

# Dossier Commun

## Projet InitCube 2019 SegmentVol

DEROZIER - LOREAL - MARYNUS - RIBET



# Sommaire

1	Introduction .....	3
1.1	Présentation du client .....	3
1.2	Présentation du projet.....	3
2	Analyse UML .....	5
3	Expression du besoin.....	5
3.1	Besoin.....	5
3.2	Exigences .....	6
3.3	Diagramme d'état.....	7
3.4	Diagramme de cas d'utilisation .....	8
3.5	Diagramme de séquence .....	9
3.5.1	Cas « Visualiser les données de télémesures » .....	9
3.5.2	Cas « visualiser l'état du système » .....	10
4	Contexte choisi pour réaliser cet incrément.....	10
5	Structure du Segment Vol InitCube .....	10
6	Diagramme de déploiement .....	12
7	Diagramme des classes général .....	13
8	Plan de recette.....	14

# 1 Introduction

## 1.1 Présentation du client

Notre projet est proposé par le CNES par l'intermédiaire de Mr Gaboriau.

Dans le cadre du projet JANUS, le CNES structure les activités de développement des Cubesats au sein des universités et écoles d'ingénieurs.

**J**eunes-en  
**A**pprentissage pour la réalisation de  
**N**anosatellites au sein des  
**U**niversités et des écoles de l'enseignement  
**S**upérieur



Un Cubesat est un nano-satellite respectant certaines spécifications et en particulier en termes de taille. Ils doivent respecter l'unité 1U = 10 cm x 10 cm x 10 cm afin de rentrer dans des modules de lancement standards ajoutés aux lanceurs de satellites conventionnels :

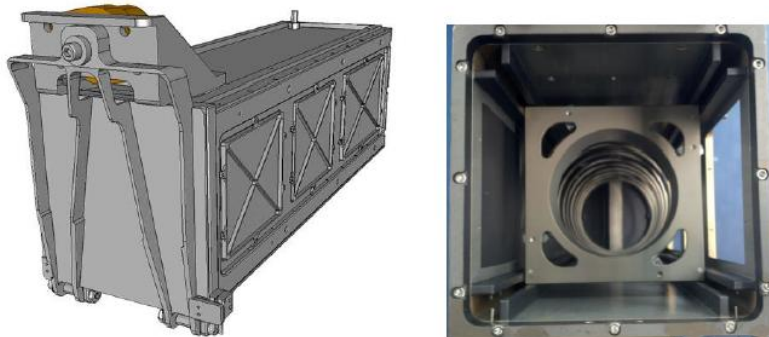


Figure 1 : modules de lancement « greffés » sur des lanceurs conventionnels.

Plusieurs de ces greffons permettent de regrouper les lancements de Cubesat et donc de réduire le coût.

Ces Cubesats étaient essentiellement fabriqués par des universités et des écoles. Cette technologie a toutefois gagné l'industrie en raison du faible coût (Comparativement aux satellites conventionnels bien sûr). Ils ont pour but de valider des technologies ou bien de faire des relevés spécifiques. De par l'altitude à laquelle ils sont lâchés, au bout de quelques mois à deux ans, ces satellites retombent naturellement dans l'atmosphère où ils sont détruits.

## 1.2 Présentation du projet

Dans le but de promouvoir le spatial, le client (CNES) a besoin d'un outil concret permettant d'initier au spatial les élèves ou étudiants. Il souhaite pour cela associer planète-science à son projet.

Notre projet consiste à créer une maquette fonctionnelle qui proposera aux établissements accueillant des élèves ou étudiants, un système complet comparable à un vrai système spatial avec le segment vol, le segment sol et des outils d'utilisations.

Le segment sol représentera la station sol qui récupère les télémesures, les traite, les affiche et télécommande le segment vol.

Le segment vol est le nano-satellite qui effectue une mission.

Tout cela sera réalisé avec de petits moyens afin de faciliter l'obtention et la réalisation du système et de rendre accessible l'activité à un maximum d'établissements scolaires.

L'utilisateur pourra désassembler et réassembler à volonté InitCube afin de faire ses propres modifications et/ou évolutions.

Notre groupe se chargera du segment vol.

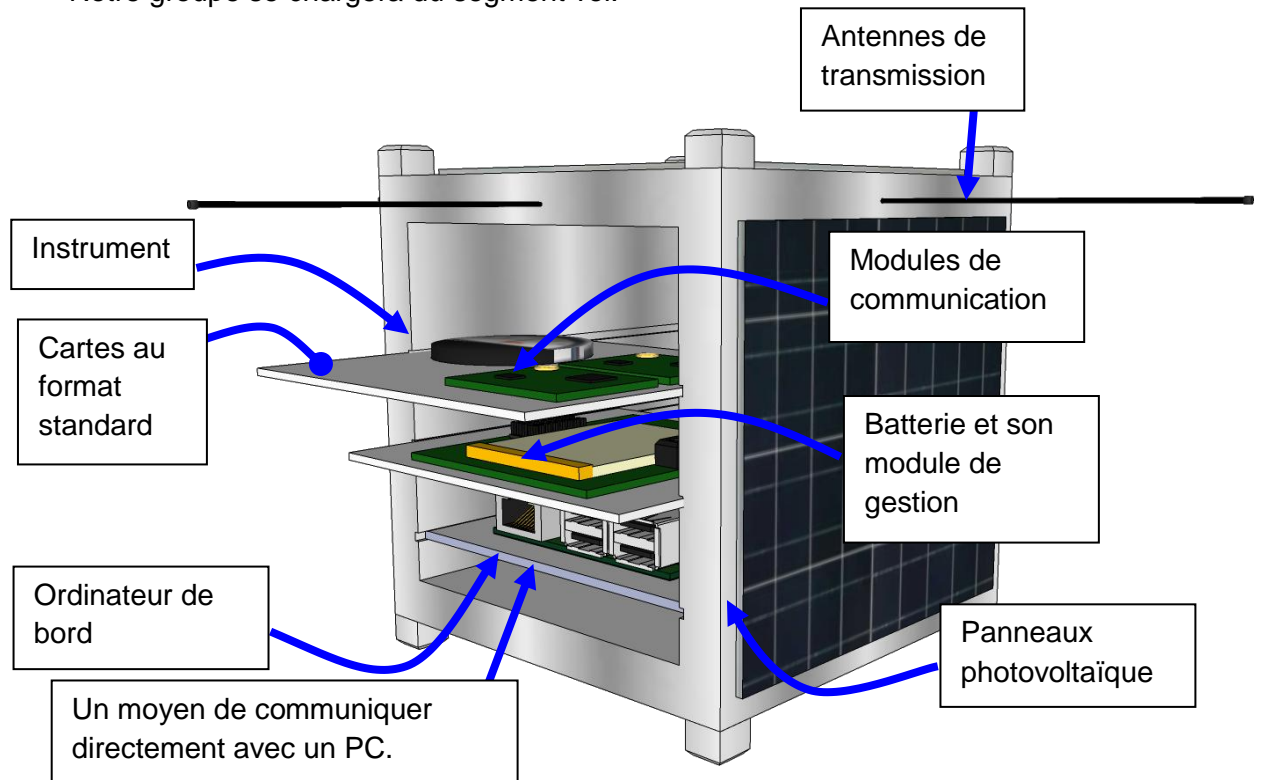


Figure 2 : Maquette 3D du segment Vol tel qu'attendu par le client

Le segment vol doit réaliser plusieurs tâches. En effet, il doit communiquer l'état du système à travers plusieurs mesures et communiquer les données de l'instrument à bord.

Le segment sol a pour tâche d'envoyer des commandes à la maquette fonctionnelle et d'afficher les données reçues.

## 2 Analyse UML

## 3 Expression du besoin

Notre mission a été de créer un kit d'initiation qui sera principalement dédié à des étudiants de niveau bac à bac+2 afin de leur faire découvrir les principes techniques et scientifiques de base des petits satellites. Ce kit devra être comparable à un vrai système spatial. L'utilisateur de l'InitCube pourra le désassembler et le réassembler à sa guise pour faire ses propres modifications ou améliorations.

### 3.1 Besoin

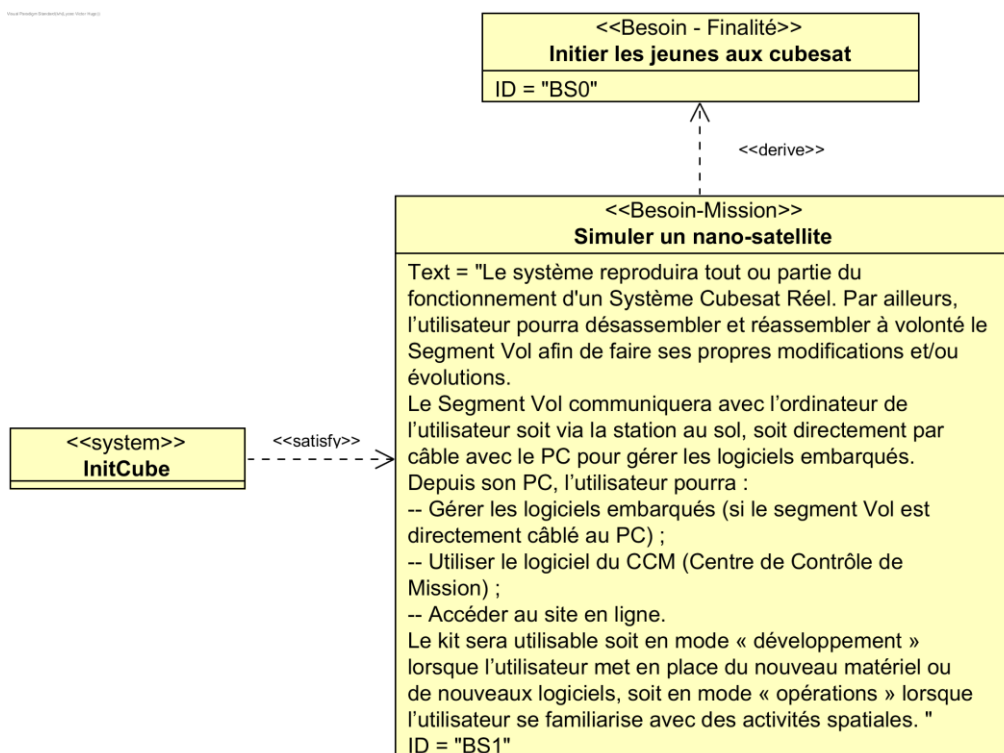


Figure 3 : diagramme du besoin du client

Le diagramme ci-dessus présente les besoins finaux du système sur lequel nous avons travaillé cette année. Le besoin principal auquel nous répondons est la simulation d'un nano-satellite.

## 3.2 Exigences

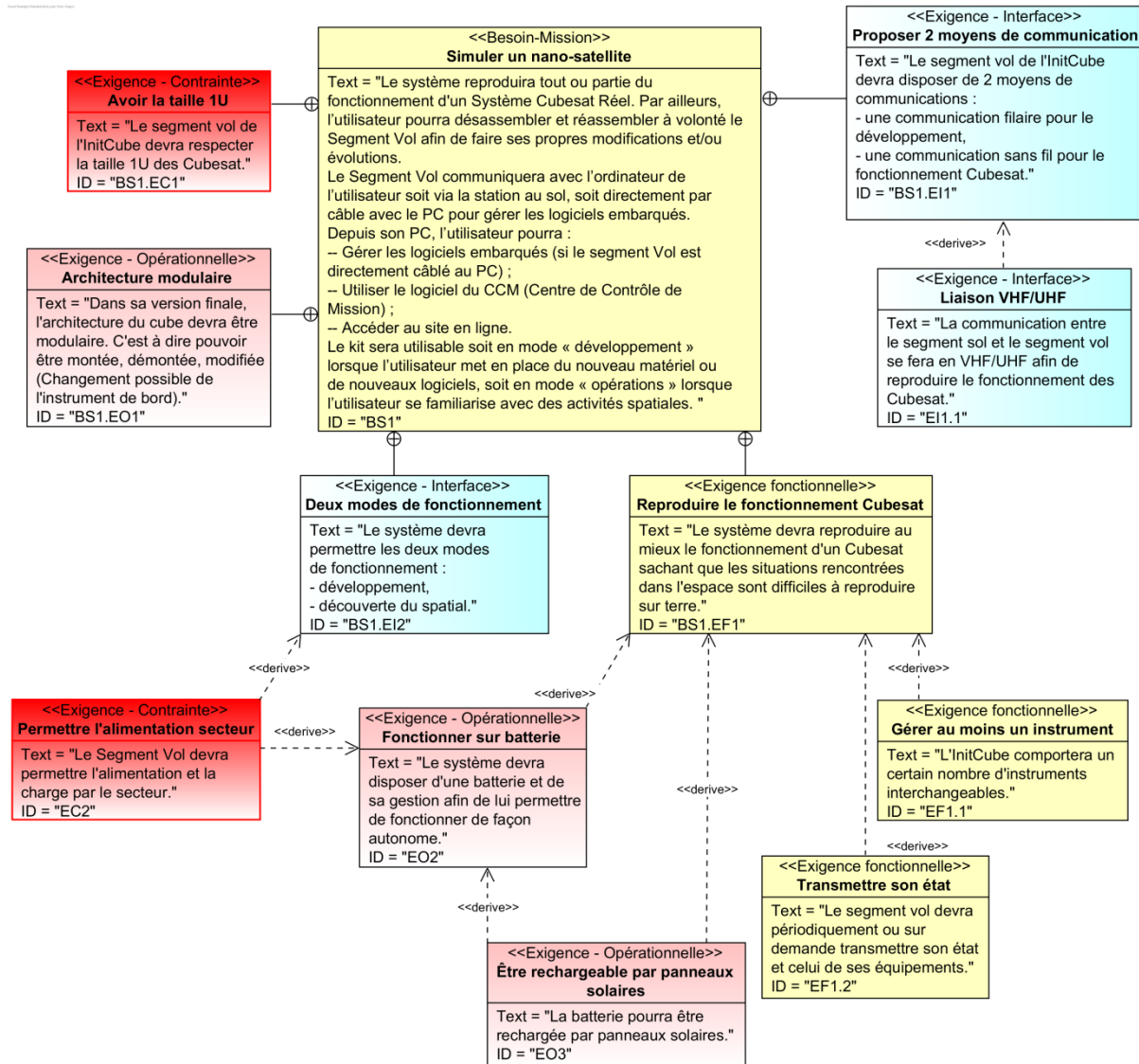


Figure 4 : Diagramme d'exigences

Ce diagramme d'exigences représente les exigences du client par rapport au segment vol.

Il souhaite que notre InitCube respecte la taille 1U soit 10 cm x 10 cm x 10 cm.

Notre InitCube doit être :

- modulaire afin de permettre le choix d'une configuration matérielle,
- pouvoir fonctionner soit en développement, soit en mission,
- pouvoir fonctionner sur batterie (rechargeable par panneau solaire) mais aussi et surtout sur secteur via une alimentation de laboratoire ou un bloc,
- communiquer par voie hertzienne (fonctionnement en mission) ou en filaire (développement),
- transmettre ses données de mission et son état comme le font les vrais satellites.

### 3.3 Diagramme d'état

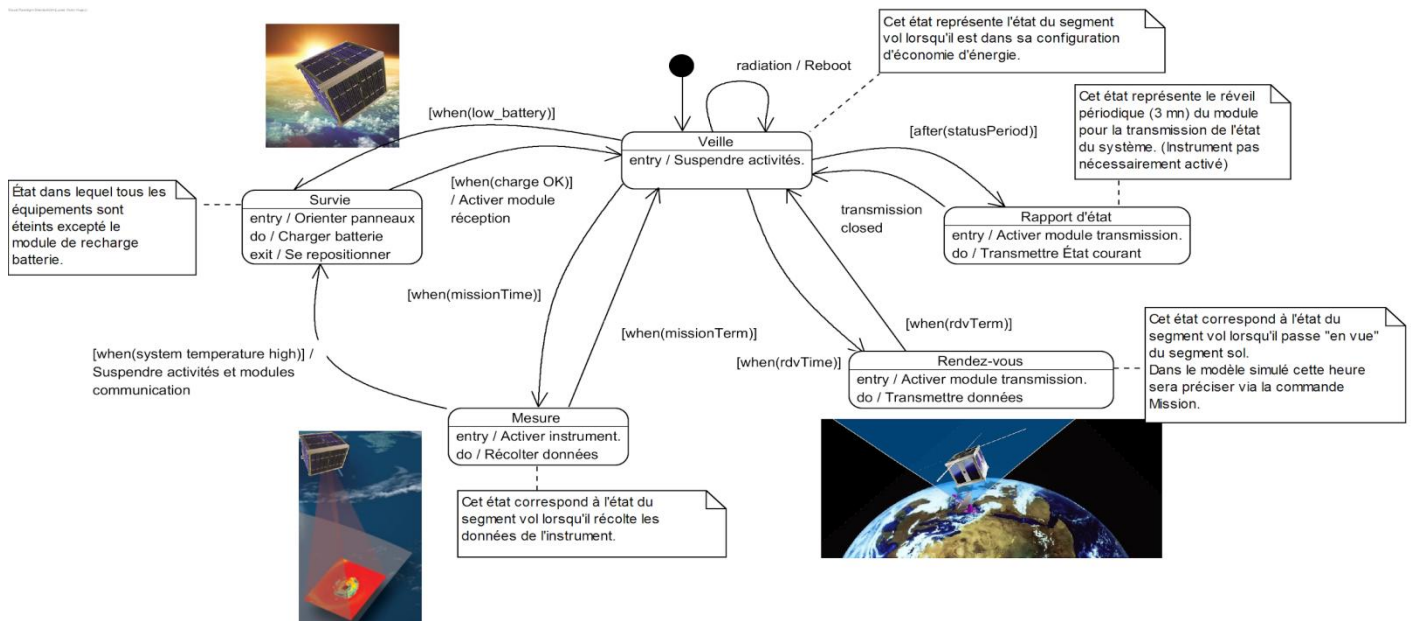


Figure 5 : Diagramme d'états/transitions

Le segment Vol devra simuler les différents états d'un satellite qui sont :

- la veille pour lequel tous les appareils sont en mode **veille** pour des raisons d'économies d'énergie,
  - le mode survie dans lequel le satellite se met en cas de surchauffe (tous les appareils sont éteints) ou de charge batterie trop faible,
  - la mesure pour lequel l'instrument est en fonctionnement normal,
  - le rendez-vous pour lequel le satellite se trouve dans la zone du segment sol et transmet donc toutes ses données de mission,
  - le rapport d'état qui correspond à la transmission périodique de son état,
- Les trois derniers états (mesure, rendez-vous et rapport d'état) sont nommés « mission » dans le spatial.



### 3.4 Diagramme de cas d'utilisation

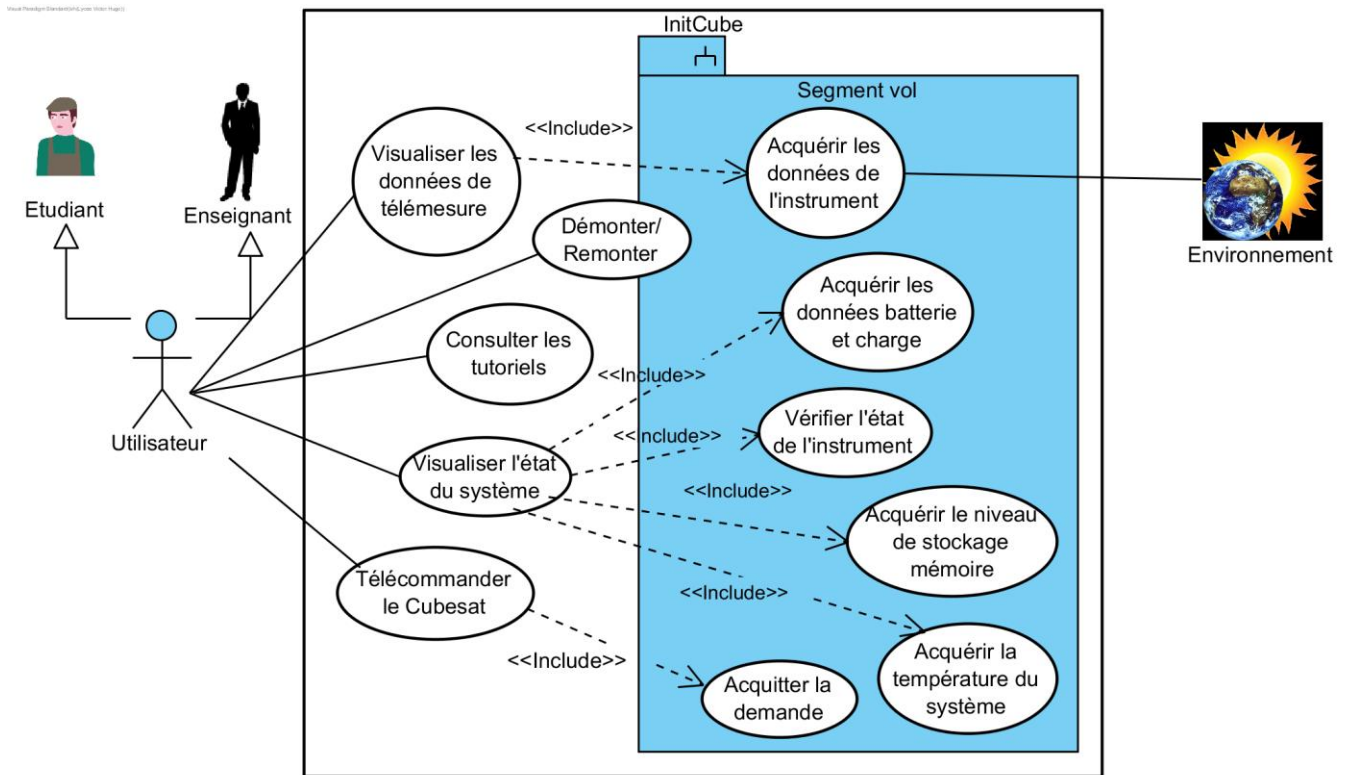


Figure 6 : diagramme des cas d'utilisation

**Visualiser les données de mesure** : Le but est donc d'afficher les mesures effectuées par le cube.

**Démonter / Remonter** : Le but est d'avoir un système qui est facilement adaptable à une mission.

**Consulter les tutoriels** : Le but est de créer des tutoriels pour les étudiants. (Non traité dans cet incrément.)

**Visualiser l'état du système** : Le but est de visualiser les données d'état du système.

**Télécommander le CubeSat** : Le but est d'envoyer des télécommandes au Cube afin qu'il réalise des tâches.

**Acquérir les données de l'instrument** : Le but est de récupérer les informations et les données de la caméra IR.

**Acquérir les données batterie et charge** : Le but est de récupérer les données sur la batterie et le niveau de charge.



**Vérifier l'état de l'instrument** : Le but est de récupérer les données de l'état de l'instrument.

**Acquérir le niveau de stockage mémoire** : Le but est de récupérer le niveau de stockage de la mémoire.

**Acquérir la température système** : Le but est de récupérer la température du système afin de vérifier s'il n'y a pas de dépassement de seuil et donc de passer en mode « Survie ».

**Acquitter la demande** : Le but est de vérifier si il n'y a pas eu de soucis à la réception des télécommandes.

## 3.5 Diagramme de séquence

### 3.5.1 Cas « Visualiser les données de télémessures »

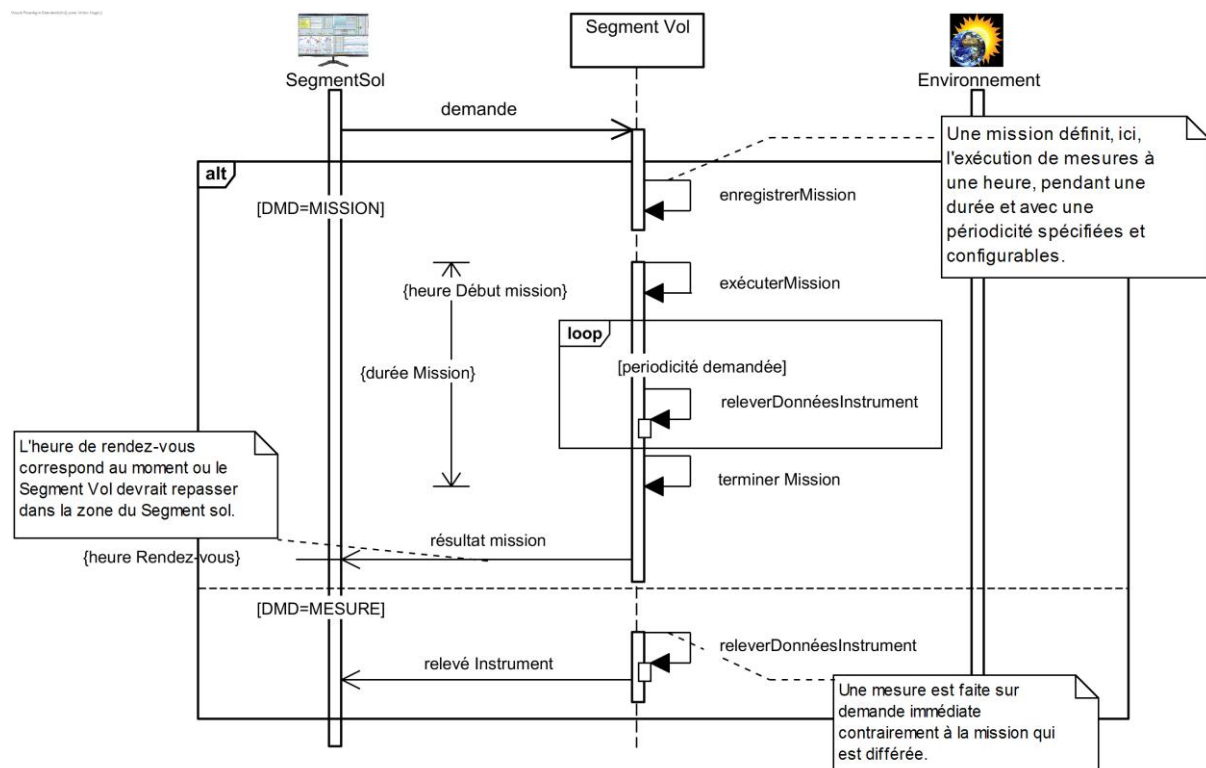


Figure 7 : diagramme de séquence du cas visualiser les données de télémessures

Ce diagramme illustre le processus entier d'une demande de Mission et de mesure en provenance du segment Sol.

Sur demande, on peut :

- soit exécuter une mission à une date, pendant une durée et une périodicité donnée (On parle de mission différée)
- soit exécuter une mesure immédiate.

### 3.5.2 Cas « visualiser l'état du système »

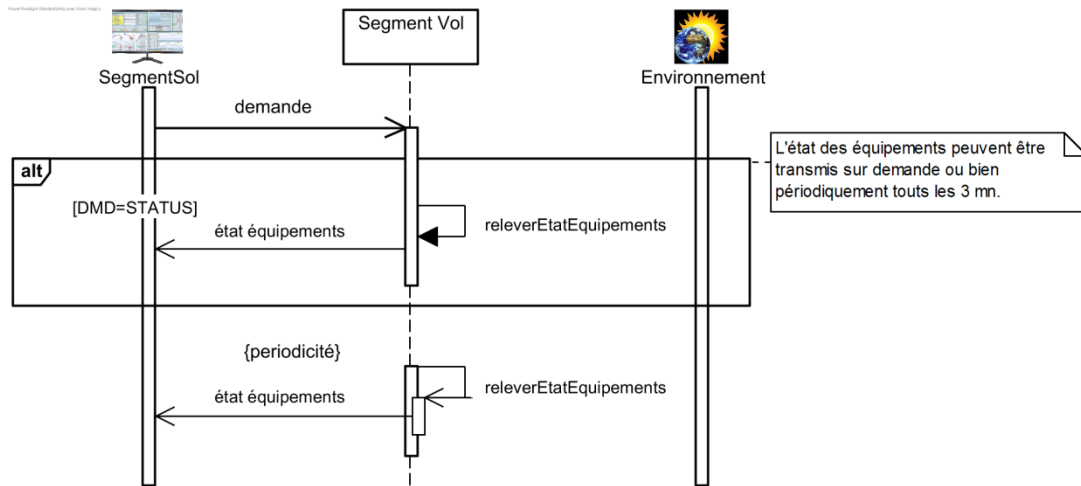


Figure 8 : Diagramme de séquence du cas « Visualiser l'état du système »

Ce diagramme représente le processus pour la récolte de l'état des équipements.

## 4 Contexte choisi pour réaliser cet incrément

Nos choix ont été guidés par un contexte météorologique de qualification de zones chaudes terrestres (déserts).

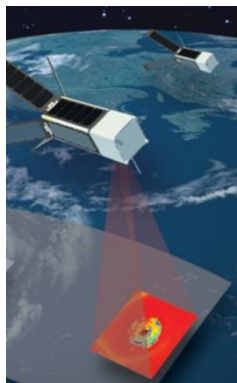


Figure 9 : exemple d'illustration d'un contexte météorologique

## 5 Structure du Segment Vol InitCube

Le segment vol est la partie du système qui va récolter les informations demandées par le sol grâce à tous les capteurs du système et la charge utile (instrument).

Pour simuler le vrai segment vol, nous avons utilisé les éléments suivants :

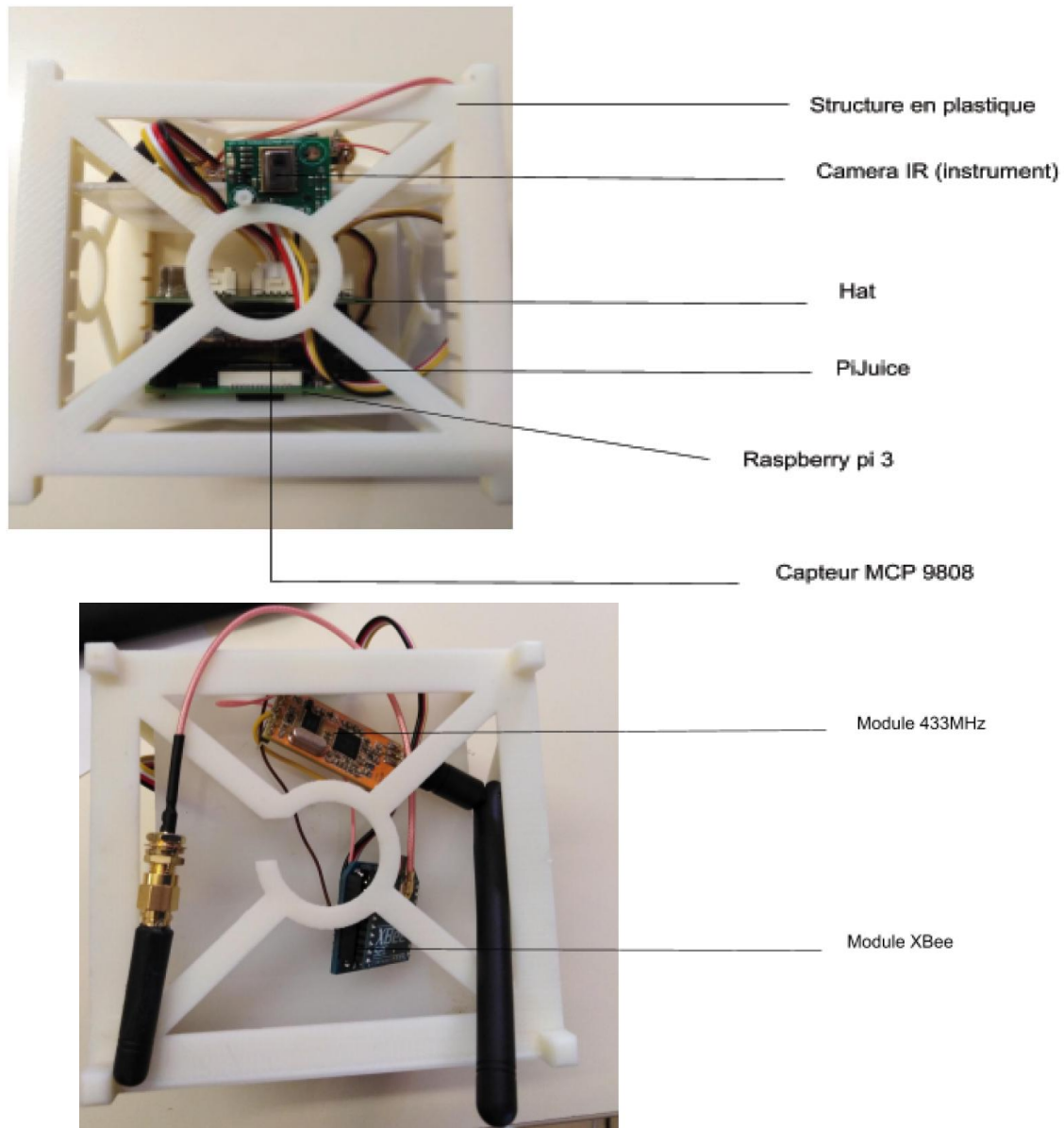


Figure 10 : photos du segment vol de l'InitCube

Dans le cadre des exigences du client vu dans le diagramme d'exigences, nous disposons des éléments listés ci-dessous.

**La structure en plastique** a été réalisée par la section CRSA. Elle permet de visualiser ce à quoi un CubeSat peut ressembler.

**La caméra IR** est la charge utile (instrument choisi) de notre système, elle va permettre d'illustrer la mesure de la température des zones chaudes de la terre. Bien entendu, le matériel choisi se limitera à une mesure à quelques centimètres dans une salle de classe.

**Le hat** va permettre d'ajouter des connecteurs pratiques pour connecter/déconnecter les équipements du segment vol d'initiation.

**La Pijuce** est la carte de gestion de charge de la batterie du système.

**La Raspberry Pi 3** est l'ordinateur de bord du système. Elle va contenir tous les codes et gérer tous les équipements.

**Le module 433MHz** permet la communication ascendante (télécommandes) dans le sens segment sol/segment vol conformément aux modèles fréquemment rencontrés en météorologie.

**Le module XBee** permet la communication descendante (télémessures) dans le sens segment vol/segment sol.

## 6 Diagramme de déploiement

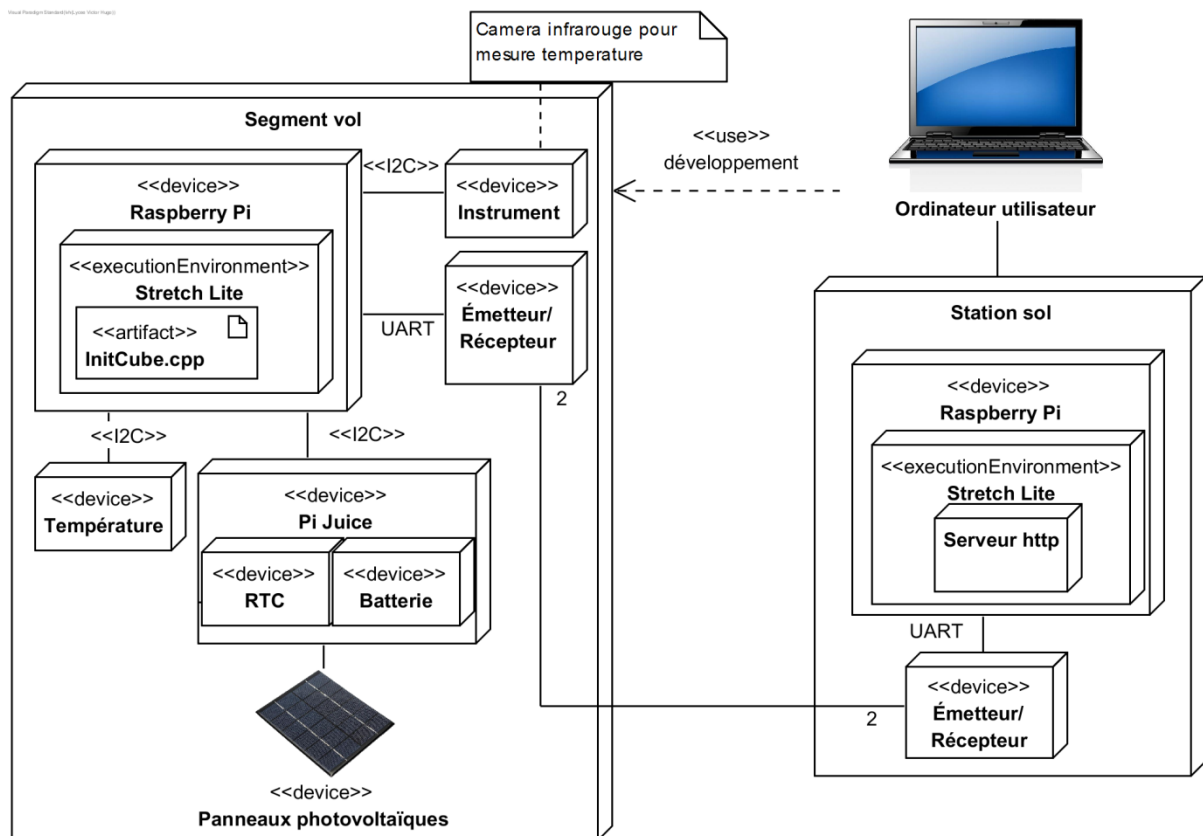


Figure 11 : diagramme de déploiement

Ce diagramme montre le fonctionnement du système entier quand il est déployé et qu'il est en marche.

## 7 Diagramme des classes général

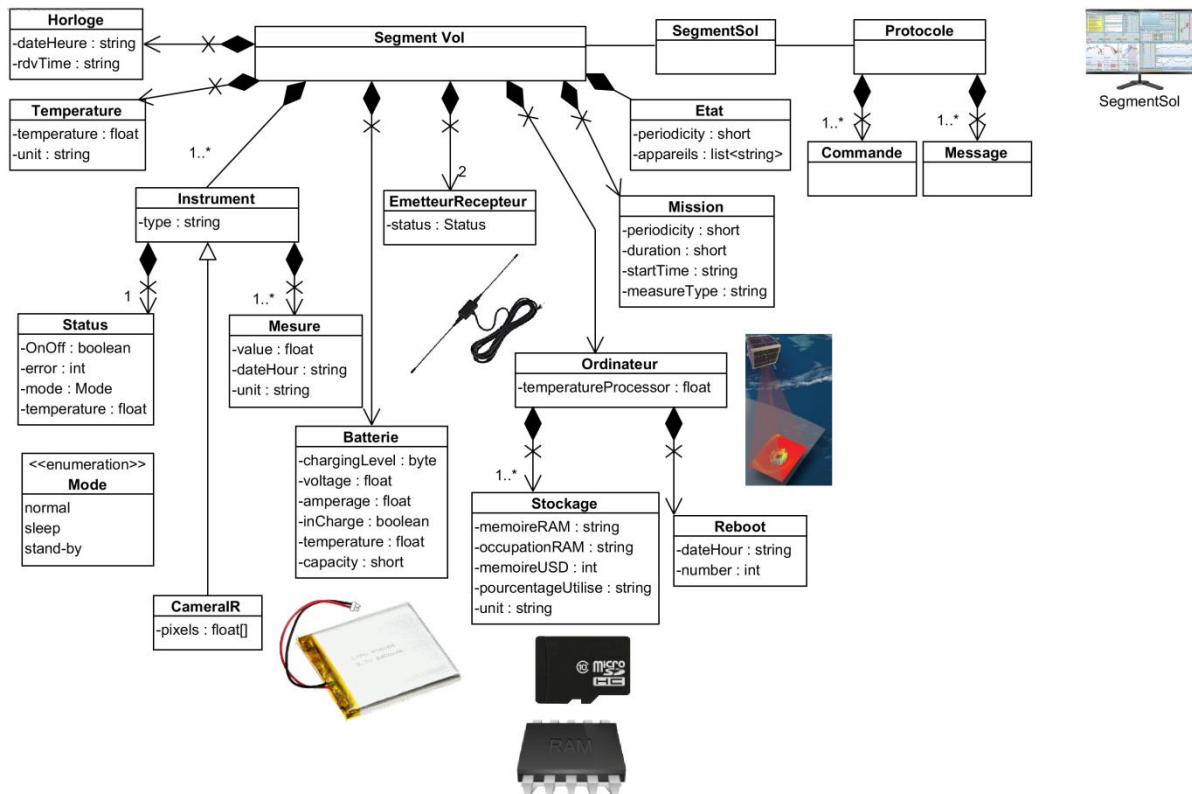


Figure 12 : diagramme des classes obtenu

Nous avons choisir de faire un diagramme des classes qui représente l'ensemble des éléments de notre segment vol et la communication avec le segment sol.

Sur ce diagramme, la classe segment sol représente la communication avec le segment sol.

Chaque classe sera détaillée dans nos dossiers personnels comme suit :

- Gwendal Loréal : Instrument, Status, Mesure et CameraIR,
- Xavier Derozier : Batterie, Horloge et SegmentVol, Mission et Etat,
- Lucas Marynus : Temperature, Ordinateur, Stockage et Reboot,
- Jeremy ribet : SegmentSol, Protocole, commande et Message.

## 8 Exemple de résultat obtenu

Le résultat obtenu ci-dessous est obtenu avec le simulateur de segment sol :

On y trouve : l'indice du segment vol ayant transmis l'information, le type d'informations transmises et les informations transmises en termes de valeur (température en degrés Celsius et datation du relevé.

## 9 Plans de recette

Le plan de recette est fourni dans la suite de ce document.

Phase	Identifiant	Description	Numéro page
Fonctionnement normal	TV_01	Vérifier que la transmission de l'état du système se fait bien automatiquement toutes les 3 mn.	15
Fonctionnement normal	TV_02	Vérifier que la transmission de l'état du système se fait bien sur demande.	16
Fonctionnement normal	TV_03	Vérifier qu'une demande de mesure de pixels de la cameraIR produit bien un retour de pixels.	17
Fonctionnement normal	TV_04	Vérifier que les mesures différées s'exécutent conformément à la configuration.	18
Fonctionnement normal	TV_05	Vérifier qu'une surchauffe du système provoque bien une suspension du fonctionnement des équipements. (Survie)	19

<b>LOGICIEL :</b>	InitCube Segment Vol	<b>REFERENCE DU TEST :</b>	TV_01
<b>DESCRIPTION DU TEST</b>			
<p>Description et mise en place du test :  Vérifier que la transmission de l'état du système se fait bien automatiquement toutes les 3 mn.  Ce test met en œuvre :  Le segment vol  La camera thermique IR  Le capteur de température système  Les modules de transmission  Le simulateur de segment sol  Un PC Windows  Pré-conditions :  Le simulateur est lancé et opérationnel</p>			
<p>Passage du test :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Attendre quelques minutes,</li> <li>2. Observer l'affichage du simulateur,</li> <li>3. Chauffer légèrement le capteur de température système,</li> <li>4. Attendre quelques minutes,</li> <li>5. Observer l'affichage du simulateur,</li> <li>6. Débrancher la batterie du réseau,</li> <li>7. Attendre quelques minutes,</li> <li>8. Observer l'affichage du simulateur,</li> </ol>			
<p>Résultats attendus :  Des messages d'état sont bien transmis toutes les 3 mn,  La valeur du capteur de température reçue, de l'état de charge batterie évoluent bien à chaque transmission.</p>			
<p>Mode de vérification :  Visuel</p>			
<b>EXECUTION DU TEST</b>			
Date :		Test accepté :	OUI-NON
Résultats :			
Réserve :			
		Responsable du test :	



<b>LOGICIEL :</b>	InitCube Segment Vol	<b>REFERENCE DU TEST :</b>	TV_02
<b>DESCRIPTION DU TEST</b>			
<p>Description et mise en place du test :  Vérifier que la transmission de l'état du système se fait bien sur demande.  Ce test met en œuvre :  Le segment vol  La camera thermique IR  Le capteur de température système  Les modules de transmission  Le simulateur de segment sol  Un PC Windows  Pré-conditions :  Le simulateur est lancé et opérationnel</p>			
<p>Passage du test :  1. Envoyer une demande d'état du système,  2. Attendre quelques secondes  3. Observer l'affichage du simulateur,</p>			
<p>Résultats attendus :  L'état du système est bien fourni par le segment vol.</p>			
<p>Mode de vérification :  Visuel</p>			
<b>EXECUTION DU TEST</b>			
Date :		Test accepté :	OUI-NON
Résultats :			
Réserve :			
		Responsable du test :	

<b>LOGICIEL :</b>	InitCube Segment Vol	<b>REFERENCE DU TEST :</b>	TV_03
<b>DESCRIPTION DU TEST</b>			
<p>Description et mise en place du test :  Vérifier qu'une demande de mesure de pixels de la cameraIR produit bien un retour de pixels.  Ce test met en œuvre :  Le segment vol  La camera thermique IR  Les modules de transmission  Le simulateur de segment sol  Un PC Windows  Pré-conditions :  Le simulateur est lancé et opérationnel</p>			
<p>Passage du test :  1. Envoyer une demande de pixel.  2. Attendre quelques secondes.</p>			
<p>Résultats attendus :  Au bout de quelques secondes les pixels s'affichent à l'écran.</p>			
<p>Mode de vérification :  Visuel</p>			
<b>EXECUTION DU TEST</b>			
Date :		Test accepté :	OUI-NON
Résultats :			
Réserve :			
		Responsable du test :	

<b>LOGICIEL :</b>	InitCube Segment Vol	<b>REFERENCE DU TEST :</b>	TV_04
<b>DESCRIPTION DU TEST</b>			
<p>Description et mise en place du test :  Vérifier que les mesures différées s'exécutent conformément à la configuration.  Ce test met en œuvre :  Le segment vol  La camera thermique IR  Les modules de transmission  Le simulateur de segment sol  Un PC windows  Pré-conditions :  Le simulateur est lancé et opérationnel</p>			
<p>Passage du test :  1 Configurer une mission (heure de début, durée et périodicité de mesure),  2. Attendre l'heure de début de mission configurée,  3. Mettre un élément chaud, puis froid devant la cameraIR,  4. Attendre l'heure de rendez-vous configurée.</p>			
<p>Résultats attendus :  Les messages arrivent à l'heure du rendez-vous et les données, datées s'affichent conformément aux modifications de température effectuées en cours de mission.</p>			
<p>Mode de vérification :  Visuel</p>			
<b>EXECUTION DU TEST</b>			
Date :		Test accepté :	OUI-NON
Résultats :			
Réserve :			
		Responsable du test :	

<b>LOGICIEL :</b>	InitCube Segment Vol	<b>REFERENCE DU TEST :</b>	TV_05
<b>DESCRIPTION DU TEST</b>			
<p>Description et mise en place du test :  Vérifier qu'une surchauffe du système provoque bien une suspension du fonctionnement des équipements. (Survie)  Ce test met en œuvre :  Le segment vol  La camera thermique IR  Les modules de transmission  Le simulateur de segment sol  Un PC Windows  Pré-conditions :  Le simulateur est lancé et opérationnel</p>			
<p>Passage du test :  1. Chauffer le capteur de température système.  2. Attendre quelques minutes,  3. Cesser de chauffer me capteur de température système.  4. Attendre quelques minutes.  5. Observer le message d'état reçu</p>			
<p>Résultats attendus :  Le simulateur indique 1 reboot et précise l'heure.</p>			
<p>Mode de vérification :  Visuel</p>			
<b>EXECUTION DU TEST</b>			
Date :		Test accepté :	OUI-NON
Résultats :			
Réserve :			
		Responsable du test :	