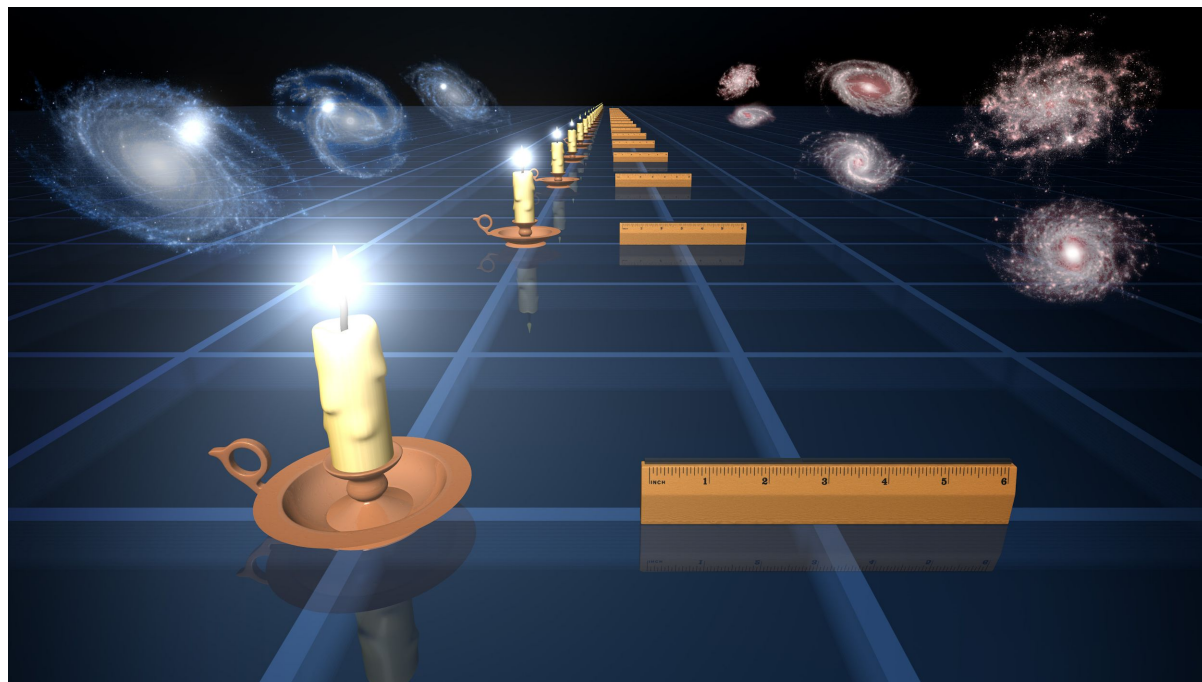
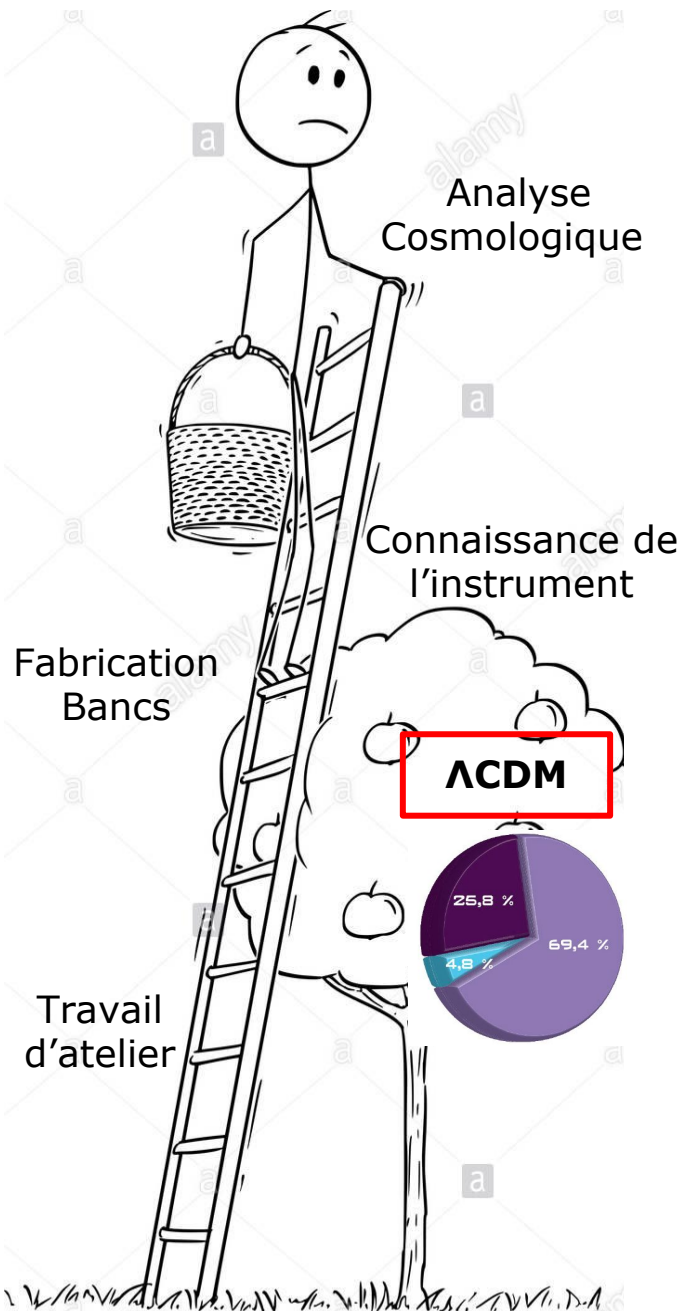
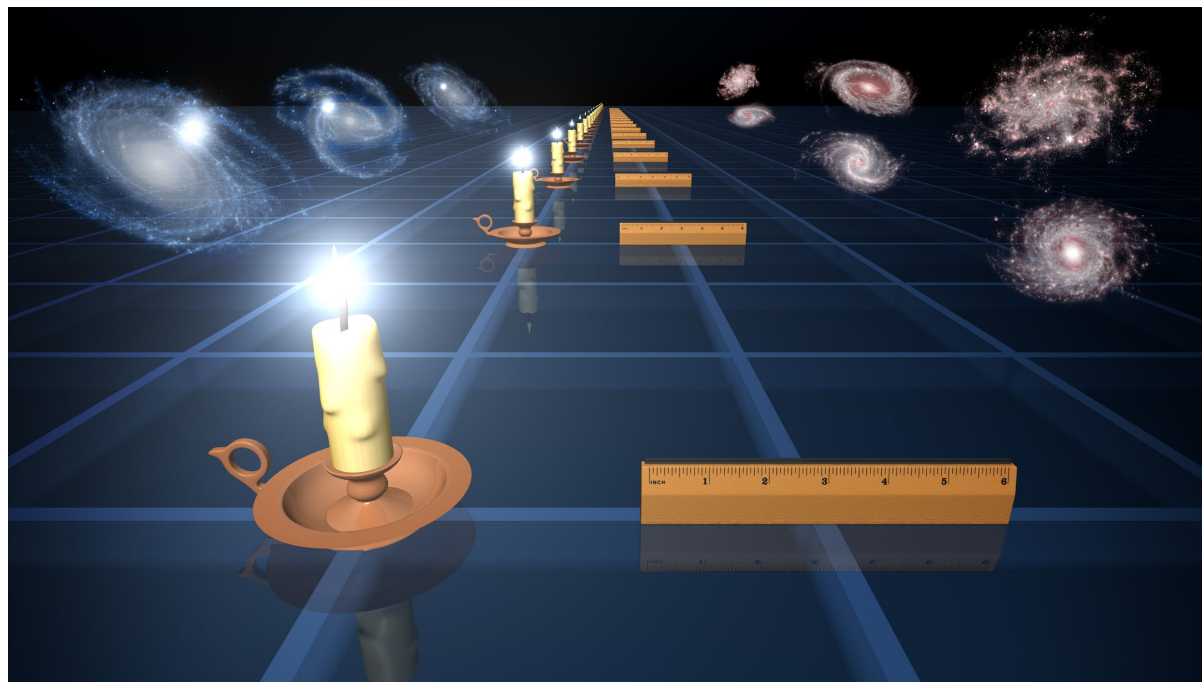
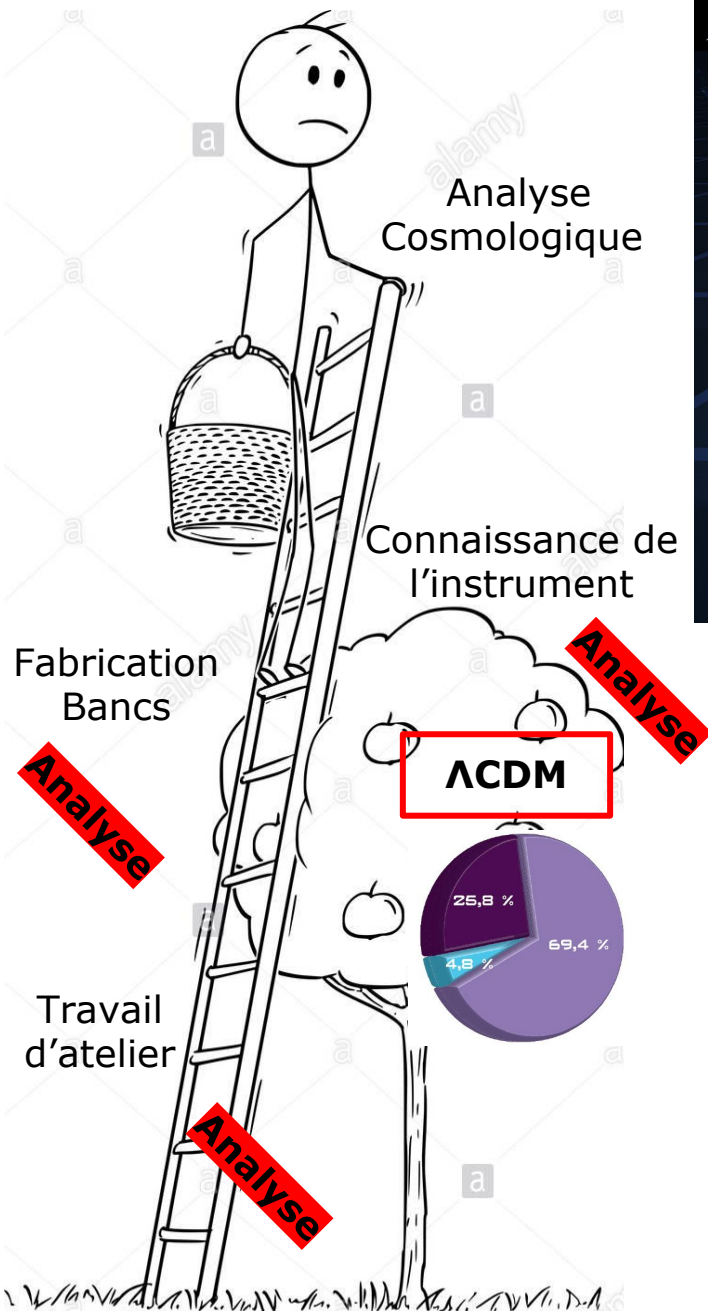


Cosmologie ***observationnelle***:

On fait des expériences:

De la conception à l'analyse en passant par l'implémentation

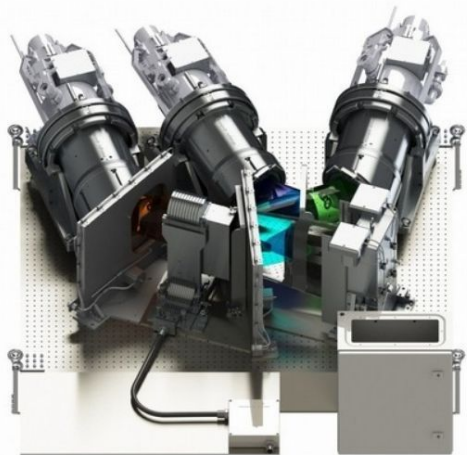




“Tu es tout en haut de l'échelle, tu n'as pas besoin des autres bareaux!”



DESI



DESI EM#1/SM#1 First Spectrograph: Throughput Measurement

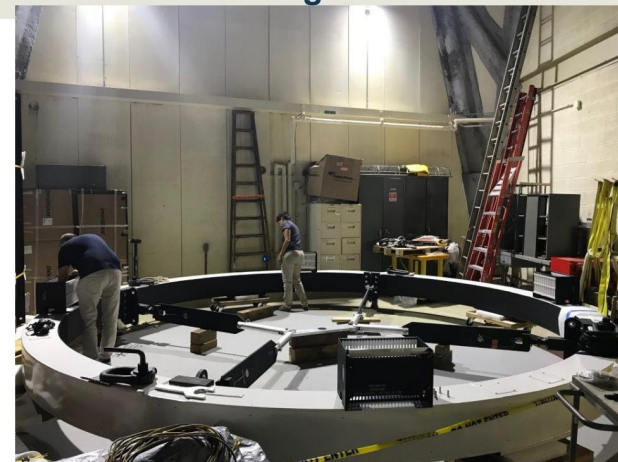
Laurent Le Guillou (UPMC/LPNHE)
Julien Guy (IN2P3/LPNHE)


*DESI Workshop
Tucson, 2018-05-23*

LPNHE : Julien Coridian, Patrick Ghislain, Julien Guy, Sonia Karkar, Laurent Le Guillou,
Yann Orain, Philippe Repain, Eduardo Sepulveda
AMU : Pierre-Eric Blanc, Sandrine Perruchot, Xavier Regal, Samuel Ronayette
CEA : C. Magneville

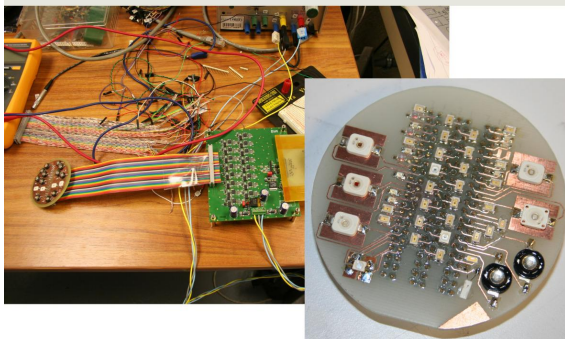


Interface with the ring



 Dark Energy Spectroscopic Instrument

Synthetic continuum with LEDs

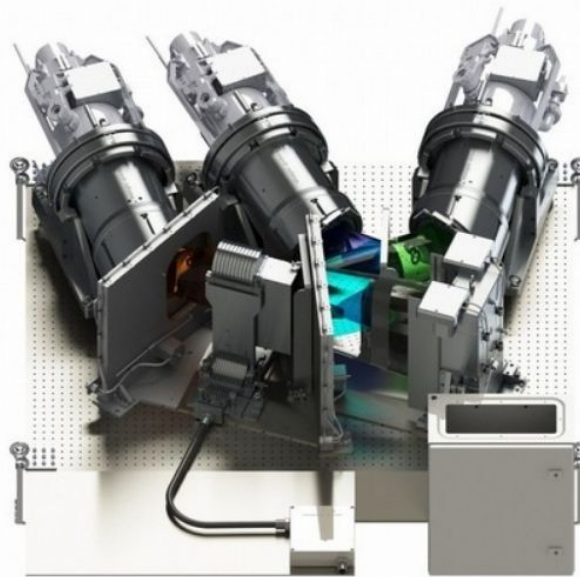


Caractérisation de l'instrument = entrée dans DESI
(et rattrapage des spectro)

Banc : excellente Factorisation des compétences

2019-2021 Participation à l'analyse
des données de validation du survey
et des données de DESI

1 Thèse qui finit & 2 papiers soumis
1 Thèse qui commence
2 transfuges au labo



DESI EM#1/SM#1 First Spectrograph: Throughput Measurement

Laurent Le Guillou (UPMC/LPNHE)
Julien Guy (IN2P3/LPNHE)

*DESI Workshop
Tucson, 2018-05-23*

LPNHE : Julien Coridian, Patrick Ghislain, Julien Guy, Sonia Karkar, Laurent Le Guillou,
Yann Orain, Philippe Repain, Eduardo Sepulveda
AMU : Pierre-Eric Blanc, Sandrine Perruchot, Xavier Regal, Samuel Ronayette
CEA : C. Magneville



Dark Energy Spectroscopic Instrument

Caractérisation des détecteurs

Pour réaliser les objectifs scientifiques de LSST:

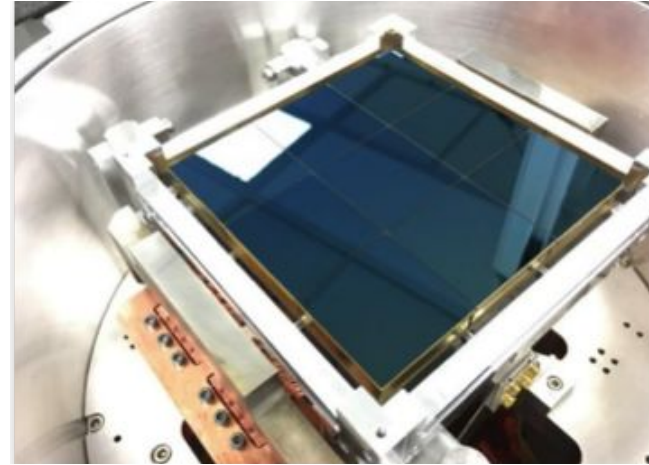
- Astrométrie
- Mesures de forme
- Photométrie à haute précision

Les obstacles:

- Problèmes liés à la chaîne électronique: bruits, non-linéarité, comportement proche de la saturation, instabilités
- Problèmes intrinsèques aux senseurs: non-uniformité de taille des pixels, "brighter-fatter", déchirement ("tearing"), efficacité de transfert de charges pendant la lecture

Trouver les solutions:

- Sur les bancs à un CCD au LPNHE
- Dans les données de test à BNL + SLAC



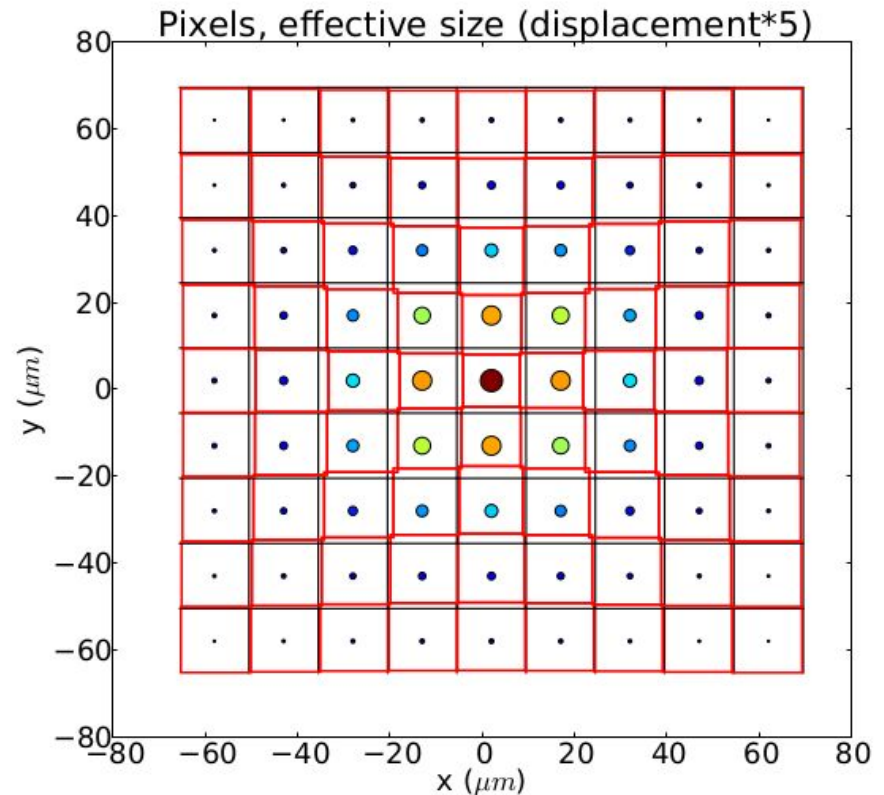
Effet Brighter-Fatter : pixels déformés

Plus une étoile est brillante, plus son image sur le CCD est grosse.

C'est un petit effet dont l'explication physique a été fournie par l'équipe du labo. (~2014).

Ce ne sont pas les étoiles brillantes qui sont plus grosses, ce sont les pixels remplis qui deviennent plus petits.

C'est un effet qui complique l'analyse d'image pour tous les relevés modernes. Il faut absolument corriger les images.



Guyonnet + (2015)

Brighter-fatter: contenu vs taille des pixels.

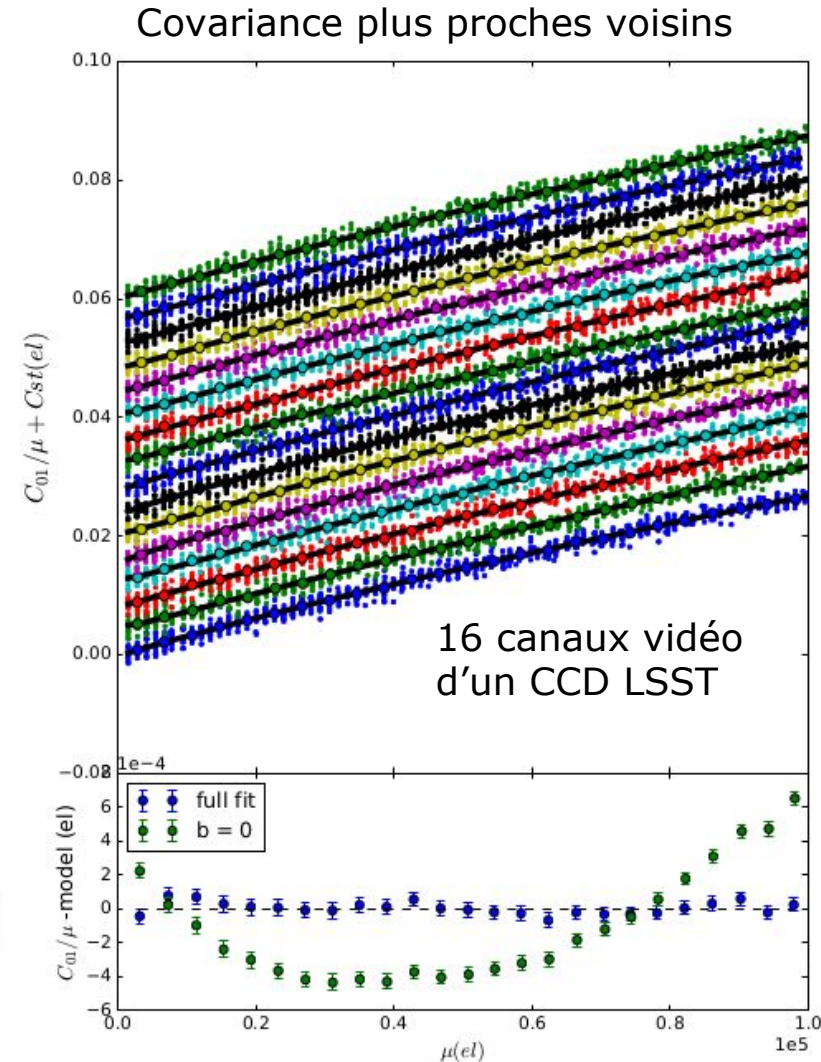
Information essentielle pour quantifier l'effet: les corrélations statistiques dans des expositions uniformes, et l'évolution de ces corrélations avec le flux.

Effets très faibles:

- Statistique
- Soit

Modèle et données:
(Tout vient du labo)

$$C_{ij}(\mu) = \frac{\mu}{g} [\delta_{i0}\delta_{j0} + a_{ij}\mu g + \frac{2}{3}[\mathbf{a} \otimes \mathbf{a} + \mathbf{ab}]_{ij}(\mu g)^2 + \frac{1}{6}(2\mathbf{a} \otimes \mathbf{a} \otimes \mathbf{a} + 5\mathbf{a} \otimes \mathbf{ab})_{ij}(\mu g)^3 + \dots] + \frac{n_{ij}}{g^2}$$



Papier soumis

The shape of the Photon Transfer Curve of CCD sensors

Pierre Astier¹, Pierre Antilogus¹, Claire Juramy¹, Rémy Le Breton², Laurent Le Guillou²,
Eduardo Sepulveda¹, and
The Dark Energy Science Collaboration

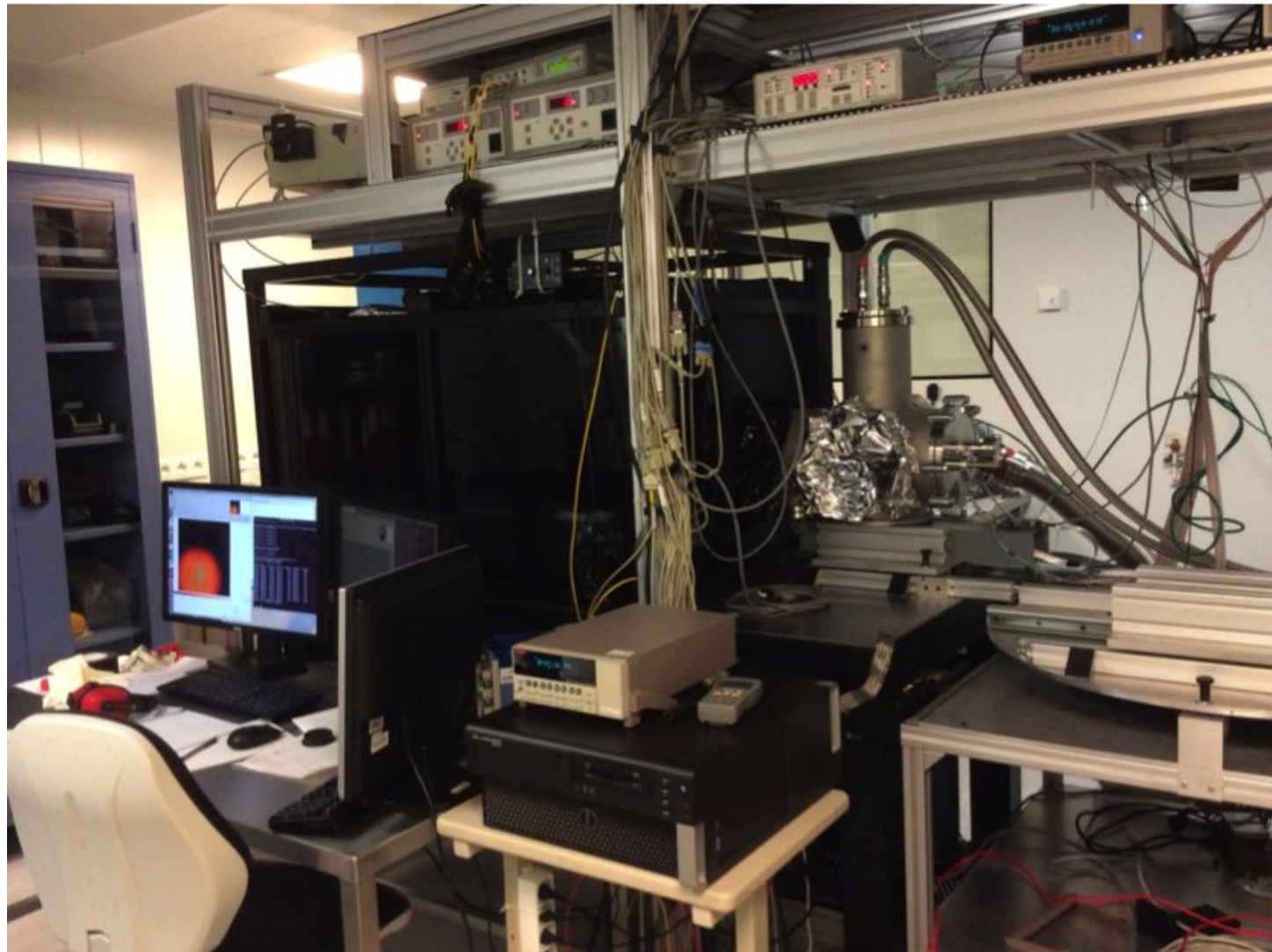
¹ LPNHE, (CNRS/IN2P3, Sorbonne Université, Paris Diderot), Laboratoire de Physique Nucléaire et de Hautes Énergies, F-75005, Paris, France

² Sorbonne Université, Paris Diderot, CNRS, IN2P3, Laboratoire de Physique Nucléaire et de Hautes Énergies, LPNHE, F-75005, Paris, France

Le développement de la méthode continue :

- Sur l'ensemble des senseurs de LSST
- pour les senseurs de la caméra HSC sur le Subaru
- Pour les senseurs de PLATO (mission ESA)

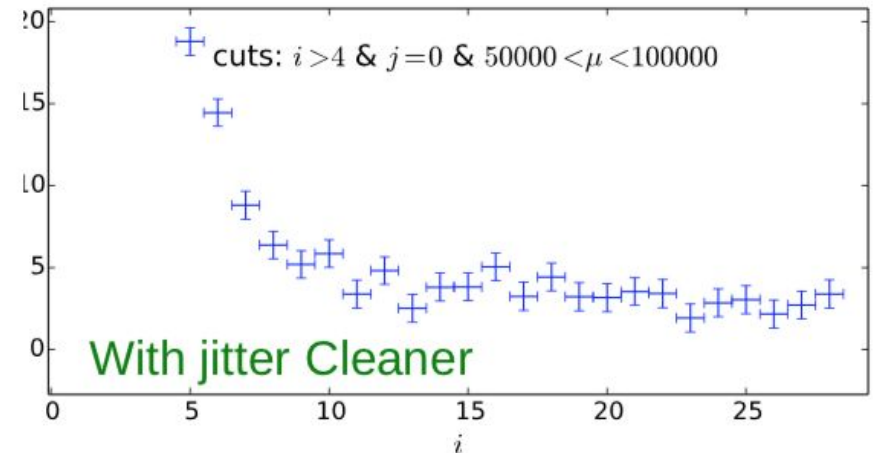
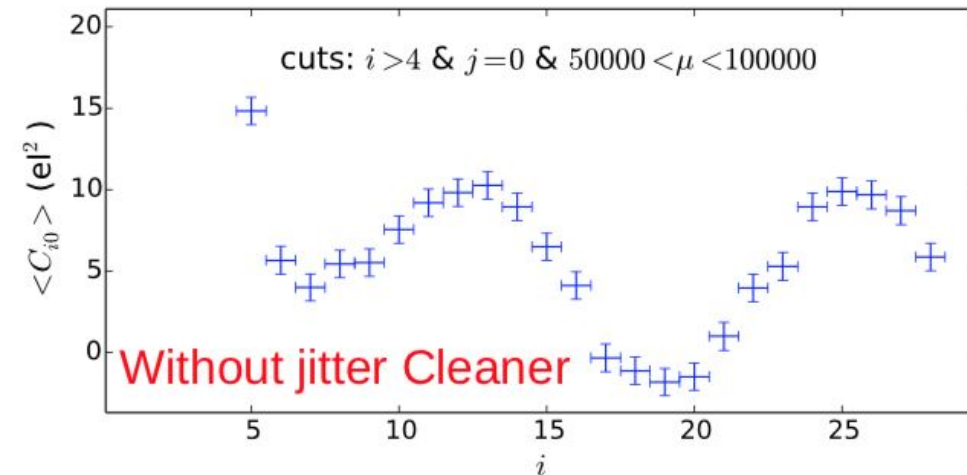
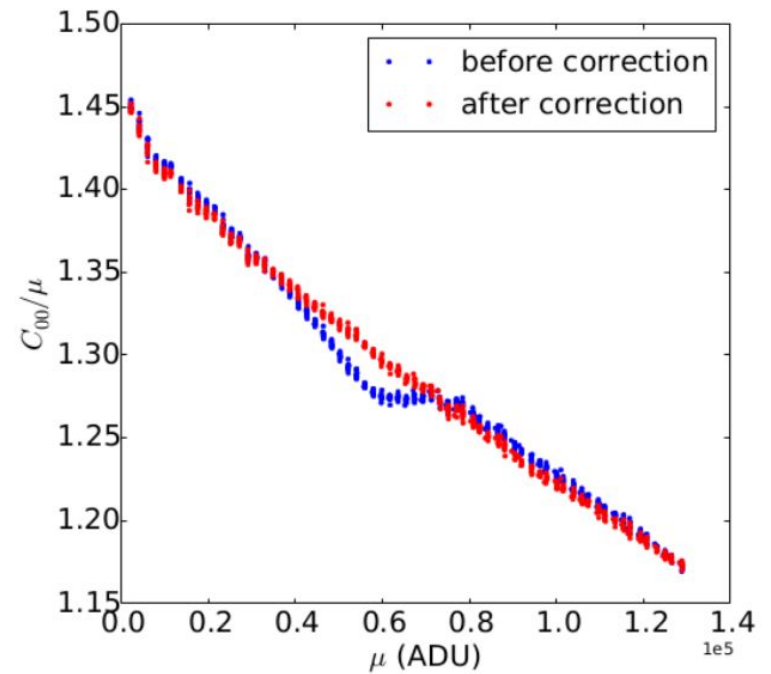
Étude "Brighter Fatter": le banc



Étude "Brighter Fatter"

Obstacles surmontés pour ce papier:

- Non-linéarité de l'ASPIC (<0.5%): merci la CLAP (!)
- Bruits sur le banc: bruit parasite standard, injection de fréquence qui fait varier le gain électronique

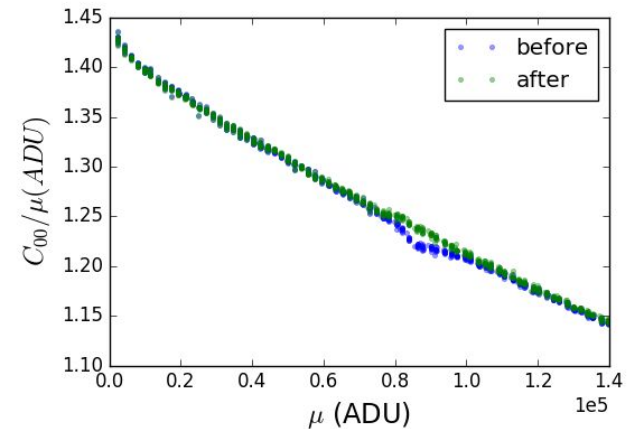
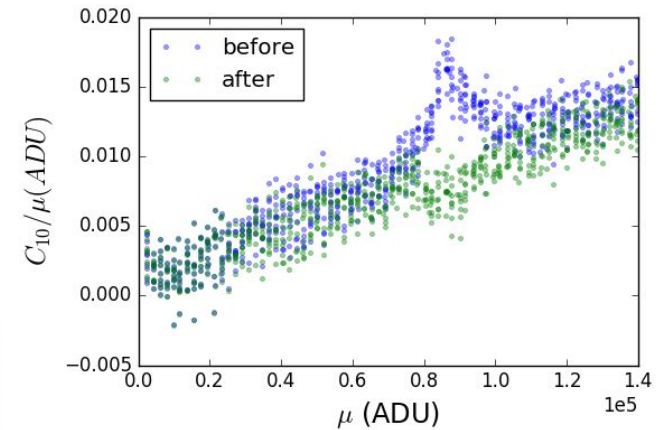
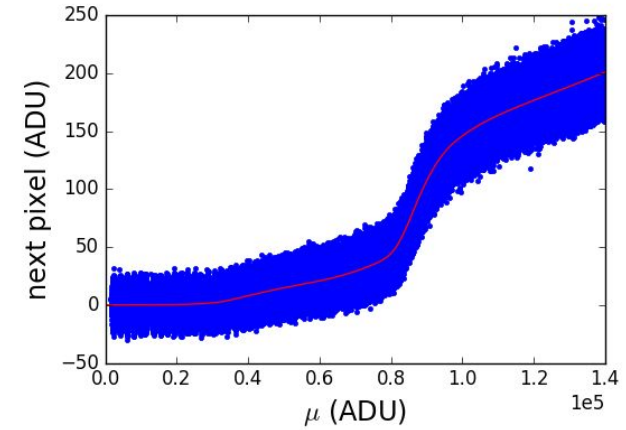
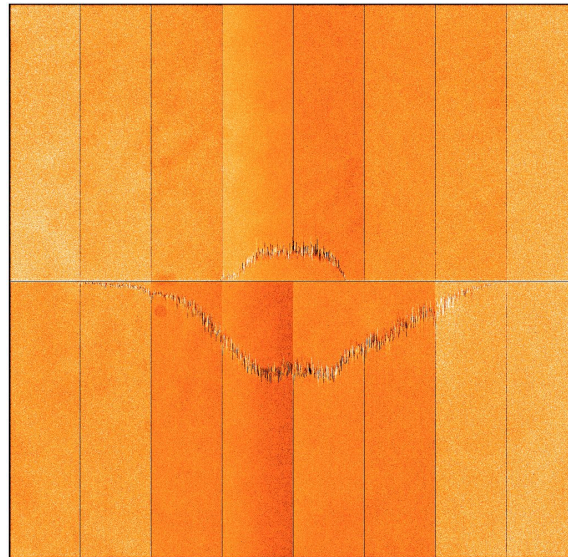
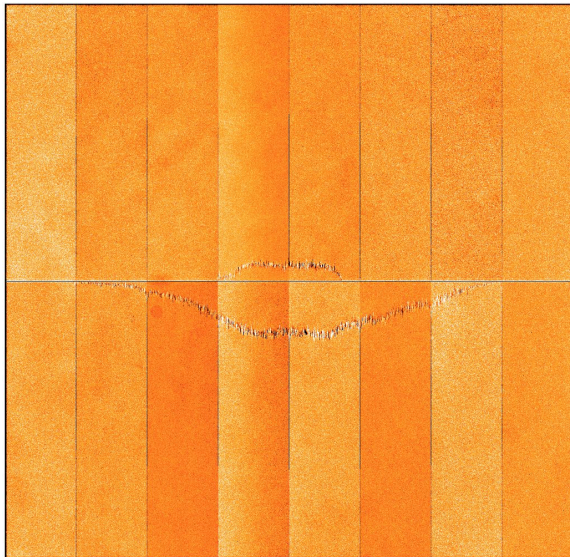


Étude "Brighter Fatter"

Obstacles surmontés pour ce papier (2):

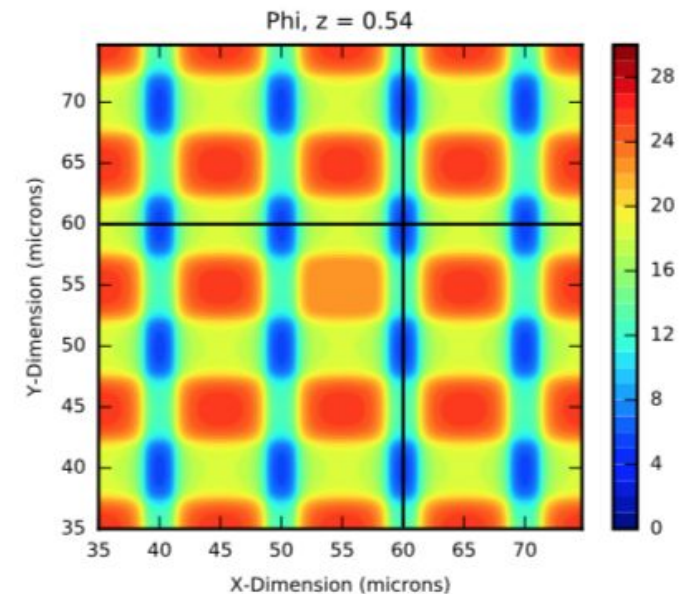
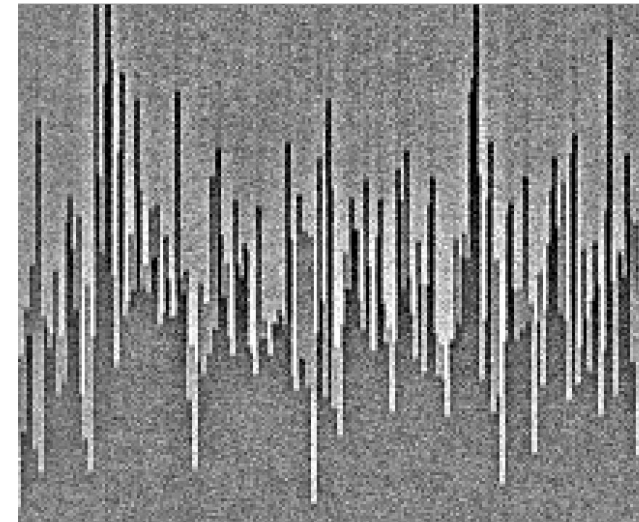
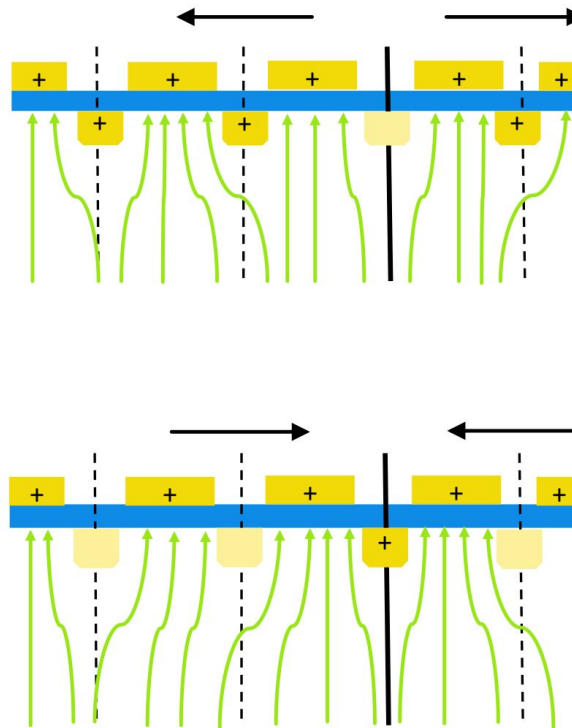
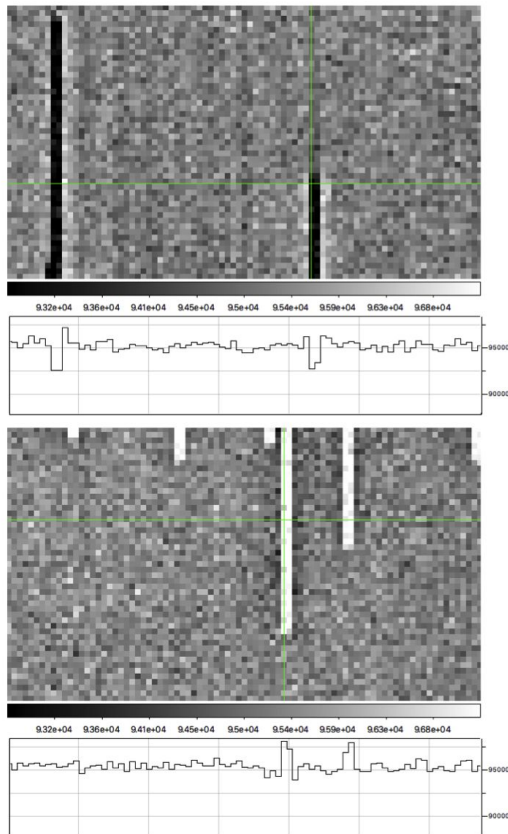
- Efficacité de transfert de charges dépendante du flux
- Tearing
- Stabilité (température) vs volume de données

... et ce sont les "bons" CCD



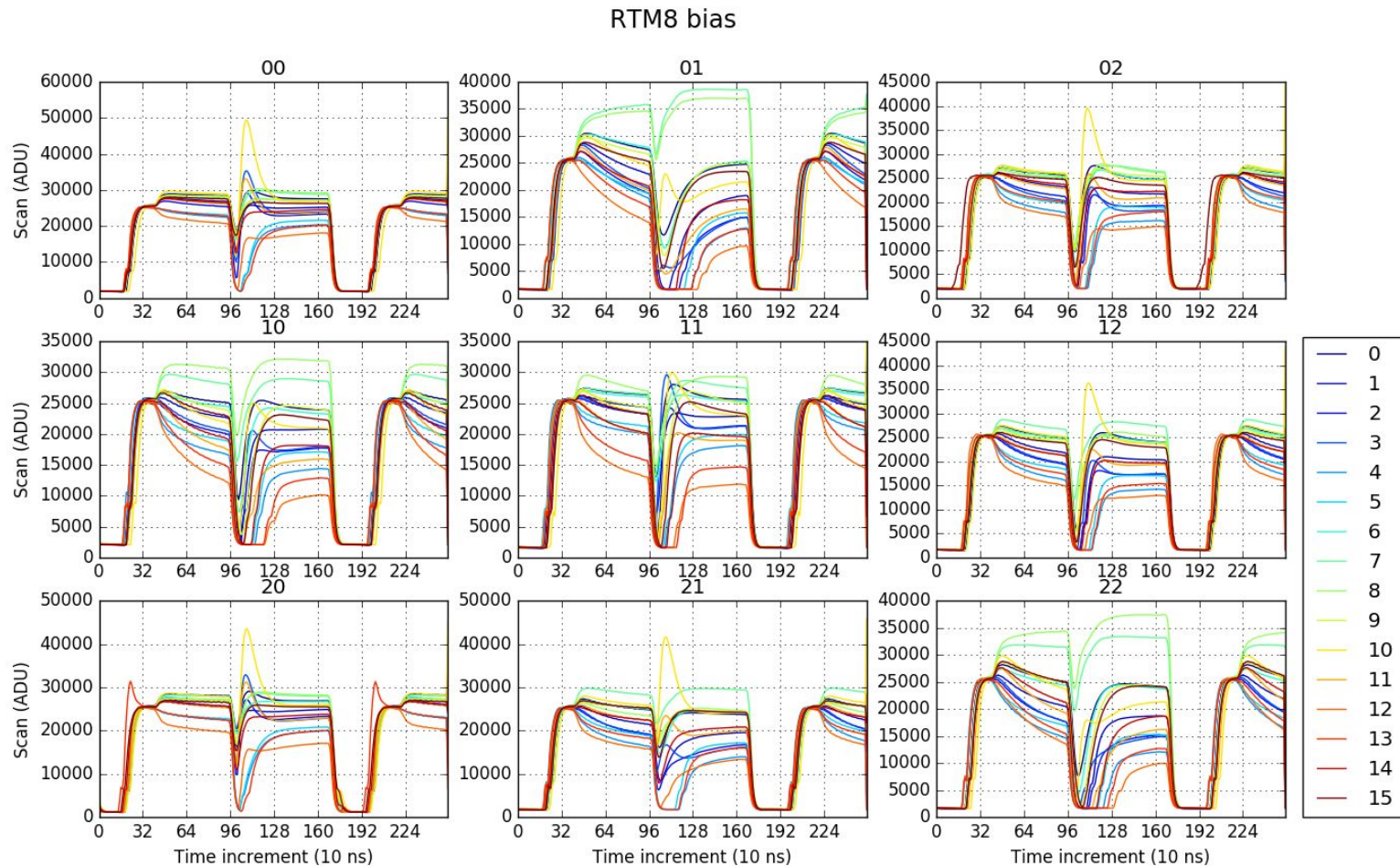
Étude "Tearing"

Distribution non-uniforme de trous piégés dans les implants séparant les colonnes de pixels.



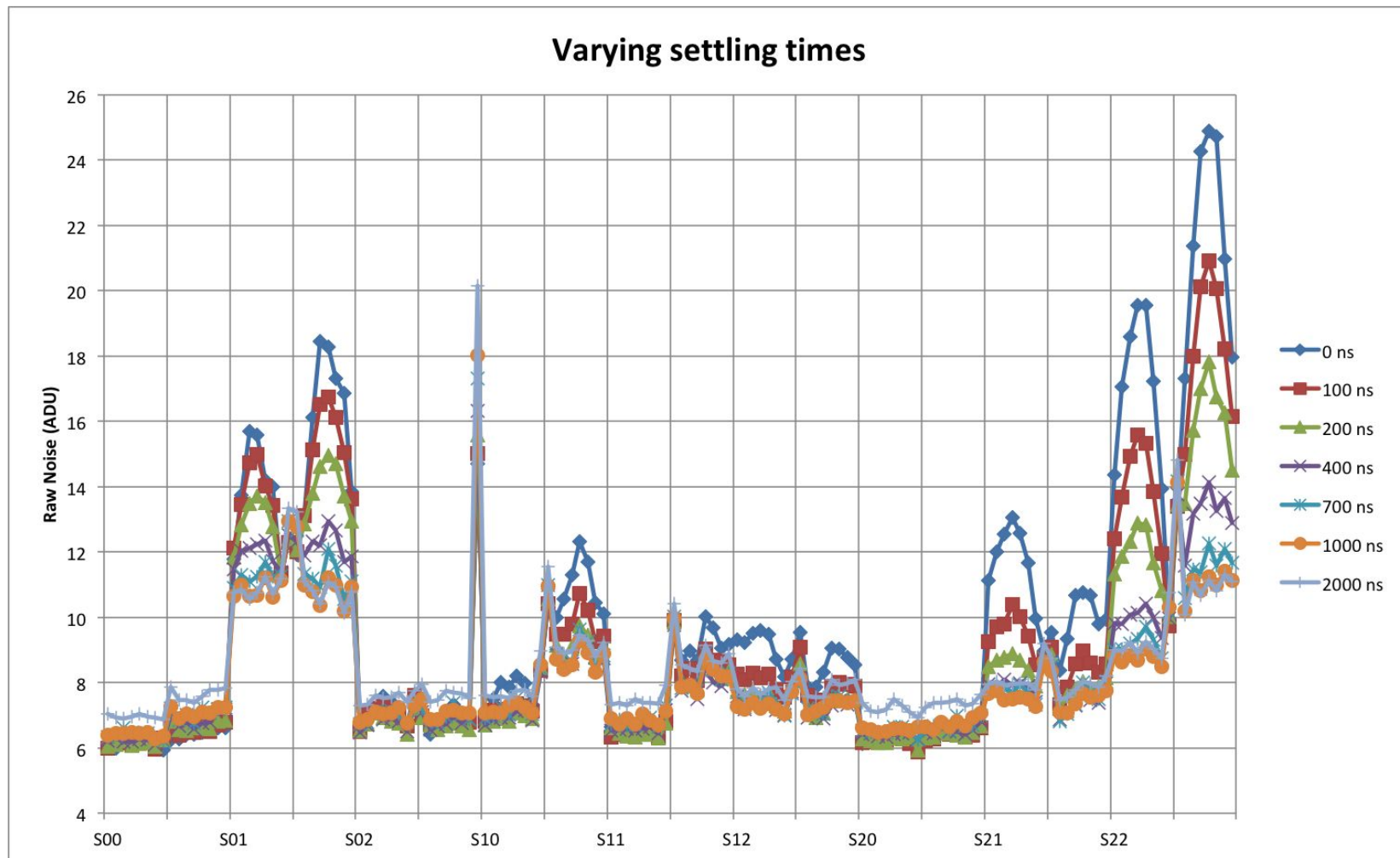
Études sur les Rafts: injection des horloges

Défaut de fabrication au niveau des transistors de sortie de certains CCD ITL



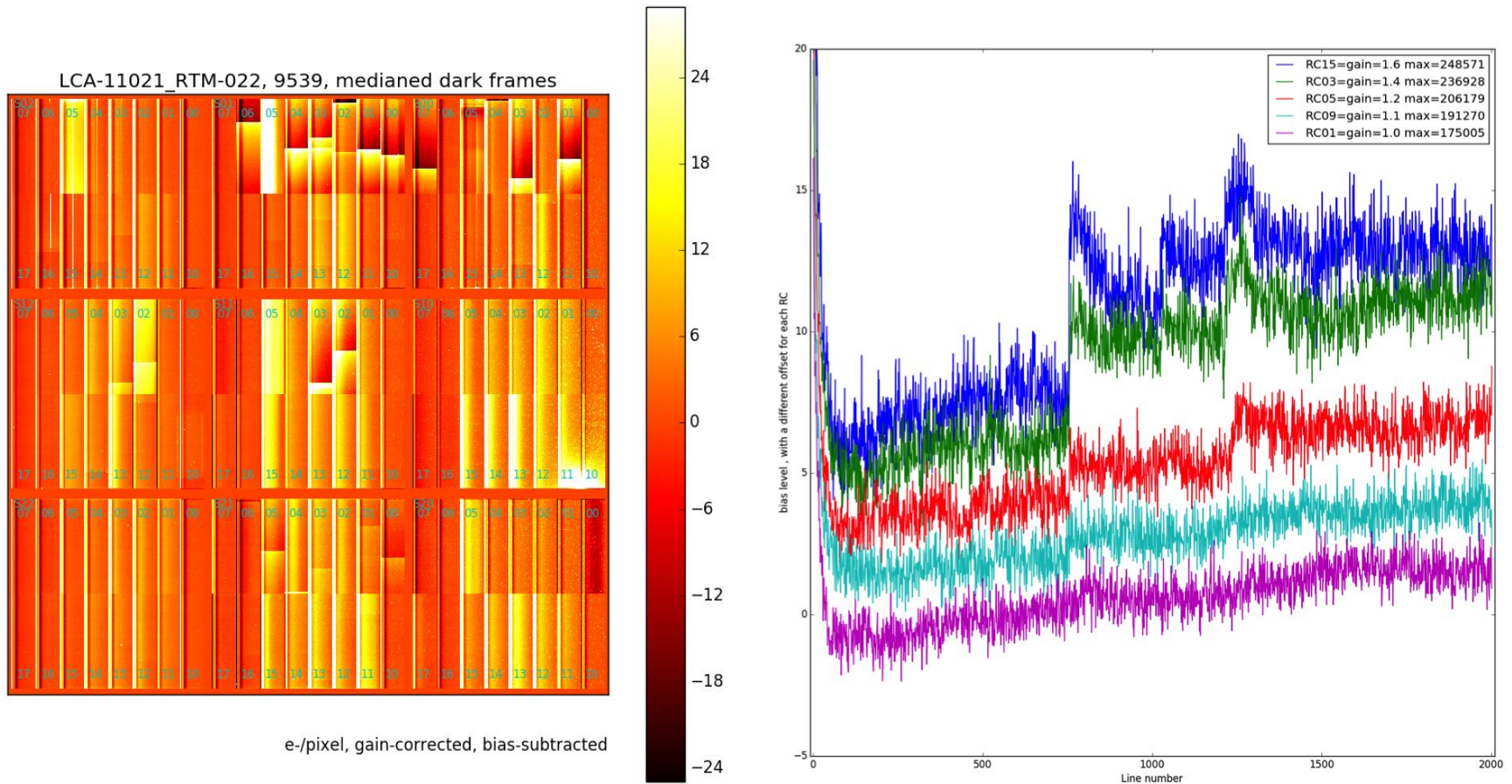
Injection des horloges dans les CCD ITL

Conséquences : bruit injecté, biais structurés.



Études sur les Rafts : décalage des biais

Effet électronique présent dans les deux types de CCD, quand la valeur numérique d'un pixel dépasse un seuil fixe.

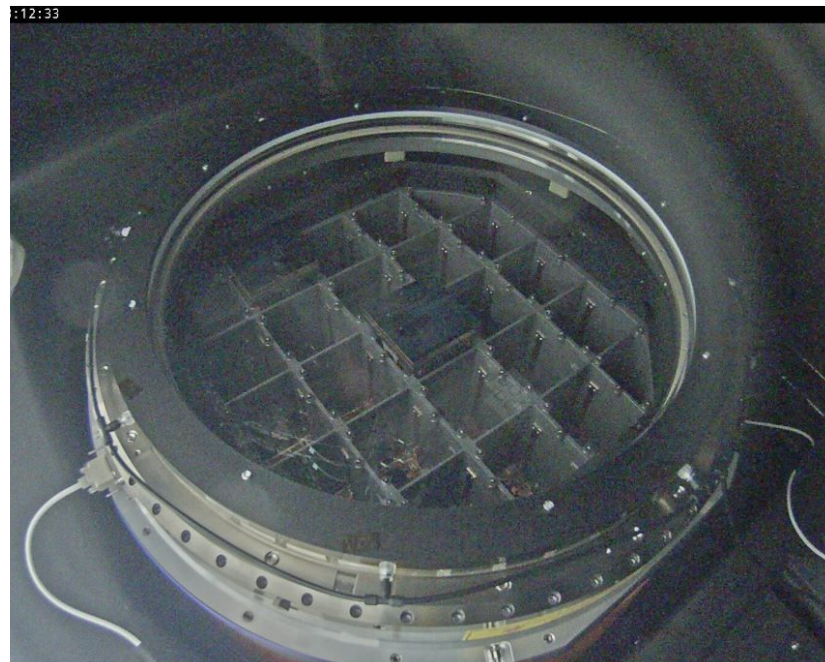


Commissioning: AuxTel et Plan Focal

- AuxTel : première caméra de LSST sur le ciel, intérêt pour préparer la calibration
- Plan Focal : assemblage et tests de caractérisation à SLAC

Expertise au LPNHE :

- paramètres de fonctionnement des CCD et de l'électronique
 - séquences de lecture
 - analyse des données
- + Capacité de test sur banc
- ⇒ Combinaison unique dans LSST



LSST: un projet qui va nous tenir occupés un moment

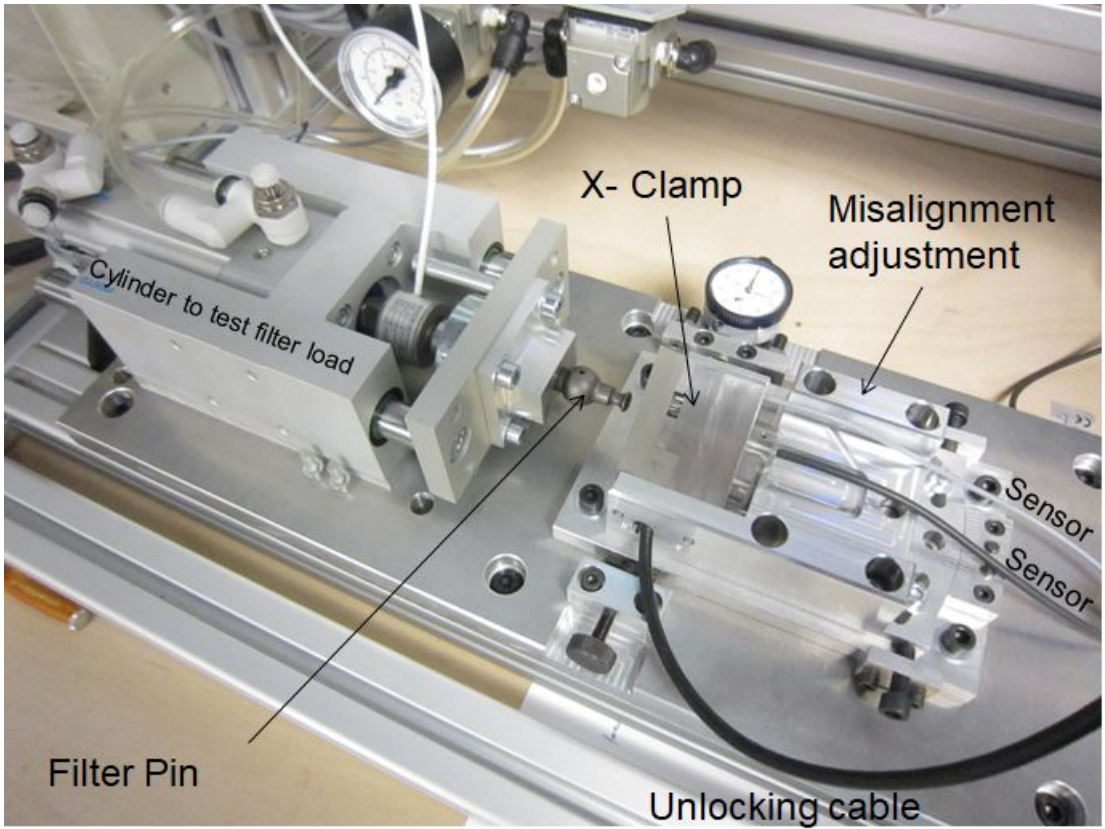
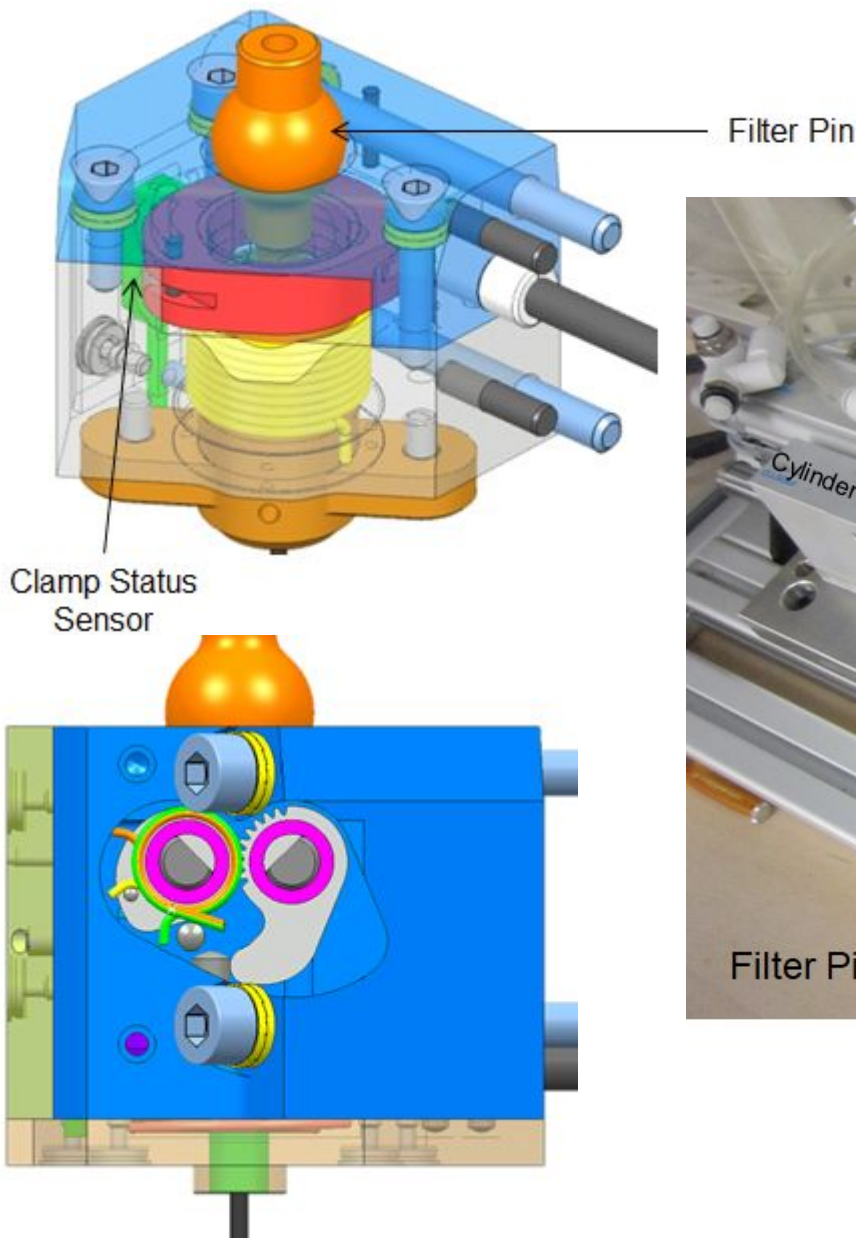
- Mécanique
 - R&D
 - Bancs de tests
 - Prototype
 - Carousel final
 - Prototype



Un peu d'histoire

- **Fin 2006 : Discussion avec Kirk Gilmore des contributions techniques IN2P3 à la caméra LSST**
- **01 / 2007 : R&D carousel au LPNHE**
- **06 / 2010 : Totalité du changeur de filtre à l'IN2P3, suite à la R&D concluante présenté par l'équipe du LPNHE**
- **01 / 2018 : 1ere rotation du prototype**
- **09 / 2018 : 1er échange de filtre sur le prototype**
- **11 / 2018 : 1ere rotation du modèle final**
- **05 / 2019 : 1er échange de filtre sur le final**
- **06 / 2019 : Départ pour SLAC**

Phase de R&D : Les clamps



30 000 cycles

R&D : Unclamping mechanism

- **Design baseline**

- **Fixe actuator on the flange**

- Detailed design done

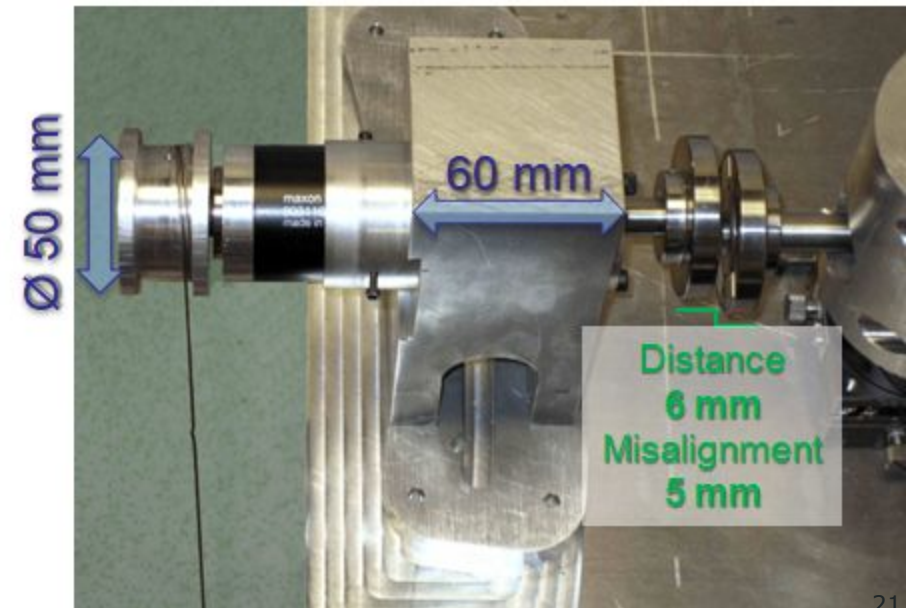
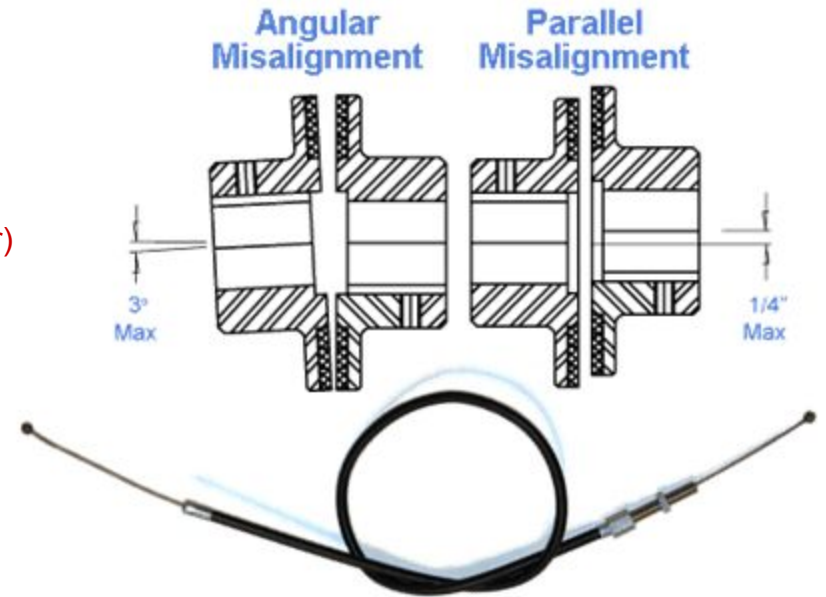
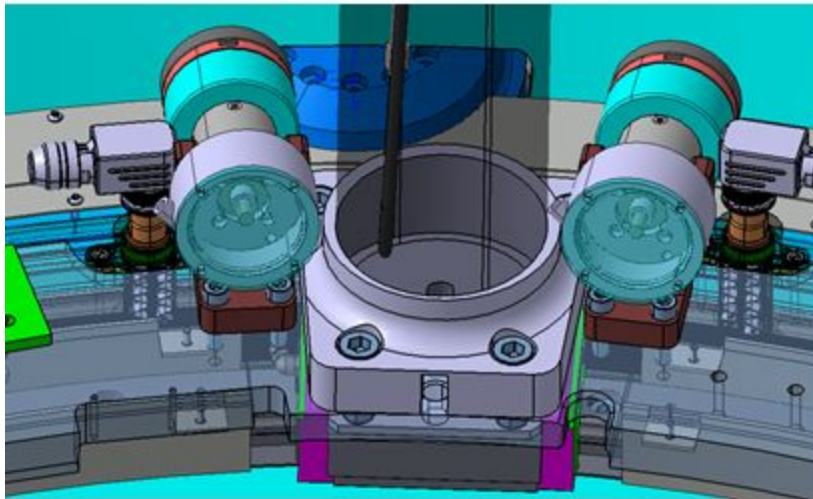
- Maintenance: entire actuator replacement (2 screws + 1 connector)

- **Magnetic coupling transmit power on the carousel**

- Misalignment allowed → successfully tested

- Ø0.6 Nm magnetic coupling can pull 80N thru a reducer

- **Unlocking force transmitted to clamps by cable**



R&D : Slip-ring

••Discussion with Rougier-Electro

–Design

- Brushes and rails materials (silver graphite)
- Brushes & holder (shape and size)
- Tolerances

–Constraints

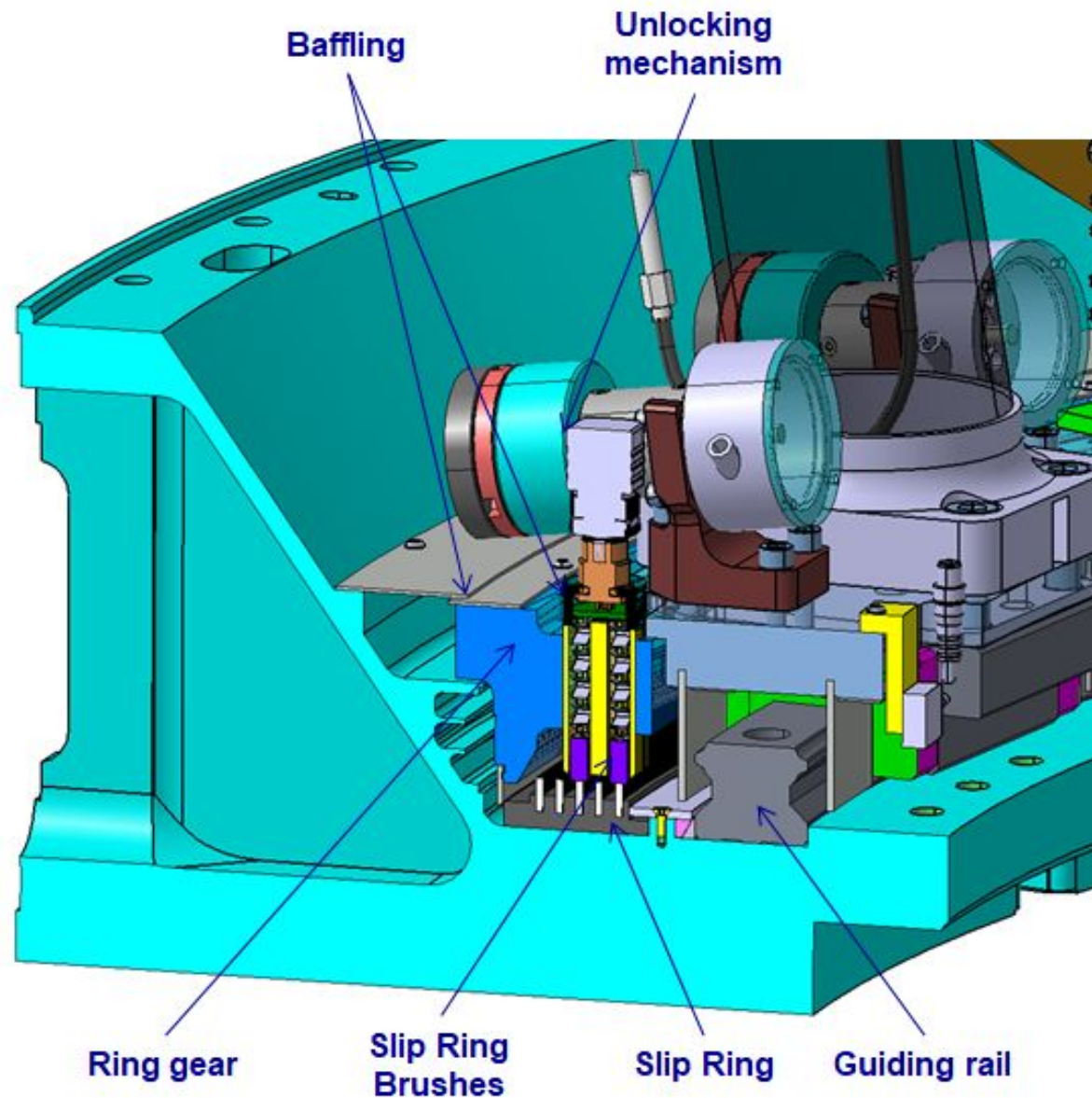
- Nb cycles & distance
- Direction change effect
- Dry nitrogen environment behavior

ØKey parameters

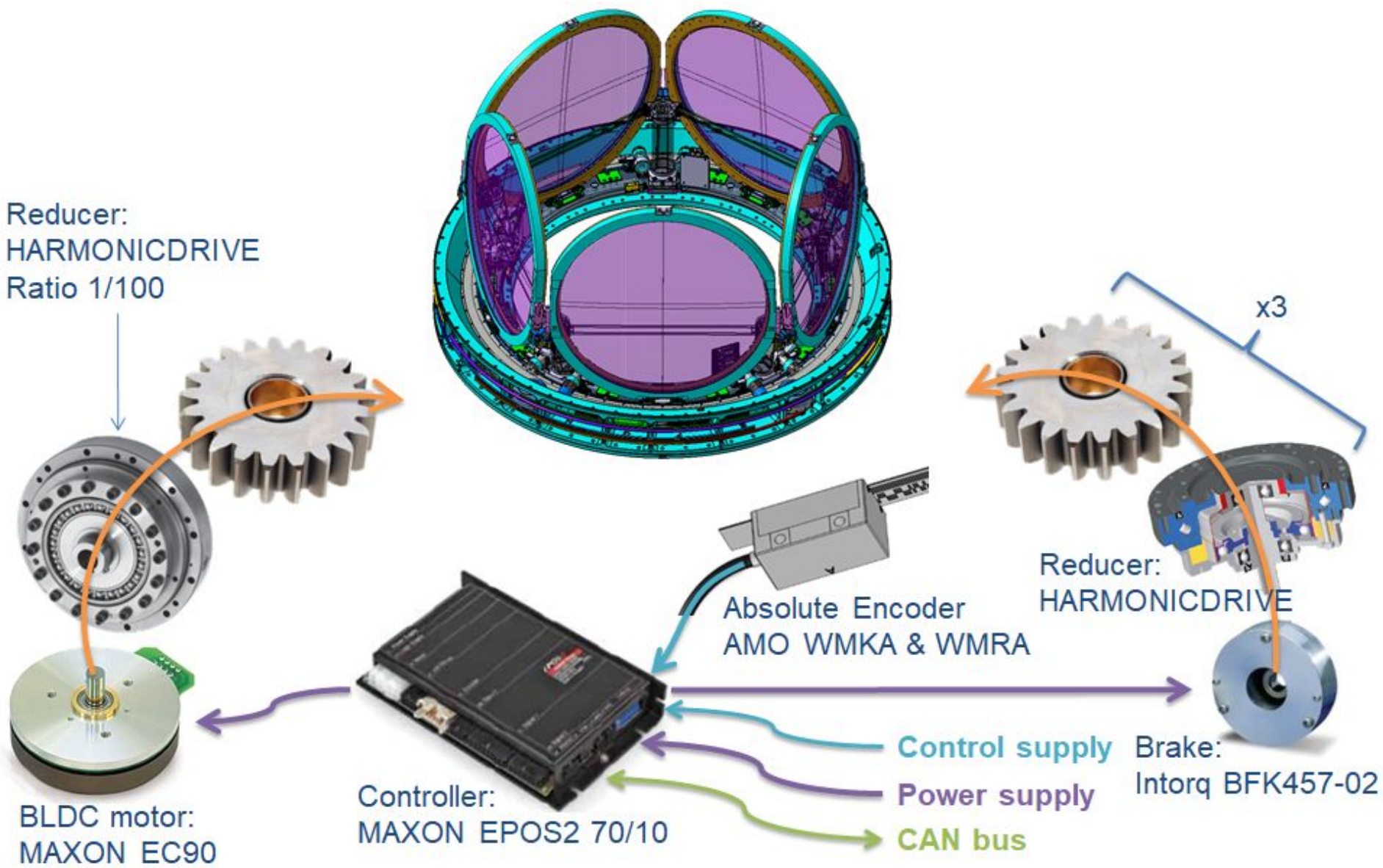
- Encumbrance
- Wear rate
- Electrical connection quality

§24V DC power supply

§CAN bus (bus speed limit)



Driving: Design layout



Back Flange Packaging

Loader CUT C
(need a **30mm** width)

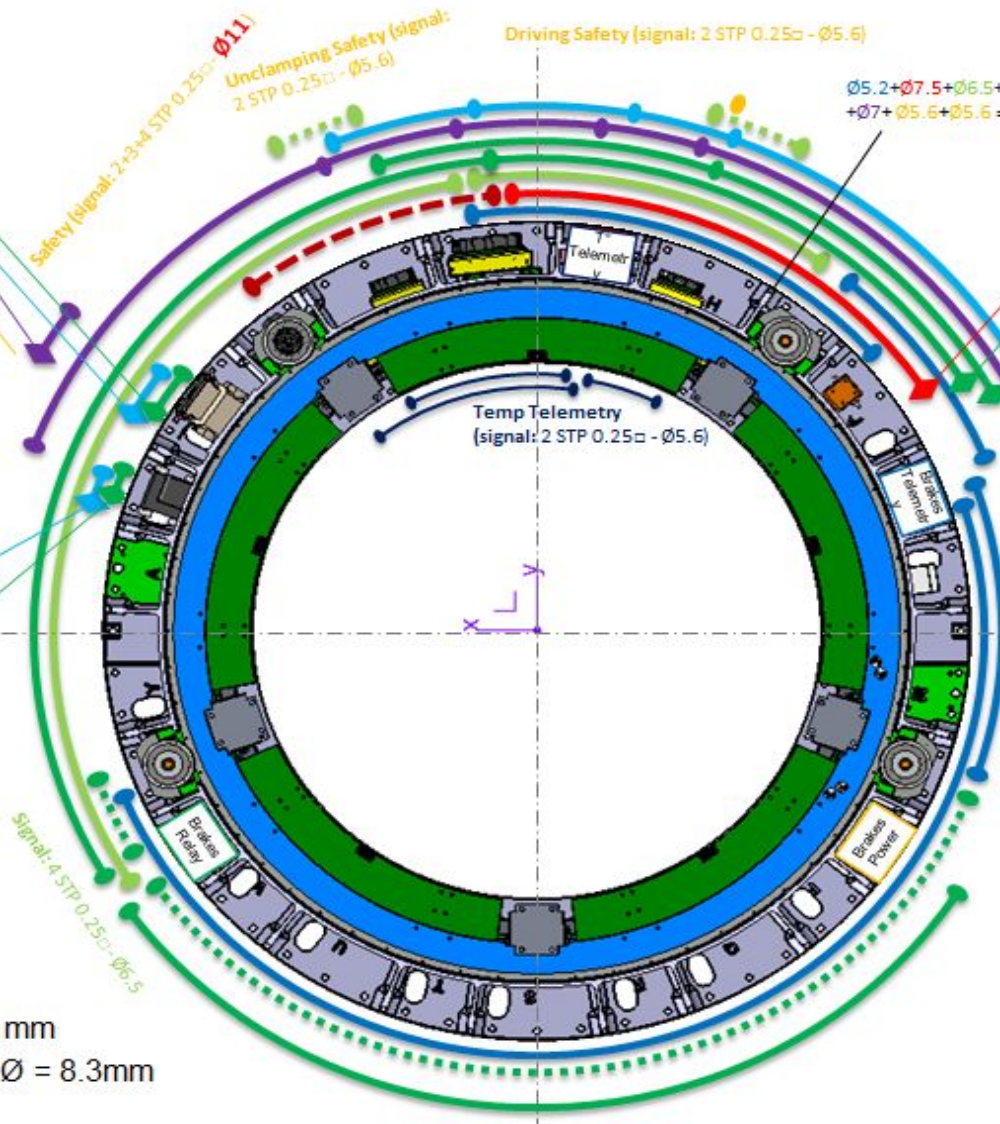
- Loader 24V dirty /20A - 2x2.5 shield - Ø9
- Loader 24V Clean /1A - 2x0.5 shield - Ø6
- Loader CAN bus - Ø7 (or Ø12?)
- Loader Safety (signal: STP - Ø7 & power: 24V /1A - 2x0.5 shield - Ø6)

A-Changer CUT B

- Auto-Changer Safety (signal: 4+5+4 STP 0.25 - Ø13 & power: 24V /2A - 2x0.5 shield - Ø6)
- Auto-Changer 24V Clean /1.5A - 2x0.5 shield - Ø6
- Auto-Changer 24V dirty /20A - 2x2.5 shield - Ø9

Length between 2 telescope mounting holes = 86mm

Max wished cable Ø = 12 mm
Max Back-flange allowed Ø = 8.3mm



Car-Power CUT J
(need a **30mm** width)

- 48V /10A - 2x1.5 shield - Ø7.5
- 24V /3A - 2x0.5 shield - Ø6
- Driving Safety EM Signal: 2 STP 0.25 - Ø5.6
- 24V /5A - 2x0.75 shield - Ø6.5
- Unclamping Safety EM Signal: 2 STP 0.25 - Ø5.6

Car-Control CUT K

- 24V Clean /1A - 2x0.5 shield - Ø6
- CAN bus - Ø7 (or Ø12?)

Car-Safety CUT L

- Safety bus - Ø7 (or Ø12?)
- Carousel Safety Power 24V /2A - 2x0.5 shield - Ø6
- Carousel Key lock Signal: 2 STP 0.25 - Ø5.6

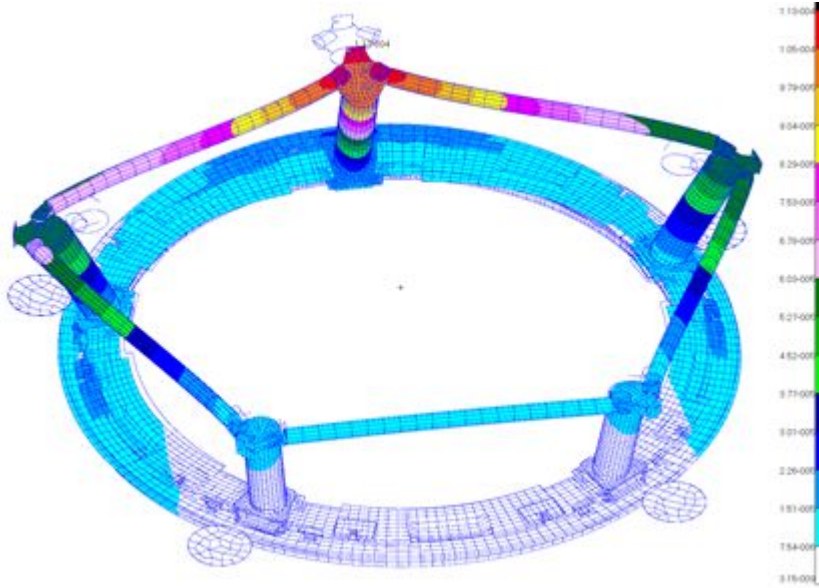
Brakes Telemetry (signal: 4 STP 0.25 - Ø6.5)

- 2x2.50 (AWG 14) shield - Ø9 - 20A max
- 2x1.50 (AWG 16) shield - Ø7.5 - 12A max
- 2x0.75 (AWG 18) shield - Ø6.5 - 6A max
- 2x0.50 (AWG 20) shield - Ø6 - 4A max
- 2x0.25 (AWG 23) shield - Ø5 - 2A max

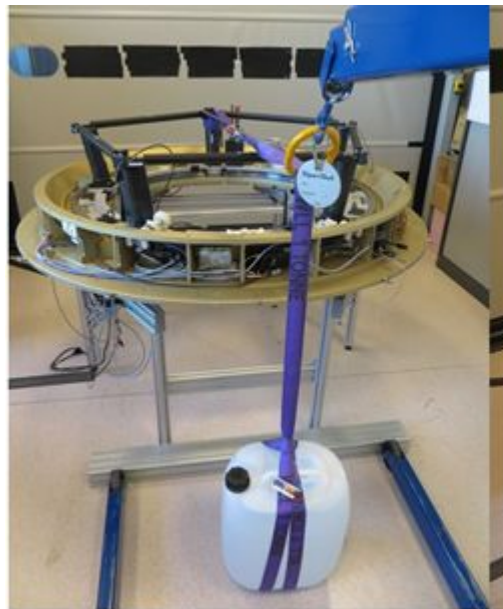
Signal - 4 STP 0.25 (AWG 24) - Ø6.5
Signal - 2 STP 0.25 (AWG 24) - Ø5.6
Bus - STP - Ø7 (or Ø12?)

$\text{Ø}5.2 + \text{Ø}7.5 + \text{Ø}6.5 + \text{Ø}6.5 + \text{Ø}6.5 + \text{Ø}7 + \text{Ø}5.6 + \text{Ø}5.6 = 50.4\text{mm}$

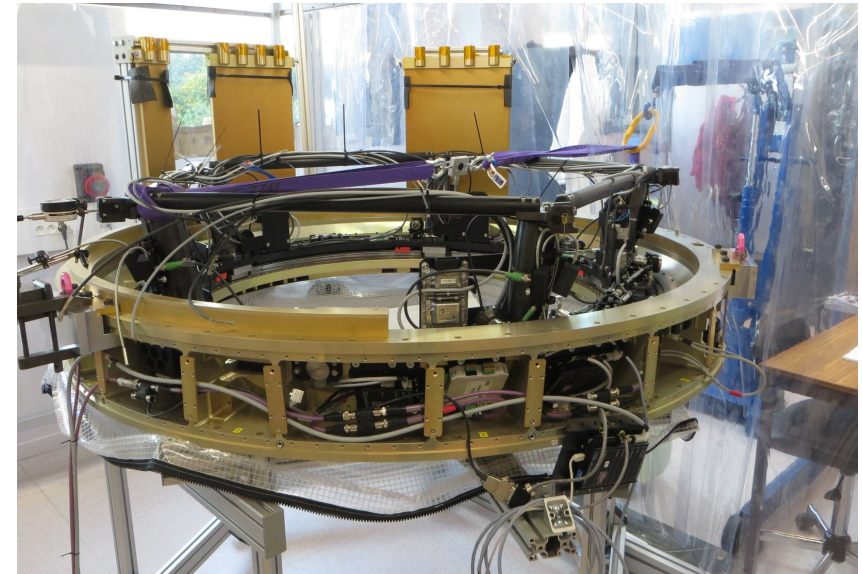
Structure Stiffness Test



The FEA model of the carousel demonstrator (in the full camera model) was loaded with a 309N radial load and the resulting displacement was **0.113mm**, a 5% difference which is well inside the expected model error.

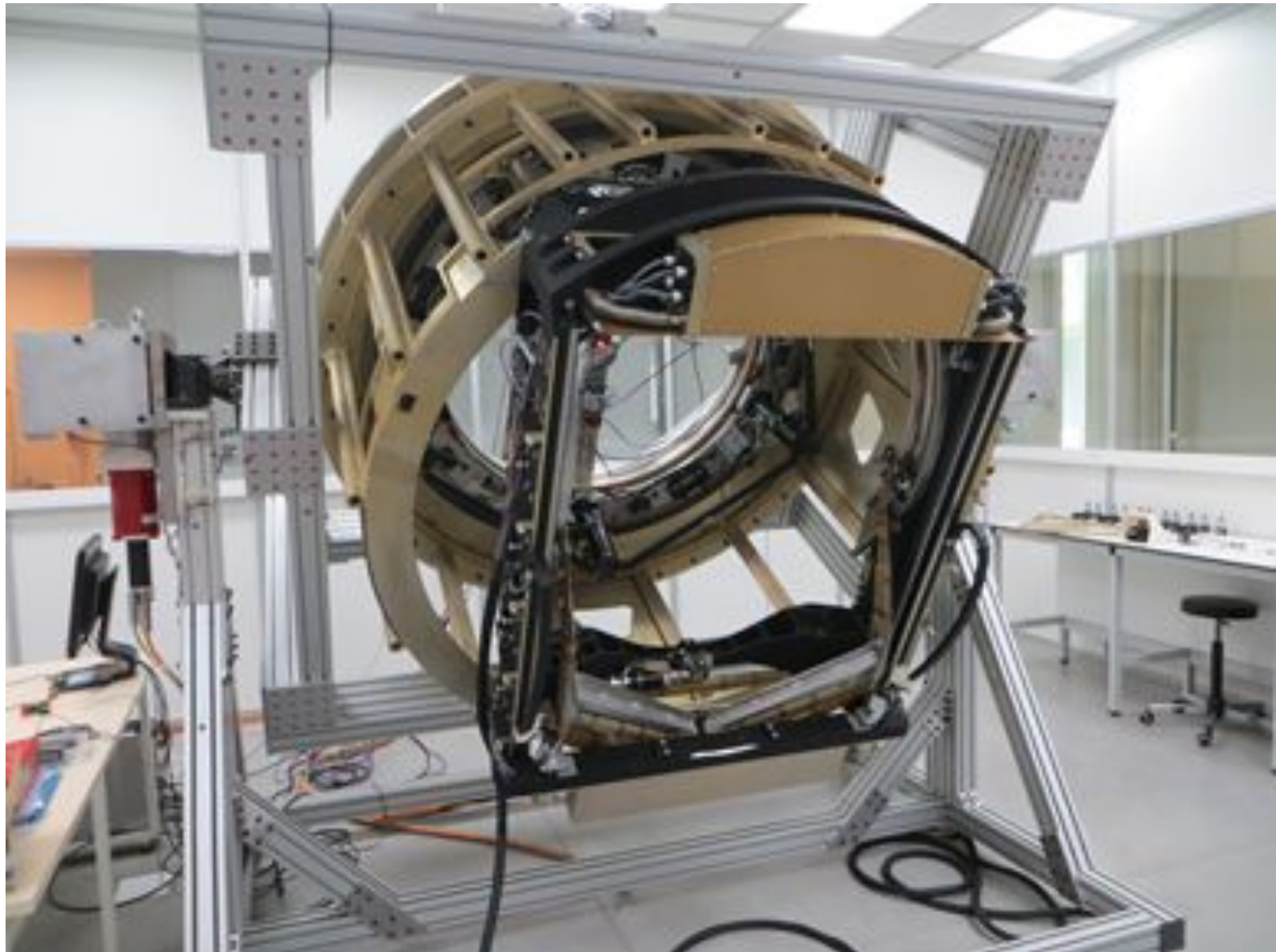


For the prototype, the resulting displacement of the clamp interface was measured to be **0.119mm**.

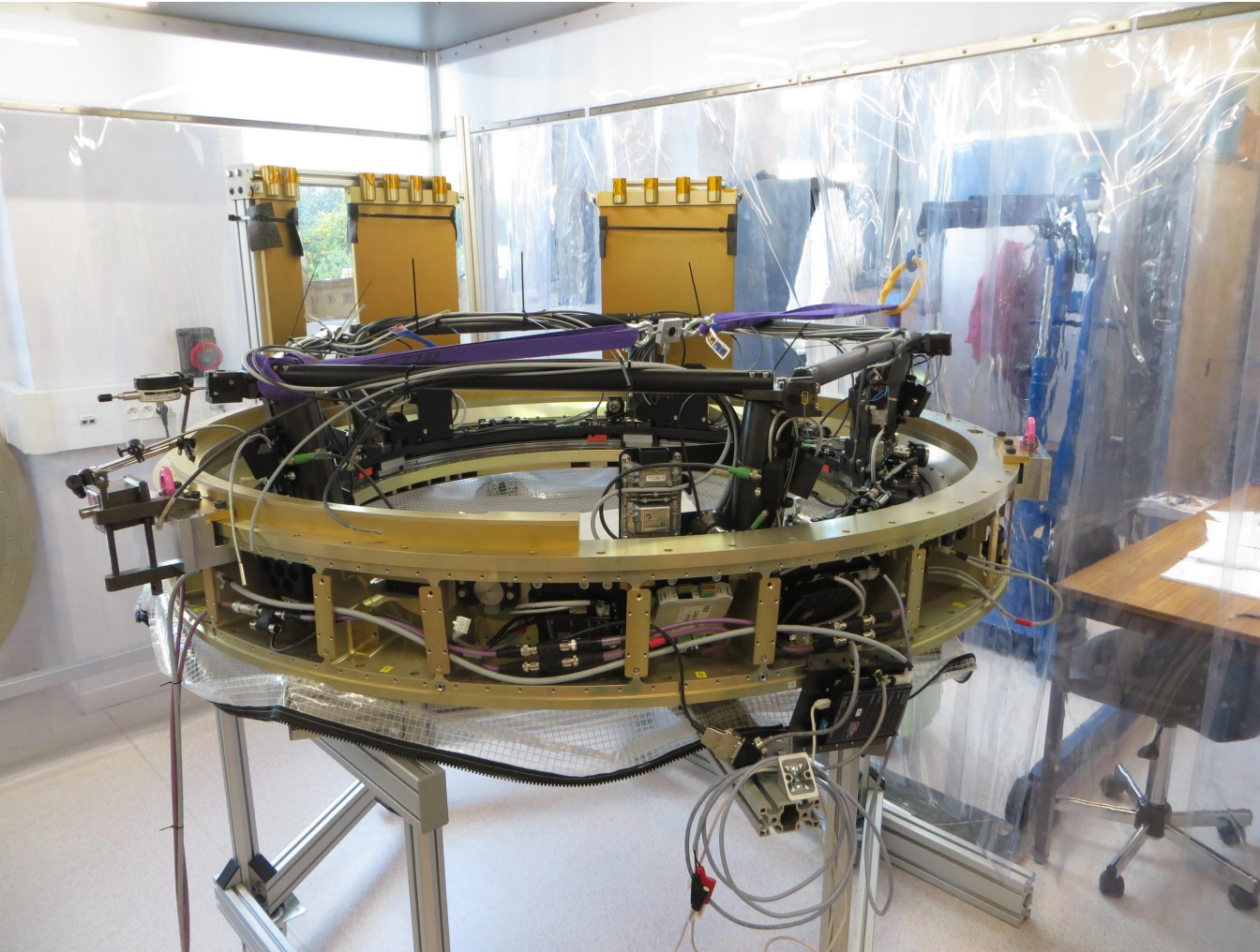


For the Final, the resulting displacement of the clamp interface was measured to be **0.115mm**.

Prototype en septembre 2018



Carrousel final



Tests avec
l'autochangeur en
mai 2019

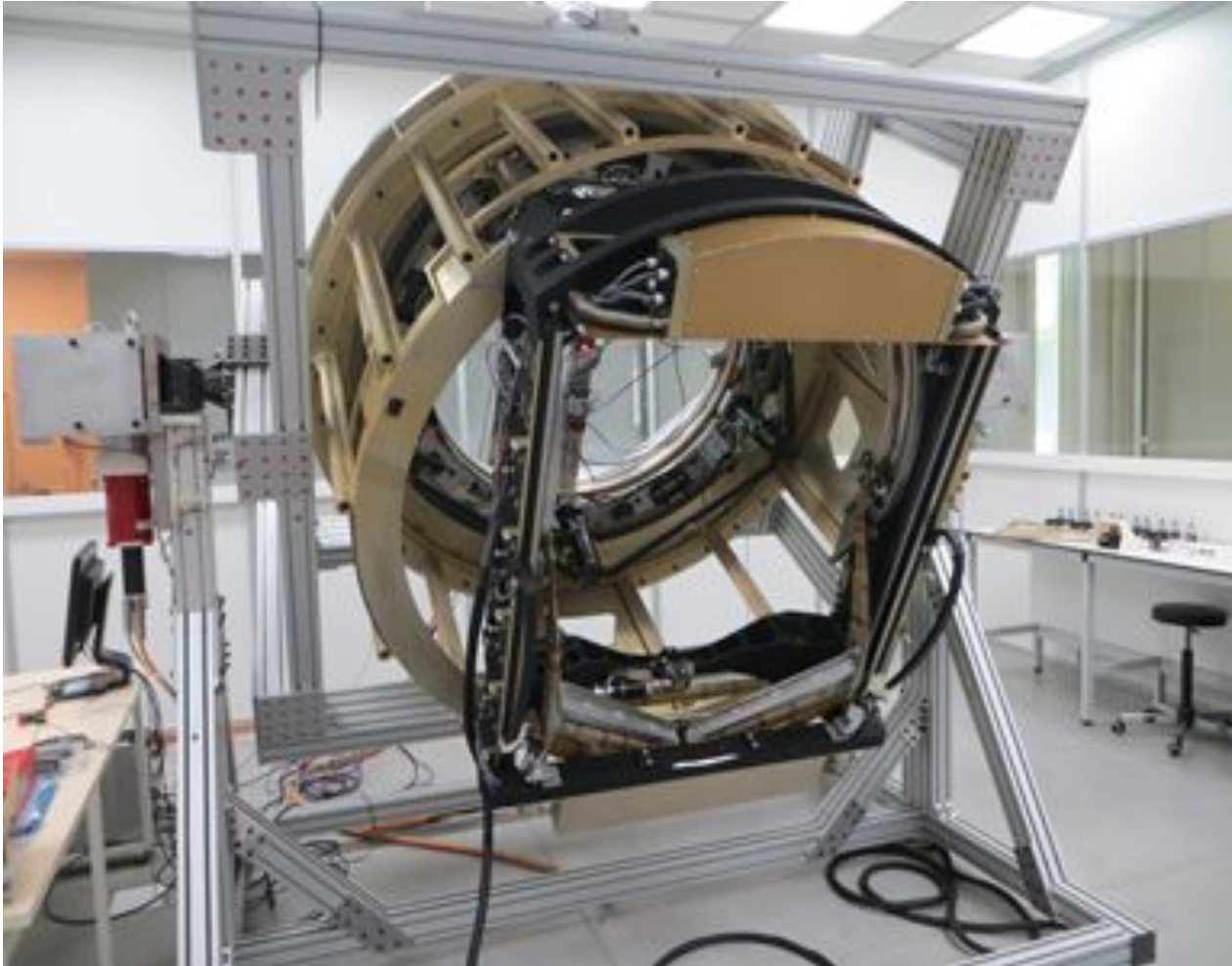
Départ pour SLAC en
juin 2019

Mise en route à Slac
en juillet 2019

Au chili 2020/2021

Maintenance ensuite

Prototype (12/2024 à 2032)



Après les tests de longue durée, le démonstrateur permettant de pratiquer la maintenance doit être accessible au moins 1 an après le démarrage de LSST.

Il peut être conservé opérationnel au LPNHE hors salle blanche ... mais peut aussi être expédié dans un autre labo de l'IN2P3, aux US, au Chili ...

Bilan :

- Long projet
- Guillaume est le seul IT présent depuis le démarrage du projet !
- Sous-traitance : cela demande une manière différente de travailler, et des ressources non négligeables pour le suivi.
- Manque de cohérence dans le soutien au projet a un impact sur la motivation

Marc Betoule
LPNHE, Apr 2019

CPPM : O. Angelini, S. Beurthey, S. Deguero, F. Feinstein
LPNHE : P. Antilogus, Ph. Bailly, E. Barrelet, M. Betoule, S. Bongard, J. Coridian, M. Dellhot, P. Ghislain, A. Guyonnet, F. Hazenberg, C. Juramy, H. Lebbolo, L. Le Guillou, E. Pierre, N. Regnault, Ph. Repain, M. Roynel, K. Schahmaneche, E. Sepulveda
LUPM : J. Cohen-Tanugi, Eric Nuss, B. Plez
LAL : S. Dagoret-Campagne, M. Moniez
OHP : Pierre-Eric Blanc, Auguste Le Van Suu



Contribution significative à LSST

Projet semi-indépendant à taille humaine

Collaboration directe avec Harvard / Berlin / OHP

Now: démonstration

1 Thèse qui finit
(et 1 papier en préparation)

À 2 ans: Upgrade

À 5 ans: le pour mil

*Installation/carctérisation
sur le site de LSST ?*

Trois bancs optiques de précision:

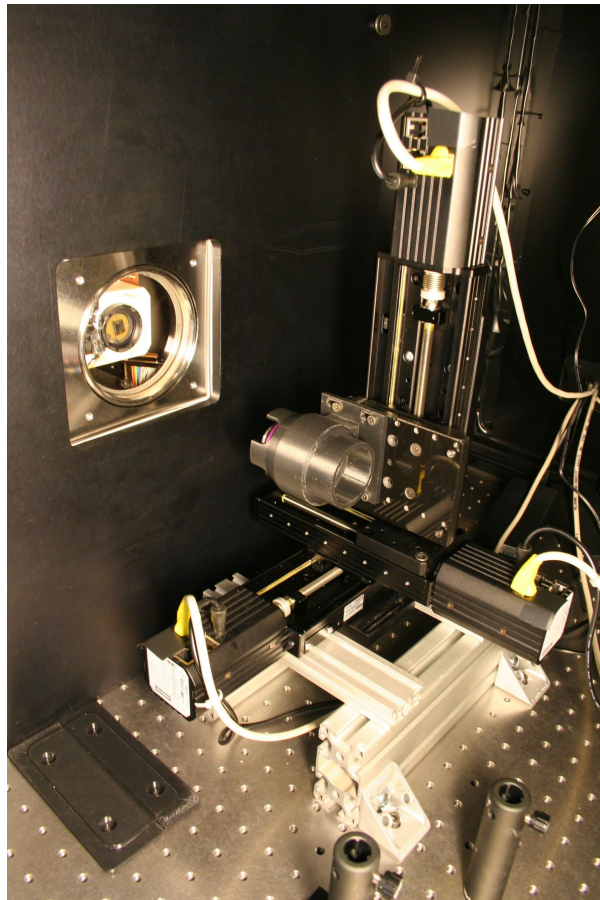
Un capital de savoir faire que nous comptons sauvegarder et faire croître dans les 10 ans à venir

Factorisation des compétences

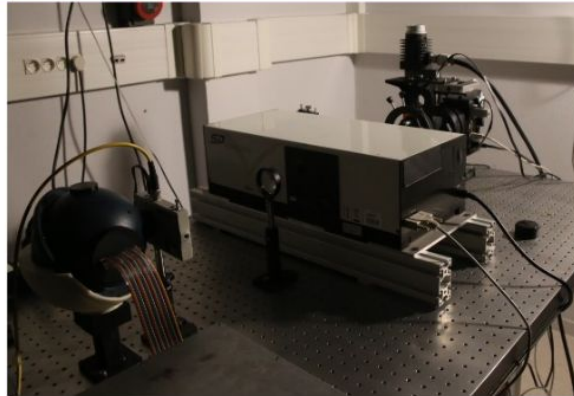
Veille technologique CMOS/Lucky imaging (with Stefano)

Valorisation des compétences:

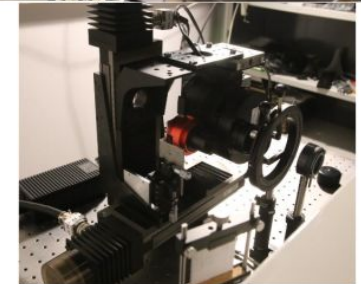
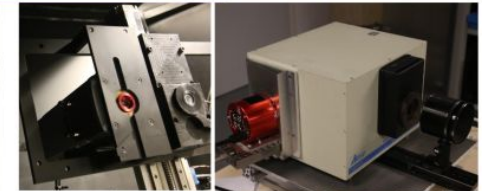
Demande pour une Source Monochromatique
Demande forte pour les "CLAP"



Le banc de transfer+banc spectro existe à l'état de prototype



Si la démonstration fonctionne il faudra revoir la fixation des détecteurs (interchangeable), pouvoir adapter le spectro CCD derrière le banc et éventuellement revoir le couplage optique (miroirs)



Ouverture scientifique: les grumeaux dans l'Univers



Dieu ne joue pas aux dés.



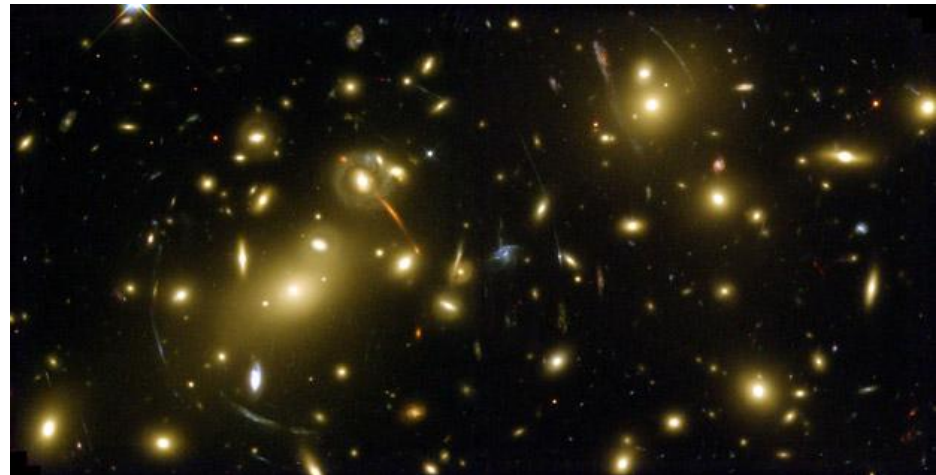
Albert Einstein

En tout cas, il ne sait pas faire une bechamel.

Seb

WEAK LENSING

Des enjeux sérieux d'analyse
Avec nécessité de comprendre les détecteurs



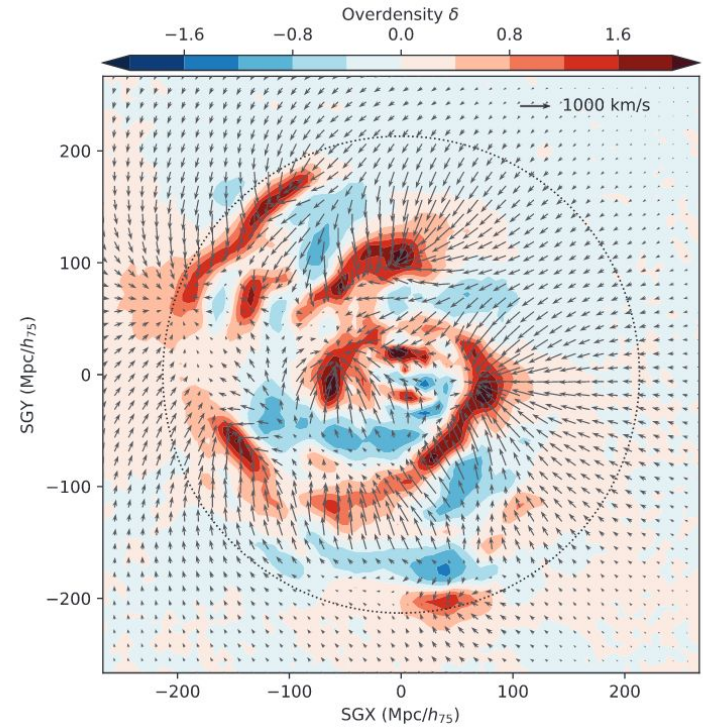
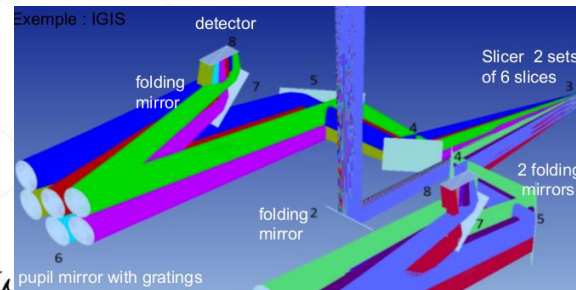
Ouverture scientifique: les grumeaux dans l'Univers



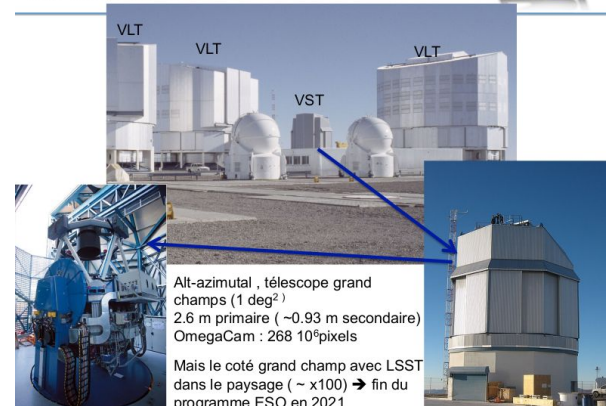
Formation des structures
Avec les SNe Ia proches

Défi observationnel :
suivi spectroscopique

L'Antilogotron?



VST at Paranal, ESO, Chili



LSST et DESI: La "grosse boîte" (a.k.a cadre) de notre futur

