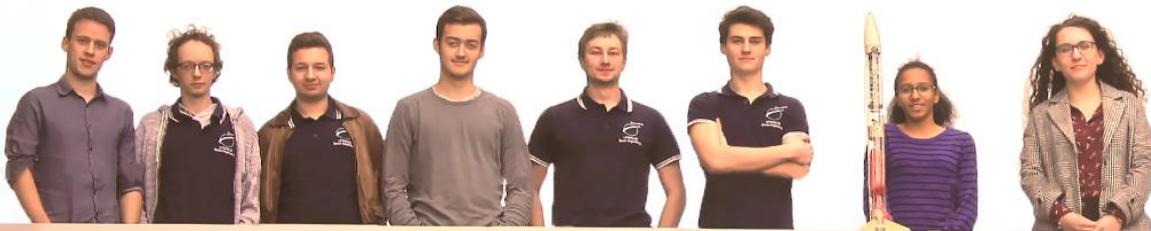




CSPACE
le rendez-vous espace étudiants



Prométhée, Fusée expérimentale



utc

Centre
Benjamin Franklin



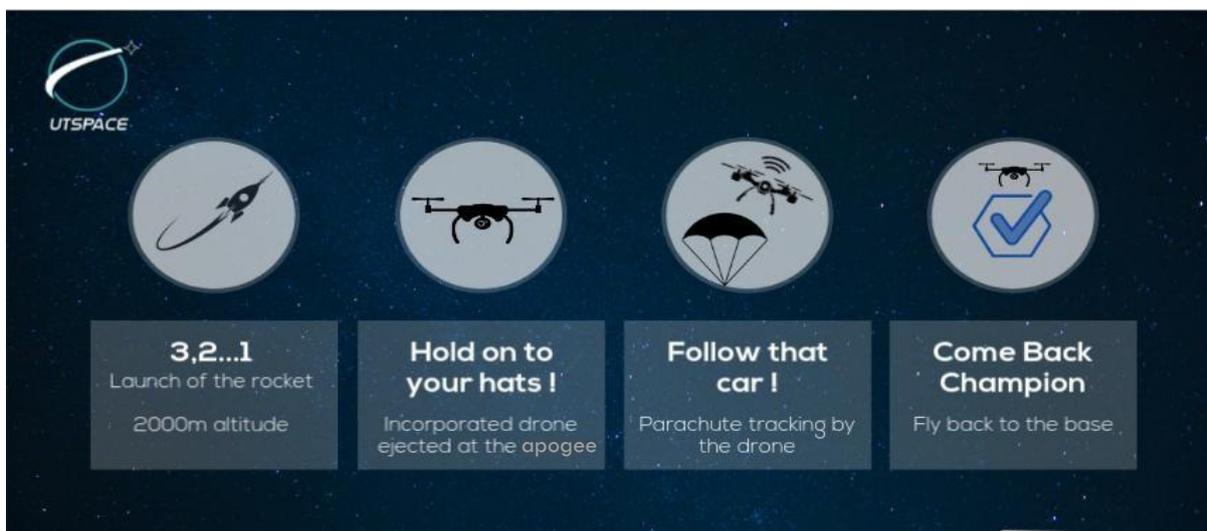
UTspaCe UTC

Prométhée

November 2017 – July 2018

Prométhée est une fusée expérimentale de 1m70 intégrant un drone autonome pour effectuer diverses missions, dont le suivi de l'atterrissage de la fusée et son retour sur le site de lancement, il s'agit de notre expérience !

Pour ce faire, le drone dispose tout d'abord d'un GPS. Celui-ci servira à prendre les coordonnées de la base de lancement ainsi que de guide pour que le drone puisse y revenir une fois la fusée au sol. En ce qui concerne le suivi de l'atterrissage de la fusée, cela se fera par traitement d'images en pointant le parachute qui sera particulièrement remarquable par rapport au fond visuel grâce à ses couleurs : orange et blanc.



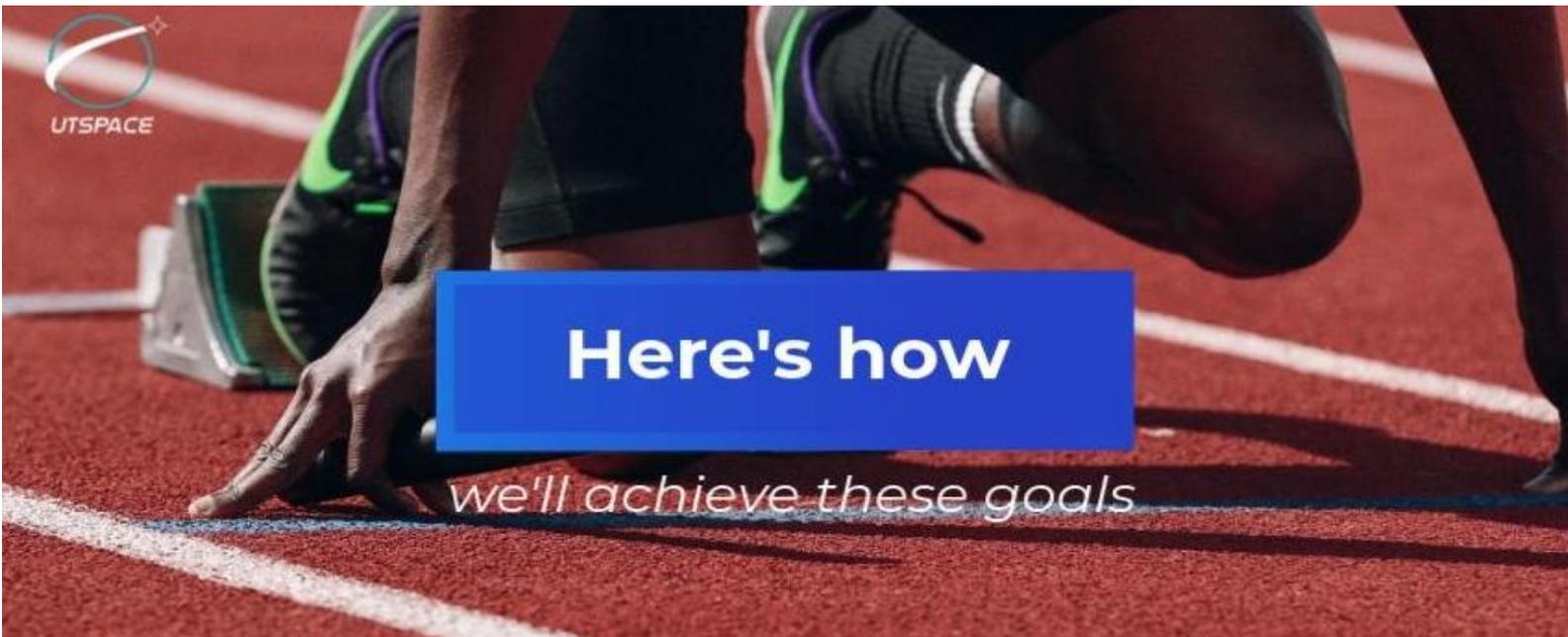


Table des matières

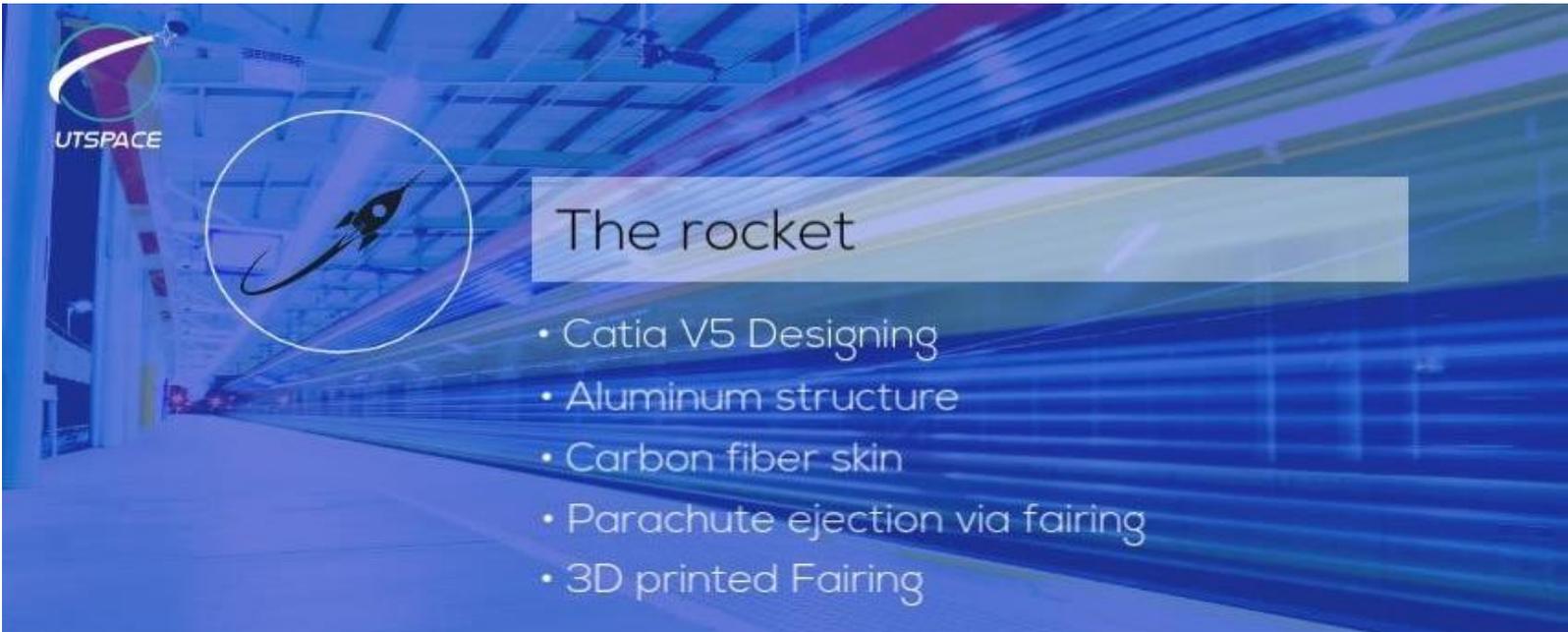
- Contexte du projet
- Conception de la fusée
- Le drone intégré
- L'éjection du drone et le suivi du parachutage
- Le retour à la base de lancement

Contexte :

Ce projet est réalisé par UTspaCe, une association créée en 2011 à l'Université de Technologie de Compiègne pour la formation et la contribution de ses étudiants en ingénierie à l'ingénierie spatiale.

14 personnes travaillent dans le but de concevoir et réaliser Prométhée, elles appartiennent toutes à une team parmi la team Mécanique, la team Electronique et la team Programmation.

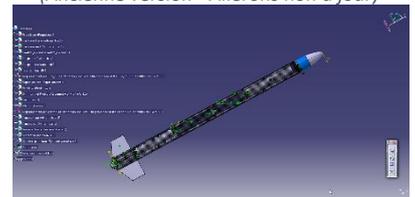
Le concept de drone autonome intégré dans la fusée provient d'une envie de moderniser l'expérience embarquée et de lier ainsi la programmation, un atout fort de l'UTC, à ce projet.



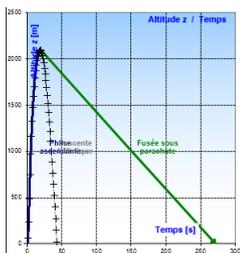
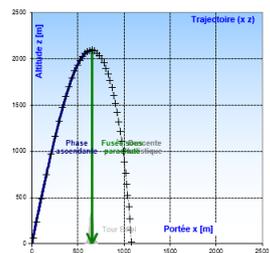
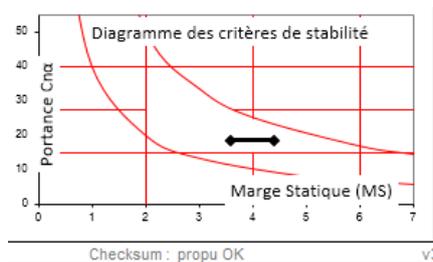
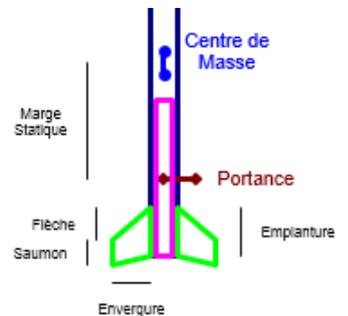
Structure mécanique

La fusée possède une structure squelettique devant supporter les efforts en aluminium, elle a pour peau un tube en fibre de carbone (diamètre 92mm extérieur, épaisseur 1mm).

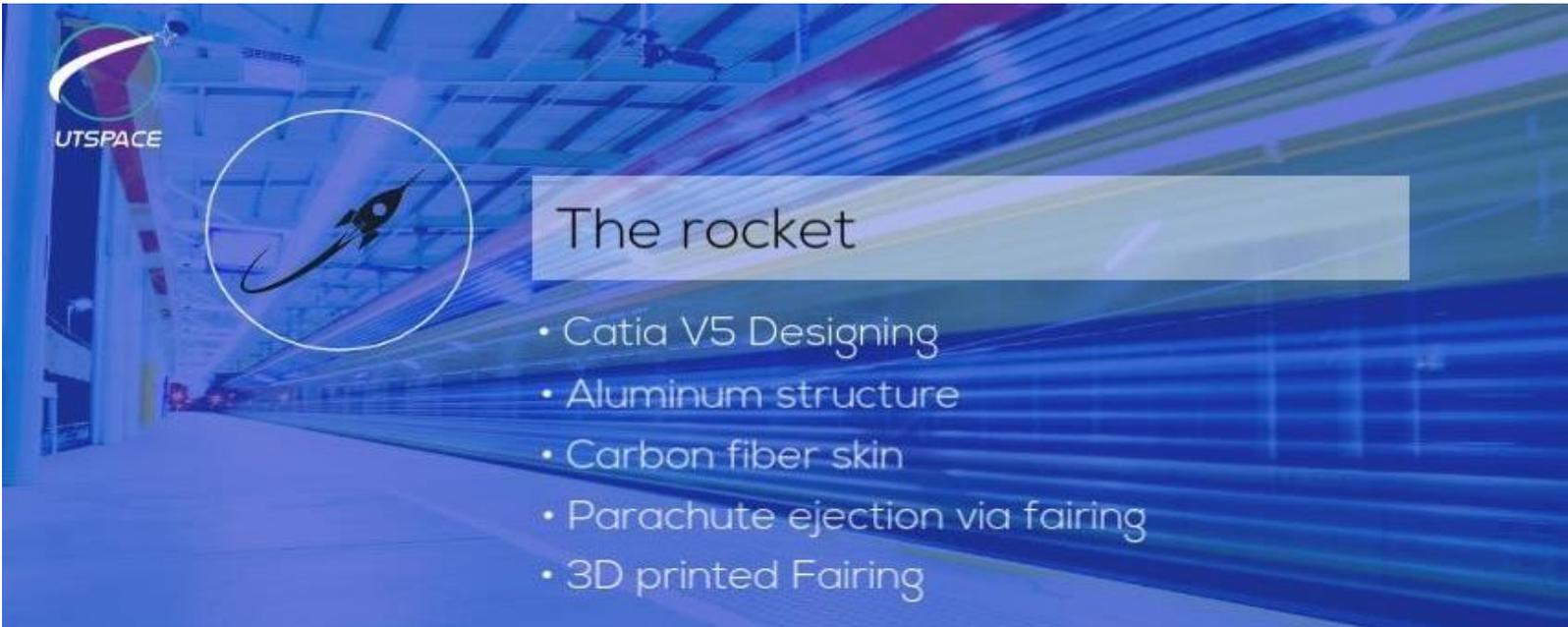
(Ancienne version - Ailerons non à jour)



Les ailerons en aluminium seront intégrés à la structure via perçages/boulonnages sur un système de fixation squelettique. Nous avons vérifié la bonne tenue des ailerons par rapport au cahier des charges avec les concentrations de contraintes dues aux trous. Leur forme (une configuration possible stable) est donnée par stabtraj et calculs massiques sur la CAO.

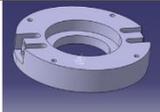
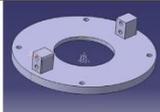
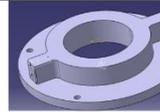
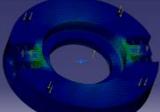
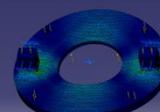
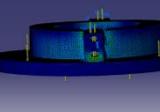


Le moteur est centré grâce à des anneaux de centrages en bois découpés au laser qui sont eux-mêmes fixés à la structure de fixation des ailerons. Il sera maintenu en position en bas à l'aide de deux petites pièces coudées et transmettra ses efforts en vol à la bague de poussée (alu) dimensionnée en conséquence. Cette bague de poussée surplombe l'étage 'moteur' ; elle est fixée à 4 tiges taraudées de diamètre 3mm et de longueur 300mm.



The rocket

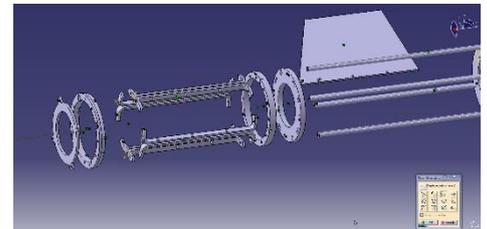
- Catia V5 Designing
- Aluminum structure
- Carbon fiber skin
- Parachute ejection via fairing
- 3D printed Fairing

	Originale	V2	V3
Vue			
Masse	220 g	80 g	132 g
Calcul			
Contrainte max	18 MPa	73 MPa	23 MPa

Le corps supérieur est constitué de deux profils en U fixés avec 2 vis du côté de la bague de poussée. Chaque étage repose sur un socle en bois découpé au laser et fixé à ces profils.

Le premier étage est celui du drone. Le second étage est celui de l'électronique, il est principalement constitué d'une carte qui récupère les données d'expériences secondaires (Temperature, Sonde pitot ...) ainsi que des séquenceurs d'éjection du drone et de la coiffe.

Le troisième et dernier étage est celui du parachute. Il consiste en un parachute principal dimensionné pour une chute à 8.3m/s stocké dans un tube pour éviter les frottements/accrochages avec la structure. Celui-ci est fixé à un petit parachute d'extraction qui sera éjecté par catapultage (4 ressorts de traction dimensionnés) stocké lui-même dans un conteneur ouvert pour éviter les accrochages.



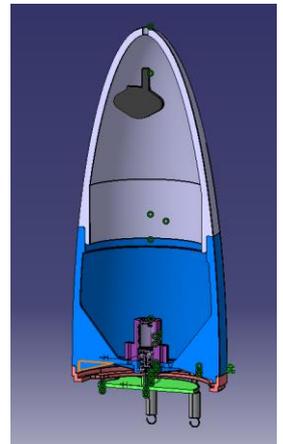


The rocket

- Catia V5 Designing
- Aluminum structure
- Carbon fiber skin
- Parachute ejection via fairing
- 3D printed Fairing

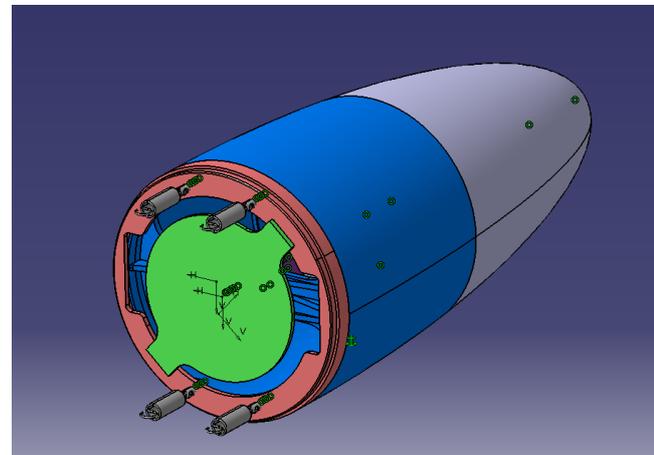
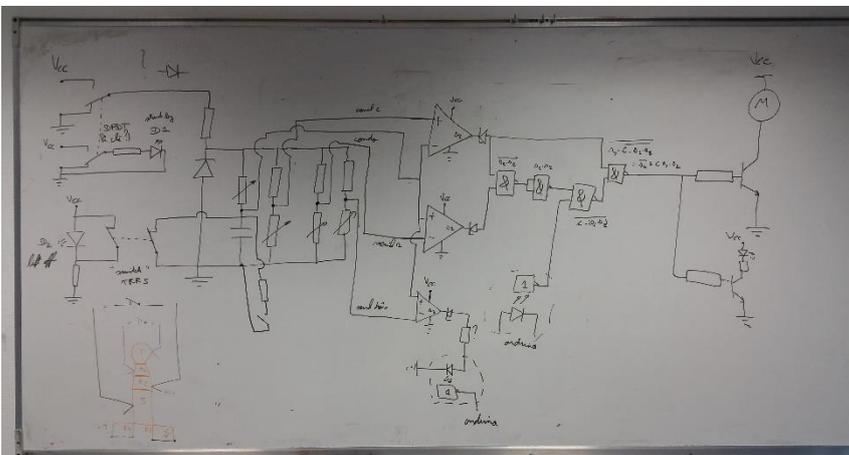
Coiffe

La coiffe est parabolique selon une équation étudiée par d'anciens membres d'UTspaCe. Elle sera éjectée avec la pression du parachute d'extraction poussé par les 4 ressorts de traction sur sa partie basse. L'éjection se fait par un système de loquet rotatif, un moteur intégré dans la coiffe tourne entraînant une petite plaque d'aluminium (qui bloque le système) dans une fente usinée dans la bague de maintien (fixée à la structure). Elle est imprimée en 3D.



Electronique et éjection du parachute

Séquenceurs conçus selon une adaptation d'un circuit classique sur carte faite maison alimentée par piles. Nous avons simplement ajouté un comparateur pour avoir une fenêtre de déclenchement de l'éjection selon le cahier des charges compris entre 0.8t et 1.2t (éjection aillant forcément lieu à 1.2t). Cela a été fait dans l'idée de mettre un altimètre en connexion optoélectronique en parallèle pouvant aussi déclencher l'éjection à une altitude prédéterminée dans cette fenêtre de temps.





The incorporated drone

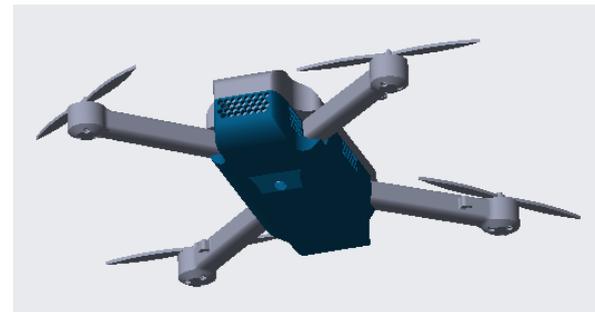
- Solidworks designing - retractable arms
- 3D bi-material printed structure
- Electrical designing and realisation
- Stability and control programming

Le drone, l'expérience embarquée

Le drone a été conçu de manière à fonctionner dans les conditions de haute altitude et de manière à être adapté à sa mission, c'est à dire principalement : être de taille/volume cohérent avec l'espace disponible dans le corps de la fusée (solution retenue : bras repliables qui se déploient après éjection), avoir une batterie suffisante (tenue 15 min de vol), disposer d'une portance suffisante à +2000mètres, disposer d'une caméra et capter et traiter un flux d'images, résister aux efforts de vol/d'éjection, être stable en vol, être autonome et s'orienter via GPS, etc.

Il doit réaliser sa mission sans aucune commande venant de notre équipe durant son vol et jusqu'à retour à la base où il nous indiquera l'emplacement d'atterrissage de la fusée.

Il est imprimé en 3D au FabLab de l'UTC.



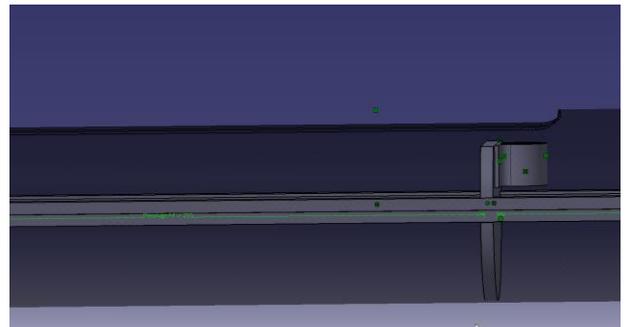


Parachute tracking

- Ejection of the drone out of the rocket
- Image flow processing
- Servo programming on the parachute position
- Waiting of the rocket landing

Ejection du drone

Le drone sera éjecté par catapultage (élastique) et glissière de guidage. La pression de catapultage sera exercée avant éjection sur la porte qui est, elle, maintenue avec deux électroaimants 25N.



Tracking de la fusée

Il se fait par traitement d'image, extraction du fond visuel et pointage sur le parachute qui est orange et blanc, ce qui se distingue du fond visuel naturel.

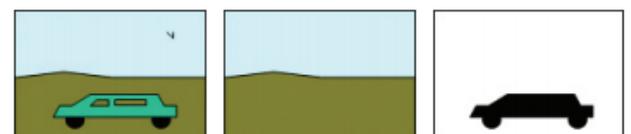


image de la scène

représentation du modèle de fond de scène

objet extrait

Ce type de système de suivi par caméra sur un drone implique un cadrage systématique du parachute. L'objectif de l'asservissement visuel consiste donc à garder cet objet au centre de l'image quelque soit son mouvement ou celui du drone.



Return to the launch base

- Taking of the GPS **coordinates** of the base
- Taking of the GPS **coordinates** of the rocket
- Autonomous come back to the base
- Landing and indication of the rocket landing position

Bilan

Le projet a été réalisé en 4 mois, la fusée a été entièrement conçue et réalisée dans les temps, le drone vol et est intégré à la fusée.

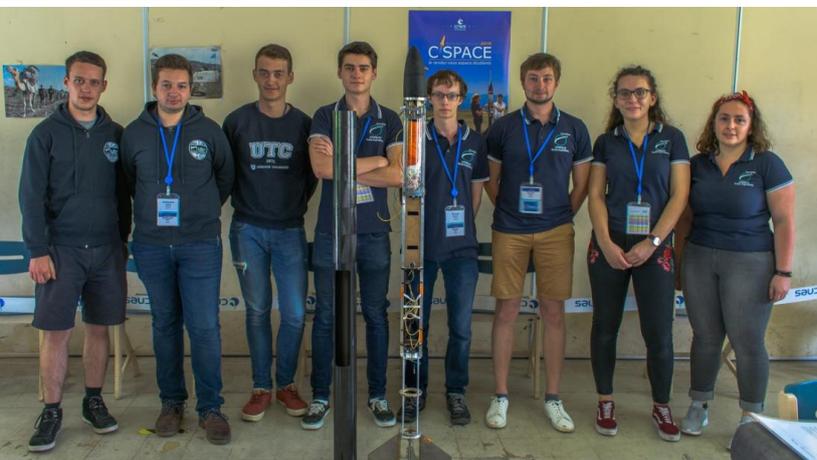
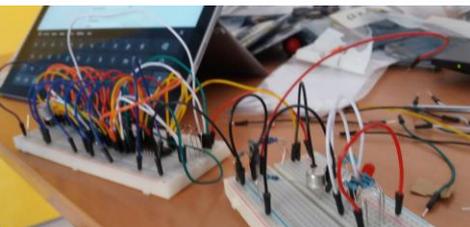
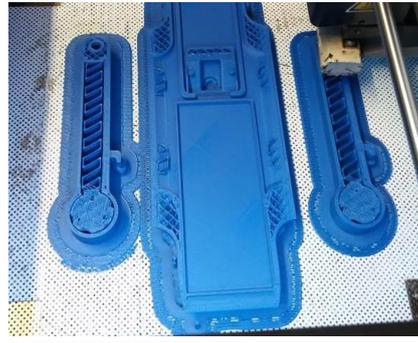
Pour des raisons de sécurité, nous n'avons néanmoins pas lancé notre fusée. Le drone aurait volé trop haut et cela comportait des dangers de chute ; il aurait fallu intégrer un système de parachutage supplémentaire propre au drone mais le drone autant que la fusée n'avait plus d'espace disponible, celui-ci ayant été optimisé, et les sorties de la carte électronique étaient toutes occupées. Prométhée reviendra donc au C'Space 2019 en tant que lanceur d'une expérience embarquée ou parachutée en cansat dont les dangers sont maitrisables.

En plus de revenir avec Prométhée, UTspaCe devrait revenir au C'Space 2019 avec un projet de fusée supersonique. Nous espérons donc y présenter 2 fusées expérimentales prêtes au lancement.



Ce fut une belle expérience, d'esprit d'équipe et de réalisation de A à Z d'un projet complexe qui s'est achevé malgré un timing serré. Nous y avons acquis des connaissances qui sortent du cadre de notre formation ainsi que des compétences d'autonomie et de prise d'initiatives. Mais le C'Space était aussi une aventure humaine, nous avons une équipe soudée avec une super ambiance et nous avons pu rencontrer autant les autres clubs français que des jeunes venant d'Autriche, du Pérou, du Japon et de Russie tous réunis autour de leur passion du spatial.







In partnership with

THALES

Nous remercions sincèrement tous nos partenaires, sponsors et associés sans qui un tel projet n'aurait été possible :

THALES



Nous remercions aussi les professeurs qui nous ont aidés dans ce projet :

M.Emmanuel Doré -- M.Philippe Pouille – M.Philippe Blanc – M.Kamel Khellil

C'SPACE NEWS

la gazette du C'Space, le rendez-vous espace étudiants

MARDI 17 JUILLET 2018

NUMERO 2

EDITION GRATUITE
LIBRE SERVICE

LES RENDEZ-VOUS DU JOUR

9h : présentation CanSats au jury
14h : largages CanSats

INTERVIEWS PROJETS



UTSPACE : PROJET PROMETHEE

Pourriez-vous nous présenter votre club ?

UTspaCe est une association créée en 2011 à l'Université de Technologie de Compiègne (UTC) pour la formation et la contribution de ses étudiants ingénieurs à l'ingénierie spatiale. Elle est la vitrine du spatial à l'UTC. L'association est vouée à être un véritable complément à la formation d'ingénieur de l'UTC permettant à ses membres d'orienter leurs compétences dans le domaine de l'aérospatial avec des objectifs de projets toujours plus importants, complexes et innovants nous forçant à nous améliorer et nous dépasser. En parallèle UTspaCe organise des séminaires de formations mis en place avec l'aide de nos partenaires mais aussi des visites d'entreprises, des conférences d'ingénieurs et de spécialistes du Spatial à l'UTC.

Pourriez-vous nous décrire votre projet pour le C'Space 2018 ?

Notre projet cette année est Prométhée, une fusée expérimentale ayant un drone incorporé. Celle-ci sera lâchée à l'apogée du vol, automatiquement, par une porte latérale. Ce drone est autopiloté grâce à des coordonnées GPS. Il devrait revenir à la base de lancement pour atterrir. L'association a déjà lancé une mini-fusée, Horus, en 2012 – projet qui a remporté un prix C'Space - et une autre fusée, Cronos en 2013. Prométhée est notre deuxième fusée.

Quelle a été votre motivation pour faire un tel projet ?

Nous avons été inspirés par la dynamique SpaceX mais aussi par notre souhait de créer un projet qui fera travailler ensemble des informaticiens et des mécaniciens. Ce projet est entièrement fait maison du drone jusqu'à l'usinage de chacune des pièces de la fusée.

Quel a été le processus de création de la fusée ?

L'inscription du projet s'est faite en septembre et c'est là que nous avons commencé à réfléchir à ce que l'on souhaitait faire comme expériences. Le projet n'a commencé réellement qu'en mars, au deuxième semestre. Nous avons donc 4 mois pour tout faire. Nous avons distribué le travail de manière stratégique : chaque équipe avait une tâche particulière (drone, coiffe, parachute...) puis nous avons convergé nos efforts à l'approche du C'Space.

Avez-vous rencontré des difficultés particulières ?

Cette année, le timing était particulièrement serré. En moyenne, le projet a nécessité 10 heures de travail par semaine et à la fin on approchait la vingtaine. Certains éléments du drone – dont l'électronique défectueuse – ont aussi posé quelques problèmes.

Quelles sont vos attentes pour la semaine ?

Nous espérons, comme tout le monde, un vol nominal avec déploiement du parachute : on souhaite récupérer la fusée sans dégât ! Si le drone retourne à son point de départ comme prévu ce serait aussi un gros bonus.

On espère que la mise en place de ce projet au C'Space incitera les personnes de notre université à nous rejoindre. Nous souhaitons continuer de dynamiser l'association. L'équipe a une bonne ambiance et est très soudée. Nous avons des professeurs géniaux qui nous soutiennent ainsi que des sponsors généreux dont, entre autres, Thalès, la région Haute France et bien sûr l'UTC.



PROJETS QUALIFIES

CanSat

Gagarine
Pathfinder
EveSat

Mini-fusées

Helix
Punch'hips

