



EYESAT, le premier Nanosatellite étudiant CNES issu du programme Nanolab Academy

Nicolas Verdier (CNES, Chef de projet Nanolab Academy/EyeSat)

LES SATELLITES



GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES

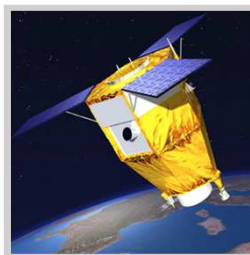
Alphasat

6 600 Kg



Pleiades

1000 Kg



Corot

630 Kg (Proteus)



Demeter

130 Kg (Myriades)



EyeSat

4 Kg (CubeSat)



PocketQub

0,5 Kg



GROS

MOYEN

MINI

MICRO

NANO

PICO

10 000 Kg

1500 Kg

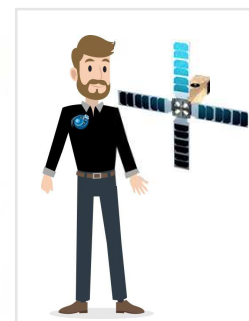
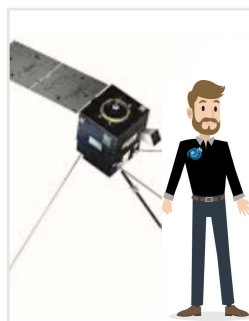
800 Kg

200 Kg

50 Kg

1 Kg

0 Kg



LES CUBESATS

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES

UN NOUVEL OBJET DANS LE PAYSAGE DU SPATIAL

OUTIL PEDAGOGIQUE POUR LES
ETUDIANTS

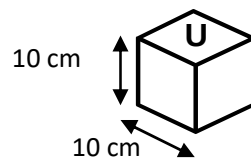


PROF. BOB TWIGGS
Stanford university

MINIATURISATION DES TECHNOLOGIES
UTILISATION DE COTS



Dr. Jordi Puig-Suari
California Polytechnic State University



STANDARD CUBESAT

LES CUBESATS

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES

UN NOUVEL OBJET DANS LE PAYSAGE DU SPATIAL



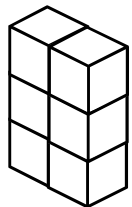
1U



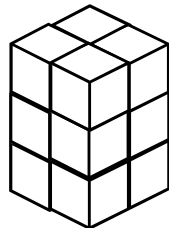
2U



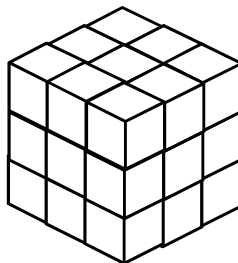
3U



6U



12U



27U

- DÉVELOPPEMENT RAPIDE
- COÛT FAIBLE
- NOUVELLE APPROCHE « FLY, LEARN AND REFLY »
- DÉMONSTRATION TECHNOLOGIQUE
- COMPLÉMENTAIRE DES SATELLITES PERFORMANTS
- CONSTELLATIONS 
- INTERÊT GRANDISSANT DES ACTEURS CLASSIQUES DU SPATIAL (Agence Spatiale, Défense, Sciences,...)
- INTERÊT DE NOUVEAUX UTILISATEURS (COÛT FAIBLE)

LA MISE EN ORBITE



GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES

ORBITES VISEES

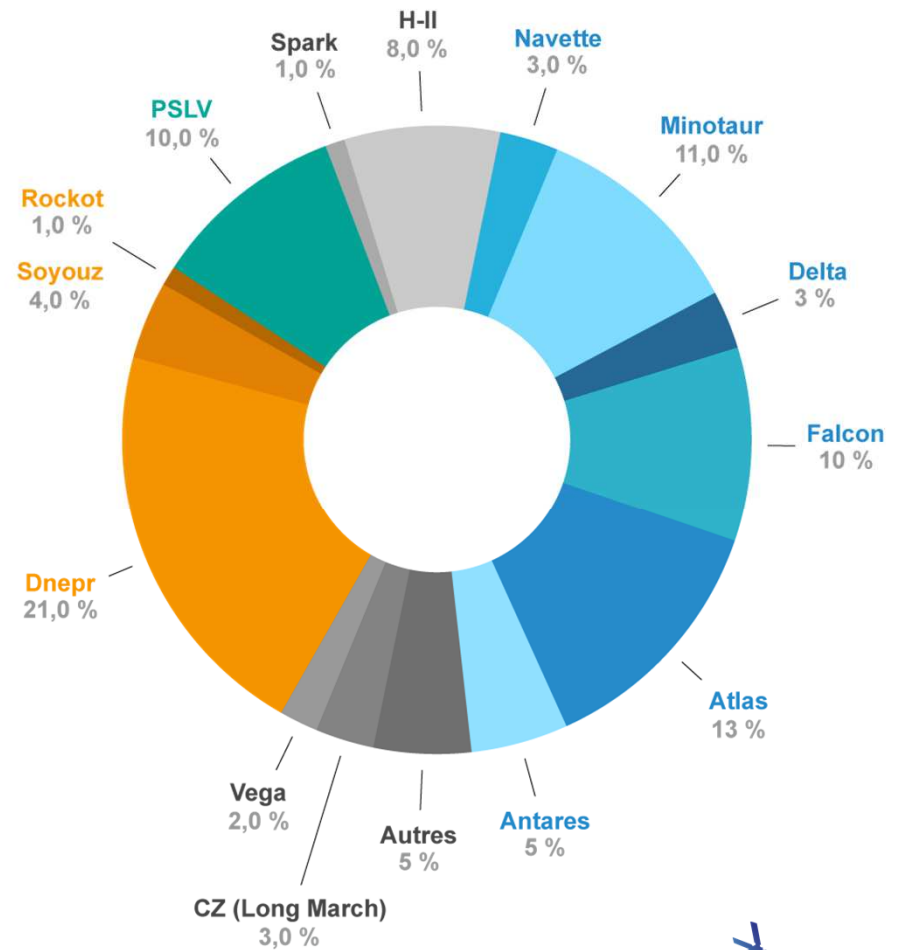
- Principalement des orbites basses polaires entre 350 Km et 800 km (idéalement 500 Km)
- Respect de la Loi des Opérations Spatiales (en fin de vie rentrée dans l'atmosphère en moins de 25 ans)

LA MISE EN ORBITE

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES

✈ MOYENS DE LANCEMENT

- Falcon 9, Soyouz, DNEPR, Rockot, PSLV, VEGA,...
- La Station Spatiale Internationale (plus de 200 déjà lancés).
- Piggy-back (passager « clandestin »)



PIGGY-BACK?

✦ Le record actuel :
143 satellites (SPACE X)



GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES

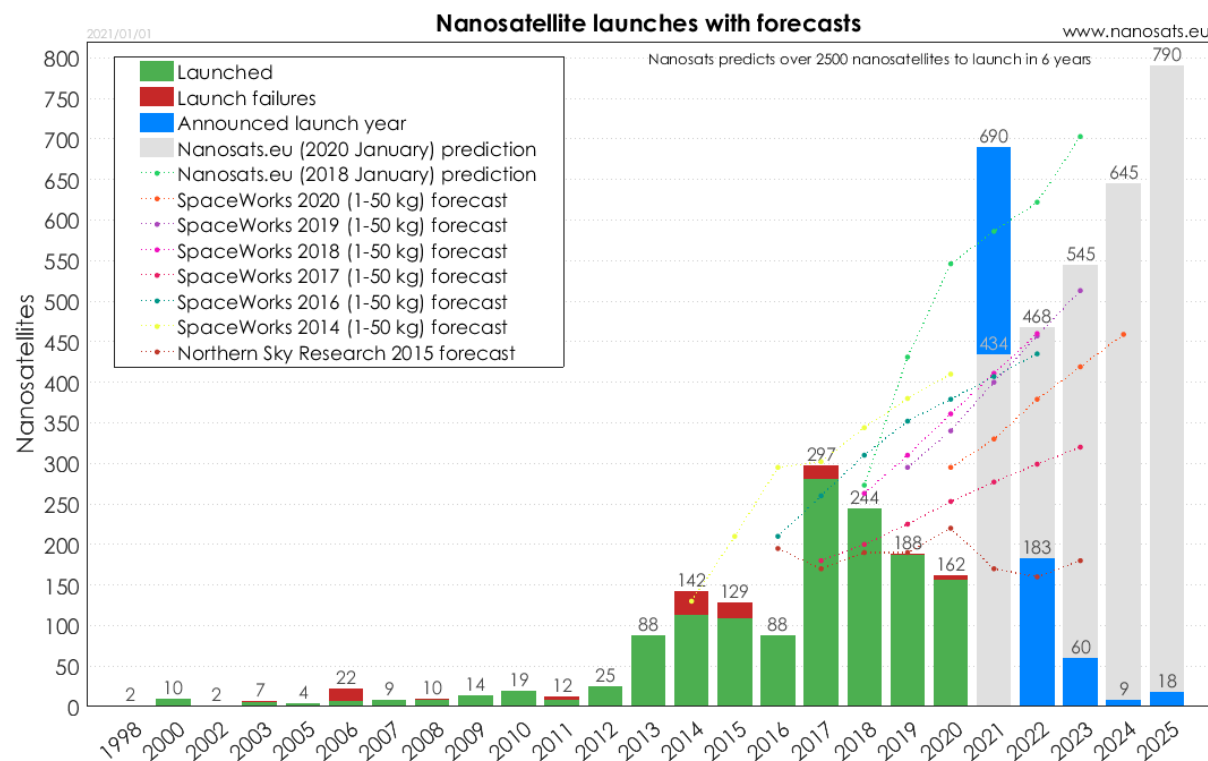
ETAT DES LIEUX

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES

NANOSATELLITES LANCEMENTS ET PRÉVISION

Plus de **1300**
cubesats lancés
depuis 1998

Près de **4000**
cubesats prévus
entre 2019 et 2023



ETAT DES LIEUX

NANOSATELLITES PAR PAYS

GÉNÉRALITÉS

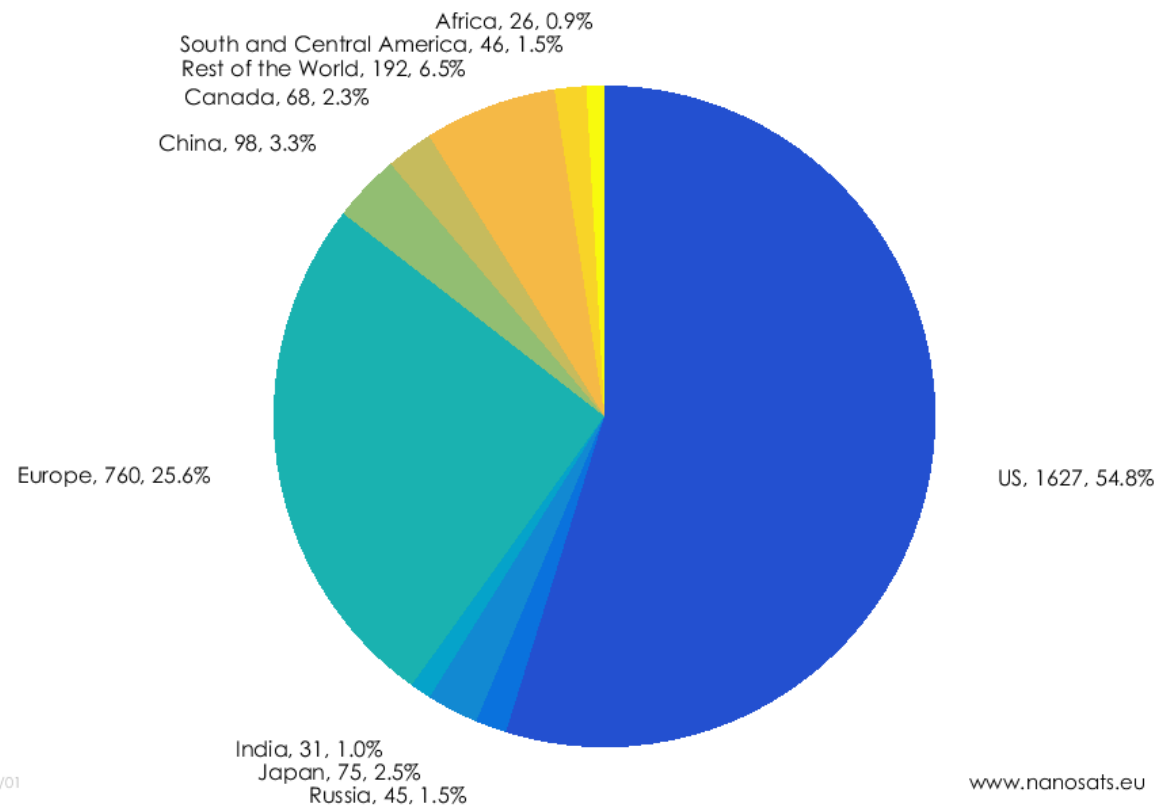
NANOLAB

EYESAT

BILAN

OFFRES

All nanosatellites by locations



21/01/01

www.nanosats.eu

ETAT DES LIEUX

GÉNÉRALITÉS

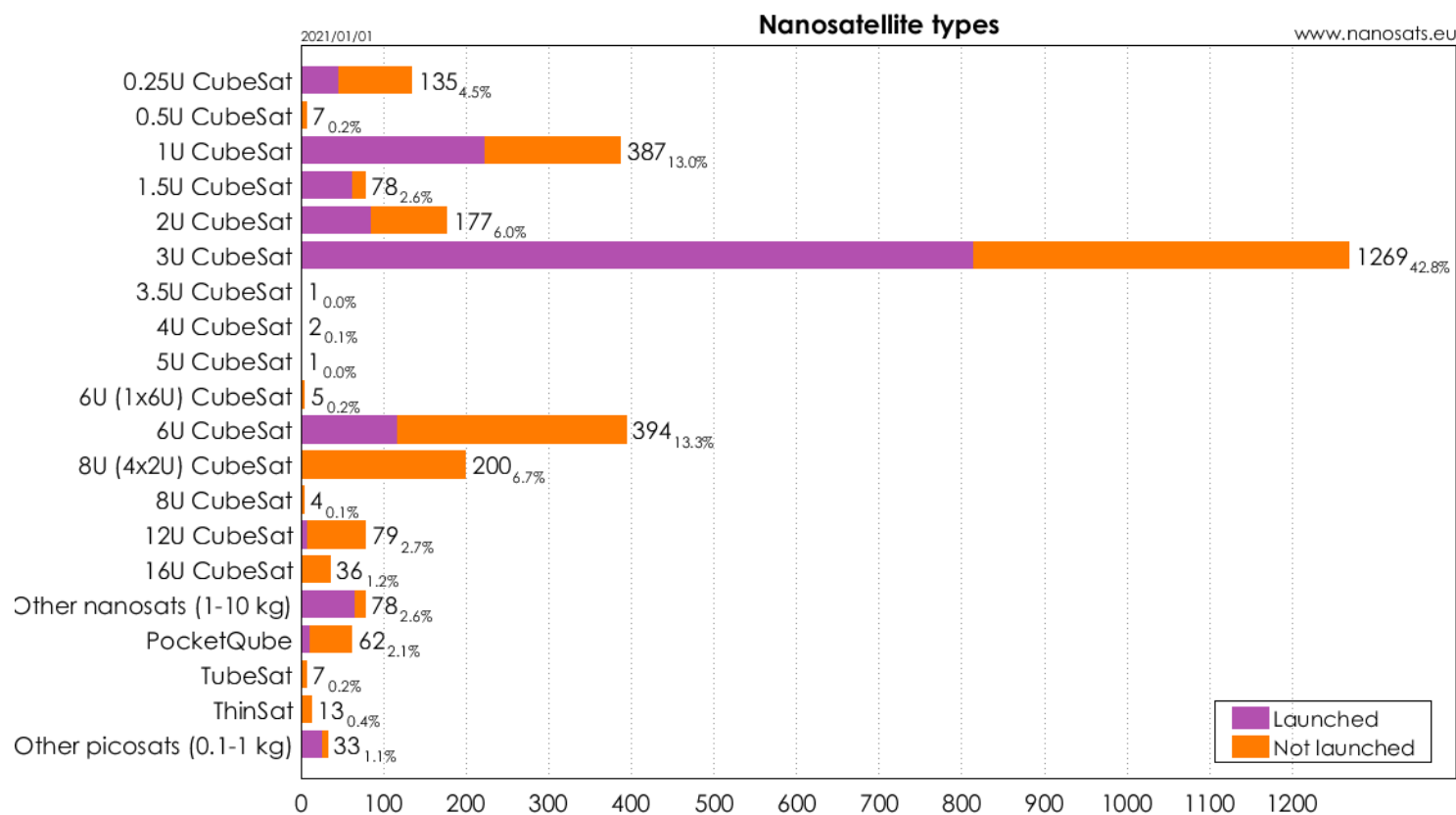
NANOLAB

EYESAT

BILAN

OFFRES

NANOSATELLITES PAR TAILLE



ETAT DES LIEUX

GÉNÉRALITÉS

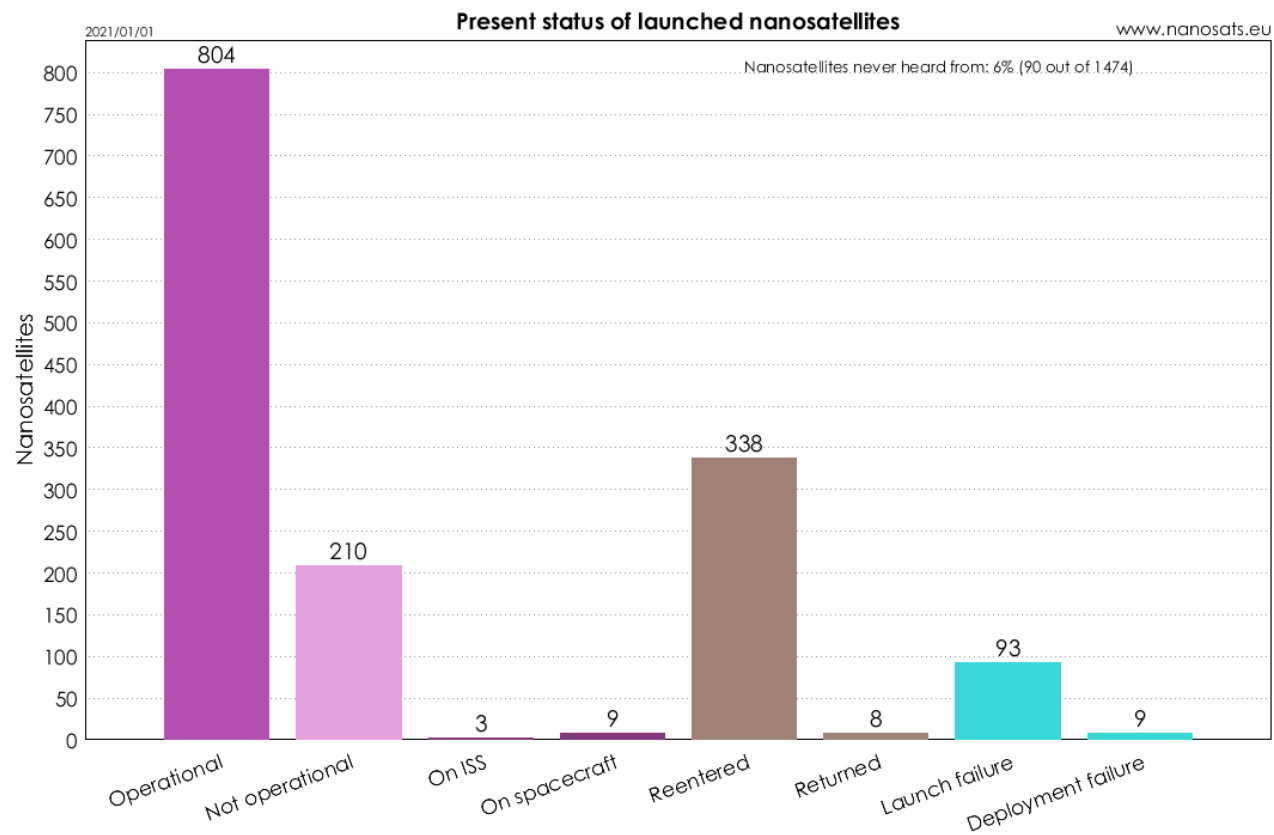
NANOLAB

EYESAT

BILAN

OFFRES

NANOSATELLITES ETAT DE FONCTIONNEMENT



PROGRAMME NANOLAB ACADEMY



GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



OBJECTIFS DE NANOLAB ACADEMY

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES

RENDRE LES ÉTUDIANTS DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ACTEURS DU SPATIAL
À TRAVERS LE DÉVELOPPEMENT DE SYSTÈMES CUBESATS

NANOSATELLITES DE TYPE CUBESAT

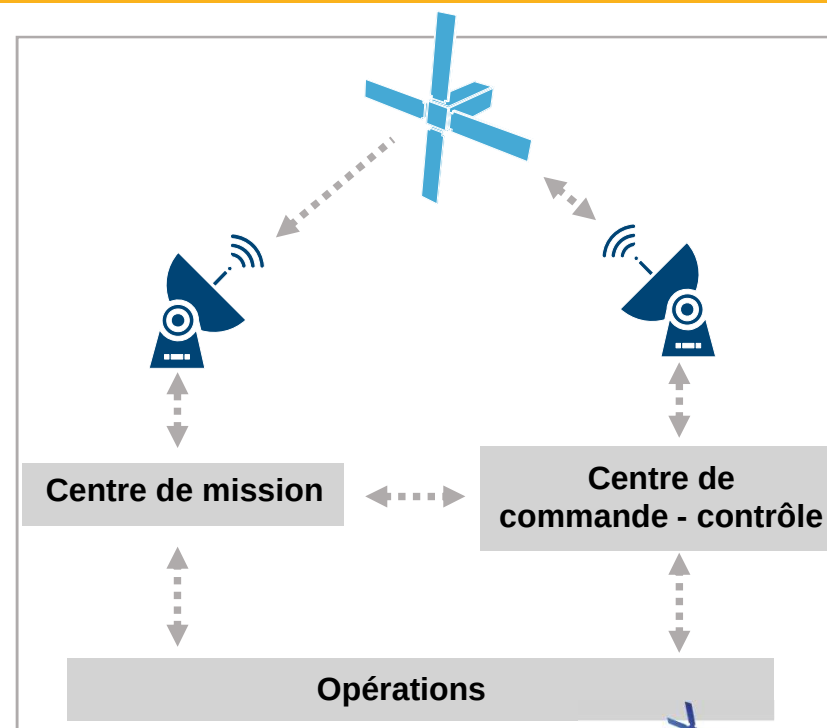
- masse comprise entre **1 et 12 kg (1U à 6U)**

CHARGES UTILES POUR :

- mesurer des paramètres de l'environnement terrestre
- faire des images de la Terre (différentes résolutions et bandes spectrales)
- localiser des véhicules terrestres (bateaux, camions,...)
- participer à l'exploration du système solaire
- observer l'univers...

SEGMENT SOL

- stations sol VHF/UHF, 2GHz, 8 GHz,
- centre de contrôle, centre de mission



PROJET NANOLAB ACADEMY

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES

✈️ Réalisation d'un nanosat en interne CNES

- EYESAT, réalisé par des étudiants en stage au CNES
- ...

✈️ Soutien au développement de nanosats dans les CSU

- Soutien technique et expertise tout au long du projet
- Co financement des nano satellites éligibles à partir de la phase C

✈️ Collaboration internationales en terme de formation

- Accueil de stagiaires étrangers
- Financement de stage à l'étranger

UNIVERSITES/ECOLES PARTICIPANT

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



PROJET EYESAT

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



eyesat

Interplanetary dust and galaxy

MISSION

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



✈ PEDAGOGIQUE

- Réaliser en 5 ans un triple cubesat avec des étudiants

✈ SCIENTIFIQUE

- Observation de la lumière Zodiacale (lumière solaire diffusée par les poussières inter-planétaires)
- Mesures de l'intensité et de la polarisation dans 4 bandes spectrales, bleu, vert, rouge et proche infra rouge

✈ DEMONSTRATION TECHNOLOGIQUE

- Démonstration en vol de nouvelles technologies issues de la R&T du CNES

✈ « OUTREACH »

- Image à 360° de la voie Lactée

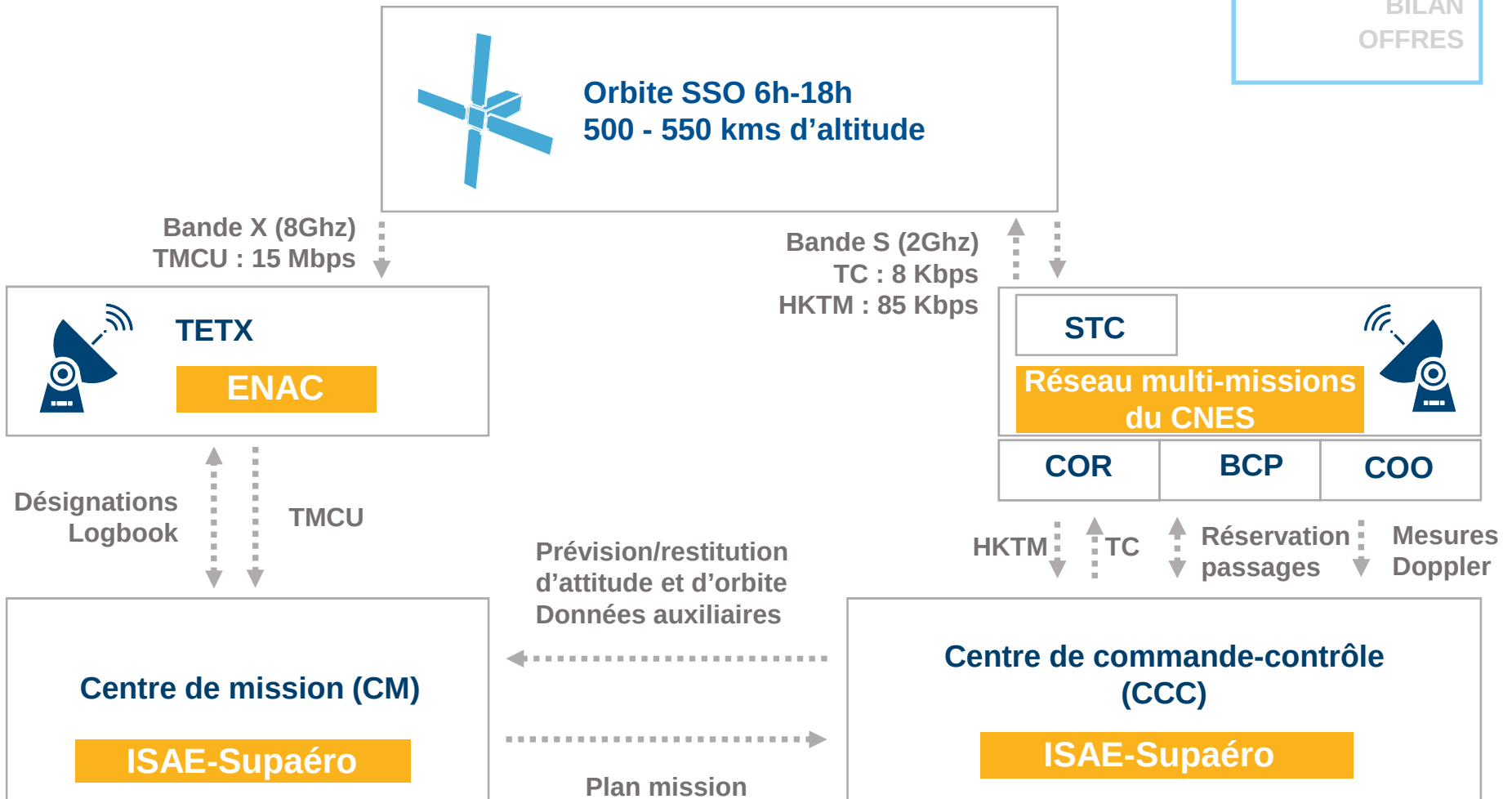
PLANNING GENERAL

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



ARCHITECTURE SYSTEME

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES

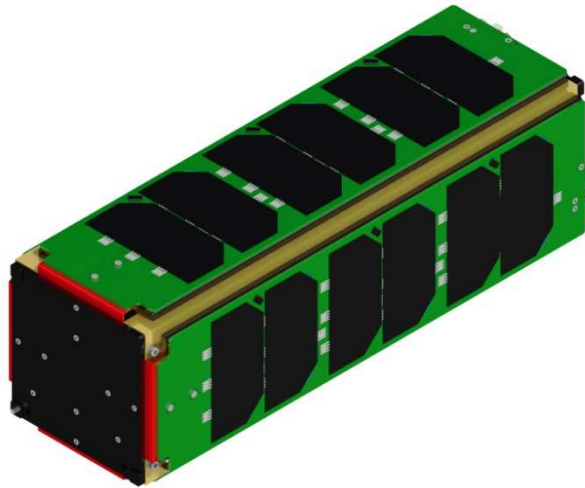


SCENARIO MISSION

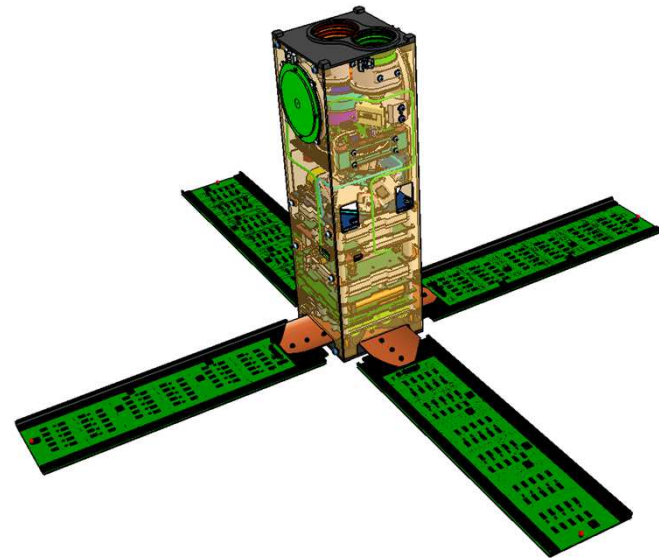
GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES

✦ ORBITE HELIO-SYNCHRONE

- Altitude environ 500 Kms
- Heure Locale 6H

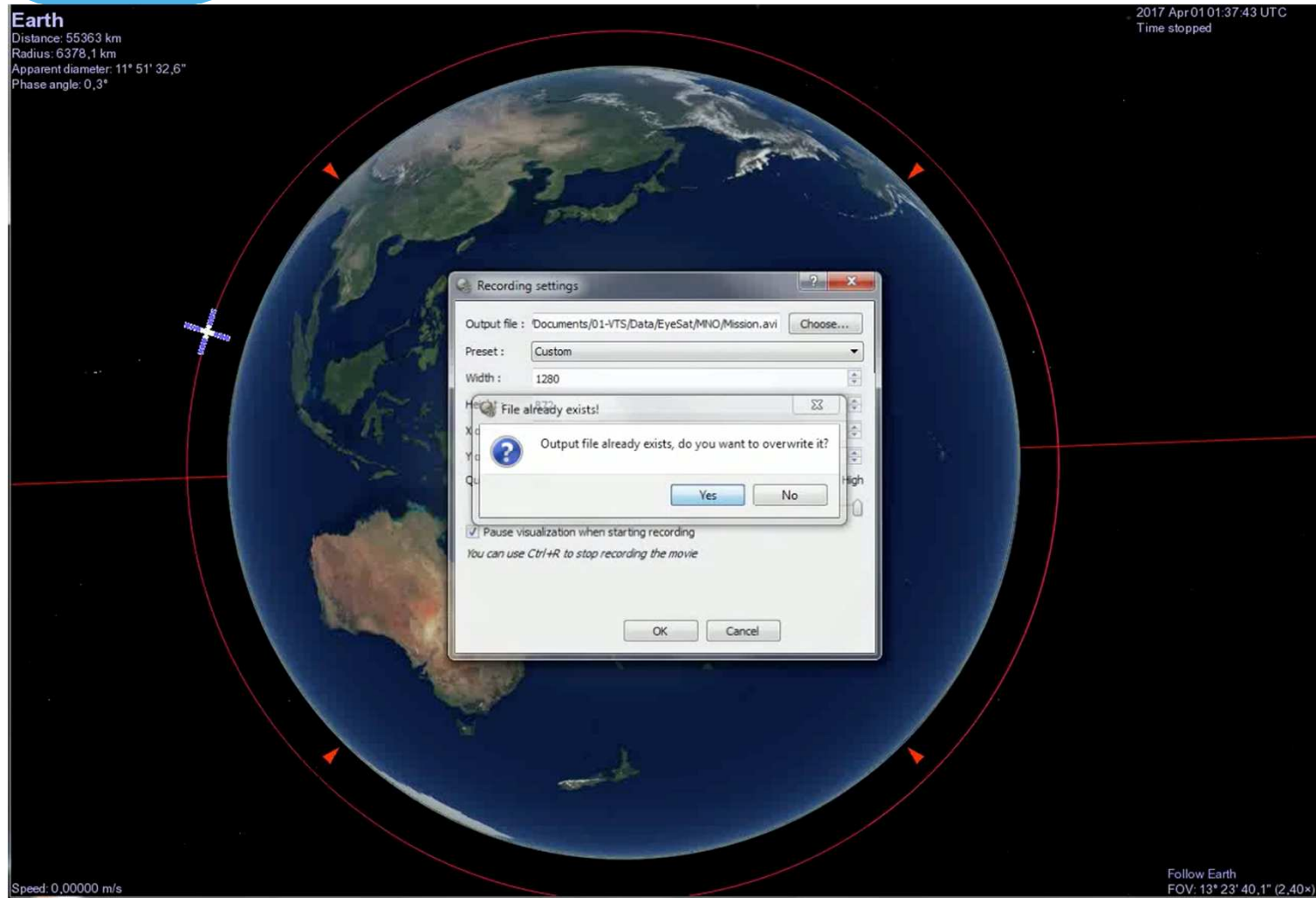


Configuration lancement



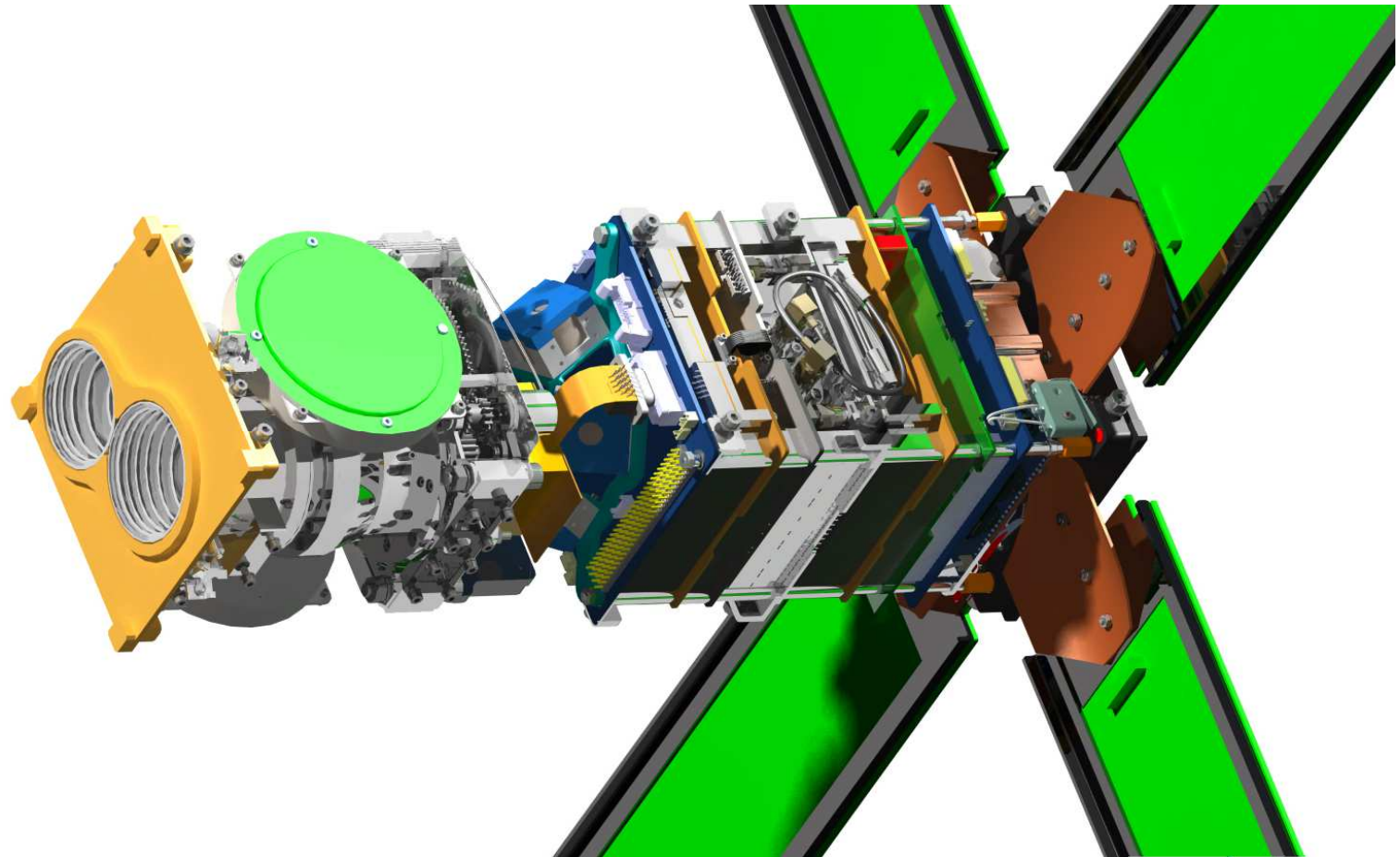
Configuration en orbite

EYESAT : SCENARIO MISSION



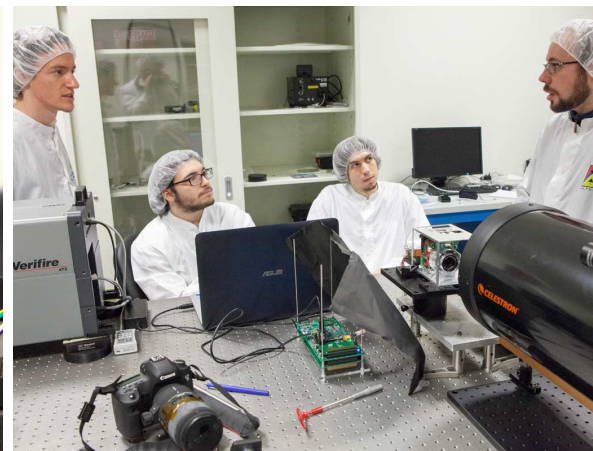
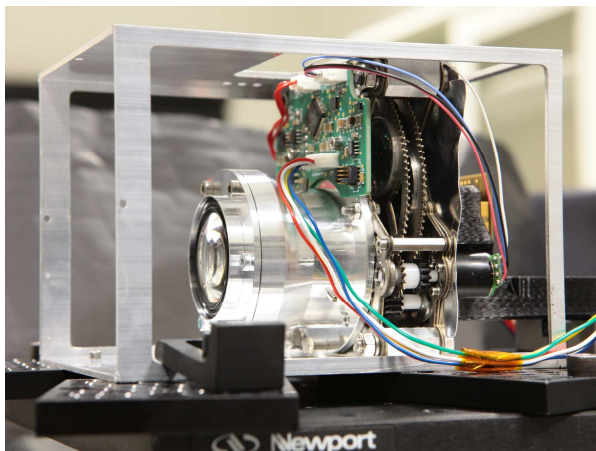
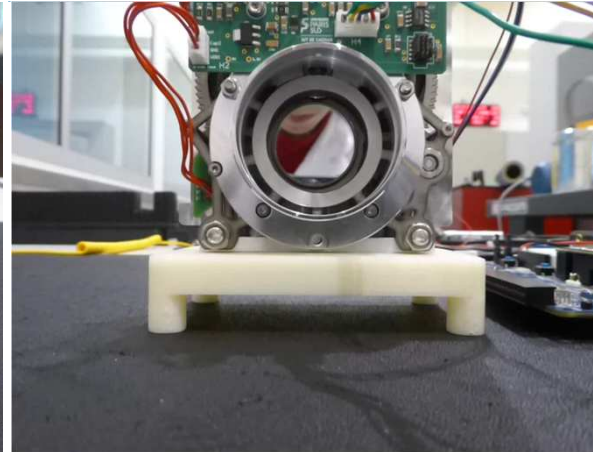
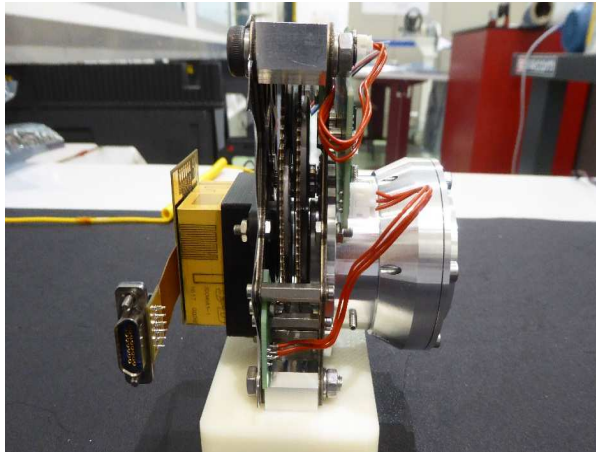
LE TRIPLE CUBESAT

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



L'INSTRUMENT IRIS

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



IRIS AU PIC DU MIDI

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



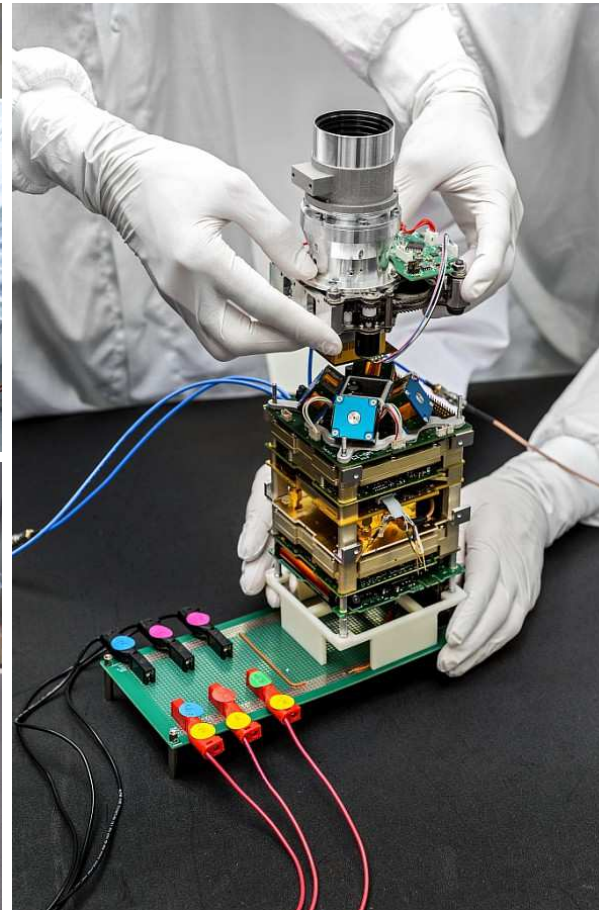
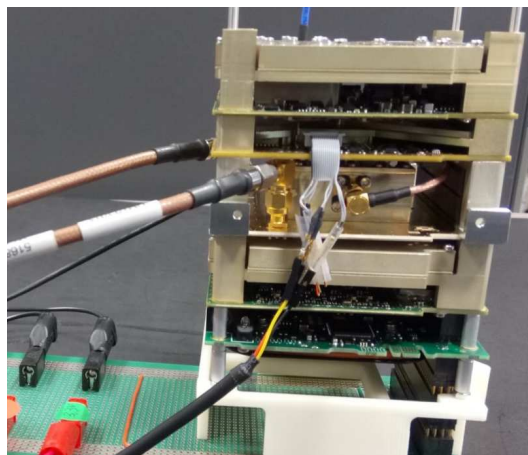
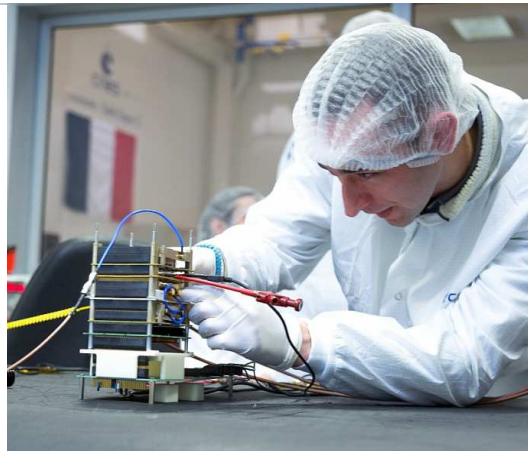
ASSEMBLAGE INTEGRATION TEST

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



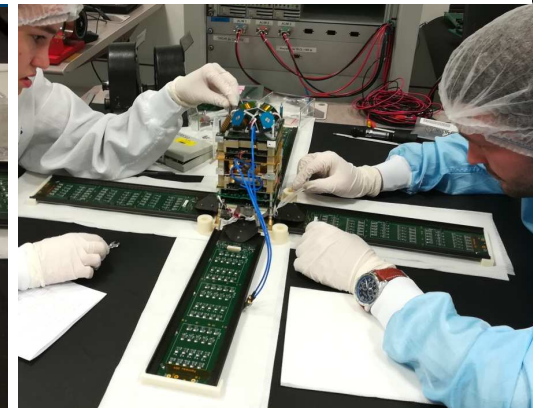
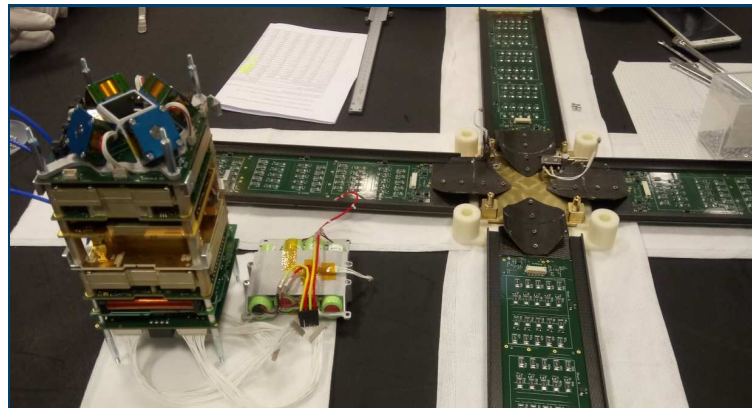
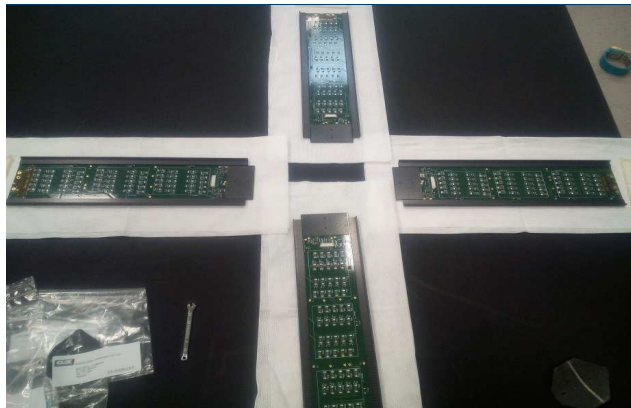
ASSEMBLAGE INTEGRATION TEST

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



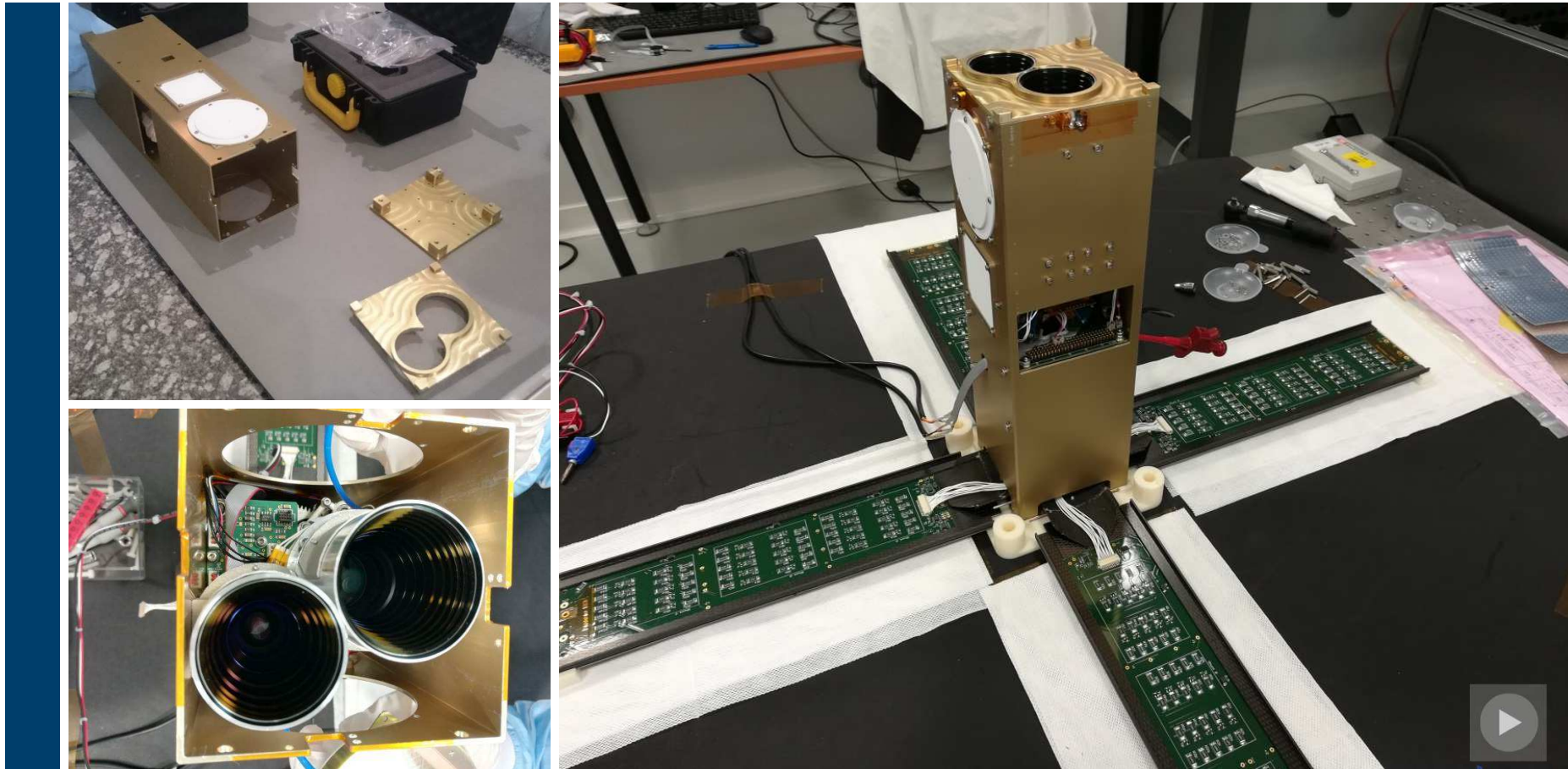
ASSEMBLAGE INTEGRATION TEST

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



ASSEMBLAGE INTEGRATION TEST

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES

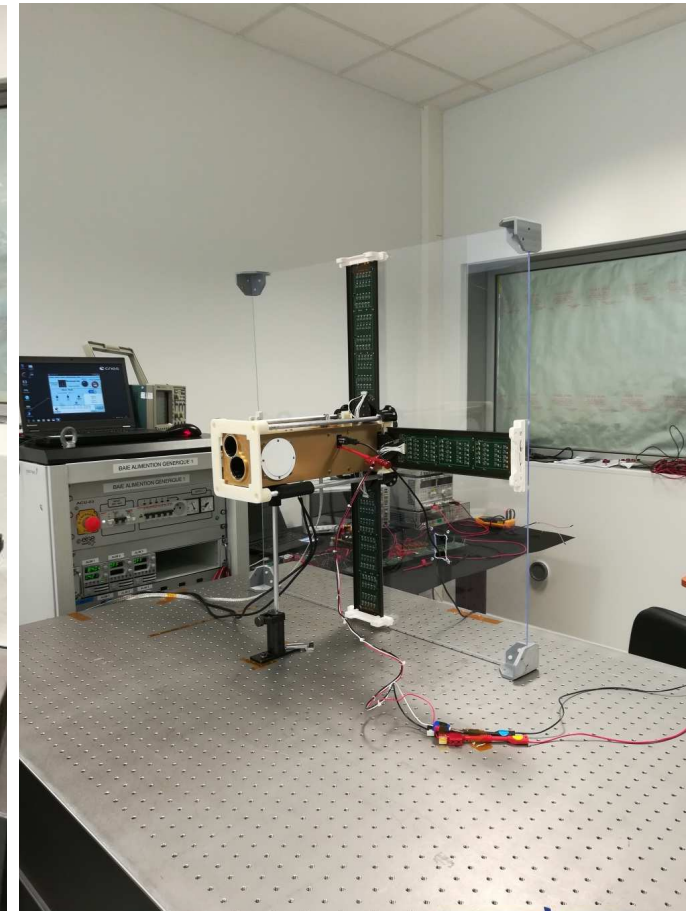
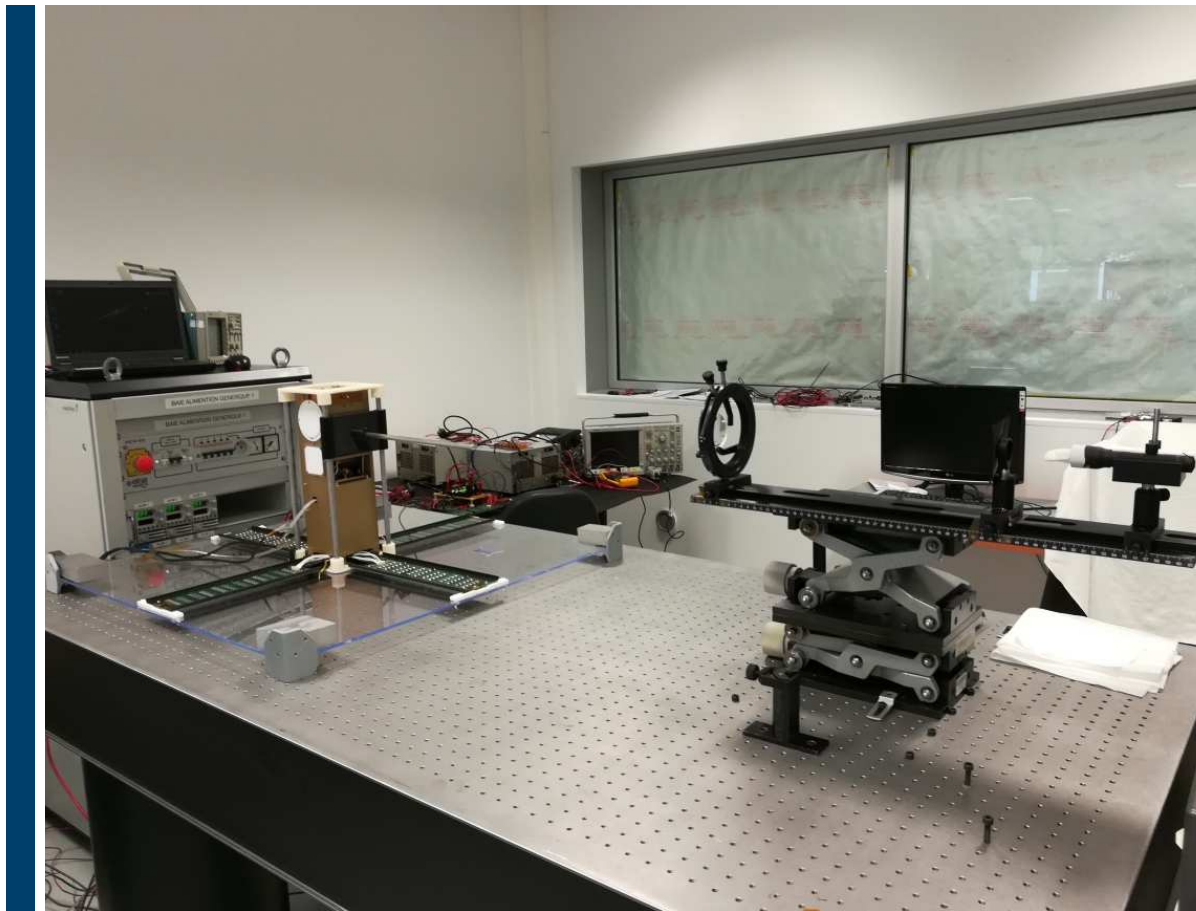


AIT (ASSEMBLAGE INTEGRATION TEST)



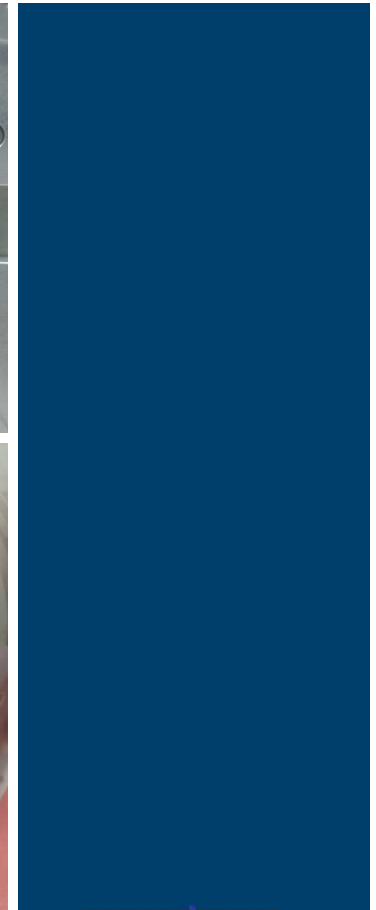
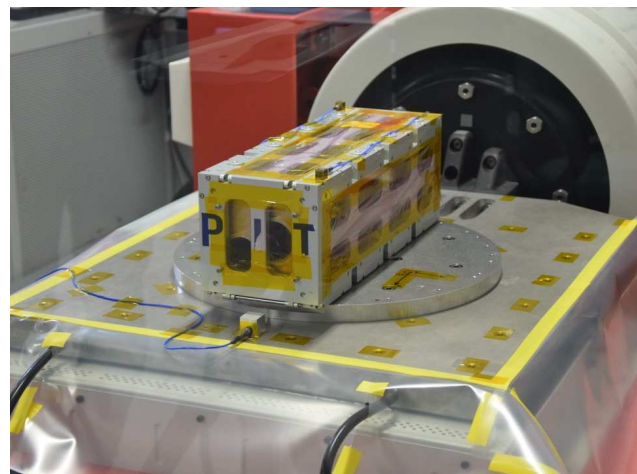
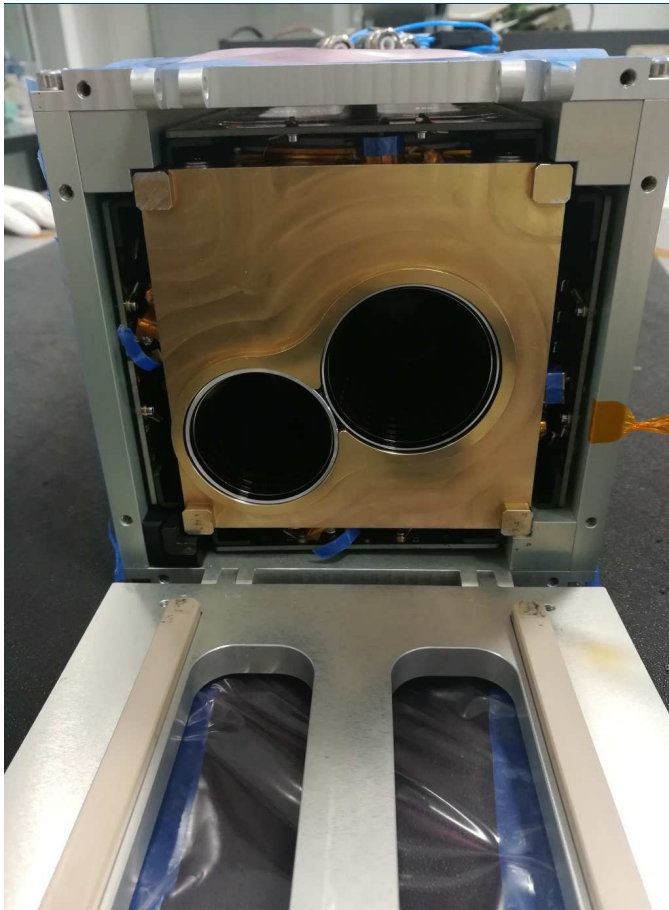
ASSEMBLAGE INTEGRATION TEST

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



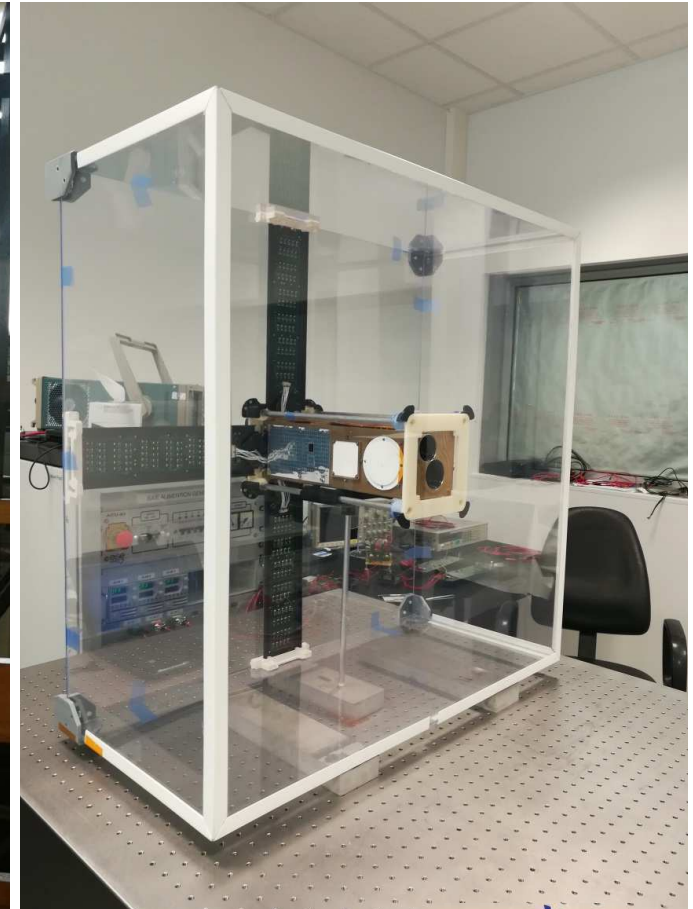
ESSAIS MECANQUES

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



ESSAIS CHAMBRE AMAGNETIQUE

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



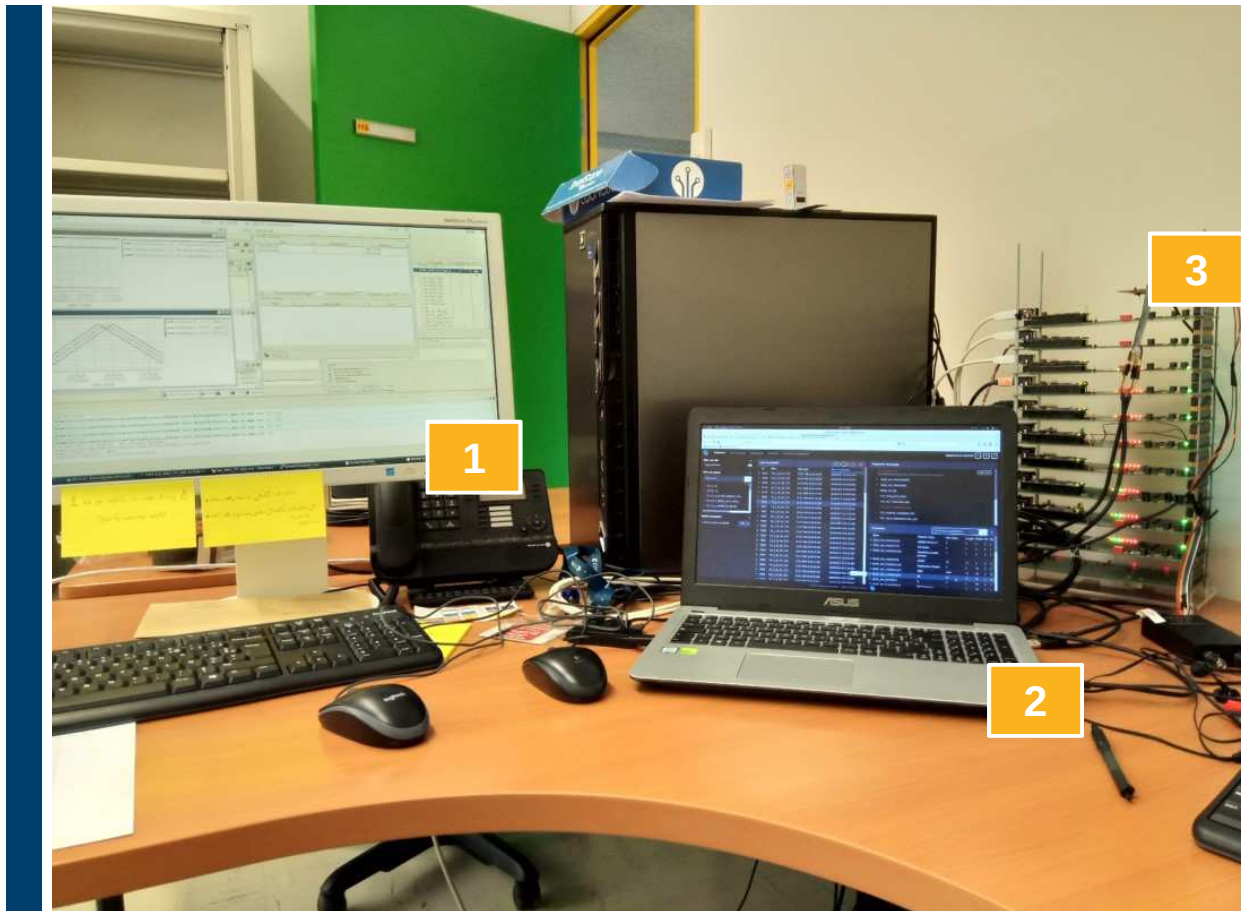
ESSAIS VIDE THERMIQUE

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



ESSAIS SYSTEME

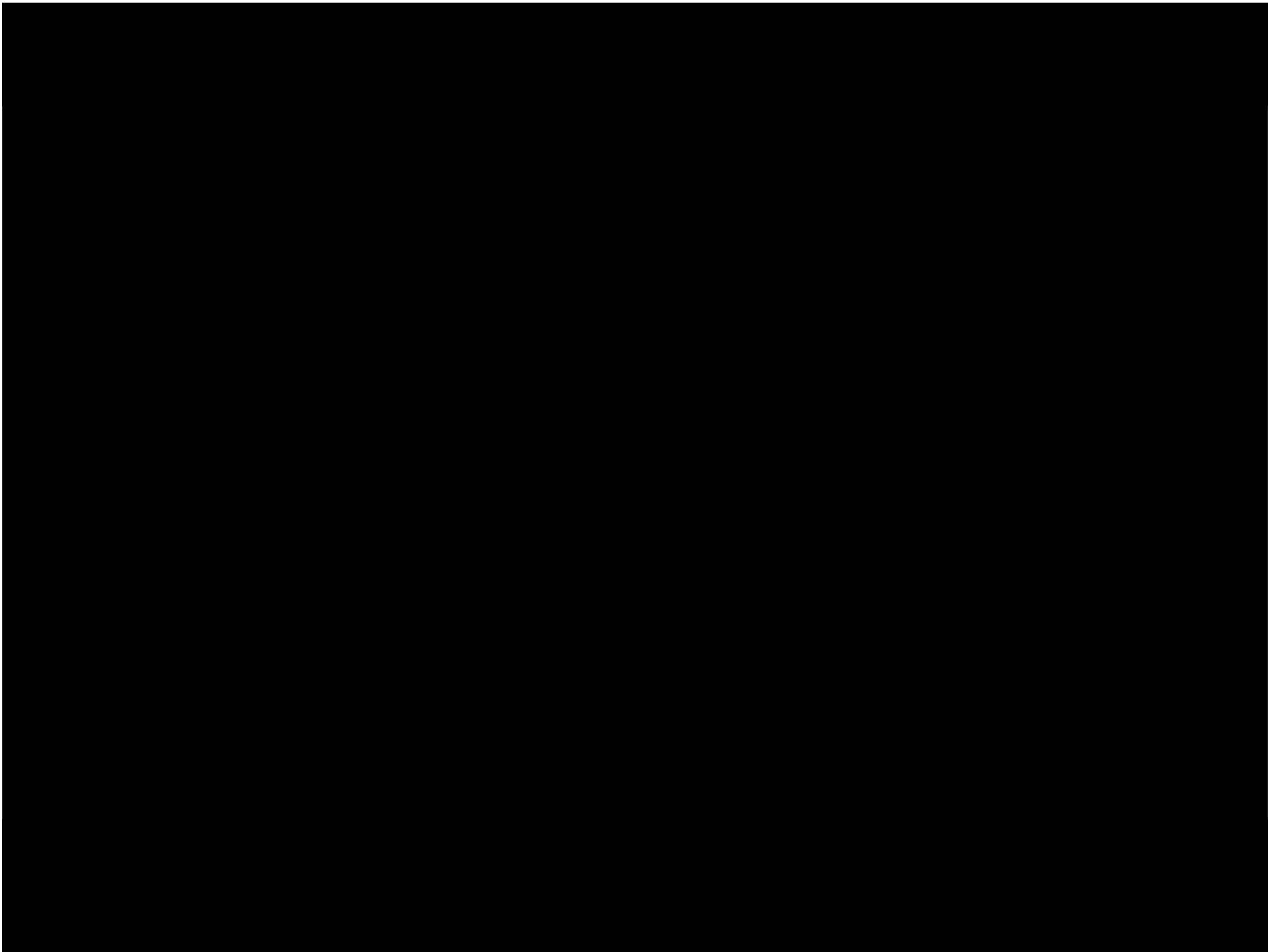
GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES



1 SIMULATEUR
NUMÉRIQUE

2 CENTRE DE
CONTRÔLE

3 CARTES
ÉLECTRONIQUES



EYESAT est en orbite !



Lancement le 18 décembre 2020 par un Soyouz (VS23)



LA RECETTE EN VOL (1/2)

- **Tests de l'ensemble des sous systèmes : OK**

SCAO : Précision : $<0.1^\circ$

Stabilité $<0.1^\circ$ sur 15s

- **Première image du ciel** pour corriger les biais

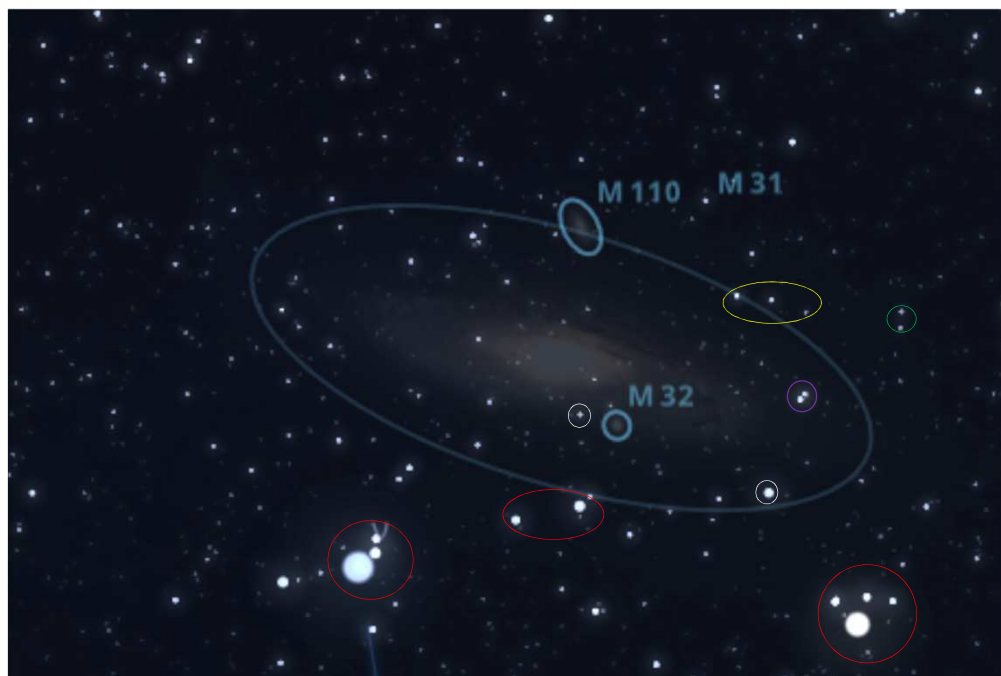


Image de référence

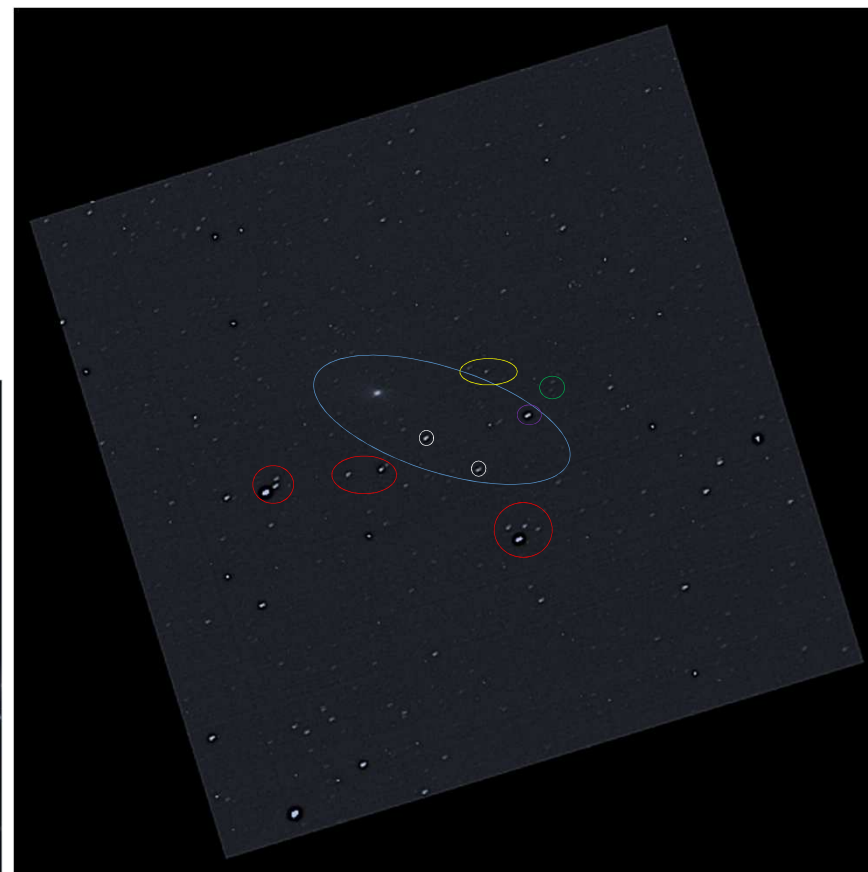
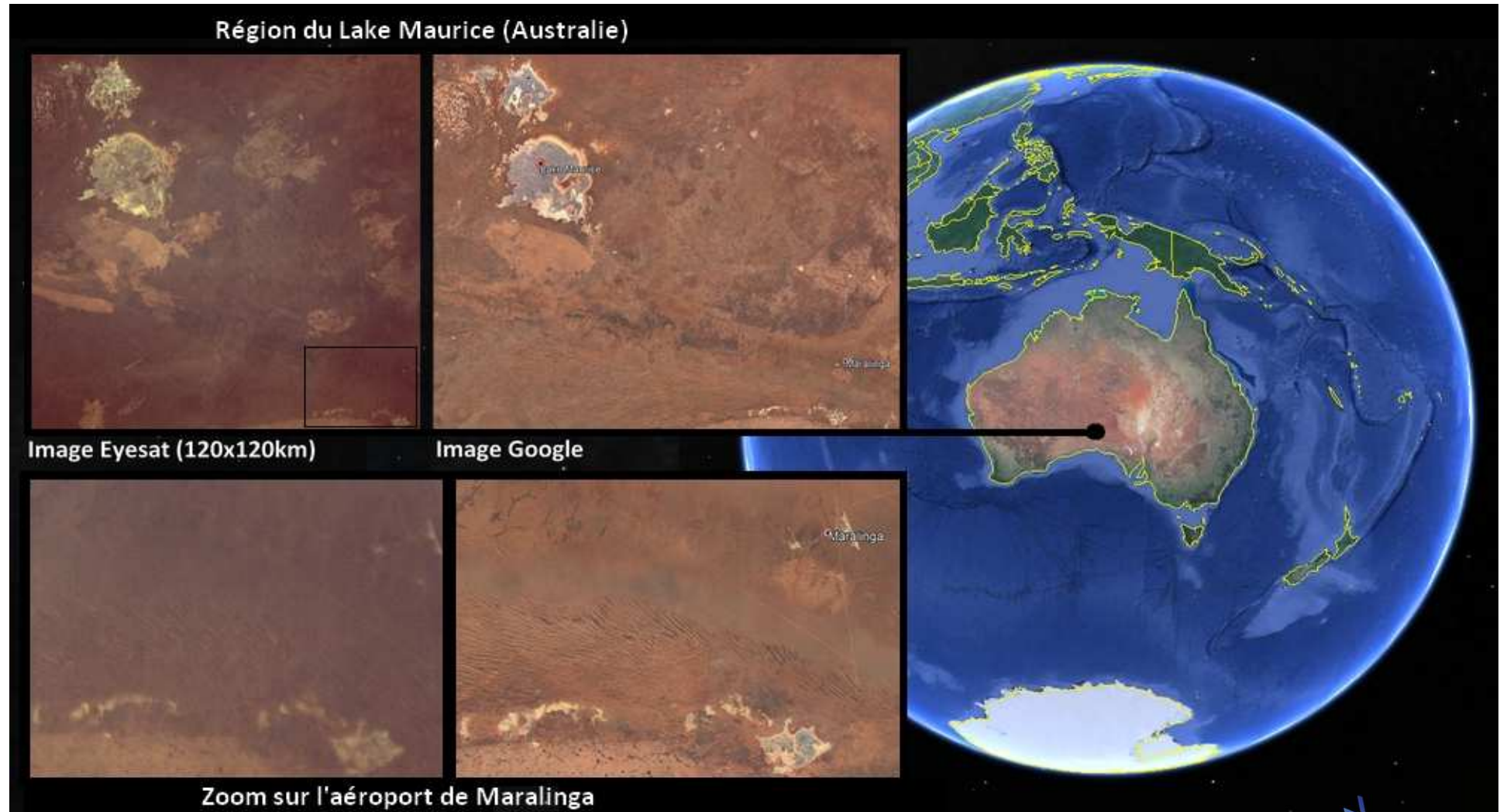


Image réalisée par EyeSat le
31/12/2019 à 20h38 UTC
(1000 x 1000 pixels)

LA RECETTE EN VOL (2/2)



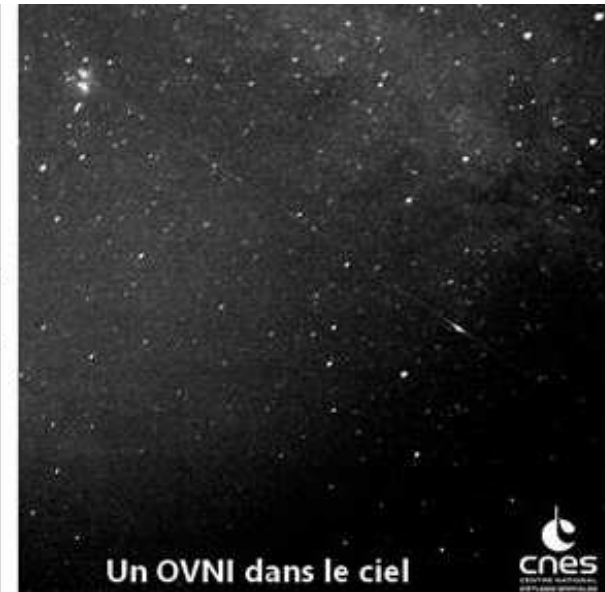
Quelques belles images



Andromède



Nébuluse de la Lagune



Un OVNI dans le ciel



Après EYESAT... AEROSAT

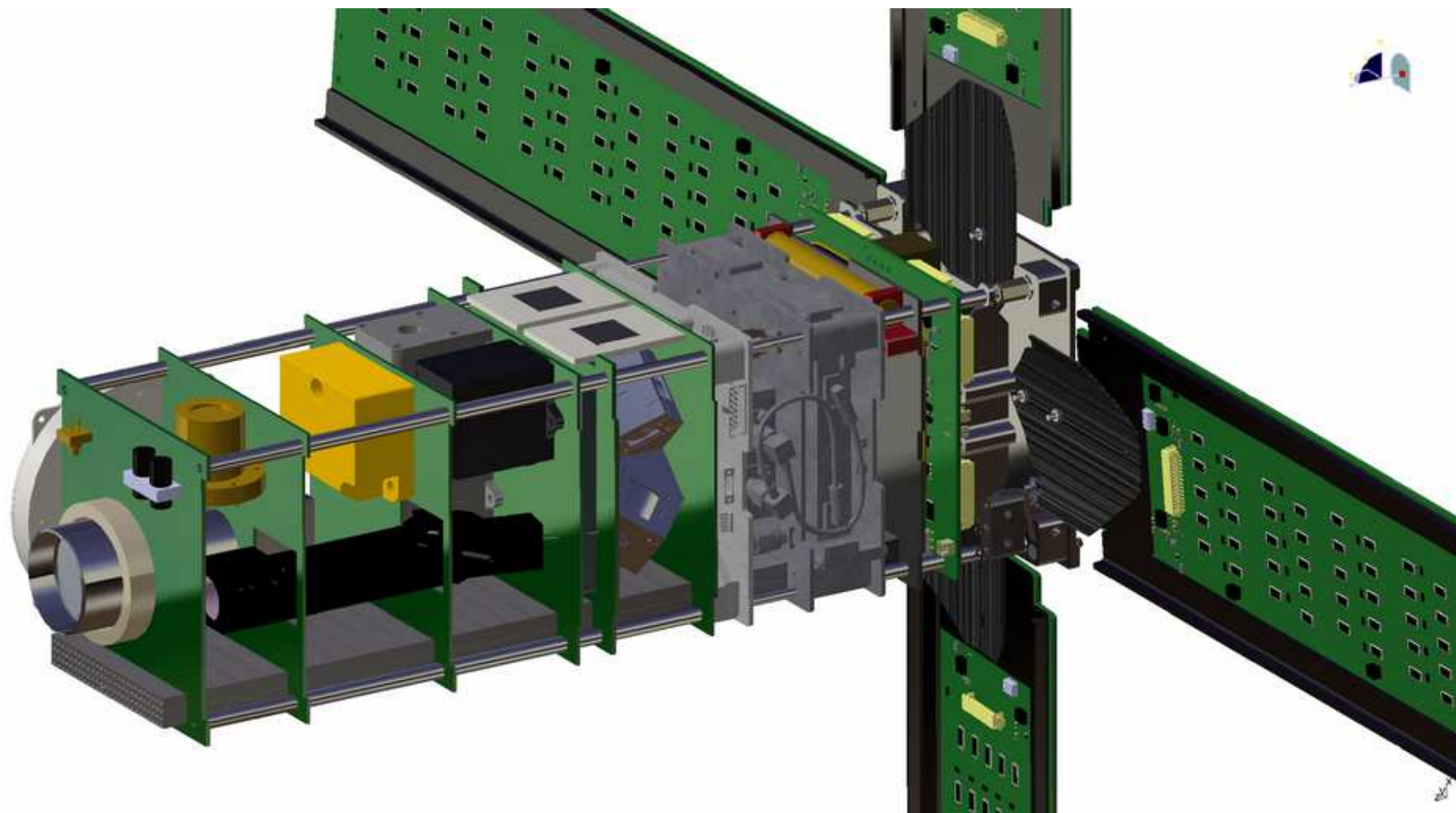
✈ Nanosatellite 3U actuellement à l'étude par des stagiaires CNES

- Réutilisation de la plateforme EYESAT
- Charge utiles candidates
 - ✓ LOAC (compteur d'aérosols, R&T CNES, LPC2E)
 - ✓ Gysele (senseur gyro stellaire)
Hybridation d'un senseur Auriga SODERN avec un gyro.
Porteurs DV/AS, TB/LV, TB/MS
 - ✓ CU Radiation
Capteurs de radiation CARMEN miniaturisé et détecteurs à fibres optiques
Porteurs : AQ/EC pour les capteurs, **TB/LV** pour la R&T soft
 - ✓ CU Contamination (microbalance + resistack)
Porteurs : AQ/LE pour les capteurs, stagiaires NANOLAB pour les conditionneurs

RH 2019 : 1 stagiaire ingénieur CNES pour l'étude mission
2020 : 2 stagiaires électronique CU
2020 : 2 stagiaires senseur gyro
2019-2022 : 1 apprenti sur l'AIT (incl. Bancs de test CU)



Après EYESAT... AEROSAT



BILAN UNIVERSITES/ECOLES

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES

✦ A CE JOUR PLUS DE 2000 ETUDIANTS ONT PARTICIPE A NANOLAB ACADEMY

- BTS, IUT, Licence pro, Master 1 et 2, 2ème et 3ème année d'école d'ingénieurs, thèses
- Stages de césure ou de fin d'étude (entre 3 et 6 mois) ou des projets (80 à 100 heures) durant le cursus académique

✦ PLUS DE 150 PROFESSEURS, INGENIEURS, TECHNICIENS ENCADRENT LES PROJETS CUBESATS

✦ BENEFICES POUR LES ETUDIANTS

- Apprentissage concret du métier d'ingénieur en complément de leur formation académique,
- Facilité d'obtention de stages à l'étranger dans des agences (JPL, ESA) ou des universités (Tohoku, Caltech, MIT,..)
- Obtention rapide d'un emploi, principalement dans le spatial (AIRBUS, TAS, THALES SERVICE, CNES, AKKA, SODERN, ISIS, GMV, SPACEBELL, 3D+, EPSILON, NEXEYA conseil et formation, ISAE, LISA, LESIA, IRAP,...)
- Possibilité de faire des thèses

PROJET NANOLAB ACADEMY

GÉNÉRALITÉS
NANOLAB
EYESAT
BILAN
OFFRES

MERCI