



# Projet LLADY (FX 18)

**Conception d'une fusée expérimentale à séparation transversale et à transmission vidéo en direct**

Chef de projet : Daniel SHAGHOOLIAN

Membres du projet : Yannick TEDESCHI – Laure-Lyne DARDELET

Club AEROIPSA – C'SPACE 2017/2018



## Retour de projet (2018)

Le projet n'ayant pas volé cette année (2018), nous comptons reconduire le projet pour l'année prochaine. Afin de ne pas se retrouver dans le même cas que cette année, Nous allons :

- Terminer l'électronique avant tout, puisqu'il restait une partie essentielle à coder qui était de coder le service de carte SD.
- Revoir le système de caméra qui fonctionnait par gravité pour les angles de vue (rajouter un servo moteur pour tourner la caméra)
- Finir le séquenceur, qui avait quelques petits à-coups au niveau du moteur
- Reconcevoir une partie des cartes électroniques qui ne sont pas optimales d'un point de vue dimensionnement (trace de la carte moteur trop petit pour une puce qui consomme beaucoup de courant)
- Reconcevoir la partie de l'éjection de la fusée puisque le système d'éjection de parachute a été pensé que très tard dans la conception initiale de la fusée
- Réparer une erreur qui avait été faite entre le stabtraj et la production des ailes, qui rendit la fusée complètement instable lors des mesures
- Alourdir la fusée de quelques kilos afin de ne pas se retrouver en vol supersonique d'après le stabtraj
- Essayer d'afficher sur l'UI du vol en direct les infos de télémétrie
- Probablement l'intégration de nouveaux membres dans l'équipe afin de transmettre l'expérience et également avoir un œil nouveau sur le projet
- Peut-être revoir la peinture du fuselage afin de la rendre moins floue et afficher le nom de la fusée le long du fuselage





# Projet LLADY (FX 18)

**Conception d'une fusée expérimentale à séparation transversale et à transmission vidéo en direct**

Chef de projet : Daniel SHAGHOOLIAN

Membres du projet : Yannick TEDESCHI – Laure-Lyne DARDELET

Club AEROIPSA – C'SPACE 2017/2018



## Table des matières

Introduction du projet .....	3
Description mécanique de la fusée .....	4
Description de l'électronique .....	8
Expérience .....	10

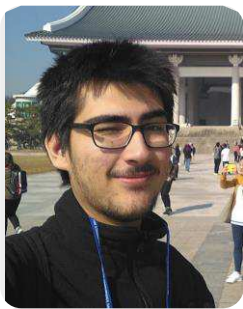


## Introduction du projet

Le projet LLADY aura pour but :

- Le test de la portée d'un système vidéo embarqué
- La mesure de données de vol (pression, position, vitesse, etc...)
- L'utilisation d'une séparation transversale lors de l'apogée
- La transmission des données de télémétrie avec le flux vidéo

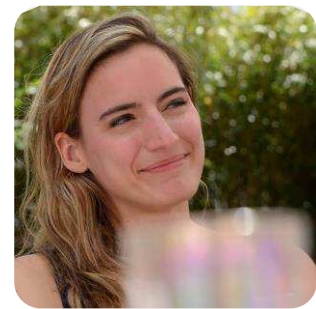
Le lanceur étant développé sur une seule année et le sujet de l'expérience assez long à traiter, une équipe composée de peu de personnes s'avère nécessaire pour éviter tout désaccord en amont de la conception et l'évolution rapide du projet. L'équipe se compose alors de trois personnes de l'association AeroIPSA :



Daniel Shaghoolian  
Chef de Projet  
Mécanique et électronique



Yannick Tedeschi  
Mécanique



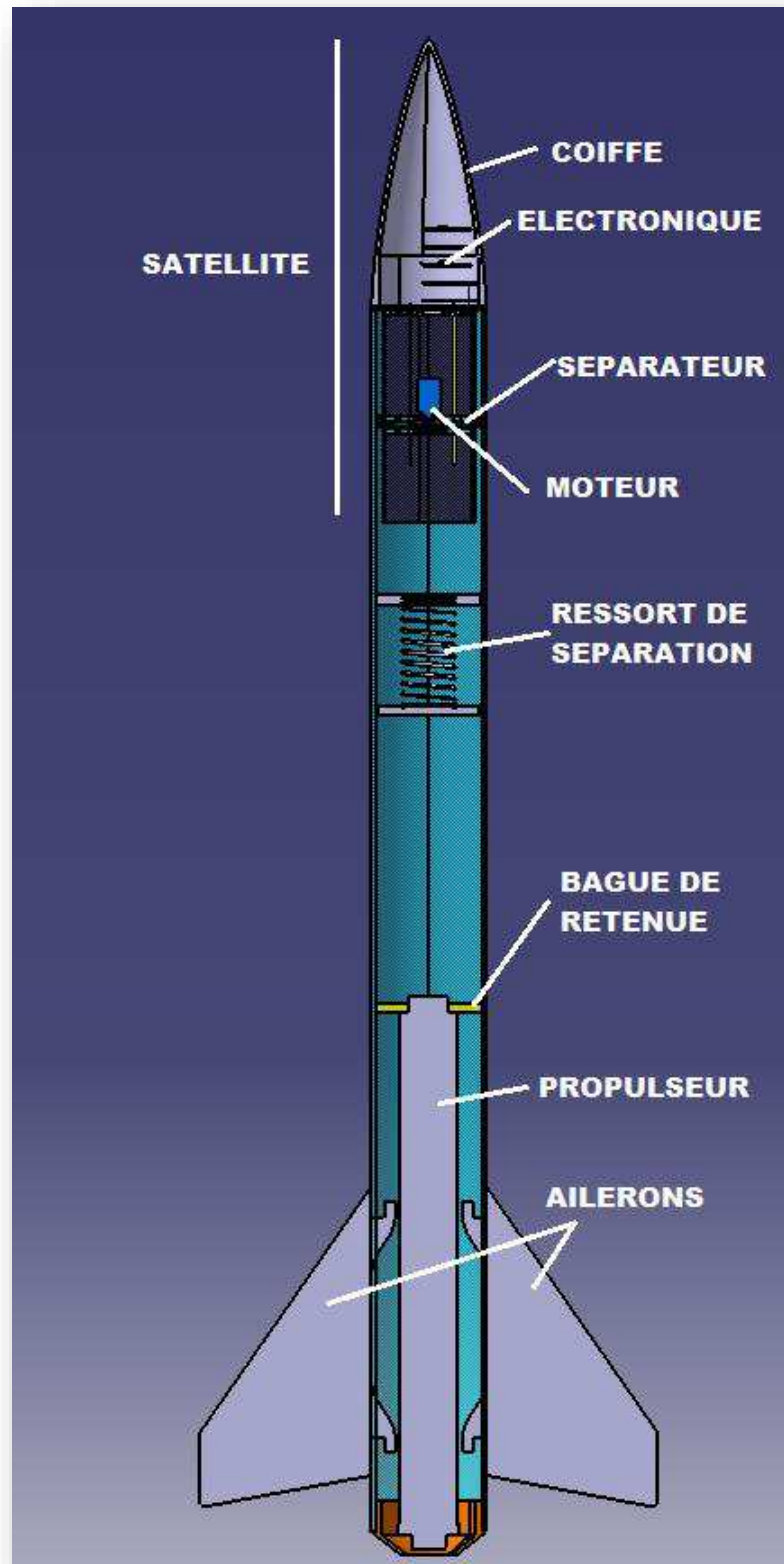
Laure-Lyne Dardelet  
Electronique

L'idée d'effectuer des tests d'une transmission en direct de la vidéo vient de l'envie de voir les systèmes développés pour drones utilisés autre part que dans le domaine qui leur est destiné. De pouvoir montrer que tout est adaptable. L'idée de faire une séparation transversale est dû au fait que nous avons remarqué que l'utilisation de trappes le long du corps provoque des fautes, à cause de jeu ou autres problèmes qui pourraient être réglés en utilisant un autre système d'éjection transversal de parachute.



## Description mécanique de la fusée

La fusée sera une peau porteuse, elle comprendra différents éléments :



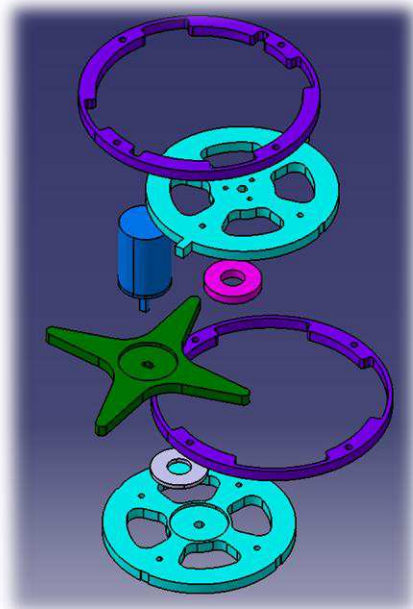
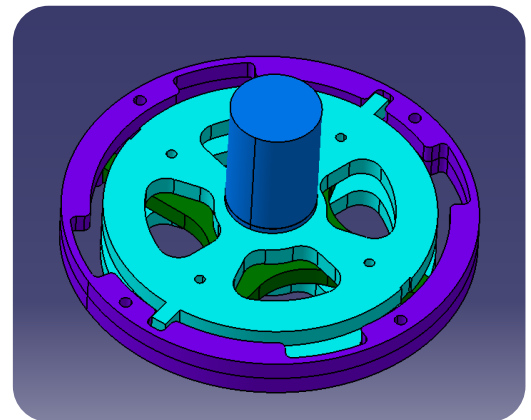




La fusée LLADY est du type monoétage avec éjection de satellite composé de la coiffe et d'un fuselage plus restreint qui se trouve à l'intérieur du corps principal. Ce satellite possède son propre parachute et héberge la totalité de l'électronique de bord. La partie "booster" est simplement composée du propulseur, du ressort permettant l'éjection du satellite et de son propre parachute.

La section mécaniquement la plus critique est le séparateur qui permet le découplage entre satellite et booster. Cette séparation est du type concentrique, c'est à dire qu'au lieu d'avoir une partie "haute" et une "basse" qui se séparent, ici on a une partie externe qui maintient une partie interne. Cette partie interne est le tube du satellite, qui possède un mécanisme le fixant à la partie interne, composé d'un anneau. Le satellite va être éjecté lorsque le système de séparation permet le déblocage entre la partie le tube du satellite et l'anneau de blocage.

Le système de séparation est commandé par un moteur électrique (en bleu foncé) qui permet la rotation d'une pièce mécanique (en vert). Cette pièce, pivotant sur des roulements à aiguilles, se libère de son encastrement (bague en violet) et permet la séparation. Des micro rupteurs signalent au moteur son arrêt une fois atteinte la rotation préétablie.





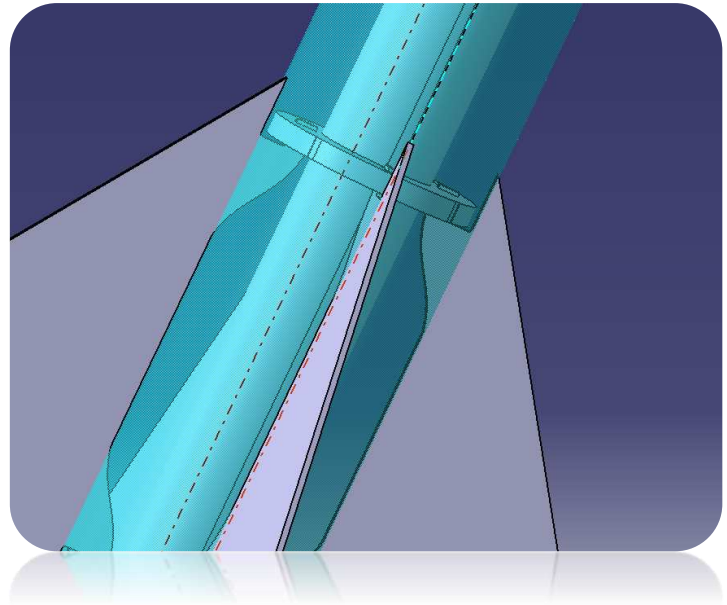
Le tube principal est un mélange de fibre de verre et de résine et de mousse époxy. Ce tube a été manufacturé dans l'ordre suivant : 3 couches de fibre de verre posées à 90° entre-elles et à 45° dans le sens de la longueur de la structure. Chaque couche de fibre de verre a été imprégnée de résine pour la solidifier. Ensuite, une couche de mousse époxy a été posée le long du tube. Finalement, le même procédé que pour les trois couches de fibre de carbone a été appliqué.

L'épaisseur du tube est suffisante pour porter la structure interne de la fusée sans besoin de renfort particuliers.

Les ailerons sont usinés à partir d'une plaque de 3 mm d'épaisseur en aluminium.

Les deux bagues qui centrent le propulseur et qui servent de soutien aux ailerons sont en POM, usinées à partir d'une plaque de 10 mm d'épaisseur.

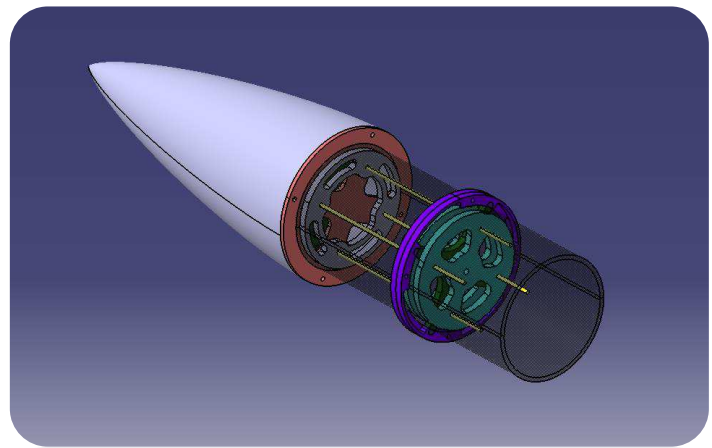
La retenue de propulsion est une bague en aluminium de 8 mm d'épaisseur.



Le parachute est fixé sur une bague en delrin de 10 mm d'épaisseur. Cette même bague sert de support pour le ressort qui sert à séparer le booster du satellite.

La coiffe, qui suit un profil de Haack-Karman (type LD-Haack) sur 250 mm de longueur, est imprimé en 3D et sert à héberger la plupart de l'électronique de bord.

Relié à la coiffe se trouve le tube du satellite, long un peu plus de 250 mm. Celui-ci est fait d'une expérience basée sur un nouveau procédé de fabrication. Les couches internes et externes du tube sont composées en fibre de carbone unidirectionnelle posées à 90° de l'une à l'autre. Entre ces couches de fibre de carbone se trouve une structure en nid d'abeille (honeycomb) qui épaissit et rend plus résistante la structure tout en gardant un poids modéré. Des renforts en microbulles phénoliques sont présents aux endroits où les vis traversent le tube étant donné que la structure en nid d'abeille résiste uniquement aux compressions sur son axe vertical nécessaire pour la résistance qu'elle va subir lors du décollage et du découplage.







Le système de séparation est composé de plusieurs pièces plates d'épaisseur 5 mm en aluminium pour garantir la solidité et la précision du mécanisme. Des roulements à aiguilles garantissent une réduction des frottements sur les aires critiques du système.

Les cartes électroniques sont fixées entre-elles grâce à des entretoises qui permettent de maintenir une distance fixe entre les cartes, qui sont empilées les unes sur les autres. La structure des entretoises est reliée à des tiges en métal qui traversent la totalité du satellite et en garantissent la solidité structurelle.

Les parachutes se trouvent dans la partie basse du satellite. Ils se trouvent dans le même compartiment, l'un étant fixé au booster et l'autre au satellite.

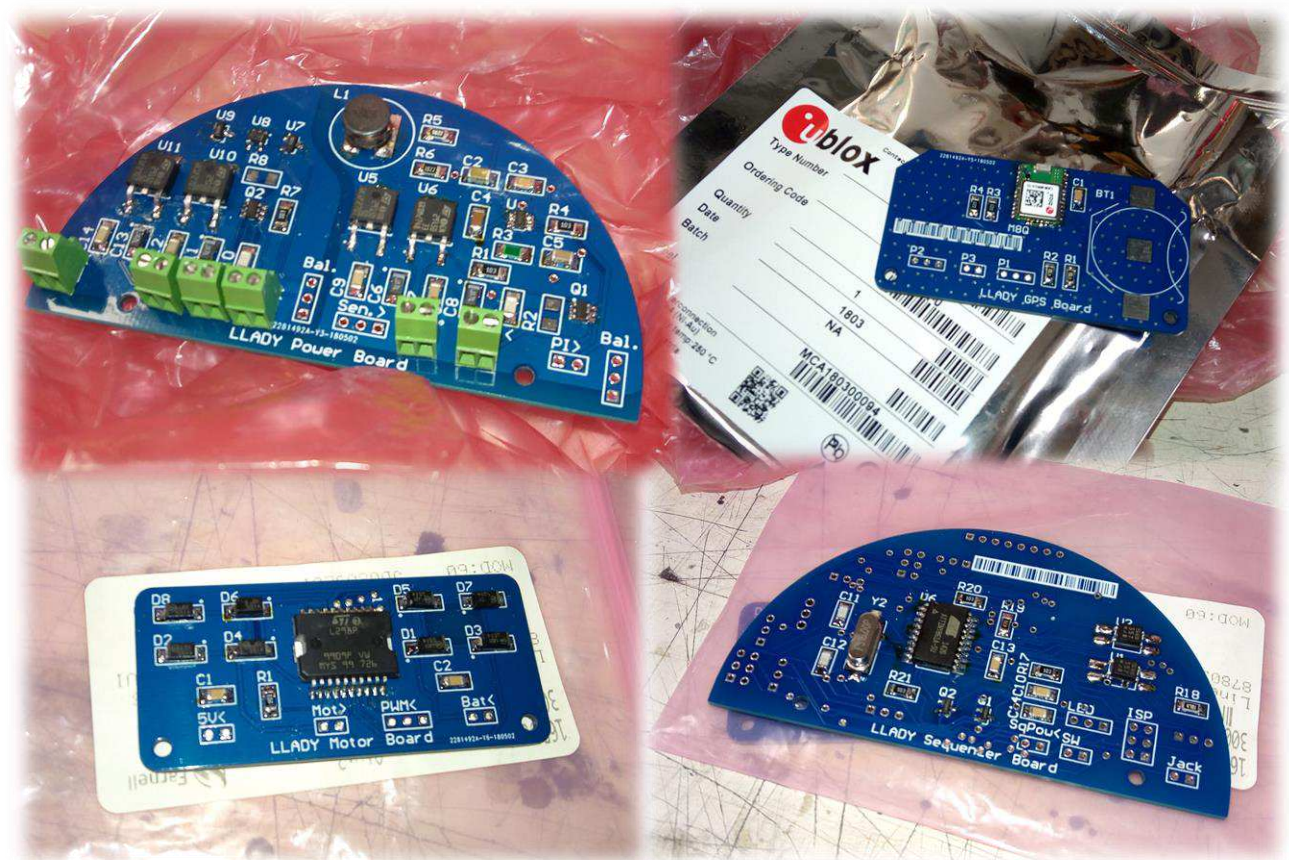
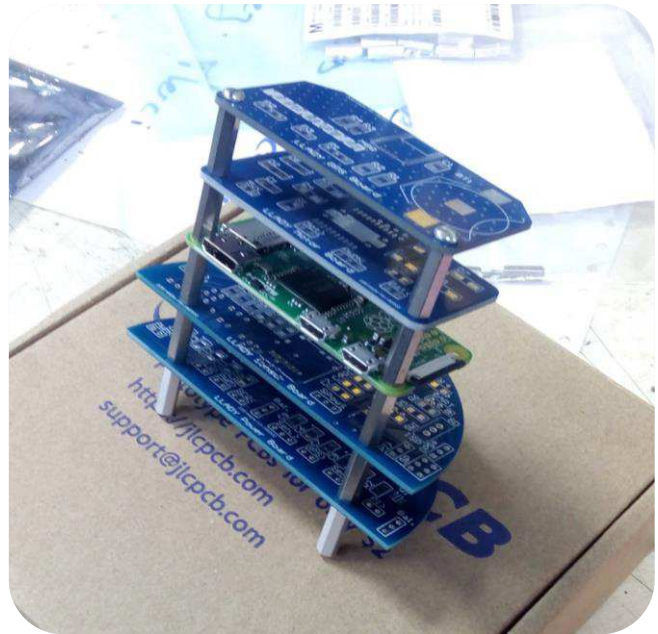


## Description de l'électronique

Un total de 5 cartes électroniques va être utilisé (de haut en bas) :

- Une carte GPS
- Une carte moteur
- Une carte Raspberry Pi Zero V1.3
- Une carte capteur/séquenceur
- Une carte alimentation

La minuterie sera gérée par la partie séquenceur de la carte capteur/séquenceur, elle gèrera l'ouverture du système de séparation à l'aide de la carte moteur et switch placé au niveau de la séparation. Elle sera à la fois calée le temps et aussi sensible au signal venant de la carte capteur. Elle est équipée d'un microcontrôleur ATtiny861A.





Chaque carte sera dotée d'une batterie :

- Carte GPS : pile plate + batterie 2600 mAh\*
- Carte moteur : 2 batteries 220 mAh (logique + puissance)
- Carte Raspberry Pi Zero V1.3 : batterie 2600 mAh\*
- Carte capteur/séquenceur : 1 batterie 220 mAh + batterie 2600 mAh\*
- Carte alimentation : batterie 2600 mAh\* + 2 batterie 220 mAh



\*A noter qu'il n'y aura qu'une seule batterie 2600 mAh mais plusieurs batteries 220 mAh

Les cartes seront reliées par câbles pour la plupart et par optocoupleurs lorsqu'une isolation est due (Carte capteur/séquenceur).

Il y aura un système d'enregistrement des données de télémétrie à bord. Cependant, l'expérience elle-même (vidéo + télémétrie) ne sera pas possible étant donné les limitations de calcul des équipements utilisés. Toute la télémétrie sera gérée par un microcontrôleur ATmega644PA et puis envoyée vers l'expérience pour la transmission au sol avec la vidéo.

La régulation de tension et de courant s'effectuera à travers la carte d'alimentation qui sera reliée aux autres cartes. L'alimentation du séquenceur et de l'expérience étant séparés.





## Expérience

La fusée aura pour but de répondre à la question suivante : Est-il possible d'obtenir une portée suffisante d'un système de transmission compact avec à la fois un flux vidéo et un flux de télémesure ?

Afin de pouvoir répondre à la question nous aurons besoin de deux choses, l'une : d'une partie télémesure permettant d'avoir des données à envoyer et de l'autre d'un système de transmission sans fil qui gèrera l'envoi au sol. La télémesure étant la partie la plus importante de l'expérience est enregistrée à l'intérieur de la fusée, En effet, nous pourrions, si l'envoi se voyait interrompu et en fonction des paramètres, si certains facteurs auraient pu ou non nuire à l'envoi.

La télémesure sera alors constituée :

- D'un GPS : afin de connaître à chaque instant du vol la position de la fusée ainsi que de connaître l'altitude (pour la portée de la transmission)
- D'une centrale inertielle (accéléromètre, magnétomètre et gyroscope) : Afin d'avoir une fréquence d'actualisation plus importante que le GPS en perdant de la précision
- D'un baromètre statique : Afin d'affiner les mesures de hauteur
- D'un capteur de température : Afin d'ajuster les valeurs mesurées par les capteurs qui peuvent être faussées à cause de la température.

D'après les documentations techniques du matériel utilisé et en respectant le cahier des charges, nous pouvons déterminer grâce aux équations de Friis (télécommunication), une portée du système de transmission de  $\sim 8\text{km}$ . Par prudence, et surtout par pessimisme face aux calculs théoriques, nous estimerons une portée proche des  $\sim 4\text{km}$ , par conséquent nous espérons pouvoir atteindre les  $2.5\text{km}$  d'altitude de vol d'après le Stabtraj.

Les capteurs embarqués seront étalonnés lors de la mise en rampe, toute les mesures ainsi faites seront purement relatives par rapport à avant la mise à feu. Egalement, la plupart des capteurs utilisés sont redondants avec d'autres afin d'avoir la meilleure exploitation des résultats possible. Le traitement des données se fera post-expérience afin de ne pas trop alourdir le traitement des données en embarqué.



## Retour de projet (2018)

Le projet n'ayant pas volé cette année (2018), nous comptons reconduire le projet pour l'année prochaine. Afin de ne pas se retrouver dans le même cas que cette année, Nous allons :

- Terminer l'électronique avant tout, puisqu'il restait une partie essentielle à coder qui était de coder le service de carte SD.
- Revoir le système de caméra qui fonctionnait par gravité pour les angles de vue (rajouter un servo moteur pour tourner la caméra)
- Finir le séquenceur, qui avait quelques petits à-coups au niveau du moteur
- Reconcevoir une partie des cartes électroniques qui ne sont pas optimales d'un point de vue dimensionnement (trace de la carte moteur trop petit pour une puce qui consomme beaucoup de courant)
- Reconcevoir la partie de l'éjection de la fusée puisque le système d'éjection de parachute a été pensé que très tard dans la conception initiale de la fusée
- Réparer une erreur qui avait été faite entre le stabtraj et la production des ailes, qui rendit la fusée complètement instable lors des mesures
- Alourdir la fusée de quelques kilos afin de ne pas se retrouver en vol supersonique d'après le stabtraj
- Essayer d'afficher sur l'UI du vol en direct les infos de télémétrie
- Probablement l'intégration de nouveaux membres dans l'équipe afin de transmettre l'expérience et également avoir un œil nouveau sur le projet
- Peut-être revoir la peinture du fuselage afin de la rendre moins floue et afficher le nom de la fusée le long du fuselage