

IGOSAT - Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite

RENCONTRE SPATIAL RADIOAMATEUR – 01/03/2025

*Washington GEORGES – IGOSat Project 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
	Phillipe Laurent – Scintillator Payload PI
	Damien Pailot – Additional support on Instrumentation
	Hubert Halloin – Technical PI, Design of Mission algorithms for the ADCS
	Salim Addoun – Ground Segment Engineer
	Alin Illioni – Additional support on mecanical and AIVT Aspects
	Pierdavide Coisson – GPS Payload PI
	Gabrielle Chabaud – AIVT Engineer
	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 /

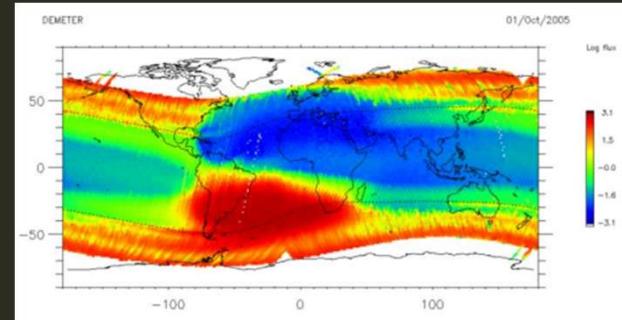
- mesurer le contenu total en électrons (TEC) de l'ionosphère à l'aide d'une technique de radio-occultation descendante
- étudier la réponse de l'ionosphère à l'activité solaire et détecter les ondes gravitationnelles produites par les événements telluriques majeurs.

Charge utile SCI /

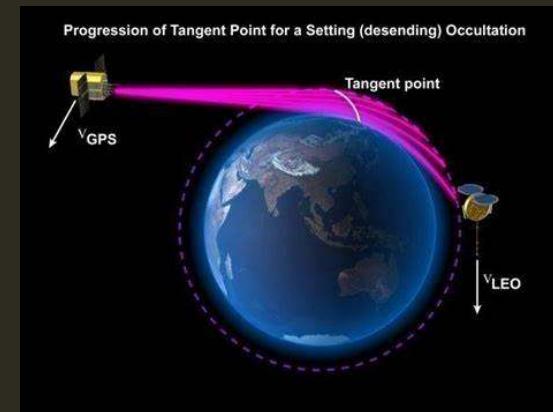
- mesurer le spectre des rayons gamma (entre 20keV et 2MeV)
- mesurer le spectre des électrons (1MeV - 20MeV) dans les zones d'aurores et dans la SAA
- Démontrer l'utilisation des SiPM et de l'ASIC EASIROC dans le cadre d'une mission spatiale.

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](#)

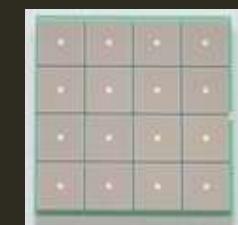
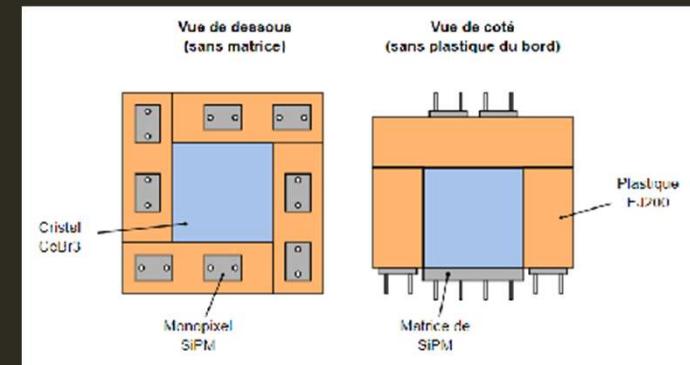
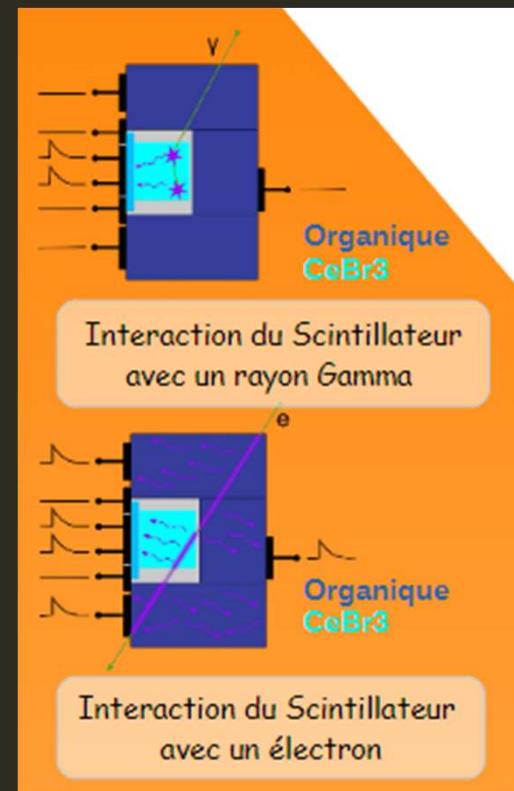
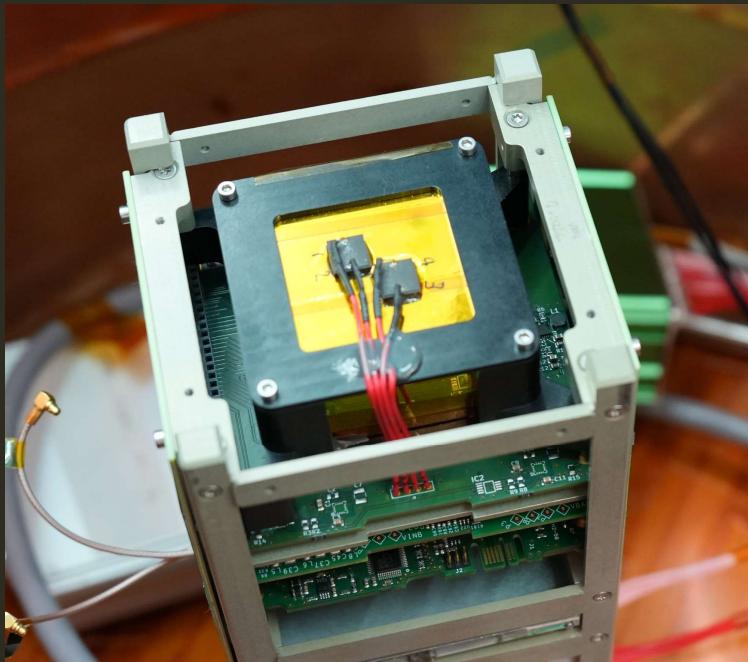
IGOSAT - Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite

Le GPS



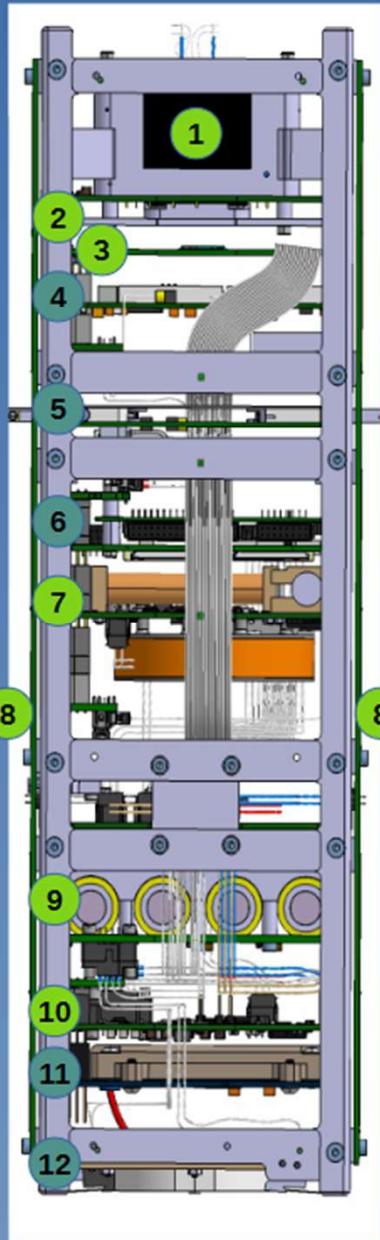
IGOSAT - Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite

Le Scintillateur



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





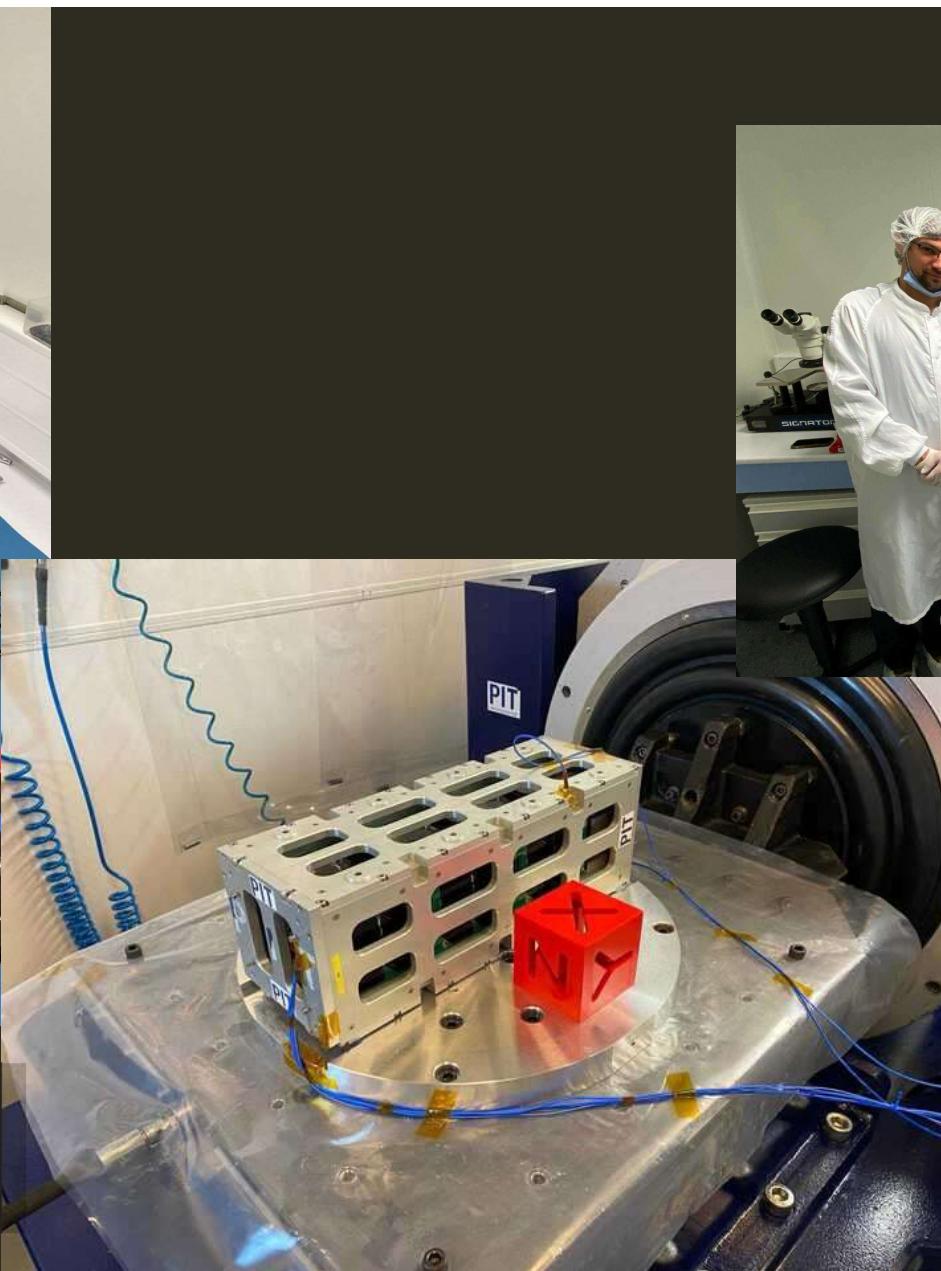
IGOSAT - Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite

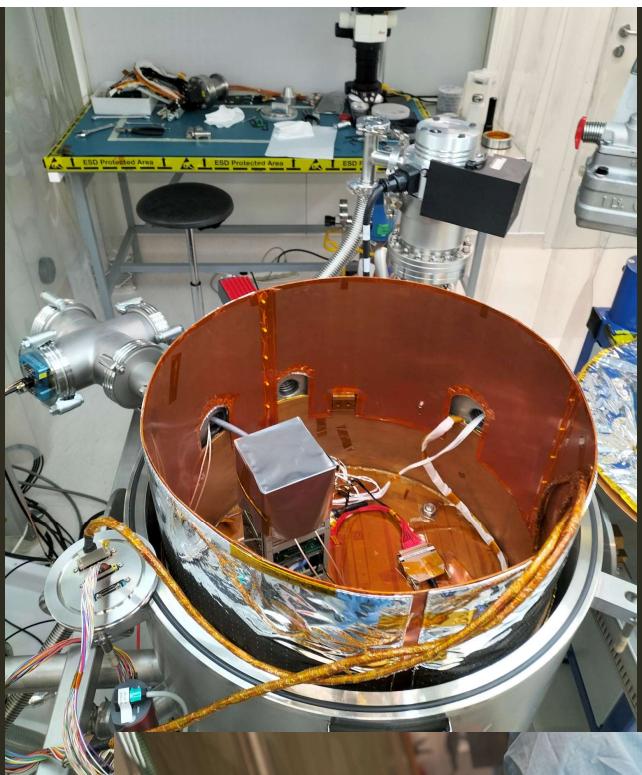
La Plateforme



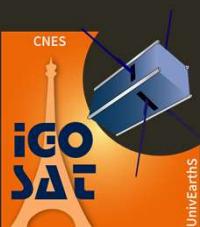


Intégration du modèle QM d'IGOSat en
salle blanche pour les tests de vibration
à la PIT. 21/02/2024 – 28/02/2024





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

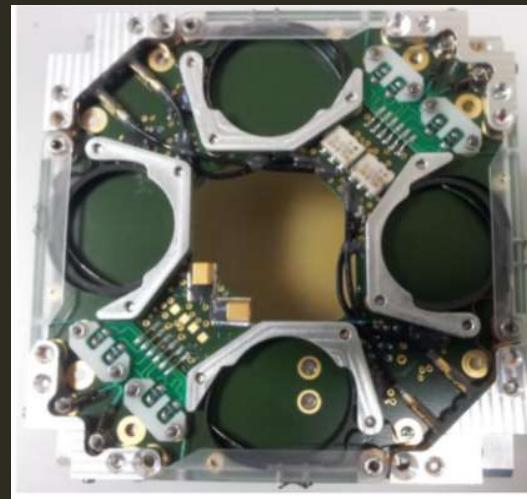




TELECOMMUNICATION D'IGOSAT



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

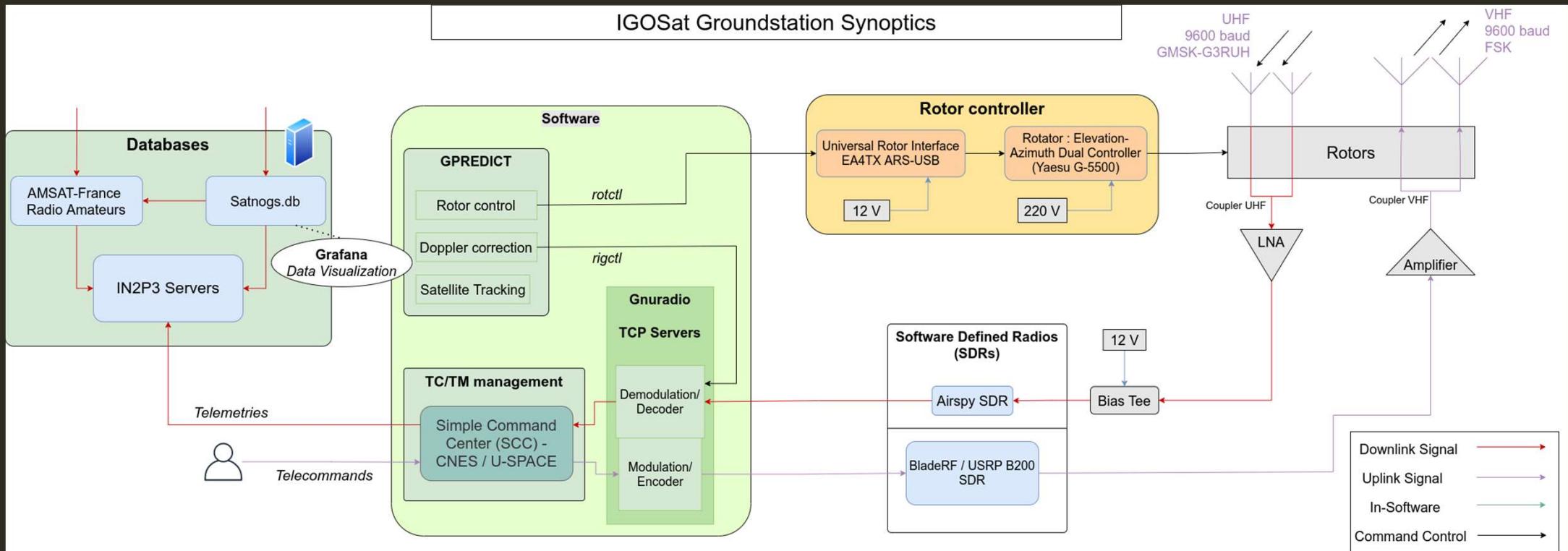
LA STATION SOL D'IGOSAT



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



Antennes YAGI UHF VHF



Software Defined Radios



BladeRF 2.0 micro

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

ubuntu®



Airspy r2

RX
24 – 1700 MHz
Bias-tee 4.5V intégré

 **GNURadio**
THE FREE & OPEN SOFTWARE RADIO ECOSYSTEM

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 (\rightarrow FSK 9600 baud)
- Downlink (Télémétries) : 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



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:

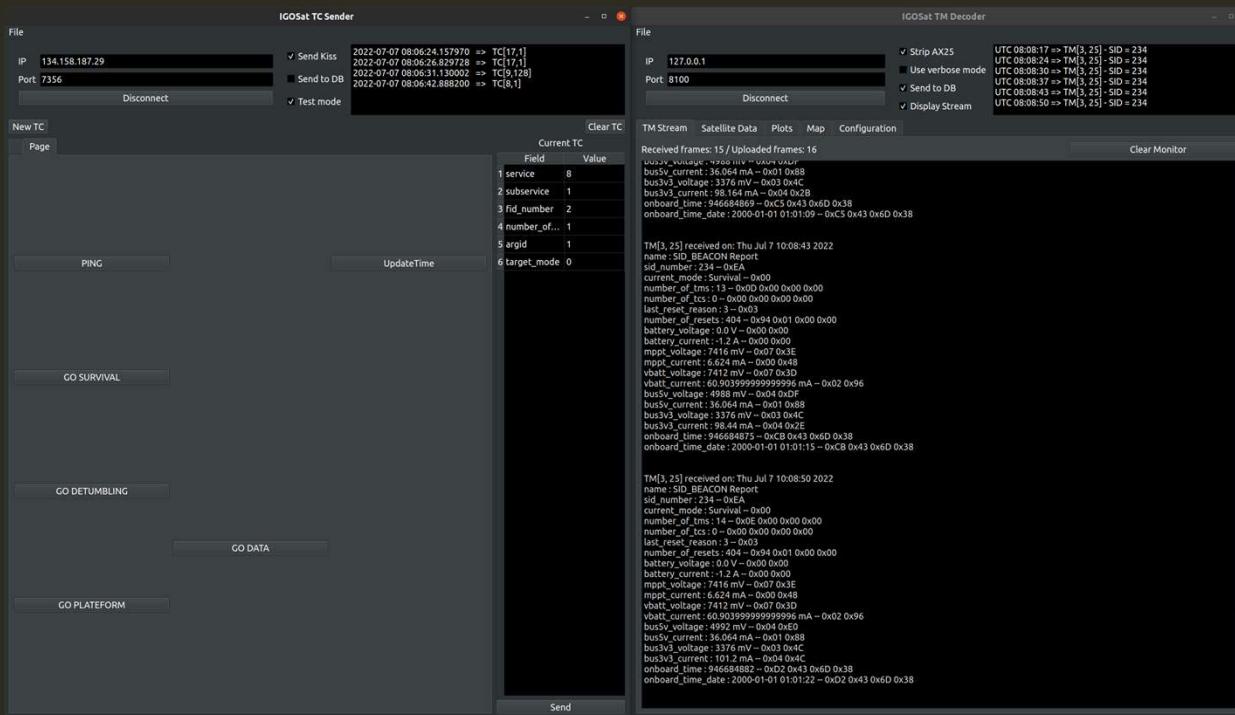
Construction de la TC par l'opérateur

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



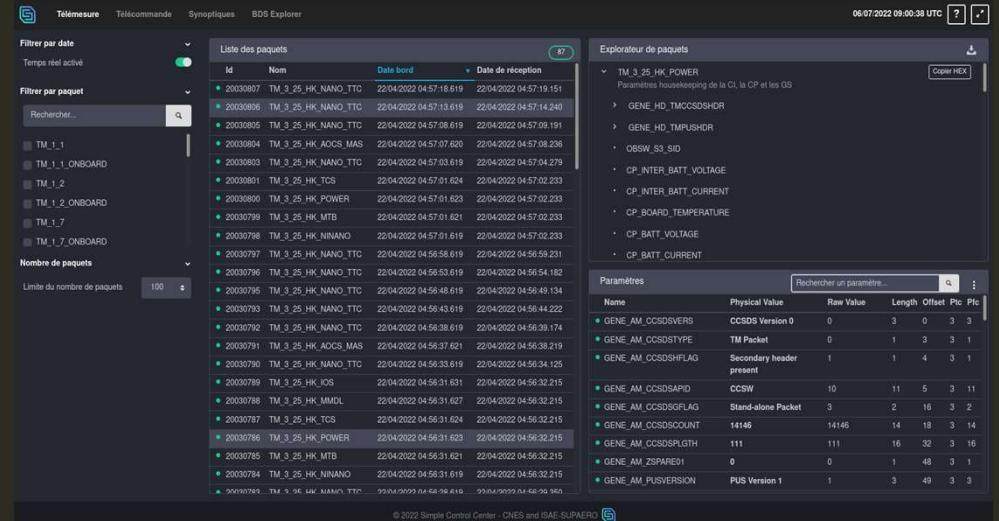
BDD orientée Documents, Stockage pour archivage



Outil de visualisation 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



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 Univearths 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.
- Réglementation
 - 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



iGO-Sat - Ionospheric & Gamma-ray Observations SATellite
01/03/2025