The image shows a close-up of satellite hardware. On the left, a vertical metal frame holds several rectangular panels with a dark, textured surface. To the right, a horizontal assembly of green printed circuit boards (PCBs) is visible, featuring various electronic components and connectors. The background is dark with some out-of-focus circular elements, possibly part of the satellite's structure or a cleanroom environment.

X-CUBESAT

Fin de mission

Lilia Solovyeva, Nicolas Lequette, Jean Guérard
Présentation à l'AMSAT-F le 10/03/2019

HISTORIQUE DE LA MISSION



Programme QB50

Lancé de l'ISS le 17 mai 2017

Durée de mission prévue: 6 mois

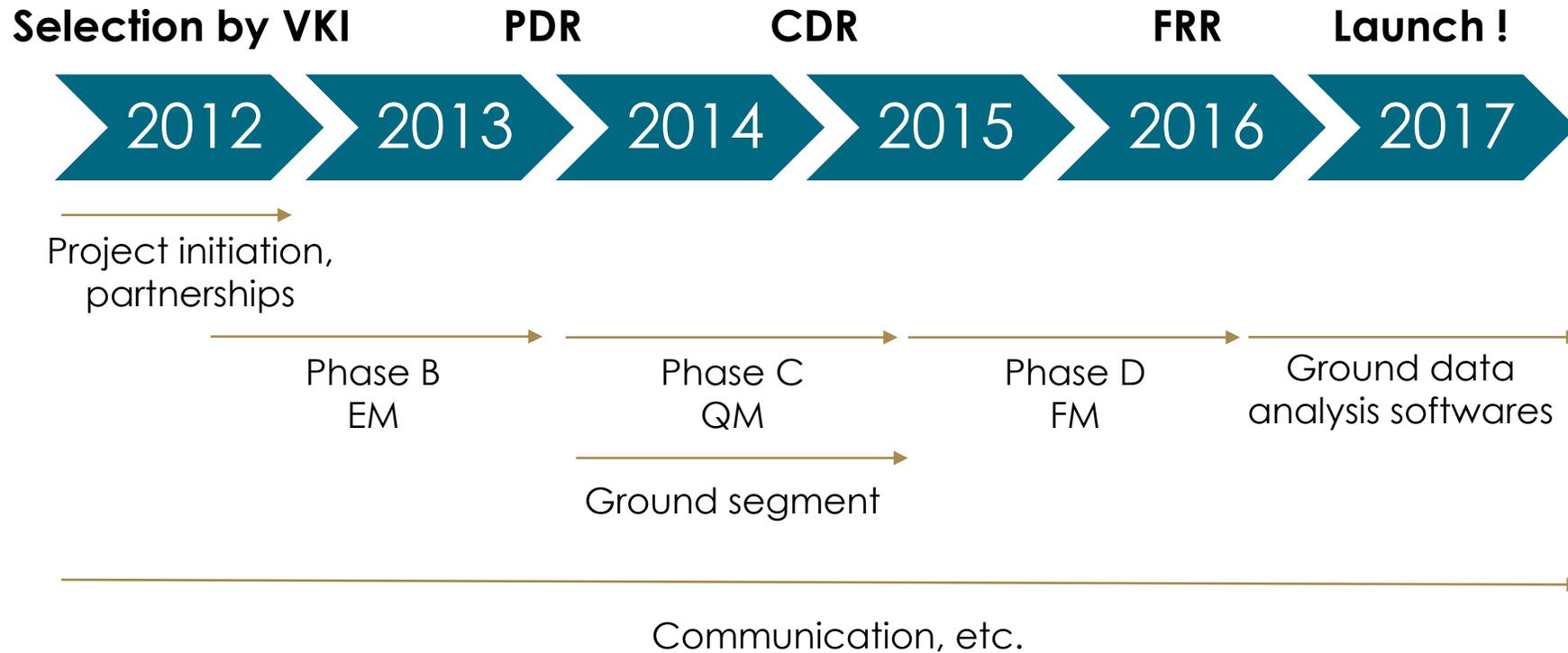
Retour dans l'atmosphère dans la nuit du 3 au 4 février 2019

Mission: mesure de la quantité d'oxygène atomique

Développé par des étudiants (X2010 à X2015) sous la direction Gerard Auvray (F6FAO)

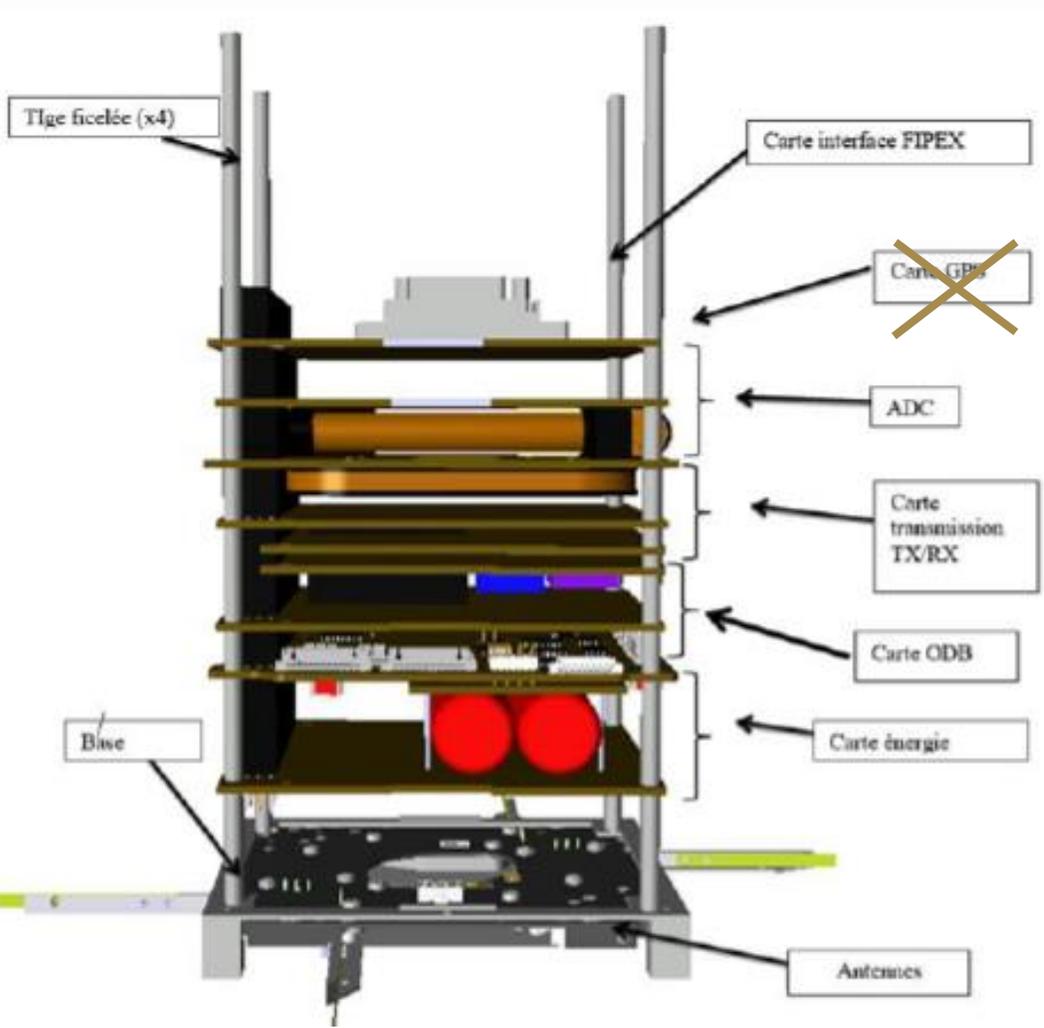
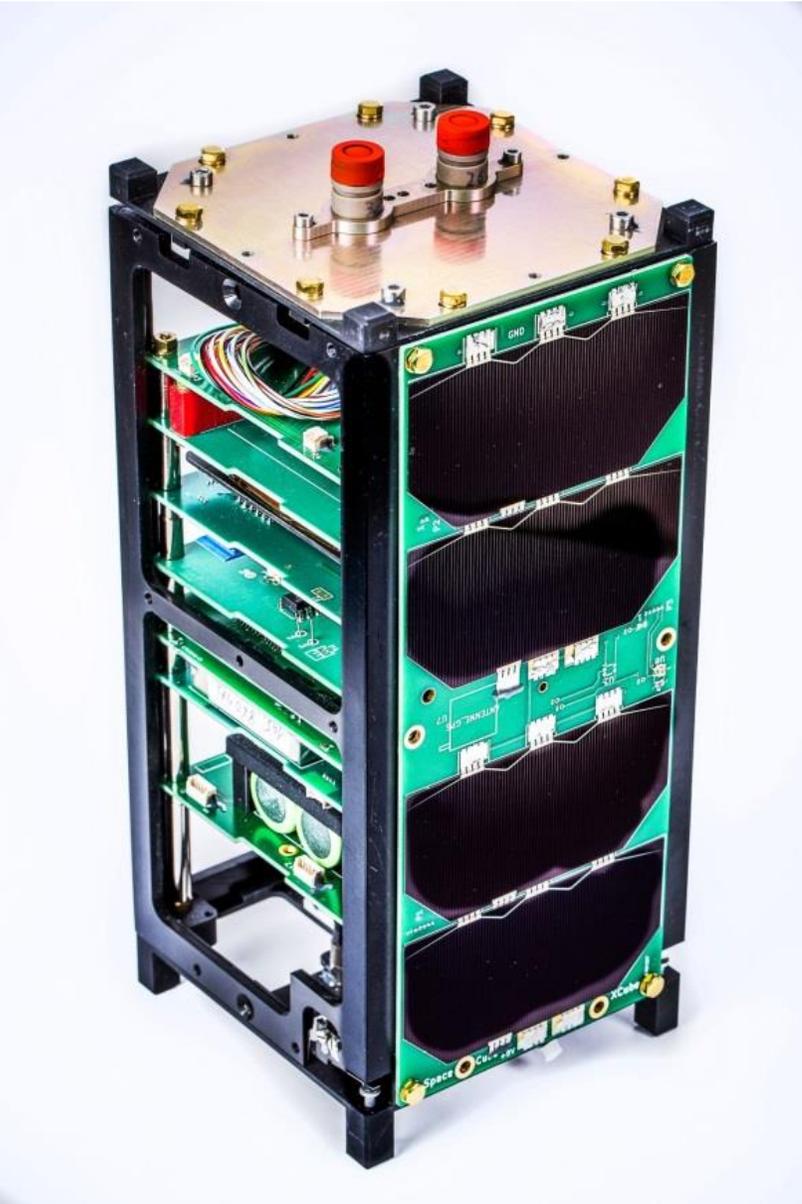


PLAN DE DÉVELOPPEMENT



Plan de développement – 6 promotions
Suivi par le VKI et le CNES (JANUS)

DESIGN



DONNÉES COLLECTÉES



Pas de données de la charge utile (FIPEX)

Données de santé du satellite pendant la mission

Protocol de transmission : AX25 (Protocol radioamateur)

13278 paquets de mesures reçus à la station sol du CSE de l'X-AstronautiX

12369 paquets collectés sur Satnogs

1721 TLE récupérées chez CelesTrak

Documentation produite par les élèves et Gérard Auvray

TESTS DE COMMUNICATION AVEC LE SATELLITE



Remise en service de la station sol

Tentatives d'envoi de commandes

Recalibrage des antennes

Tracking automatisé piloté par un Raspberry PI (aide de Bernard Pidoux , Christophe Mercier)

Test avec l'aide de l'ISAE Supaero, de l'Electrolab de Nanterre, de l'Université de Montpellier, et de plusieurs radioamateurs pour envoyer la commande

Envoie de commandes avec une station sol plus puissante (Bernard Pidoux, Nicolas Fortineau, Jean-Marc Petit)

Validation des télécommandes et la procédure de communication sur le modèle de secours

DONNÉES RÉCUPÉRÉES

Température intensité et
tension des quatre panneaux

Température et tension batterie

Intensité SCAO

Intensité transmission
réception

Intensité sorties carte de
puissance

Paramètres instrument



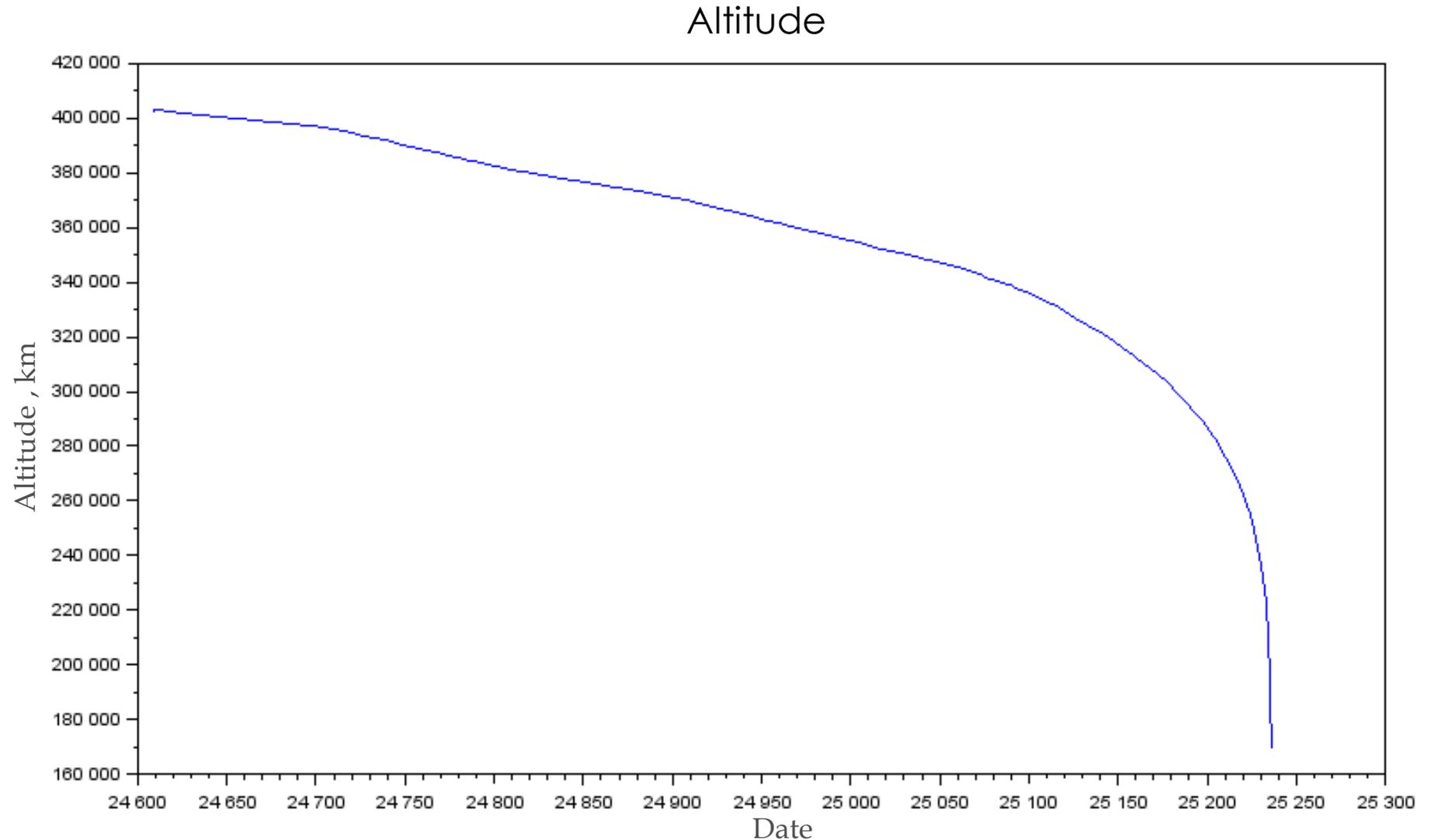
TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

Analyse des températures et comparaison avec l'analyse prévisionnelle

Étude de la charge de la batterie

Etude de la variation d'altitude

Changement de l'altitude pendant la mission

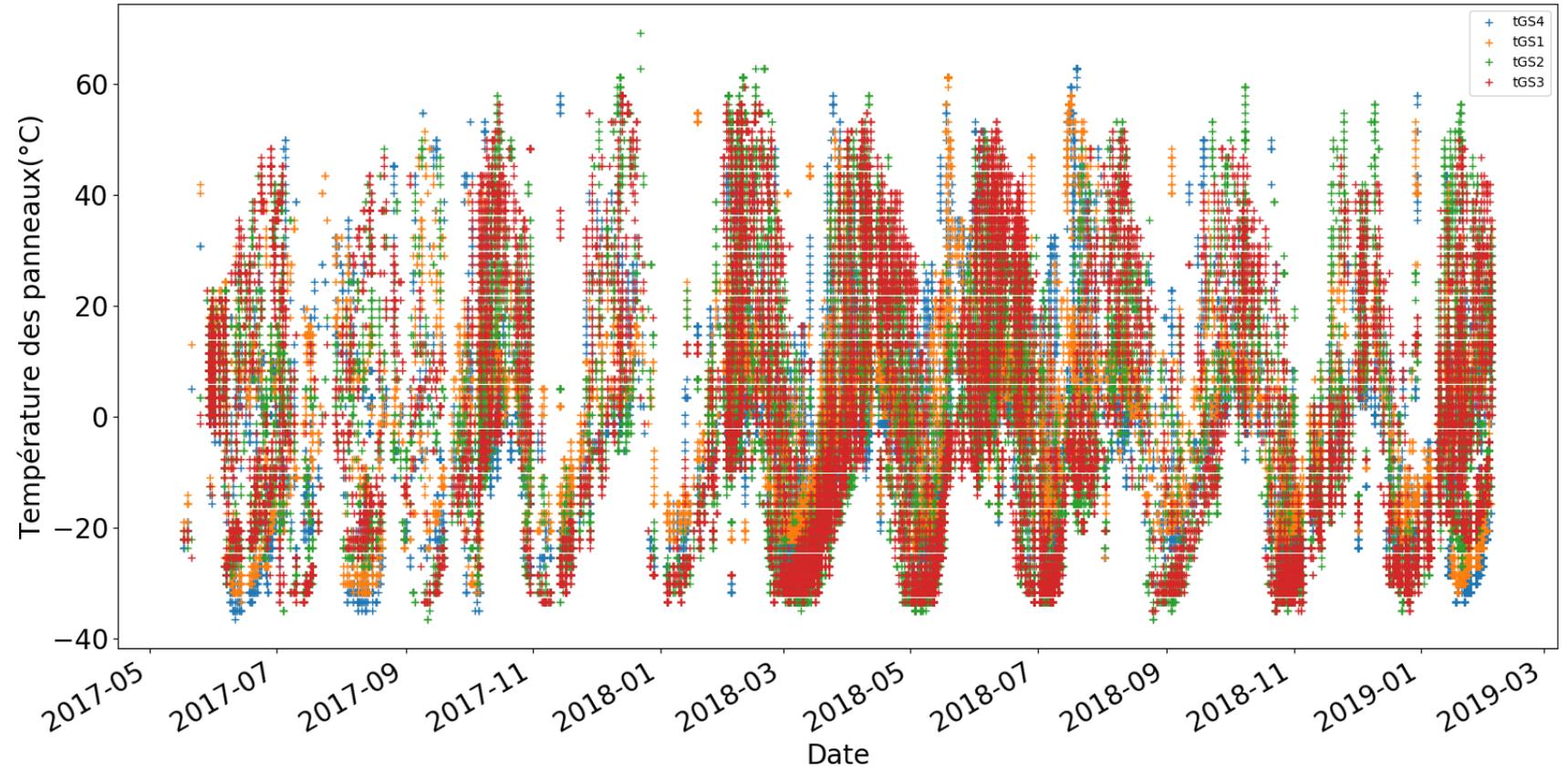


TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

Température des panneaux solaires

Analyse des températures des 4 panneaux solaires

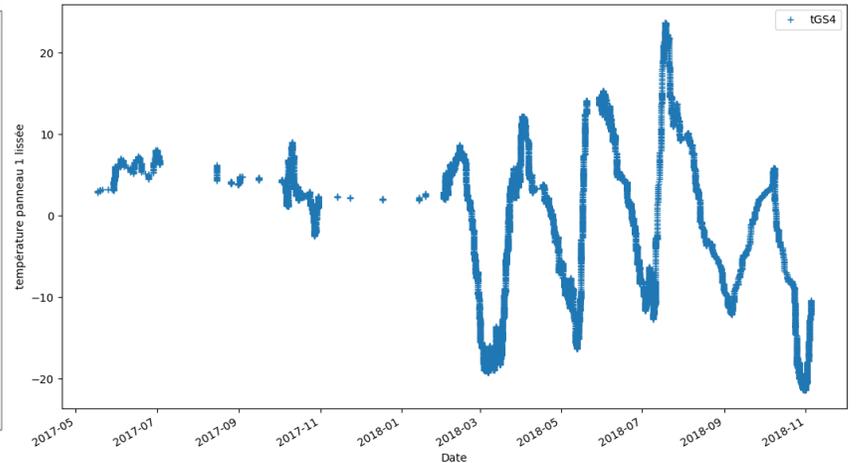
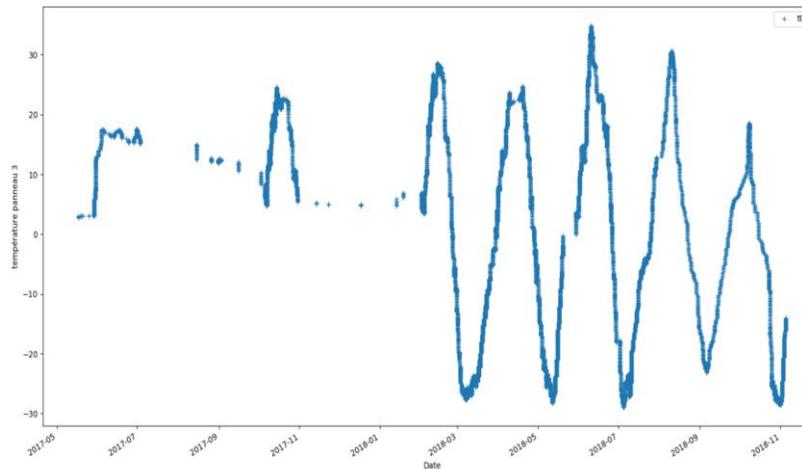
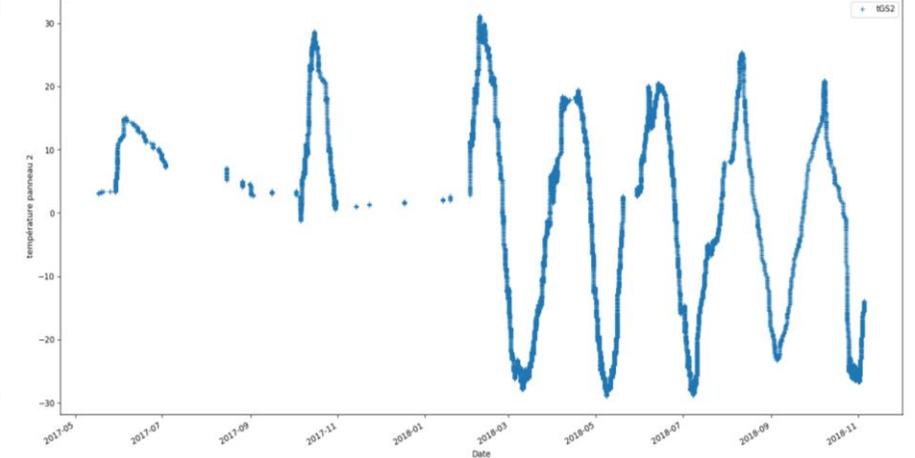
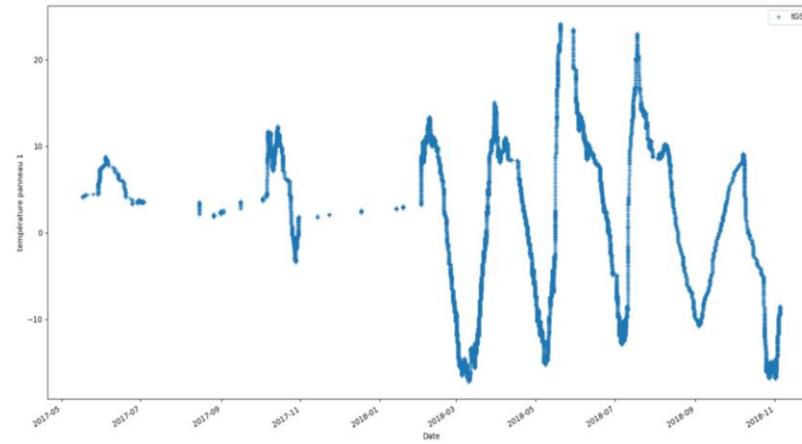
Observation des variations (la période est 70 jours) – orientation du plan orbital par rapport du soleil



Analyse des températures lissées des 4 panneaux solaires

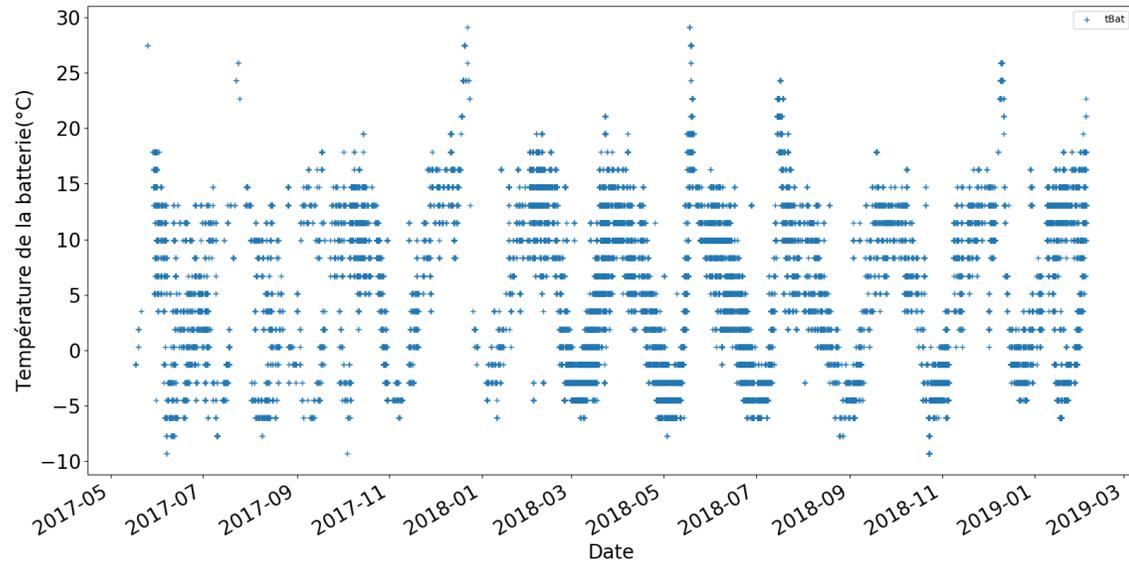
Observation des corrélations, des variations, d'absence des données de la station sol du CSE de l'X

Température lissée



TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

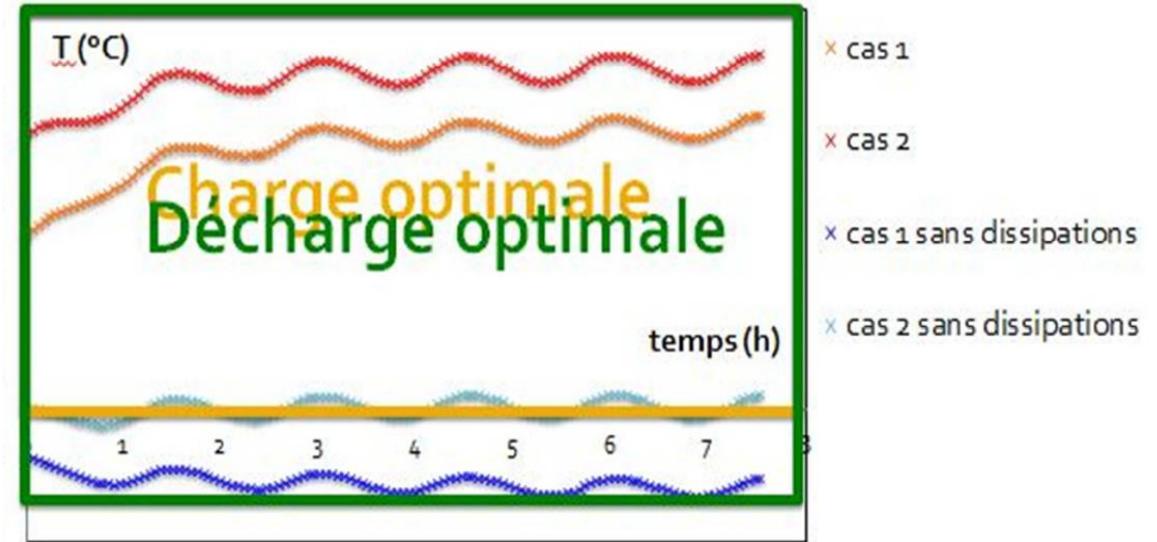
Température de la batterie (°C)



Analyse des valeurs réelles de la température de batterie

Comparaison avec la prévision

Simulations de la température



: rotation, avec dissipation

Cas2 :pas de rotation, avec dissipation

Cas 1 sans dissipation : rotation, sans dissipation

Cas2 sans dissipation : pas de rotation, sans dissipation

Résultats pour les panneaux solaires :

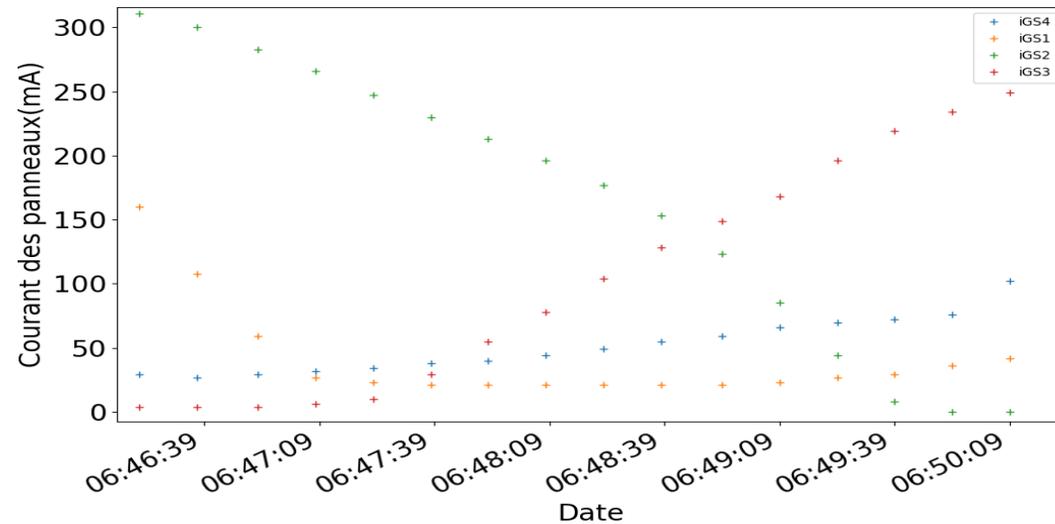
TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

observation de la rotation du satellite via l'Intensité des 4 panneaux sur un passage au dessus de la station sol

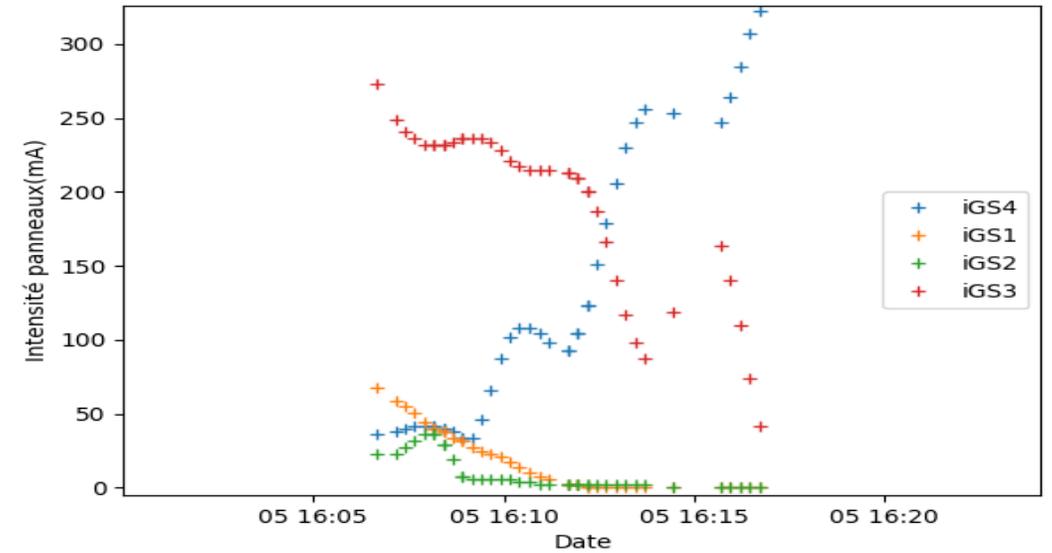
définition du décalage de l'horloge grâce au mesure des radioamateurs (la même valeur)

Le processeur a démarré une seul fois (tram 0,1) donc l'ODB fonctionne très bien.

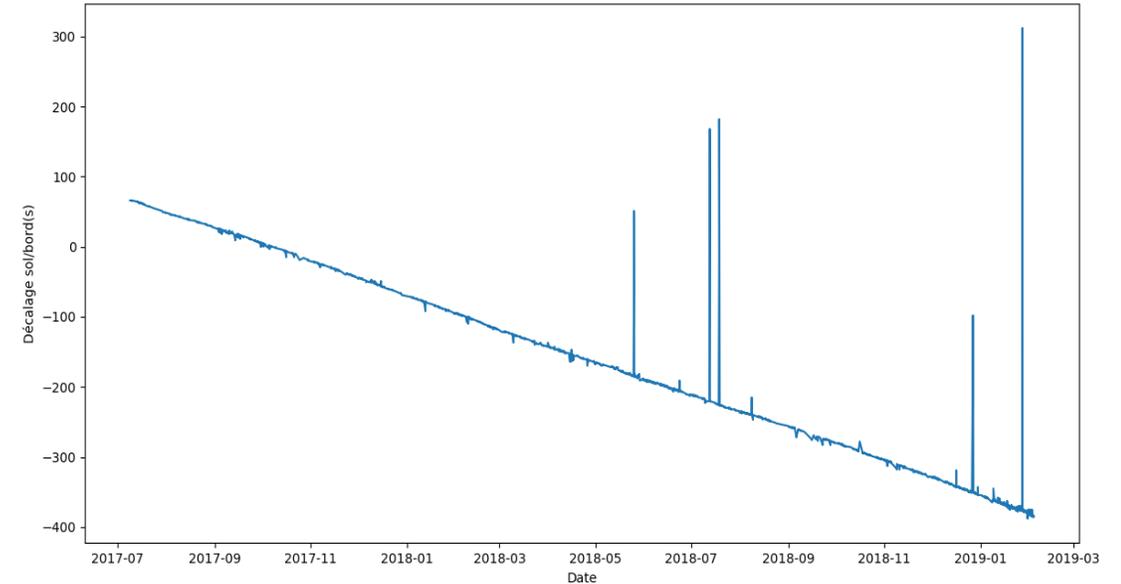
Courant des 4 panneaux



Intensité des 4 panneaux



Décalage de l'horloge



EXPÉRIENCES SUR LE MODÈLE SUPPLEMENTAIRE

Test de communication via les câbles:
validation des télécommandes et la
procédure de communication sur le
modèle le « spare »

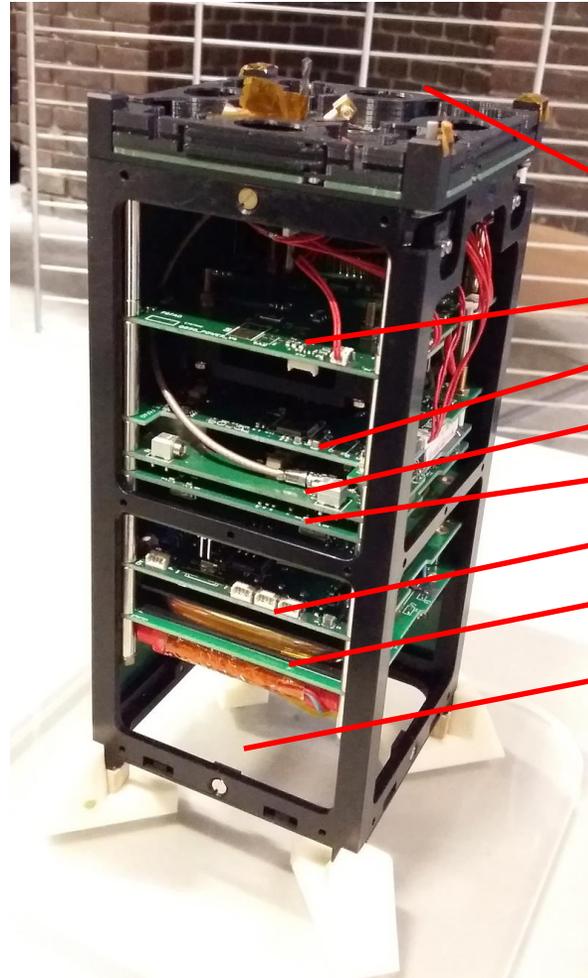
Vérification des pièces de modèle

Analyse de documentation : schéma des
cartes électroniques, rapport critique avec
le CNES

A faire :

test de communication avec le modèle de
rechange à distance.

comparaison de la carte radio commune
avec Robusta-1B



Antennes

Batteries

ODB

UHF/VHF

Modulation

ADCS

Magneto-coupleur

FIPEX



LA CHASSE AU SATELLITE FIN DE MISSION X-CUBESAT

Participants des radioamateurs à la poursuite



1 Février 2019 : X-CubeSat à 200 km d'altitude

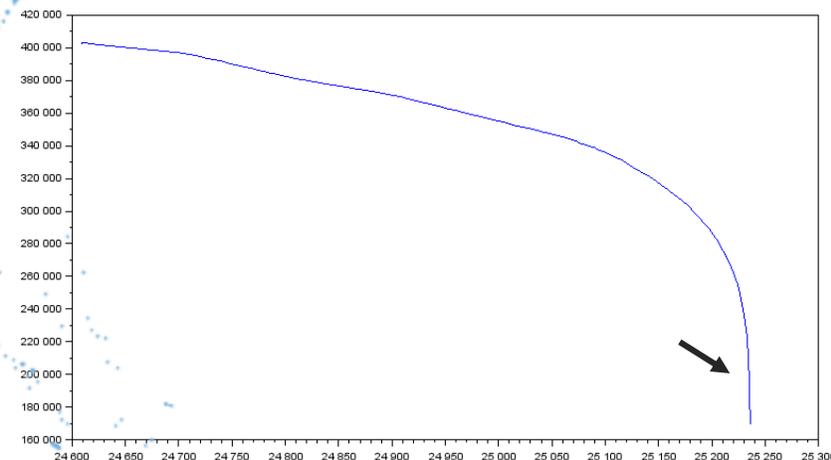
Appel à la communauté mondiale des radioamateurs pour récupérer les dernières télémessures

Chance de récupérer un signal intéressant pendant les dernières orbites (rotations, augmentation de la température)

- 2019-02-02 16h le radio club de « Viry Chatillon »
 - 20h Jean-Pierre Godet F5YG
- 2019-02-03 15h Christophe Mercier Electrolab
 - 15h alerte à l'AMSAT-F
 - → AMSAT.org worldwide
 - 17h Christy Hunter KB6LTY
 - Jean-Marc Momple 3B8DU
 - Juan Carlos Reig EA5WA
 - Cristophe Lucas F4CQA
- 2019-02-04 03h Norberto Felipe LU7DDR
 - 04h 3B8DU pas de signal

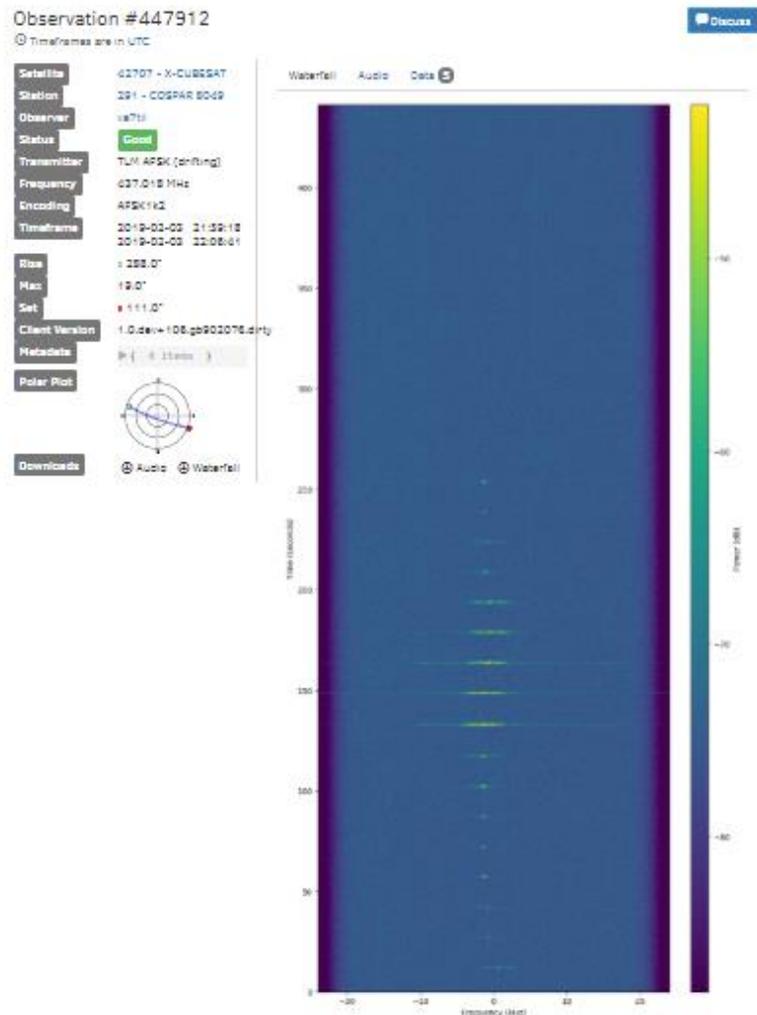
LA CHASSE AU SATELLITE FIN DE MISSION X-CUBESAT

Participants des radioamateurs à la poursuite



LA CHASSE AU SATELLITE FIN DE MISSION X-CUBESAT

- appel à la communauté a fourni ~60 trames supplémentaires aux écoutes Satnogs



Dernières réceptions

time UTC	orbit	altitude km	station	range km	kss
2019-02-03 00:04			KB6LTY		7
2019-02-03 08:37		206			
2019-02-03 10:07		205	F4CQA		1
2019-02-03 11:36		202	F4CQA		4
2019-02-03 13:12		200			
2019-02-03 14:22			N5GXH		3
2019-02-03 14:40	9860	196	F4CQA		12
2019-02-03 14:40	9860		Electrolab		7
2019-02-03 15:36			3B8DU		1
2019-02-03 15:51			KB6LTY		7
2019-02-03 16:13	9861	191	F4CQA		10
2019-02-03 16:14	9861		EA5WA		3
2019-02-03 16:53			EA5WA		only carrier
2019-02-03 17:24			KB6LTY		7
2019-02-03 20:38		193	K2MTS		1
2019-02-03 21:59		185	VE7TIL		5
2019-02-03 22:03	9866		KB6LTY		too faint
2019-02-03 23:33	9867		KB6LTY		7
2019-02-03 23:56			LU7DRR		4
2019-02-04 00:48			JA0CAW		
2019-02-04 03:41			3B8DU		no signal
2019-02-04 08:12			EA5WA		no signal
2019-02-04 08:54			F4CQA		no signal
2019-02-04 09:49			F5YG		no signal
2019-02-04 11:12			F5YG		no signal
2019-02-04 15:10			3B8DU		no signal



SATNOGS
SATNOGS

SATNOGS

CONCLUSION



- Les élèves peuvent développer les satellites à l'aide des ingénieurs.
Grand merci à Gerard Auvray ...
- Les données recueillies au cours de la mission pourront être utiles pour le développement de futurs projets.
- Travailler avec les radioamateurs et utiliser leur protocole est très intéressant de par l'efficacité, la robustesse de leur réseau et de leurs infrastructures.
- Les projets de CubeSat permettent aux élèves d'apprendre en réalisant des produits concrets. Même les échecs ont une valeur pédagogique.