

Banc pour l'étude et la caractérisation des détecteurs CCD



Claire Juramy

Journée IN2P3 Dispositifs et Installations 2015

Objectifs du banc

- ***Étude des détecteurs CCD***
 - Validation des ASIC de contrôle et de lecture
 - Effets de répartition spatiale des charges
 - ***Caractérisation des détecteurs CCD***
 - Efficacité de conversion des photons incidents en fonction de la longueur d'onde
 - Efficacité de transfert de charges
 - Gain des amplificateurs électroniques, bruit
 - Profondeur de puits, dynamique
 - Défauts « cosmétiques » de fabrication
- Cadre : LSST (Large Synoptique Survey Telescope)

Cahier des charges

Environnement : salle blanche

- Requis : classe ISO5 pour manipulation du CCD
- Salle ISO6 + hotte à flux laminaire
- Salle de test : ISO7

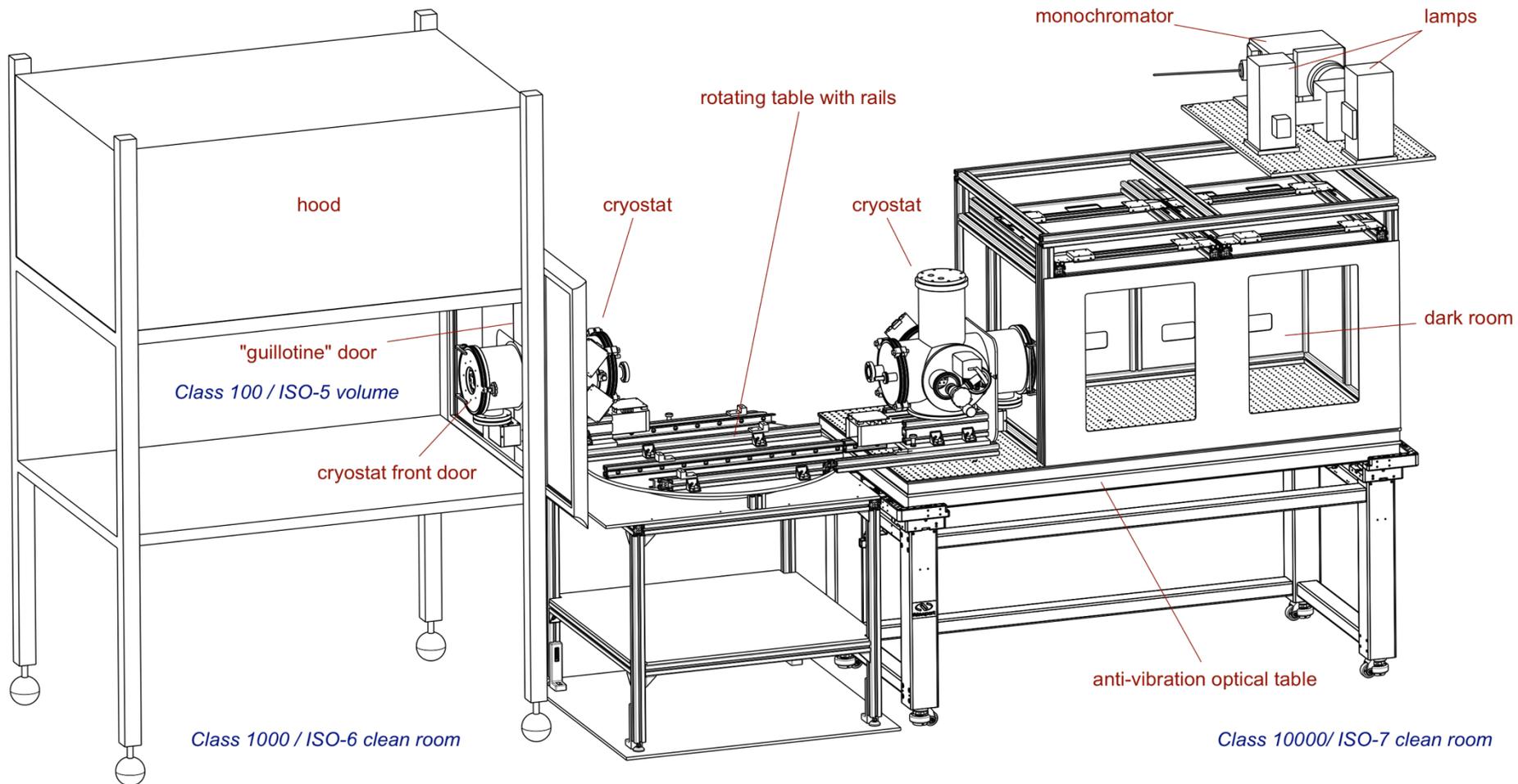
Cryogénie

- Détecteurs à -100°C
- Deux cryostats

Sources

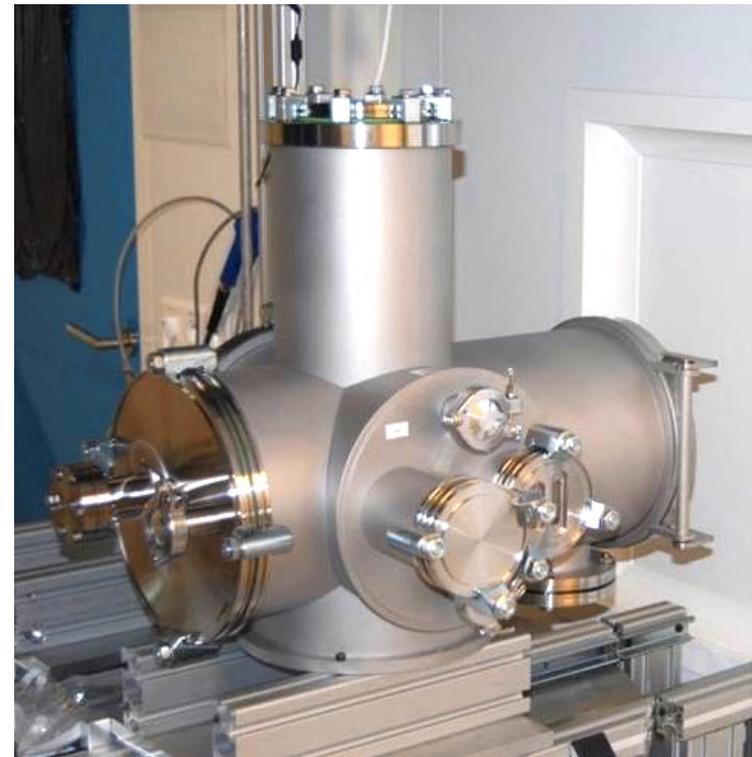
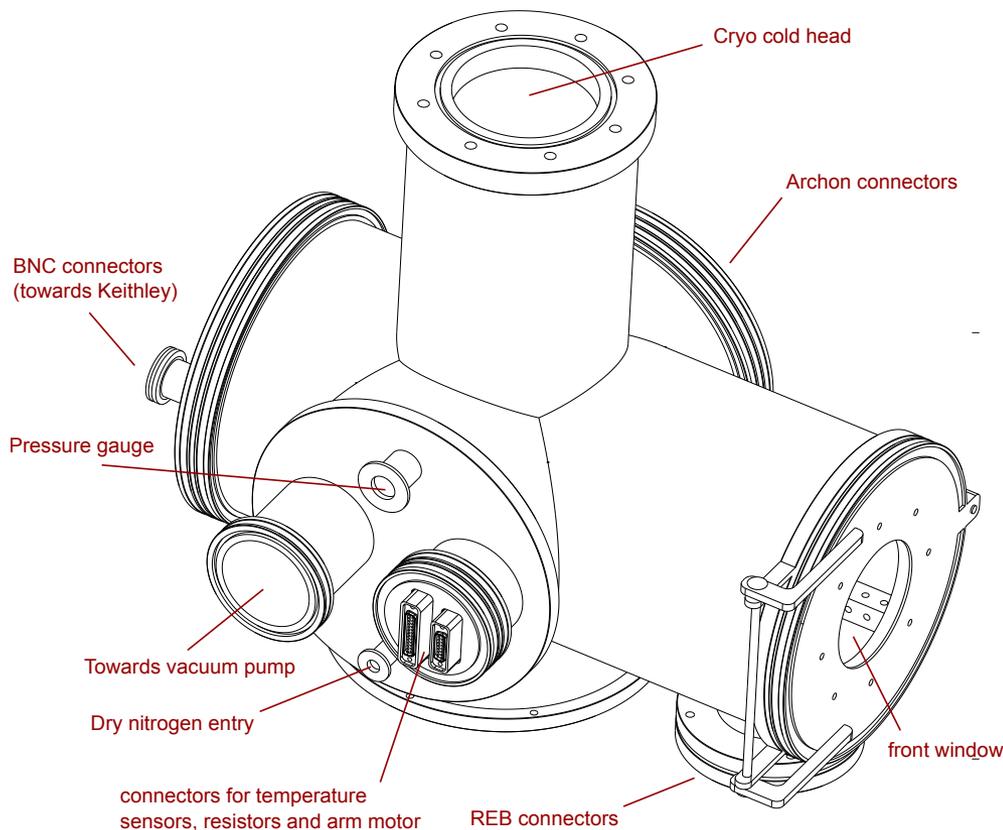
- Boîte noire
- Longueurs d'onde UV – NIR
- Projection de champs plats, de mires, de franges, de points
- Calibration des flux
- Source radioactive (^{55}Fe)

Vue d'ensemble



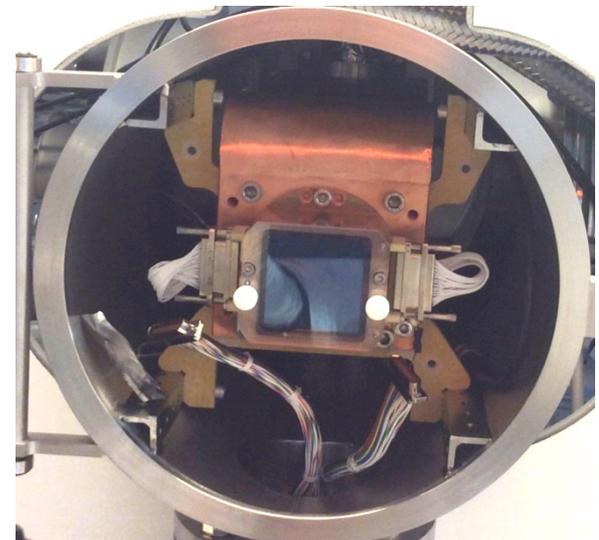
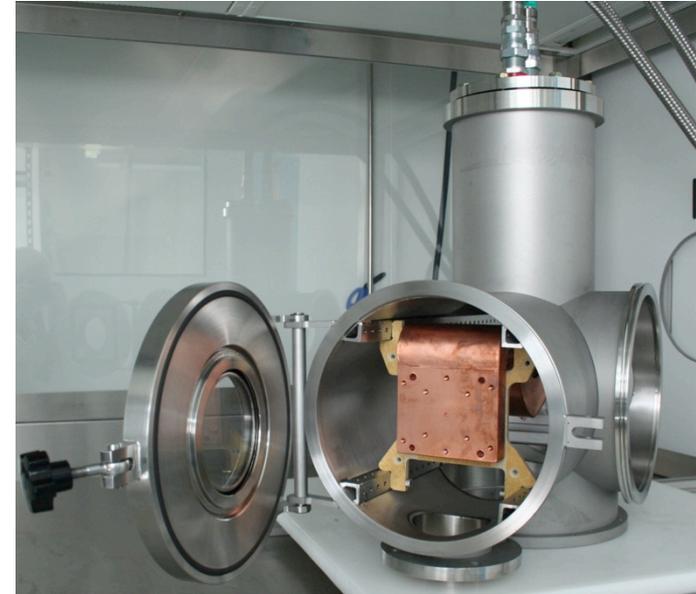
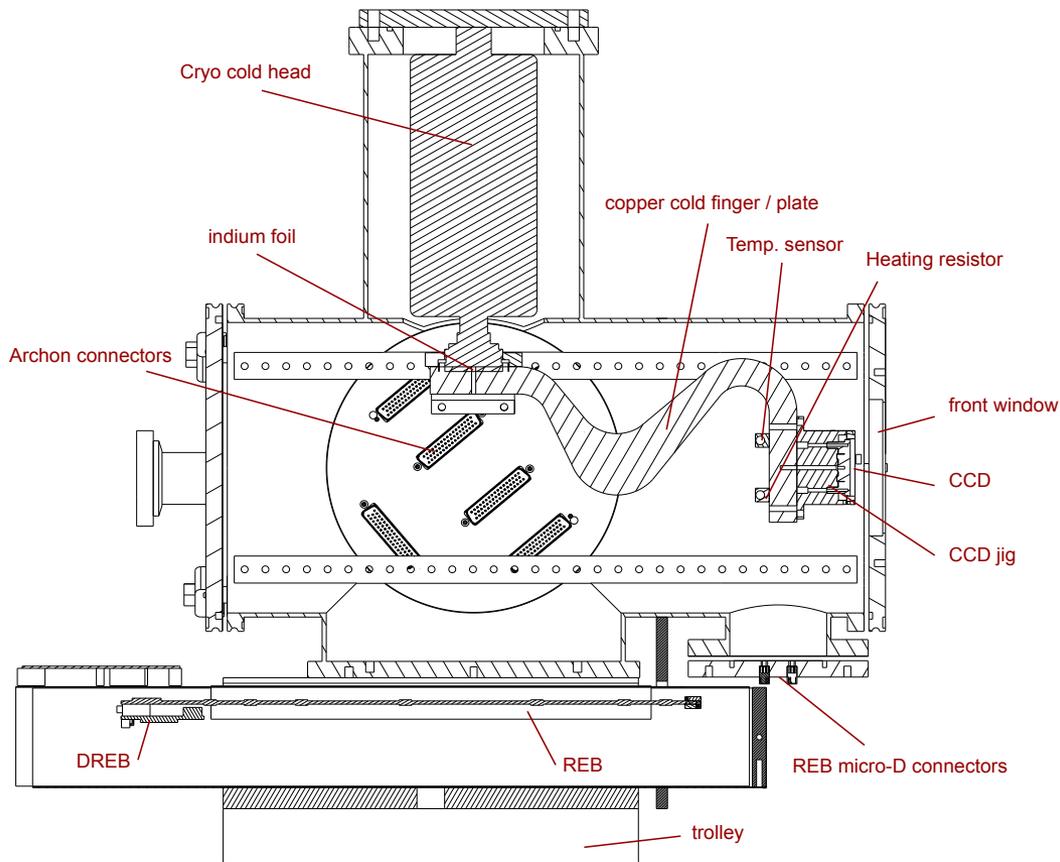
Conception mécanique : cryostat

- Ouverture à l'avant, une seule attache
- Joints viton
- Cryogénérateur sur le dessus

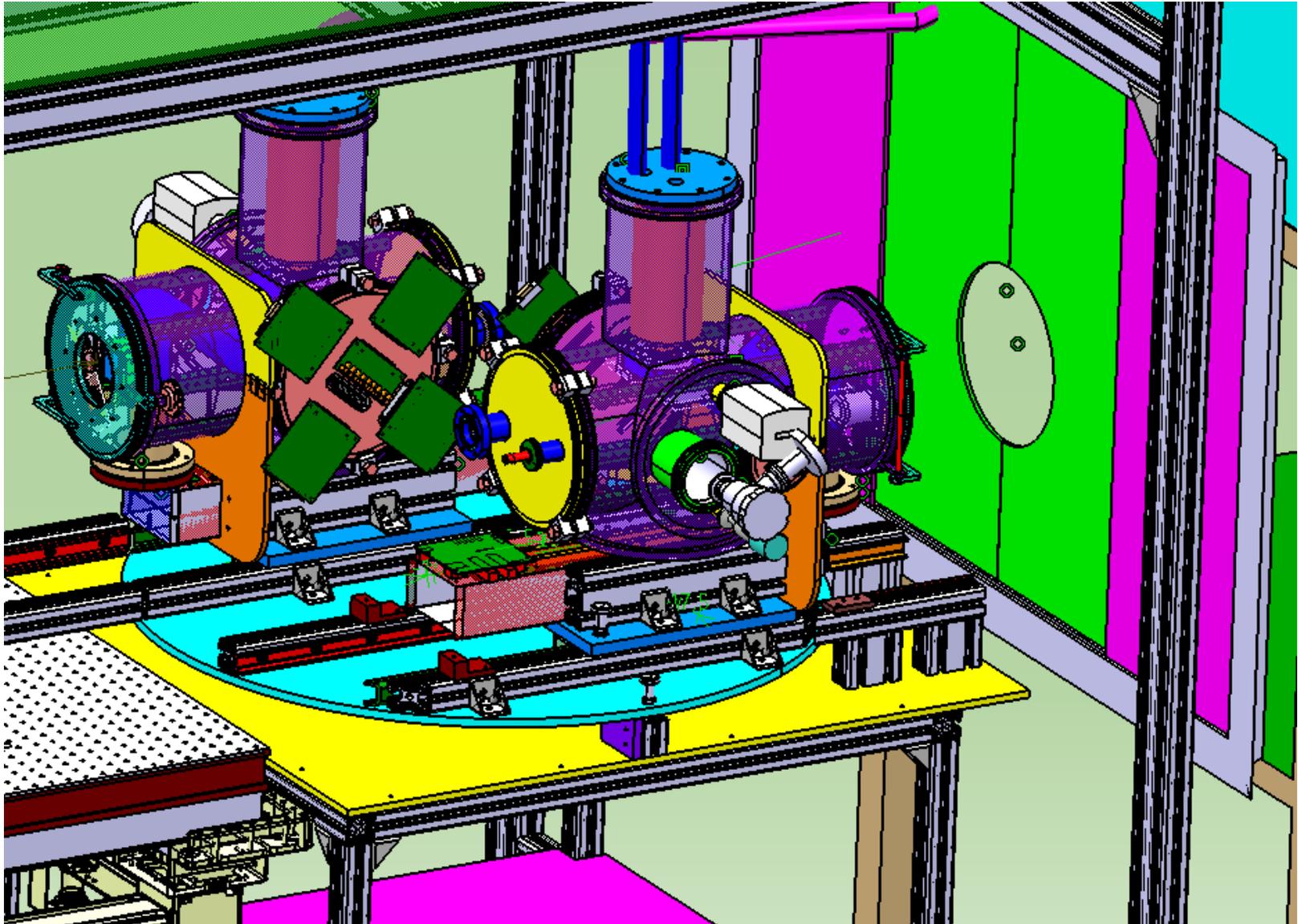


Conception mécanique : cryostat

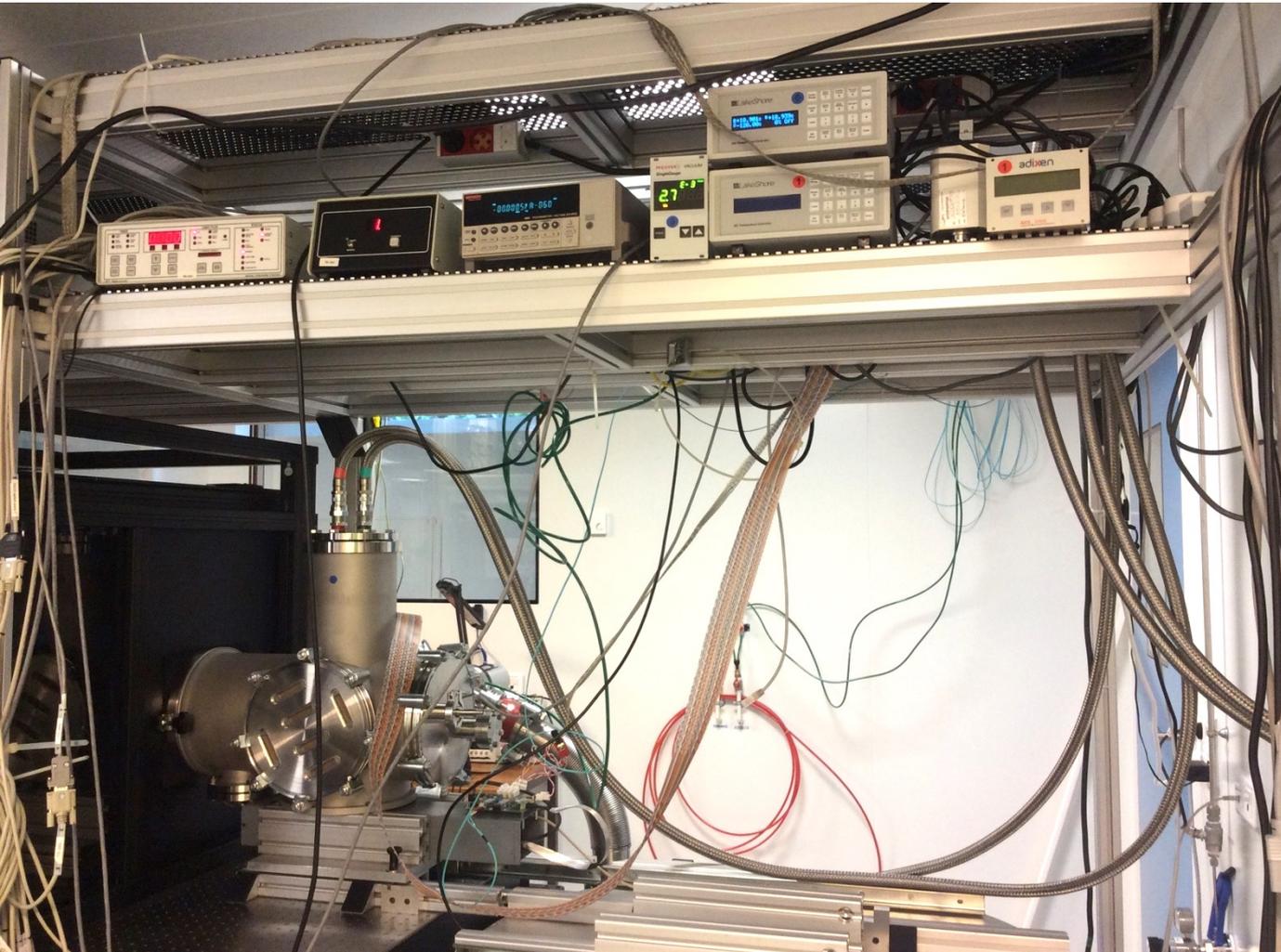
- Tresse en feuillard de cuivre
- Équerres, supports de tresse en époxy



Plateau tournant

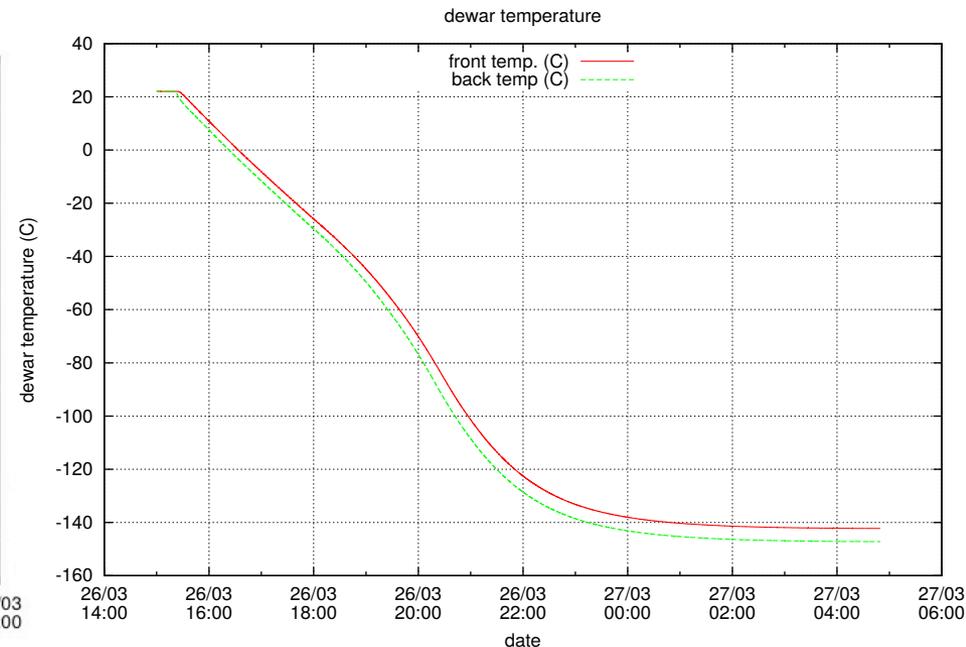
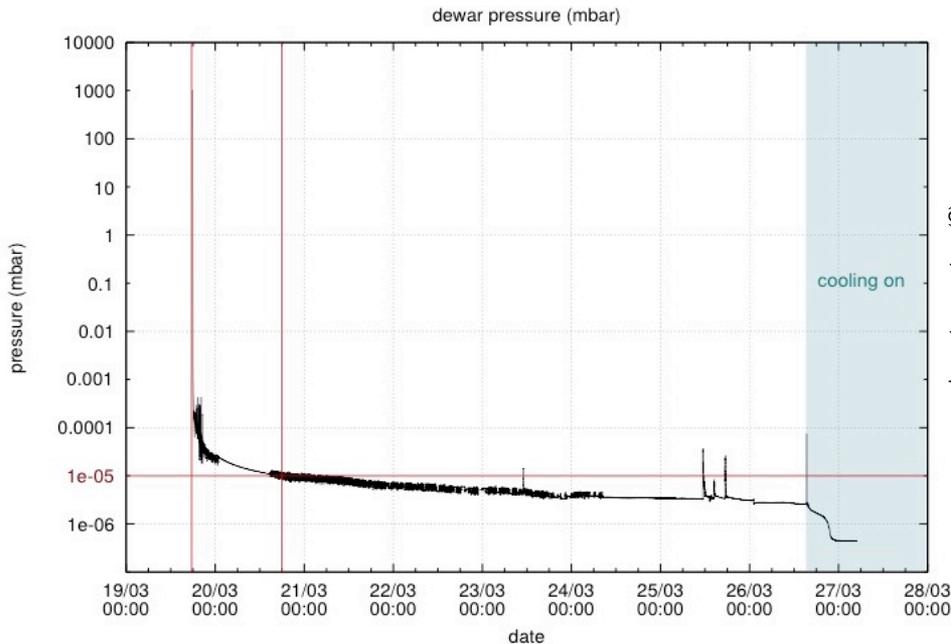


Positions des cryostats



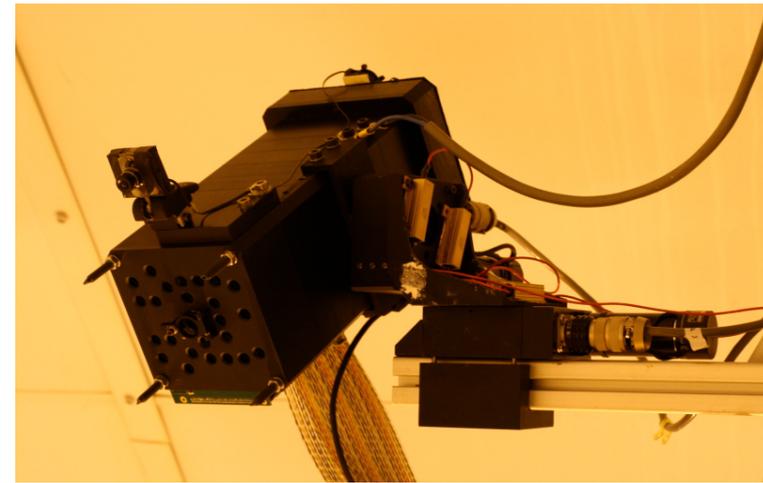
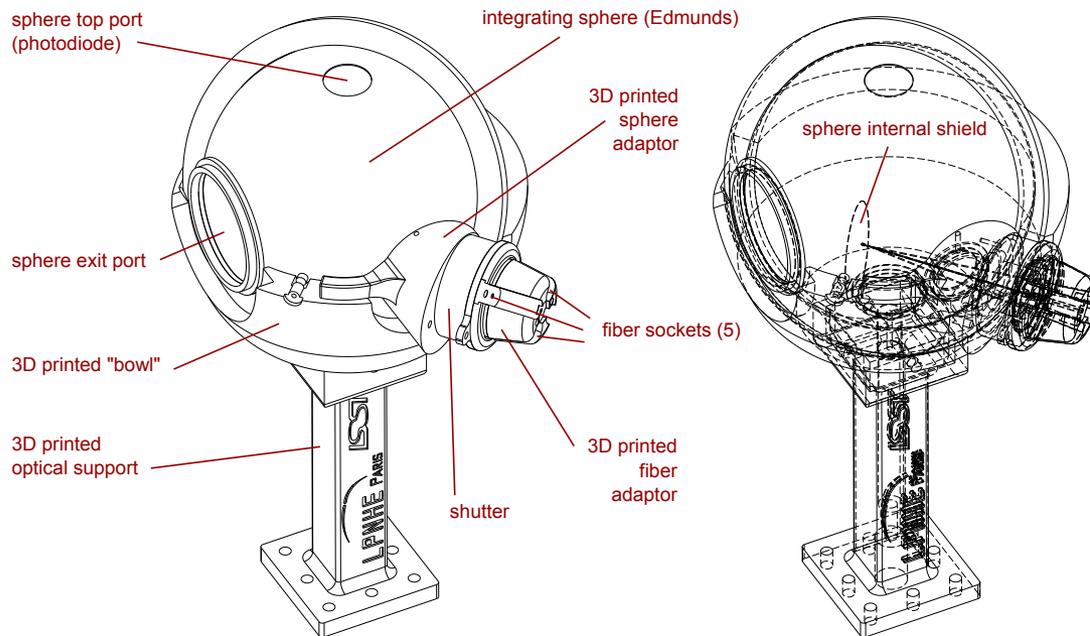
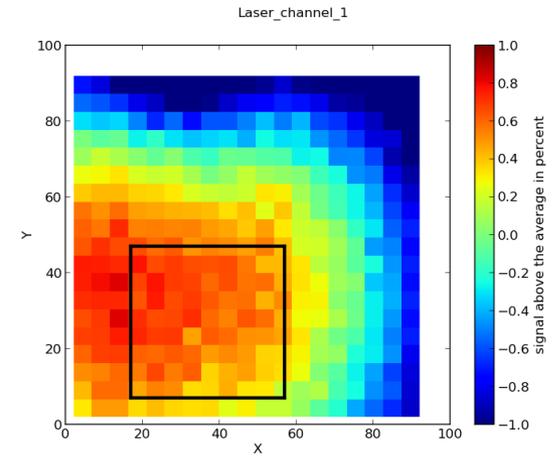
Vide et cryogénie

- Vide $< 10^{-5}$ mbar (T ambiante) en < 24 h, $< 10^{-6}$ mbar à -100°C
- Descente en température : 6h pour -100°C
- Stabilisation de la température : 0.01°C sur > 24 h



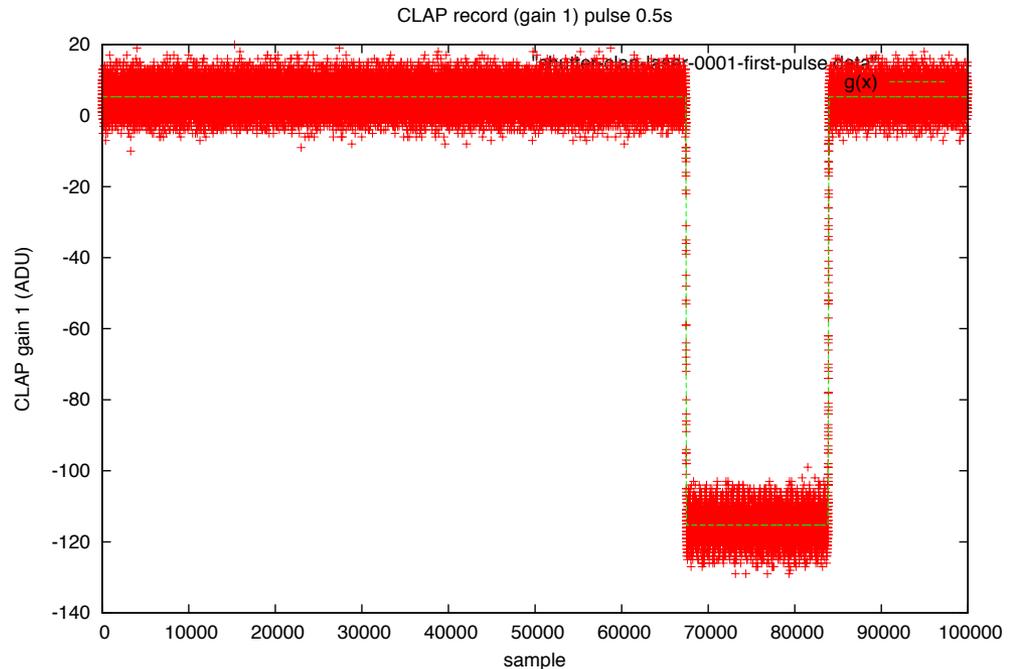
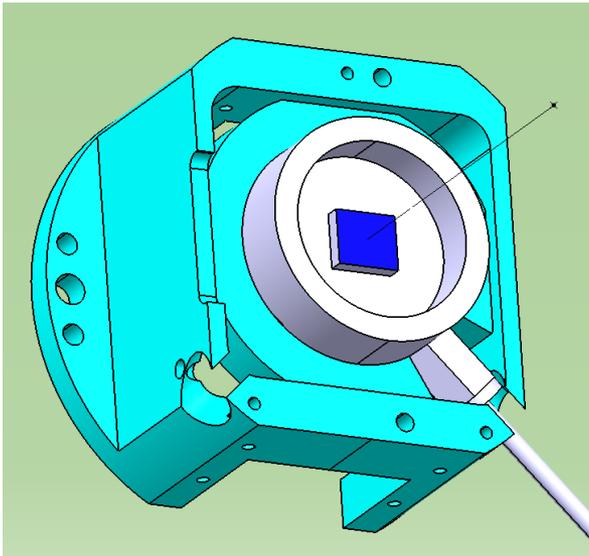
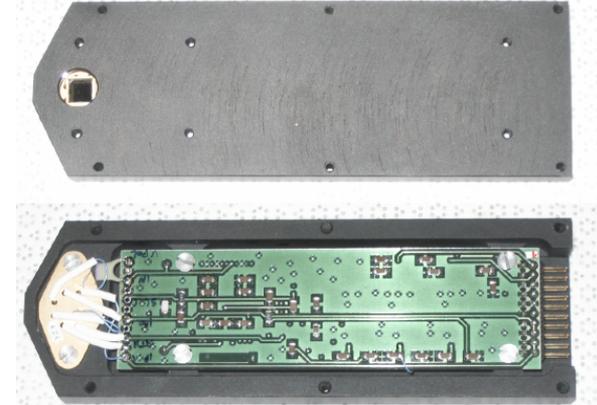
Sources optiques : champ plat

- Lasers 406, 635, 808, 980 nm
- Lampes QTH + XeHg, monochromateur
- Champs plats à $< 1\%$: sphère intégrante
- Amélioration : système à LED type DICE



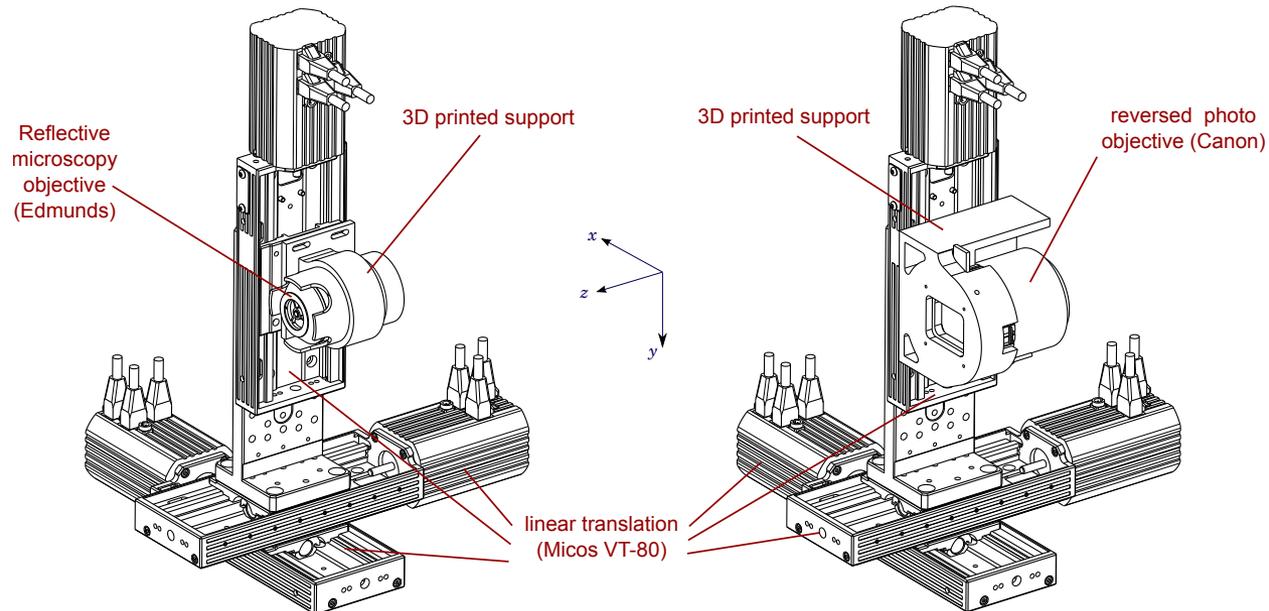
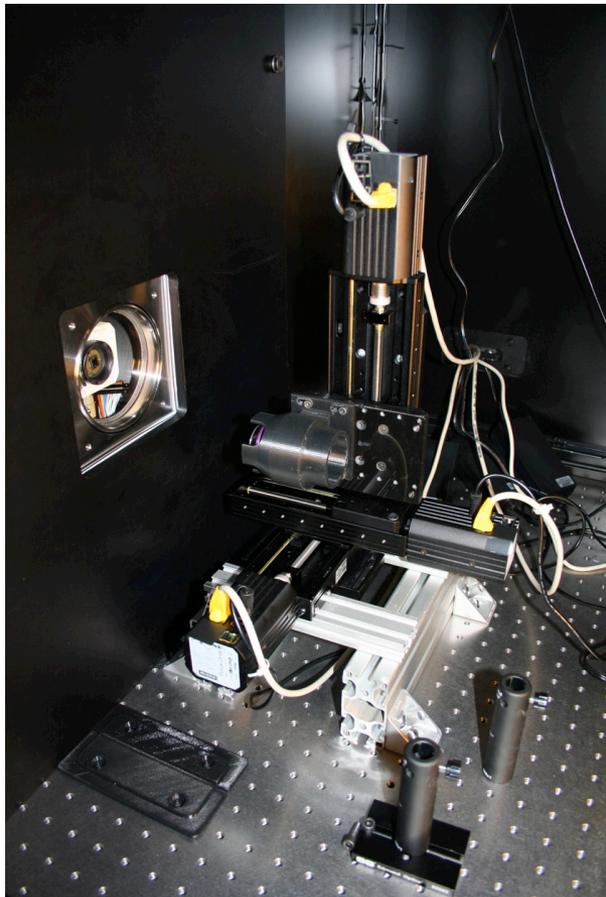
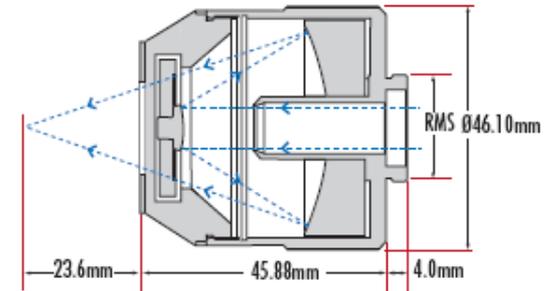
Sources optiques : calibration

- Photodiode sur la sphère intégrante
- Photodiode à la position du CCD (DKD)
- Photodiode NIST (problème d'approvisionnement)
- CLAP calibrée de DICE dans le champ



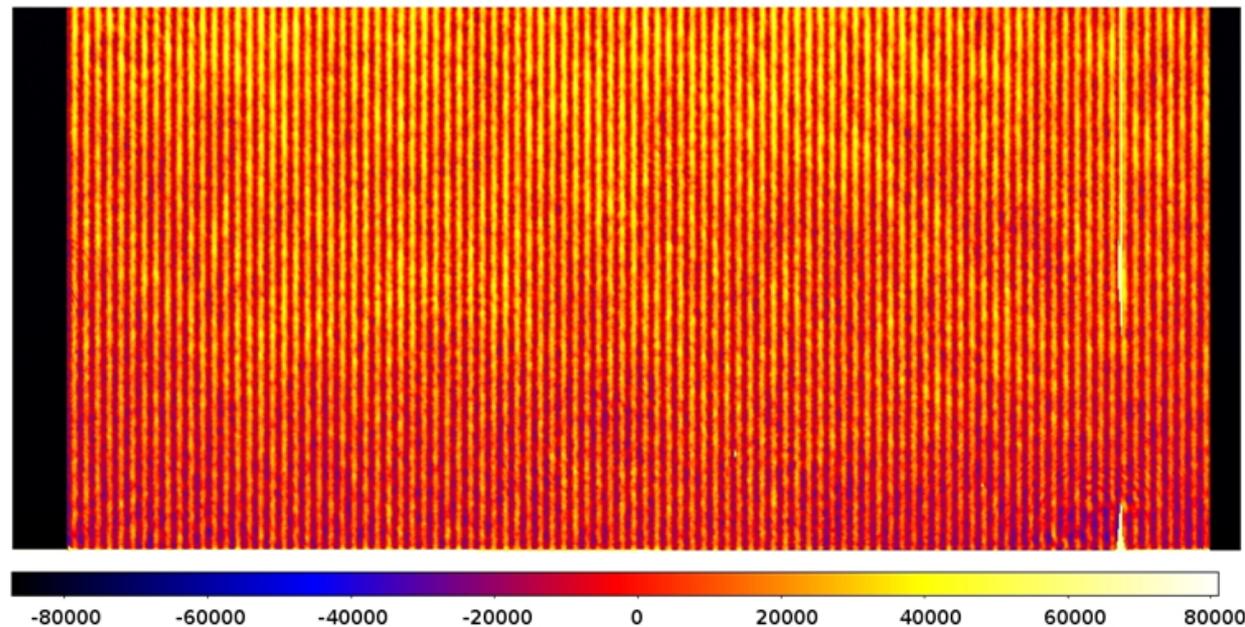
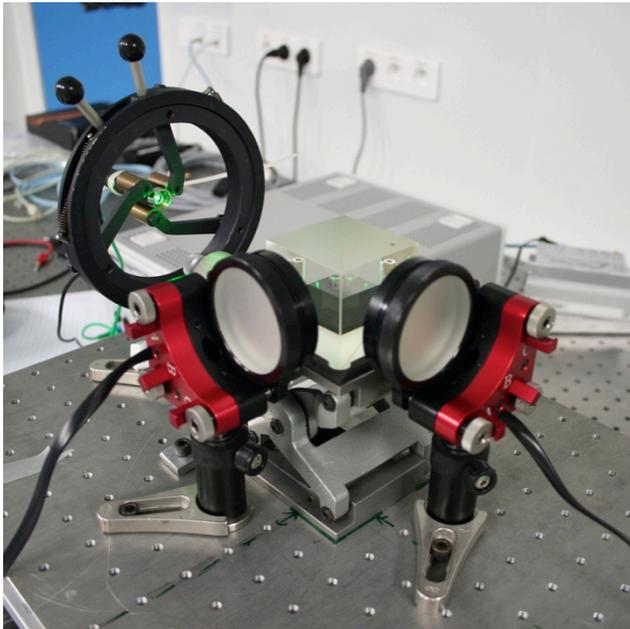
Sources optiques : images

- Point sub-pixel ($10\ \mu\text{m}$)
- Images de mire, gradient de flux



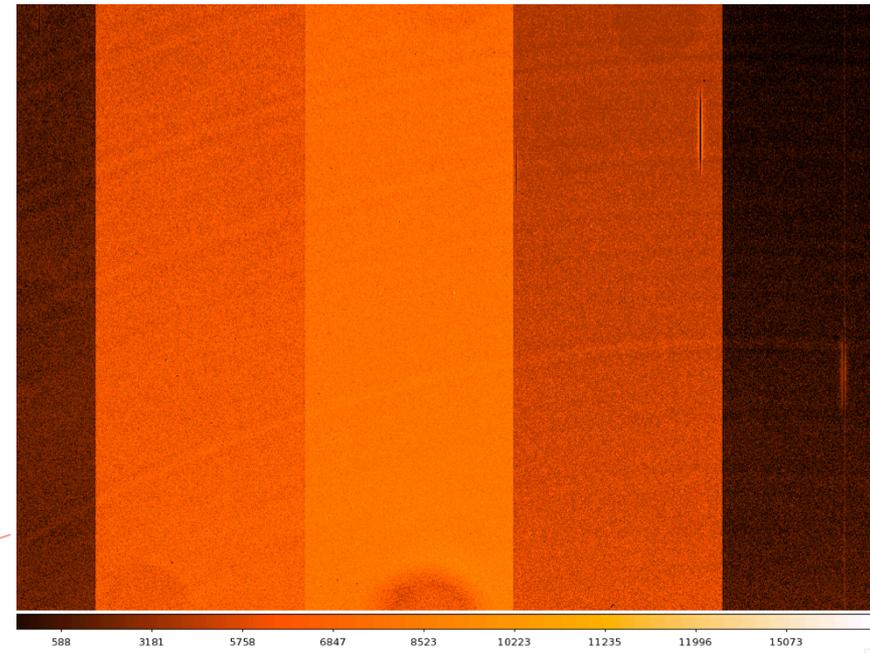
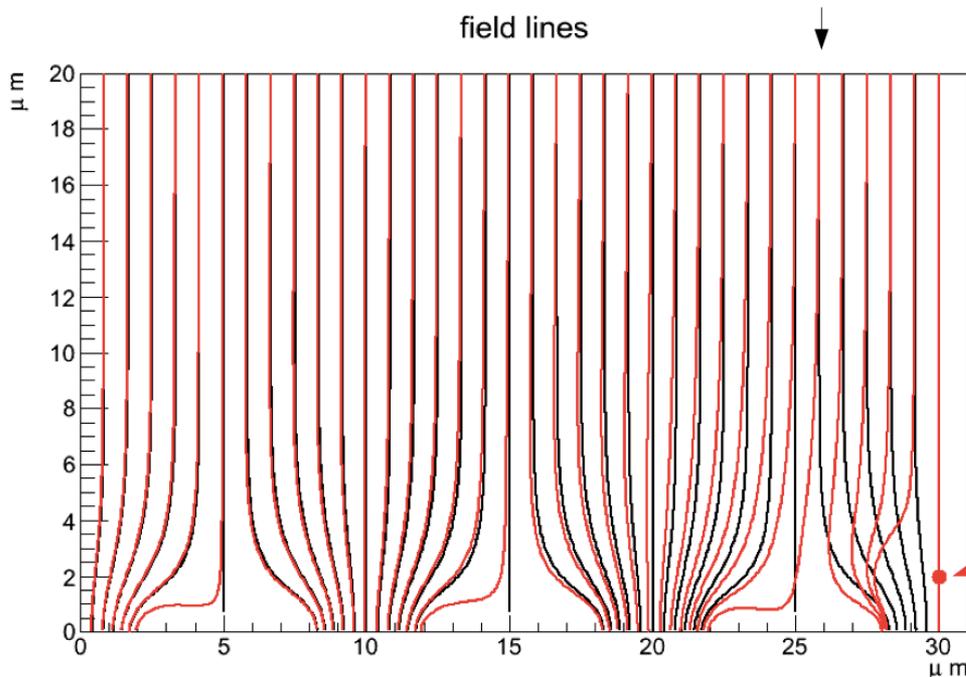
Sources optiques : franges

- Interféromètre de Michelson, piloté
- Projection de mires, support rotatif
- Mesure des variations locales (thèse en cours)



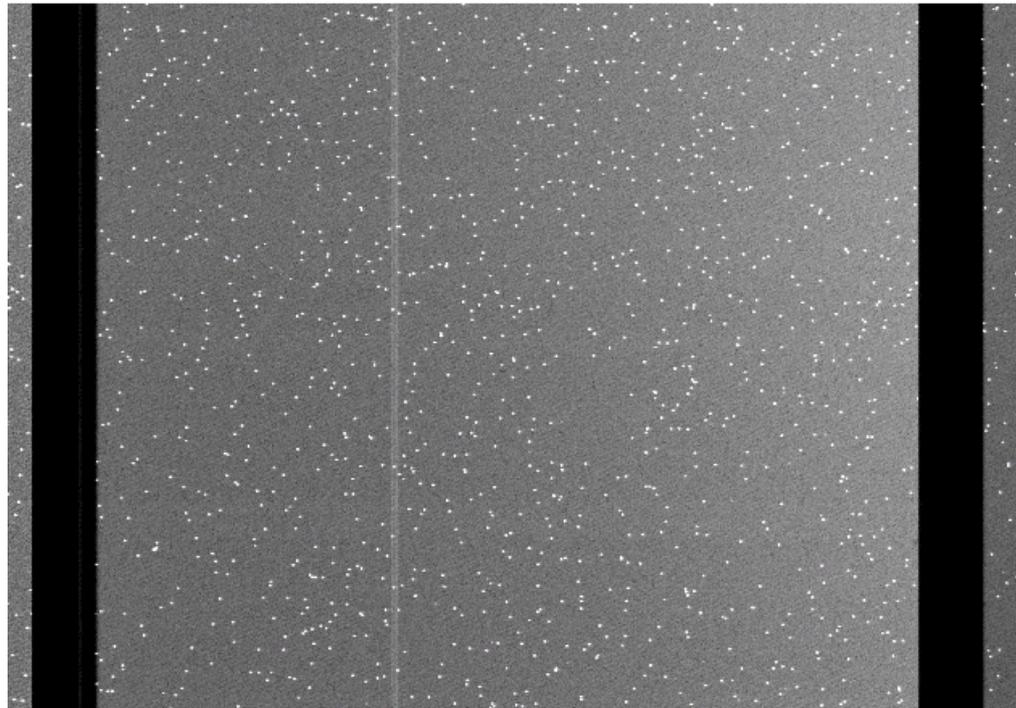
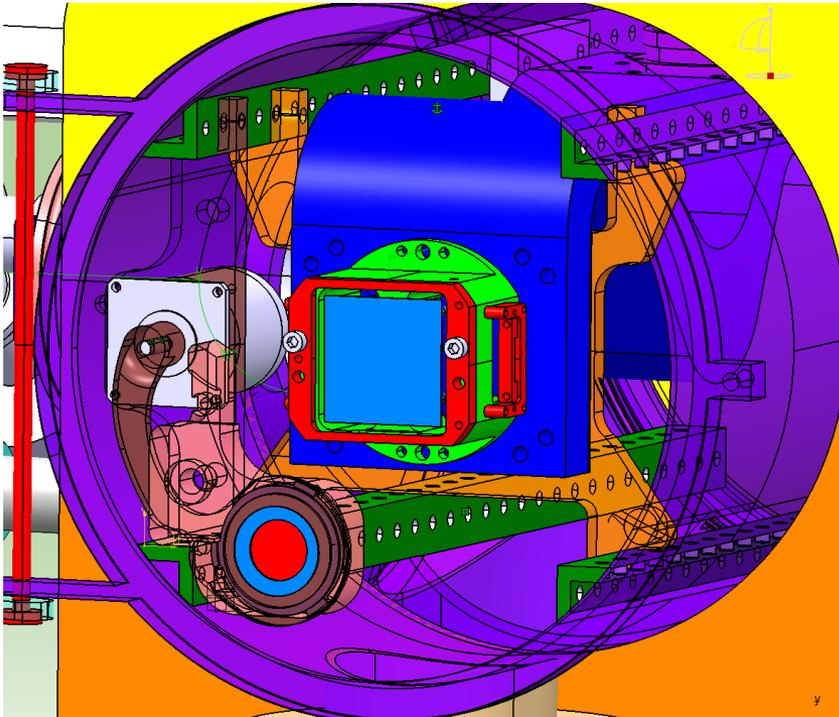
Études sur les CCD

- « Brighter-fatter » : déformation du champ due aux charges déposées
- « Tree rings » : déformations du champ intrinsèques au substrat
- Effets de bord

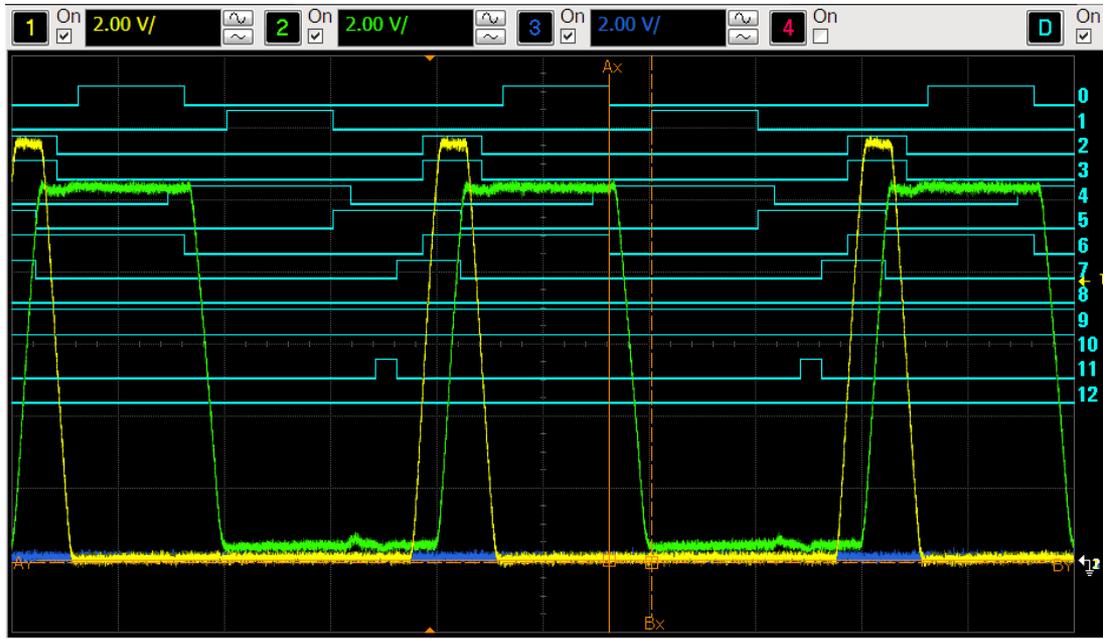


Source de ^{55}Fe

- Source faible de rayons X
- Mesure du nombre d'électrons par impact
 - Gain, efficacité de transfert des charges



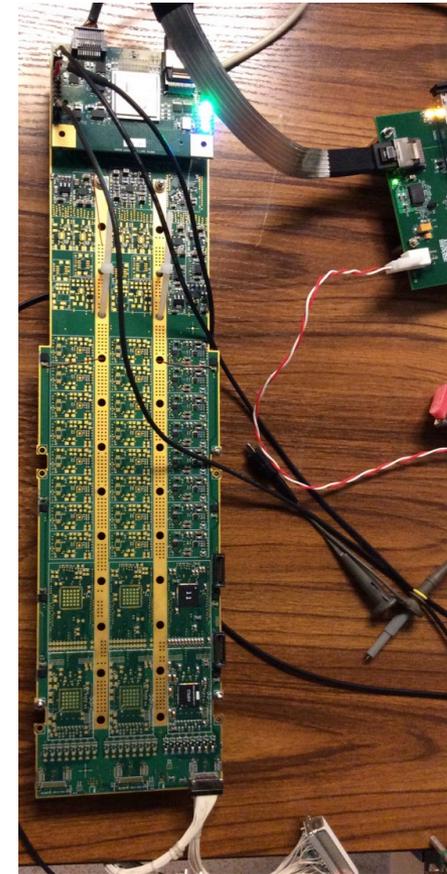
Contrôle et lecture des CCD



RU
RD
CL
RST
S1
S2
S3
RG
P1
P2
P3
SPL
SHUTTER

ASPIC
Serial
Parallel
ADC

- Cryostat compatible avec des contrôleurs existants
- Électronique de LSST (REB) avec ASPIC et CABAC, FPGA
 - 550 kpixel/s, bruit 7 e⁻
- Acquisition de LSST (châssis XTCA)



Contrôle logiciel du banc

- Instruments auxiliaires sur RS-232 (PCI Multiport) + USB, Ethernet, carte PCI NI pour TTL
- Drivers et GUI en C++ (Qt), commande à distance par interface XML-RPC
- Contrôle de la REB en Python (registres FPGA)
- Couche de haut niveau et scripts en Python
 - Modulaire : attache seulement les instruments nécessaires au test
 - Acquisition d'images en collectant tous les paramètres d'environnement
 - Tests complets : séries d'images en variant flux/longueur d'onde/temps d'exposition