



## Rapport de vol d'Axiome





## Membres présents sur le projet :

- Chefs de projet : Malo AMARANTI et Mathieu COQUELLE-GRANDSIMON
- Equipe structure : Malo AMARANTI, Mathieu COQUELLE-GRANDSIMON, Thibaut BLANC, Asma BENCHTIOU, Alban NOIRTIN et Louis JUMELLES
- Equipe électronique : Malo AMARANTI Mathieu COQUELE-GRANDSIMON, Alexis PAILLARD, Mathieu REITER

## Résumé du projet :

Axiome a pour objectif la modélisation 3D du vol d'une mini-fusée. Pour ce faire, nous transmettons tout au long du vol les paramètres adéquates à la reconstruction du vol afin de les insérer une fois traités dans un programme de notre élaboration. Le projet est également équipé de télémétrie (Module RF 433MHz). Ces paramètres comprennent l'altitude, les coordonnées GPS, la vitesse ainsi que l'inclinaison. Nous mesurons la pression ambiante. Nous souhaitons également étudier la possibilité de réutiliser une minifusée. La vocation de ce projet est de former les membres à la conception de fusées amateurs, afin de se lancer par la suite sur des projets de fusées expérimentales.

## Table des matières

Introduction .....	3
Description mécanique .....	3
Description Electronique .....	5
Expérience .....	6
Déroulement des vols .....	6
Résultats .....	8
Conclusion.....	8

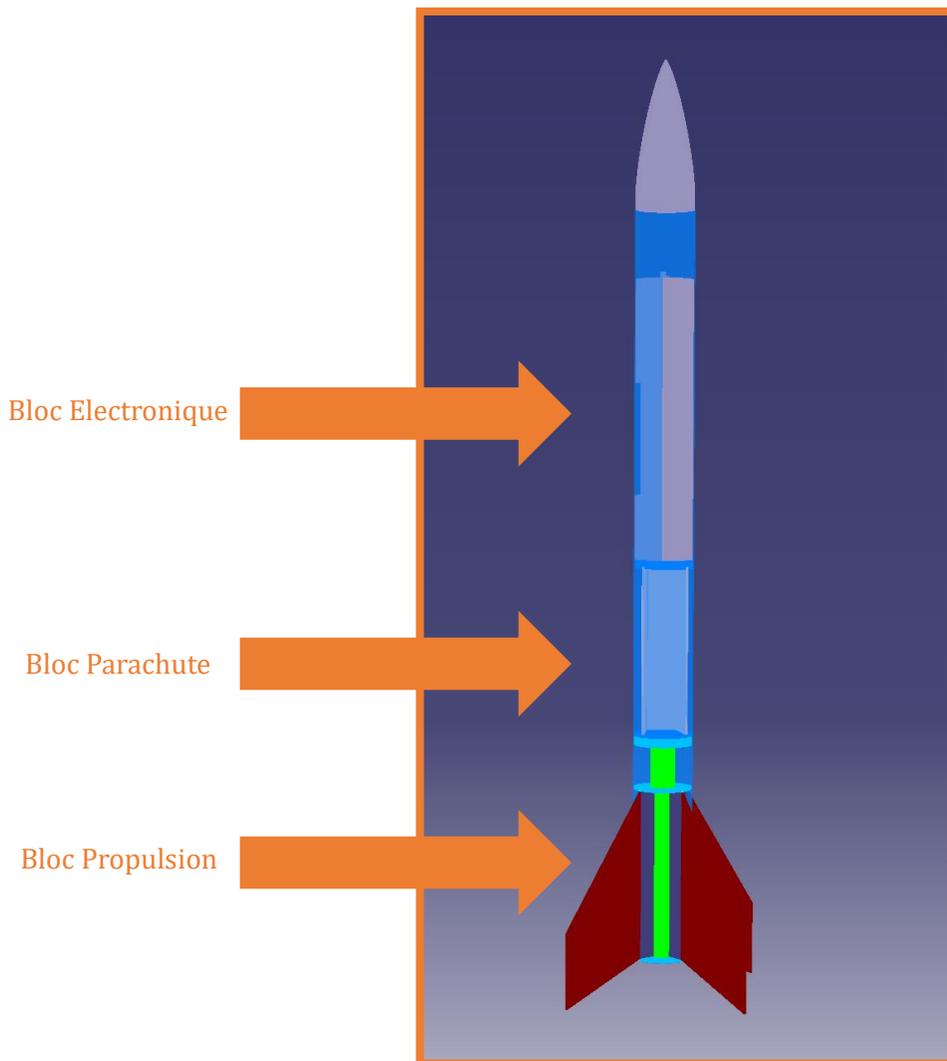


## Introduction

Axiome est un projet étudiant organisé dans le cadre du C'Space 2023. Ce projet est co-dirigé par deux étudiants de l'IPSA et réalisé au sein de l'association AéroIPSA. L'équipe du projet était originellement composée de 7 étudiants. L'objectif de celui-ci étant d'abord de former les membres à la conception d'une fusée, tous les membres ont été introduits à la conception de la structure et à l'électronique. Ainsi, les équipes structures et électronique ont été mélangées afin que tous les membres puissent interagir avec un maximum d'éléments de la fusée.

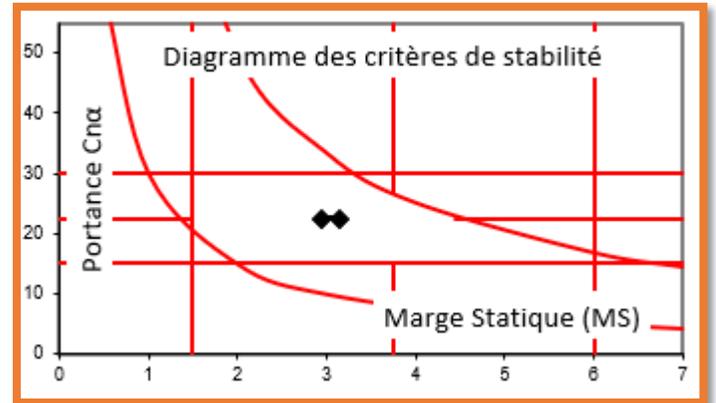
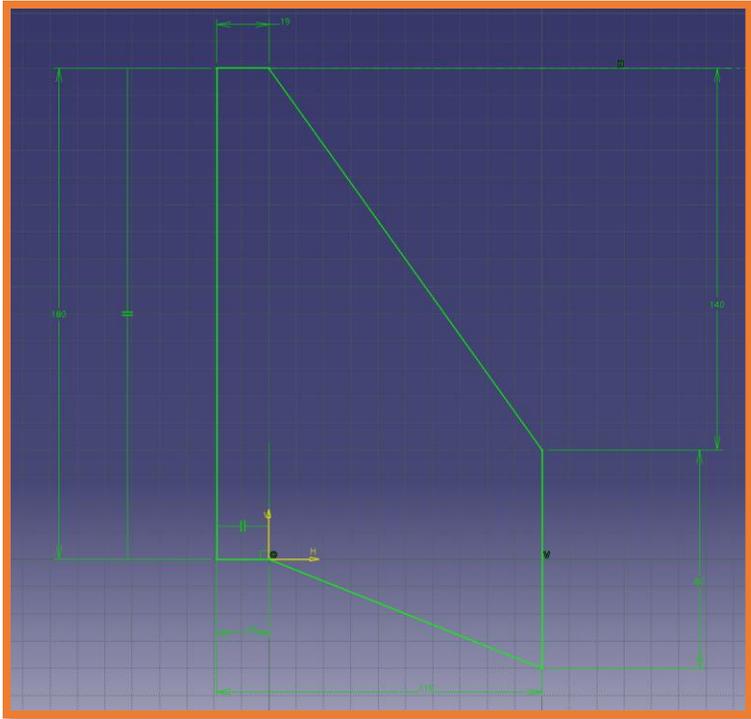
## Description mécanique

Axiome a été réalisée principalement en fibre de verre. Cela inclus le fuselage, les ailerons, et le bloc de propulsion. Nous avons choisi d'utiliser une peau porteuse car celle-ci est davantage compatible avec le petit diamètre d'une minifusée.

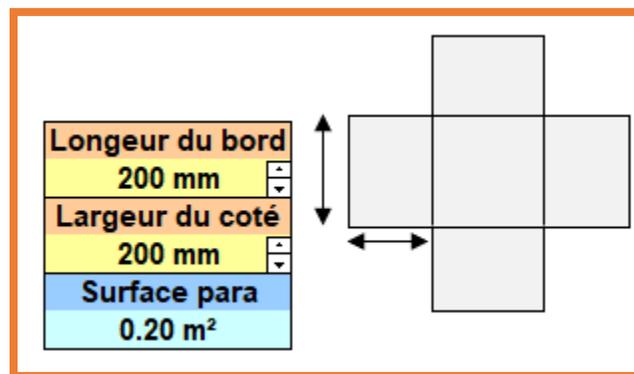




Afin de dessiner nos ailerons, nous nous sommes fixé plusieurs critères. Tout d'abord ceux-ci devaient nous permettre de poser la fusée à la verticale, et ceux-ci devaient être suffisamment léger pour ne pas avoir à ajuster le centre de gravité de la fusée. Nous avons donc choisi de les découper dans une plaque de fibre de verre de 3mm d'épaisseur.

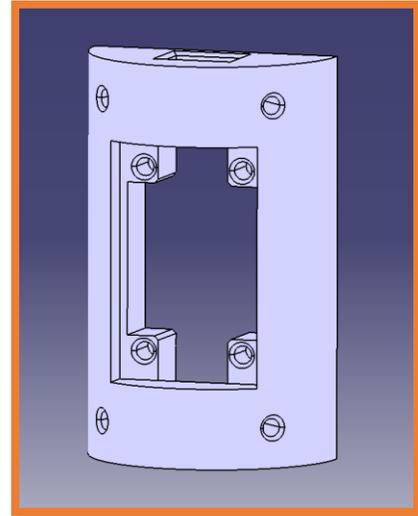
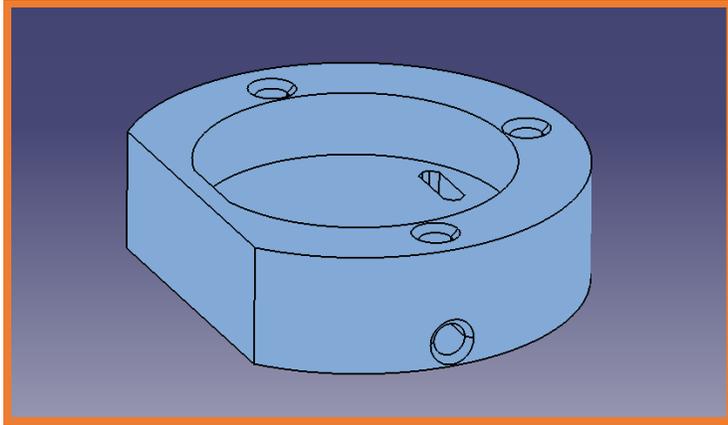


Le système de récupération est un parachute se déployant avec une minuterie. Une goupille liant le sol et la fusée est mis en place avant le lancement. Lorsque la fusée décolle un décompte est enclenchée et celui-ci est réglée d'après le stabtraj pour se terminer à l'apogée. Une fois le décompte terminer le servo-moteur tourne de 90° afin de libérer la trappe para qui entraîne alors le parachute. Ce parachute a été conçu de sorte que la fusée descende rapidement, sans endommager la structure de cette dernière. Ainsi, celui-ci était une croix de 200mm par 200mm. Le stabtraj prédisant ainsi une vitesse de descente à  $10.9 m \cdot s^{-1}$ .



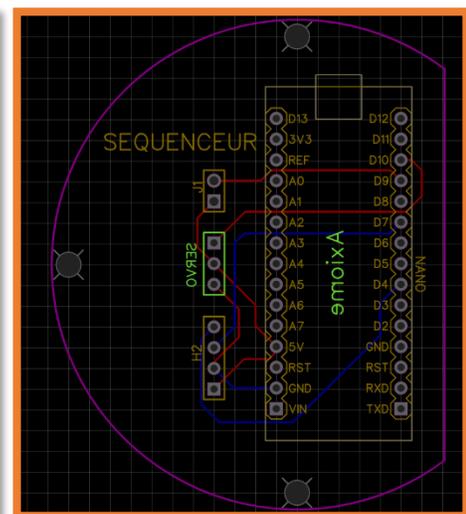
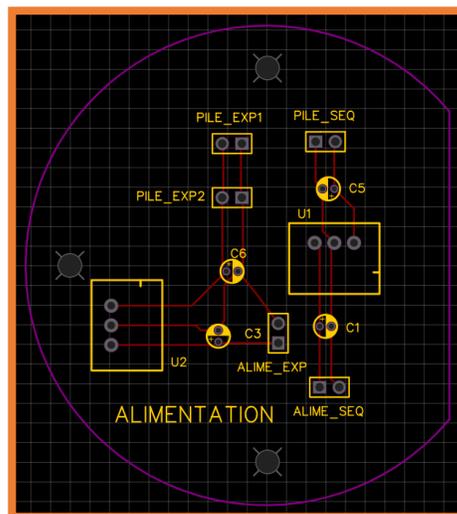
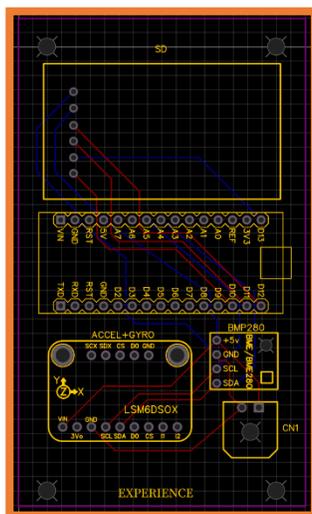
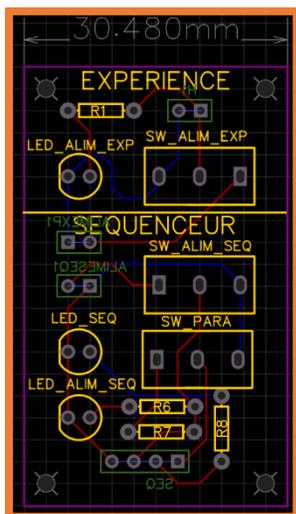


Les cartes électroniques étaient vissées à des supports en forme de cercle imprimés en 3D. Nous avons choisi ce système car nous pensions que celui-ci était le plus adapté. Cependant nous avons négligé le fait de devoir dévisser l'intégralité de la fusée pour pouvoir accéder à l'alimentation de la fusée.



## Description Electronique

Nous avons utilisé au total 5 cartes électroniques. 4 d'entre elles ont été réalisées sur EasyEDA puis imprimées et une dernière à été réalisé au C'Space en base-vie.





Chaque carte était reliée par des JST. Les microcontrôleurs utilisés étaient des cartes Arduino Nano pour la minuterie et Every pour les expériences. Ainsi, la fusée disposait de 2 systèmes distincts, un système de minuterie, seulement relié à une pile, un servo-moteur et un interrupteur et contrôlé avec une carte Arduino NANO et un système d'expérience relié à 2 interrupteurs, 2 piles, à l'expérience et sur lequel 2 Arduino Every agissaient. Les piles étaient toutes des piles 9V afin de garantir une autonomie suffisante à la fusée. L'expérience étant en 2 parties, les données étaient enregistrées sur 2 cartes SD, et une partie était envoyé par télémétrie à une station sol.

## Expérience

Une première expérience que nous souhaitions conduire relevait du domaine de la modélisation 3D. En effet nous souhaitions retracer notre vol via les données récupérées par la fusée pendant celui-ci. Ensuite, nous souhaitions étudier la réusabilité d'une minfusée en conduisant une autopsie de la fusée après le vol.

Afin de conduire la première expérience, les paramètres mesurés sont les suivants :

- Mesure de l'accélération sur 3 axes et la vitesse de rotation sur ces mêmes axes.
- Mesure de la pression à l'intérieur de la fusée.
- Mesure de la vitesse par étude successive des positions GPS.
- Mesure de la pression atmosphérique (pour en déduire l'évolution de l'altitude, redondance)
- Mesure de la température ambiante (pour en déduire l'évolution de l'altitude, redondance)
- Mesure de l'altitude directement à partir de l'antenne GPS
- Envoi de coordonnées GPS et altitude par télémétrie.

L'accélération et la vitesse de rotation étaient mesurées par un module Adafruit LSM6DS032. La pression et la température par un BMP-280. Le module GPS était un NEO-6M équipé d'une antenne carrée. Le module de télémétrie était un module RF de récupération, émettant en 433 MHz.

## Déroulement des vols

La particularité de ce projet est le nombre de vols nominaux effectués par ce projet. En effet, la fusée a effectué un premier vol nominal le Mercredi 19 Juillet à 14h00, et un second le lendemain à 17h30. Les deux vols se sont déroulés avec une météo dégagée. La trajectoire de la fusée était stable dans les deux cas et la retombée s'est faite coiffe en avant. Il est à noter qu'après le second vol la fusée s'est plantée dans le sol et s'est enfoncée de cinq centimètres, coupant la liaison télémétrie.



La fusée a été récupérée intact après chaque vol.





## Résultats

Malgré les deux vols de la fusée, nous ne pouvons tirer aucuns résultats de nos expériences. En effet, lors du premier vol la liaison entre la carte expérience et la carte interface s'est débranchée au décollage. L'expérience n'étant plus alimentée, aucune données n'a pu être récupérée. Lors du second vol, le problème initial a été corrigé et l'expérience a correctement fonctionné. La connexion télémétrique a tenu tout le vol, mais le verrouillage de l'antenne GPS ne s'est pas effectué avant le vol. Cependant, il s'est avérée que les deux cartes SD servant à récupérer les données sont corrompues. Il ne subsiste que des bribes de données éparses, rendant impossible toutes représentations 3D. Néanmoins, ces bribes de données nous ont permis de vérifier que tous les capteurs étaient correctement intégrés et que ceux-ci ont fonctionnés. Le verrouillage GPS a été effectué après le vol, et un enregistrement des coordonnées GPS subsiste. Les coordonnées récupérées sont cohérentes avec celles du site de lancement « 43.218977, -0.053809 ».

```
Time,Ax,Ay,Az,Rx,Ry,Rz,Temp,Pres,Alt|
987,0.00,-0.04,0.01,0.00,0.00,0.00,27.24,95962.20,503.60
1026,-0.05,-0.02,0.00,-0.00,-0.00,0.00,27.24,95962.20,503.60
1065,0.02,-0.11,-0.01,-0.00,0.00,0.00,27.24,95962.20,503.60
1104,0.00,-0.11,0.00,-0.00,0.00,0.00,27.24,95962.20,503.60
1144,-0.04,-0.11,0.00,0.00,0.01,-0.00,27.24,95962.20,503.60
1183,0.00,-0.08,-0.02,-0.00,0.00,0.00,27.24,95962.20,503.60
1222,-0.01,-0.07,0.04,-0.00,-0.00,0.00,27.24,95962.20,503.60
1262,0.01,-0.09,-0.01,-0.00,0.00,0.00,27.24,95962.20,503.60
1305,0.04,-0.09,0.03,0.00,0.00,0.00,27.24,95962.20,503.60
1344,-0.00,-0.08,0.05,-0.00,0.00,0.00,27.24,95962.20,503.60
1383,-0.00,-0.11,0.01,-0.00,0.00,0.00,27.24,95961.88,503.62
1422,0.00,-0.10,-0.01,-0.00,0.00,0.00,27.24,95961.88,503.62
1461,-0.01,-0.08,0.04,-0.00,0.00,0.00,27.24,95961.88,503.62
```

## Conclusion

Nous souhaitons remercier tous les membres ayant travaillé sur ce projet, car sans un effort collectif de tous nos membres il est évident que ce projet n'aurait jamais abouti. Malgré l'échec consécutif de nos expériences, le projet a tout de même rempli sa vocation qui était d'introduire chaque membre au milieu de la construction de fusée amateur « rocketry ». Nous avons ainsi pu approfondir nos connaissances dans le milieu de la télémétrie, « le port RX se connecte au port TX ». Fort de notre expérience avec l'écriture sur carte SD, nous utiliserons un protocole différent pour enregistrer nos données à l'avenir. Nous avons également pu nous initier à la technique du collage des ailerons avec un mélange époxy. Nous souhaitons maintenant faire approuver cette technique pour fusée expérimentale, et ceci sera un objet d'étude pour l'année prochaine.