

IGOSAT - Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite

RENCONTRE SPATIAL RADIOAMATEUR — 01/03/2025

Washington GEORGES — IGOSat Projet Manager/ System Engineer — F4LXW

Salim ADDOUN — IGOSat Ground segment engineer IGOSat — F4LXV



IGOSAT - Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite

IGOSAT Team



Washington Georges –
Projet Manager/ System
Engineer



Hubert Halloin – Technical
PI, Design of Mission
algorithms for the ADCS



Pierdavid Coisson – GPS
Payload PI



Phillipe Laurent –
Scintillator Payload PI



Salim Addoun – Ground
Segment Engineer



Gabrielle Chabaud – AIVT
Engineer



Damien Pailot – Additional
support on Instrumentation



Alin Illioni – Additionnal
support on mecanical and
AIVT Aspects



Pierre Prat – Design of the
'Scintillator Support' and
EASIROC boards



Bernard Courty – Design
of the EASIROC board



Olivier Robert – Design of
Battery Card



IGOSAT - Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite

Objectifs Scientifiques

Charge utile GPS /

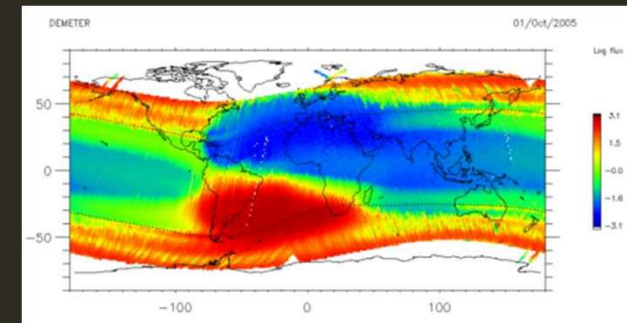
- mesurer le contenu total en électrons (TEC) de l'ionosphère à l'aide d'une technique de radio-occultation descendante
- étudier la réponse de l'ionosphère à l'activité solaire et détecter les ondes gravitationnelles produites par les événements telluriques majeurs.

Charge utile SCI /

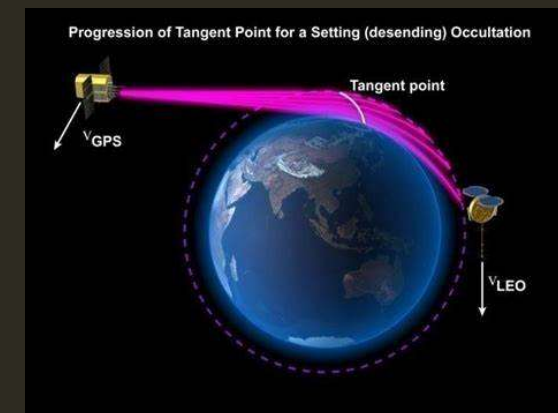
- mesurer le spectre des rayons gamma (entre 20keV et 2MeV)
- mesurer le spectre des électrons (1MeV - 20MeV) dans les zones d'aurores et dans la SAA
- Démontrer l'utilisation des SiPM et de l'ASIC EASIROC dans le cadre d'une mission spatiale.

Objectif supplémentaire /

- Etudier la corrélation entre les données reçues des deux charges utiles pour déduire les couplages entre l'ionosphère et les particules énergétiques.



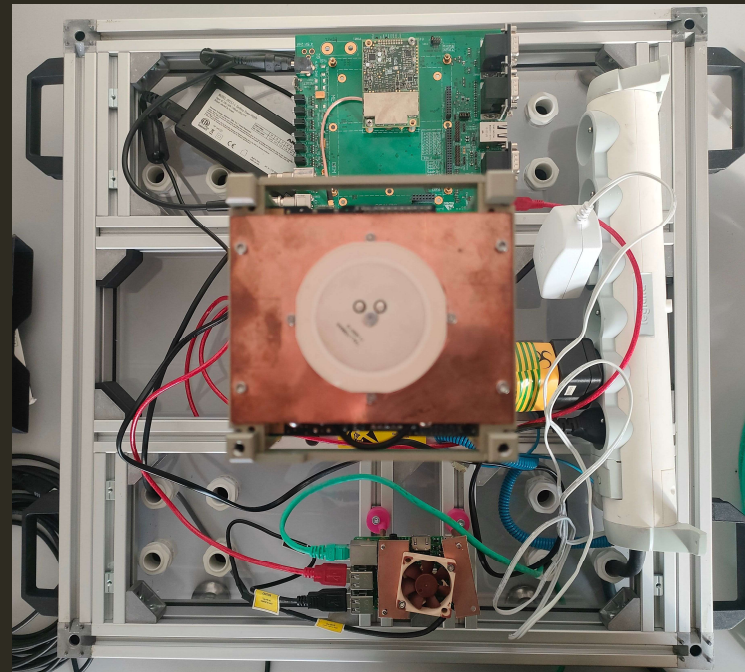
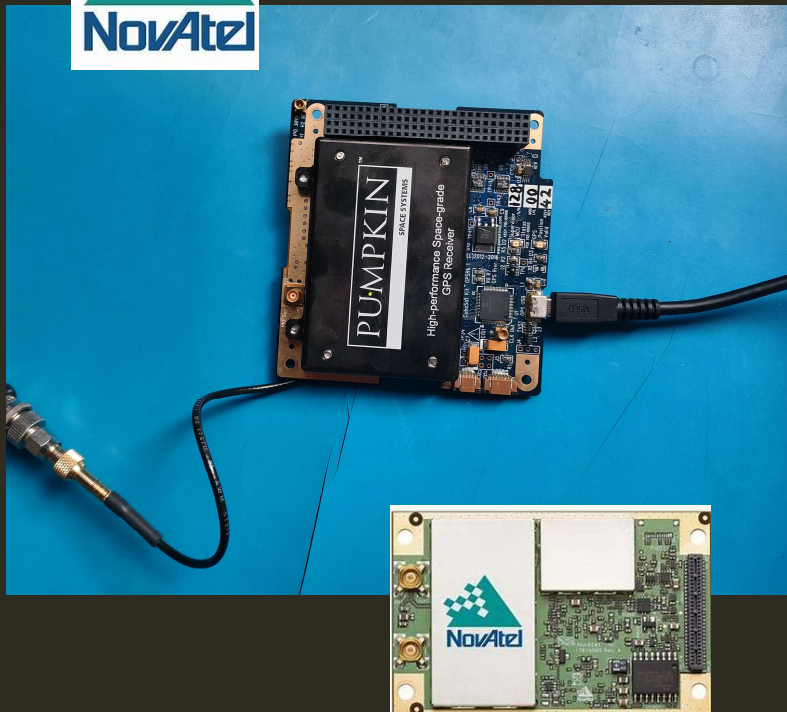
Densité électronique à 200keV, 700 km d'altitude
(DEMETER, 2005)



Source : [Radio Occultation Technique and Representation of Tangent point...](#) | [Download Scientific Diagram](#)

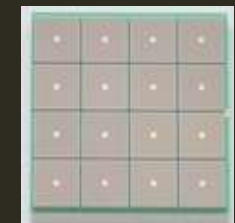
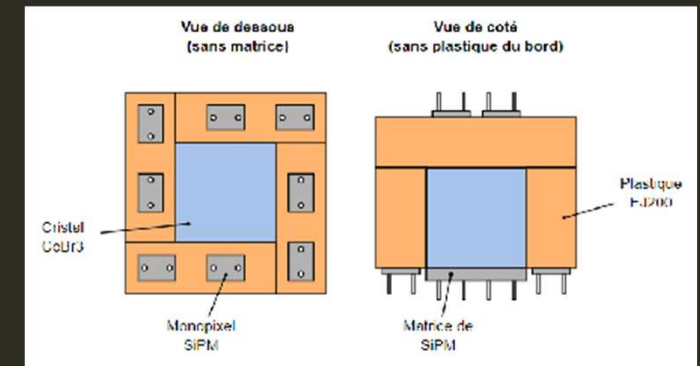
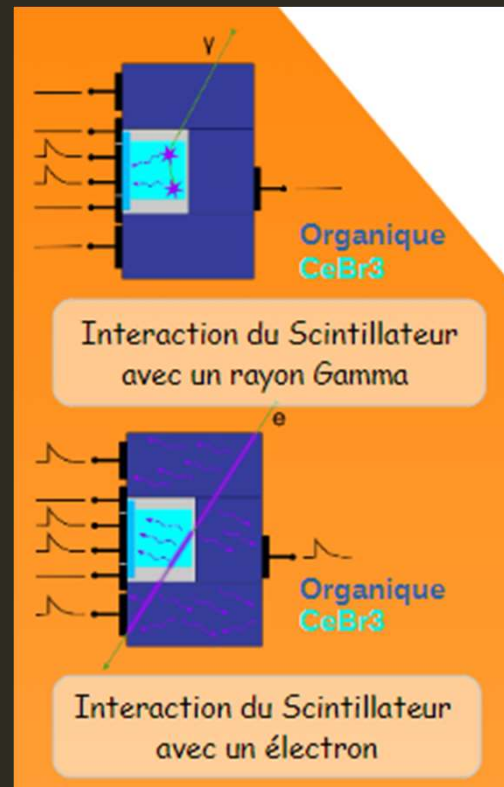
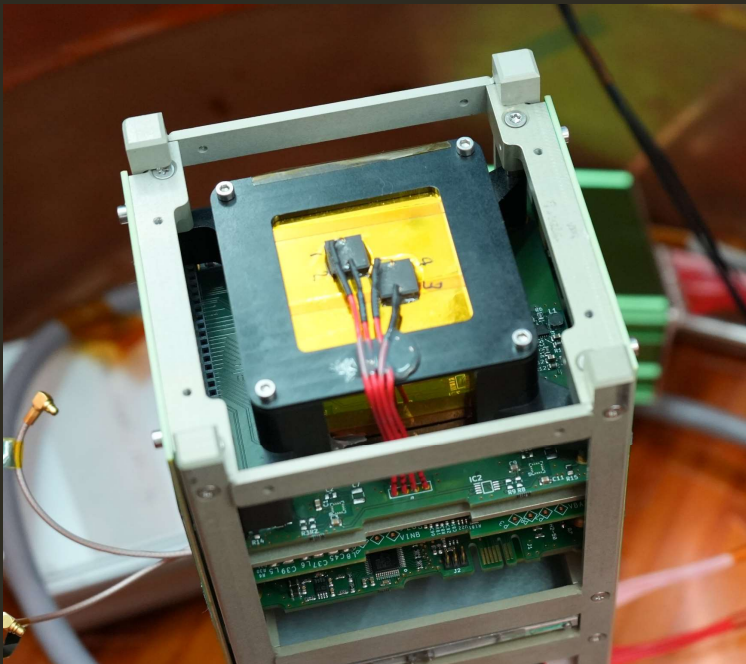
IGOSAT - Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite

Le GPS

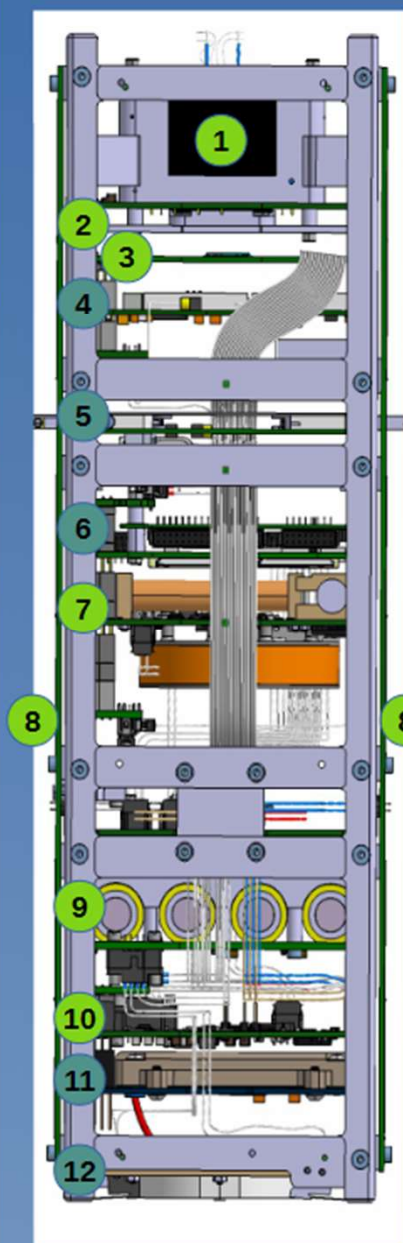


IGOSAT - Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite

Le Scintillateur



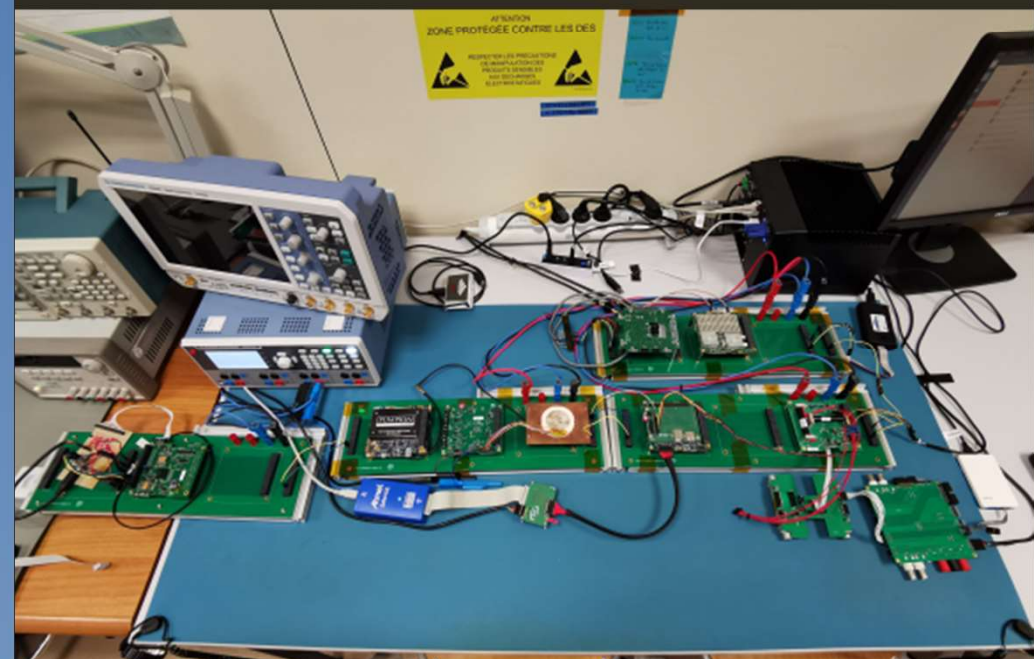
10 SiPM monopixels pour le plastique
et 4x4 SiPM matriciels pour le cristal

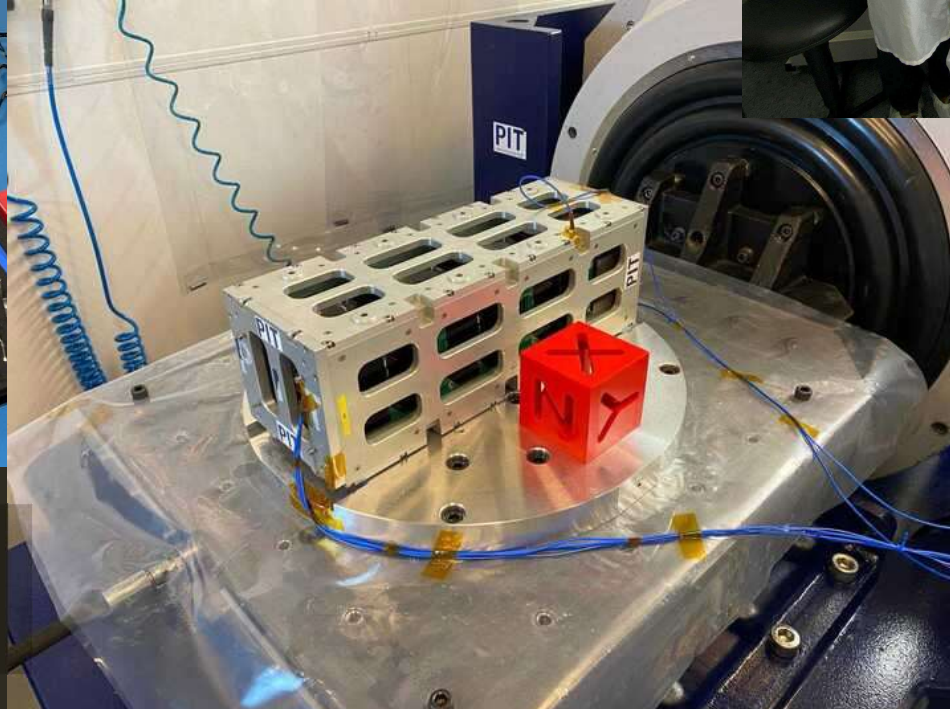
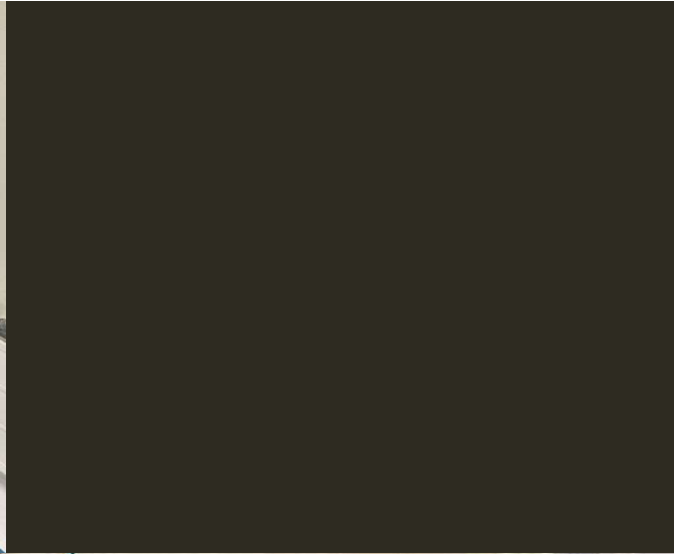


- (1) Scintillateur CeBr3 + Organique et ses SiPM (4x4 pour le CeBr3 et 10 monopixels pour l'organique) Contien aussi le carte d'interface avec les magnétomètres pour l'ADCS.
- (2) Blindage Aluminium + Tantale pour faire barrière aux particules sous la matrice centrale.
- (3) Carte d'acquisition AT91SAM9G20 (400MHz) + ASIC EASIROC spécialisé pour le traitement des signaux des SiPM.
- (4) Carte de télécommunication UHF (télémessure) et VHF (télécommande). Carte ISISPACE (TRXVU).
- (5) Antennes Dipôles UHF et VHF. Système pyrotechnique de déploiement. Carte ISISPACE.
- (6) Ordinateur de Bord d'IGOSat. AT91SAM9G20, 400MHz, 64MB SDRAM, 1MB NorFlash, 2x2GB SDCard. Interface UARTx2 (ADCS+GPS) et I2C pour le reste du satellite. Carte ISISPACE.
- (7) Carte ADCS, Atmega5128 (8MHz) + 60MB RadTolerant SRAM. Magnéto-torqueur 3 axes + une roue à inertie pour stabiliser le satellite et générer sur un des axes une raideur gyroscopique.
- (8) 4x Panneaux solaire 3x2 cellules.
- (9) Carte batterie avec jauge numérique, système de chauffage et contrôle de la température. Batteries LiFePO4 en configuration 2S2P.
- (10) Carte de protection et conversion électrique. Passage de la tension batterie aux tensions satellite (5v, 3.3v). Protection Anti-LatchUp. Carte fille avec système autonome de Watchdog sur les tensions de puissance et un système de passivation pour respecter la LOS.
- (11) Carte de réception GPS L1/L2P/L2C. Carte PUMPKIN (GPSRM).
- (12) Antennes GPS bi-fréquence L1+L2 avec un plan de masse en cuivre de 2mm d'épaisseur.

IGOSAT - Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite

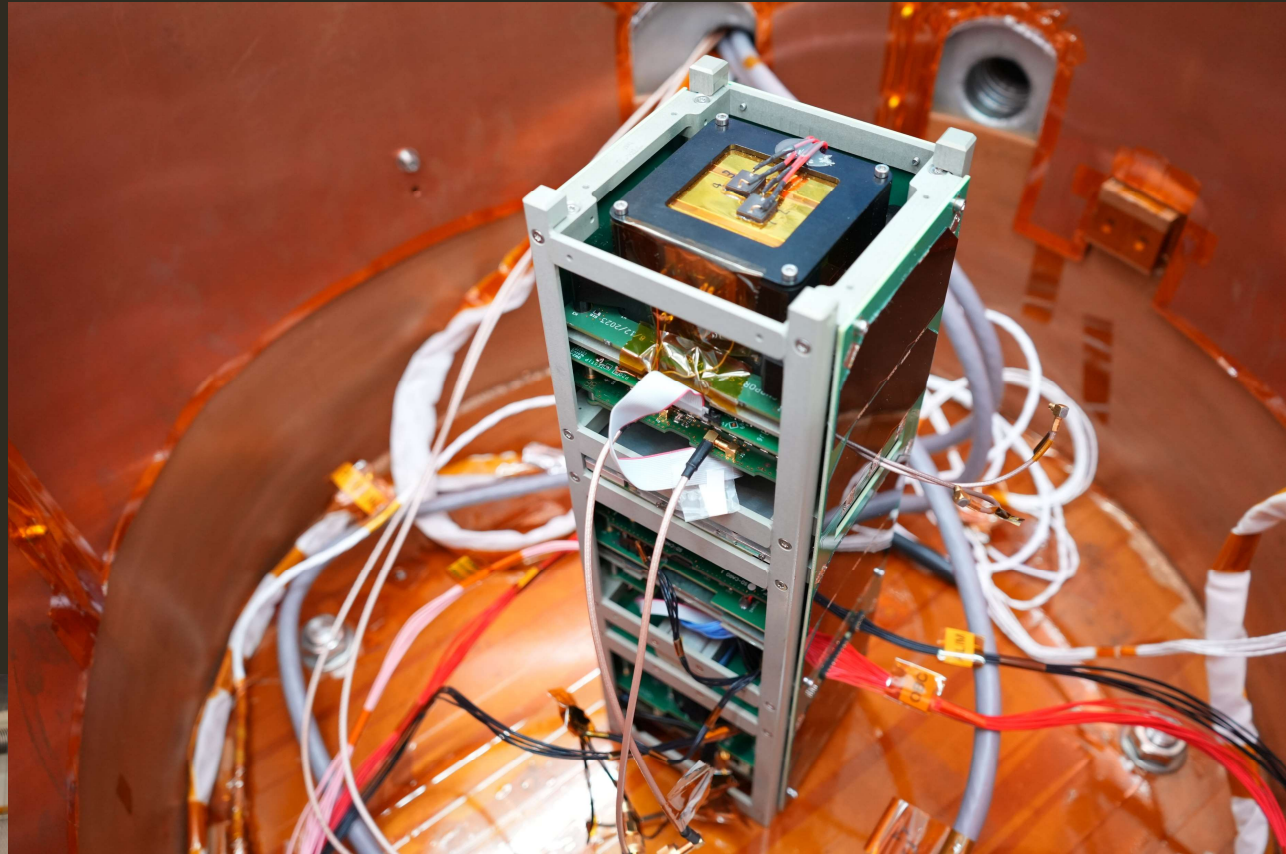
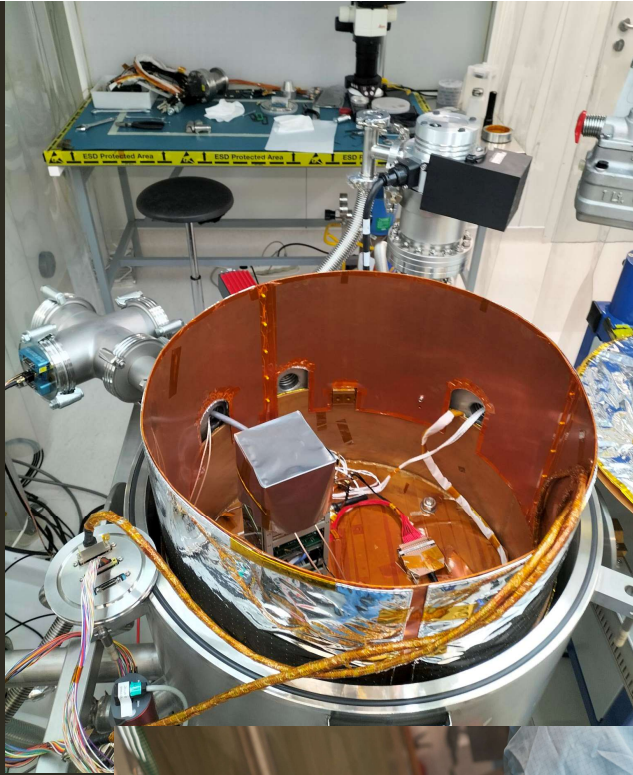
La Plateforme





Intégration du modèle QM d'IGOSat en
salle blanche pour les tests de vibration
à la PIT. 21/02/2024 – 28/02/2024





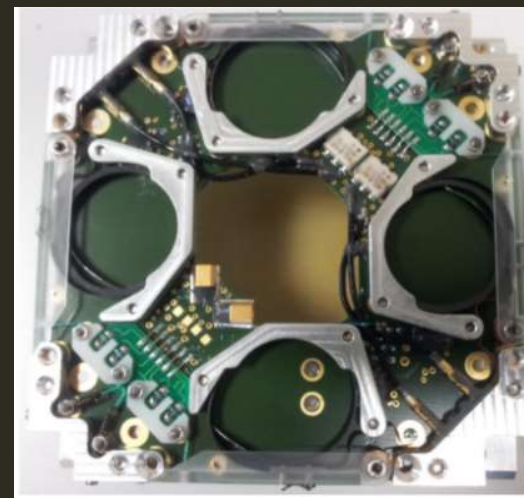
Thermal Vacuum Tests at the Institut
de Physique du Globe de Paris - Cuvier
Facilities – July 2024



TELECOMMUNICATION D'IGOSAT

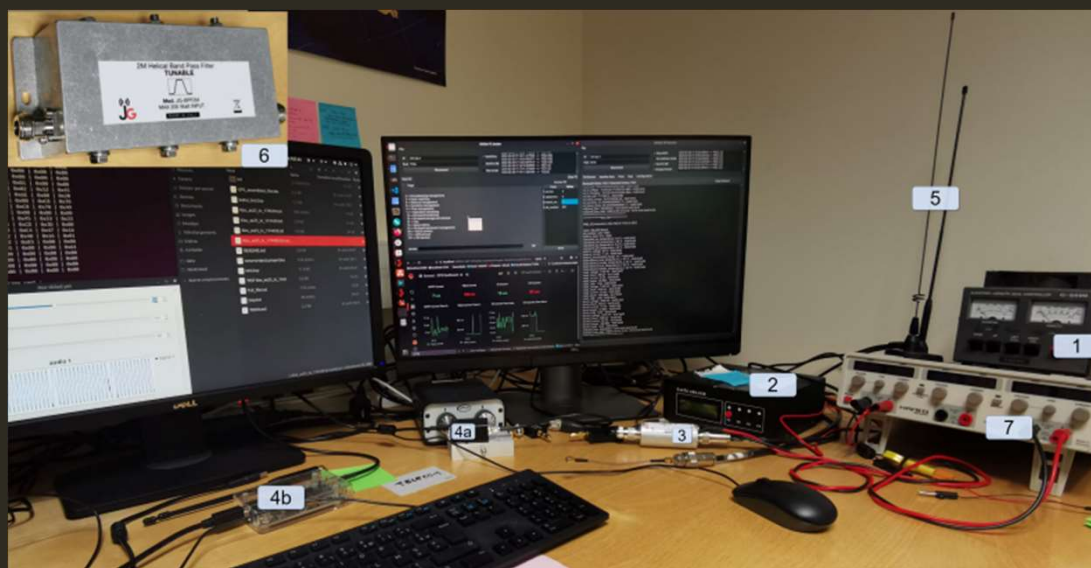


Carte TRXVU de ISISpace
Uplink VHF, G3RUH, FSK 9600bauds
Downlink UHF, G3RUH, BPSK ou GMSK 9600bauds
max
Puissance d'émission ~2W
Communication i2C à bord
Transpondeur



Carte Antenne de ISISpace
UHF, VHF croisé
Système pyrotechnique de déploiement
Communication I2C à bord

LA STATION SOL D'IGOSAT

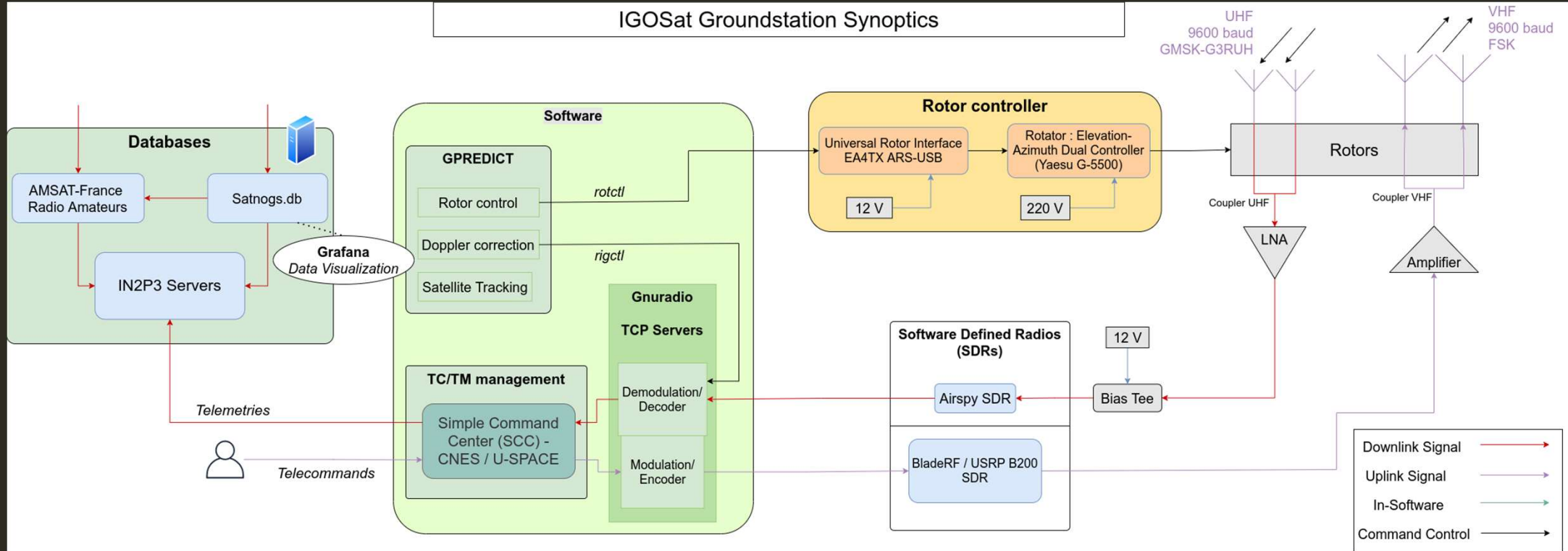


- | | |
|---|---------------------------|
| 1. Contrôleur du rotor | 5. Antennes locales |
| 2. Interface Ordinateur/Contrôleur | 6. Filtre VHF |
| 3. Bias-tee (alimente le LNA en 13V) | 7. Boîtier d'alimentation |
| 4. Software Defined Radios (BladeRF et Aispy) | |



Antennes YAGI UHF VHF

IGOSat Groundstation Synoptics



Software Defined Radios



BladeRF 2.0 micro

TX
BT-100 → TX
BT-200 → RX
47 – 6000 MHz
2 RX / 2 TX



Airspy r2

RX
24 – 1700 MHz
Bias-tee 4.5V intégré



Transmission des paquets

PROTOCOLES

- Packet Utilization Standard (PUS) : Trames traitées par l'OBC
- Amateur X.25 (AX25) : Protocole de radiotélécommunication
- Keep It Simple, Stupid (KISS) : Protocole d'échange en TCP/UDP/Série

MODULATION EN FREQUENCE

- Uplink (Télécommandes) : fréquence : 145,925 MHz (VHF)

AFSK 1200 baud (→ FSK 9600 baud)

- Downlink (Télémetries) : fréquence : 435,525 MHz (UHF)

GMSK – G3RUH 9600 baud

Flag	AX.25 Transfer Frame Header (128 bits)				Information Field	Frame-Check Sequence	Flag
	Destination Address	Source Address	Control Bits	Protocol Identifier			
8	56	56	8	8	0-2048	16	8

KISS	AX25 16B	PUS Frame	KISS
------	-------------	-----------	------

Logiciel Sol TM/TC développé par les étudiants et l'équipe IGOSat

Télémétries:

Réception de trame KISS

Décodage trame AX25

Envoi trame brute vers MongoDB

Check CRC, Décodage TM en fonction du PUS

Envoi des données décodées vers MongoDB et Influxdb

Affichage des données et Historique des TM reçues

Télécommandes:

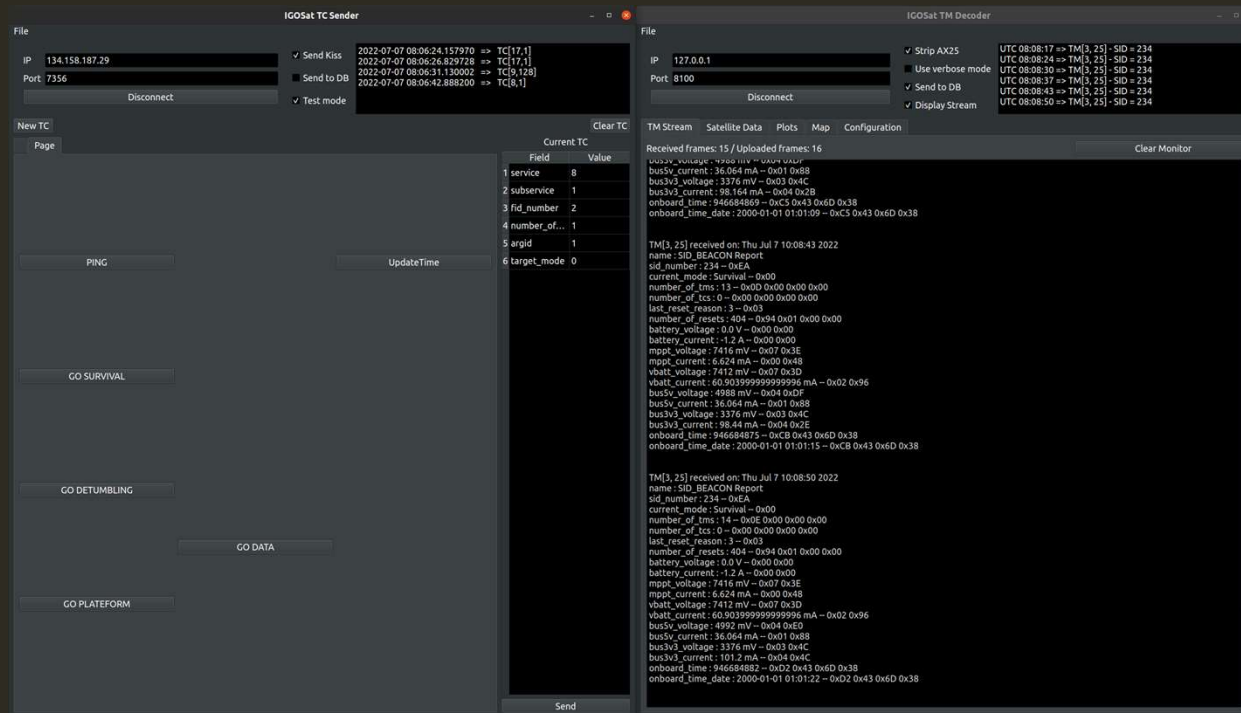
Construction de la TC par l'opérateur

Encodage AX25, Encodage KISS

Envoi vers GNURadio, Envoi vers MongoDB

Affichage de l'historique des TC envoyées

Lecture de plans de TC



Bases de données et Grafana



BDD orientée Séries Temporelles, Courbes temporelles,
Etat du satellite et des systèmes



BDD orientée Documents, Stockage pour archivage



Outil de visualisaion de données,

Associé à InfluxDB, permet le suivi des variables
d'IGOSat au long de sa mission

En cours de développement :

- Utilisation de SCC 5.2.0 en plus du logiciel interne pour favoriser la mutualisation des projets de station sol entre le CNES et les CSU
- Echange avec le CSUT/LAAS : logiciel SCC2KISS



Simple Control Center (U-Space/CNES)



Id Nom Date bord Date de réception

20030807	TM_3_25_HK_NANO_TTC	22/04/2022 04:57:18.619	22/04/2022 04:57:19.151
20030806	TM_3_25_HK_NANO_TTC	22/04/2022 04:57:13.619	22/04/2022 04:57:14.240
20030805	TM_3_25_HK_NANO_TTC	22/04/2022 04:57:08.619	22/04/2022 04:57:09.191
20030804	TM_3_25_HK_AOCS_MAS	22/04/2022 04:57:07.620	22/04/2022 04:57:08.236
20030803	TM_3_25_HK_NANO_TTC	22/04/2022 04:57:03.619	22/04/2022 04:57:04.279
20030801	TM_3_25_HK_TCS	22/04/2022 04:57:01.624	22/04/2022 04:57:02.233
20030800	TM_3_25_HK_POWER	22/04/2022 04:57:01.623	22/04/2022 04:57:02.233
20030799	TM_3_25_HK_MTB	22/04/2022 04:57:01.621	22/04/2022 04:57:02.233
20030798	TM_3_25_HK_NINANO	22/04/2022 04:57:01.619	22/04/2022 04:57:02.233
20030797	TM_3_25_HK_NANO_TTC	22/04/2022 04:56:58.619	22/04/2022 04:56:59.231
20030796	TM_3_25_HK_NANO_TTC	22/04/2022 04:56:53.619	22/04/2022 04:56:54.182
20030795	TM_3_25_HK_NANO_TTC	22/04/2022 04:56:48.619	22/04/2022 04:56:49.134
20030793	TM_3_25_HK_NANO_TTC	22/04/2022 04:56:43.619	22/04/2022 04:56:44.222
20030792	TM_3_25_HK_NANO_TTC	22/04/2022 04:56:38.619	22/04/2022 04:56:39.174
20030791	TM_3_25_HK_AOCS_MAS	22/04/2022 04:56:37.621	22/04/2022 04:56:38.219
20030790	TM_3_25_HK_NANO_TTC	22/04/2022 04:56:33.619	22/04/2022 04:56:34.125
20030789	TM_3_25_HK_IOS	22/04/2022 04:56:31.631	22/04/2022 04:56:32.215
20030788	TM_3_25_HK_MMOL	22/04/2022 04:56:31.627	22/04/2022 04:56:32.215
20030787	TM_3_25_HK_TCS	22/04/2022 04:56:31.624	22/04/2022 04:56:32.215
20030786	TM_3_25_HK_POWER	22/04/2022 04:56:31.623	22/04/2022 04:56:32.215
20030785	TM_3_25_HK_MTB	22/04/2022 04:56:31.621	22/04/2022 04:56:32.215
20030784	TM_3_25_HK_NINANO	22/04/2022 04:56:31.619	22/04/2022 04:56:32.215
20030783	TM_3_25_HK_NANO_TTC	22/04/2022 04:56:28.616	22/04/2022 04:56:29.160

Explorateur de paquets

TM_3_25_HK_POWER

Paramètres housekeeping de la CI, la CP et les OS

- GENE_HD_TMCCSDSHDR
- GENE_HD_TMPUSHDR
- OBSW_S3_SID
- CP_INTER_BATT_VOLTAGE
- CP_INTER_BATT_CURRENT
- CP_BOARD_TEMPERATURE
- CP_BATT_VOLTAGE
- CP_BATT_CURRENT

Paramètres

Name	Physical Value	Raw Value	Length	Offset	Pic	Plc
GENE_AM_CCSDSVERS	CCSDS Version 0	0	3	0	3	3
GENE_AM_CCSDSTYPE	TM Packet	0	1	3	3	1
GENE_AM_CCSDSHFLAG	Secondary header present	1	1	4	3	1
GENE_AM_CCSDSAPID	CCSW	10	11	5	3	11
GENE_AM_CCSDSOFFLAG	Stand-alone Packet	3	2	16	3	2
GENE_AM_CCSDSCOUNT	14146	14146	14	18	3	14
GENE_AM_CCSDSPLGTH	111	111	16	32	3	16
GENE_AM_ZSPARE01	0	0	1	48	3	1
GENE_AM_PUSVERSION	PUS Version 1	1	3	49	3	3

© 2022 Simple Control Center - CNES and ISAE-SUPAERO

IGOSat - Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite

Avancement projet et Jalons importants

Fabrication du Proto Flight Model :

- Re-design de sous-systèmes (Carte Batterie et Scintillateur)
- Tests fonctionnels unitaires et combinés sur les cartes du modèle de vol
- Finalisation du logiciel de vol et du logiciel des charges utiles (Sonatronic)
- Tests de longue durée :
 - Boucle ouverte ADCS (MTM - ATMEGAS128 - MTQ) ;
 - Fusibles et logiciel de la carte LOS ;
 - Performance EPS (des panneaux solaires à la carte batterie) ;
- Tests environnementaux PFM :
 - Tests de vibration PFM à la PIT
 - Essais de vide thermique de la PFM à l'IPGP - Installations Cuvier
 - Essais magnétiques pour la caractérisation du sous-système ADCS



Faits Marquants 2024 :

- Premiers tests de qualification pour IGOSat en 2024
- Passage au Proto Flight Model (PFM)
- Soutien financier supplémentaire du Labex Univearth's à la fin de l'année 2024 pour l'achèvement du modèle de vol.
- Passage de 3 licences radioamateur dans l'équipe IGOSat

IGOSat - Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite

Avancement projet et Jalons importants

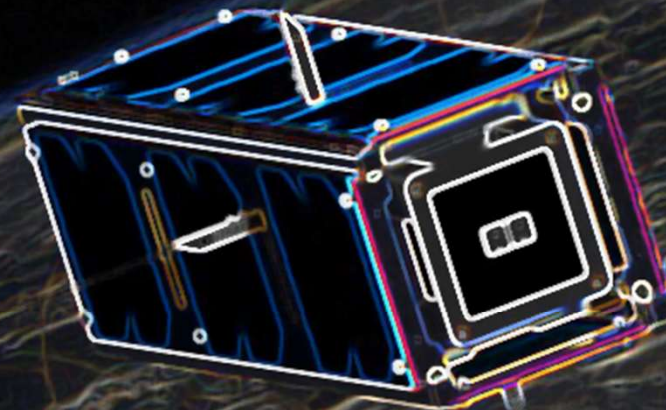
Phase E en préparation

- 3 licences de radioamateur obtenues par l'équipe (Nov. 2024)
- Préparation du segment Sol pour la phase d'exploitation
- Conformité à la LOS et ajustements associés à la mission
 - Altitude de l'orbite < 600km,
 - Temps de désorbitation égal à 3 fois la durée de la mission (actuellement 1 an)
 - Dossier de conformité LOS à préparer cette année.
- Règlementation
 - Assurance responsabilité civile,
 - Exportation : ITAR/EAR, SBDU,...
 - Attribution des fréquences
- Revue d'aptitude au vol (RAV)



Faits Marquants 2025 :

- Présélection pour l'appel à manifestation d'intérêt « READY TO FLY » IOD/IOV SATELLITES
- Tests environnementaux début 2025
- Lancement en préparation pour 2026



IGOSat - Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite

01/03/2025