



LSST / StarDICE

Avancée du projet

Laurent Le Guillou
(Sorbonne Université / LPNHE)

Journées LSST France
CPPM Marseille
16-18 janvier 2018

CPPM : O. Angelini, S. Beurthey, S. Deguero, F. Feinstein

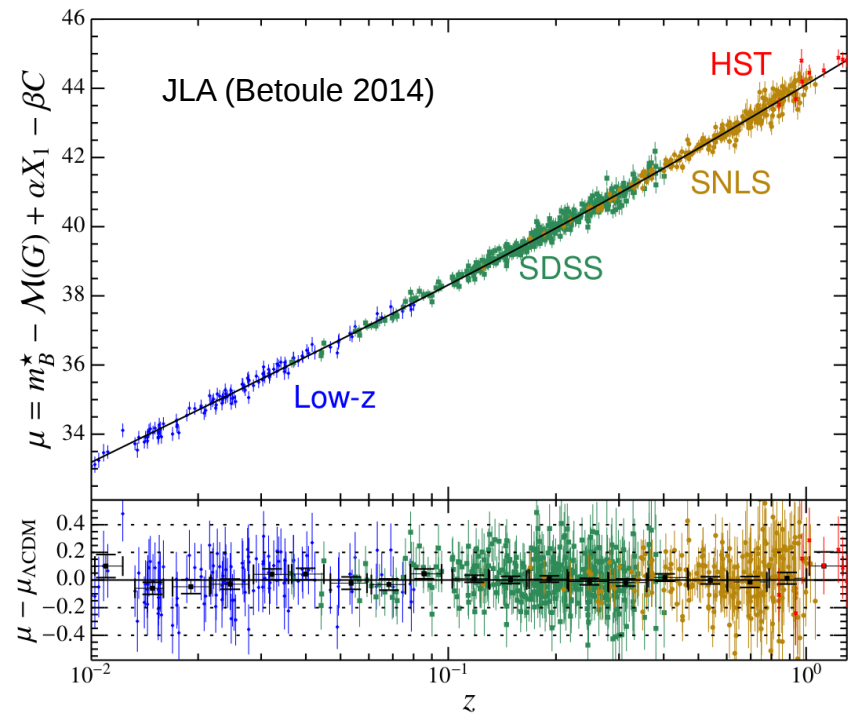
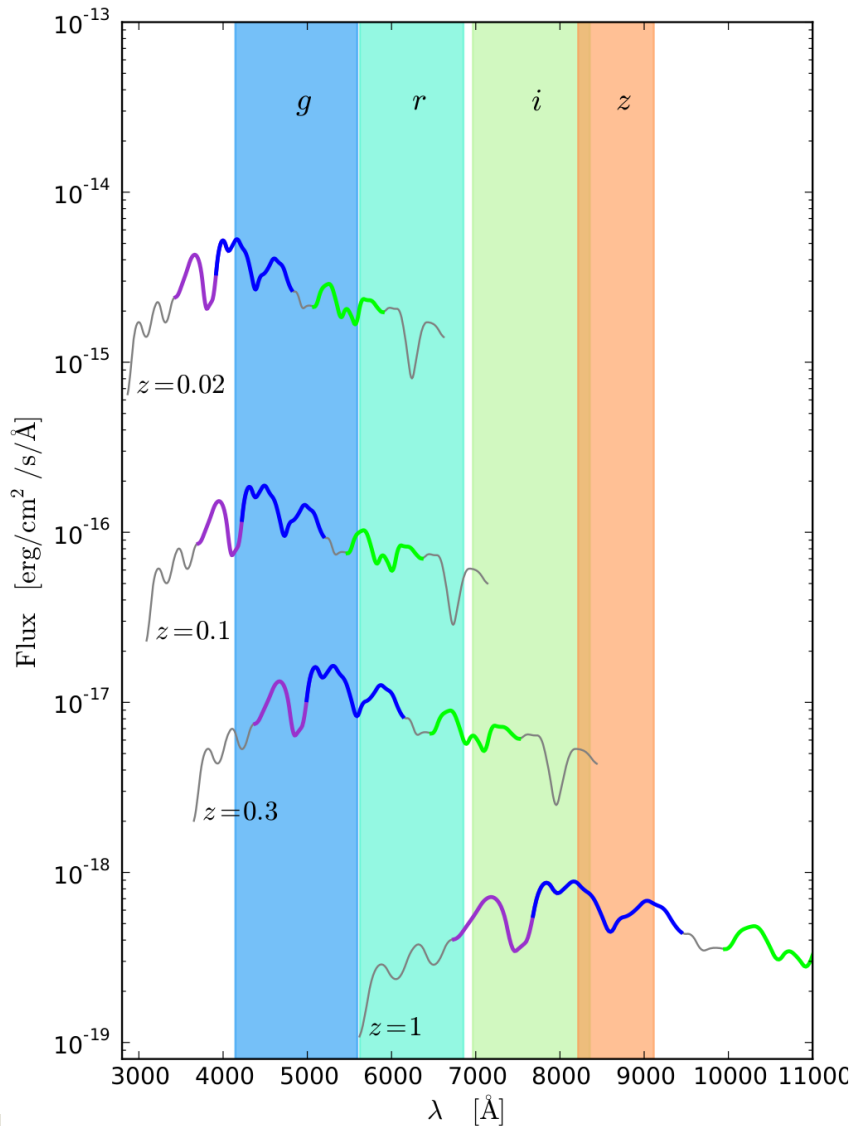
LPNHE : P. Antilogus, P. Astier, Ph. Bailly, E. Barrelet, M. Betoule, S. Bongard, J. Coridian, A. Guyonnet, F. Hazenberg, C. Juramy, H. Lebbolo, L. Le Guillou, N. Regnault, Ph. Repain, K. Schahmaneche, E. Sepulveda

LUPM : J. Cohen-Tanugi, Eric Nuss, B. Plez

LAL : S. Dagoret-Campagne, M. Moniez

OHP : Pierre-Eric Blanc, Auguste Le Van Suu

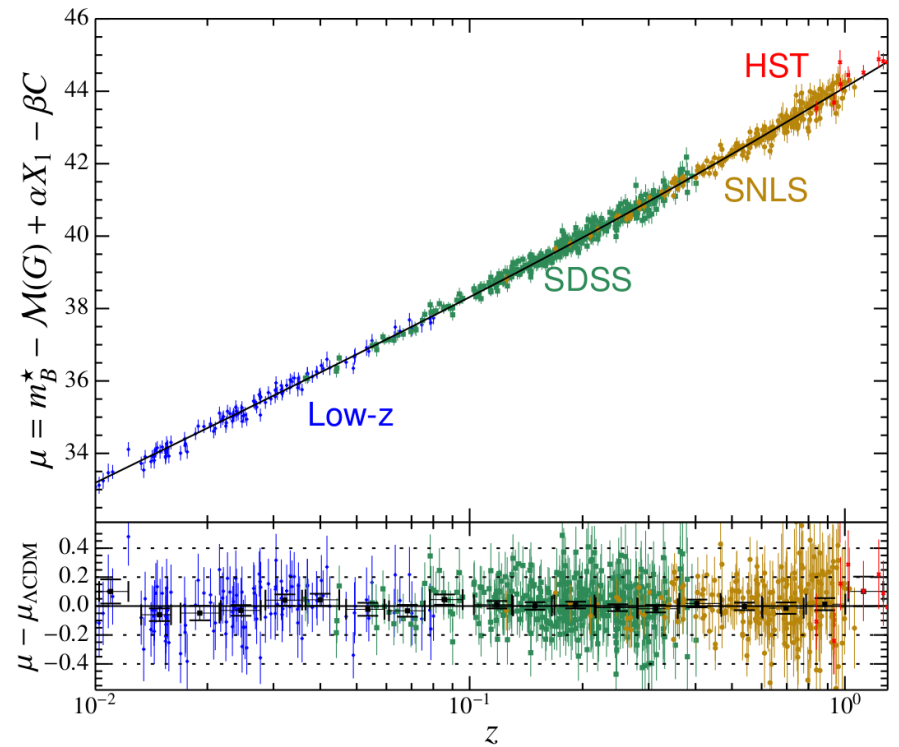
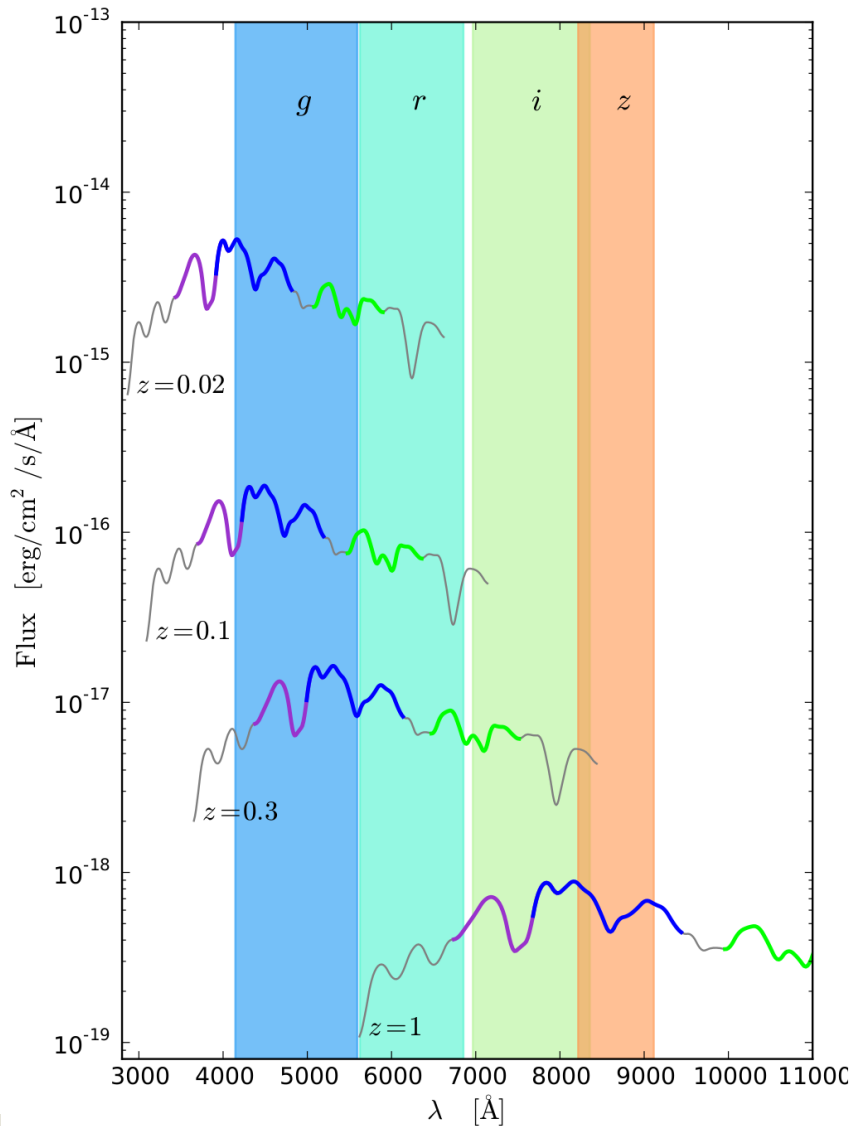
Calibration des SNIa pour la cosmo : principe



Mesures de distance avec les SNIa :
comparaison du flux intégré dans des
bandes différentes selon le redshift :

- Intercalibration des bandes critique
- Systématique dominante aujourd'hui

Calibration des SNIa : besoins

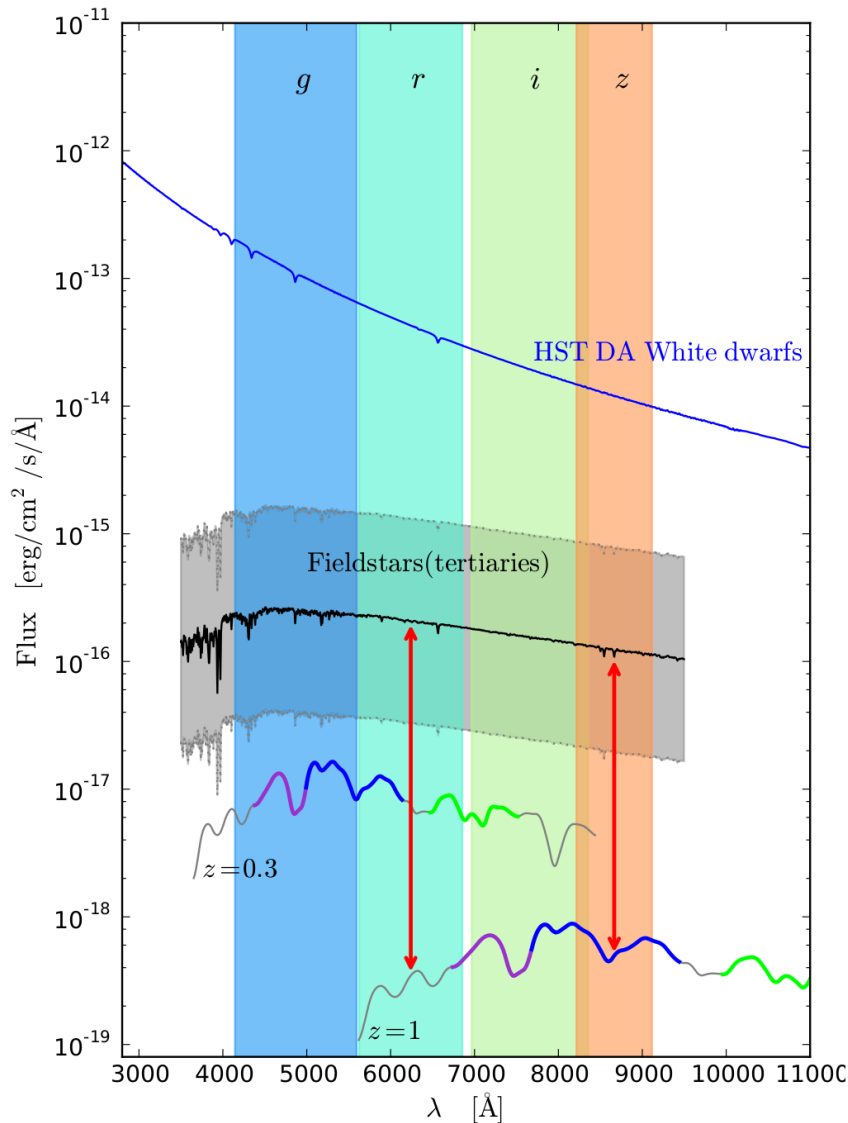


Pour contraindre w au %

→ **besoin d'une calibration à la mmag**

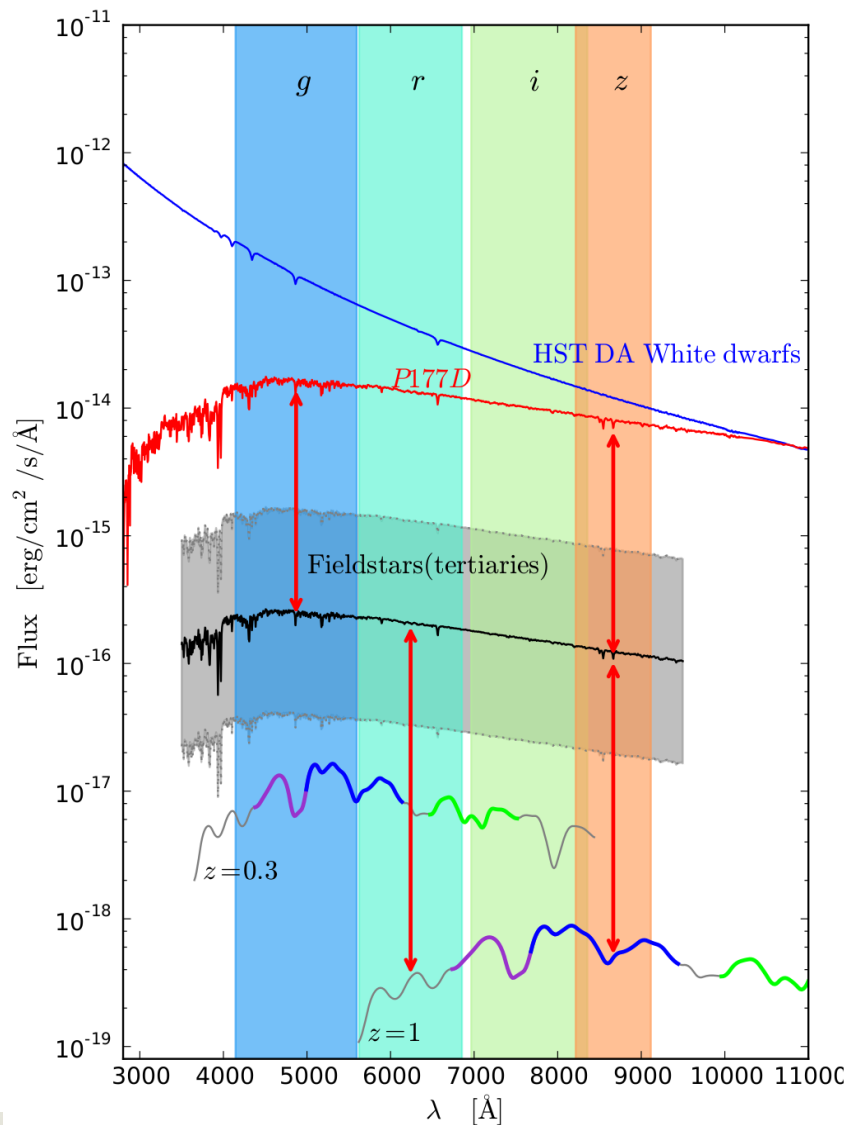
(actuellement calibration à ~ 0.5 %)

Calibration des SNIa : principe



- Photométrie des SN **relative aux étoiles du champ** (~1 mmag, Astier 2014)
- Etoiles du champ calibrées avec les **étoiles standards CALSPEC** (eg ~5 mmag Betoule 2013)
- Les CALSPEC sont calibrées avec **3 naines blanches**
- Le spectre des 3 naines blanches est **modélisé** (Bohlin, Gordon, Tremblay 2014, Rauch et al. 2013)

Relevés calibrés sur des modèles de naines



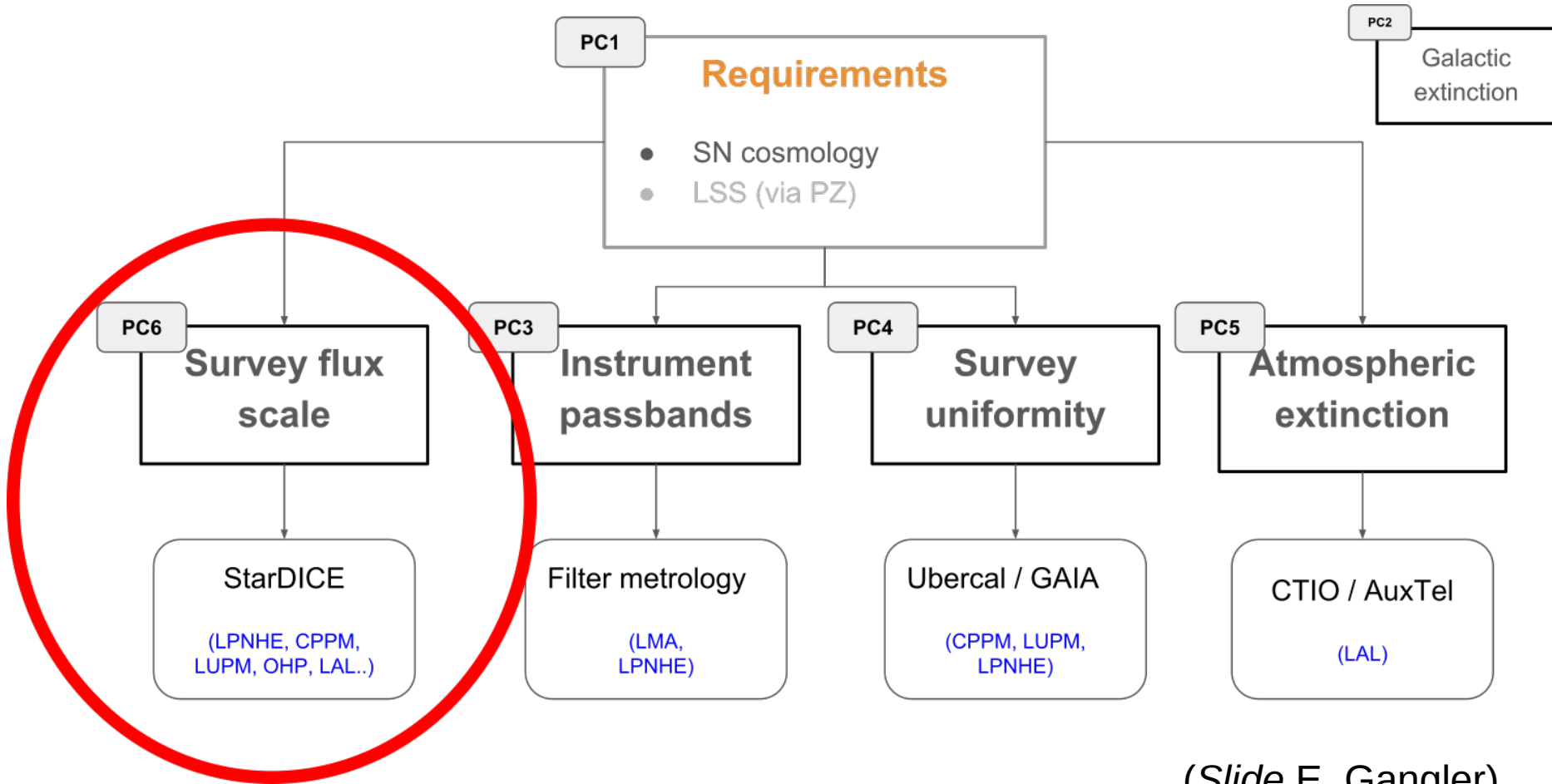
- Photométrie des SN **relative aux étoiles du champ** (~1 mmag, Astier 2014)
- Etoiles du champ calibrées avec les **étoiles standards CALSPEC** (eg ~5 mmag Betoule 2013)
- Les CALSPEC sont calibrées avec **3 naines blanches** mesurées par HST
- Le spectre des 3 naines blanches est **modélisé** (Bohlin, Gordon, Tremblay 2014, Rauch et al. 2013)

StarDICE : objectifs et principes

- **Objectifs :**
 - **Mesurer les CALSPEC** (et les 3 naines) en *ugriz* et rattacher ces mesures à un **standard photométrique de laboratoire** (NIST)
- **Principes de l'expérience :**
 - Mesurer simultanément une **source calibrée au sol** et les **CALSPEC**, avec le **même instrument**
 - Réaliser au sol une **source ponctuelle calibrée** (\sim qqes 10^{-4})
 - Mesurer avec précision **l'instrument utilisé** : gain & QE du CCD, transmission des filtres, du télescope
 - **Modéliser** l'absorption par **l'atmosphère** (variation de l'airmass, modèles d'atmosphère)
- Tests et preuve de concept à l'observatoire de Haute-Provence (2016)

StarDICE : PC6 de DESC / PCWG

PCWG = Photometric Calibration Working Group



(Slide E. Gangler)

Observatoire de Haute Provence (OHP)



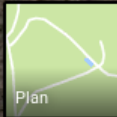
Google

Images ©2018 Google, Données cartographiques ©2018 Google France Conditions Envoyer des commentaires 20 m



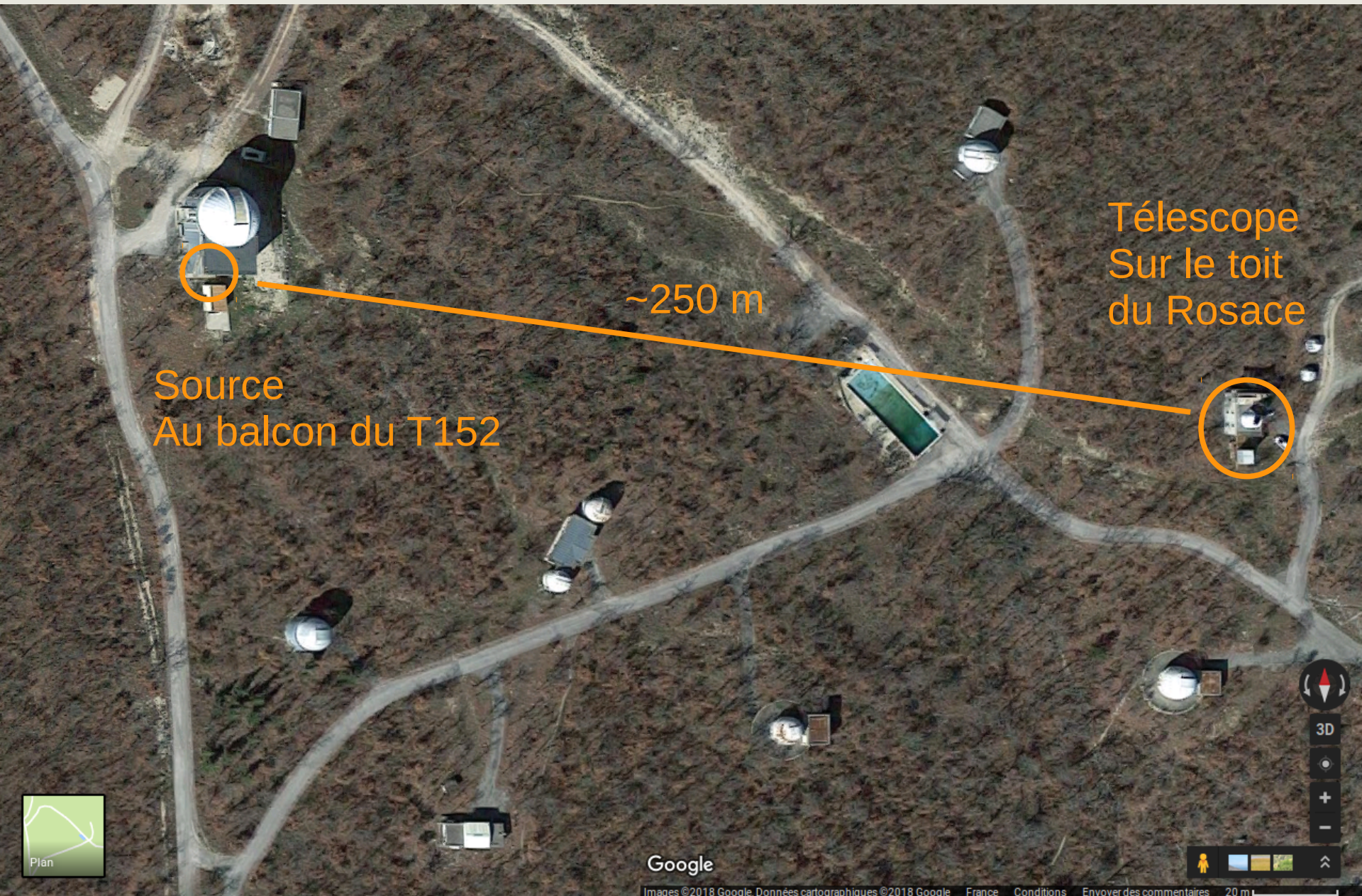
Source
au balcon du T152

Télescope
Sur le toit
du Rosace



Google

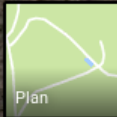
Images ©2018 Google, Données cartographiques ©2018 Google France Conditions Envoyer des commentaires 20 m



Source
Au balcon du T152

~250 m

Télescope
Sur le toit
du Rosace



Google

Images ©2018 Google, Données cartographiques ©2018 Google France Conditions Envoyer des commentaires 20 m

Phase 0: Faisabilité / Preuve de concept

(2016)

Télescope
Newton
10 pouces
 $f = 1500$ mm
(LUPM)

Caméra SBIG
ST7-ME
Roue à filtres
5 filtres Bessel
(LUPM)

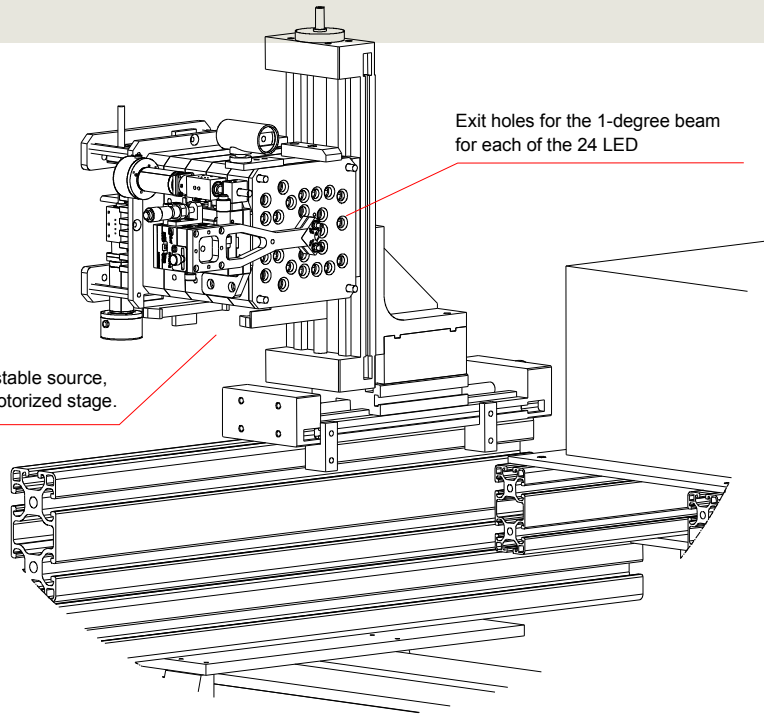


Source calibrée « DICE » installée sur le balcon du T152



Télescope mis en station sur le toit du Rosace près du dôme d'IRiS

Sources calibrées DICE (LEDs)



Sources : 24 LEDs de 350 à 1000 nm

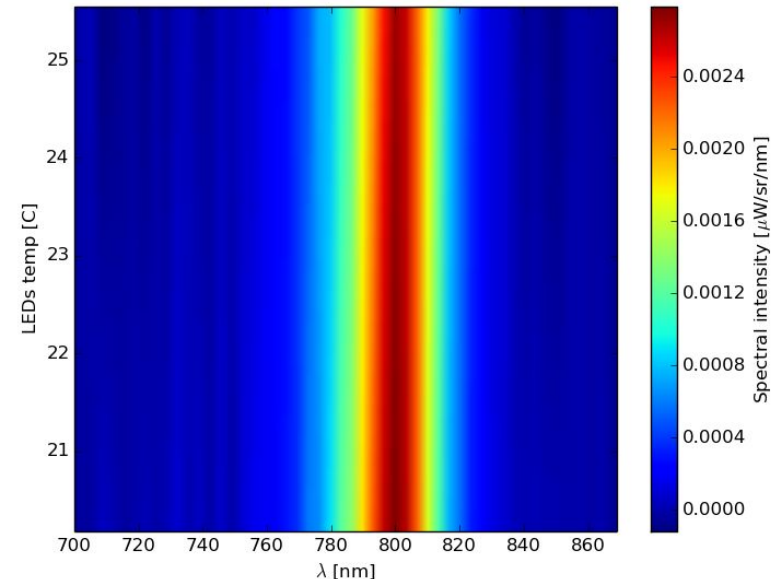
LEDs commandées en courant, très stable.

Calibration absolue vs. photodiode calibrée NIST (0.2 %)

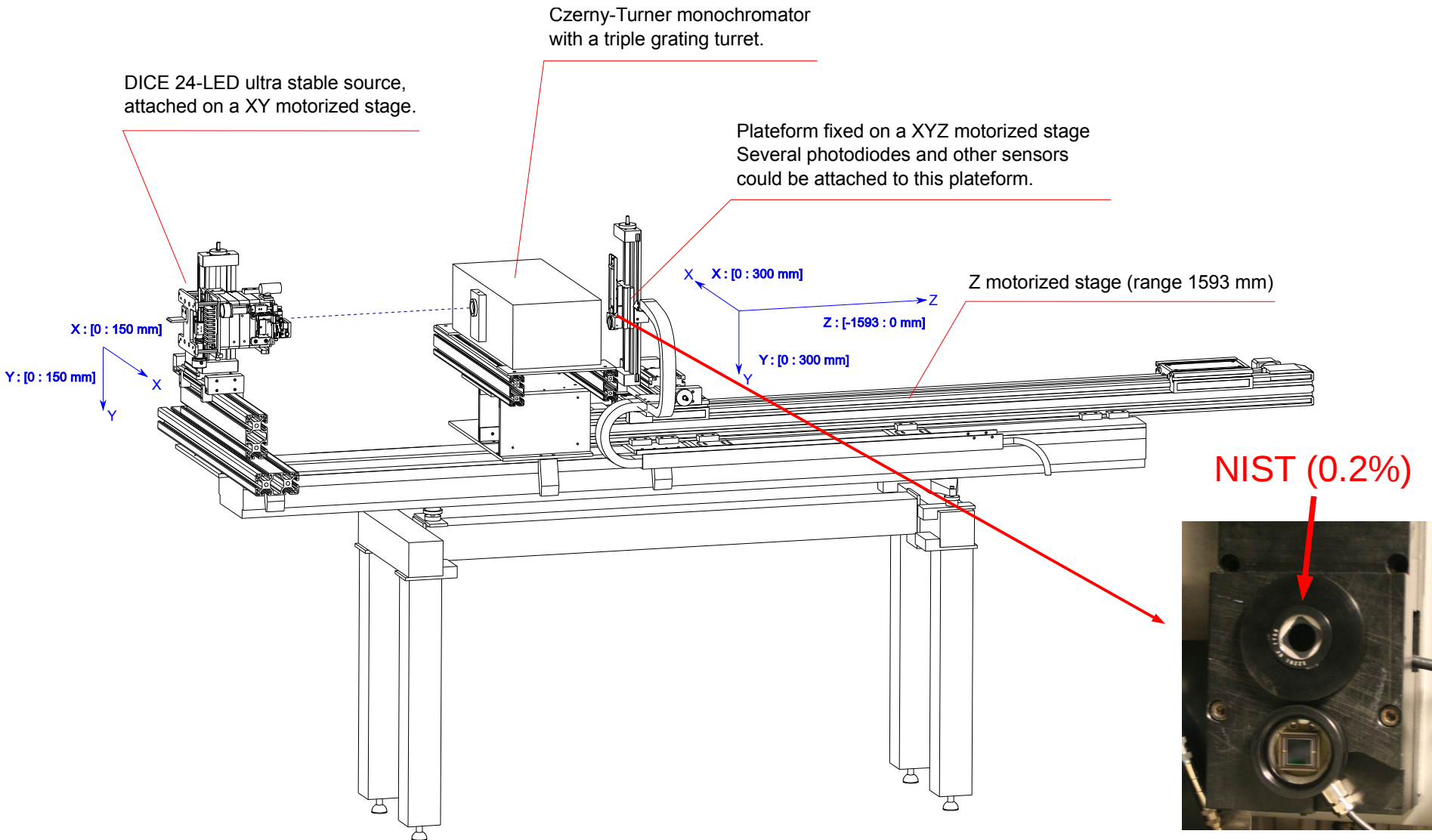
Cartographie des faisceaux (projectivité)

Mesure et modélisation du spectre de chaque LED en fonction de la température

Déployées et tests au CFHT (Hawai'i) et Skymapper (Australie)

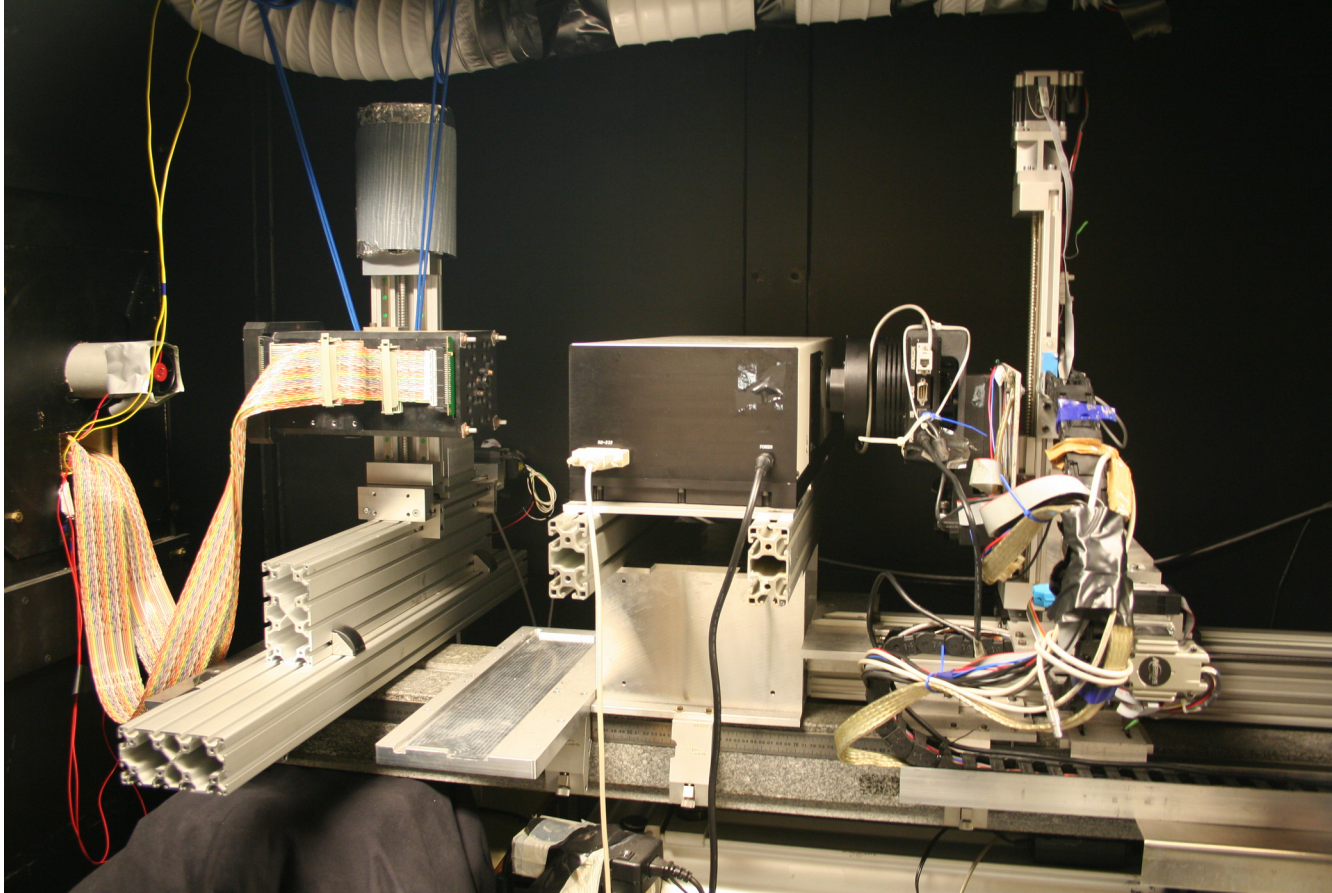


Banc spectro-photométrique "DICE" (LPNHE)



Caméra et filtres caractérisés sur banc

(2016)



Banc spectro-
photométrique
« DICE »
(LPNHE)

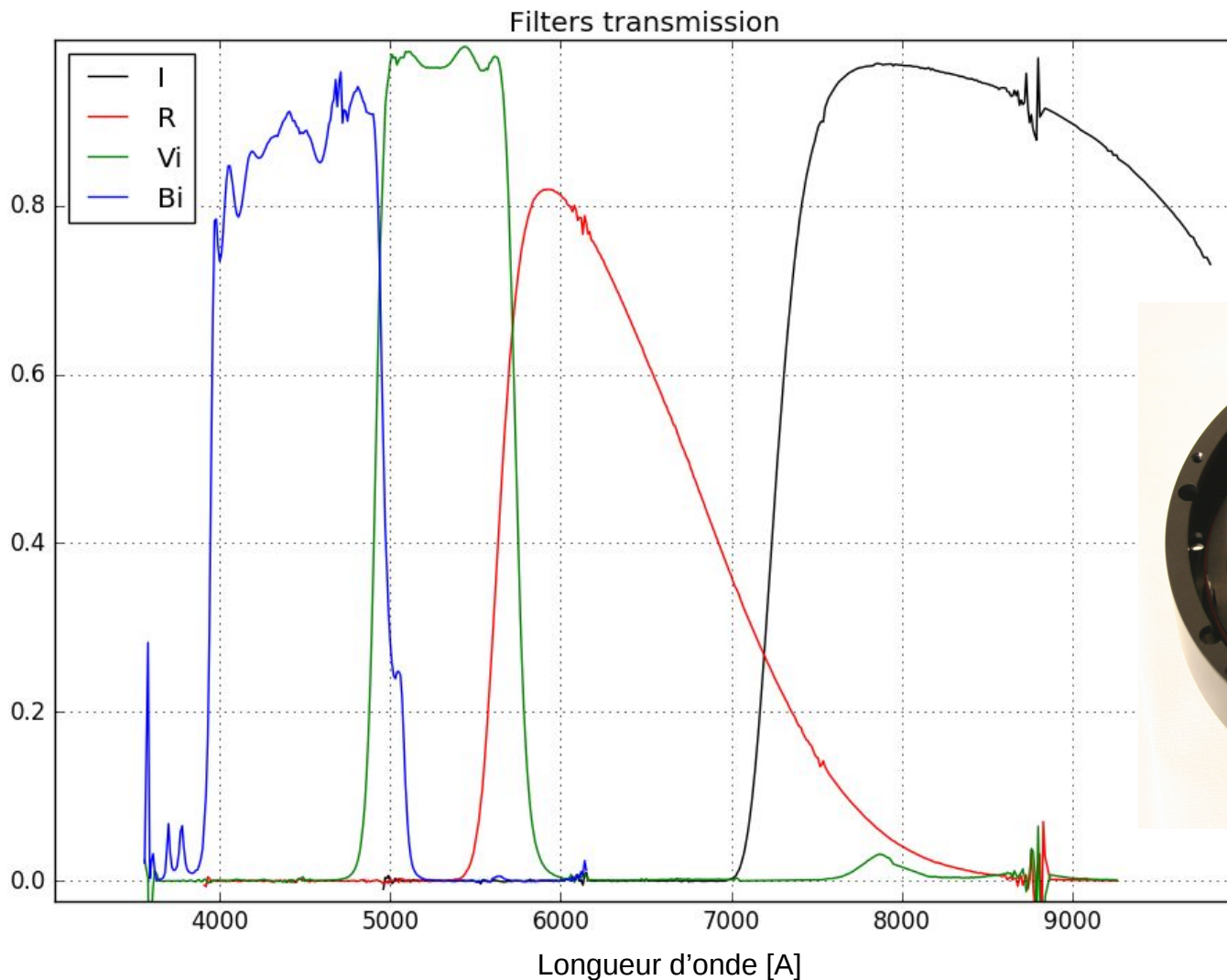
Caméra SBIG
vs. photodiode
calibrée NIST

Transmission
des filtres



Et aussi : réflectivité du miroir du Newton mesurée (LUPM)

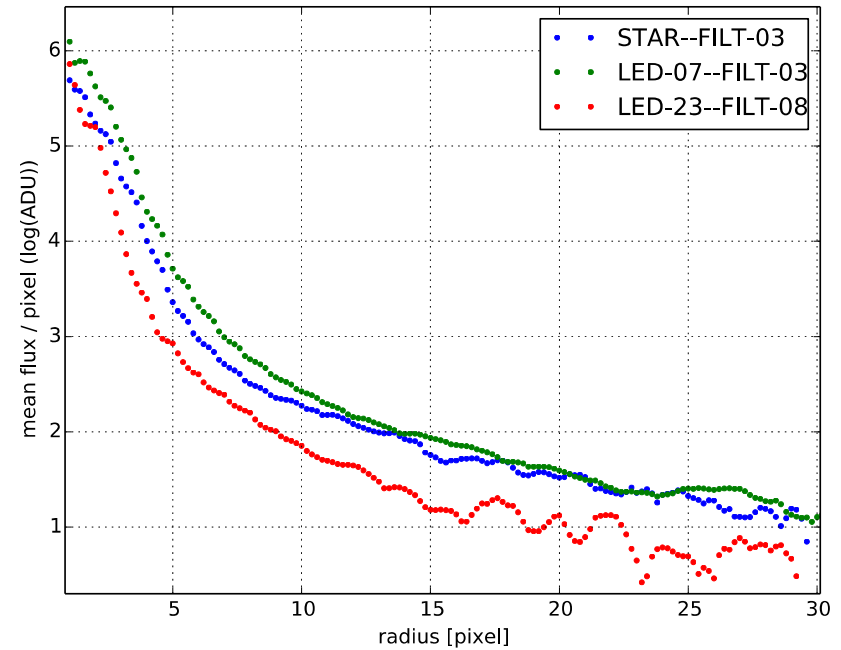
Caméra et filtres caractérisés sur banc



Phase 0 : LEDs versus Etoiles



10 260 300 340



- Focalisation (manuelle) à 250 m et à l'infini
- Mesure de la PSF : PSFs analogues pour les LEDs et les étoiles sur 4 ordres de grandeur

Phase 1 : source au T152 / dôme “jumelé” (2017)

- Toit du Rosace/IRiS : **Installation temporaire**
- Nécessité d'**abriter** le télescope (pluie, vent), ainsi que la source
- Recherche sur le site de l'OHP d'une **combinaison de 2 sites adaptés** :
 - **Ligne de visée dégagée** et pas trop proche du sol (végétation, humidité par évapo-transpiration, émissions d'agrégats par les chênes)
 - Besoin d'un abri / dôme pour **limiter les vibrations** du tube
- **Source dans le volume de la fenêtre de la salle de contrôle du T152**
- **Télescope dans un dôme désaffecté** (« coupoles jumelées »)
- **Remplacement de la monture** (Takahashi EM-200 → NJP motorisée)
- **Motorisation du foyer** (de l'infini à 100 m)
- Même caméra (SBIG) : caméra (gain, QE) et transmission des filtres mesurés sur le banc spectrophotométrique DICE du LPNHE
- **Source SN-DICE trop brillante : version bas-courant (mag > 6)**





Source :
dans la fenêtre du T152

Dôme désaffecté « jumelés »
Table équatoriale

Source :
dans la fenêtre du T152

~110 m

Dôme désaffecté « jumelés »
Table équatoriale

Phase 1 : source au T152 / dôme « jumelé » (2017)

Source calibrée « DICE » installée dans la fenêtre de la salle de contrôle du T152

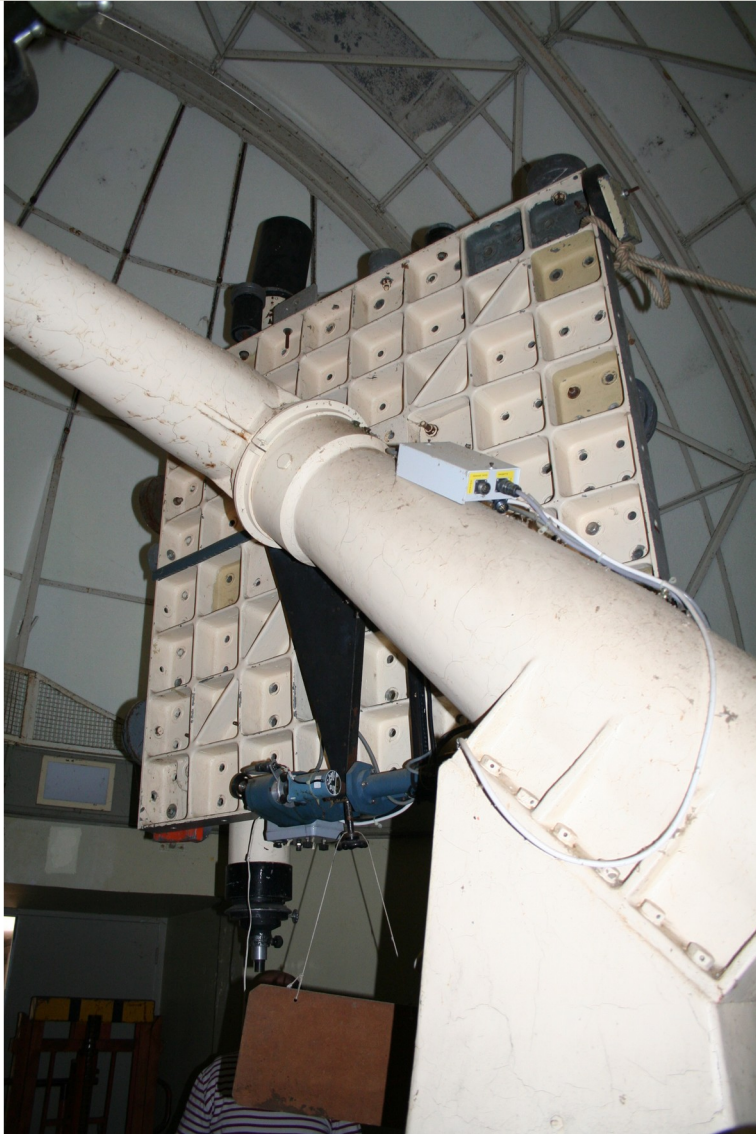


Dôme « jumelé » où le télescope est installé



Phase 1 : installation au “jumelé”

(2017)



Phase 1 : installation au “jumelé”

(2017)



Fixation de la monture NJP sur la table équatoriale bloquée en position verticale.

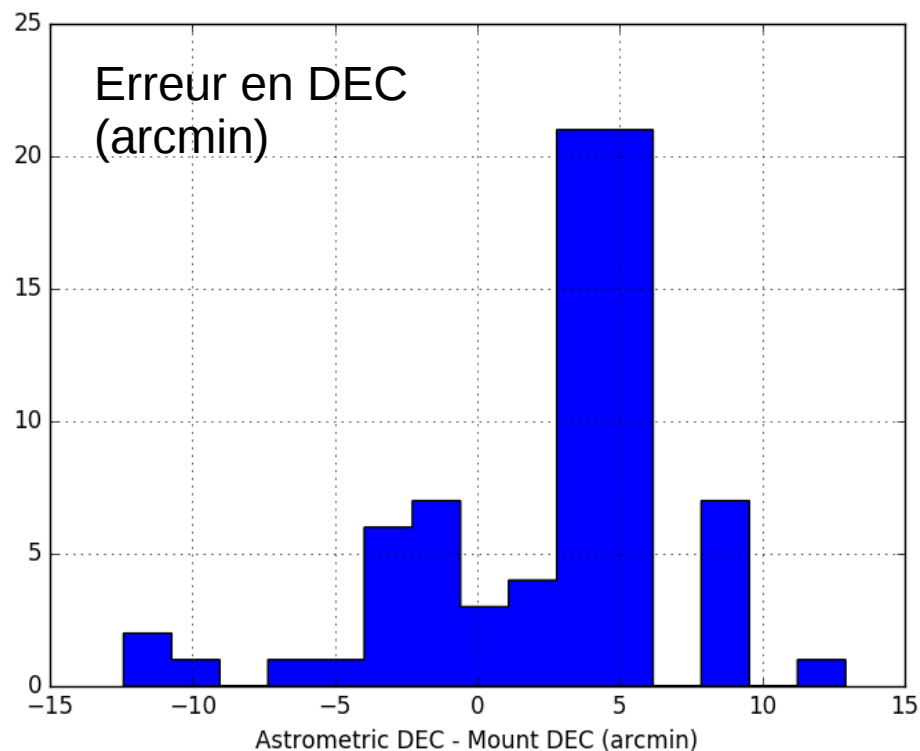
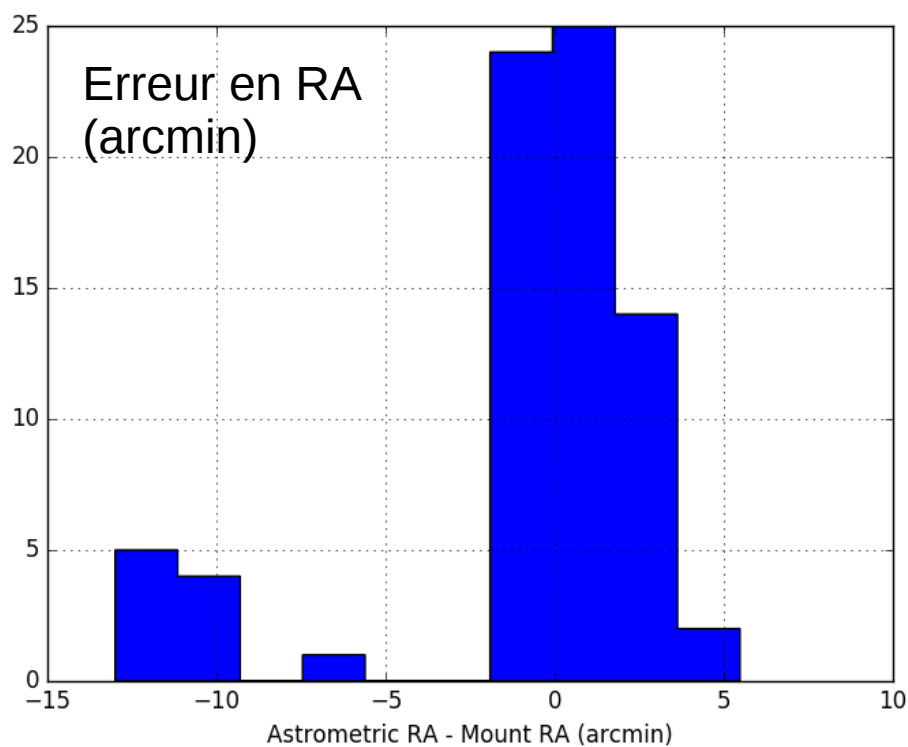
Pied d'adaptation réalisé au CPPM



Monture NJP motorisé : précision du pointé

Erreurs de pointage de 5 à 10 arcmin max, sans codeurs

Champ de vue de 25 arcmin x 17 arcmin → Précision suffisante

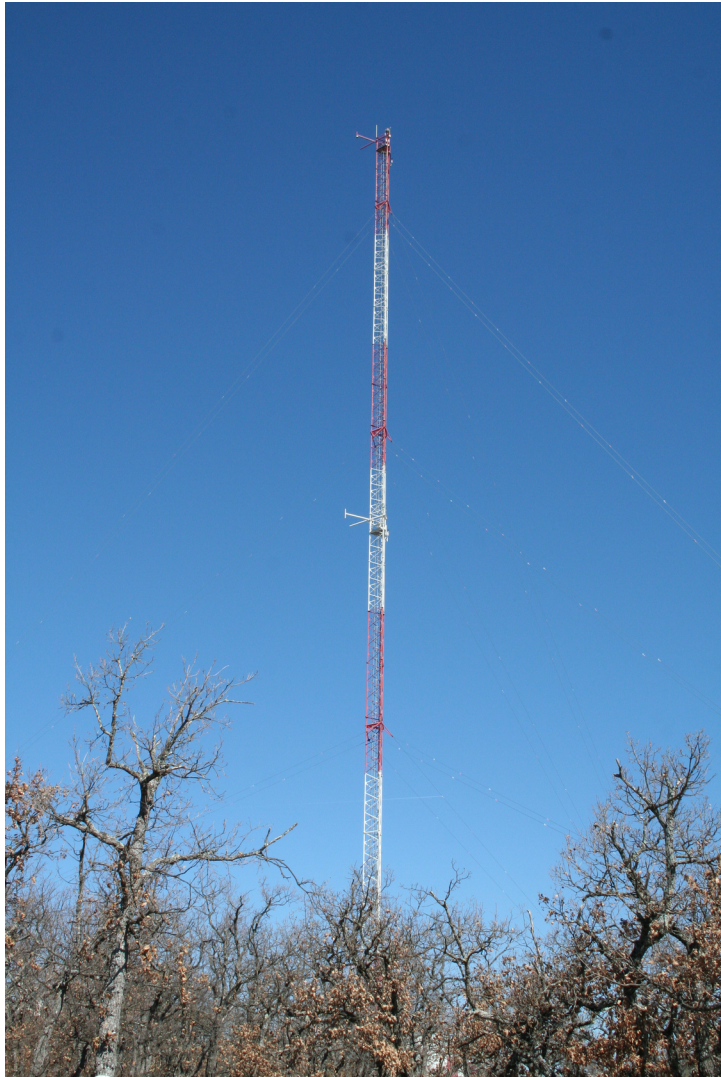


(figures F. Hazenberg)

DAQ et analyse rapide “online”

- Ecriture d'un **système de contrôle-commande (DAQ) dédié** :
 - Contrôle-commande de **la monture**, du **focus**, de la **caméra CCD SBIG** et de la **roue à filtres**
 - Contrôle à distance de la **source de LEDs DICE** (et sa motorisation) au T152
 - **Mode vidéo** (bien pratique pour le pointé)
- **Astrométrie effectuée au vol**, vérification de l'acquisition de la cible (LED ou étoile standard CALSPEC)
- A venir (court terme) : contrôle commande de la **rotation du dôme** et de l'**ouverture du cimier**
 - **Objectif : permettre rapidement des observations « remote » pour accélérer le rythme des campagnes d'observations**
 - **Accumuler rapidement ~10-20 nuits d'observations combinées LEDs calibrées - CALSPECS**

Next : source sur le mât ICOS (100 m !)



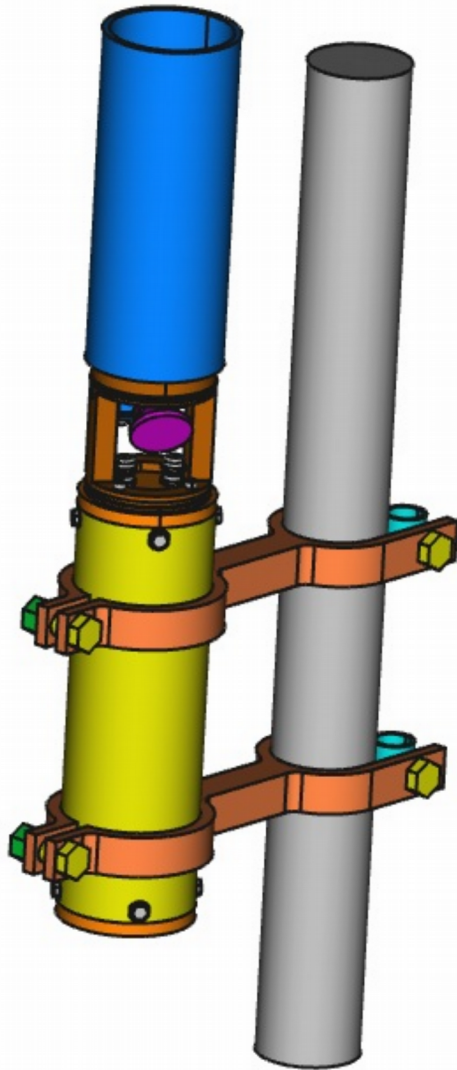
Mât de 100 m
Sur le site OHP

Mécanique de la
source et fixation
sur le mât : R&D
au CPPM

Avantage :
2 sources, une
à 110 m (T152)
et l'autre à ~200 m
(mât ICOS)

→ Meilleure
compréhension de
l'absorption à
proximité du sol

Next : source sur le mât ICOS (100 m !)

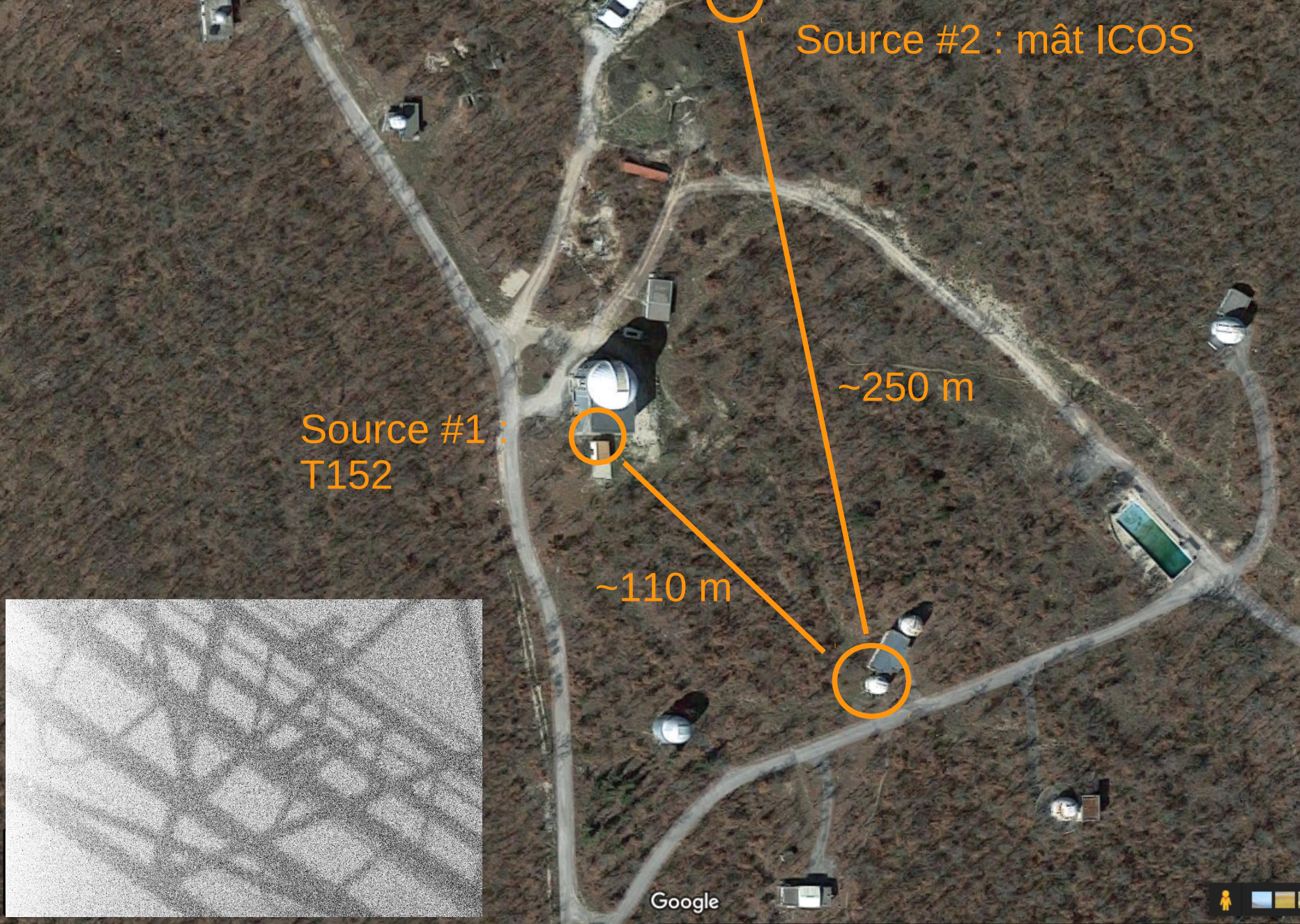


Mât de 100 m
Sur le site OHP

Mécanique de la
source et fixation
sur le mât : R&D
au CPPM

Avantage :
2 sources, une
à 110 m (T152)
et l'autre à ~200 m
(mât ICOS)

→ Meilleure
compréhension de
l'absorption à
proximité du sol

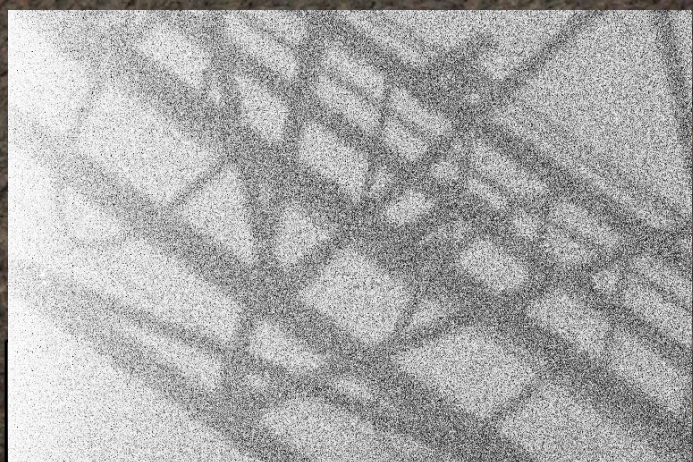


Source #2 : mât ICOS

Source #1 :
T152

~250 m

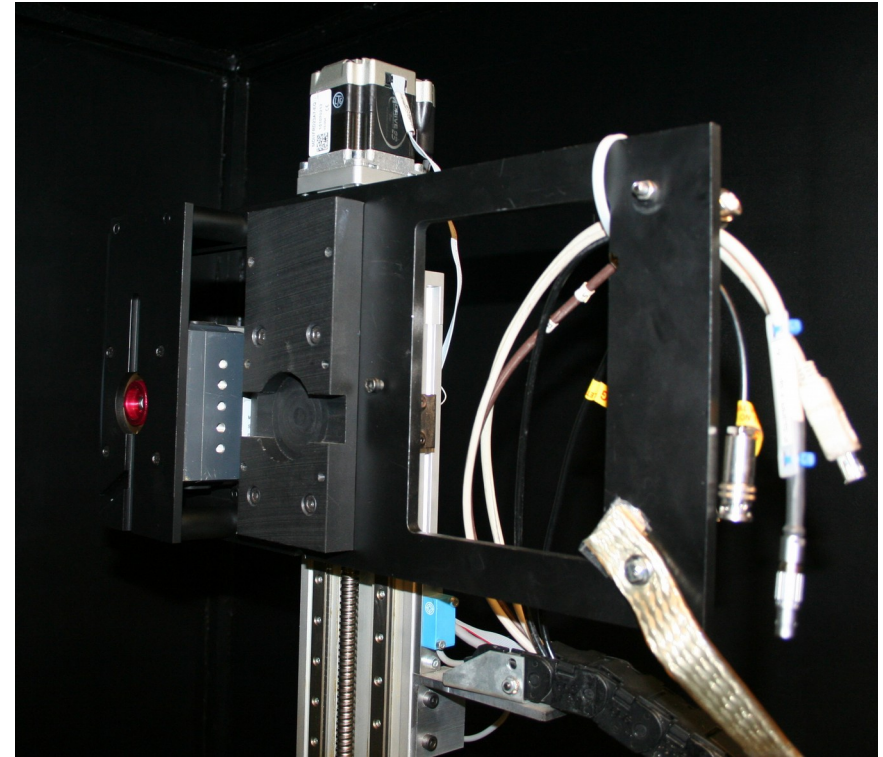
~110 m



Next : nouvelle caméra CCD, mes. bas flux



Caméra CCD **ANDOR iKon-M**
Refroidissement **Peltier plus performant**
bruit et courant d'obscurité très faibles.



Adaptation du banc DICE pour intercaler la **caméra ANDOR** avec la **NIST**

Utilisation planifiée de la caméra ANDOR pour caractériser la **source de LEDs**
À bas flux (mesures de photo-courant vs. mesures intégrées avec le CCD)

StarDICE : Perspectives

A court terme :

- Accumuler **rapidement 10 à 20 nuits** de données LEDs-CALSPECs combinées pour « fermer la boucle » de calibration
- Contrôle commande « remote » pour accélérer le rythme des campagnes
- Papier « **forecast** »

A moyen terme :

- Mise au point d'une **source étalon de flux** (simplicité, stabilité)
- Installation d'une source **sur le mât ICOS**
- Achat et installation d'un **tube plus costaud** pour la caméra ANDOR
 - « refurbish » de la table équatoriale (OHP, LPNHE, CPPM) ;
 - installation éventuelle des 2 télescopes/caméras sur la table équatoriale pour **photométrie & spectro. basse résolution simultanée** des cibles
- **Objectif : Papier calibration ~1 % en 2019.**

Un effort collectif LSST @ IN2P3

