

Nom de l'établissement Lycée International Victor Hugo Boulevard Victor Hugo 31770 COLOMIERS Tél : 0561159494	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux	Session 2023
--	---	---------------------

Plateau tournant

<i>Partenaire professionnel :</i>	<i>Étudiants chargés du projet :</i>	<i>Professeurs ou Tuteurs responsables :</i>
Centre National d'Études Spatiales	Noms Prénoms	Noms Prénoms
Inisat	-	- BOUYSSONNADE Solange
Easy space (M. Hubert DIEZ)	-	-
Centre de Toulouse	-	-
18, avenue Edouard Belin	-	-
31401 Toulouse Cedex 4	-	-

Reprise d'un projet : *Oui / Non*

1 Présentation générale du système supportant le projet :

1.1 Nanolab-Academy

Le projet Nanolab Academy (ex Janus) a pour objectif de promouvoir le spatial auprès des étudiants des écoles et universités françaises. Pour cela, le CNES leur propose de développer et d'envoyer dans l'espace leur propre satellite équipé d'instruments scientifiques sous le format "Cubesats", c'est-à-dire de petits systèmes de masse comprise entre 1 et 15 kg. Dans le monde des « cubesats » on parle en multiples d'unités c'est-à-dire de cubes mesurant 10x10x10cm. Ainsi les satellites du projet Nanolab Academy ont un volume compris entre 1 et 6 unités.



Nanolab-Academy sensibilise ainsi les étudiants à la logique de développement de projets spatiaux et à leur mise en œuvre : conduite de projet, plan de développement, lancement, réception de télémesures et émission de télécommandes, exploitation des données... Il assure aussi la promotion d'enseignements scientifiques avec une dimension expérimentale forte dans les différents domaines du spatial : mécanique, thermique, avionique, contrôle d'attitude, systèmes d'énergie... En retour, les projets testent en orbite de nouvelles technologies satellites et/ou instrumentales intéressantes pour la communauté scientifique et industrielle. La composante sol indispensable à la communication avec les satellites et à leur exploitation fait également l'objet de différents projets étudiants.

Plus d'une dizaine d'écoles et d'universités françaises en partenariat avec des laboratoires scientifiques et des industriels sont impliquées dans Nanolab Academy. Ces écoles s'associent généralement localement en créant des Centres Spatiaux Universitaires (CSU) qui deviennent nos interlocuteurs privilégiés.

1.2 INISAT

INISAT est une **initiative pédagogique, lancée officiellement par le CNES** le 19 juin 2019. Elle trouve son origine dans l'intérêt manifesté par de nombreux enseignants pour des kits pédagogiques déjà existants et testés durant les années 2017 et 2018. Après évaluations, les universités et écoles ayant participé à cette étude se sont unanimement accordées pour développer leur propre matériel pédagogique, 100% français et 100% open-source, ceci n'excluant en rien des partenariats internationaux (qui sont même recherchés, notamment dans le cadre de l'initiative « **Espace Solidaire** » promue et encouragée par le C.N.E.S).



Ainsi est né le projet INISAT, qui vise à **démocratiser toutes les activités éducatives relatives aux nanosatellites** (de la physique en passant par l'ingénierie, les réalisations techniques, l'intégration, jusqu'aux tests et les opérations) auprès du plus grand nombre d'étudiants.

1.3 EASY-SPACE



Easy-Space a pour but de promouvoir et développer des activités autour du thème de la formation spatiale notamment au travers de kits pédagogiques qu'elle pourra créer (seule ou en partenariat) puis diffuser, ou d'actions de sensibilisation ou de formation.

Elle a aussi pour but de former des formateurs dans ce domaine et de contribuer à des actions de formation à l'international.

Son objectif étant d'agir de manière collective pour une nouvelle pédagogie pratique dans le domaine du spatial elle pourra, en proposant une structure collaborative, solidaire et résiliente, collaborer avec toute structure partageant cette dynamique et les valeurs qu'elle véhicule. <https://www.easy-space.fr/>

2 Analyse de l'existant :

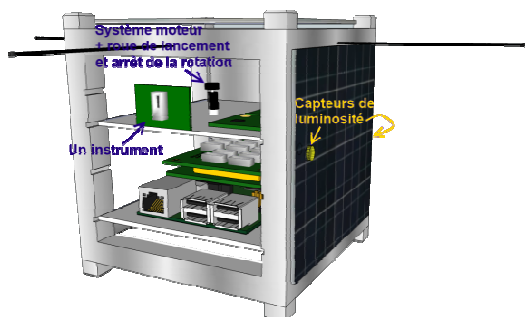


Figure 1 : maquette de notre solution uni-plan (horizontal)

En octobre 2018, le CNES, via M. Alain Gaboriaud, a confié au Lycée International Victor Hugo de Colomiers, la mission de concevoir et réaliser un kit complet d'initiation au spatial. Ces kits devaient être composés de divers éléments tels un segment vol modulable et configurable au format 1U des Cubesat, un segment sol de gestion des télécommandes et télémesures et un tutoriel. Contrairement aux kits déjà existant, ce kit devait pouvoir s'adresser à des élèves dès les classes

de collège.

Au mois d'octobre 2021, le lycée a été contacté par M. Hubert DIEZ de la société Easy-space afin de poursuivre ce projet. En 2022, de nouvelles fonctionnalités ont ainsi été apportées. Parmi ces nouvelles fonctionnalités se trouvent la simulation de mise en rotation du Cube en vue d'orienter les panneaux solaires vers la source lumineuse. Cette fonctionnalité **imite** un fonctionnement possible dans l'espace et le vide. Il est précisé que cette fonctionnalité n'est valable que pour des Cubes de taille 3U minimum. Elle est donc optionnelle et uniquement présente pour montrer un phénomène exploité dans le vide de l'espace.



Figure 2 : solution eyesat multi-plan sur un 3U

Contrairement aux gros satellites qui comportent au minimum 6 valves propulsant du gaz sous pression qui nécessite un réservoir, les nanosatellites peuvent utiliser un système de roues de réaction. Dans l'exemple de la Figure 2, il est possible de voir le cas du cubesat eyesat du CNES et de ses 4 roues de réaction pour couvrir les 3 axes.

3 Expression du besoin :

3.1 Objectifs

En physique, l'**inertie** d'un corps, dans un référentiel galiléen (dit inertiel), **est** sa tendance à conserver sa vitesse : en l'**absence d'influence extérieure**, tout corps ponctuel perdure dans un mouvement rectiligne uniforme. Si un couple lui est imposé, il se mettra en rotation avec une vitesse quasi-constante.

L'objectif est d'améliorer la compréhension d'un des principes de mise en rotation des Cubesat dans l'espace en concevant un mécanisme artificiel de mise en rotation du segment vol dans une salle de classe.

3.2 Mission du système

Le problème est que dans une salle de classe, sur terre, il existe une influence extérieure qui est l'air et son frottement, la solution choisie pour maintenir le segment vol en l'air et son coefficient de frottement. L'utilisation de roues avec d'excellents roulements auraient été envisageable mais le réglage de l'efficacité de l'inertie (créée par un moteur embarqué suffisamment puissant) restait insuffisamment maîtrisable. Il a donc été choisi la solution du plateau piloté comme le présente le diagramme de la Figure 3.

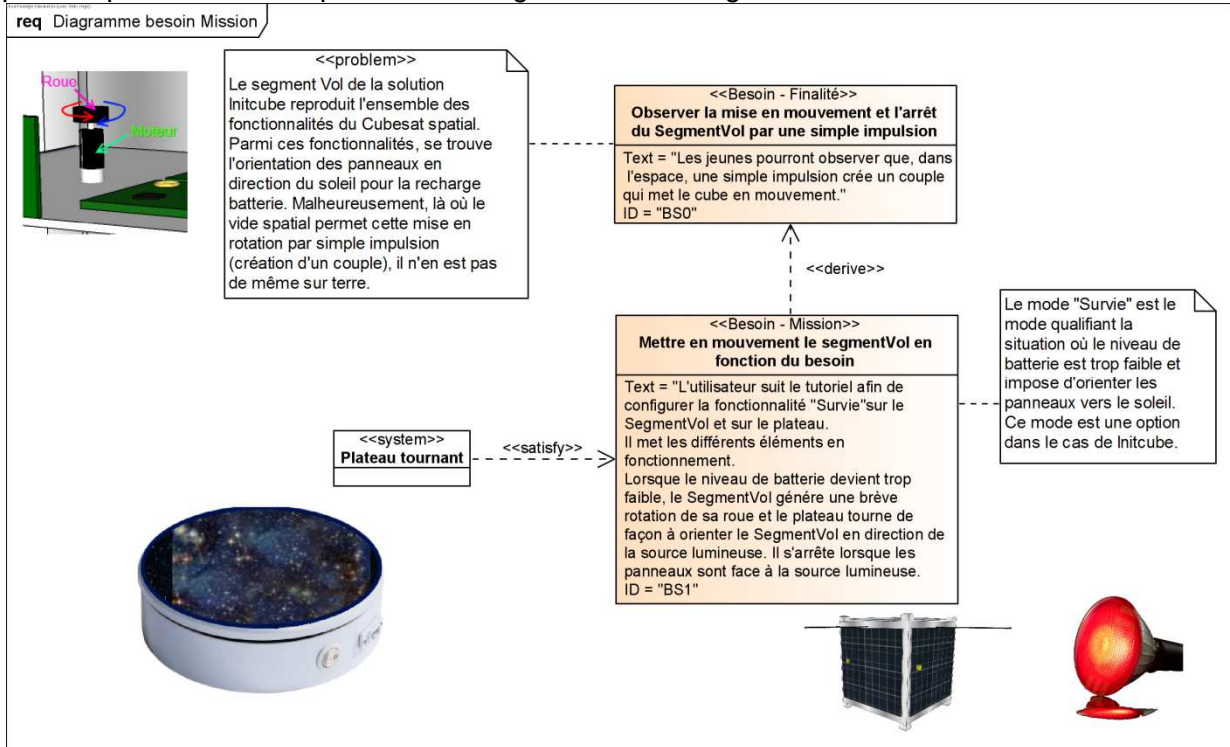


Figure 3 : diagramme « Finalité-Mission »

3.3 Contexte d'utilisation du plateau

InitCube sera utilisé par des étudiants/élèves et leurs professeurs. Le comportement et les réactions de ces élèves restent non maîtrisables à tout instant. Des précautions doivent être prises. Le diagramme suivant montre le contexte d'utilisation de ce plateau tournant.

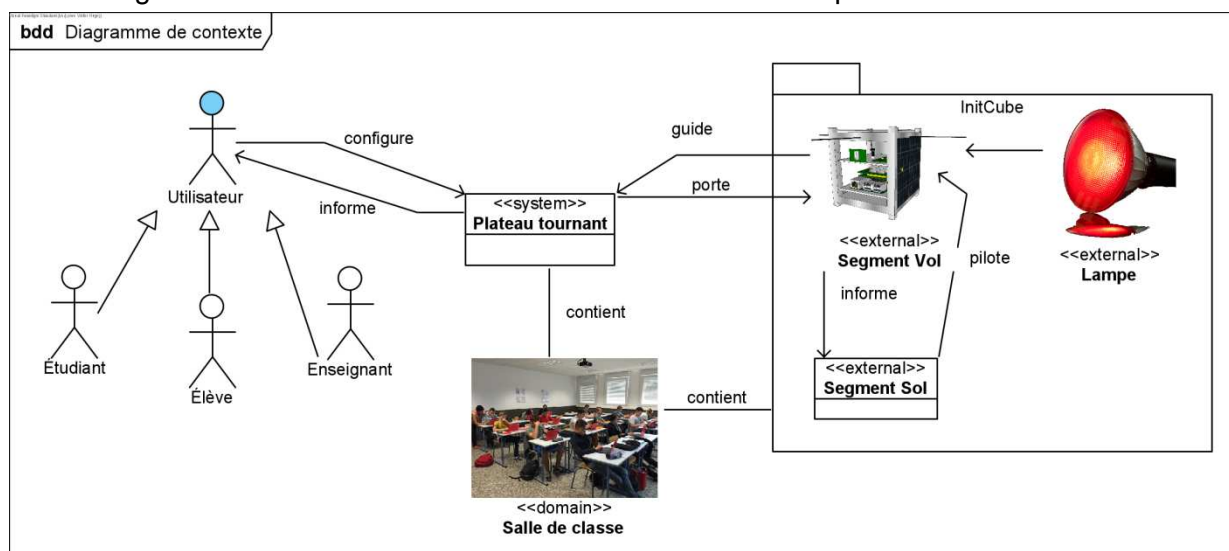


Figure 4 : diagramme de contexte de système à développer

3.4 Diagramme des cas d'utilisations

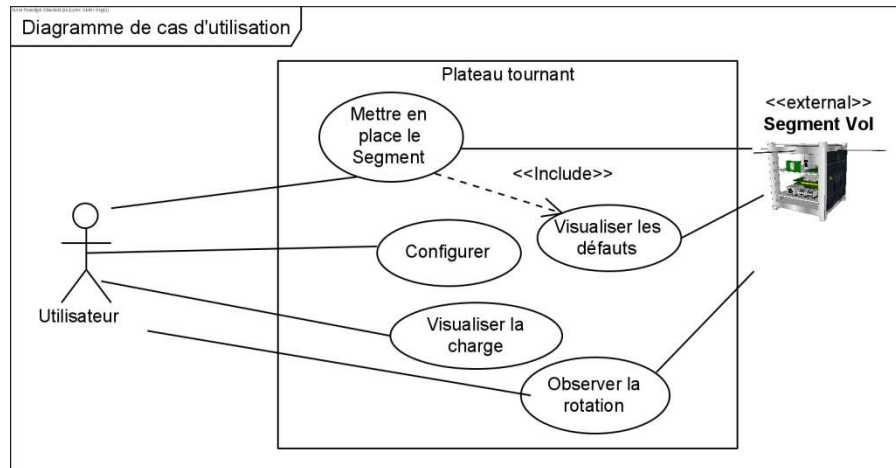


Figure 5 : diagramme des cas d'utilisation du système InitCube

3.5 Les exigences

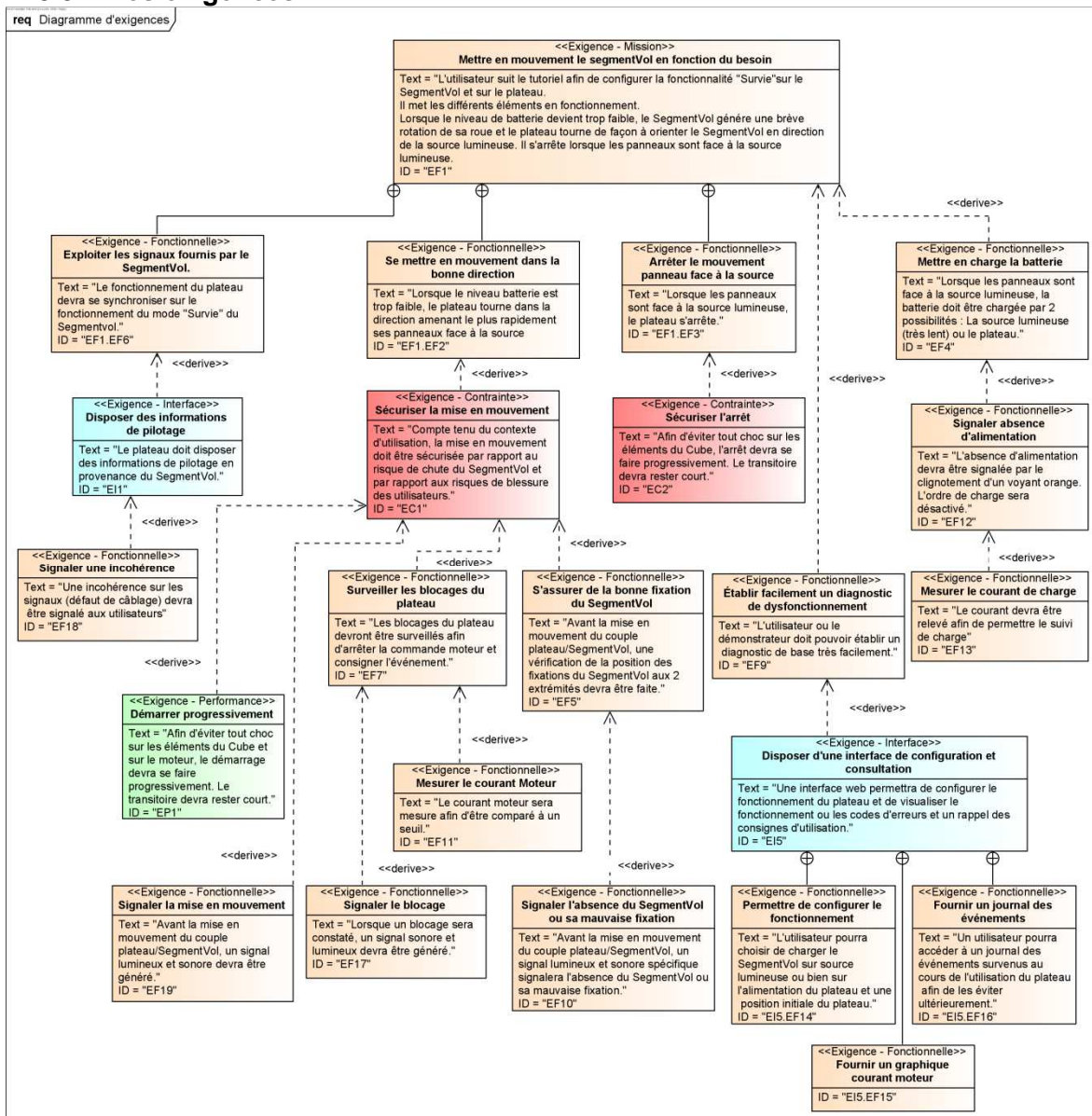
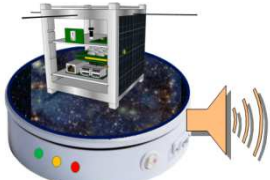



Figure 6 : diagramme des besoins des parties prenantes du sous-projet « Plateau tournant »

3.6 Signaux électriques à exploiter

Les signaux électriques à exploiter sont ceux fournis pour piloter la roue de réaction du segmentVol. Des chronogrammes illustrant leur allure sont donnés en annexe 3.

3.7 Organisation en 2 sous-projets

Opérations (SS1)	Sécurité et diagnostic (SS2)
Mise en mouvement, arrêt du plateau et charge batterie SegmentVol en fonction des ordres en provenance du SegmentVol	Gestion des exigences de sécurité du Plateau tournant et du journal d'événements de l'interface web.
	

4 Énoncé des tâches à réaliser par les étudiants:

4.1 Sous-projet SS1 - Opérations

Candidat	Tâche(s)	
Candidat 1	Mettre en mouvement le Plateau (EF1.EF2)	Concevoir et développer cette fonctionnalité
		Analyser les signaux électriques fournis (EF1.EF6)
		Signaler une incohérence des signaux électriques (EF18) sous la forme d'une information sonore et visuelle.
		Spécifier les événements dans un journal (EI5.EF16)
		Signaler le démarrage de la rotation par une information visuelle, sonore et un message vocal. (EF19)
		Démarrer la rotation progressivement et dans la bonne direction si pas de défaut signalés logiciellement. (EP1)
		Maintenir le mouvement à vitesse constante et lente.
Candidat 2	Arrêter le mouvement (EF1.EF3)	Analyser, concevoir et développer cette fonctionnalité
		Analyser les signaux électriques fournis (EF1.EF6) et capturer les signaux logiciels en provenance de la sécurité.(EC1)
		Signaler une incohérence des signaux électriques (EF18) sous la forme d'une information sonore et visuelle.
		Spécifier les événements dans un journal (EI5.EF16)
		Arrêter progressivement la rotation (EC2)
		Ajuster la position d'arrêt à l'aide de l'encodeur (EF1.EF3)
		Signaler logiciellement le bon positionnement du plateau EF4.
Candidat 3	Mettre en charge la batterie (EF4)	Analyser, concevoir et développer cette fonctionnalité
		Vérifier le bon positionnement du plateau (EF4)
		Vérifier la configuration de charge batterie (EF4)
		Activer la charge de la batterie (EF4)
		Relever le courant de charge batterie (EF13)
		Signaler absence de courant et donc de source électrique par information sonore et lumineuse. (EF12)
		Désactiver la charge (EF12)
		Générer un événement. (EF18)

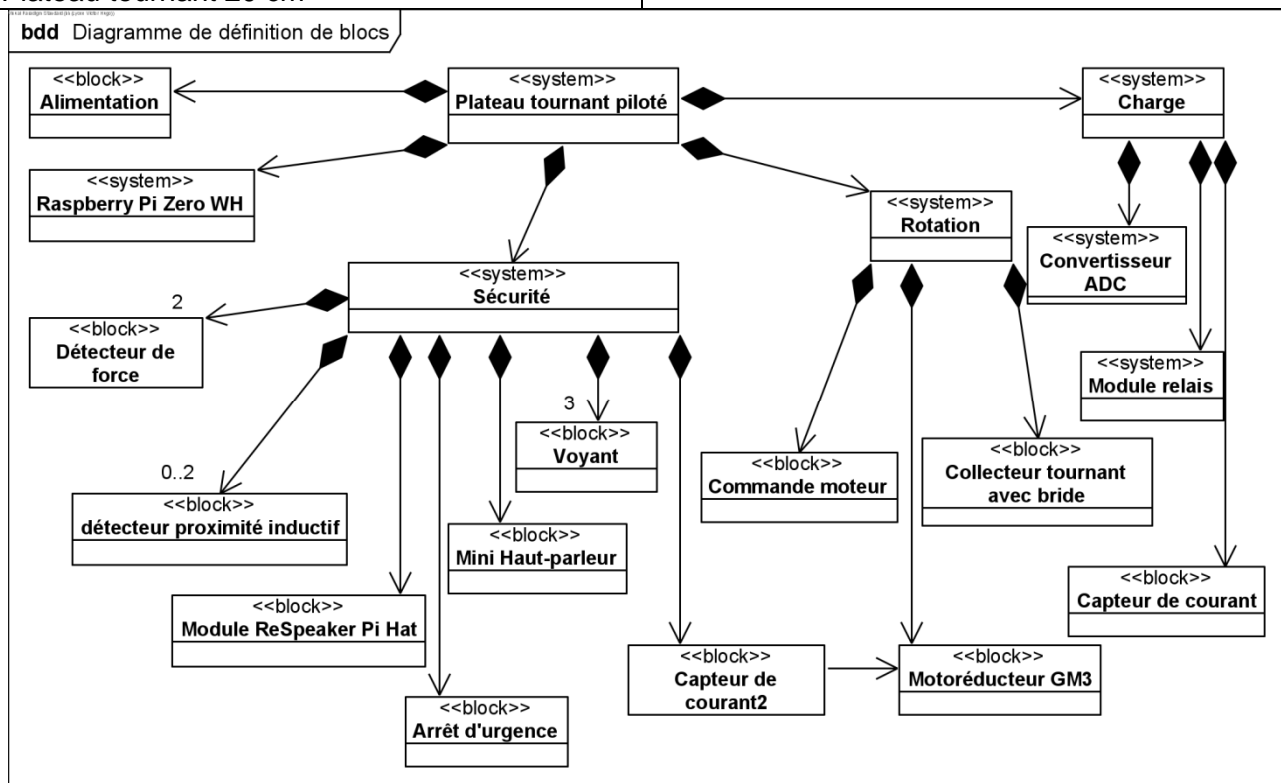
4.2 Sous-projet SS2 - Sécurité et diagnostic

Candidat	Tâche(s)	
Candidat 1	Gérer le blocage plateau (EF7)	Analyser, concevoir et développer cette fonctionnalité
		Relever le courant moteur (EF11)
		Signaler le blocage moteur (EF17) par une information sonore et lumineuse et par un signal logiciel.
		Créer un historique du courant moteur (EF15)
		Représenter le courant dans la page web 1 (EF15)
		Créer un journal des événements blocage moteur (EF9)
		Afficher le journal dans la page web 1 (EI5.EF16)
Candidat 2	S'assurer de la bonne fixation du SegmentVol (EF5)	Analyser, concevoir et développer cette fonctionnalité
		Relever l'effort exercé sur les 2 fixations du SegmentVol
		Signaler la mauvaise fixation (EF10) par le biais d'une information sonore et lumineuse, d'un message vocal et d'un signal logiciel.
		Créer un journal des événements « défauts de fixation » (EF9)
		Afficher ce journal dans la page web 2 (EI5.EF11)
		Gérer les défauts capteurs et leur signalement. (EF9 et EC1)
Candidat 3	S'assurer de la présence du SegmentVol (EF5)	Analyser, concevoir et développer cette fonctionnalité
		Relever les données du détecteur de proximité inductif (EF5)
		Signaler l'absence du segmentVol par une information sonore et lumineuse et par un signal logiciel (EF10)
		Créer un journal des événements d'absence du SegmentVol (EF9)
		Afficher le journal dans la page web 3 (EI5.EF11)
		Gérer les défauts capteurs et leur signalement. (EF9 et EC1)
		Afficher les événements de signaux incohérents (EI5.EF11)
		Afficher les événements d'absence de courant de charge (EI5.EF11)

5 Description structurelle du système :

Principaux constituants :	Caractéristiques techniques :
Carte Raspberry Pi Zero WH	
capteurs effet hall ou détecteurs de force fsr402s	
Capteur de proximité inductif 4 mm FIT0658	sortie NPN (NO) alimentation 5 V
Adaptateur 1134 pour capteurs résistifs	
Module convertisseur ADS1015	I2C 12 bits 2,7 à 5 Vcc 4 canaux
encodeur RS030	3 à 24 Vcc
Module relais	3,3 V vers 5 V 2 A
Convertisseur de 4 niveaux logiques 2595	3,3 V vers 5 V bidirectionnel
Module ReSpeaker Pi HAT 107100001	Alimentation: 5 Vcc via alim avec connecteur micro-USB un bouton poussoir (GPIO17), 3 Leds RGB (SPI), un port I2C, un port digital (GPIO12), un connecteur JST pour raccorder un haut-parleur et un connecteur Jack 3,5 mm.
Mini Haut-parleur avec câbles	8 ohms 1 W
Collecteur tournant avec bride - Diam 22mm 12 fils	

Capteur de courant ± 5 A 1185 ACS714 (moteur)	2,5 V pour 0 A sous 5 V
Capteur INA260 de tension, de courant et de puissance (batterie)	I2C
Connecteurs micro USB B	
Motoréducteur GM3	Alimentation: 3 à 6 Vcc - 38 t/min - 3,6 kg.cm
Alimentation	5 V/2,5 A
Commande moteur CC 1 x 1,7A 2990 basé sur un DRV8838	* Alimentation: - partie moteurs: 0 à 11 Vcc - partie logique: 1,8 à 7 Vcc * Sortie: 1,7 A par canal
Plateau tournant 20 cm	



6 Inventaire des matériels et outils logiciels à mettre en œuvre par le candidat :

Désignation :	Caractéristiques techniques :
Machine de développement	Machines virtuelles sur hôte Linux
Environnement Netbeans ou VisualStudioCode	
Langage C++	
Systèmes d'exploitation Raspbian	Buster Lite
I2C tools	
Visual Paradigm (UML/SysML)	
Time Performance	

					SS1 - Opérations			SS2 - Sécurité et diagnostic					
Tâches	Revues	Contrats de tâche				Compétences	Candidat_1	Candidat_2	Candidat_3	Candidat_1	Candidat_2	Candidat_3	
T1.4	R2	Vérifier la pérennité et mettre à jour les informations.					C2.1						
T2.1	R2	Collecter des informations nécessaires à l'élaboration du cahier des charges préliminaire.					C2.2						
T2.3	R2	Formaliser le cahier des charges.					C2.3 C2.4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T3.1	R2	S'approprier le cahier des charges.					C3.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T3.3	R2	Élaborer le cahier de recette.					C3.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T3.4	R2	Négocier et rechercher la validation du client.					C2.4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T4.2	R3	Traduire les éléments du cahier des charges sous la forme de modèles.					C3.1 C3.3	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T5.1	R3	Identifier les solutions existantes de l'entreprise.					C3.1 C3.6						
T5.2	R3	Identifier des solutions issues de l'innovation technologique					C3.1 C3.6	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T4.3	R3	Rédiger le document de recette.					C4.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T6.1	R3	Prendre connaissance des fonctions associées au projet et définir les tâches.					C2.4 C2.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T6.2	R3	Définir et valider un planning (jalons de livrables).					C2.3 C2.4 C2.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T6.3	R3	Assurer le suivi du planning et du budget.					C2.1 C2.3 C2.4 C2.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T7.1	R3	Réaliser la conception détaillée du matériel et/ou du logiciel.					C3.1 C3.3 C3.6	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T7.2	RF	Produire un prototype logiciel et/ou matériel.					C4.1 C4.2 C4.3 C4.4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T7.3	RF	Valider le prototype.					C3.5 C4.5 C4.6	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T7.4	RF	Documenter les dossiers techniques et de maintenance					C2.1 C4.7	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T9.2	RF	Installer un système ou un service.					C2.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T10.3	RF	Exécuter et/ou planifier les tâches professionnelles de MCO.					C2.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T11.3	RF	Assurer la formation du client.					C2.2 C2.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T12.1	RF	Organiser le travail de l'équipe.					C2.3 C2.4 C2.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T12.2	RF	Animer une équipe.					C2.1 C2.3 C2.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T9.1	RF	Finaliser le cahier de recette.					C3.1 C3.5 C4.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓

<i>Avis de la commission</i>

Sous-système SS1 - Opérations

- Les concepts et les outils mis en œuvre par le candidat (1-2-3)... correspondent au niveau des exigences techniques attendu pour cette formation :

oui / à reprendre pour le candidat (1-2-3)

- L'énoncé des tâches à réaliser par le candidat (1-2-3)... est suffisamment complet et précis :

oui / à reprendre pour le candidat 1-2-3

- Les compétences requises pour la réalisation ou les tâches confiées au candidat (1-2-3) sont en adéquation avec les savoirs et savoir-faire exigés par le référentiel :

oui / à reprendre pour le candidat (1-2-3)

- Le nombre d'étudiants est adapté aux tâches énumérées :

oui / trop / insuffisant

Sous-système SS2 - Sécurité et diagnostic

- Les concepts et les outils mis en œuvre par le candidat (1-2-3)... correspondent au niveau des exigences techniques attendu pour cette formation :

oui / à reprendre pour le candidat (1-2-3)

- L'énoncé des tâches à réaliser par le candidat (1-2-3)... est suffisamment complet et précis :

oui / à reprendre pour le candidat 1-2-3

- Les compétences requises pour la réalisation ou les tâches confiées au candidat (1-2-3) sont en adéquation avec les savoirs et savoir-faire exigés par le référentiel :

oui / à reprendre pour le candidat (1-2-3)

- Le nombre d'étudiants est adapté aux tâches énumérées :

oui / trop / insuffisant

Commentaires

Date :

Le président de la commission

Annexe 1 : le cube existant

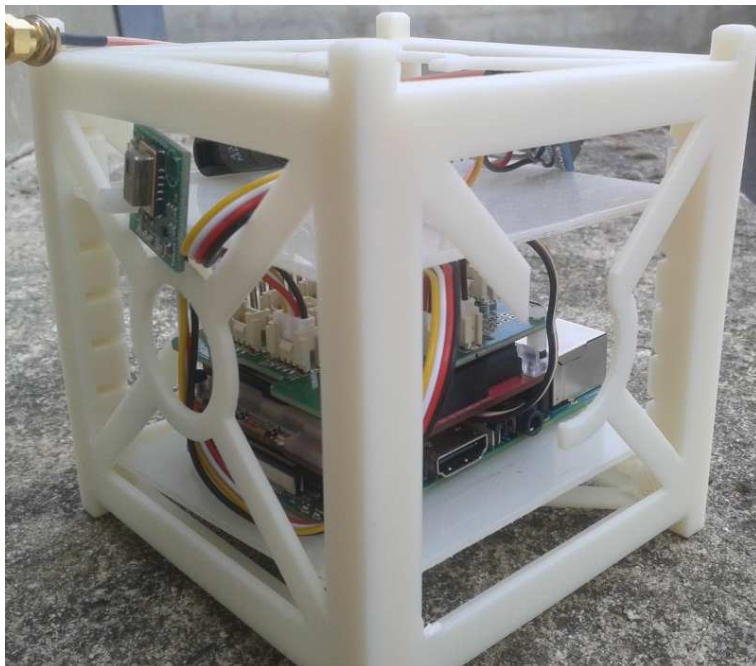


Figure 10 : le cube existant

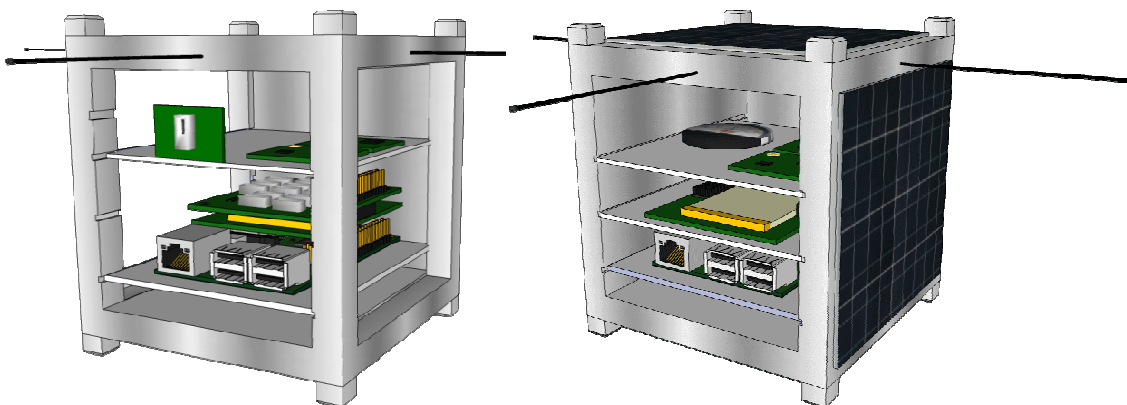


Figure 11 : maquette du cube (ouvert pour montage éléments et fermé pour démonstration)

Annexe 2 : Réel/simulé

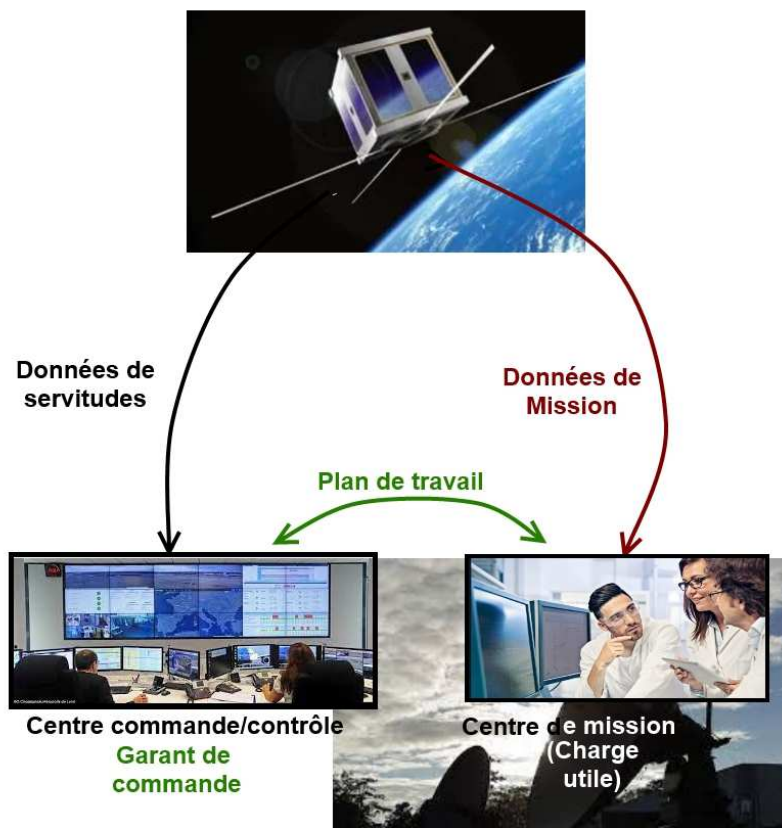


Figure 12 : fonctionnement Cubesat

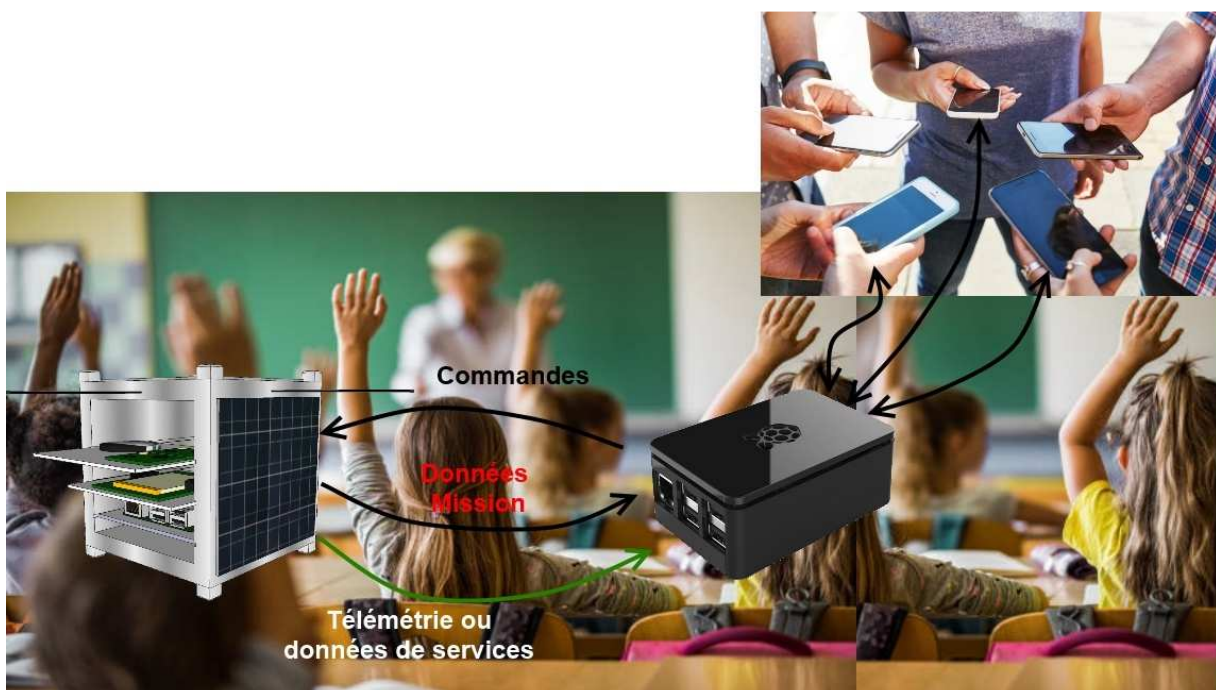
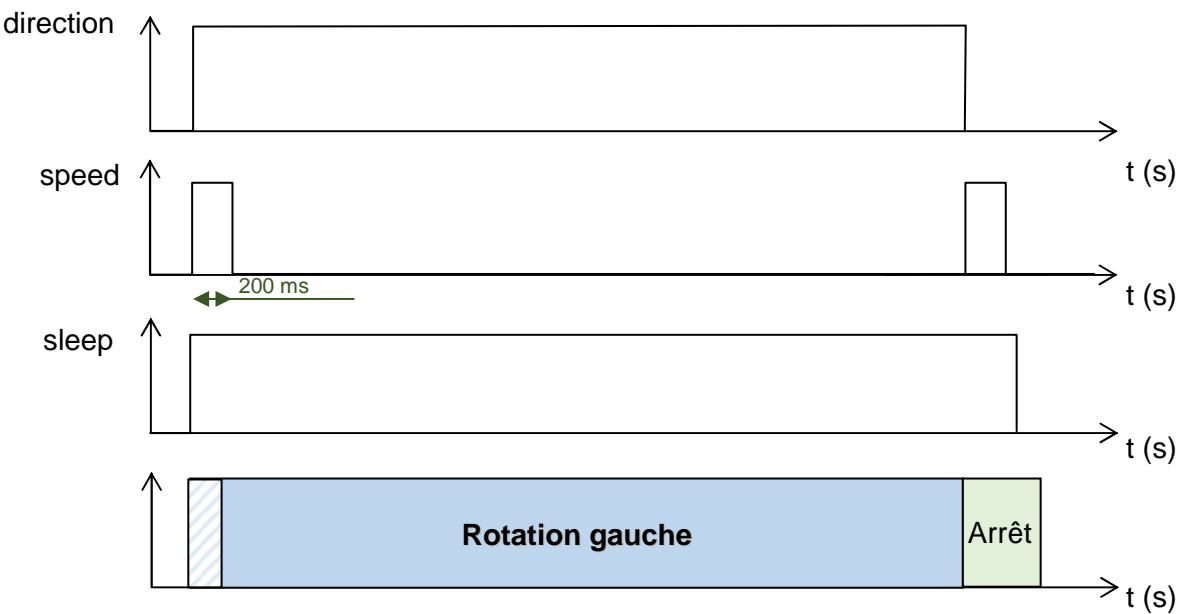


Figure 13 : fonctionnement InitCube

Annexe 3 :

Tourner gauche



Tourner droite

