



PRESENTATION EYE-SAT

OBJECTIFS DE LA MISSION



OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

La lumière zodiacale

■ La lumière zodiacale, c'est quoi ?

- Faible lumière qui correspond à la diffusion de la lumière solaire par les poussières interplanétaires
- Difficilement visible depuis la Terre, même dans de bonnes conditions

■ Intérêts scientifiques

- Première mission dédiée
- Essentiel pour l'observation de sources faibles étendues (galaxies, exoplanètes)
- Permet l'étude des poussières interplanétaires (répartition, mouvements, aspects)

■ Ce qu'Eye-Sat propose

- Amélioration de la connaissance de la photométrie et de la polarisation
- Dans 4 bandes spectrales : le bleu, le vert, le rouge et le proche infrarouge



Observation depuis le sol

OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

La lumière zodiacale

■ Que mesure-t-on ?

- Mesure absolue de la luminance zodiacale en lumière non-polarisée
- Mesure de la polarisation linéaire ainsi que de l'orientation du champ de polarisation de la lumière zodiacale

■ Propriétés de la mesure

- 4 bandes spectrales : bleu, vert, rouge et proche infrarouge
- Résolution spatiale entre 0.5° et 2°
- Précision de la mesure : 5% (minimum 10%) sur la luminance zodiacale

■ Conditions d'observation

- Pas de prise de vue lorsque la Terre/la Voie lactée/des planètes brillantes/la Lune sont trop proches du champ de vue
- Pas de prise de vue lors d'un passage dans l'Anomalie Sud Atlantique

■ Durée de la mission : minimum 1 an



OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Voie lactée



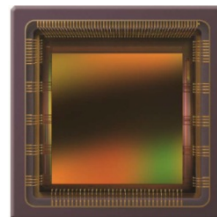
- Faire une belle image profonde de la galaxie à 360° sur 120° de latitude
 - En lumière non polarisée
 - Dans le domaine visible et dans le proche infrarouge
- Répétition de l'observation si cela est possible
- Objectif scientifique secondaire, lorsque l'observation de la lumière zodiacale n'est pas possible !



OBJECTIFS DEMONSTRATION TECHNOLOGIQUE

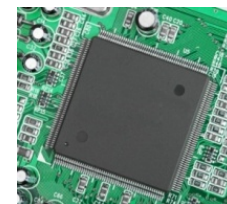
■ 5 AXES TECHNOLOGIQUES

- **Détecteur** : technologie CMOS couleur



Détecteur CMOS

- **Avionique** : utilisation d'un microprocesseur de type ARM
 - Disponible sur étagère, consomme peu, faible encombrement, faible coût
 - Puissance de calcul largement supérieure à celles des processeurs embarqués actuellement

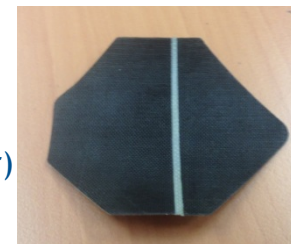


Microprocesseur ARM

- **Radiofréquences** : utilisation des bandes S et X
 - Bande S pour la commande/contrôle du satellite
 - Télémessure charge utile en bande X



- **Mécanismes** : déploiement d'appendices (panneaux solaires ...)
 - Utilisation de charnières composites autodéployables et autoverrouillables (joints de Carpentier)



- **Utilisation du logiciel LVCUGEN incluant un hyperviseur TSP (Time and Space Partition)**
 - Partitionnement (machines virtuelles) des ressources matérielles (mémoire, CPU, IOs)
 - Briques de base pour les fonctions de servitude (FDIR, gestion des IOs)

ANALYSE MISSION



L'ORBITE

■ Lancement en piggy-back sur un vol Soyouz avec SENTINELLE 1B et MICROSCOPE

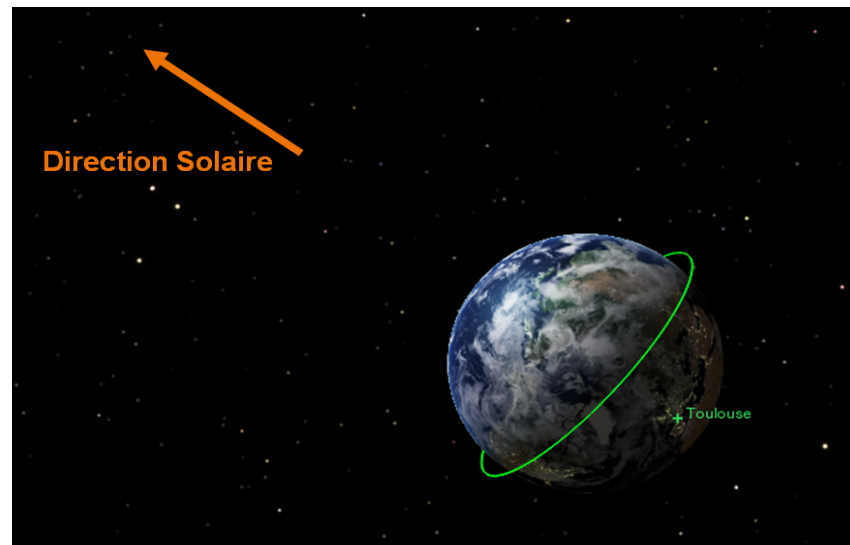
- Lancement prévu en avril 2016

■ Orbite héliosynchrone (SSO) quasi-polaire 6h-18h

- 700 km d'altitude et 98.17° d'inclinaison
- Période orbitale d'environ 100 mn
- 25 minutes de visibilité minimum avec une station sol à Toulouse à 10° d'élévation

■ Avantages de l'orbite

- Stable : variations faibles des paramètres orbitaux
- Cas d'éclipses limités mais pas inexistants ! Eclipses saisonnières en hiver (durée par orbite : 20 minutes max)
- Désorbitation naturelle d'Eye-Sat en moins de 25 ans, compatible avec la LOS

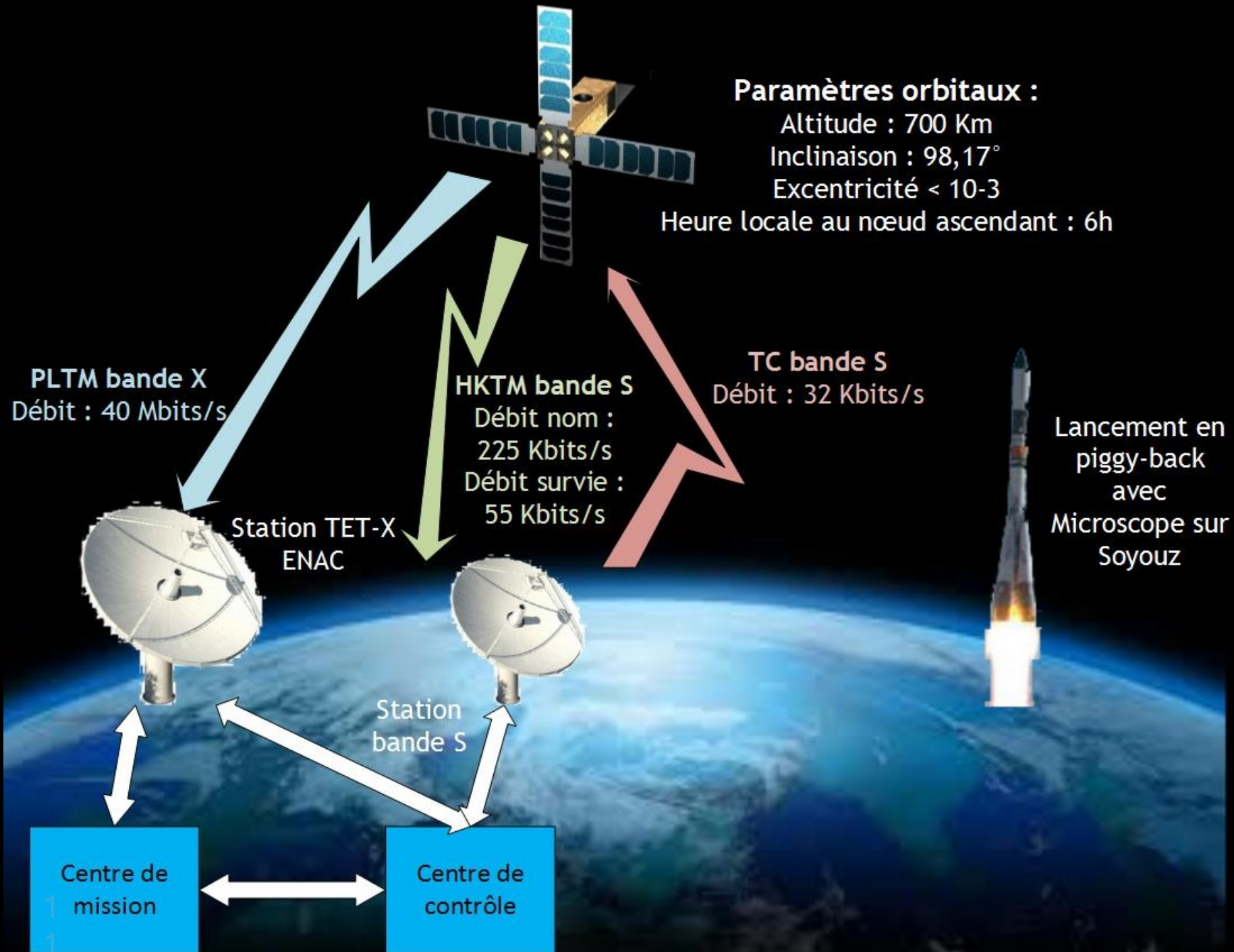


■ Inconvénients

- Présence de la Terre vraiment gênante en orbite basse (cône de 128° au sommet)
- Impactant pour la disponibilité de la mission et pour l'utilisation d'un senseur stellaire

LE SYSTÈME SPATIAL

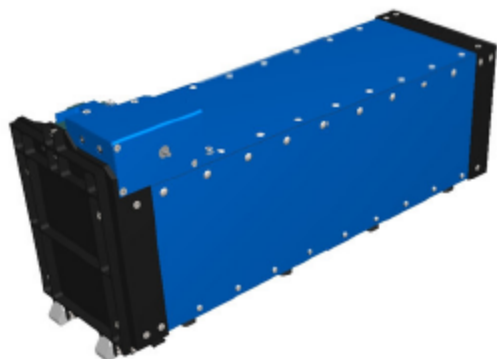




INTERFACE LANCEUR

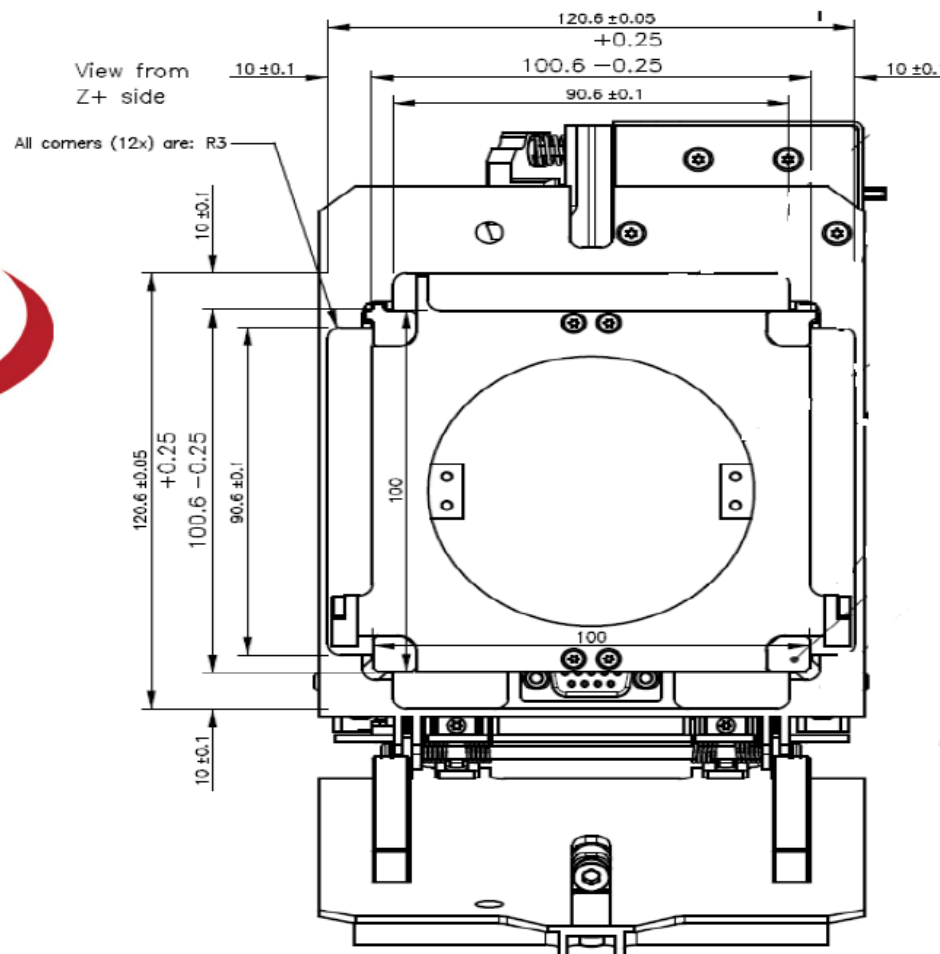
Choix du système de déploiement du satellite: ISIPOD

■ ISIPOD

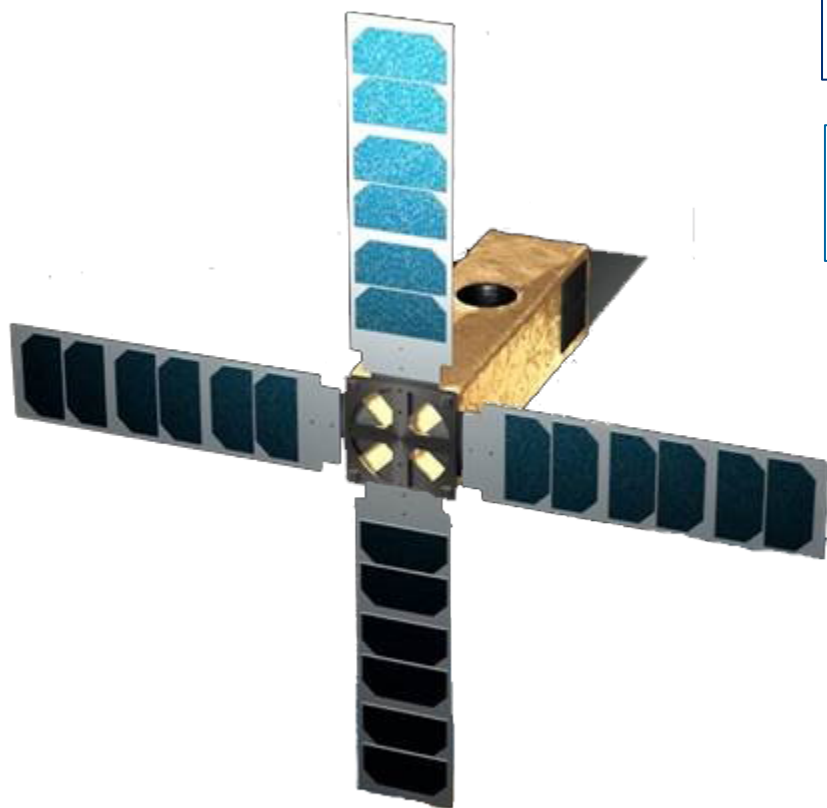


Avantages

- Prix (8K€)
- Système prouvé
- Compatible SOYOUZ
- Masse allouée au cubesat: 6kg



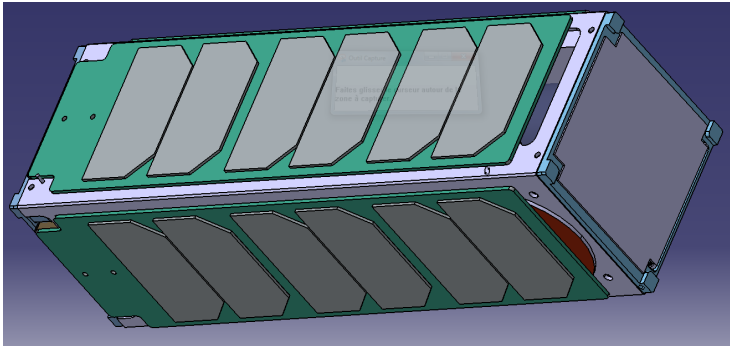
EYE-SAT VUE GLOBALE



Longueur	340 mm
Largeur	100 mm
Hauteur	100 mm

Masse	4,1 kg
Puissance produite	24 W

EYE-SAT VUE EXTERIEURE



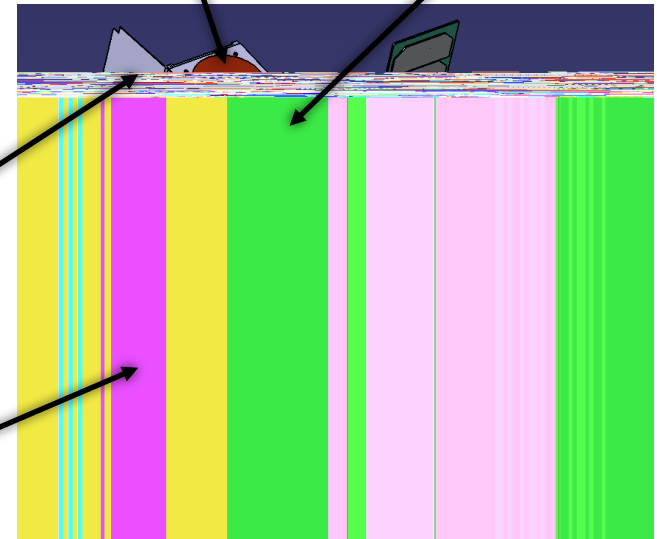
Eye-Sat en configuration lancement

Antenne bande S

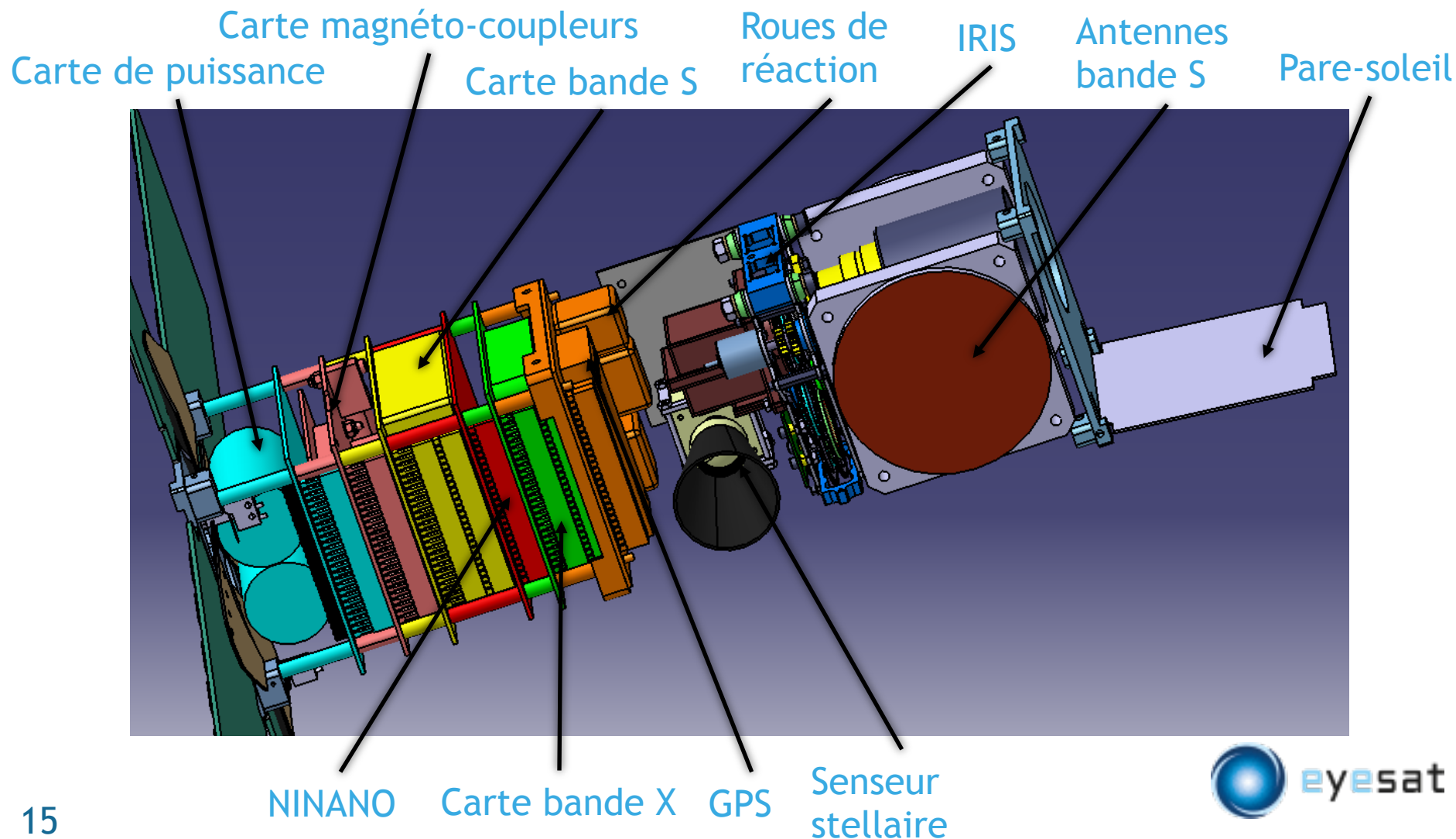
Antenne bande X

Pare-soleil

Panneaux solaires



EYE-SAT VUE INTERIEURE

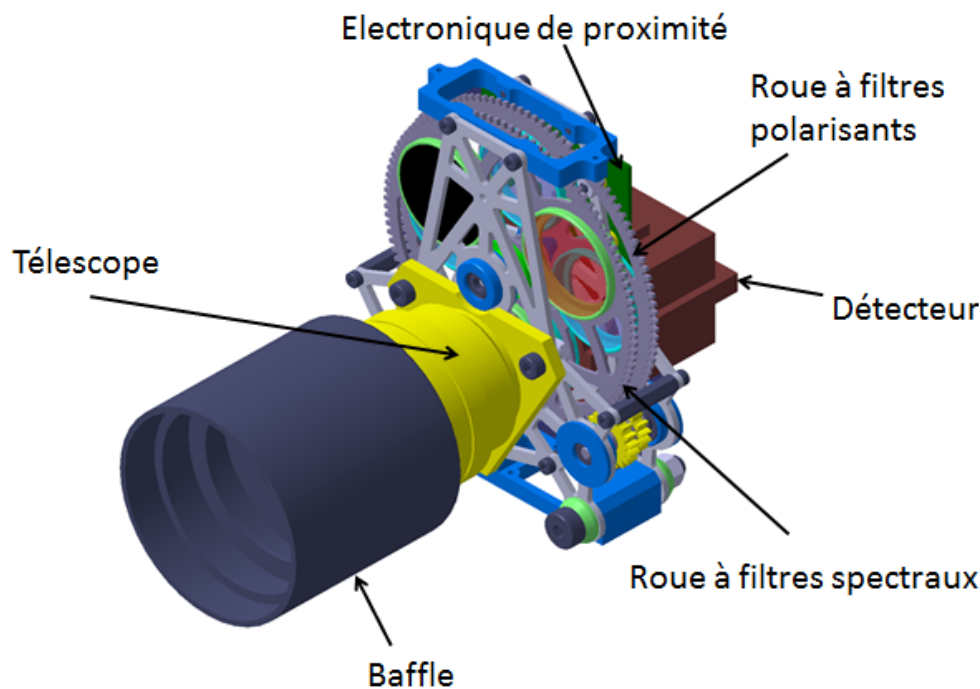


LA CHARGE UTILE : IRIS

Instrument Réalisé pour l'Imagerie Spectrale
Imager Realized for Interplanetary dust Study

Radio-imageur composé de :

- **Baffle** : limiter les lumières parasites
- **L'optique** : collecter le flux lumineux
 - Lentille mince non polarisante, focale 50 mm, ouverture 1.4
- **Une roue à filtres spectraux**
 - Passe bas VIS, passe haut NIR, cache noire
- **Une roue à filtres polarisants**
 - 3 grilles polarisantes et une lame neutre
- **Une électronique de commande du moteur pas à pas et de mesure de position des roues à filtres**
- **Un filtre spectral fixe, passe haut VIS**
- **Le détecteur CMOS couleur CMV4000 et son électronique de proximité**
- **Un contrôle thermique** : maintenir la température plan focal à $0^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$



LA PLATEFORME

Sous-système RF

TC et HKTM en bande S

■ Transmetteur micro TTC

- Action de R&T CNES et JANUS
- EM actuellement en test chez Syrlinks
- Masse < 400 g
- Dimensions : 96 x 90 x 50 (AC) mm³
- Consommation TC < 2 W
- Consommation (TM/TC) : 8W pour 33 dBm, 5W pour 27 dBm

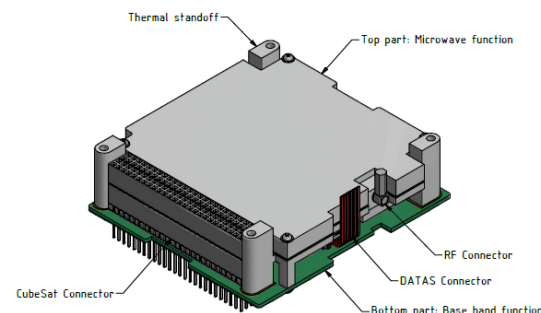


CAO carte bande S

TM charge utile en bande X

■ Transmetteur micro TMHD

- Action de R&T CNES et JANUS
- EM actuellement en test chez Syrlinks
- Masse < 400 g
- Dimensions : 96 x 90 x 22,8 mm³
- Consommation : 10 W pour 33 dBm

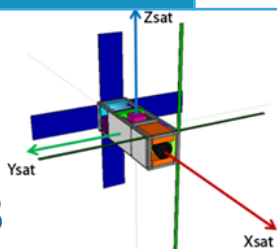


CAO carte bande X

LA PLATEFORME

Sous-système SCAO

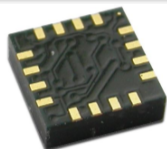
	Detumbling/ Acquisition	Transition	Veille	Vidage station	Prise de vue	Survie
Objectif	Réduction de la vitesse initiale, GS pointe soleil	GS pointé soleil, - Zsat pointe au mieux la Terre	GS pointé soleil, - Zsat pointe au mieux la Terre	Antenne pointée station sol	Zone du ciel	GS pointé soleil, spin de $0,5^\circ/s$ sur X
Précision de pointage	30° sur Y et Z N/A sur X	10°	10°	3°	$0,25^\circ$	30°
Stabilité	$\leq 0,5^\circ/s$	$\leq 0,06^\circ/s$ sur Y et Z $= 0,06^\circ/s$ sur X	$\leq 0,06^\circ/s$ sur Y et Z $= 0,06^\circ/s$ sur X	$\leq 0,1^\circ/s$	$\leq 0,02^\circ/s$	$\leq 0,5^\circ/s$ sur Y et Z $= 0,5^\circ/s$ sur X
Agilité	Convergence en moins de 200 min avec une vitesse initiale de $10^\circ/s$ sur chaque axe	Temps de convergence < 400 min Conditions initiale : ceux du mode acquisition	N/A	64° suivant Xsat et Ysat en moins de 5 min	90° suivant Xsat et Zsat, 140° suivant Ysat en moins de 5 min	Temps de convergence < 100 min, avec une vitesse initiale de $2^\circ/s$ sur chaque axe



LA PLATEFORME

Sous-système SCAO

Magnétomètre



HMC5883L (1 acheté)



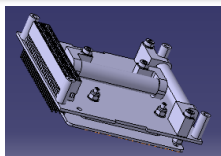
Roues de
réaction



RCW1500 (1 achetée)



Magnéto-
coupleurs

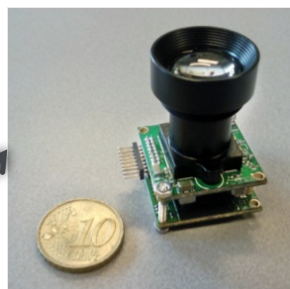


Carte bobines



LA PLATEFORME

Sous-système SCAO



Senseur stellaire BST

Senseur Stellaire

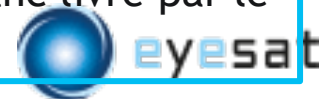


ST-200

- ST-200 de BST acheté
- Tests à Supaéro sur le banc livré par le CNES

SupTracker

- Réalisation de SupTracker : SST Supaéro/Systheia
 - Optimisation du code de Supaéro
 - Réalisation de l'optique et de l'électronique de proximité par Systheia
- EM disponible en Janvier 2015
- Tests à Supaéro sur le banc livré par le CNES



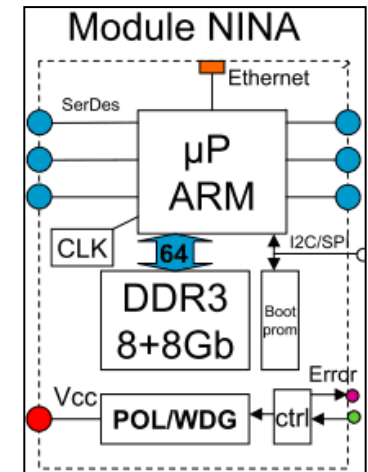
LA PLATEFORME

Sous-système Ordinateur de Bord

- **Module NINA**
 - NINA : module multi-noeuds combinant microprocesseurs ARM cortex A9 et FPGA.
 - Action de R&T CNES

➤ CARTE NINANO

- Action R&T et Janus
- Report du module sur circuit imprimé → carte format CubeSat
- Intérêts :
 - Brique technologique
 - Conception plus spécifique (choix des entrées/sorties)
 - Encombrement et masse plus faibles
- Emport d'un magnétomètre 3 axes
- Emport d'une interface pour carte front-end GNSS



LA PLATEFORME

Sous-système GNSS

■ Besoin de localisation

- Vidage station ≈ 5 Km
- SCAO ≈ 10 Km (Champ magnétique embarqué - AC)

■ Solution

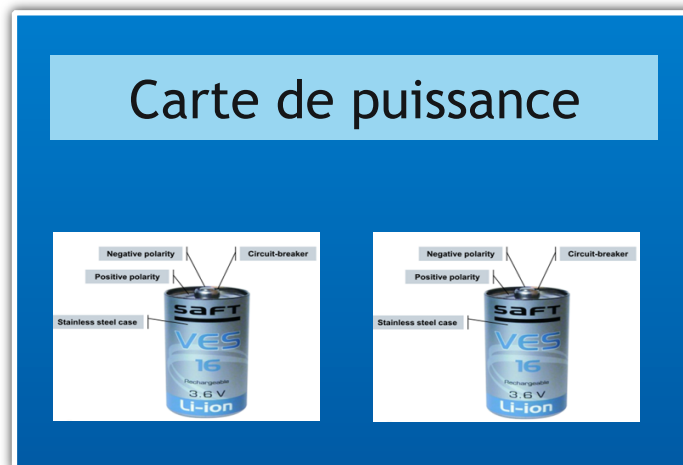
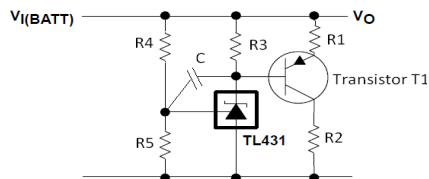
- piNAV-L1 : GPS fait par SkyFox Labs (République Tchèque)
 - Consommation : 120 mW
 - Dimension : 75x35x12,5 mm³



CAO piNAV-L1

LA PLATEFORME

Sous-système Energie bord



6/8V

5V

3,3V

- 4 panneaux solaires
 - 6 cellules de 1W
 - Montage parallèle de couples de cellule
→ tension 4V
- Régulateurs shunt partiel

- 1 unique Carte de puissance/distribution
 - 2 batteries SAFT VES 16 (32Wh)
 - Gestion de la recharge batterie
 - Distribution de l'énergie
 - Aucun convertisseur, uniquement des ballast
 - 10 sorties de puissance pilotables pour couteaux thermiques et réchauffeurs

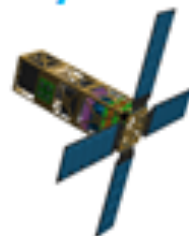
- 3 bus d'alimentation
 - 3A max sur 6/8V
 - 2A max sur 3,3V
 - 1A max sur le 5V

SEGMENT SOL



Segment sol Eye-Sat

Eye-Sat



Bande X

PLTM : 40 Mbits/s

Bande S

TC : 32 kbits/s

TM nominale : 225 kbits/s

TM survie : 55 kbits/s

TETX



Station bande X

TTCT



Station Bande S

PLTM

Centre de mission (CM)

Simulateur mission

Ephémérides station

Rendu d'attitude et d'orbite
Acquittement des TC
Données auxiliaires

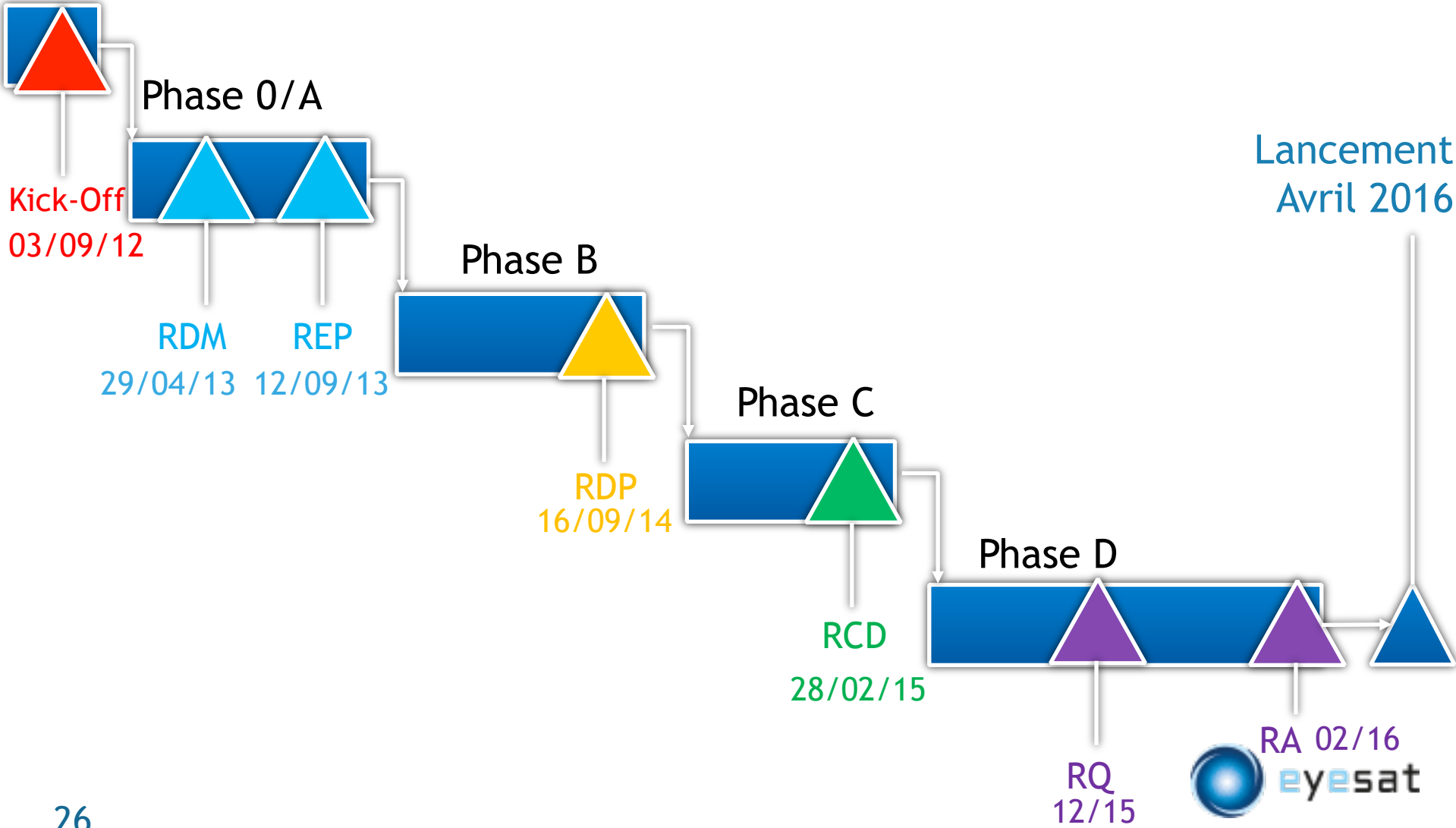
Centre de commande/contrôle
(CCC)

Plan de travail CU

TM

TC
Ephémérides station

PLANNING EYE-SAT



RESSOURCES ETUDIANTS

PHASE 0/A					2012		2013		2014		2015		2016		2017		TOTAL
NOM	ECOLE	STAGE	TYPE	ACTIVITES	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	
RESSOUCHE Antoine	ENAC	CNES	Césure 1 an	Mission, Système, segment sol, RF		4,0	6,0	2,0									12,0
PALUN Adrien	ESTACA	CNES	Césure 1 an	Satellite (Etudes méca/thermique, SCAO, bilans,...)		3,0	6,0	3,0									12,0
MONTORO Maxence	IUT CACHAN	CNES	PFE 4 mois	CAO satellite		4,0											4,0
TOTAL PHASE 0/A						11,0	12,0	5,0									28,0

PHASE B					2012		2013		2014		2015		2016		2017		TOTAL
NOM	ECOLE	STAGE	TYPE	ACTIVITES	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	
APPER Fabien	SUP'AERO	CNES	Césure 1 an	Système EYESAT (avionique, perfos, bilans, LV,...)				4,0	6,0	2,0							12,0
ELMALEH Marc	ESTACA	CNES	Césure 1 an	Satellite (CAO Etudes méca/thermique, STM et FM)				3,0	6,0	3,0							12,0
RESSOUCHE Antoine	ENAC	CNES	PFE 6 mois	Mission, simulateur mission, segment sol, RF					4,0	2,0							6,0
VIAUD Frédéric	ENSICA	CNES	PFE 6 mois	Développement modes SCAO					4,0	2,0							6,0
AVIGNON Marie	UPS/Master2	SUP'AERO	PFE 6 mois	Logiciel SUPTRACKER					5,0	1,5							6,5
PATOUILLIART Angèle	INSA/Toulouse	CNES	PFE 6 mois	Banc de tests startracker					4,0	2,0							6,0
HOLLARD Clément	IUT Nimes	CNES	PFE 3 mois	CAO satellite FM et STM					3,0								3,0
RIAD Habaz	IUT Cachan	SYSTHEIA	PFE 3 mois	Electronique de proximité IRIS				2,0	1,0								3,0
CABOURDIN thomas	IUT Cachan	SYSTHEIA	PFE 3 mois	Electronique de proximité IRIS				2,0	1,0								3,0
HAUTEM Mathieu	IUT Cachan	CNES	PFE 4 mois	Instrument IRIS/ roue à filtres					3,0	1,0							4,0
BOUNOUARA Ayoub	IUT Cachan	CNES	PFE 4 mois	Procédure réalisation panneaux solaires					3,0	1,0							4,0
CAPOCCI Thomas	IUT Cachan	IUT Cachan	PFE 3 mois	Conception maquette satellite 3D					3,0								3,0
NOCENTINI Kevin	Arts et Métiers	CNES	PFE 4,5 mois	Charnières composites					4,5								4,5
TOTAL PHASE B								11,0	47,5	14,5							73,0

RESSOURCES ETUDIANTS

PHASE C/D					2012		2013		2014		2015		2016		2017		TOTAL
NOM	ECOLE	STAGE	TYPE	ACTIVITES	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	1 ^{er} Sem	2 ^{em} Sem	
DEMONFORT Jean-Louis	SUP'AERO	CNES	Césure 6 mois	Système EYESAT (avionique, perfos, bilans, LV,...)						3,0	3,0						6,0
APPER Fabien	SUP'AERO	SUP'AERO	Junior entreprise	Responsable avionique et EM						1,0	0,5						1,5
CARRIE Emilien	ICAM	CNES	PFE 6 mois	Satellite (CAO Etudes méca/thermique, STM et FM)						4,0	1,0						5,0
BOUNOUARA Ayoub	UTC Compiègne	CNES	Apprenti 3 ans	AIT satellite						0,5	1,0	5,0	3,0	5,0	7,0		21,5
NUSBAUM Fabien	ENAC	ENAC	Césure 6 mois	Mise à niveau station Bande X (TET-X)						3,0	3,0						6,0
NUSBAUM Fabien	ENAC	CNES	Césure 6 mois	Mise à niveau station Bande X (TET-X)							3,0	3,0					6,0
GALLINELLI Julien	IUT Cachan	IUT Cachan	PFE 3 mois	Carte puissance						2,0	1,0						3,0
Stagiaires B	IUT Cachan	IUT Cachan	PFE 3 mois	Carte puissance						2,0	1,0						3,0
NGUYEN Quang Viet	IUT Cachan	LATMOS	PFE 3 mois	Pilotage moteur/Carte magnétocoupleur						2,0	1,0						3,0
DAMASSON Camille	IUT Cachan	LATMOS	PFE 3 mois	Pilotage moteur/Carte magnétocoupleur						2,0	1,0						3,0
HAETTEL Charles	IUT Cachan	IUT Cachan	Projet 2 ^{em} ann.	Maquettes 3D						1,0	1,0						2,0
PORNET Adrien	IUT Cachan	IUT Cachan	Projet 2 ^{em} ann.	Structure de vol						1,0	1,0						2,0
MAJDOUB Marwa	UPS/M2 SME	UPS	PGE (1j/s 5,5 m)	EM (LV et hardware)						0,7	0,4						1,1
BENAKCHA Samir	UPS/M2 SME	UPS	PGE (1j/s 5,5 m)	EM (LV et hardware)						0,7	0,4						1,1
BOUTIN Clovis	UPS/M2 SME	UPS	PGE (1j/s 5,5 m)	EM (LV et hardware)						0,7	0,4						1,1
DAOUT Joris	UPS/M2 SME	UPS	PGE (1j/s 5,5 m)	EM (LV et hardware)						0,7	0,4						1,1
HEBRARD Christophe	UPS/M2 SME	UPS	PGE (1j/s 5,5 m)	EM (LV et hardware)						0,7	0,4						1,1
KERVILLA Guillaume	UPS/M2 SME	UPS	PGE (1j/s 5,5 m)	EM (LV et hardware)						0,7	0,4						1,1
MAGNI Romain	UPS/M2 SME	UPS	PGE (1j/s 5,5 m)	EM (LV et hardware)						0,7	0,4						1,1
NOUVEL Fabien	UPS/M2 SME	UPS	PGE (1j/s 5,5 m)	EM (LV et hardware)						0,7	0,4						1,1
SEGUELAS Loic	UPS/M2 SME	UPS	PGE (1j/s 5,5 m)	EM (LV et hardware)						0,7	0,4						1,1
Stagiaire 1 (PFE ou césure)	A pourvoir	CNES		Système EYESAT (avionique, perfos, bilans, LV,...)							4,0	2,0					6,0
Stagiaire 2 (PFE ou césure)	A pourvoir	CNES		Satellite (CAO Etudes méca/thermique, STM et FM)							4,0	2,0					6,0
Stagiaire 3 (PFE ou césure)	A pourvoir	CNES		Modes SCAO et guidage							4,0	2,0					6,0
Stagiaire 4 (PFE)	A pourvoir	CNES		Logiciel de vol							4,0	2,0					6,0
Stagiaire 5 (PFE)	A pourvoir	CNES		Centre de contrôle							4,0	2,0					6,0
Stagiaire 6 (PFE)	A pourvoir	CNES		Centre de mission							4,0	2,0					6,0
Stagiaire 7 (PFE)	A pourvoir	CNES		Banc avionique pour SCAO Cubesat							4,0	2,0					6,0
HAUTEM Mathieu (AC)	A ouvrir	CNES		Instrument IRIS/ roue à filtres							4,0	2,0					6,0
Stagiaire 8 (PFE ou césure)	A ouvrir	SUP'AERO		SUPTRACKER							4,0	2,0					6,0
Stagiaire 9 (PFE ou césure)	A ouvrir	CNES		Système EYESAT (avionique, perfos, bilans, LV,...)								4,0	2,0				6,0
Stagiaire 10 (PFE ou césure)	A ouvrir	CNES		Satellite (CAO Etudes méca/thermique, STM et FM)								4,0	2,0				6,0
Stagiaire 11 (PFE ou césure)	A ouvrir	CNES		Modes SCAO et guidage								4,0	2,0				6,0
Stagiaire 12 (PFE)	A ouvrir	CNES		Logiciel de vol								4,0	2,0				6,0
Stagiaire 13 (PFE)	A ouvrir	UPS		Logiciel de vol							4,0	2,0					6,0
Stagiaire 14 (PFE)	A ouvrir	UPS		Logiciel de vol							4,0	2,0					6,0
Stagiaire 15 (PFE)	A ouvrir	UPS		Logiciel de vol								4,0	2,0				6,0
Stagiaire 16 (PFE)	A ouvrir	UPS		Logiciel de vol								4,0	2,0				6,0
Stagiaire 17 (PFE)	A ouvrir	CNES		Centre de contrôle								4,0	2,0				6,0
Stagiaire 18 (PFE)	A ouvrir	CNES		Centre de mission								4,0	2,0				6,0
TOTAL PHASE C/D										27,8	65,1	62,0	19,0	5,0	7,0		185,9