

OBSERVATOIRE GÉODÉSIQUE MULTI-TECHNIQUES DE CALERN ET GENESIS

ATELIER GENESIS – SEPTEMBRE 2023

Julien Chabé, Clément Courde, Mourad Aïmar, Nicolas Maurice, Hervé Mariey, Grégoire Martinot-Lagarde, Duy-Hà Phung, Julien Scariot, Nils Raymond, Hervé Viot, Bertrand Chauvineau, Gilles Métris

UNIVERSITÉ
CÔTE D'AZUR



Observatoire
de la CÔTE d'AZUR



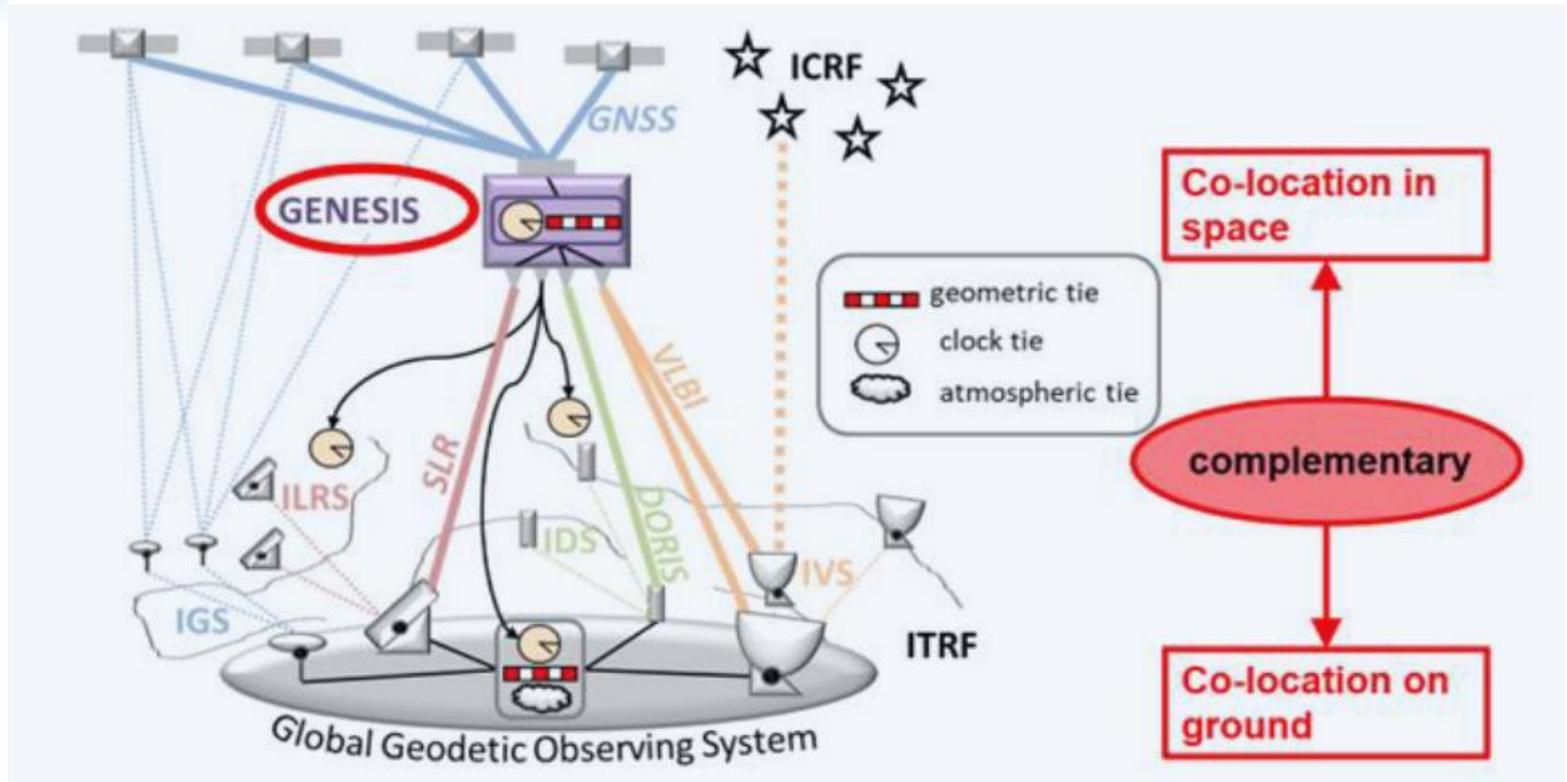
INSU
Observer & comprendre



Institut de Recherche
pour le Développement



Principe & objectifs de la mission ESA-GENESIS



- Improve the ITRF accuracy (mm) and stability (0.1 mm/year)
- Improve the link between ITRF & ICRF

OBSERVATOIRE DE LA COTE D'AZUR

SITE DE CALERN

- Site inauguré en 1974
 - Astrométrie & plateforme de développement pour de nouveaux instruments
- Plateau calcaire de 20 km² dans l'arrière pays Grassois
 - Altitude : 1270m. longitude 6,9230°E ; latitude 43,750° N
 - Compromis entre accessibilité (20 km de Grasse) et qualité astronomique





UN OBSERVATOIRE GÉODÉSIQUE MULTI TECHNIQUES

Calern Atmospheric
Turbulence Station

Station MéO
SLR / LLR

Echelle de temps
commune

DORIS
CNES

INSAR

Laboratoire
temps/fréquence

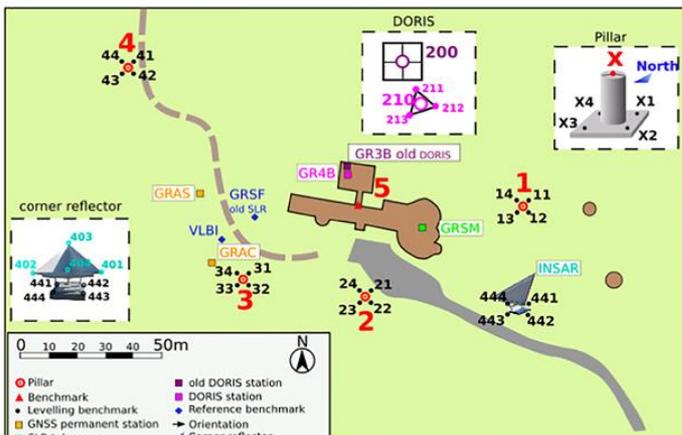
GNSS permanents



Réseau
de piliers
géodésiques



Rattachements topographiques – IGN



Réseau
permanent
2020



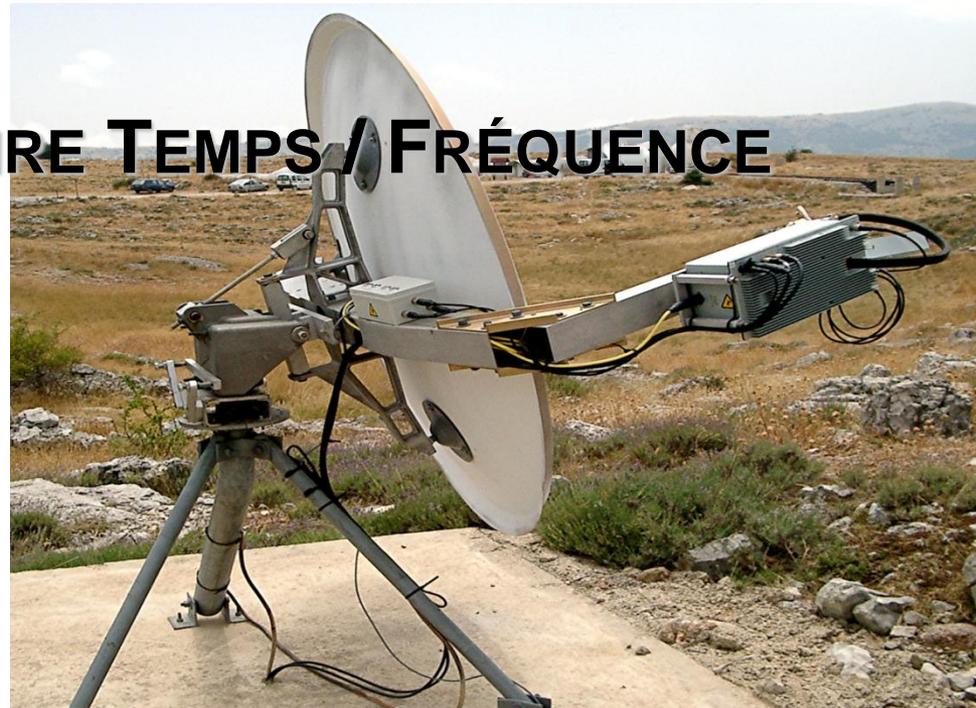
GRAS



GRAC



UN LABORATOIRE TEMPS / FRÉQUENCE



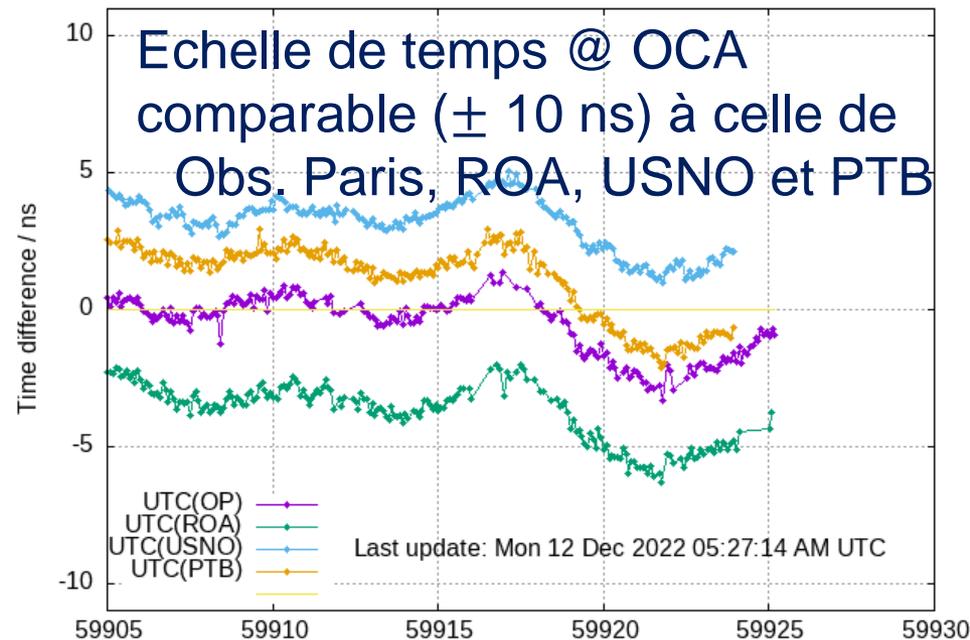
- **HORLOGES**

- Maser à hydrogène actif (2012)
- Maser à hydrogène passif (2020)

- **Pilotage et comparaison de l'échelle de temps**

- 1 système de transfert de temps 2 voies TWSTFT
- 3 dateurs ultra-stables STX
- 1 récepteur GNSS Dicom GTR50
- 1 récepteur GNSS Septentrio PolarX5-TR
- 2 micro-phase stepper
- 3 systèmes de synchronisation STS

Comparison UTC(k) - TA(OCA)





Distribution des signaux d'horloge

Instrumentation dédiée pour le suivi des délais des signaux d'horloge

- ⇒ instrumentation SigmaWorks
- ⇒ Système Menlo à Wettzell

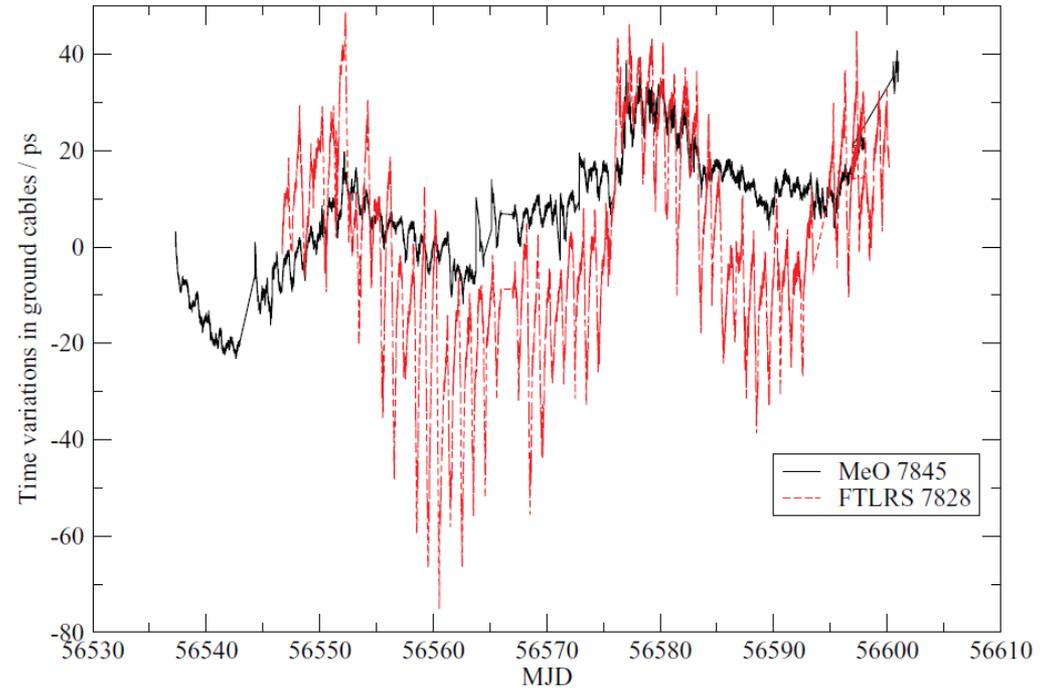


Figure 1. Monitoring of the time variations (in ps) of signals in ground cables from the SLR station to the local clock distribution reference point at OP (in red: FTLRS 7828) and in OCA (in black: MeO 7845), based on Sigma Time STS time signal generators. The correlation between plots is almost certainly due to similar weather conditions despite the distance between both stations.



Rattachement topographique pour le suivi des points de référence des techniques de géodésie spatiale

Collaboration IGN-OCA

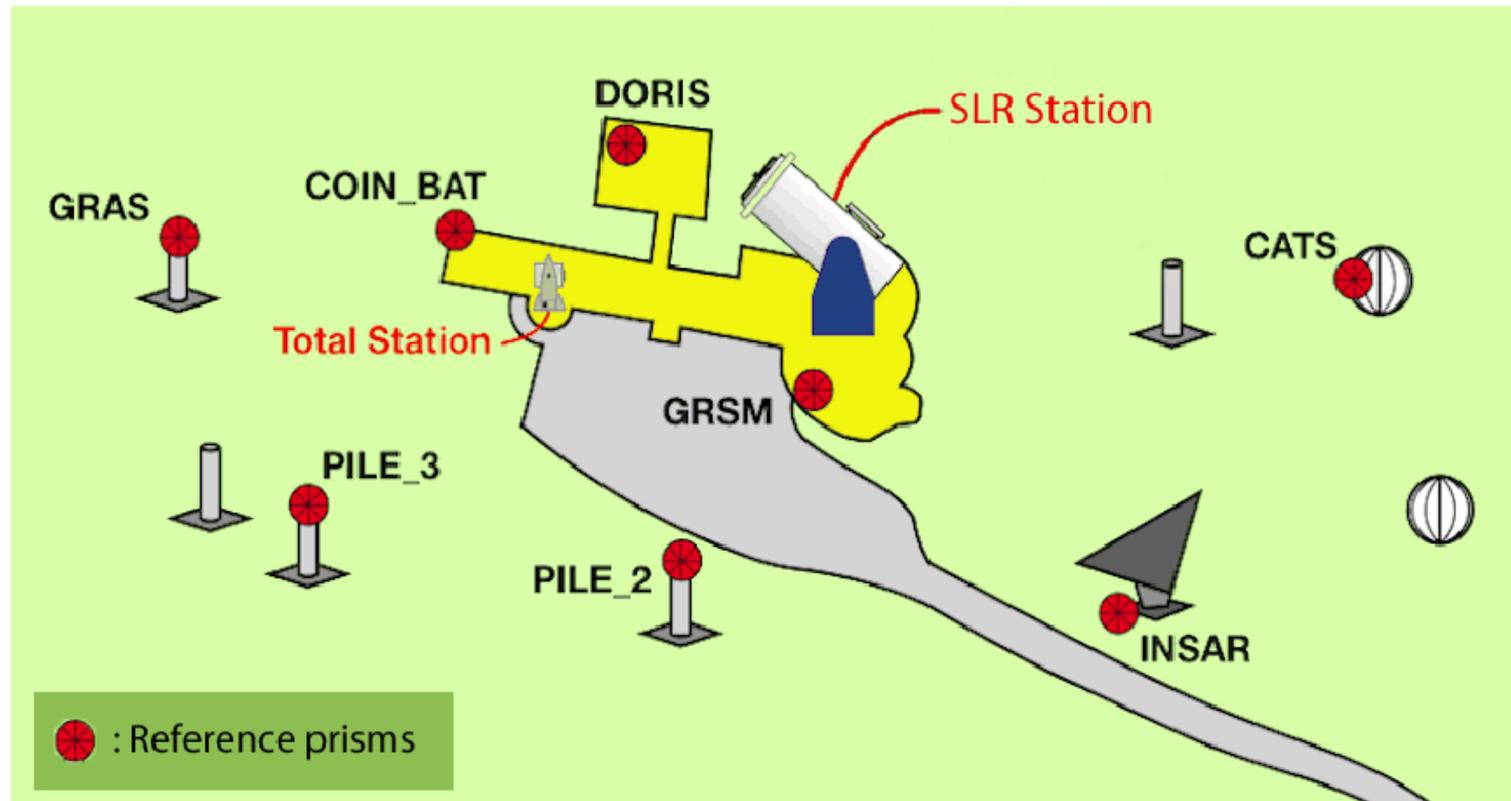


Fig.1 Overview of the Grasse co-location site configuration during a local tie survey.

Barneoud et al., REFAG 22



Rattachement topographique pour le suivi des points de référence des techniques de géodésie spatiale

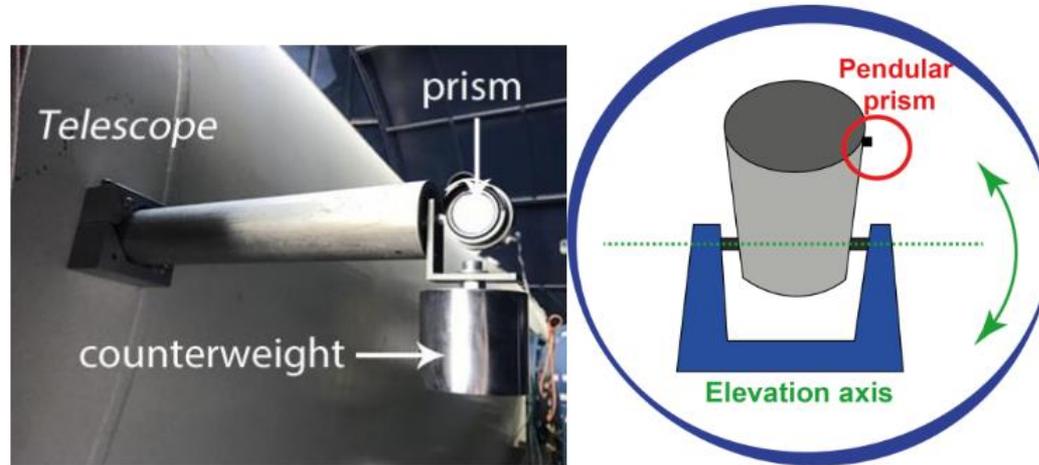


Fig. 3 Setup of a pendular prism on the telescope (left) and global view during rotation along the elevation axis (right).

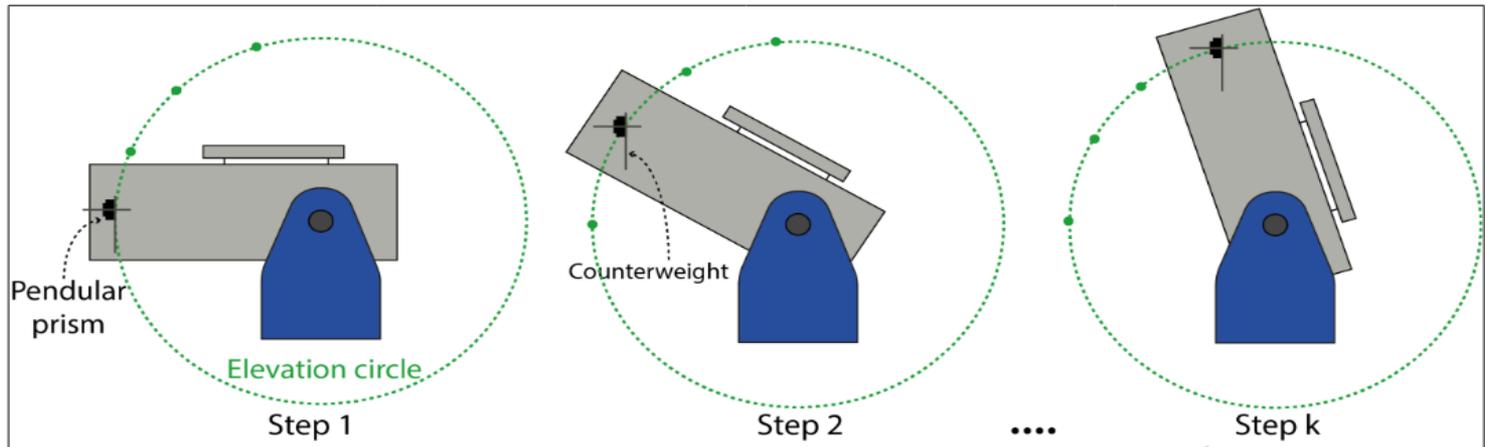


Fig. 4 Steps of elevation circle measurements. Thanks to counterweights, the pendular prism always faces the total station.

Rattachement topographique pour le suivi des points de référence des techniques de géodésie spatiale

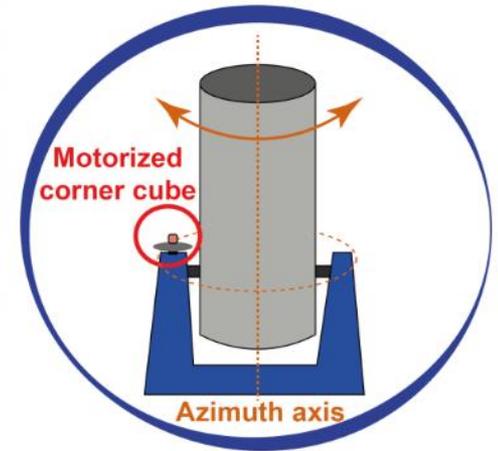
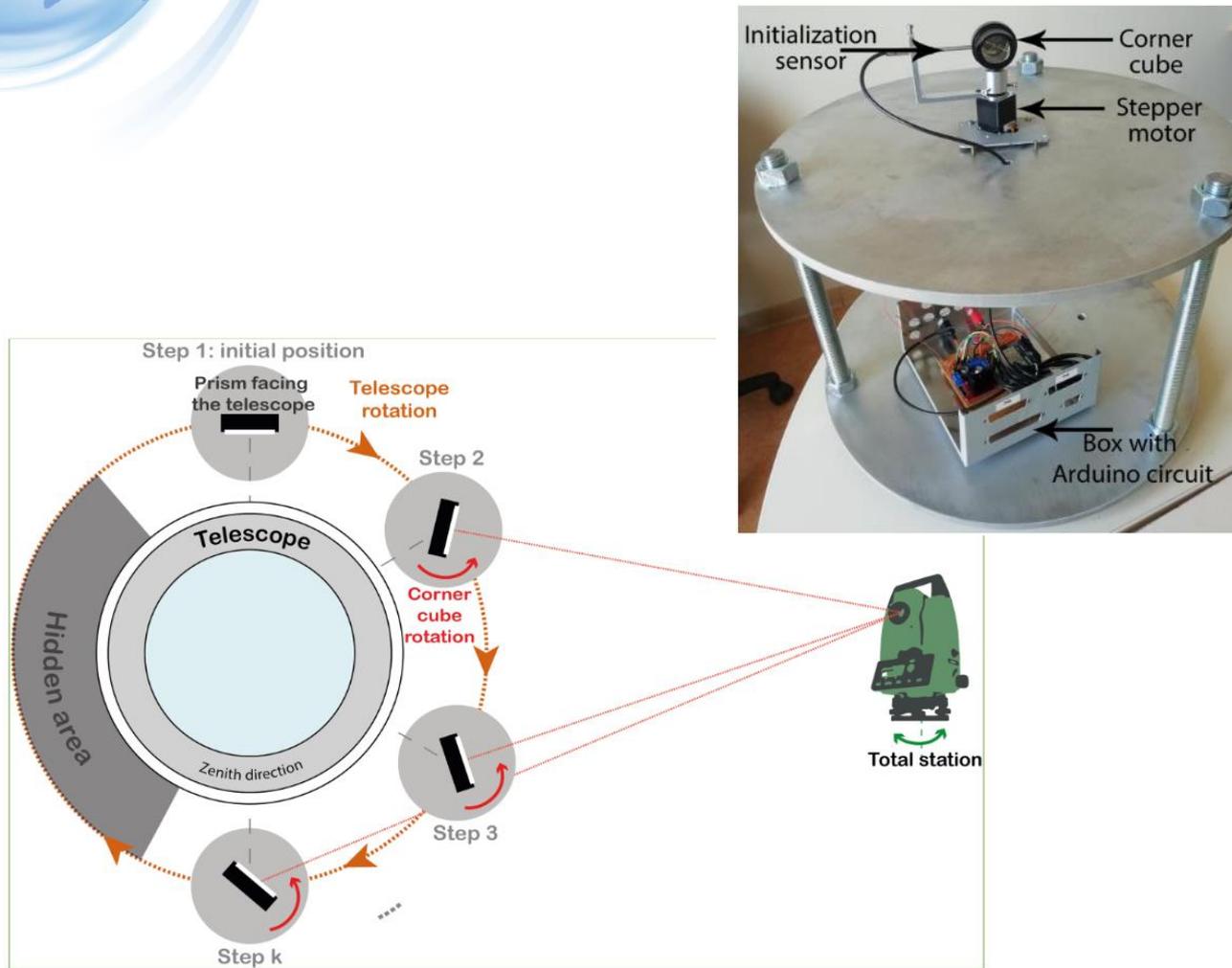


Fig. 6 Steps of azimuth circle measurements. With stepper motor, the corner cube is always visible from the total station after telescope rotation. The telescope is pointed upwards, in the zenith direction (top view, four steps shown).



Rattachement topographique pour le suivi des points de référence des techniques de géodésie spatiale

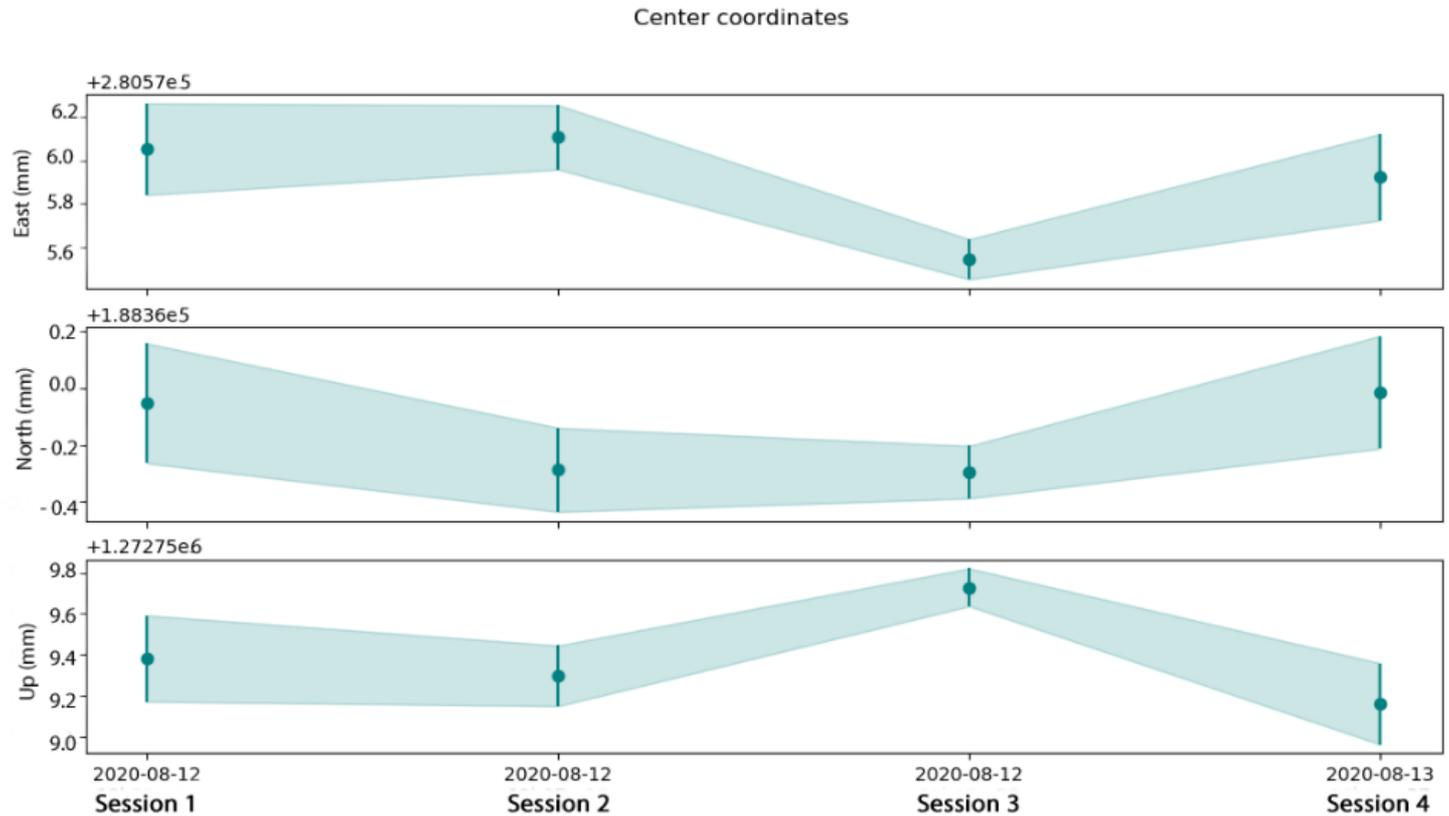


Fig.8 Computed SLR reference point coordinates provided in a local coordinate system during different measurement sessions.

Barneoud et al., REFAG 22

Suivi du point de référence de la station laser avec une incertitude inférieure au mm.

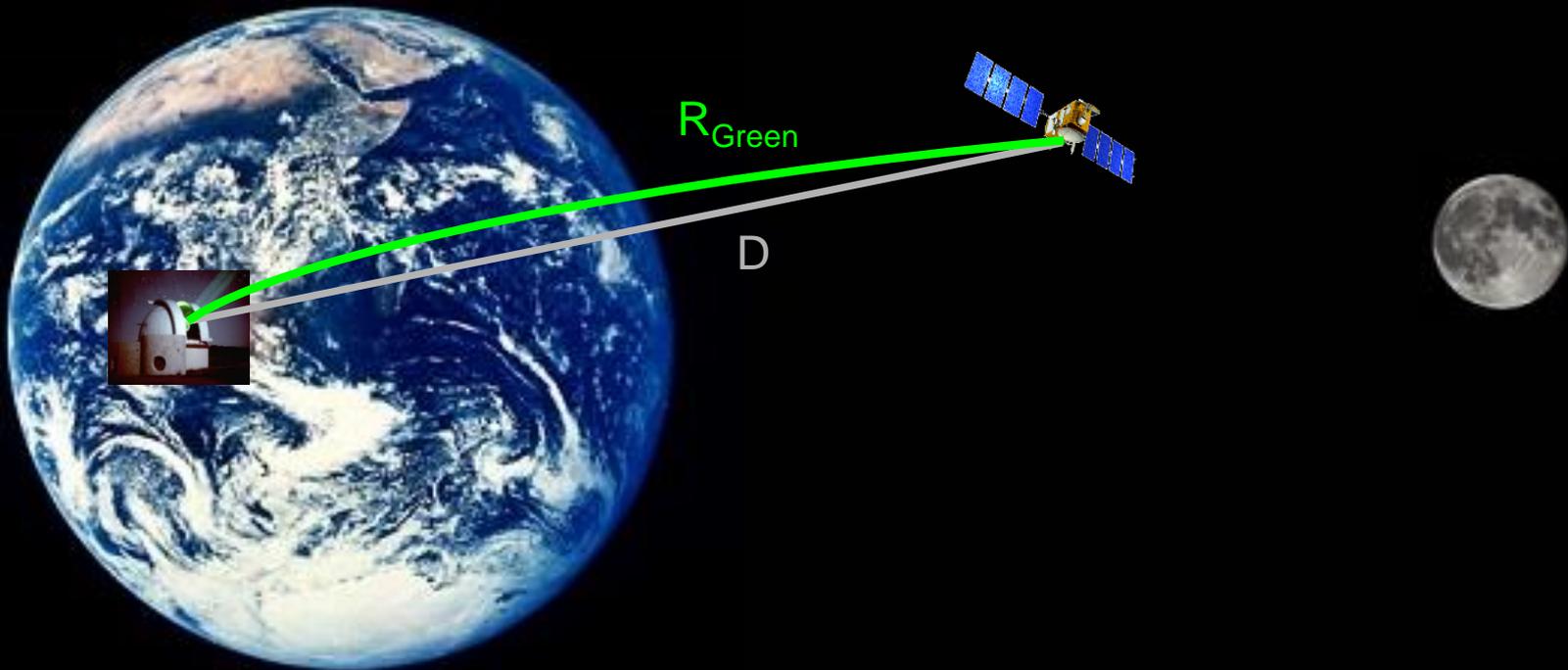


Accuracy for SLR

Currently:

$$2D = R_{Green} \quad \text{with} \quad R_{Green} = \frac{(t_{return} - t_{start}) \cdot c_0}{n(\lambda, T, Pv, Pa, CO_2)}$$

Unknown parameter
=> uncertainty at the cm level





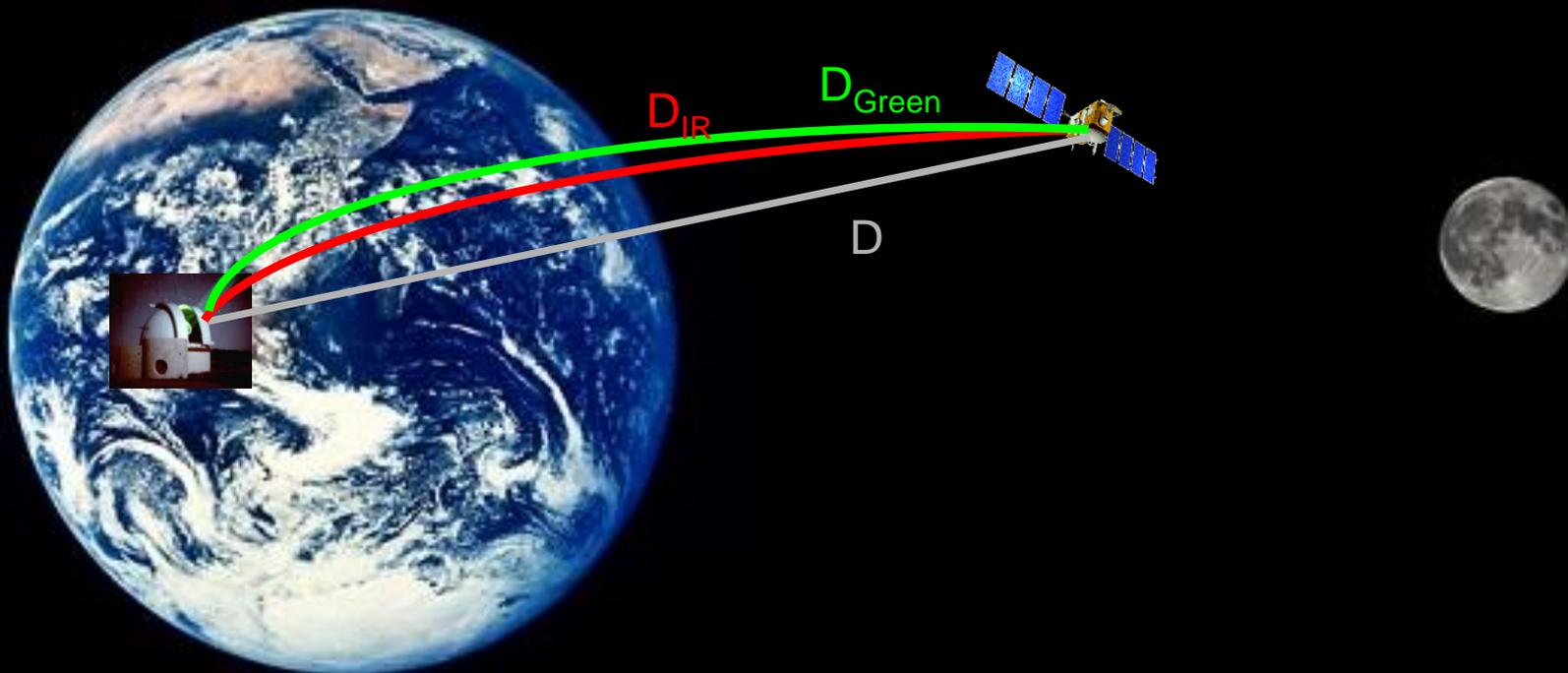
Our motivation:

2 colors measurement at the mm level

$$D = D_{Green} + A (D_{Green} - D_{IR})$$

=>

Requires an high improvement of the time-of-flight measurement on the both wavelength.



Objectives :

Compare the Arpent long range distance meter developed by LNE-CNAM (sub-mm accuracy) to the new two-colour SLR setup at GRSM and to the tie done by IGN



Distant corner cube

2587.402 meters



Close corner cube

ARPENT laser telemeter in front of the GRSM telescope



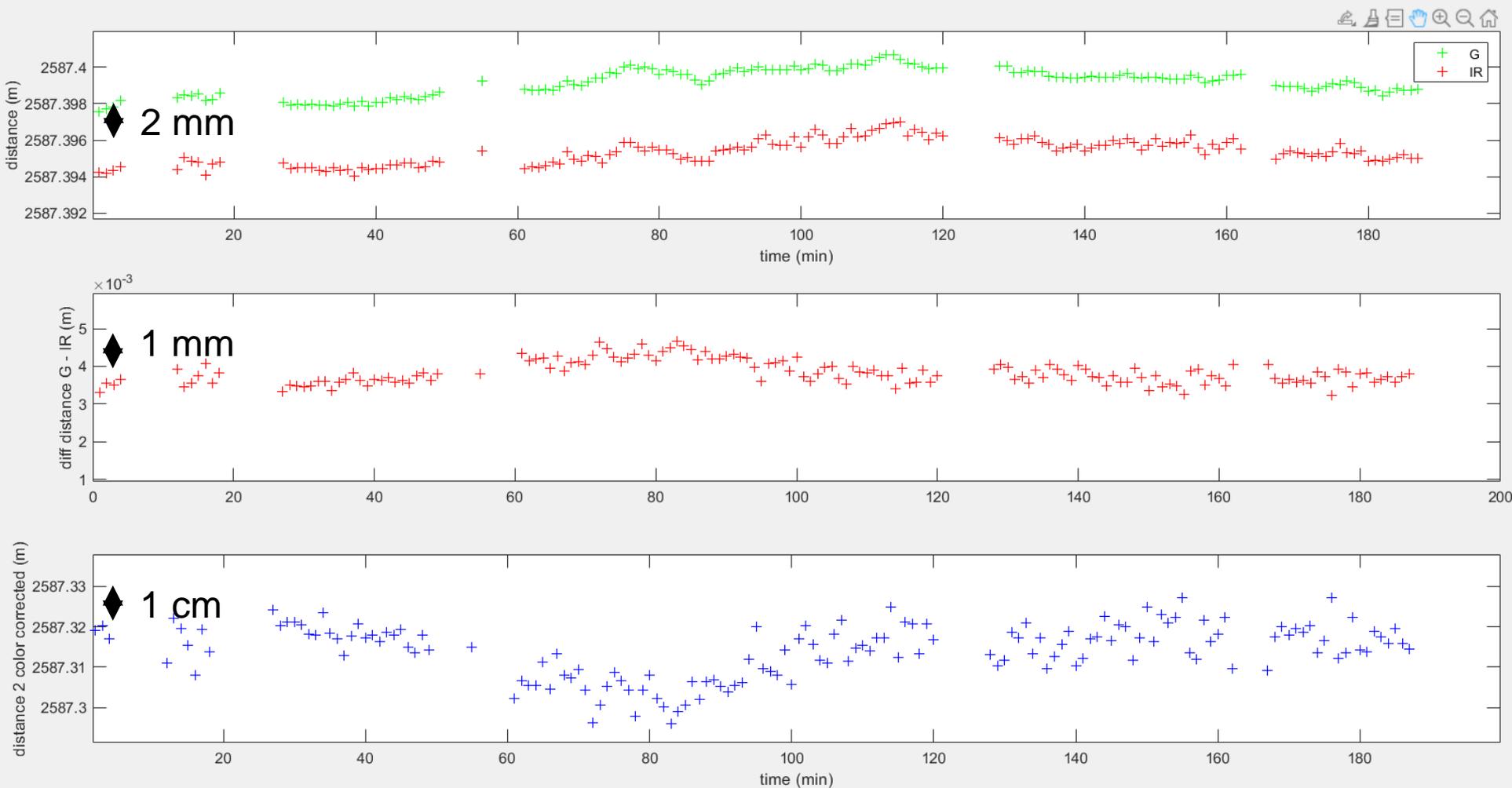
2 experiments in september 2022:

- 1) Relative distance measurement between two corner cubes with 2 different 2-colour instruments
- 2) Displacement over 1 cm and back with mm steps



Geometre project

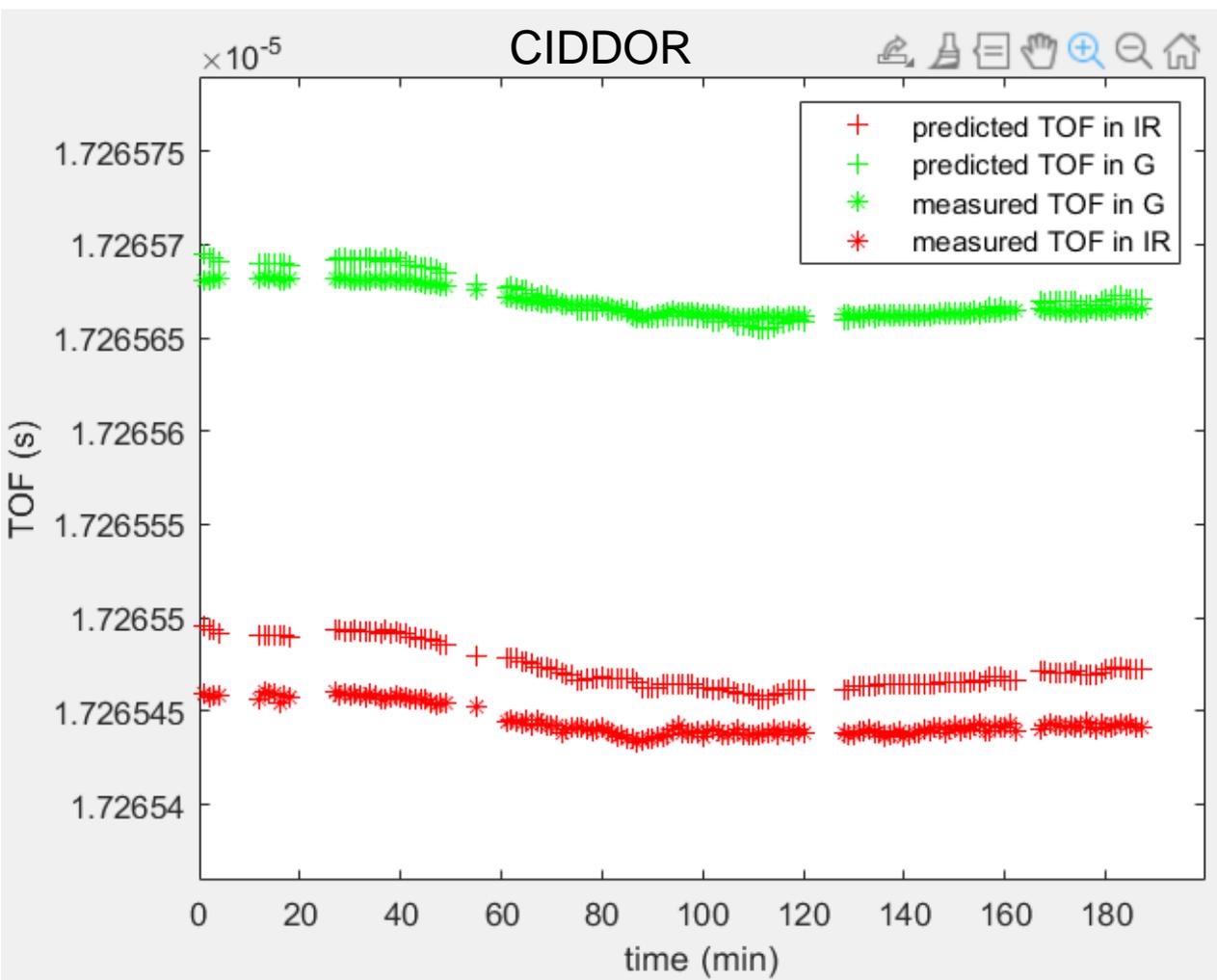
2-colour computation with CIDDOR, for day 22nd september



Geometre project

Comparison between measured & predicted TOF for day 22nd september

Predicted TOF computed with $D=2587.3996$ m



Good concordance
between measured &
predicted TOF in G

Bias between measured &
predicted TOF in IR



Geometre project

Day 22nd september, with CIDDOR

Sampling (1 min)	A (Ciddor)	Distance_G	Distance_IR	D_2color
Mean (m)	-22.18	2587.3992	2587.3954	2587.314
Std (m)	15E-3	0.7E-3	0.7E-3	6.6E-3

In G, concordance with CNAM&IGN @ 0.4 mm

In IR, concordance with CNAM&IGN @ 4.2 mm
Bias with one mirror found

2color @ 10 kHz doesn't reach accuracy at mm level.

We hope to be close to the mm accuracy by operating at 400 kHz (2024)



CONCLUSION

- 1) l'Observatoire multi-techniques de Calern présente un certain nombre d'avantages pour la mission ESA-GENESIS
 - 3 des 4 techniques de géodésie spatiale rattachées et partageant une même échelle de temps
 - Tirs laser sur la Lune => EOP + lien ITRF-ICRF
 - Amélioration métrologique du SLR vers le mm

- 2) Sans soutien financier aux infrastructures sol => qualité métrologique des données ne sera pas atteinte ! Le financement sous forme de projet ne permet pas de répondre aux besoins d'infrastructures (exemple horloge H-MASER =500k€ ; Laser-Lune-TT = 500 k€) => impossible à financer par les ANR, APR-CNES, R&T, CSAA-INSU

- 3) Un important travail de rattachement et de suivi (IGN) doit être mis en œuvre au sol si l'on veut tirer un maximum de bénéfices de la mission GENESIS
 - => soutien sol de la part de la mission spatiale à ne pas oublier !

- 4) A quelle fréquence faut-il rattacher les techniques ? Pipeline de données de différentes techniques + données locales ?

Thanks for your attention

