

Hermin 1

Nom du club : Korrigan Space Program

Années de mise en œuvre du projet : 2018-2021

Membres :

- Guillemaud Antoine
- Guillou Ewen
- Lenoel Clement
- Nicholas Guirec
- Lascourrèges-Berdeü Esteban
- De Saint-Just Nathan

Résumé :

Hermin 1 est une fusée expérimentale qui a pour but de mesurer sa trajectoire ainsi que la température et la pression pendant son vol. La fusée a fait un vol nominal et, malgré la corruption partielle des données, elles correspondent à ce à quoi on s'attendait.



1 Introduction

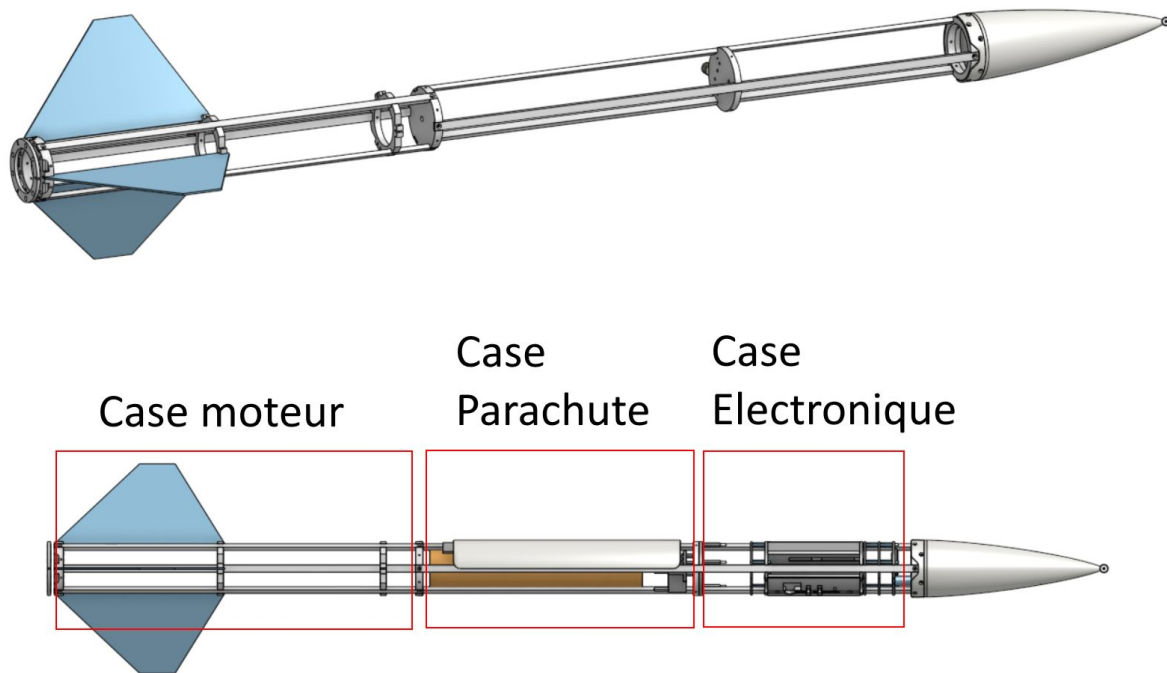
Le club KSP fait partie de l'association BDlenib en liens avec l'école d'ingénieur ENIB à Brest, les membres sont des élèves de l'école qui prennent de leur temps libre pour la conception de la fusée.

La fusée est simple (subsonique, monoétage) car c'est notre première fusée et que nous voulions maîtriser les bases avant de se lancer dans des projets plus ambitieux. Au départ on pensait mettre une antenne LoRa pour la télémétrie, mais par manque de temps (confinements) on a décidé de ne pas en mettre.

Lors de la première année, nous avons conçu sur ordinateur et fait usiner la structure mécanique de la fusée, puis nous avons conçu la partie électronique de la fusée. Enfin, quelques mois avant le C'space nous avons fait l'intégration de la fusée, c'est à dire faire fonctionner toutes les parties ensemble.

2 Description mécanique

La fusée n'a pas de peau porteuse, c'est une structure interne en aluminium :



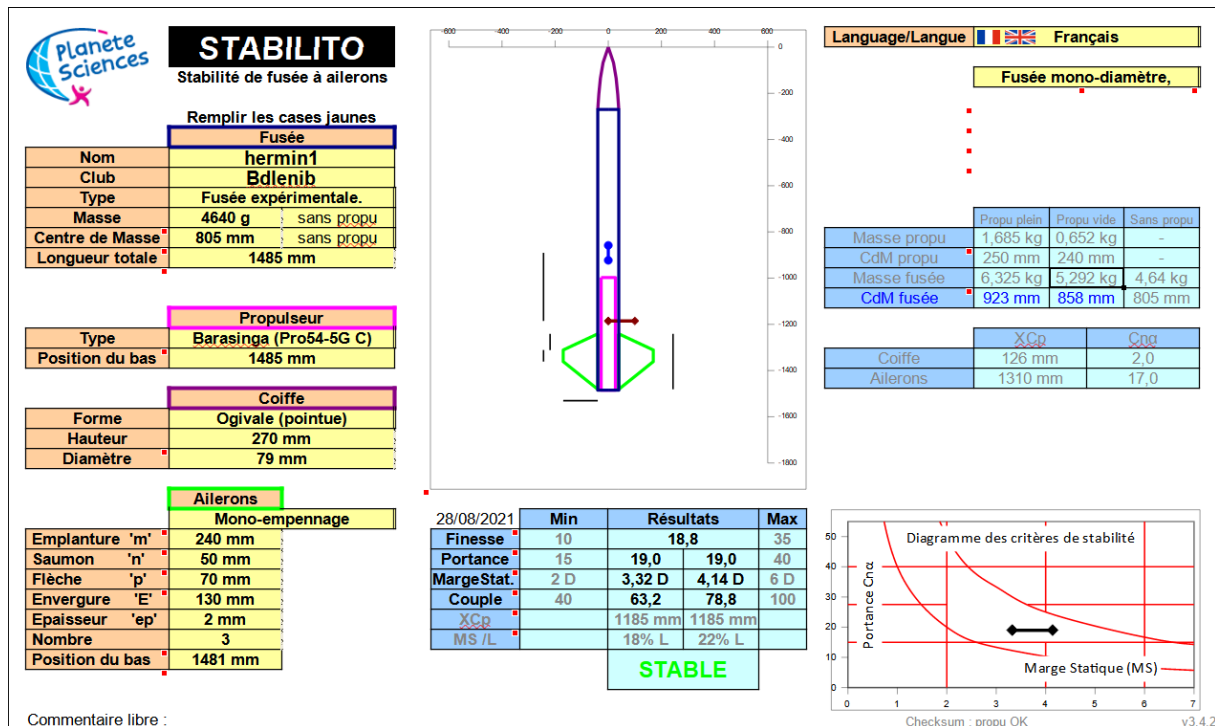
La peau est un simple tube PVC pour protéger l'intérieur, qu'on a peint avec de la peinture orange. La coiffe est imprimée en 3D en PLA, on aurait dû l'imprimer en PETG, ça résiste mieux au soleil.



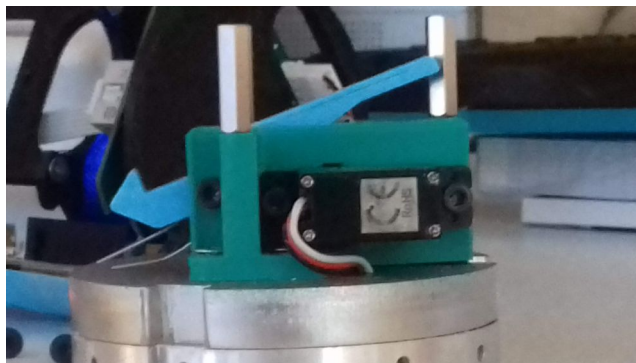
Les ailerons sont en aluminium de 2mm d'épaisseur.

Lors du premier contrôle au C'space, nous n'avons pas pu passer le test de flexion des ailerons, la surface de contact entre les ailerons et les anneaux de la structure était trop petite.

On a fixé des équerres métalliques pour rigidifier et on a passé le test de flexion avec succès lors du deuxième test.



On a dû alourdir de 800 grammes notre fusée car elle allait trop vite, la simulation nous disait qu'elle passait en transsonique pendant plusieurs secondes, les bénévoles de planète science nous ont dit que la fusée n'aurait pas tenu, la porte du parachute se serait sûrement arraché.

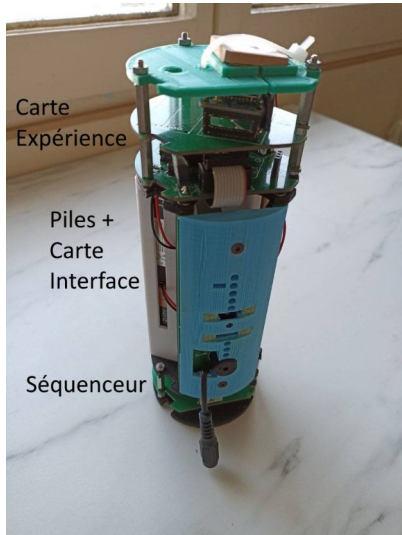


La porte du parachute est maintenue fermée par un crochet, elle peut être ouverte en levant le crochet grâce à un servomoteur.

Le parachute était trop grand par rapport à la taille de la fusée, elle descendait en parachute à 6,5m/s, or la limite basse fixée par planète science est de 5m/s. La fusée planait lentement, on avait peur qu'elle parte sur l'autoroute d'à côté, mais le jour J, tout s'est bien passé.

Fun Fact : Dans la catégorie fusée subsonique mono-étage : La fusée avait le poids minimal, donc la vitesse maximale autorisée en subsonique, donc l'altitude maximale autorisée. Et le parachute était presque trop grand donc la fusée descendait presque à la vitesse minimale. Ce qui fait que la fusée est restée en l'air pendant 7 MINUTES !!! c'est sûrement la fusée qui a volé le plus longtemps du C'space 2021(ou plus encore) (dans la catégorie fusée subsonique mono-étage).

3 Description électronique et informatique



La tour élec est composée de plusieurs étages horizontaux fixer par des entretoises de 18mm

L'électronique de la fusée est composée de deux circuits indépendants électroniquement, l'alimentation se fait avec des piles 9V, une pour le séquenceur, et trois en parallèle pour la carte expérience

La partie expérience est composée de trois étages reliés entre eux par des nappes, les circuits imprimés ont une forme de faucon millénium pour laisser passer les nappes.

Fonctionnement du séquenceur :

Lorsque la fusée décolle, le câble est arraché de la prise Jack, l'arduino nano le détecte et commence le minuteur. Au bout de 21 secondes l'arduino lève le crochet, ce qui ouvre la porte du parachute. A partir de ce moment et jusqu'à la récupération de la fusée, l'arduino envoie un signal carré dans le buzzer pour faire du bruit pour aider à la récupération.

Fonctionnement des cartes expérience :

Le microcontrôleur est une lopy 4, programmé en python (mauvaise idée). Dès que interrupteur d'alimentation est fermé, la lopy initialise les capteurs et commence à enregistrer les données dans le stockage interne de la lopy (mauvaise idée).

On baisse la tension de 9V à 5V grâce à un régulateur de tension.

Au départ on pensait mettre une antenne LoRa pour la télémétrie, mais par manque de temps (confinements) on a décidé de ne pas en mettre.

4 Expérience

L'expérience de la fusée consiste à mesurer la trajectoire grâce à une centrale inertielle qui contient un accéléromètre et un gyroscope. En expérience secondaire, on mesure aussi la pression et la température.

On a augmenté la limite de l'accéléromètre sur 16G pour pouvoir mesurer toute la poussée du moteur.

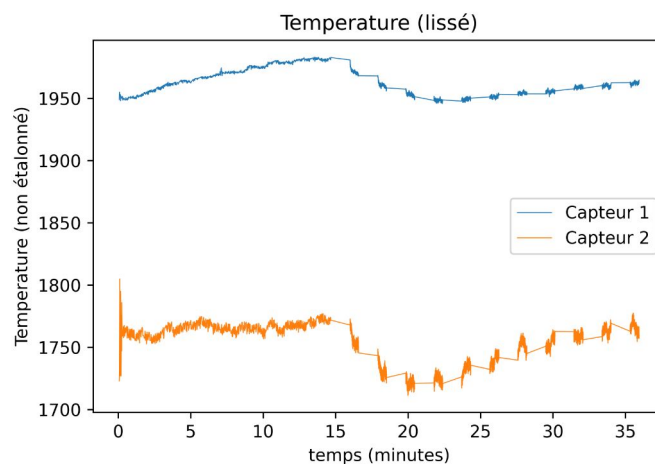
5 Déroulement du vol

Le lancement de la fusée a eu lieu le jeudi 22 juillet vers 17h50 avec une très bonne météo, un beau soleil et presque aucun nuage.

La fusée est montée bien droite et il n'y a pas eu trop de vent pour la pousser, elle est retombée près du site de lancement dans la zone mini-fusée, donc la récupération a été très facile.

6 Résultats

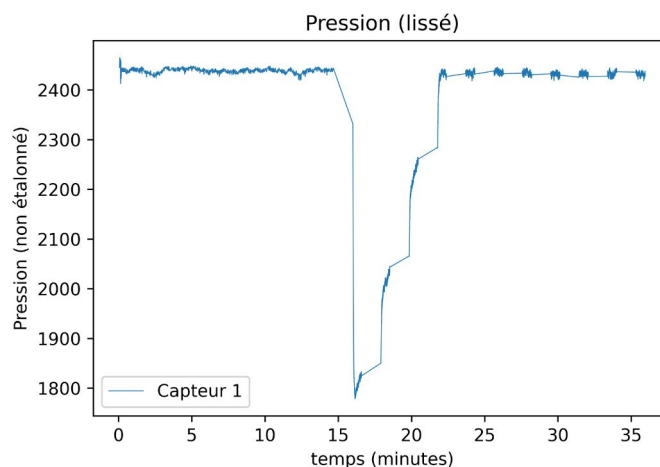
Nous avons pu récupérer les données de vol, malheureusement à partir du décollage la moitié des données ont été corrompu à chaque fichier.



Vous pouvez voir les parties corrompues à partir de la minute 15.

Ce graphique trace la température (non étalonné, les valeurs sortent du CAN) des deux capteurs, le capteur 1 était à l'extérieur de la fusée à l'ombre (sur la carte interface), le capteur 2 était à l'intérieur de la fusée, près du microcontrôleur.

Analyse : on peut constater que la température a augmenté de la mise en rampe au décollage, puis a baissé lors du vol, puis a ré-augmenté après l'atterrissage jusqu'à la récupération.



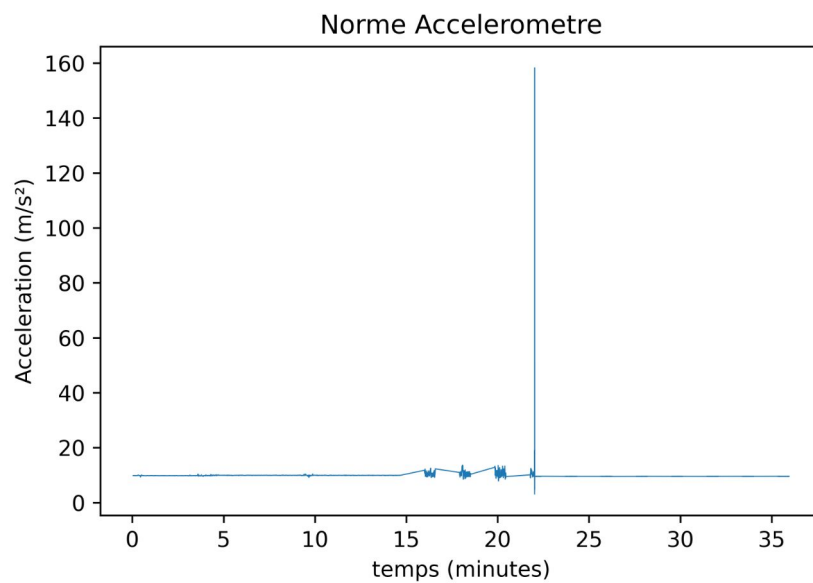
Le capteur de pression était à l'extérieur de la fusée à l'ombre (sur la carte interface).

Analyse: la pression chute rapidement jusqu'à l'apogée, puis redescend pendant la redescente pour retrouver un niveau d'avant vol.



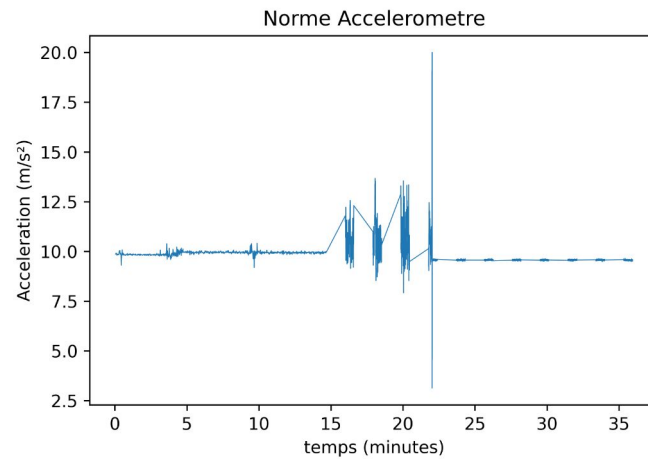
Voici le tracé GPS de la fusée, les grandes lignes droites correspondent aux données corrompues.

Le tracé à l'air bon, on voit bien que la fusée a décollé au pas de tir, et qu'elle a atterri dans la zone mini-fusée.

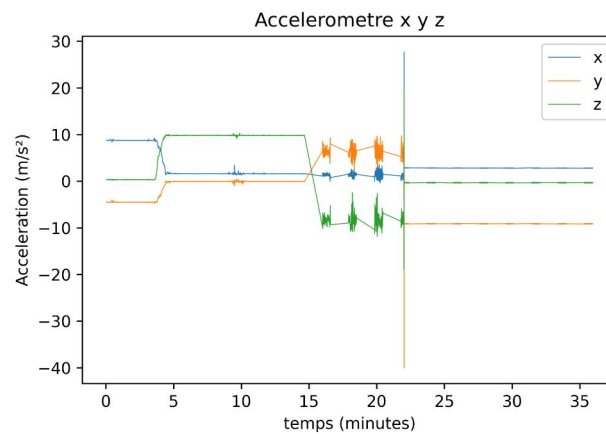


Voilà la norme de l'accéléromètre, malheureusement le décollage et l'ouverture du parachute ont été perdus, mais on a réussi à enregistrer l'accélération pendant l'impact.

On voit que lors de l'atterrissage, l'accéléromètre a saturé. À 16G



En zoomant sur le graphique précédent, on remarque que la gravitation n'a pas bougé entre avant le décollage et après l'atterrissage, et qu'il y a beaucoup de vibration pendant le vol.



En séparant les trois axes de l'accéléromètre, on remarque que la fusée était à l'horizontale pendant 5 minutes puis les pyrotechniciens ont levé la fusée à la verticale.

Pendant la descente en parachute de la fusée l'axe Z passe à -10m/s^2

Puis après l'atterrissage, les mesures d'accéléromètre restent très stables.

7 Conclusions

Hermin 1 a été lancé avec succès, malgré la corruption partielle des données, elles correspondent à ce à quoi on s'attendait.

Nous avons beaucoup appris en réalisant cette fusée, nous savons maintenant quelles pièges éviter pour notre prochaine fusée, comme par exemple qu'il ne faut pas faire confiance aux propriétés mécaniques des pièces imprimées en 3D en PLA lorsqu'ils ont passé du temps au soleil.

Ce qui a bien fonctionné : la structure en aluminium était légère et solide, le séquenceur était fiable

Ce qu'il faudrait améliorer : ne plus jamais utiliser le microcontrôleur lopy (pas fiable, et buggé), rendre les piles plus accessibles, changer la manière d'ouverture de la porte du parachute, avoir plus de surface de contact entre la structure et les ailerons.

Bref, on a tous passé de bons moments lors de la création de cette fusée, et c'est une grande fierté pour nous d'avoir fait un vol nominal.

BDI ENIB - Korrigan Space Program - Hermin 1



Nos partenaires :

