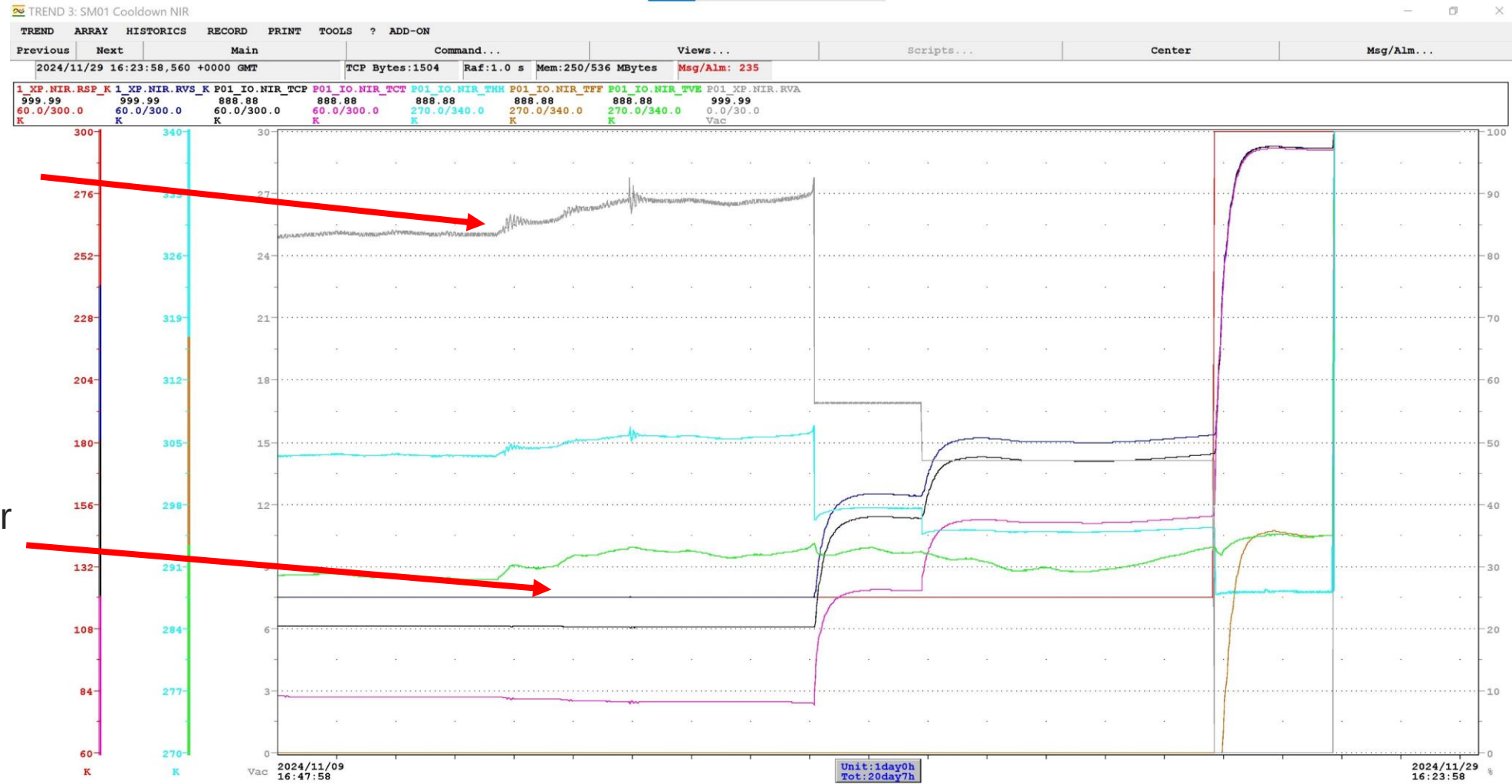
Régulation de température

Par la puissance du cryocooler

- La température sur le dummy CCD reste stable (0,3 K max variation) après augmentation de 5°C dans le labo
- Les paramètres de regulation n'ont pas été optimisés !

Chauffages allumés
dans le laboratoire

Température stable sur
le dummy CCD



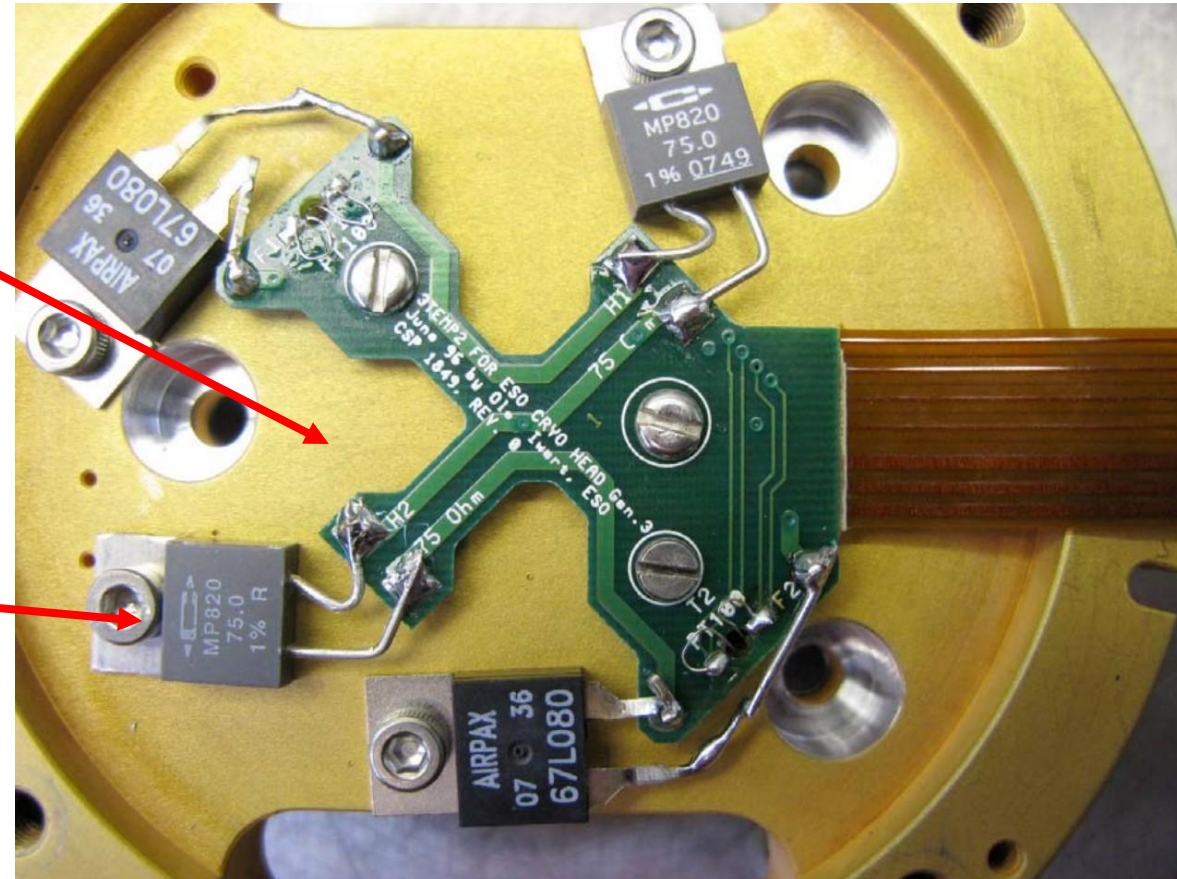
Régulation de température

Par un réchauffage local

- Réponse plus rapide que par variation de puissance du cryocooler
- Nécessite de chauffer en permanence de la marge prévue
- Permet de s'assurer que le CCD n'est jamais le point le plus froid du système

Support du CCD

Résistance « chauffante »





2. Vide



Deux contraintes :

- Valeur cible $< 10^{-5}$ mbar
 - Pour éviter que le CCD se transforme en glaçon
- Vide statique :
 - On ne peut pas pomper en continu car contrainte de vibrations
 - Pompe à sorption charbons actifs installée au point le plus froid du cryostat (cryocooler cold tip) : en cours de test, fonctionnait très bien sur MUSE



Quelques 1.0×10^{-6} mbar, sur le prototype de cryostat, sans faire aucun effort sur la propreté des pièces mécaniques

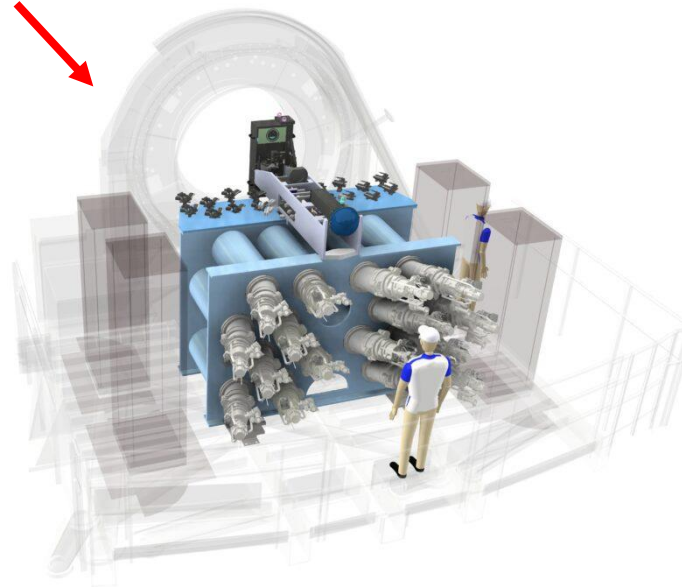


3. Vibrations

Vibrations

Impact sur :

1. La structure de l'instrument et du télescope
2. Mouvements du CCD :
 - X et Y : flou
 - Z : focus (flou aussi)

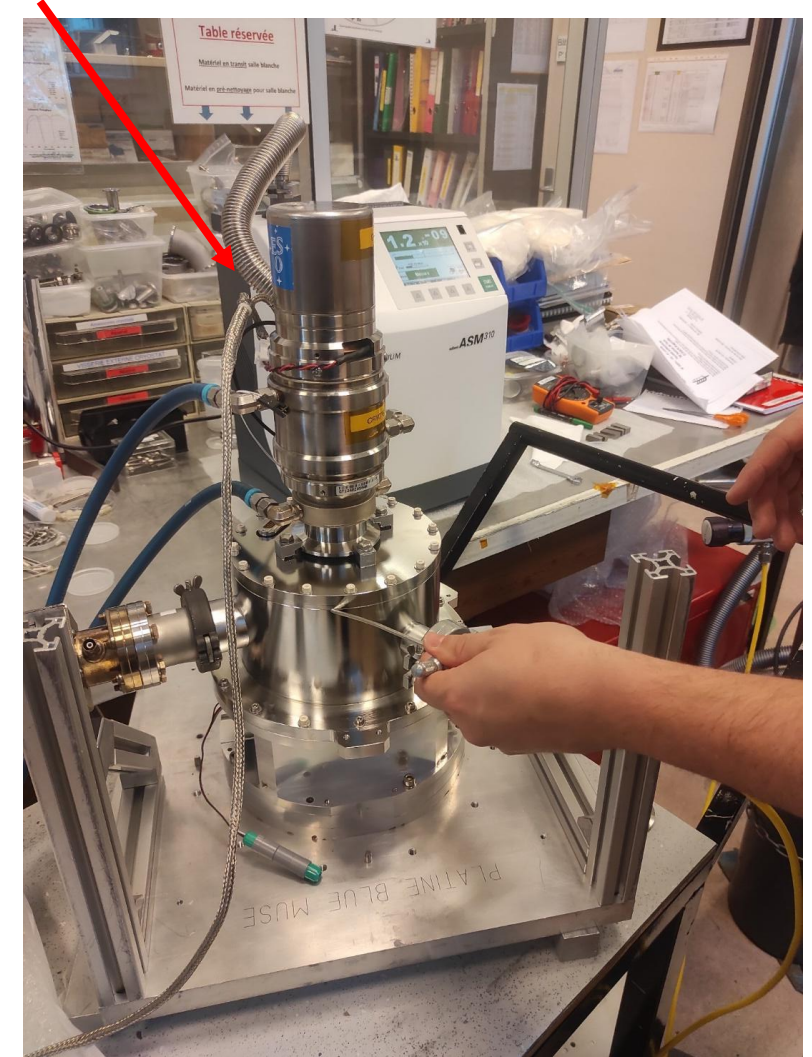


Pour le CCD, contraintes sur la mesure pour validation :

1. À froid
2. Sous vide
 1. Donc cryostat fermé : enjeu pour instrumenter !

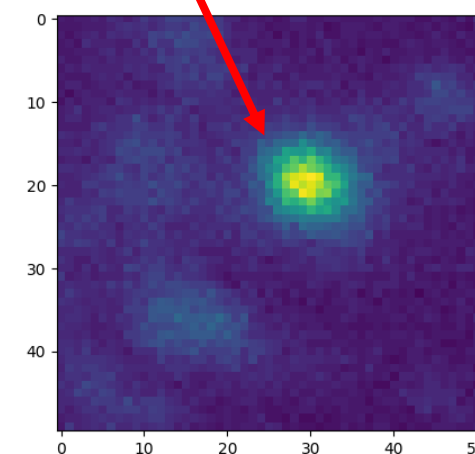
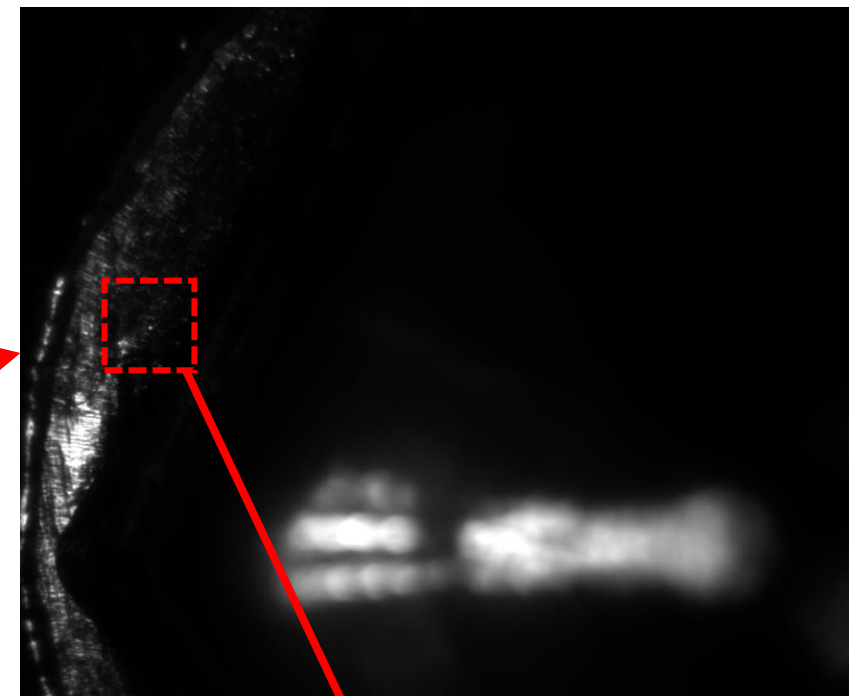
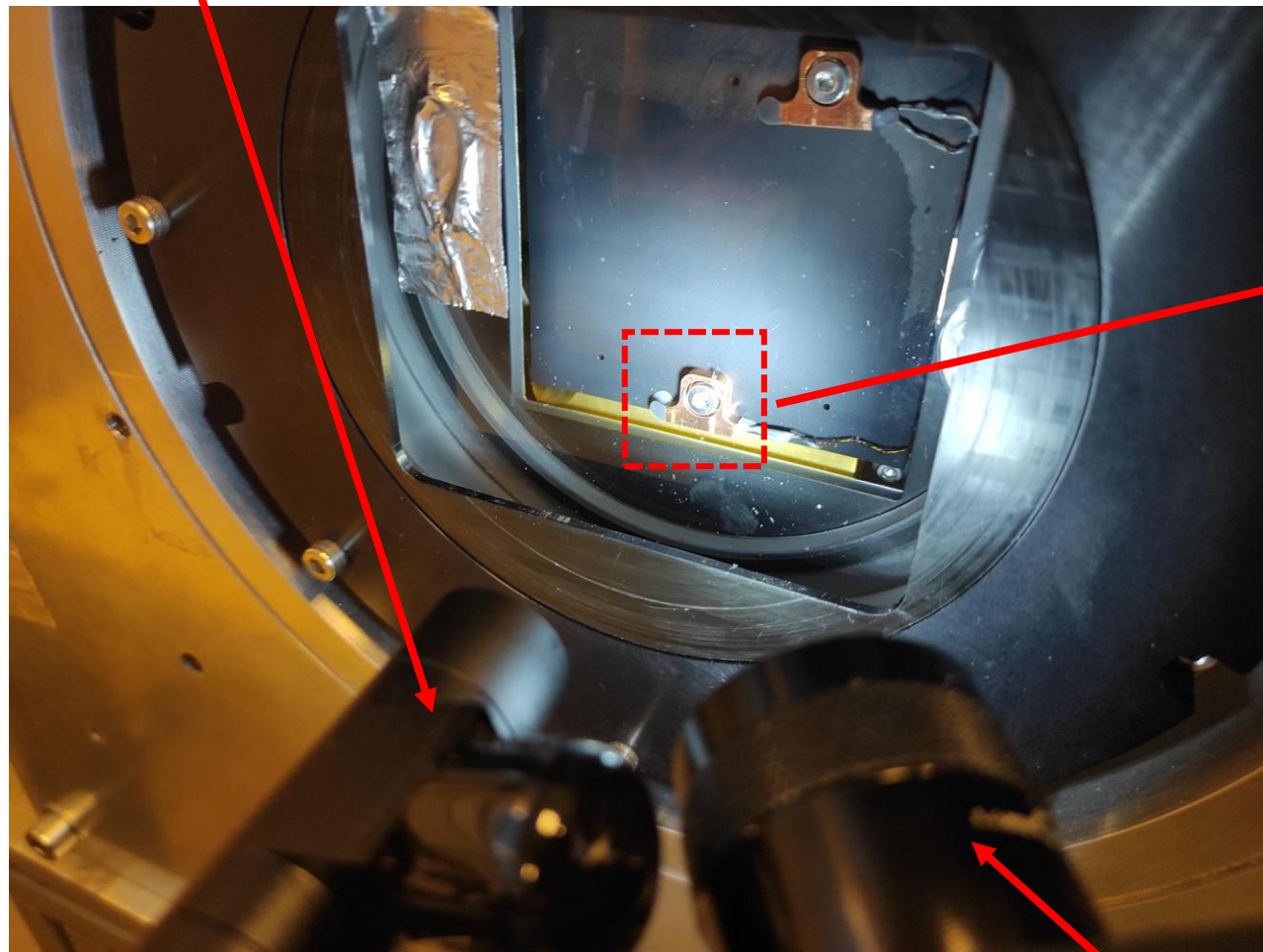
Cryotel GT:

- Vibre à 60 Hz



Déplacements en X et Y

Edmund Optics x4



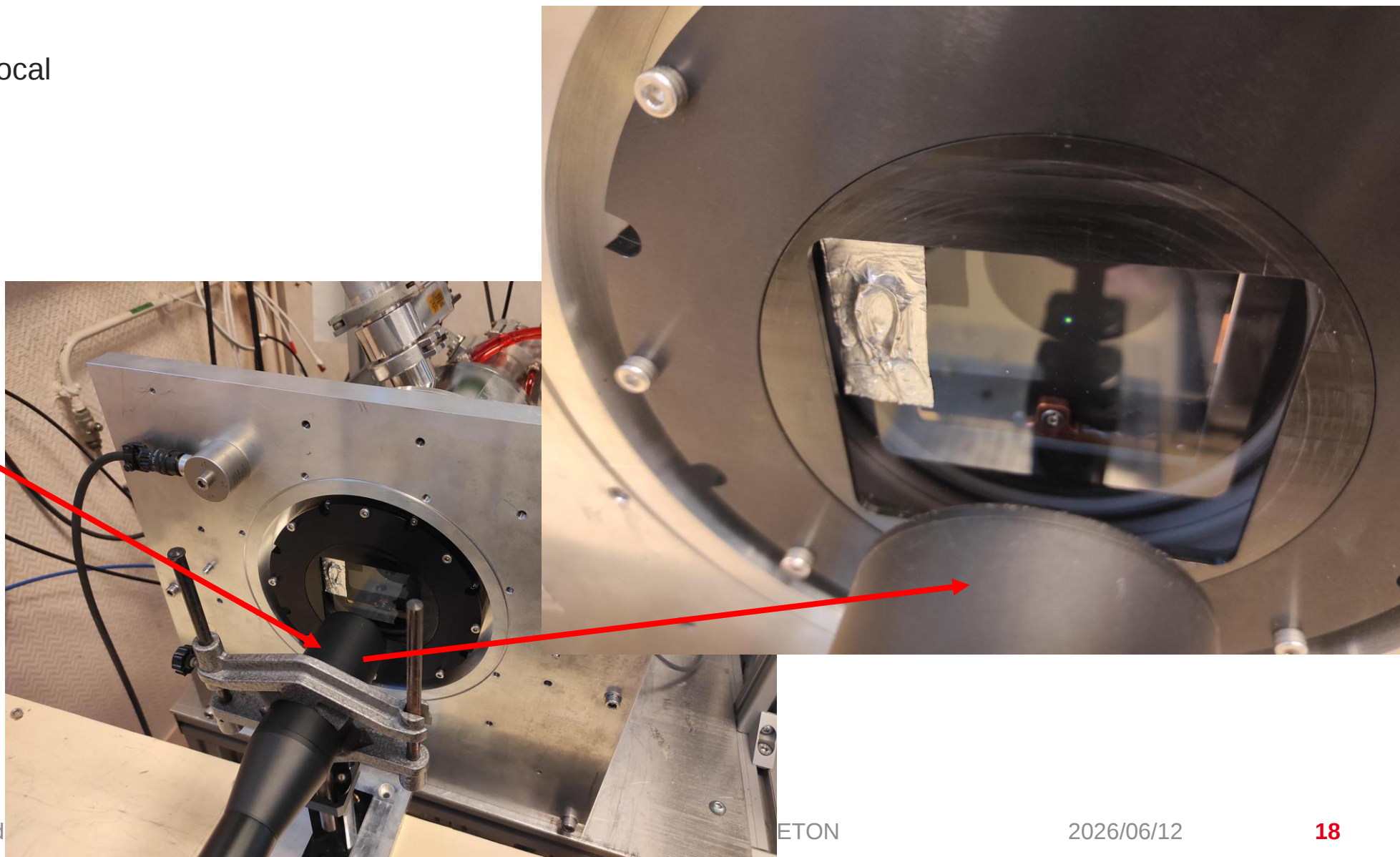
Basler Fast Camera (2000 Hz)

Source de lumière

Mesures des déplacements en Z du CCD

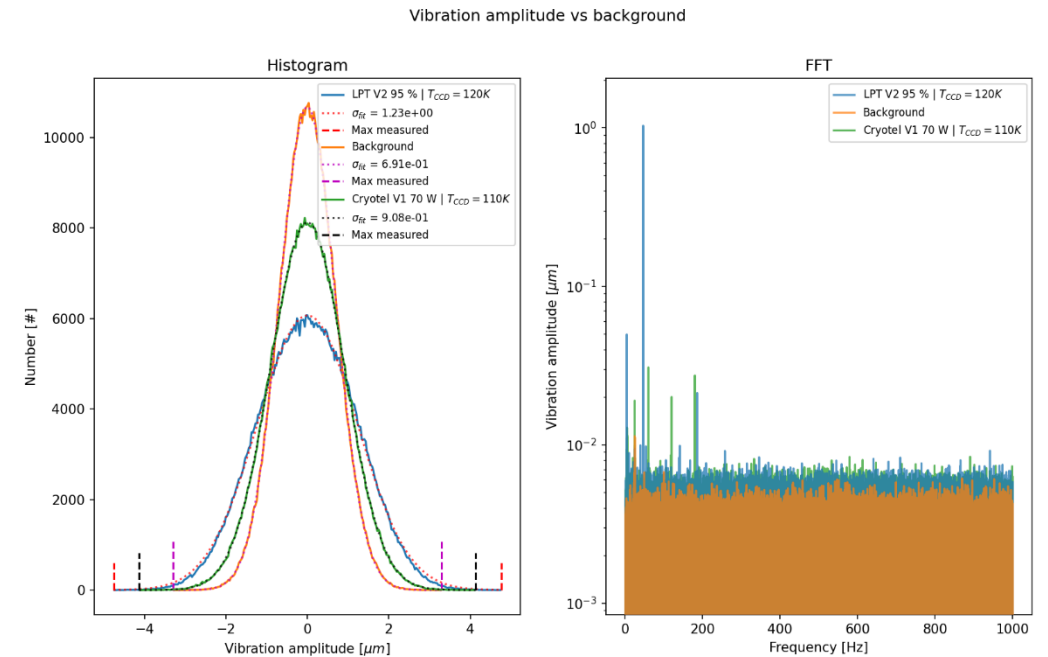
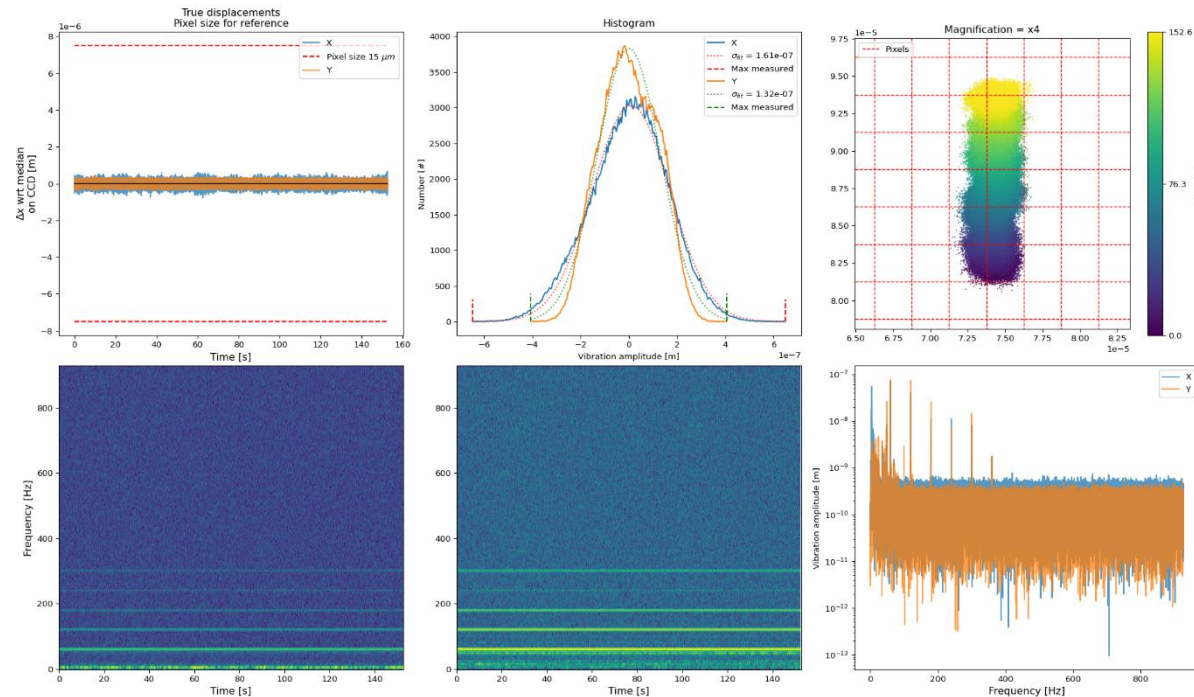
Méthode:

- Avec un capteur confocal



Vibrations : mouvements du CCD

Impact sur le CCD : **OK**



Déplacements RMS < 0.2 μm en X/Y et < 1 μm en Z



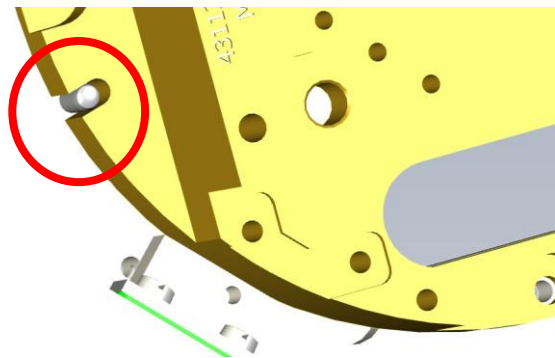
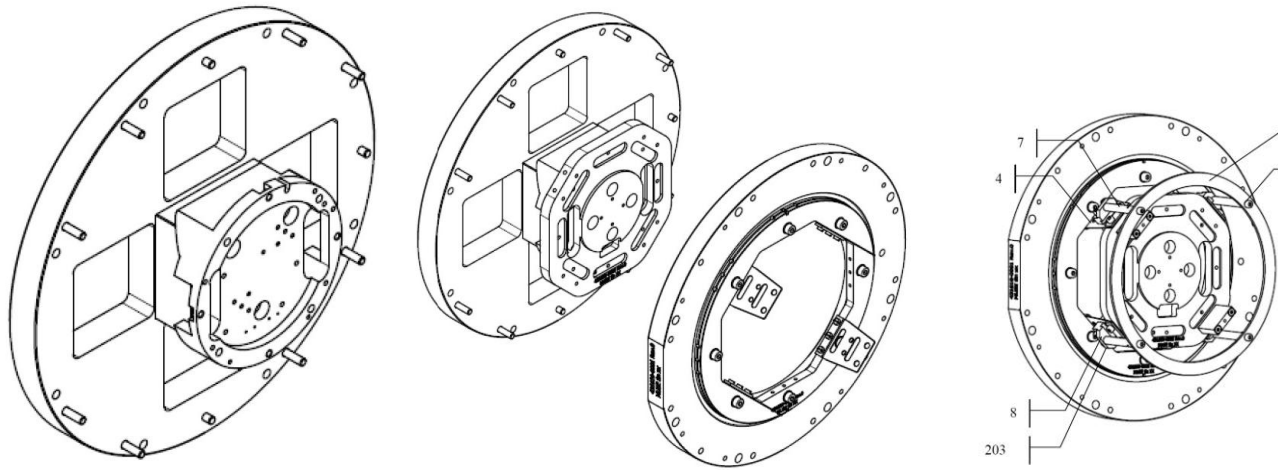
4. Alignement

Intégration mécanique

Rectification mécanique

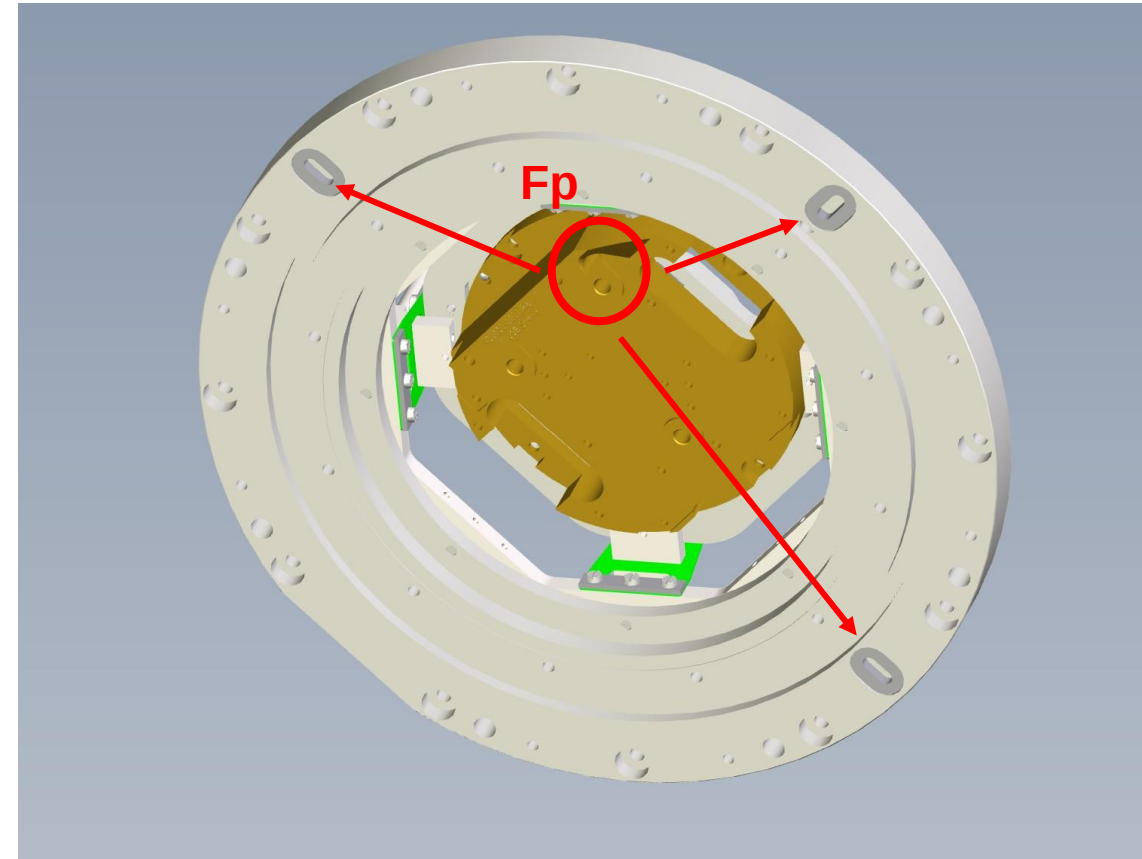
Intégration mécanique

Outils rectifiés au micron, X, Y et Z + tip-tilt par rapport à des éléments de référence

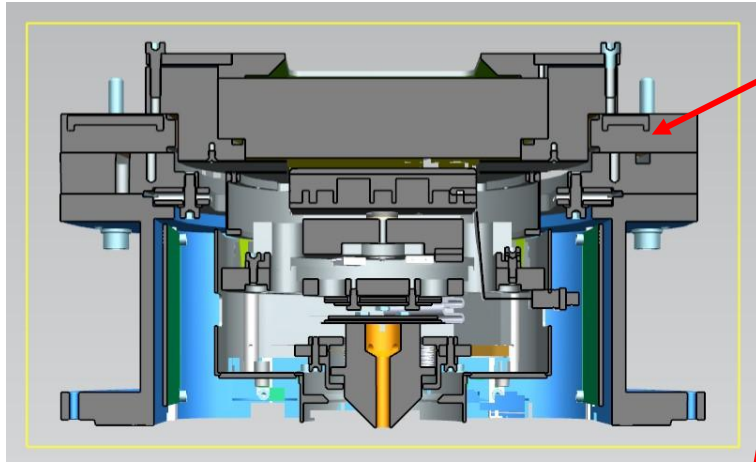


Pion de centrage pour le support du CCD

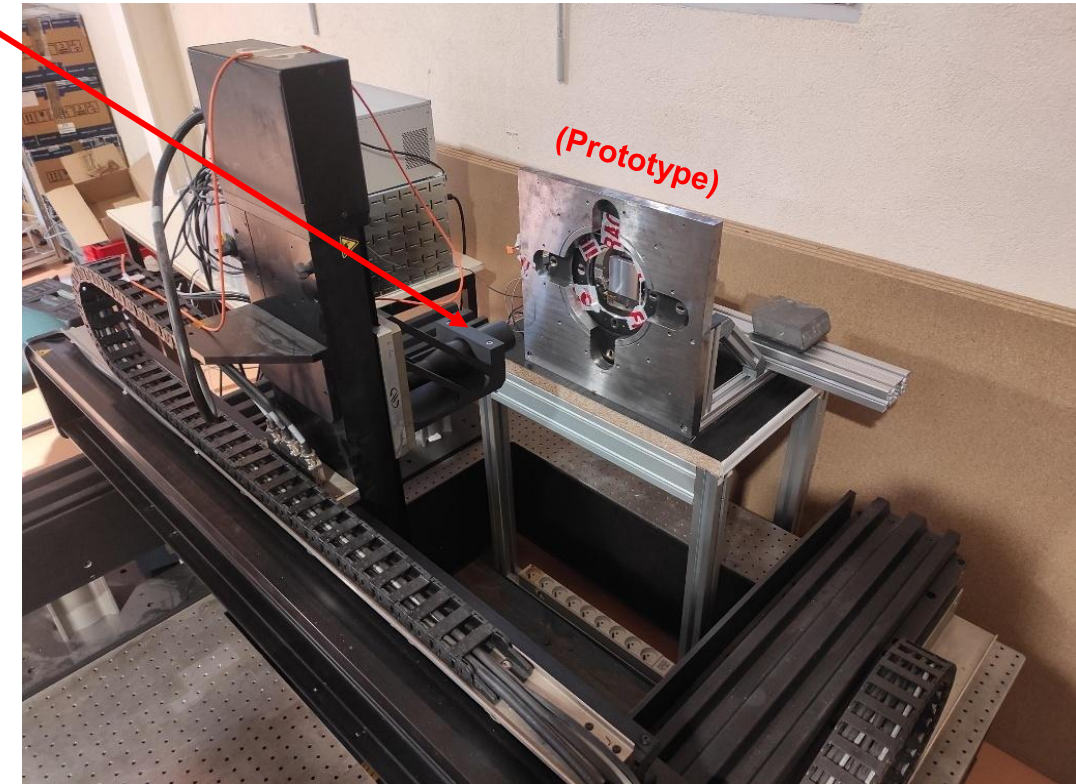
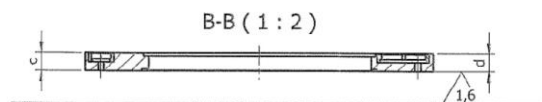
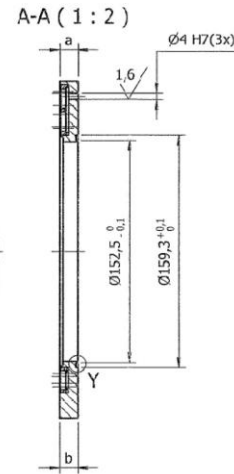
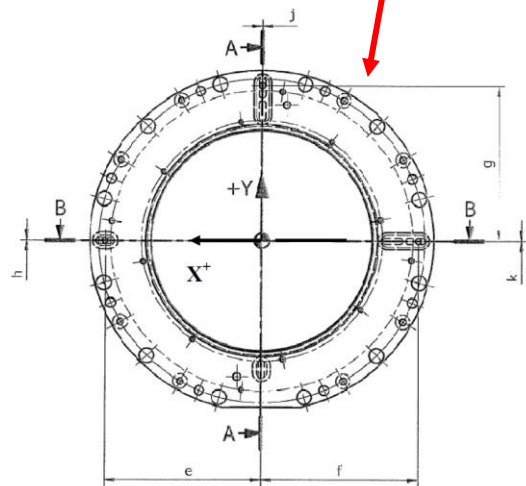
Un « point fixe » du support CCD est positionné au μm par rapport aux pin slots

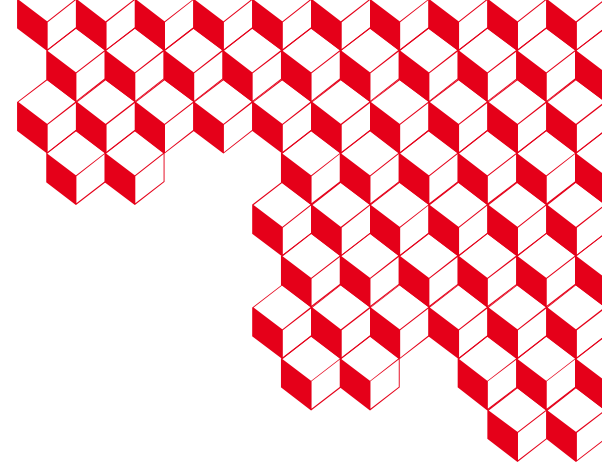


Mesures pour rectification mécanique (1 μm)



- Flange d'interface : rectification de la face inférieure (comme pour MUSE)
- Mesure relative du CCD par rapport à des points de références (pin / slots)
- Capteur confocal + axes linéaires (précision de déplacement 1 μm)





Thank you for your attention!

CEA SACLAY
91191 Gif-sur-Yvette Cedex
France
remy.le-breton@cea.fr