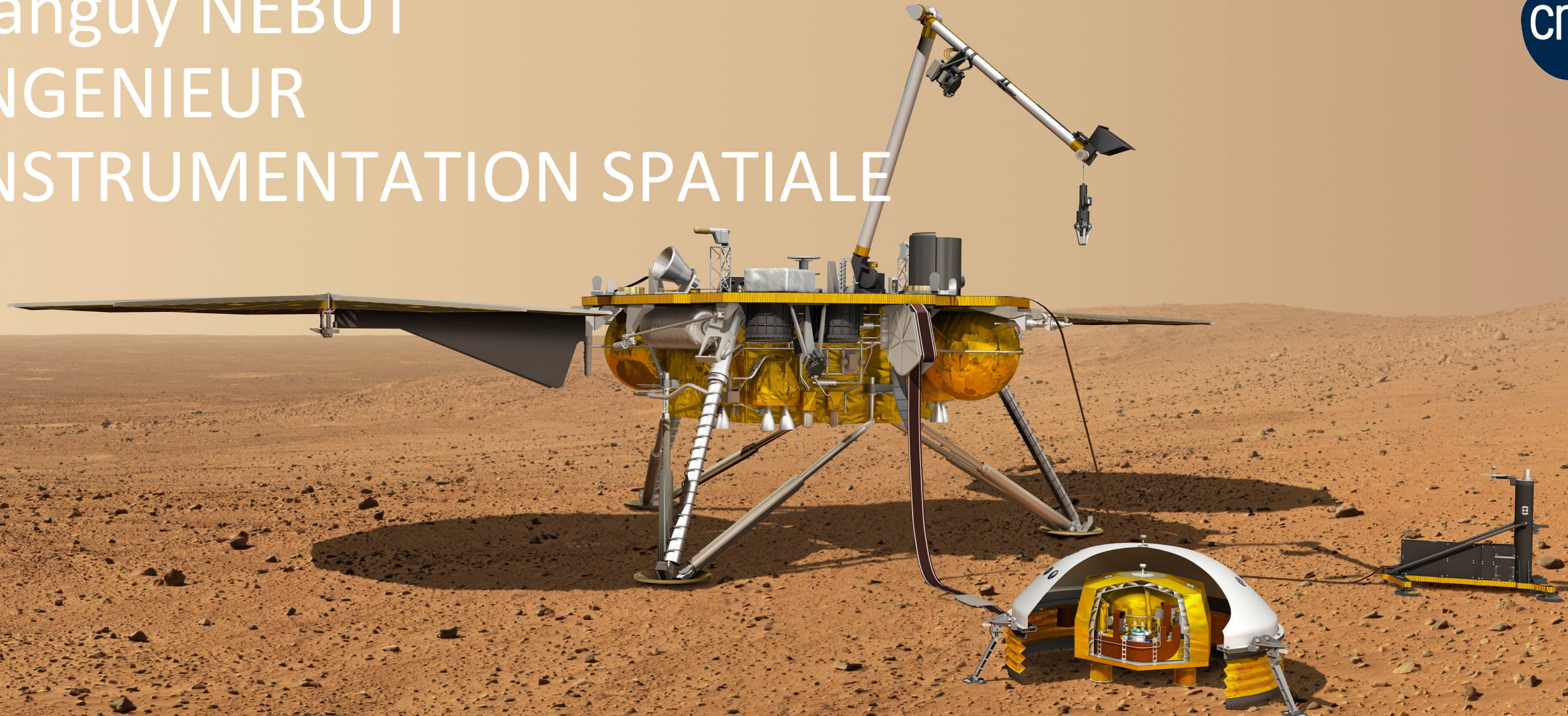


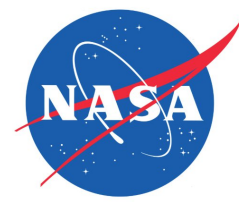
Tanguy NÉBUT INGENIEUR INSTRUMENTATION SPATIALE



David Ducros

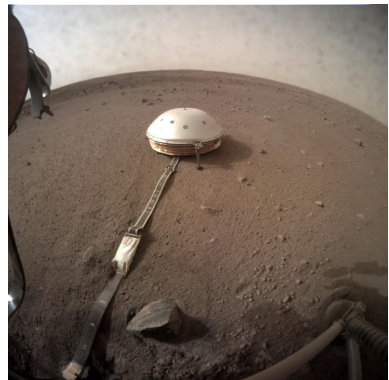
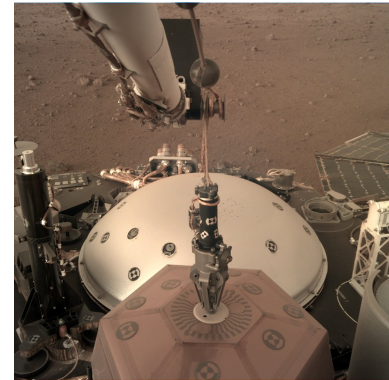
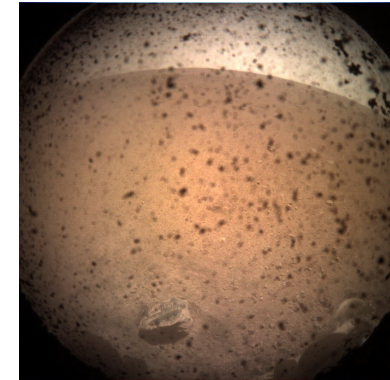
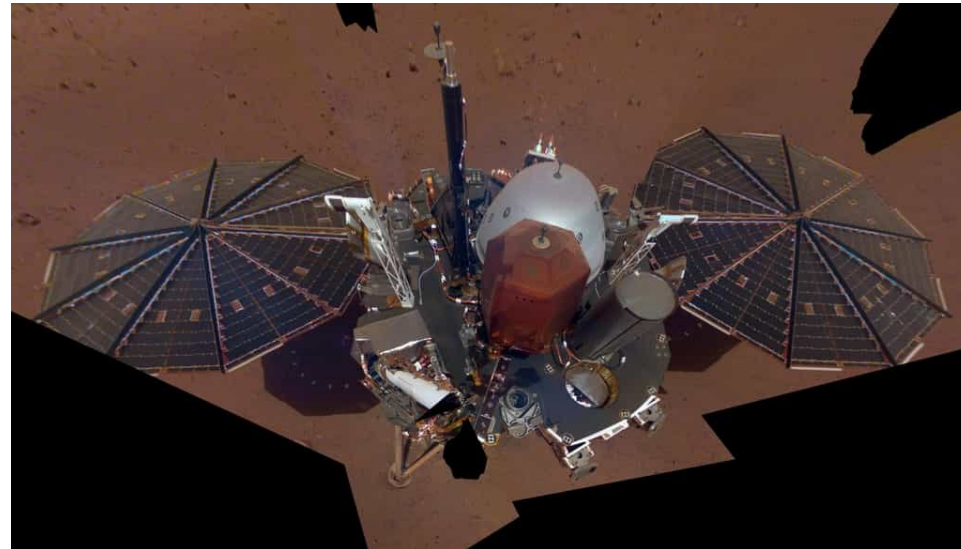
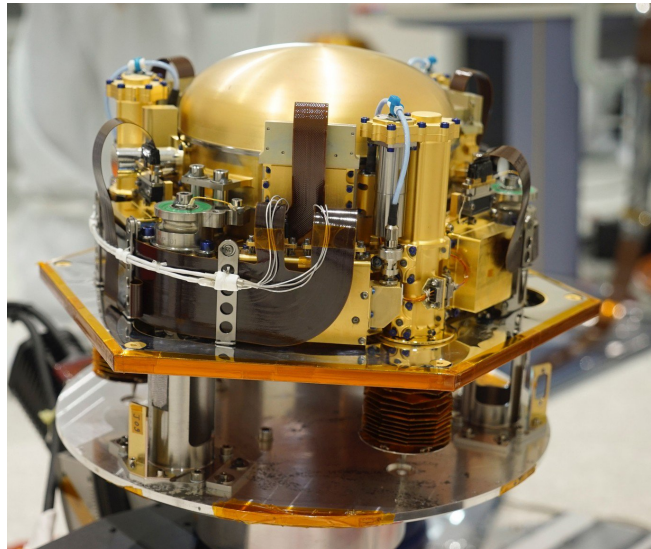
- Biennale APC
04/06/2026

La Mission InSight

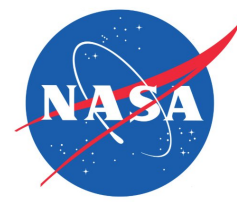


InSight

- NASA Discovery program – budget final : 1 milliard de \$, SEIS 130M€
- Sélectionnée en 2012 – Lancée en 2018
- Active sur Mars entre février 2019 et décembre 2022
- But scientifique : Investigation de la structure interne de Mars
- IPGP responsable du cœur de l'instrument SEIS (sismomètre 3 axes)

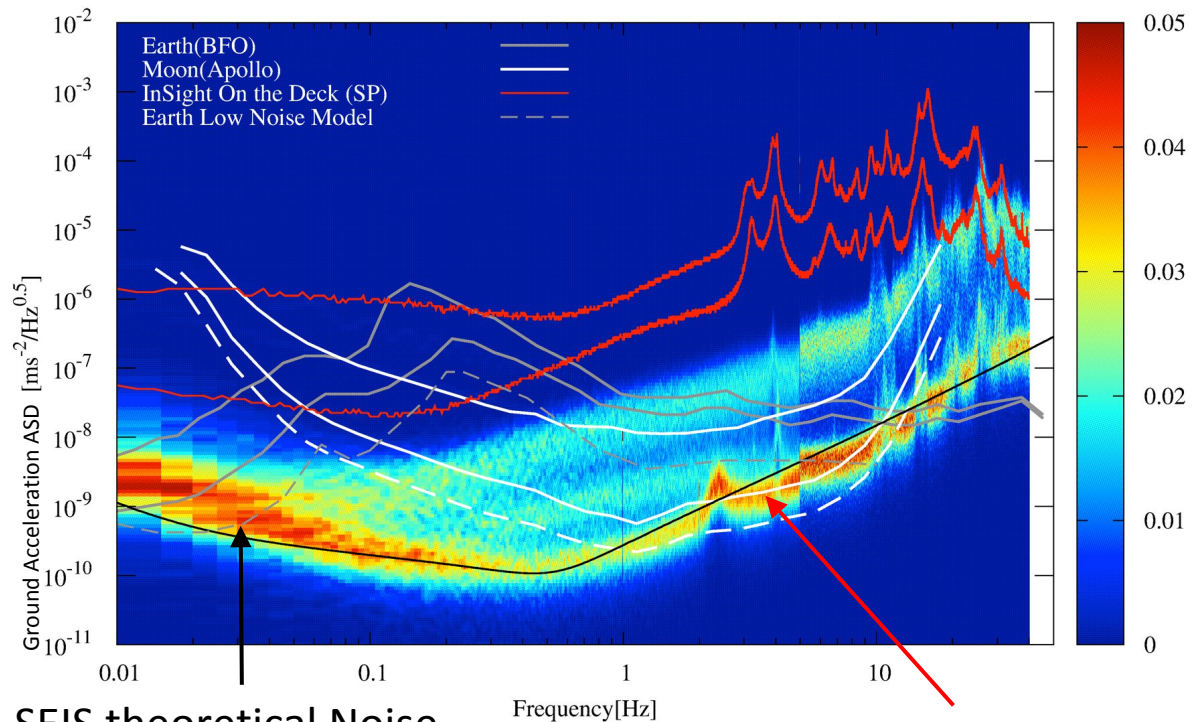


La Mission InSight



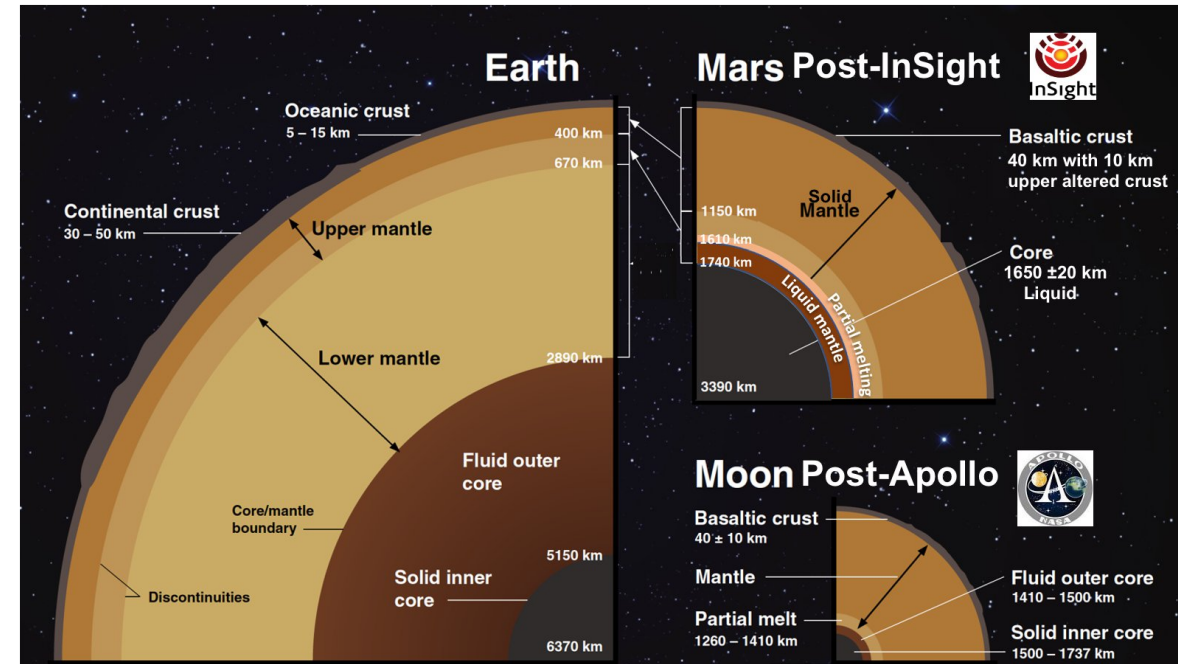
InSight

- 1300 évènements sismiques détectés
- > 150 papiers publiés à ce jour
- Station sismique la plus performante du système solaire

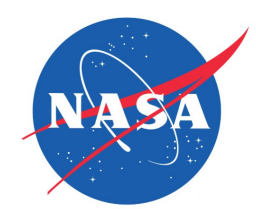


SEIS theoretical Noise

SEIS measured Noise on Mars

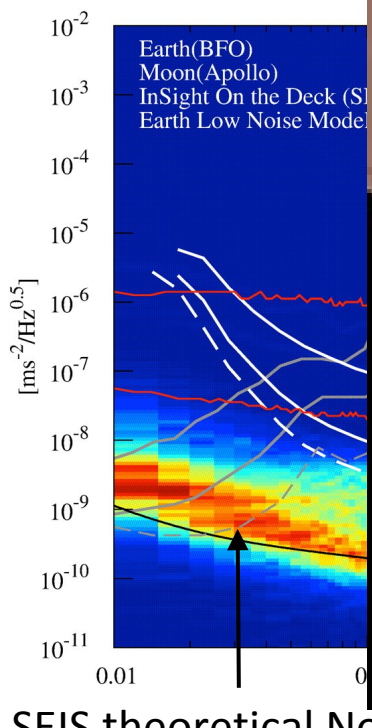


La Mission InSight



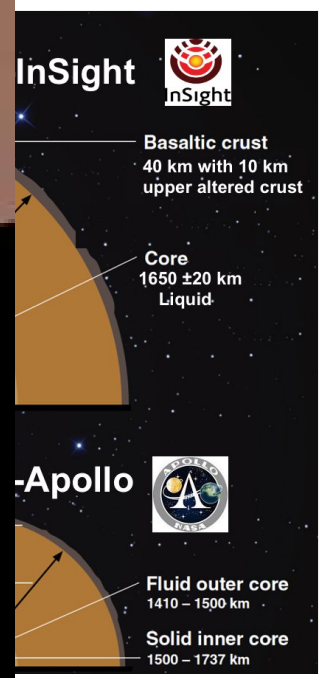
InSight

- 1300 évènements sismiques
- > 150 papiers publiés
- Station sismologique



SEIS theoretical Noise

SEIS measured Noise on Mars



InSight



Basaltic crust
40 km with 10 km
upper altered crust

Core
1650 ± 20 km
Liquid

Apollo



Fluid outer core
1410 - 1500 km

Solid inner core
1500 - 1737 km

Le présent : @  depuis le 1^{er} avril 2026
Ingénieur AIVT (Assemblage, Intégration, Validation & Tests)
affecté à :

- IGOSAT -> 50%



- LISA -> 50%



IGOSAT - Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite



- IGOSat : nanosatellite pédagogique de l'Université Paris-Cité, cofinancé par l'APC, l'IPGP, le CNES et l'Académie Spatiale d'île de France
- Plus de 300 étudiants impliqués depuis 2012 de la phase 0 à la phase D

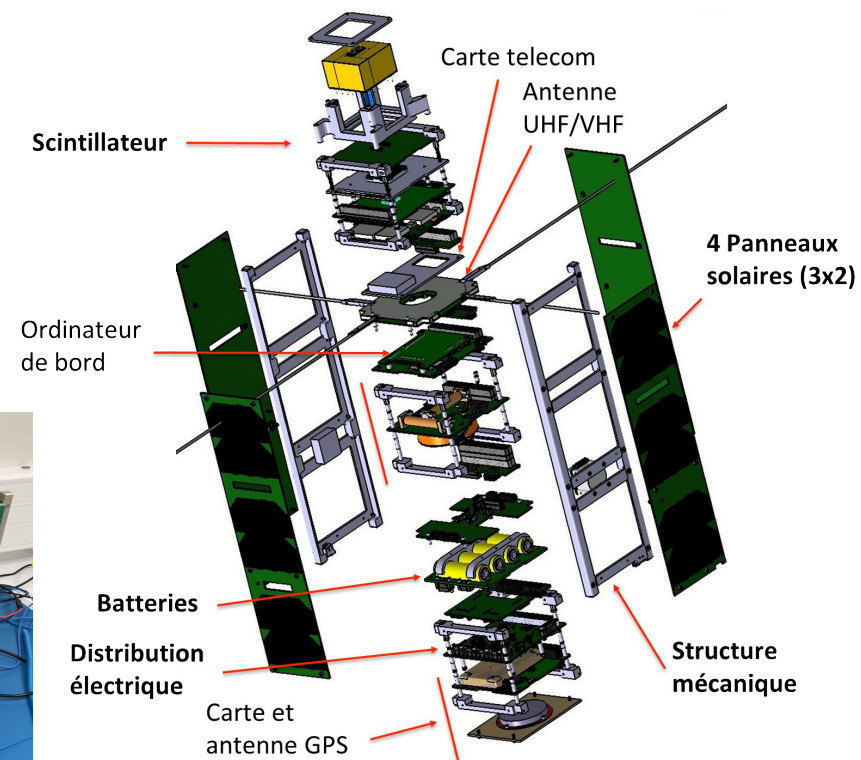
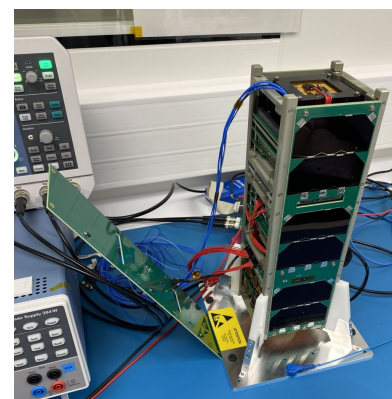
CubeSat 3U avec 2 charges utiles scientifiques :

Charge utile Scintillateur :

- Mesurer le spectre des rayons gamma (entre 20 keV et 2 MeV)
- Mesurer le spectre des électrons (1 MeV – 20 MeV) dans les zones aurorales et dans l'AMAS
- Démontrer l'utilisation du SiPM et de l'ASIC EASIROC dans le cadre d'une mission spatiale.

Charge utile GPS :

- Mesurer le contenu électronique total (TEC) dans l'ionosphère à l'aide d'une technique de radio-occultation descendante
- Étudier la réponse ionosphérique à l'activité solaire et détecter les ondes gravitationnelles produites par les événements telluriques majeurs



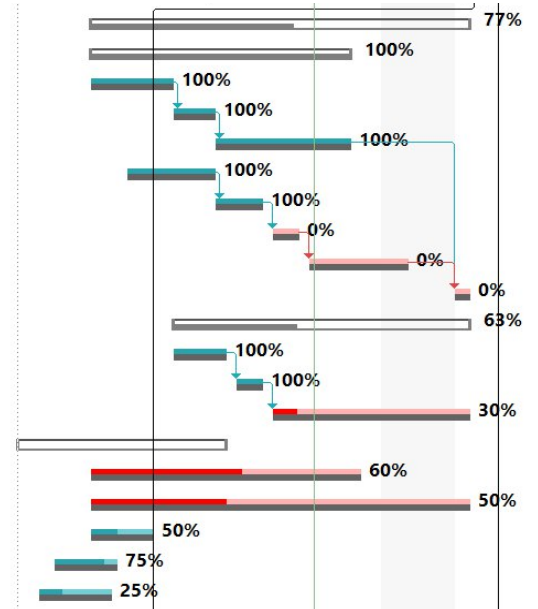
Avancement projet

PLANNING PRÉVISIONNEL DE L'ANNÉE

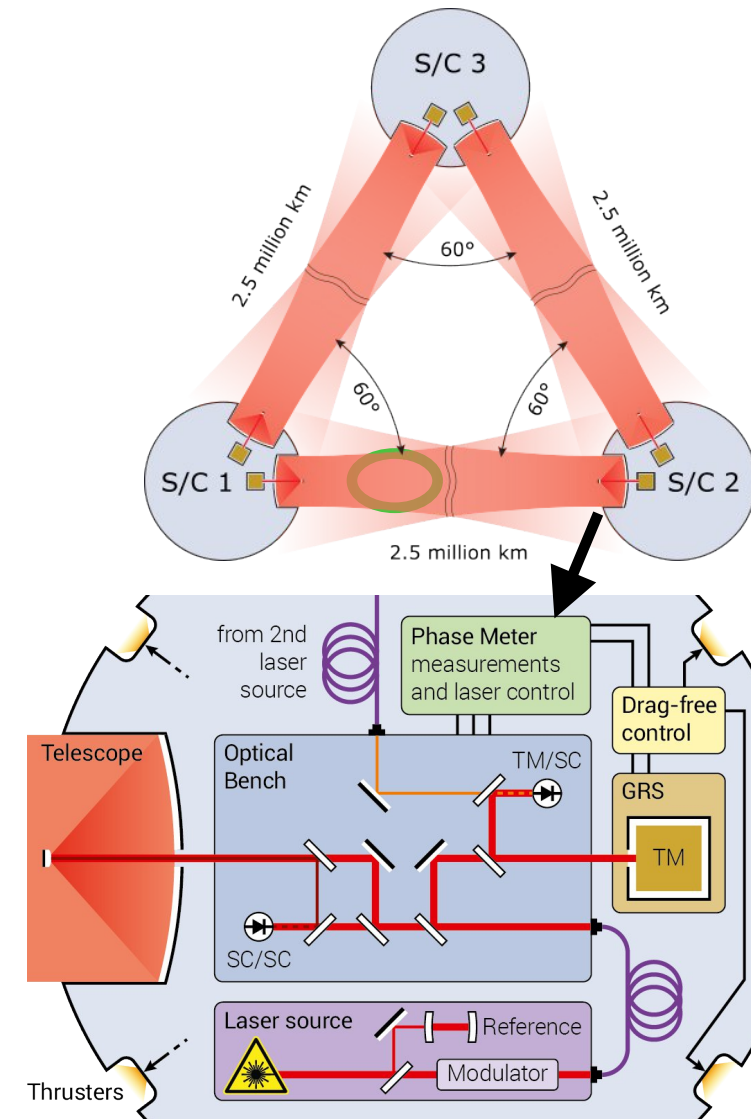
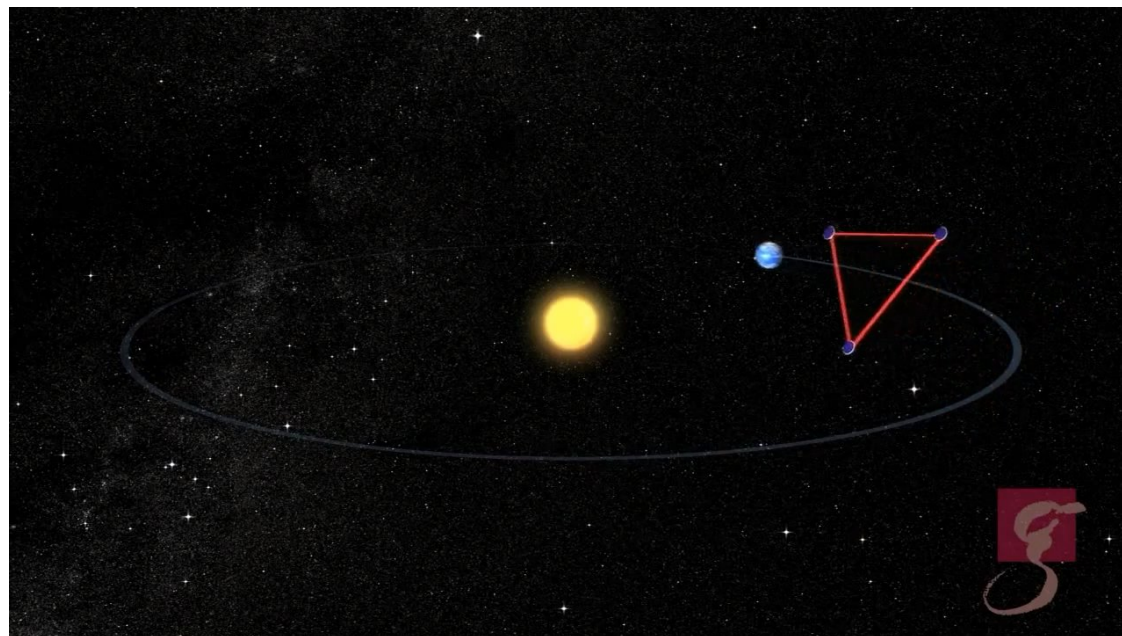


- Juin 2026
 - Tests TM/TC Finaux
 - Assemblage du satellite FM
 - Tests Fonctionnels et de bonne santé Finaux du satellite FM assemblé
- Juillet 2026
 - Tests de vibrations FM
- Septembre 2026
 - Tests de vide thermique FM
- Revue d'aptitude au vol Q4 2026
- S1 2027 : Lancement

| |
|--|
| ▸ Validation du système LOS |
| ▸ Tests complémentaires LOS QM |
| Tests code flashé 2023 |
| Tests kill reboot et fusibles |
| Tests flashage code FM dans carte QM |
| Choix config FM |
| Analyse choix config FM CNES + décision |
| Formulation + Demande devis |
| Commande + Réparation carte FM |
| Tests unitaires et combinés flatsat/station sol LOS FM |
| ▸ Validation du fonctionnement des Heaters |
| Tests HW activation Heaters |
| Tests SW mise ON-OFF Heaters |
| Implémentation & tests code Heaters |
| ▸ Validation des performances du Système d'Alimentation du Satellite |
| Flashage en dur OBC |
| Validation de l'implémentation des modes du satellite |
| Validation des lois de contrôle ADCS |
| Validation de la communication des charges utiles scientifiques avec l'OBC |
| Validation de l'exploitation des données scientifiques au sol |



- 🚀 LISA : interféromètre spatial géant
 - 🚀 3 bras de 2,5 Mkm
 - 🚀 2 masses inertielles par satellite
- 🚀 3^{ème} mission 'Large' du programme 'Cosmic Vision' de l'ESA
 - 🚀 Sélectionnée en 2017
 - 🚀 Adoptée en janvier 2024
 - 🚀 Lancement en 2034 / 2035
 - 🚀 Exploitation scientifique : 4 à 10 ans
 - 🚀 Coût ~2 Md€





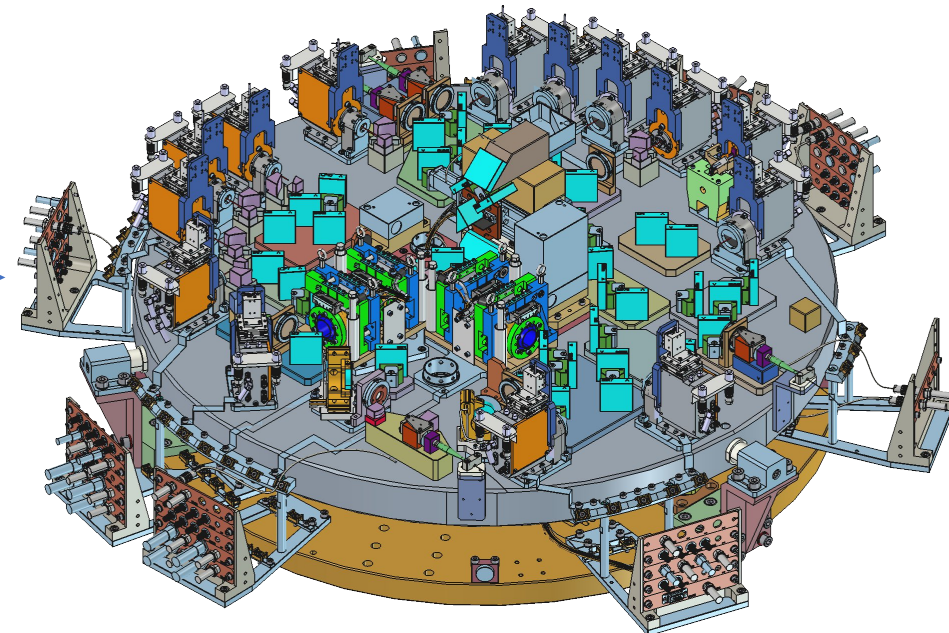
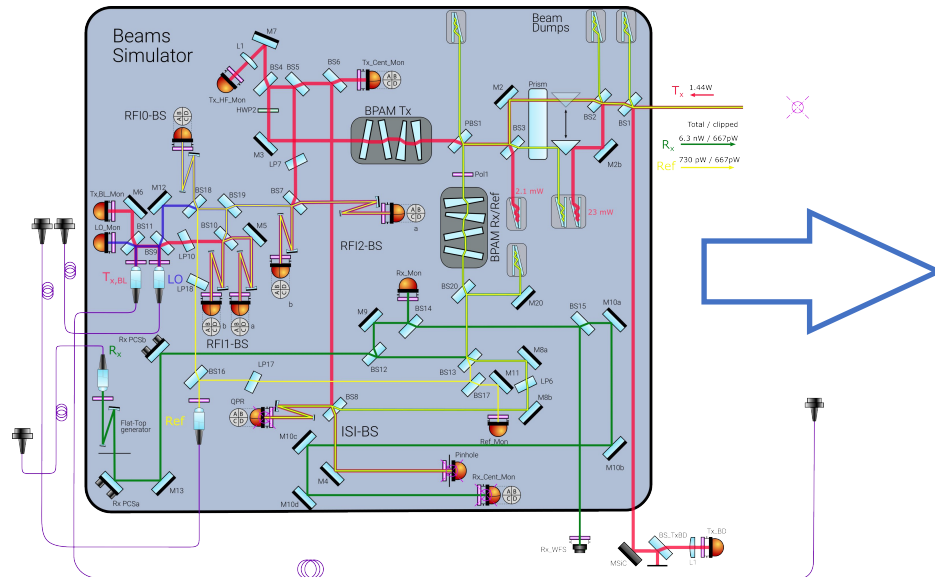
Le 'Beams Simulator'

'Beams Simulator' (aka BSIM) ?

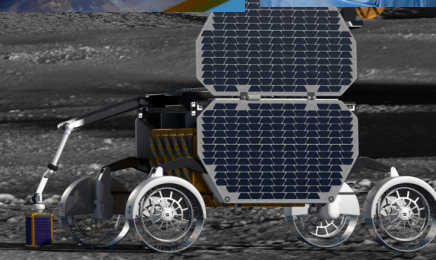
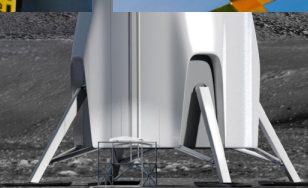
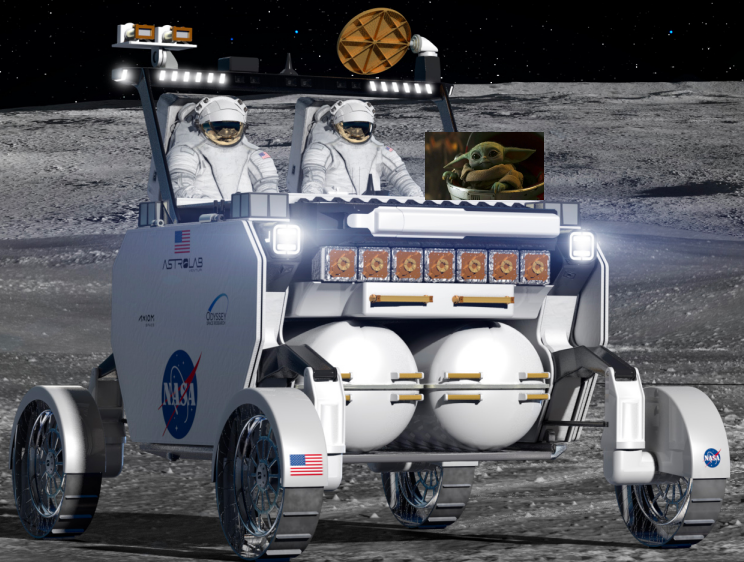
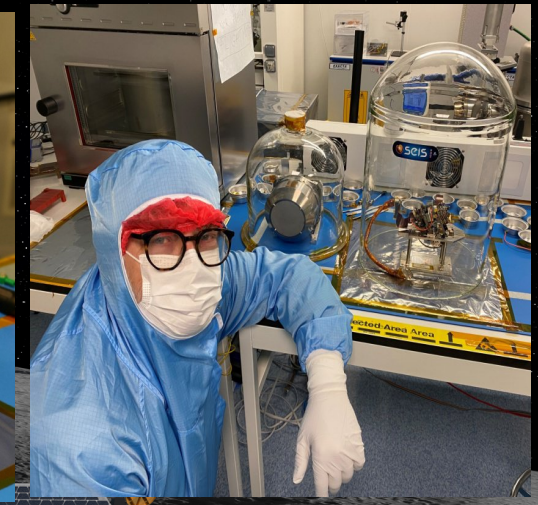
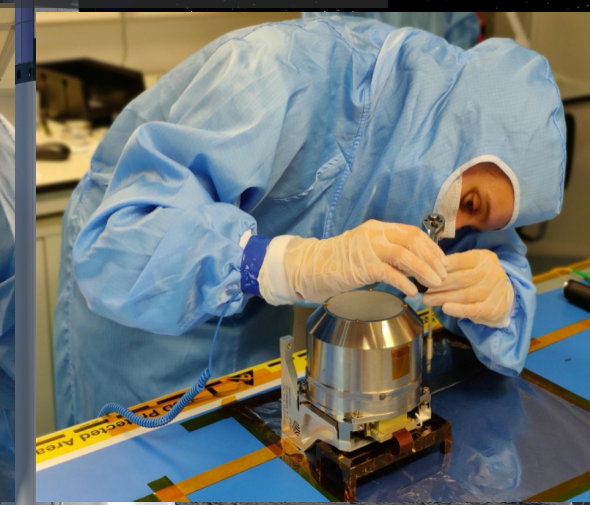
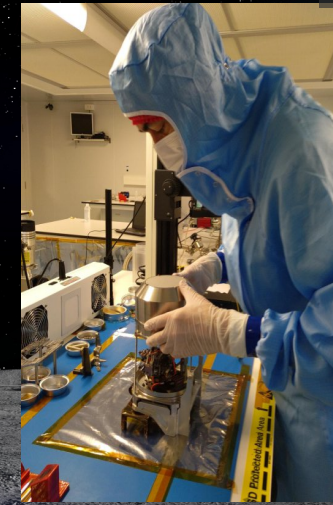
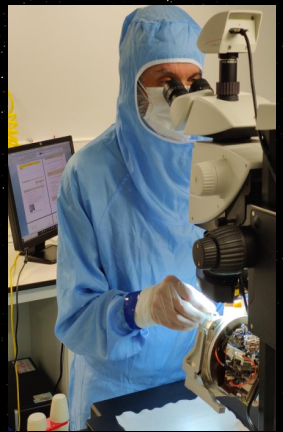
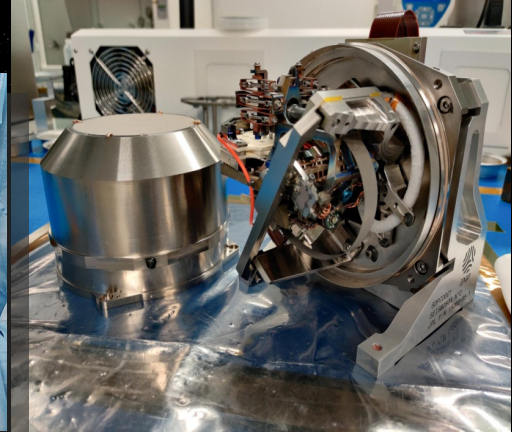
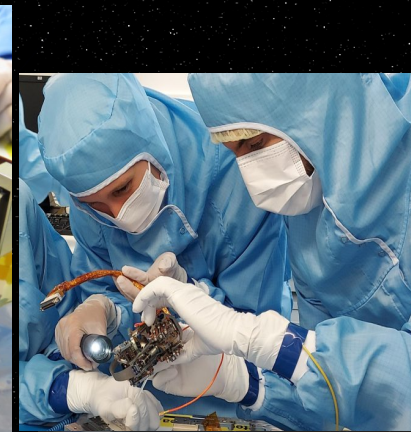
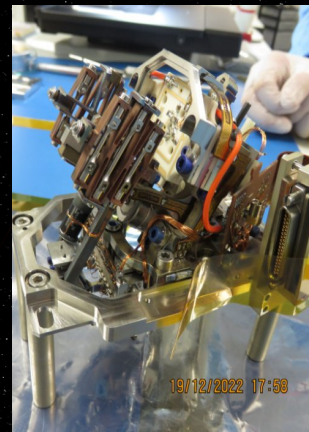
- Banc de simulation et stimulation des interfaces optiques du banc d'interférométrie LISA
- Performances critiques : stabilité des chemins optiques et des alignements.

Organisation projet

- Maîtrise d'oeuvre APC / CNES
- Systèmes de pointages fin et génération de faisceau développés à l'APC (→ S1 2027)
- Réalisation et intégration du banc zérodur par la société BERTIN/Winlight. (→ Q3 2027)
- Recette, réglage et tests systèmes BSIM à l'APC (Q4 2027 - Q1 2028)
- Livraison, recette et intégration dans les infrastructures CNES (Q2 2028 - Q3 2028)
- Campagne de tests LISA EM/QM au CNES (Q4 2028 - S1 2031)



Merci de votre attention



Backup

Responsable AIT/AIV – InSight (2012-2018)

- Forte et rapide croissance du plateau technique



D'une cave sismique traditionnelle et poussiéreuse ... à un plateau technique en salle blanche (180 m²) aux standards du spatial

- Encadrement d'équipe AIT

• Pilotage des tests de l'instrument

- Expertise système

Responsable AIT/AIV – InSight (2012-2018)

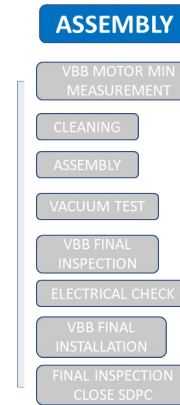
- Forte et rapide croissance du plateau technique



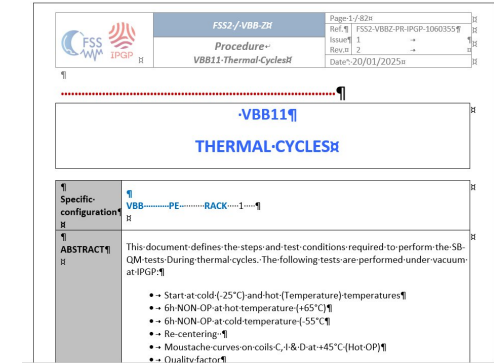
D'une cave sismique traditionnelle et poussiéreuse ... à un plateau technique en salle blanche aux standards du spatial

- Encadrement d'équipe AIT

Pilotage des tests de l'instrument



Plan de tests



Démarche qualité rigoureuse
Documentation archivée

- Expertise système

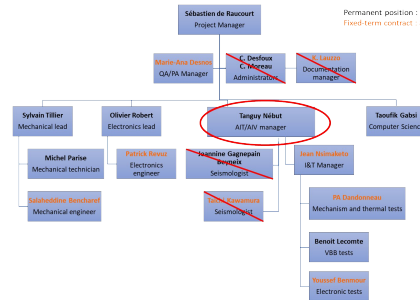
Responsable AIT/AIV – InSight (2012-2018)

- Forte et rapide croissance du plateau technique



D'une cave sismique traditionnelle et poussiéreuse ... à un plateau technique en salle blanche aux standards du spatial

- Encadrement d'équipe AIT



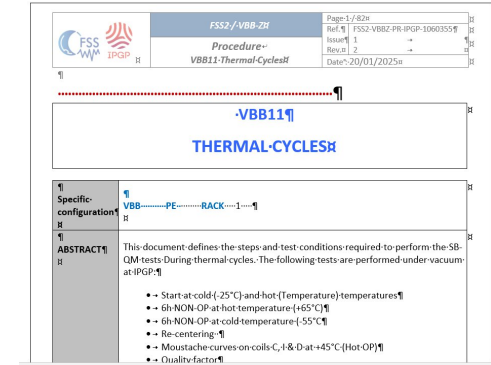
- Planification et suivi au quotidien des activités de tests de l'équipe (jusqu'à 15 personnes au pic d'activité)
- 2 campagnes en 3x8 de 2 mois

Pilotage des tests de l'instrument

ASSEMBLY

- VBB MOTOR MIN MEASUREMENT
- CLEANING
- ASSEMBLY
- VACUUM TEST
- VBB FINAL INSPECTION
- ELECTRICAL CHECK
- VBB FINAL INSTALLATION
- FINAL INSPECTION CLOSE SDPC

Plan de tests



Démarche qualité rigoureuse
Documentation archivée

- Expertise système

Tenue de la matrice de traçabilité des exigences

| Requirement Title | | Requirement ID | Type | Total | Tests ID | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--|-------------------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| L5 | | | | | VBB-TE-01 | VBB-TE-02 | VBB-TE-03 | VBB-TE-04 | VBB-TE-05 | VBB-TE-06 | VBB-TE-07 | VBB-TE-08 | VBB-TE-09 | VBB-TE-10 | VBB-TE-11 | VBB-TE-12 | VBB-TE-13 | VBB-TE-14 | VBB-TE-15 | VBB-TE-16 | VBB-TE-17 | VBB-TE-18 | VBB-TE-19 | VBB-TE-20 | |
| 1 | VBB function | ISGH-L5-SSPH-0060 | F | J | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Axis recombination | ISGH-L5-SSPH-0070 | F | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Earth/Mars configuration | ISGH-L5-SSPH-0130 | F | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Re-centering | ISGH-L5-SSPH-0150 | F | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Recentering target and resolution | ISGH-L5-SSPH-0160 | F | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Re-centering duration | ISGH-L5-SSPH-0165 | F | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Levelling range | ISGH-L5-SSPH-0170 | F | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Housekeeping sensors | ISGH-L5-SSPH-0180 | F | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Flat gains | ISGH-L5-SSPH-0190 | P | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | VBB gains | ISGH-L5-SSPH-0200 | P | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Saturation | ISGH-L5-SSPH-0210 | P | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Linearity | ISGH-L5-SSPH-0220 | P | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Vertical self-noise | ISGH-L5-SSPH-0230 | P | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Horizontal self-noise | ISGH-L5-SSPH-0240 | P | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Sphere thermal insulation quality | ISGH-L5-SSPH-0250 | P | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Pendulum uncompensated thermal sensitivity | ISGH-L5-SSPH-0260 | P | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Pendulum thermal sensitivity | ISGH-L5-SSPH-0280 | P | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Magnetic sensitivity | ISGH-L5-SSPH-0310 | P | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | Temperature sensitivity of the transfer function | ISGH-L5-SSPH-0320 | P | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | Temperature sensitivity of the POS low frequency | ISGH-L5-SSPH-0330 | P | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | VBB temperatures sensors | ISGH-L5-SSPH-0340 | P | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | VBB attitude | ISGH-L5-SSPH-0350 | P | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | Calibration coil gain | ISGH-L5-SSPH-0360 | P | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

- Analyse et validation des données de tests
- Synthèse et présentation des résultats
- Investigation des non-conformités

IGOSat Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite



Core Team



Washington Georges –
Projet Manager/ System
Engineer



Salim Addoun – Group
Segment Engineer



Hubert Halloin – Technical
PI, Conception des
algorithmes Mission ADCS



Phillipe Laurent
Scintillator Payload PI



Pierdavide Coisson
GPS Payload PI



Damien Pailot – 50%
Instrumentation &
Mechanical AIVT Engineer



Tanguy Nébut – 50%
Instrument AIVT Engineer

Expertise



Stéphane Colonges
QA/Support Elec



Olivier Robert
Expertise élec



Pierre Prat – Conception
des cartes Support
Scintillateur et EASIROC

Etudiants

Téo Jouette

Yassine



Pôle Spatial
Université Paris Cité

Labex

UnivEarthS

