



PROJET ASTERIA – MF19



ASTERIA au décollage (Camp de GER)

Membres :

Aurélien BARDOU

Estelle TAILLADE

Virgile TABASTE

Elsa GRELIER

Quitterie LOISEAU



SOMMAIRE

Remerciements	3
Introduction	3
Présentation d'Astéria.....	4
Réalisation.....	4
Description Mécanique	4
Peau	4
Coiffe	5
Support de minuterie	5
Parachute	6
Système fixation parachute	7
Ailerons et Strabtaj	8
Lestage	9
Electronique	9
Déroulement du vol.....	10
Retour d'expérience	10
Conclusion	11
Annexe	13



Remerciements

Nous tenons à remercier : l'association Estaca Space Odyssey (ESO), pour le matériel ainsi que les matériaux, et nos responsables de mini-fusée, Jacques Bonfils et Victor Blatz, pour leurs conseils ; l'association LEAP de l'EPF, pour l'impression 3D de nos pièces ; les bénévoles de l'association Planètes Sciences et le CNES, pour leur accueil et le suivi des projets nous permettant de réaliser un vol nominal ; le personnel du 1er Régiment des Hussards Parachutistes au Camp de Ger, pour leur accueil et les locaux.

Introduction

L'association EPF Astronomie de l'école d'ingénieur généraliste EPF située à Cachan (94) réalise sa première participation au C'Space 2023 avec la mini-fusée Astéria. Cette association a pour origine de promouvoir les soirées d'observation, les sorties culturelles et les conférences en lien avec l'astronomie. Le bureau du mandat 2021-2022 a décidé d'étendre les activités possibles de l'association à travers un partenariat avec l'ESO pour la réalisation d'une mini-fusée pour la participation au C'Space 2023.

En juillet 2022, 5 membres ont été recrutés pour participer à ce projet : Aurélien Bardou – Chef de projet, Virgile Tabaste et Quitterie Loiseau, élèves en 2e année ; Elsa Grelier, élève en 3e année et Estelle Taillade, élève en 4e année.

La réalisation d'Astéria a été découpée en trois parties : la première de septembre à décembre 2022, pour la conception de la peau de la fusée et du boîtier séquenceur ; la deuxième de janvier à mai 2023, pour la conception mécanique de la fusée telle que la coiffe et les ailerons ainsi que la conception intérieure de la fusée ; et la troisième partie de juin à juillet 2023 avec la finalisation de la fusée selon les recommandations des contrôleurs au C'space et le lancement.

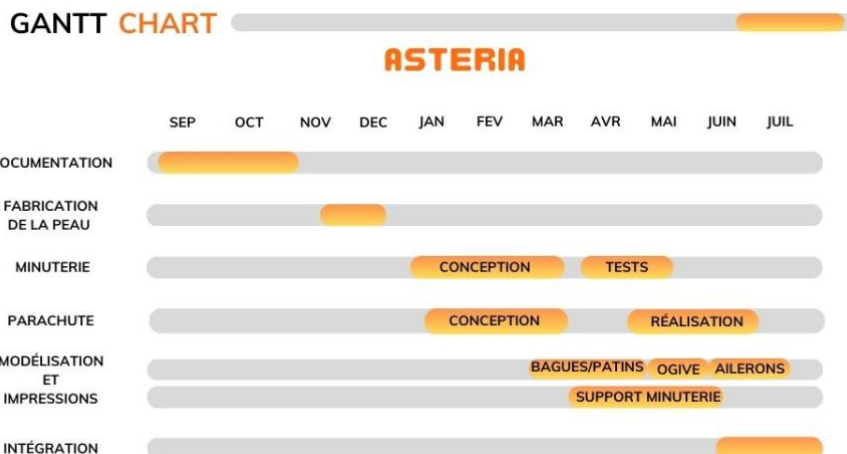


Diagramme de Gantt du projet

Présentation d'Astéria

Astéria est une mini-fusée mesurant 105 cm et un poids de 1,66 kg avec un propulseur Pandora Pro 24 plein. C'est avant tout une mini-fusée de formation destinée à faire appliquer aux étudiants les connaissances vues en cours de circuits électriques, de transmission de l'information, et de mécanique et ainsi gagner en compétence. Ce projet ne comporte pas d'expérience.

Réalisation

Description Mécanique

Peau

La peau est faite en fibre de verre d'une longueur de 810 mm et de 63 mm de diamètre.

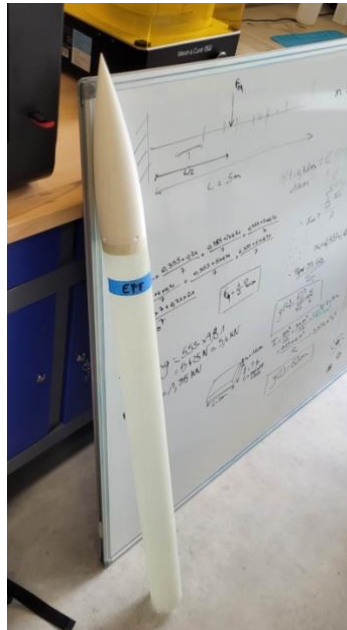


Peau



Coiffe

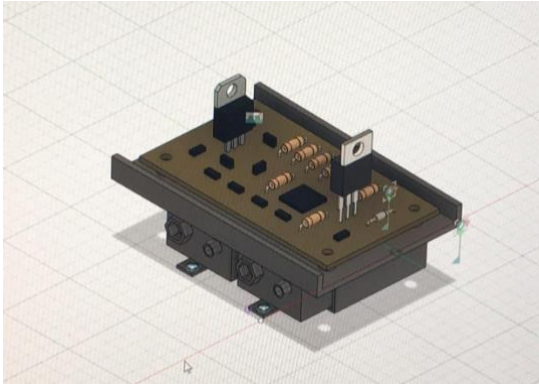
La coiffe de forme ogivale est imprimée en 3D en plastique PLA. Elle mesure 240 mm de hauteur et 63 mm de diamètre. Elle est visée à la peau par des vis M3 de 5 mm de longueur.



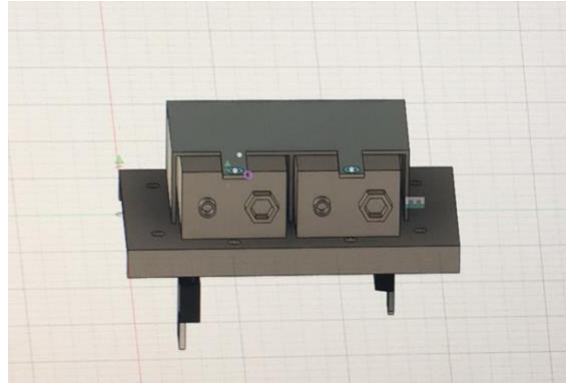
Peau et coiffe assemblées

Support de minuterie

Nous avons dessiné des supports de minuterie qui permettent de maximiser la place occupée par les composants électroniques de la minuterie ainsi que l'alimentation. Ce support permet de visser la plaque des composants de la minuterie sur une des faces, et de rentrer deux piles 9V dans leur logement tenu par une vis sur l'autre face.



Support vue minuterie



Support vue piles

Parachute

Nous avons fait le choix de construire un parachute hémisphérique de 30 cm de rayon pour sa simplicité de fabrication. Les éléments dimensionnants sont la vitesse de descente de la mini-fusée et sa masse. La vitesse de descente indiquée par le cahier des charges mini-fusée de Planète Sciences indique une vitesse comprise entre 5 et 15 m/s. Nous avons pris une vitesse de descente théorique de 10m/s. Le matériau utilisé est une toile plastique que nous avons découpée. Nous avons percé 6 trous équidistants et mis des anneaux pour y accrocher les suspentes et éviter qu'elles déchirent la toile. Autour des anneaux, nous avons cousu des renforcements pour rendre la toile plus solide. Une bague inclinée imprimée en 3D en PLA, est collée sur la rondelle de bois.



Découpage de la toile du parachute



Système fixation parachute

Une rondelle en bois est vissée à la peau de la fusée au-dessus de la partie du propulseur. Un anneau est visé sur lequel on vient accrocher la corde principale du parachute de 6 mm de diamètre et de deux fois la longueur de la fusée. Ensuite un émerillon est accroché auquel sont nouées six cordes de 3 mm de diamètre et de 70 cm de longueur. Une rondelle anti-torsion est traversée par les 6 suspentes afin d'éviter qu'elles s'emmêlent.



1



2

3



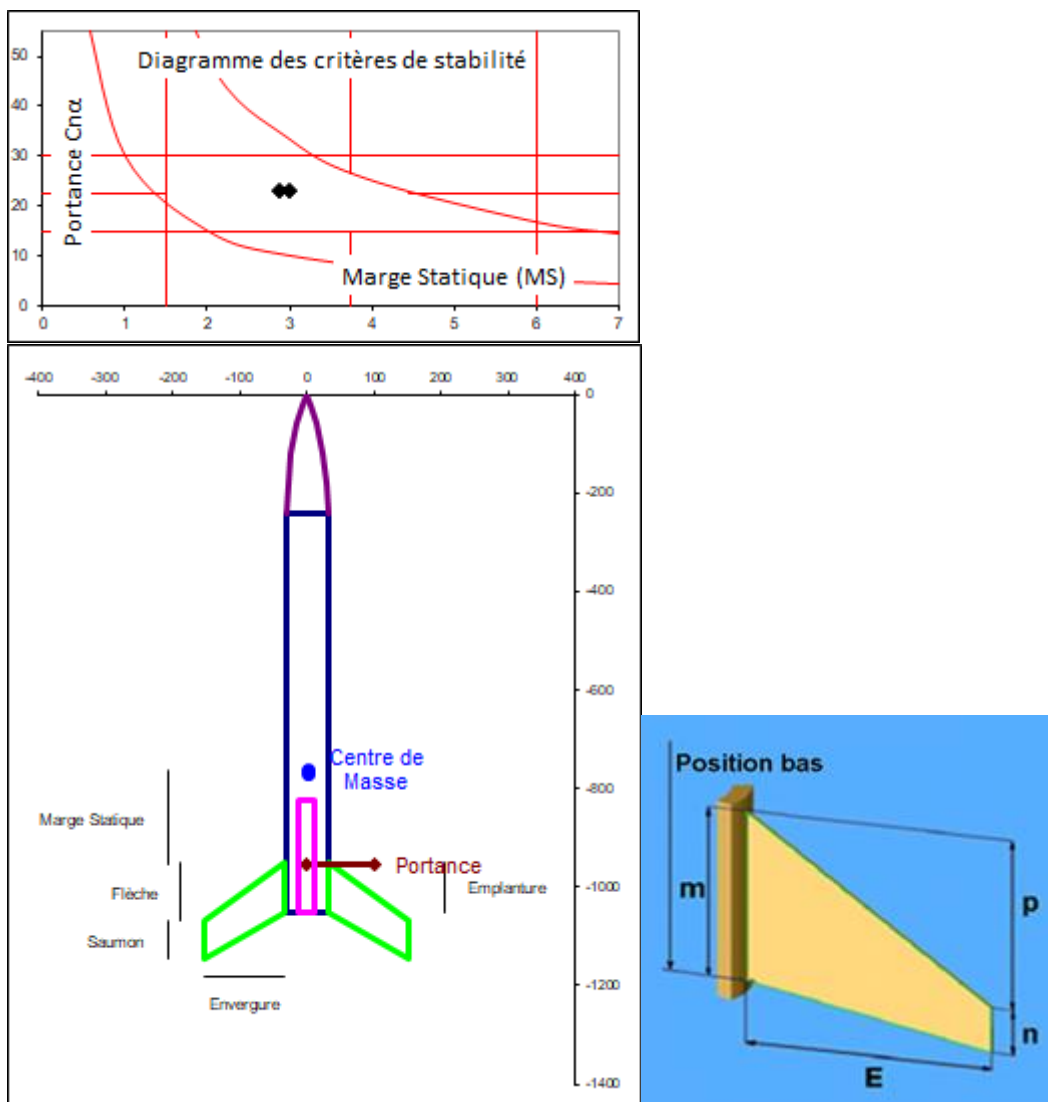
1 : système de fixation rondelle/anneau/bague ; 2 : système corde/émerillon/anti-torsion ; 3 : système parachute/porte



Ailerons et Strabtaj

Nos ailerons sont au nombre de quatre, usinés à partir d'une plaque d'aluminium. Le dimensionnement des ailerons est réalisé d'après le STRABTAJ afin d'avoir une mini-fusée stable. Nos dimensions sont : une emplanture " m " de 100 mm, un saumon " n " de 75 mm, une flèche " p " de 120 mm, une envergure " E " de 120 mm et une épaisseur " ep " de 2 mm.

Les caractéristiques techniques de notre mini-fusée entrées dans le Strabtaj nous indique que notre mini-fusée est stable. Notre marge statique est positive donc notre mini-fusée est stable. Les ailerons sont positionnés au plus bas de la fusée, ce qui nous permet de positionner le point du foyer de la fusée le plus loin possible du centre de masse pour ne pas avoir à ajuster notre centre de masse.



Strabtaj



Lestage

D'après le cahier des charges, la mini-fusée doit peser à minima 1,5 kg. Pour pouvoir atteindre cette masse, nous avons lesté une masse de 100g avec une chaîne de fer que nous avons collé au pistolet à colle sur la rondelle de bois.

Electronique

Notre minuterie quant à elle est entièrement analogique. Notre électro-aimant permettant de maintenir la trappe possède une tension seuil de 12V. Pour alimenter notre circuit nous avons donc utilisé deux piles 9V en série puis abaissé cette tension de 18 à 12V à l'aide d'un abaisseur. Un interrupteur nous sert alors simplement à allumer et éteindre notre système. Le fonctionnement est trivial : lorsque le circuit est fermé, une LED verte s'allume afin de témoigner que ce dernier est bel et bien alimenté. Une fois la prise jack retirée, une LED jaune s'allume à son tour, son rôle étant de signaler que la minuterie est lancée. Il s'agit simplement d'un condensateur qui se charge afin de faire basculer un AOP lorsqu'il atteint sa tension seuil. Lorsque celui-ci bascule il permet à l'électro-aimant de recevoir le courant nécessaire à son détachement. Une LED rouge s'allume alors indiquant que la trappe est censée s'être ouverte. Le temps de charge du condensateur, et par extension directe celui de notre minuterie, peut être réglé via une résistance variable.



Minuterie intégrée



Minuterie



Déroulement du vol

Le C'space s'est tenu du 15 juillet au 22 juillet 2023. Nous avons été qualifiés le mardi 18 juillet pour lancer le mercredi 19 juillet à 16h. La météo a été une contrainte importante pour l'heure de notre vol : nous devions initialement faire voler notre fusée le matin mais des vents de rafales maximales de 29,5 km/h ont incité les aéroports aux alentours à suspendre les lancements de fusées dans la matinée. Dans l'après-midi une couverture nuageuse épaisse mais assez haute nous a permis de lancer notre fusée et nous avons pu la suivre des yeux durant toute la durée du vol. Notre vol fut nominal.

Retour d'expérience

Notre vol a été nominal, c'est-à-dire que le parachute s'est déployé et que la vitesse de descente était comprise entre 5 et 15 m/s. Cependant, à la suite du vol, la coiffe a été sectionnée nette au-dessus de la rangée de vis et deux ailerons ont été déformés. Il nous faut considérer un coefficient de sécurité notamment pour la vitesse de descente de la mini-fusée pour dimensionner le parachute, pour prendre en compte les aléas météo. Une étude par Méthode d'Eléments Finis sur les ailerons serait à perfectionner pour mieux les dimensionner.



Conclusion

Enfin, cette première expérience de fusée étudiante au C'space fut une réelle réussite. Premièrement de par la consécration d'un projet mené sur une année entière qui nous a demandé du temps et de l'investissement. Mais aussi car cela nous a donné envie de continuer, de mener à bien d'autres projets plus complexes comme des fusées expérimentales. Finalement le C'Space a confirmé notre motivation et notre appétence pour les projets techniques. Nous espérons qu'Astéria n'est que la première d'une longue liste qu'il nous reste à écrire.



Astéria sur rampe de lancement



Astéria à l'atterrissage



L'équipe du projet Astéria



Annexe

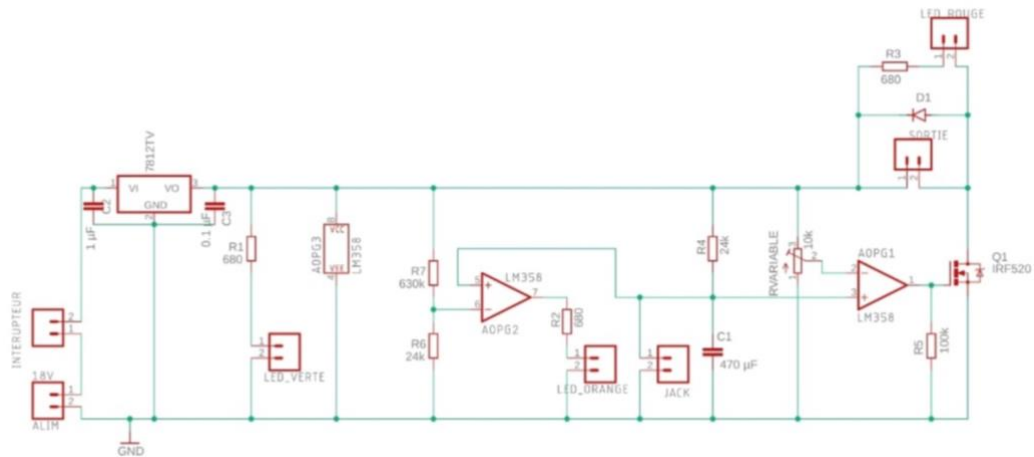


Schéma électrique minuterie

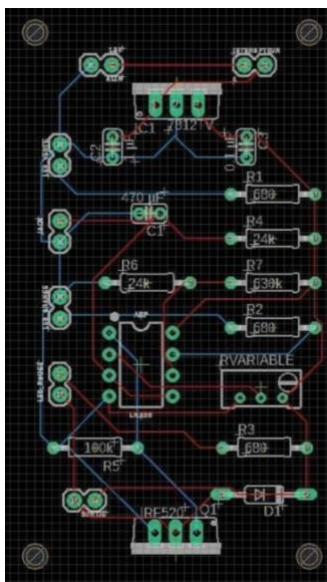


Schéma minuterie PCB



Document de fin de projet



TRAJECTO

Trajectographie de fusée

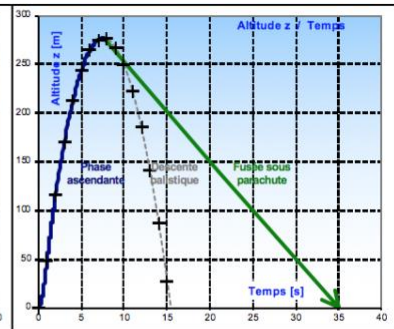
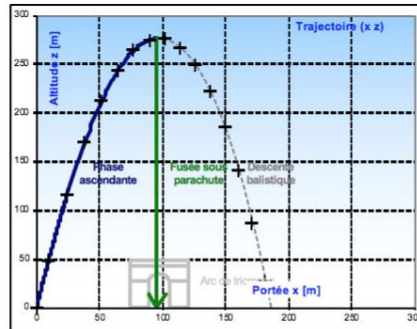
Remplir les cases jaunes

Fusée	
Nom	Astéria
Club	ESO
Masse totale	1,6599 kg
Propulseur	Pandora (Pro24-6G BS)

Traînée Aérodynamique	
Surface Réf.	0,004278 m ²
Cx	0,5

Rampe de Lancement	
Longueur	2,5 m
Élévation	80 °
Altitude	0 m

Descente Sous Parachute	
Fusée	0 satellite
Masse	1,5843 kg
Dépotage	N/A
Ouverture para	7,5 s
Surface para	0,25 m ²
Cx parachute	1
Vitesse du vent	5 m/s
Vitesse descente	10,1 m/s
Durée descente	27 s
Durée du vol	35 s
Déport latéral	± 137 m



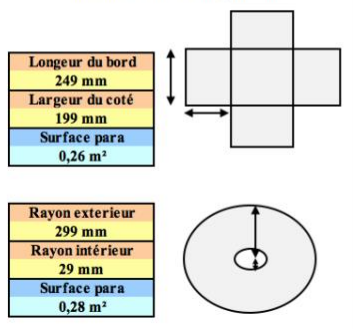
31/08/2023	Temps	Altitude z	Portée x	Vitesse	Accélération	Efforts
Sortie de Rampe				23,2 m/s		
Vit max & Acc max				76 m/s	135 m/s ²	
Culmination, Apogée	7,6 s	277 m	97 m	12 m/s		
Ouverture parachute fusée	7,5 s	277 m	96 m	12 m/s		23,5 N
Impact balistique	15,5 s	~0 m	186 m	67,2 m/s		3581 J

Pour localiser la fusée	
Couleur fuselage/coiffe	Brun/Orange...
Couleur parachute fusée	Rouge....

Commentaire libre :

propu OK
v3.4.2

Calcul de la surface d'un parachute



Résultats détaillés	Temps	Altitude z	Portée x	Vitesse	Accélération	Angle
	s	m	m	m/s	m/s ²	°
Décollage	0	0	0	0	-	80
Sortie de Rampe	0,21	2,34	0,41	23,2	109,5	80,0
Vit max & Acc max	-	-	-	76	135,2	-
Fin de Propulsion	1,1	54	11	75	14,3	78,3
Culmination, Apogée	7,6	277	97	12	9,8	0,3
Impact balistique	15,5	~0	186	67	6,2	-81,8
Ouverture parachute fusée	7,5	277	96	12	9,8	4,8
Impact fusée sous para.	35	~0	-42 233	10	9,8	-

Trajecto