

Equilibrius

Sarra JERBI, Maximes LANDES, Gabriel LAURENT, Julien ZHENG

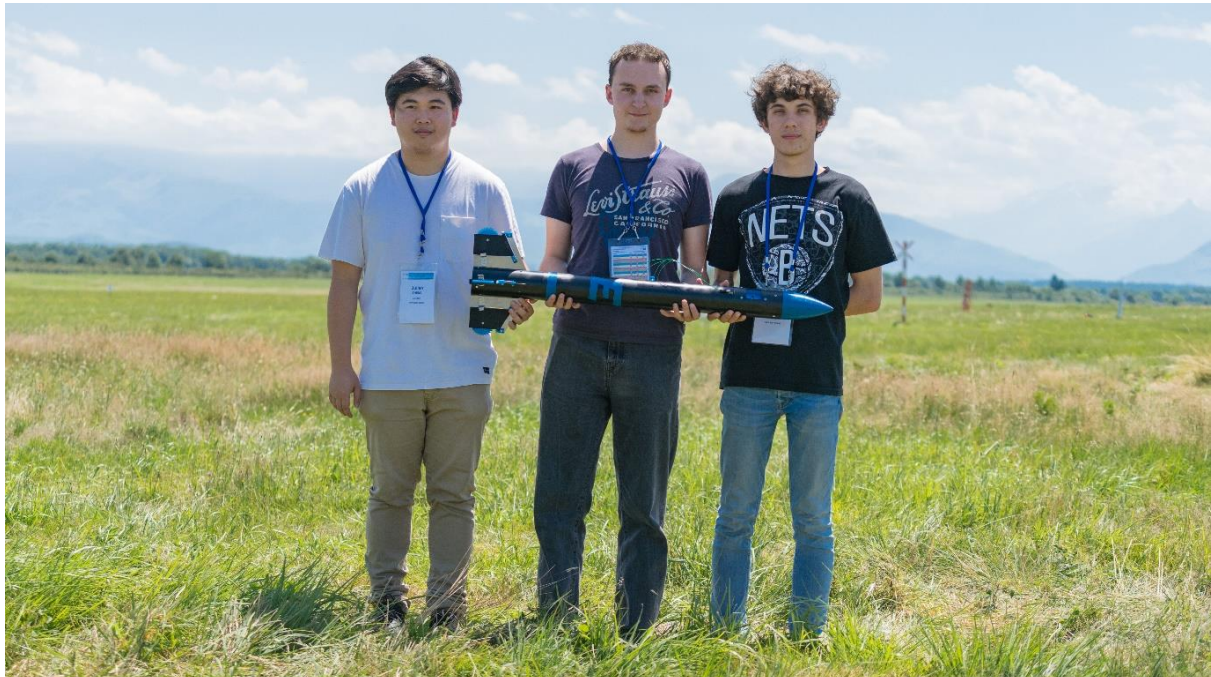
Air ESIEA

2023

Résumé

Le projet avait pour but de tester un système de rolleron, un aileron destiné à stabiliser les fusées contre la rotation,

que ce soit en roulis, lacet ou tangage. Intégré au programme CIRRUS, qui développe des fusées expérimentales, il a aussi servi à former les nouveaux membres de l'association.



1 Introduction

Le projet Equilibrius s'inscrit dans le cadre du programme CIRRUS, un vaste projet de développement de fusées expérimentales mené par l'association.

L'objectif principal de la mini fusée Equilibrius était de tester un nouveau système de stabilisation passive contre le roulis, appelé rolleron, une technologie autrefois utilisée sur les Sidewinder. Ce projet a été réalisé par une équipe de quatre étudiants de différents niveaux, avec deux membres responsables de la mécanique et deux autres en charge de l'électronique et de l'informatique, tandis que la logistique était gérée par l'association.

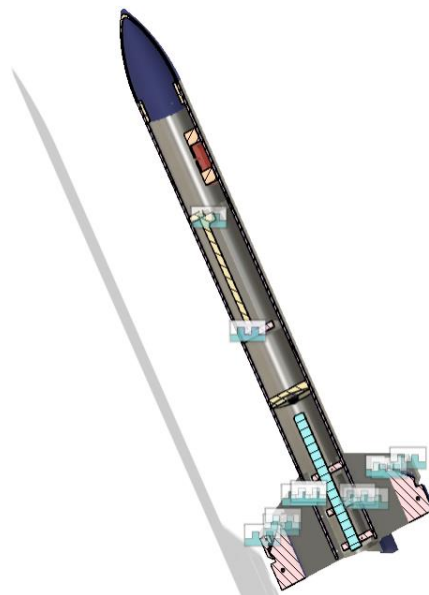
Le planning du projet a dû respecter les délais imposés par Planète Sciences et l'école, et un Trello a été utilisé pour organiser les tâches, avec une priorité donnée à la documentation, au prototypage et à l'expérimentation des rollerons avant la fabrication de la mini fusée.

L'idée de la fusée et de l'expérience est venue d'un ancien membre de l'association.

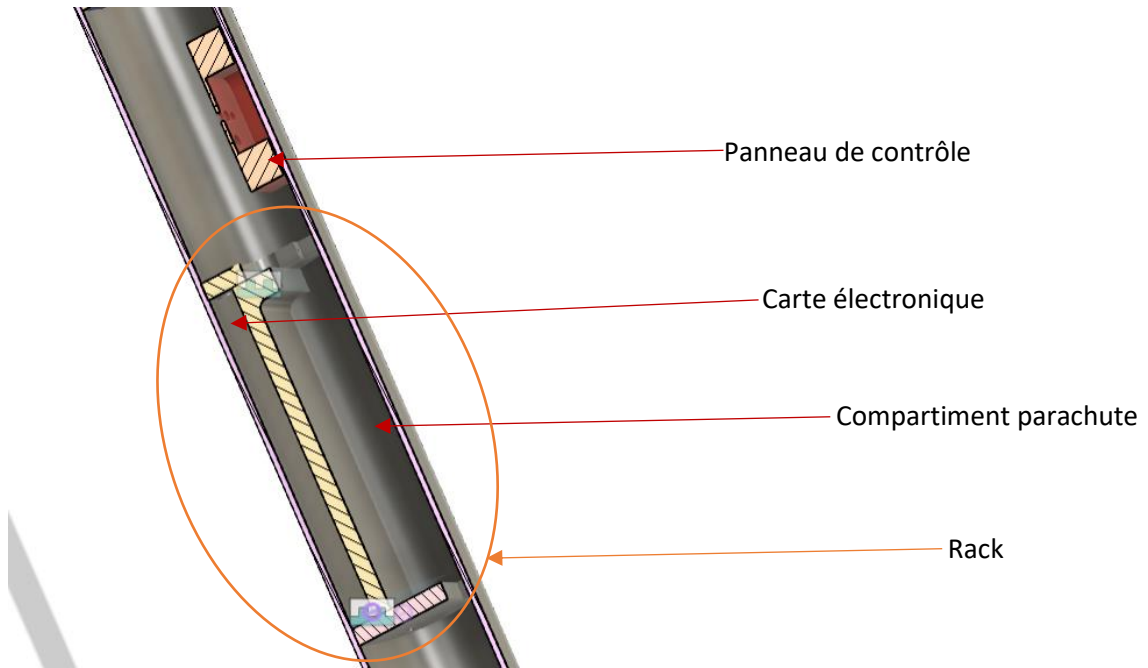
2 Description mécanique

Le corps de la fusée est un tube en PVC de 80 mm de diamètre, choisi car assez solide et facile à trouver. La majorité des pièces, comme le rack, le panneau de contrôle, la coiffe, les supports moteur et les systèmes de rollerons, sont imprimées en PETG, car plus simple à fabriquer et un gain de temps.

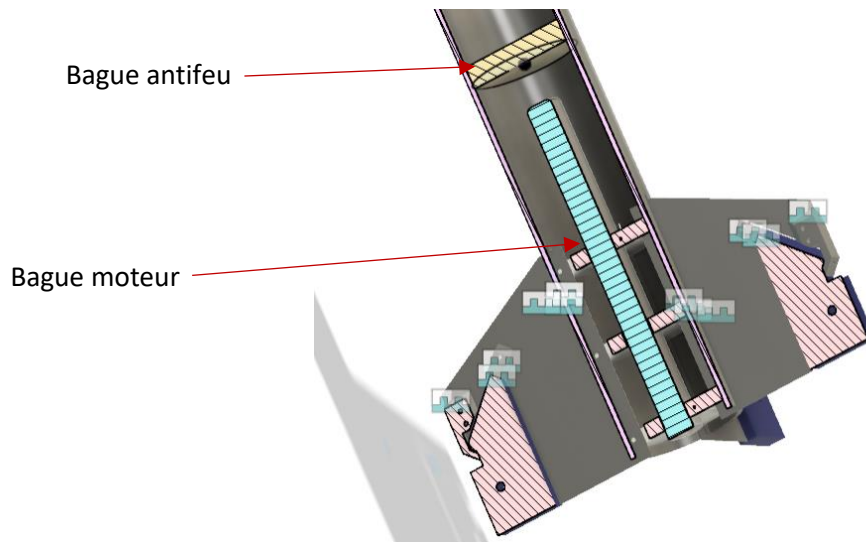
Le plan général de la fusée montre une répartition en plusieurs éléments. La carte électronique se trouve derrière le compartiment du parachute, tandis que l'alimentation et le panneau de contrôle sont situés au-dessus du rack. Cette répartition facilite l'accès aux composants et le démontage.



Une découpe latérale de la fusée



Vue zoomée sur la partie haute



Vue zoomée sur la partie basse

Lors de l'utilisation de StabTraj, nous avons rencontré un problème majeur lié à la forme des ailerons. En effet, le logiciel ne prend pas en compte les systèmes de stabilisation passive au niveau des ailerons.

STABILITO

Stabilité de fusée à ailerons

Remplir les cases jaunes

Fusée	
Nom	Equilibrius
Club	Air ESIEA
Type	Minifusée
Masse	1350 g sans propu
Centre de Masse	510 mm sans propu
Longueur totale	1000 mm

Propulseur	
Type	Pandora (Pro24-6G BS)
Position du bas	1000 mm

Coiffe	
Forme	Ogivale (pointue)
Hauteur	150 mm
Diamètre	80 mm

Ailerons	
Mono-empennage	
Emplanture 'm'	150 mm
Saumon 'n'	100 mm
Flèche 'p'	50 mm
Envergure 'E'	110 mm
Epaisseur 'ep'	1,5 mm
Nombre	4
Position du bas	1000 mm

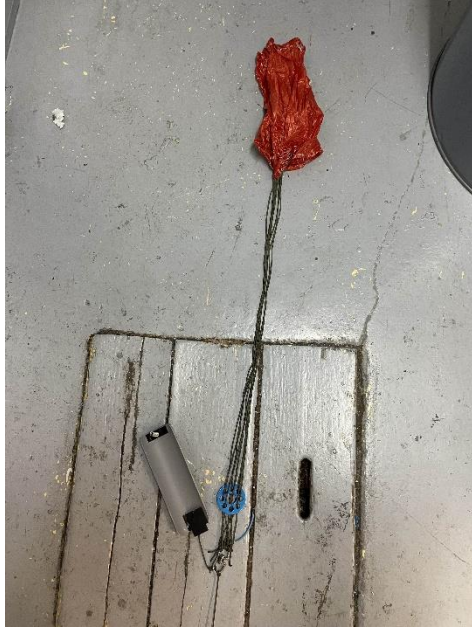
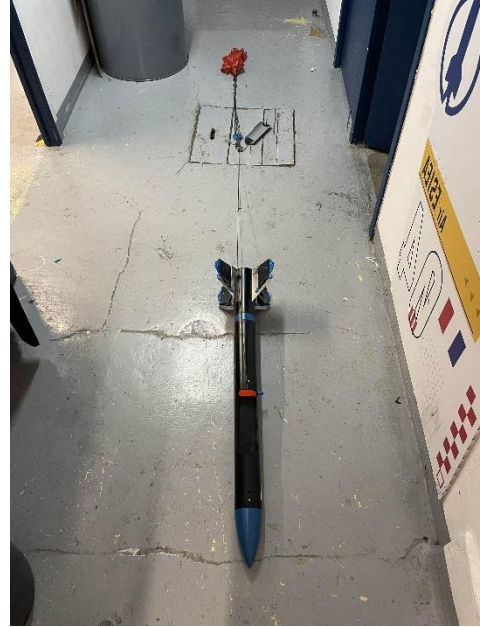
28/08/2024	Min	Résultats		Max
Finesse	10	12,5		20
Portance	15	18,3	18,3	30
MargeStat.	1,5 D	3,30 D	3,52 D	6 D
Couple	30	60,5	64,5	100
XCp		814 mm	814 mm	
MS /L		26% L	28% L	

STABLE

Commentaire libre :

DescenteSousParachute	
Fusée	0 satellite
Masse	1,4343 kg
Dépotage	N/A
Ouverture para	8 s
Surface para	0,28 m²
Cx parachute	1
Vitesse du vent	5 m/s
Vitesse descente	9,0 m/s
Durée descente	33 s
Durée du vol	41 s
Déport latéral	± 164 m

Le système de récupération de la fusée utilise un parachute hémisphérique en nylon. Avec un rayon extérieur de 300 mm, un rayon intérieur de 20 mm, et une surface de 0,28 m², ce parachute garantit une descente d'environ 9 m/s. Il est maintenu en place par une trappe bloquée par un servomoteur. Un ressort est également intégré pour faciliter l'éjection rapide de la trappe lorsque le servomoteur est activé, assurant le déploiement efficace du parachute.


Parachute de la minif

Ejection du parachute

Servomoteur

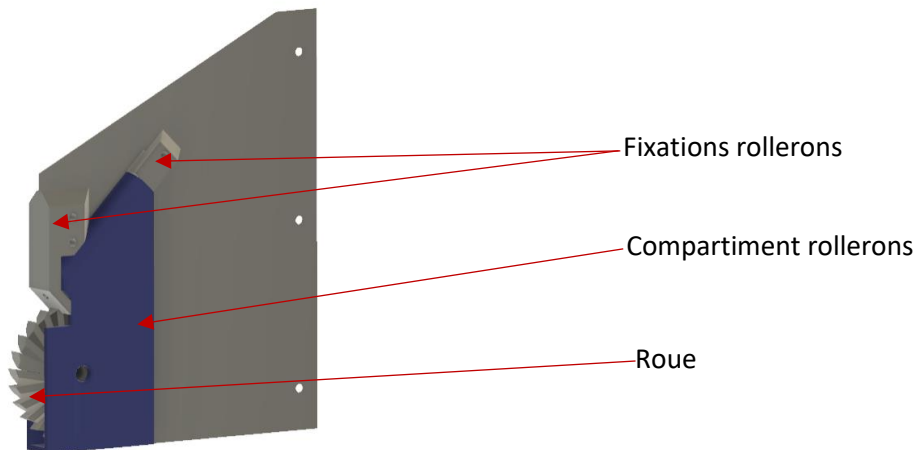


Ressort + cale pour bloquer la trappe

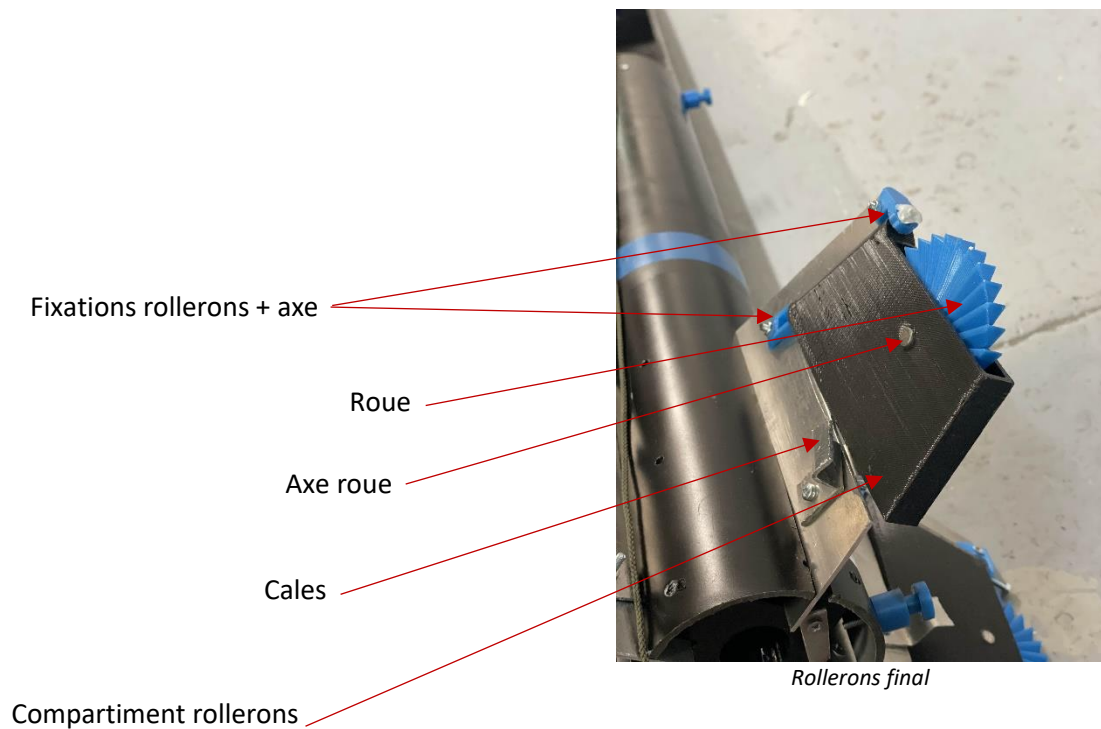
Système de maintien de la trappe

La carte électronique principale est fixée derrière une plaque en PETG située à au même niveau que le compartiment parachute. Le panneau de contrôle, quant à lui, est solidement fixé au tube de la fusée à l'aide de vis.

L'un des défis les plus complexes a été de fixer solidement les rollerons aux ailerons. Après plusieurs essais, nous avons opté pour une fixation avec des tiges en acier et des pièces imprimées en PETG. Des cales ont également été ajoutées pour limiter le débattement des rollerons.



Modélisation 3D des rollerons



3 Description électronique et informatique

La minuterie nous semble la façon la plus sûre et robuste pour ce type de système, nous avons utilisé un Arduino, prise jack, Leds, interrupteur et résistance. Ce montage permet de détecter le décollage de la fusée dès que la prise jack est arrachée de la rampe de lancement, ce qui déclenche immédiatement le décompte.

Au bout d'environ 7,6 s, l'Arduino active le servomoteur qui bloque la trappe. Le moteur libère la trappe, et tire le parachute pour assurer son déploiement.

L'ensemble est alimenté par une pile 9 V, ce qui garantit une autonomie suffisante. Pour indiquer l'état du système, nous avons deux Leds : un rouge qui signale que la carte est sous tension, et une autre qui clignote pour indiquer si le jack est déconnecté. Un interrupteur est également prévu pour allumer et éteindre le système.

Pour éviter les déclenchements accidentels ou les erreurs de manipulation, nous avons intégré plusieurs sécurités dans le code. En cas de faux contact sur la rampe, le décompte se réinitialise automatiquement.

Des plans et des photos du montage, ainsi que des schémas de câblage, montrent chaque étape de la réalisation et du fonctionnement du système.

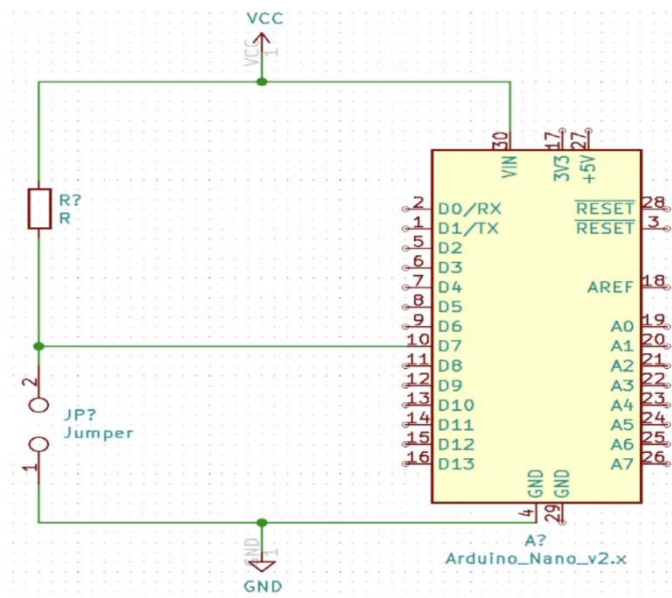
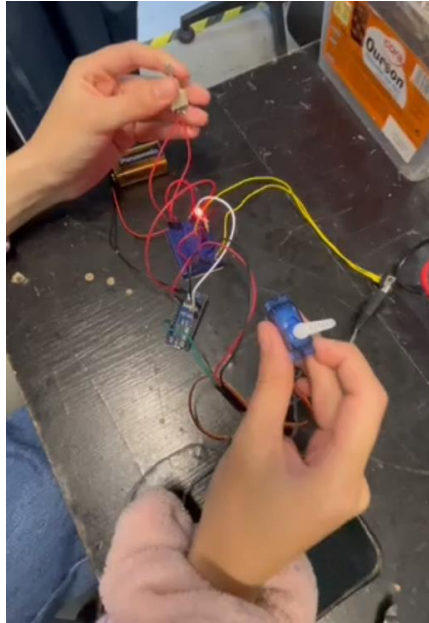
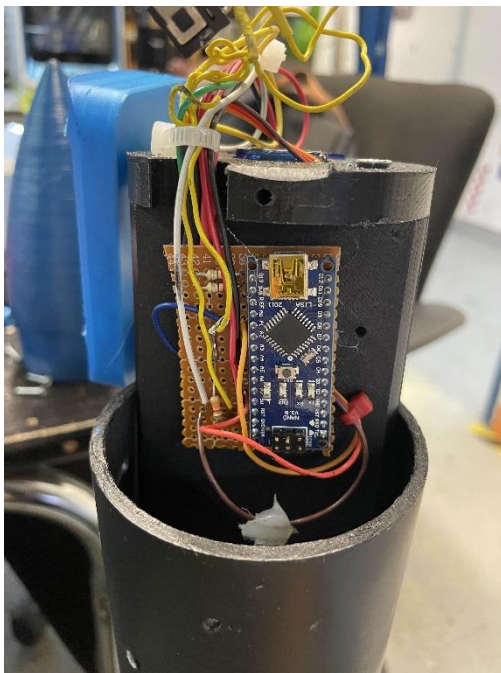


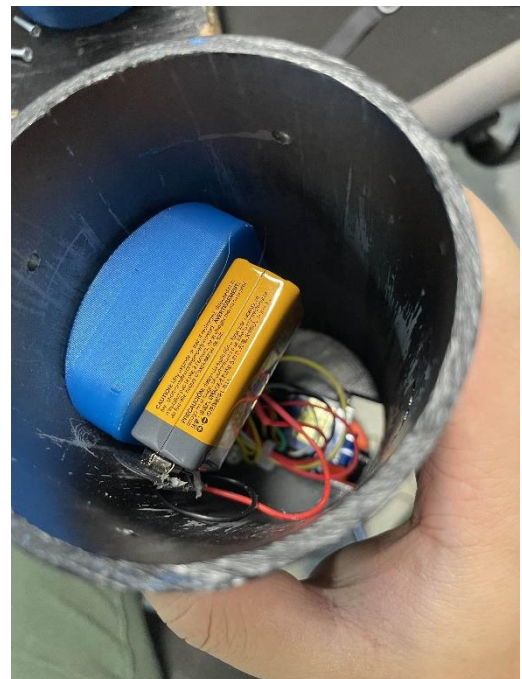
Schéma minuterie (Live C'Space)



Prototype de la minuterie



Montage final du rack



Montage final du panneau contrôle + batterie

4 Expérience

Le but principal de notre expérience était de tester un système de stabilisation passif, inspiré du Sidewinder, en utilisant des rollérons, et d'analyser son efficacité en vol. Nous voulions comprendre le fonctionnement de ce système et recueillir un maximum de données pour valider nos hypothèses. Par ailleurs, cette mission avait également un objectif pédagogique : former de nouveaux membres de notre association aux différentes étapes de la conception, lancement, et de l'analyse post-vol d'une fusée.

Cependant, nous avons rencontré des limitations techniques, car aucun capteur ni caméra n'a pu être embarqué à bord de la fusée à cause d'un problème technique.

En conséquence, nos seules sources de données se limitaient à des enregistrements vidéo et photo externes.

En l'absence de capteurs, aucune plage de valeurs n'avait été estimée avant l'expérience. De même, l'étalonnage des capteurs et l'évaluation des erreurs de mesure n'ont pas été réalisés, puisque les capteurs prévus n'étaient finalement pas disponibles pour cette mission.

