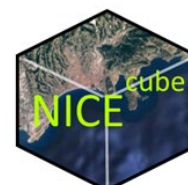




Réf. : NICE3_0047_1.0_STB

Edition : 1 Date : 25/11/2019

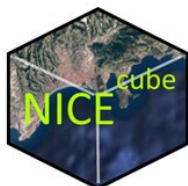
Révision : 0 Date : 25/11/2019



**SPECIFICATION TECHNIQUE DE BESOIN
SYSTEME
NICE CUBE (NICE³)**

	Date	Signature
Préparé par (Rédacteur) : Florentin Millour CSU Côte d'Azur	25/11/2019	
Approuvé par (Chef de Projet) : Olivier Preis CSU Côte d'Azur	25/11/2019	
Pour application (Responsable Centre Spatial Etudiants) : Sébastien Ottogalli CSU Côte d'Azur	25/11/2019	

Avec les contributions de L. Rolland, L. Del'Elce, M. Maamri, V. Stee, E. Coutarel ,



Réf. : NICE3_0047_1.0_STB

Edition : 1 Date : 25/11/2019

Révision : 0 Date : 25/11/2019

Page : 2

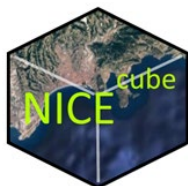
HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Ed.	Rev.	Date	Modifications	Visa
0	1	11/07/2019	Création du document	F. Millour
1	0	25/11/2019	Version validée pour RDM	F. Millour



TABLE DES MATIERES

1. Objet et domaine d'application	4
2. Documents de référence et documents applicables	4
2.1. Documents de référence	4
2.2. Documents applicables.....	4
3. Définitions et acronymes.....	4
4. Définition du système et de ses composantes	6
4.1. Rappel des objectifs de la mission	6
4.2. Composantes du système	6
4.3. Solutions imposées.....	9
5. Exigences de mission	11
5.1. Orbite.....	11
5.2. Phases de la mission.....	11
5.3. Mesures instrumentales	13
6. Exigences fonctionnelles du système.....	14
6.1. Programmation de la charge utile	14
6.2. Fonction de commande-contrôle.....	14
6.3. Enregistrement et transmission des données.....	15
6.4. Suivi des performances, étalonnage et optimisation des traitements.....	15
6.5. Produits fournis aux utilisateurs.....	16
7. Exigences de performance du système	16
7.1. Performances de la chaine instrumentale.....	16
7.2. Performances de pointage, stabilité et Positionnement du nanosatellite.....	16
8. Exigences opérationnelles	17
8.1. Organisation opérationnelle pendant la mission	17
8.2. Disponibilité du lien bord-sol.....	17
8.3. Mise à disposition des données scientifiques.....	17
9. Exigences de conception et de développement.....	18
9.1. Interface lanceur.....	18
9.2. Nanosatellite.....	18
9.3. Charge utile	19
9.4. Banc de simulation.....	19
9.5. Segment sol	19
10. Exigences de qualification.....	20
10.1. Avant le lancement.....	20
10.2. Après le lancement et pendant la recette en vol.....	20
10.3. Pendant la phase d'exploitation opérationnelle.....	20



Réf. : NICE3_0047_1.0_STB

Edition : 1 Date : 25/11/2019

Révision : 0 Date : 25/11/2019

Page : 4

1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Ce document définit les exigences relatives aux performances, le design, la conception, le développement, la qualification et l'exploitation du système « Nice^{Cube} ».

Pour aider à la relecture, les informations « non standard » (doc. JANUS) et spécifiques à la missions Nice^{Cube} apparaissent en gras.

Les exigences décrites dans ce document sont listées dans le document Excel Nice3-STB-Exigences.xls. Les identifiants uniques des exigences du document de phase 0 sont de la forme NICE3-STB-xxxxx où xxxxx sont 5 chiffres dont les 4 premiers chiffres correspondent à la sous-section de ce document et le dernier au numéro d'exigence de la sous-section.

Les mises à jour de ce document devront respecter scrupuleusement les éléments de mise en forme du document Word issu d'un modèle fourni par le projet JANUS du CNES.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE ET DOCUMENTS APPLICABLES

2.1. DOCUMENTS DE REFERENCE

DR1 : Bilan sur les moyens de lancement des cubesats
Réf : DCT/DA/AF N°2013-0002655

DR2 : JWST mission requirements document

2.2. DOCUMENTS APPLICABLES

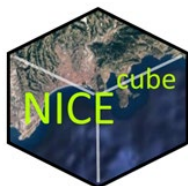
DA1 : Spécification Mission Nice^{Cube}
NICE3_0027_0_1.0_SM

DA2 : CubeSat Design Specification
Réf : CDS-REV12

DA3 : Interfaces Cubesat/FLYMATE
Réf : NN-DOC-125-001

3. DEFINITIONS ET ACRONYMES

CU	Charge Utile
CCC	Centre de Commande Contrôle
CM	Centre de Mission
CSU	Centre Spatial Universitaire
EPS	Electrical Power System



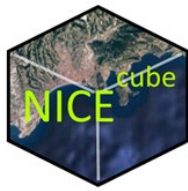
Réf. : NICE3_0047_1.0_STB

Edition : 1 Date : 25/11/2019

Révision : 0 Date : 25/11/2019

Page : 5

GNSS	Global Navigation Satellite System (GPS, Galileo, ...)
GPS	Global Positioning System
ID	Identifiant
ISIPOD	Innovative Solution In space P-POD
ISS	Station Spatiale Internationale
JANUS	Jeunes en Apprentissage pour la réalisation de Nanosatellites au sein des Universités et des Ecoles de l'enseignement Supérieur
HKTM	House-Keeping TeleMetry
LED	Light Emitting Diode (DEL : Diode Electro-Luminescente)
LOS	Loi sur les Opérations Spatiales
OBC	OnBoard Computer
OCA	Observatoire de la Côte d'Azur
P-POD	Poly-Picosatellite Orbital Deployer
RX/TX	Réception/Transmission
SCAO	Système de Contrôle d'Attitude et d'Orbite
SM	Spécification Mission
SNR	Signal Noise Ratio
SSO	Station Sol Optique
SSR	Station Sol Radio
STB	Spécification Technique de Besoin
TBD	To Be Decided
TC	TéléCommande
TM	TéléMesure
TMC	TéléMesure Charge Utile
UCA	Université Côte d'Azur



UHF	Ultra High Frequency
VHF	Very High Frequency

4. DEFINITION DU SYSTEME ET DE SES COMPOSANTES

4.1. RAPPEL DES OBJECTIFS DE LA MISSION

Le Centre Spatial Universitaire de la Côte d'Azur (CSU Côte d'Azur), de l'Université Côte d'Azur, envisage à terme de concevoir un nanosatellite dans le but de cartographier la pollution atmosphérique au-dessus du ciel Niçois, et de transmettre ces mesures par voie optique à très haut débit.

Au vu de la complexité et de l'ambition d'un tel projet, et des ressources disponibles, l'équipe en charge de mener à bien le projet a décidé de procéder par étapes : la première étape sera un démonstrateur technologique permettant de valider la transmission de données par voie optique ; la deuxième étape intégrera les deux charges utiles, scientifique et technologique.

C'est pourquoi le premier projet, dénommé Nice^{Cube}, aura pour vocation de démontrer d'une part, la faisabilité et fiabilité d'une liaison optique entre le satellite et le sol et d'autre part, d'utiliser ce lien optique dans le but de transmettre des données et caractériser l'influence de l'atmosphère terrestre sur ce lien optique.

La Spécification Mission (DA1) définit ces objectifs et les exigences scientifiques associées. Ces exigences sont dérivées ici pour les différentes composantes du système.

4.2. COMPOSANTES DU SYSTEME

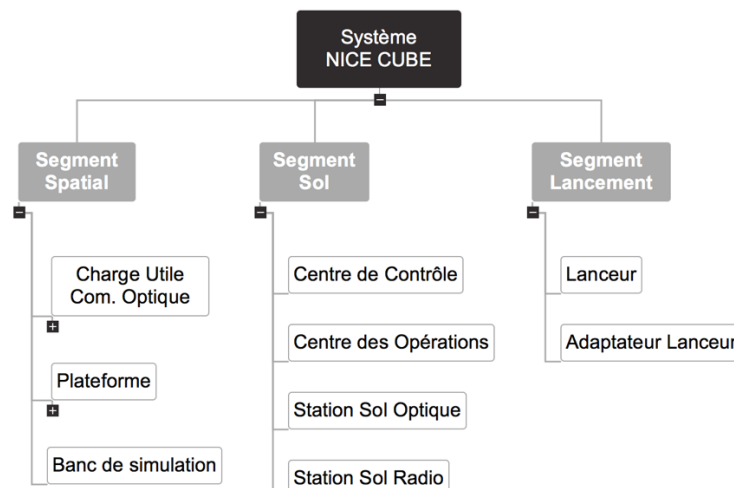
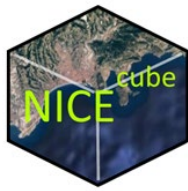


Figure 1: diagramme du système Mission Nice^{Cube}, inspiré du document de spécification de JWST (DR2).

Le système est constitué de trois éléments :

- le segment spatial
- le segment sol



Réf. : NICE3_0047_1.0_STB

Edition : 1 Date : 25/11/2019

Révision : 0 Date : 25/11/2019
Page : 7

- le segment lancement

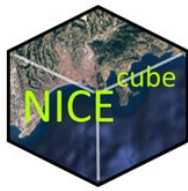
Chacun de ces sous-systèmes sont eux-mêmes constitués d'éléments que nous décrivons brièvement ici segment par segment :

4.2.1. SEGMENT SPATIAL

- Satellite : c'est l'objet mis en orbite (i.e. la plate-forme et la charge utile), son alter-ego au sol (modèle d'ingénierie), ses simulateurs physiques et numériques, les salles de tests et d'intégration, et la valise de transport jusqu'au site de lancement.
- Charge utile (CU) : c'est le sous-système permettant de mener à bien la mission (caractérisation d'un lien optique dans le cas de Nice Cube). Ce sous-système comprend une structure mécanique, des éléments optiques (rétro-réflecteur notamment), électro-optiques (LEDs et modulateur optique), électroniques (cartes de commande) et thermiques (régulation de température). Il est interfacé avec la plate-forme du satellite. Il a lui aussi ses simulateurs, moyens de tests et d'intégration.
- Plate-forme : c'est la colonne vertébrale du satellite, qui supporte toutes les fonctions vitales, d'environnement et de services pour que la charge utile fonctionne de manière nominale. On peut lister plusieurs sous-systèmes clés de la plate-forme pour Nice Cube :
 - La structure mécanique supporte les autres sous-systèmes et assure la dissipation thermique vers l'extérieur
 - Le système électrique (EPS) comporte des batteries, des générateurs solaires et un système de régulation électrique du satellite (fourniture de puissance électrique régulée)
 - L'ordinateur de bord (OBC) orchestre le fonctionnement du satellite et de la charge utile en traitant les télécommandes et en formattant les télémesures pour la partie radio
 - Le sous-système radio (RX/TX) envoie et réceptionne via des ondes radio les télémesures et télécommandes, respectivement
 - Le contrôle d'attitude (SCAO) détermine l'orientation du satellite, et si besoin la modifie
 - **Le sous-système GNSS détermine la position du satellite sur son orbite**

4.2.2. SEGMENT SOL

- Simulateur physique : c'est un système de simulation en conditions approchées de certains aspects de la mission. Par exemple un banc SCAO pour simuler les conditions rencontrées par le SCAO.
- Simulateur numérique : un simulateur de sous-systèmes sur ordinateur.
- Centre des Opérations (COps) : le centre des opérations est l'équivalent d'un centre de mission, il prend en charge
 - l'élaboration du plan de travail de la charge utile et la génération des télécommandes associées
 - le suivi des performances instrumentales
 - le pré-traitement de la télémesure charge utile (décodage, décompression)



Réf. : NICE3_0047_1.0_STB

Edition : 1 Date : 25/11/2019

Révision : 0 Date : 25/11/2019

Page : 8

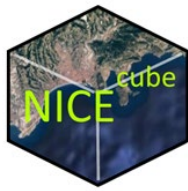
- l'étalonnage des mesures instrument (suppression de bruits, corrections)
- l'élaboration des différents niveaux de produits scientifiques
- la gestion et l'archivage des données
- la diffusion des produits aux utilisateurs

Il n'y a pas de communication directe entre le nanosatellite et le centre de mission.

- Centre de Contrôle (CC) : il est en charge de :
 - assurer la surveillance du nanosatellite à partir de la télémessure de servitude transmise par la station
 - élaborer des actions pour un retour à un état du nanosatellite permettant de poursuivre la mission
 - élaborer des séquences de télécommandes du contrôle nanosatellite et de programmation de la mission
 - permettre le suivi de l'évolution moyen et long terme du nanosatellite
 - élaborer des éphémérides nanosatellite et l'agenda des passages au-dessus de la station
 - fournir des services d'élaboration de prévisions de visibilité station sol, d'extrapolation d'orbite, d'archivage de la télémessure de servitude
- Station sol radio (SSR) : C'est le lien direct avec le satellite. La SSR est en charge d'émettre les télécommandes vers le satellite et de recevoir les télémessures de celui-ci via un lien établi dans les fréquences radio.
- **Station sol optique (SSO) : C'est la contrepartie optique du lien avec le satellite. La SSO devra pouvoir pointer le satellite et le suivre.**

4.2.3. SEGMENT LANCEMENT

- Lanceur : La fusée qui mettra en orbite le satellite. Cette partie du projet inclut les moyens associés au lancement : intégration dans le P-POD, interfaces avec le lanceur, suivi du lancement.
- P-POD : déployeur standard pour le nanosatellite. Il permet son interface avec le lanceur et son déploiement en orbite.



Réf. : NICE3_0047_1.0_STB

Edition : 1 Date : 25/11/2019

Révision : 0 Date : 25/11/2019

Page : 9

4.3. SOLUTIONS IMPOSEES

La mission **Nice^{Cube}** fait partie du projet JANUS de développement de nano-satellites étudiants dans la gamme des CubeSats. En plus des objectifs scientifiques, la mission comporte des objectifs de démonstration technologique (DA1) qui imposent des solutions spécifiques pour le système.

4.3.1. NANOSATELLITE

<i>ID</i>	<i>Exigences</i>
<u>Nice3-SM-04122</u>	Le nanosatellite Nice^{Cube} doit être un nanosatellite de type double CubeSat.

Les spécifications d'un double CubeSat sont données dans le document DA2 et les principales rappelées dans le tableau d'exigence.

4.3.2. ARCHITECTURE AVIONIQUE ET LOGICIEL DE VOL

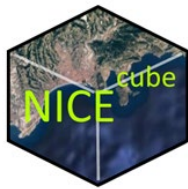
Les caractéristiques d'un double CubeSat en termes d'encombrement, masse et consommation seront prises en compte dans le choix de l'OBC lors de la phase A.

<i>ID</i>	<i>Exigences</i>
<u>Nice3-STB-04321</u>	Le système Nice^{Cube} doit embarquer le module TBD comme ordinateur de bord.

4.3.3. RADIOFREQUENCES

La mission, produit un volume limité de données à bord, mais qu'il est nécessaire de redescendre au sol.

<i>ID</i>	<i>Exigences</i>
<u>Nice3-STB-04331</u>	Les commandes/contrôles du nanosatellite doivent être effectuées en VHF/UHF radioamateur .
<u>Nice3-STB-04332</u>	Le CubeSat doit suivre les régulations radio françaises (license amateur)
<u>Nice3-STB-04333</u>	Un dossier d'affectation de fréquences radio sera déposé avec le support de l'AMSAT et la communauté radio-amateur bénéficiera d'un temps d'accès significatif au satellite.
<u>Nice3-STB-04334</u>	Le satellite ne transmettra pas de données au sol pendant au moins 45 minutes après le déploiement.
<u>Nice3-STB-04335</u>	Le satellite embarquera un nouveau type d'antennes radio UHF



Réf. : NICE3_0047_1.0_STB

Edition : 1 Date : 25/11/2019

Révision : 0 Date : 25/11/2019

Page : 10

4.3.4. MECANISMES DE DEPLOIEMENT

<i>ID</i>	<i>Exigences</i>
<u>Nice3-STB-04341</u>	Le satellite ne comportera pas de mécanisme de déploiement des panneaux solaires pour minimiser les risques.
<u>Nice3-STB-04342</u>	Le satellite testera un nouveau type d'antenne UHF qui a l'avantage de ne pas nécessiter de mécanisme de déploiement.

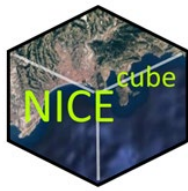
4.3.5. STATION SOL RADIO

Les télémessures seront transmises en UHF.

<i>ID</i>	<i>Exigences</i>
<u>Nice3-STB-04351</u>	La station sol radio (SSR) sera implantée sur le campus Valrose de l'UCA à Nice.
<u>Nice3-STB-04352</u>	La SSR fonctionnera en réception et en émission

4.3.6. STATION SOL OPTIQUE

<i>ID</i>	<i>Exigences</i>
<u>Nice3-STB-04361</u>	La station sol optique sera le télescope UniversCity situé au plateau de Calern (site OCA) dans l'arrière-pays azuréen.
<u>Nice3-STB-04362</u>	Le télescope de la station sol optique mesure 50 cm de diamètre.
<u>Nice3-STB-04363</u>	Le télescope de la station sol optique devra être capable de suivre le satellite à ½°/s pendant 10 minutes.
<u>Nice3-STB-04364</u>	La station sol optique devra être équipée d'au moins un moyen de caractérisation de l'atmosphère.



Réf. : NICE3_0047_1.0_STB

Edition : 1 Date : 25/11/2019

Révision : 0 Date : 25/11/2019

Page : 11

5. EXIGENCES DE MISSION

5.1. ORBITE

La mission ne fera pas l'objet d'un lancement dédié (nanosatellite en piggy-back). La recherche de lancements compatibles avec les exigences de la mission débutera en phase A.

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-05101</u>	La date de lancement est prévue pendant l'année 2024 (cf. NICE3-SM-04121) .
<u>Nice3-SM-04123</u>	Le satellite devra être visible de la Côte d'Azur de nuit.

5.2. PHASES DE LA MISSION

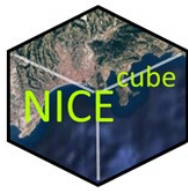
On distingue 5 phases pour la mission Nice^{Cube}, comme recommandé par le programme JANUS :

- 1 : la phase de stockage
- 2 : la phase de lancement
- 3 : la phase de recette en vol
- 4 : la phase opérationnelle
- 5 : la phase de rentrée atmosphérique

5.2.1. PHASE DE STOCKAGE

La **phase de stockage** commence dès que le nanosatellite est prêt à être lancé. Elle consiste au stockage du nanosatellite en environnement propre, thermiquement et hydriquement protégé ainsi qu'à l'emport du nanosatellite sur le site de lancement.

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-05211</u>	Le CubeSat doit rester accessible au sein du P-POD pour recharger les batteries ou mettre à jour l'OBC.



Réf. : NICE3_0047_1.0_STB

Edition : 1 Date : 25/11/2019

Révision : 0 Date : 25/11/2019

Page : 12

5.2.2. PHASE DE LANCEMENT

La **phase de lancement** commence quelques semaines avant le lancement et se termine peu après l'injection par le lanceur du nanosatellite sur son orbite. Les activités consistent en l'intégration du nanosatellite sur le lanceur, le rechargement et le test de la batterie, ainsi que le test du switch de démarrage du nanosatellite lorsqu'il est éjecté du dépoyeur.

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-05221</u>	Le CubeSat sera électriquement éteint au sein de son dépoyeur.

5.2.3. PHASE DE RECETTE EN VOL

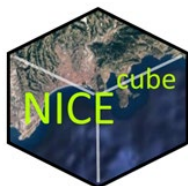
La **phase de recette en vol** commence à l'injection du nanosatellite sur l'orbite et se termine quand tous les éléments du système (nanosatellite et segment sol) ont été testés et leur fonctionnement validé. Elle débute par la phase de *detumbling* du SCAO (ralentissement et arrêt de la rotation du satellite suite à son déploiement) et un pointage des grandes faces du cubesat vers le Soleil pour assurer l'apport en énergie. Elle se poursuit par la vérification jusqu'au mode normal du bon fonctionnement du nanosatellite, l'établissement du lien bord/sol.

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-05231</u>	Le cubesat communiquera avec la Terre après son déploiement pour confirmer son bon fonctionnement
<u>Nice3-STB-05232</u>	Le cubesat effectuera après son déploiement un detumbling et orientera ses grands panneaux solaires vers le Soleil pour recharger ses batteries

5.2.4. PHASE OPERATIONNELLE

La **phase opérationnelle** commence à la fin de la phase de recette en vol, et s'achève en même temps que la mission. Des phases d'étalonnages et de vérification des performances de l'instrument, d'observations et de vidage station se succèdent pour assurer le bon déroulement de la mission. La plate-forme assure le bon fonctionnement de la charge utile.

ID	Exigences
<u>NICE3-SM-04122</u>	La durée nominale de la mission est de 6 mois.



5.2.5. PHASE DE RENTREE ATMOSPHERIQUE

La **phase de rentrée atmosphérique** commence à la fin de la phase opérationnelle. Elle commence par la passivation du satellite et se termine par la désorbitation du nanosatellite, afin de respecter la Loi sur les Opérations Spatiales (LOS).

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-05251</u>	La conception et la réalisation du nanosatellite prendront en compte les exigences de la loi des opérations spatiales (LOS).
<u>Nice3-STB-05252</u>	Le satellite ne doit pas produire de débris
<u>Nice3-STB-05253</u>	Le cubesat ne doit pas contenir de matériaux dangereux
<u>Nice3-STB-05254</u>	Le cubesat ne dégazera pas plus de 1% de sa masse et CVCM < 0.1%

5.3. MESURES INSTRUMENTALES

5.3.1. CONCEPT DE LA CHARGE UTILE

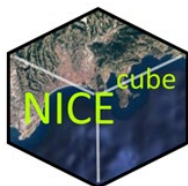
La charge utile est composée d'une ou plusieurs LED haute puissance et d'un rétro-réflecteur modulé.

Les dimensions d'un **double** CubeSat appellent les exigences suivantes :

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-05311</u>	La charge utile doit répondre aux contraintes suivantes : son encombrement doit être inférieur à 7x10x10 cm ³
<u>Nice3-STB-05312</u>	La charge utile doit répondre aux contraintes suivantes : sa masse doit être inférieure à 1 kg
<u>Nice3-STB-05313</u>	La charge utile doit être composée d'un système permettant de répondre aux exigences de la Spécification Mission (DA1) portant sur l'établissement d'un lien optique nanosatellite-sol.
<u>Nice3-STB-05314</u>	L'instrument doit être composé d'un rétro-réflecteur modulé et d'une diode électro-luminescente (LED) haute puissance.
<u>Nice3-STB-0531x</u>	TBD Concept de la charge utile

5.3.2. DEFINITION DES MESURES FONDAMENTALES

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-0532x</u>	TBD Définition des mesures fondamentales



Réf. : NICE3_0047_1.0_STB

Edition : 1 Date : 25/11/2019

Révision : 0 Date : 25/11/2019

Page : 14

6. EXIGENCES FONCTIONNELLES DU SYSTEME

6.1. PROGRAMMATION DE LA CHARGE UTILE

La programmation de la charge utile est réalisée par le centre de mission et doit suivre les recommandations du programme JANUS.

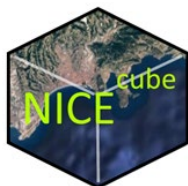
ID	Exigences
<u>Nice3-STB-06101</u>	Le centre de mission doit préparer un plan de travail de la charge utile ; Ce plan de travail est transmis au centre de contrôle qui générera les TC charge utile et les TC de guidage du nanosatellite. Toutes ces TC sont envoyés au nanosatellite par l'intermédiaire de la station sol radio.
<u>Nice3-STB-06102</u>	Un simulateur de satellite sera développé pour préparer la stratégie de mission pour pouvoir pointer le satellite vers la station sol (et la station sol vers le satellite cf. exigence NICE3-SM-05122).
<u>Nice3-STB-06103</u>	Le simulateur mission devra aussi pouvoir permettre de : Modéliser le fonctionnement à haut niveau du nanosatellite (gestion de l'énergie bord, gestion de la mémoire de masse, SCAO...)

6.2. FONCTION DE COMMANDE-CONTROLE

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-06201</u>	La fonction de commande/contrôle est assurée par le centre de commande contrôle qui doit : générer les télécommandes de gestion de la plate-forme du nanosatellite
<u>Nice3-STB-06202</u>	Le centre de commande contrôle doit aussi : générer les télécommandes de la charge utile à partir du plan de travail élaboré par le centre de mission
<u>Nice3-STB-06203</u>	Le centre de commande doit générer les télécommandes adressées à la station sol optique et la station sol radio.

Pour cela, le centre de commande contrôle s'appuie sur la station sol radio et la station sol optique.

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-06204</u>	La station sol radio doit: assurer le pilotage de l'antenne à partir de l'agenda des passages fourni par le centre de commande contrôle
<u>Nice3-STB-06205</u>	La station sol radio de commande/contrôle doit : établir le lien sol bord
<u>Nice3-STB-06206</u>	La station sol radio doit décoder les télémétries de positionnement du satellite et les transmettre à la station sol optique via le centre de commande.
<u>Nice3-STB-06207</u>	La station sol optique doit pointer le satellite.



Réf. : NICE3_0047_1.0_STB

Edition : 1 Date : 25/11/2019

Révision : 0 Date : 25/11/2019

Page : 15

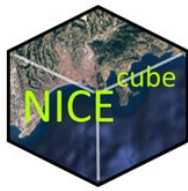
6.3. ENREGISTREMENT ET TRANSMISSION DES DONNEES

L'enregistrement et la transmission des données sont assurés par la plate-forme

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-06301</u>	La plate-forme doit assurer un stockage continu de la télémessure charge utile dans la mémoire de masse.
<u>Nice3-STB-06302</u>	La capacité d'enregistrement embarquée est d'au minimum 4 Gbits.
<u>Nice3-STB-06303</u>	La télémessure de servitude de la plate-forme doit être effectuée en bande VHF/UHF radioamateur.
<u>Nice3-STB-06304</u>	Les télémessures pourront aussi être reçues en bande VHF/UHF radioamateur en continu le long de l'orbite du satellite pour assurer une couverture optimale et une redondance de la station sol radio de Nice via le réseau radio-amateur
<u>Nice3-STB-06305</u>	Lorsque la liaison bord/sol est établie, le taux maximum de perte de trames de télémessure est inférieur à 10^{-9} .

6.4. SUIVI DES PERFORMANCES, ETALONNAGE ET OPTIMISATION DES TRAITEMENTS

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-06401</u>	Le centre de mission doit suivre les performances de la charge utile.
<u>Nice3-STB-06402</u>	Le centre de mission doit permettre d'exploiter les mesures effectuées avec la station sol optique.
<u>Nice3-STB-06403</u>	Le centre de mission doit permettre de calculer l'orbite précise du satellite à partir des télémétries reçues (points GNSS/GPS), des tirs laser, des mesures Doppler radio, et la communiquer au centre de commande.



Réf. : NICE3_0047_1.0_STB

Edition : 1 Date : 25/11/2019

Révision : 0 Date : 25/11/2019

Page : 16

6.5. PRODUITS FOURNIS AUX UTILISATEURS

Ce point fera l'objet d'une étude dédiée en phase A. De façon provisoire :

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-06501</u>	Les produits suivants seront fournis aux utilisateurs : (0) Des produits de niveau N0, correspondant aux données de comptage de photons, de localisation GNSS/GPS, de qualité de suivi du télescope, mesures de la turbulence atmosphérique contenant les données brutes issues de la station sol optique et les télémesures déformatées, décompressées et les données auxiliaires issues du satellites. (1) Des produits de niveau N1 correspondant au spectre de turbulence atmosphérique en fonction de l'espace et du temps. Un quick-look est généré. (2) Des produits de niveau N2 correspondant aux données de lien optique décodées et d'une évaluation grossière de leur qualité. (3) Des produits de niveau N3 correspondant à des évaluations complètes de qualité de service, débit et taux d'erreur du lien optique.
<u>Nice3-STB-06502</u>	Les produits de niveau supérieur à N1 devront être élaborés à partir des algorithmes fournis par les laboratoires, au sein des laboratoires.

7. EXIGENCES DE PERFORMANCE DU SYSTEME

7.1. PERFORMANCES DE LA CHAINE INSTRUMENTALE

Ce point fera l'objet d'une étude dédiée en phase A.

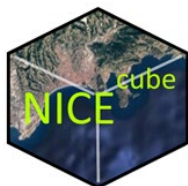
ID	Exigences
<u>Nice3-STB-071xx</u>	TBD

7.2. PERFORMANCES DE POINTAGE, STABILITE ET POSITIONNEMENT DU NANOSATELLITE

Le nanosatellite NiceCube est stabilisé sur 3 axes (actuation magnétique seule). En effet, même avec l'actuation magnétique seule, l'objectif est d'avoir stabilisation sur les 3 axes afin de bien pointer vers la station sol. Le pointage sera :

- Inertiel pendant les **phases de pointage vers la station sol (phase mission)**
- Panneaux solaires pointés vers le Soleil **quand le soleil est visible**
- **Désactivé dans l'ombre de la Terre pour économiser l'énergie à bord**

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-07201</u>	La précision de pointage du nanosatellite est de +/-10° au dessus de la station sol optique.
<u>Nice3-STB-07202</u>	La position du satellite devra être déterminée à 10 mètres près à tout instant pendant la période de visibilité depuis la station sol optique.



Réf. : NICE3_0047_1.0_STB

Edition : 1 Date : 25/11/2019

Révision : 0 Date : 25/11/2019

Page : 17

8. EXIGENCES OPERATIONNELLES

8.1. ORGANISATION OPERATIONNELLE PENDANT LA MISSION

Les recommandations du programme JANUS seront suivies : pendant les phases de lancement et de recette en vol et dans les modes de fonctionnement dégradés du nanosatellite, le centre de commande contrôle du nanosatellite sera opéré en permanence. En dehors de ces phases, les contraintes d'organisation opérationnelles seront minimisées (automatisation de tous les traitements).

Un opérateur n'interviendra que pour élaborer le plan de travail de la charge utile pour une durée de 15 jours ou lors d'alarmes majeures sur le nanosatellite.

Il pourra être en interface avec les scientifiques pour l'élaboration du plan de travail de la charge utile

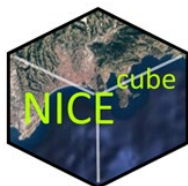
ID	Exigences
<u>Nice3-STB-08101</u>	Le centre de commande contrôle du nanosatellite sera opéré en permanence pendant les phases de lancement et de recette en vol et dans les modes de fonctionnement dégradés du nanosatellite
<u>Nice3-STB-08102</u>	Un plan de travail de la charge utile sera établi tous les 15 jours en fonctionnement normal
<u>Nice3-STB-08103</u>	Le centre de commande sera complètement automatisé en fonctionnement normal

8.2. DISPONIBILITE DU LIEN BORD-SOL

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-08201</u>	La disponibilité de la station de sol VHF/UHF de commande/contrôle et de la station de sol de réception de la télémesure scientifique doit être au minimum de 99%.

8.3. MISE A DISPOSITION DES DONNEES SCIENTIFIQUES

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-08301</u>	En mode nominal, les produits de niveau N0, N1 et « Quick-Look » devront être mis à disposition des utilisateurs au plus tard 24h après la réception de la télémesure scientifique par la station de sol de réception de la télémesure scientifique.



9. EXIGENCES DE CONCEPTION ET DE DEVELOPPEMENT

9.1. INTERFACE LANCEUR

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-09101</u>	Le lancement devra notamment pouvoir être effectué depuis la Station Spatiale Internationale (ISS).

Les nanosatellites de type CubeSat s'interfacent avec le lanceur grâce à une interface lanceur standard appelée déployeur.

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-09102</u>	Le nanosatellite doit pouvoir s'interfacer avec le déployeur. Le déployeur nominal est le ISIPOD. Les autres déployeurs de type P-POD pourront être utilisés en solution de secours.
<u>Nice3-STB-09103</u>	Le déployeur doit être qualifié sur le lanceur choisi.

Les spécifications requises pour chaque type de deployeur sont données dans les documents applicables DAX et DAY.

9.2. NANOSATELLITE

9.2.1. SPECIFICATIONS CUBESAT ET INTERFACE LANCEUR

Conformément aux spécifications CubeSat et interface lanceur :

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-09211</u>	La masse du nanosatellite ne doit pas dépasser 2.66 kg .
<u>Nice3-STB-09212</u>	La dimension de la plateforme sera 20x10x10cm
<u>Nice3-STB-09213</u>	La puissance électrique maximum sera de 2W .
<u>Nice3-STB-09214</u>	Le satellite doit pouvoir être déployé à partir d'un P-POD.
<u>Nice3-STB-09215</u>	Les batteries n'excéderont pas 100Wh . Cela notamment pour pouvoir transporter le cubesat par avion.
<u>Nice3-STB-09216</u>	Le centre de gravité du cubesat ne doit pas être à plus de 4cm du centre géométrique.



Réf. : NICE3_0047_1.0_STB

Edition : 1 Date : 25/11/2019

Révision : 0 Date : 25/11/2019

Page : 19

9.2.2. TRANSPORT DU NANOSATELLITE

Concernant le transport du nanosatellite, les exigences suivantes devront être vérifiées :

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-09221</u>	Le conteneur doit permettre le transport du nanosatellite dans son dépoyeur par avion et voie ferrée jusqu'au site de lancement
<u>Nice3-STB-09222</u>	Le conteneur doit permettre le transport du nanosatellite dans son dépoyeur en ambiance thermique et hydrique contrôlée

9.3. CHARGE UTILE

L'allocation pour l'instrument correspond à environ un tiers de l'encombrement/masse/consommation d'un double CubeSat.

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-09301</u>	Cf. exigences chapitre 4.3.1 « Concept de la charge utile» concernant la masse et l'encombrement de l'instrument.
<u>Nice3-STB-09302</u>	La consommation en puissance de l'instrument doit être inférieure à 0.6W en moyenne sur une orbite.

9.4. BANC DE SIMULATION

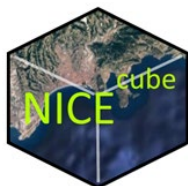
La validation du fonctionnement du nanosatellite se fera selon les préconisations du programme JANUS :

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-09401</u>	Le simulateur satellite doit permettre de valider l'ensemble des opérations relatives à la mission. Il permet de simuler numériquement (1) les interfaces internes du nanosatellite, (2) La transmission des télémesures (3) la gestion des modes satellite. Il embarque le logiciel de vol. Les fonctions numériques du simulateur peuvent être remplacées par des cartes de sous-systèmes.

9.5. SEGMENT SOL

Cf. chapitre 6 pour la description des exigences fonctionnelles applicables au centre de commande contrôle, à la station sol radio, à la station sol optique, au centre de mission à prendre en compte pour la conception et le développement.

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-09501</u>	Le réseau de transmission des données au sol est basé sur un lien ethernet sécurisé utilisant le protocole TCP/IP. Il doit permettre d'assurer les échanges d'informations entre les différents éléments du segment sol : Station Sol Optique, Station Sol Radio , le centre de commande contrôle, le centre de mission ainsi que les utilisateurs.



10. EXIGENCES DE QUALIFICATION

Les exigences de qualification relatives au système se déclinent suivant les étapes de la vie du système en se conformant aux recommandations du programme JANUS :

10.1. AVANT LE LANCEMENT

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-10101</u>	L'aptitude au fonctionnement de l'ensemble du système, c'est-à-dire la capacité du système à mener à bien sa mission, devra être démontrée.

Pour répondre à cette exigence, les essais système préalables au lancement se scindent en trois grandes étapes successives :

- Les essais de compatibilité entre les diverses composantes du système
- Les essais de qualification technique
- Les essais de qualification de préparation aux opérations

10.2. APRES LE LANCEMENT ET PENDANT LA RECETTE EN VOL

Les essais postérieurs au lancement constituent la recette en vol du système. Cette phase se terminera **1 mois** après le lancement par une revue de recette en vol globale du système.

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-10201</u>	Le bon fonctionnement du nanosatellite en orbite (comportement de chacune des chaînes fonctionnelles bord) et les performances de la charge utile devront être vérifiés.
<u>Nice3-STB-10202</u>	La conformité aux spécifications des produits fournis aux utilisateurs sera établie.
<u>Nice3-STB-10203</u>	Le système devra être qualifié en situation opérationnelle.

10.3. PENDANT LA PHASE D'EXPLOITATION OPERATIONNELLE

ID	Exigences
<u>Nice3-STB-10301</u>	Des évolutions du système, en garantissant la continuité de la mission, pourront être réalisées. Ces évolutions porteront sur les traitements bord impliquant une modification du logiciel de vol, les traitements sol mis en œuvre par le centre de mission, le contenu des produits...

DIFFUSION

Réf. document :

Ed. : 1

Rev. : 0

du :

Titre : SPECIFICATION TECHNIQUE DE BESOIN SYSTEME « NOM DU PROJET »

[illegible]