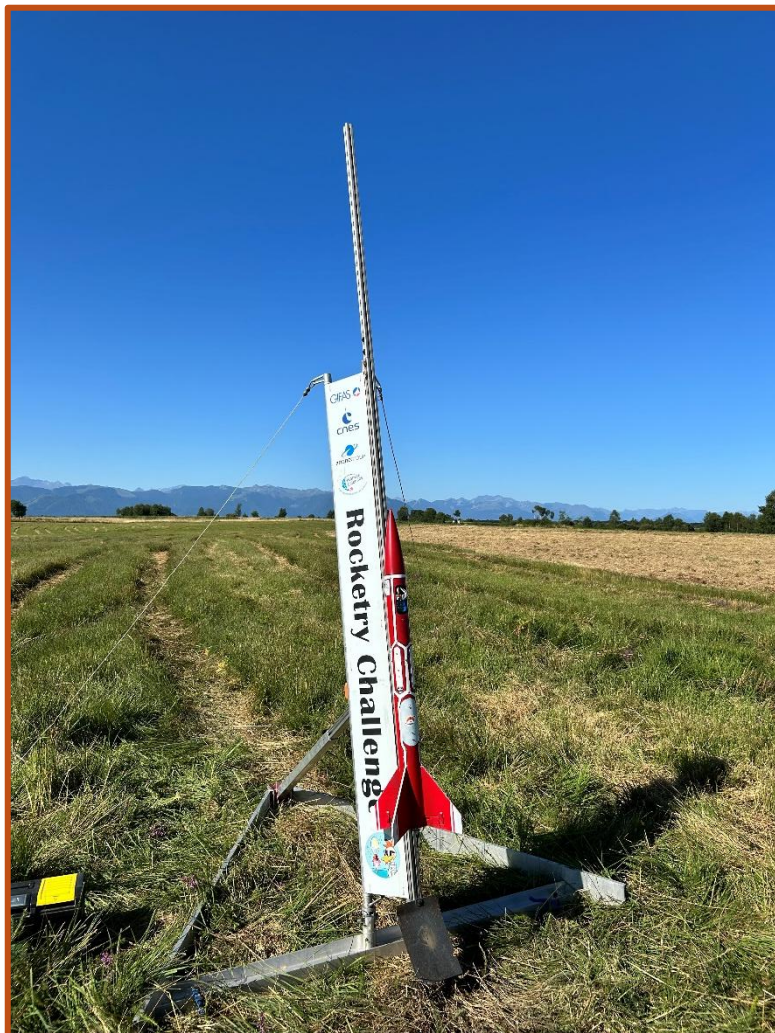


SKYDIVE

Rapport de projet



SOMMAIRE :

- 1) Introduction :
 - Choix du projet
 - Objectifs du projet
 - Membres
 - Déroulement théorique du vol
 - Description de la fusée

- 2) Composition de la fusée :
 - Mécanique :
 - Corps de la fusée
 - Bloc aérofrein
 - Bloc parachute
 - Bloc roulis

 - Electronique :
 - Schéma élec
 - Carte séquenceur
 - Carte expérience
 - Interface

 - Données généraux :
 - Stabtraj
 - Planning

- 3) Debrief du vol :

- 4) Conclusion :



Introduction

Choix du projet :

Au cours de ma 1^{ère} année au sein de Aéroipsa, j'ai eu le plaisir de participer au projet AMON, qui m'a permis d'avoir une première approche du processus de fabrication d'une fusée. Cette année a été riche en enseignements, et m'a donné l'envie, pour ma 2^e année, de me lancer à mon tour dans un projet de mini-fusée, afin d'acquérir une première expérience en gestion de projet et également de perpétuer le savoir qui se partage au sein de l'association.

Objectifs du projet :

Les objectifs principaux de SKYDIVE sont :

- L'ouverture des aérofreins durant la phase d'ascension,
- Le contrôle du roulis entre la fin de la propulsion et l'ouverture des aérofreins,
- La récupération des données de vol pour les comparer à la trajectoire théorique.

Membres :

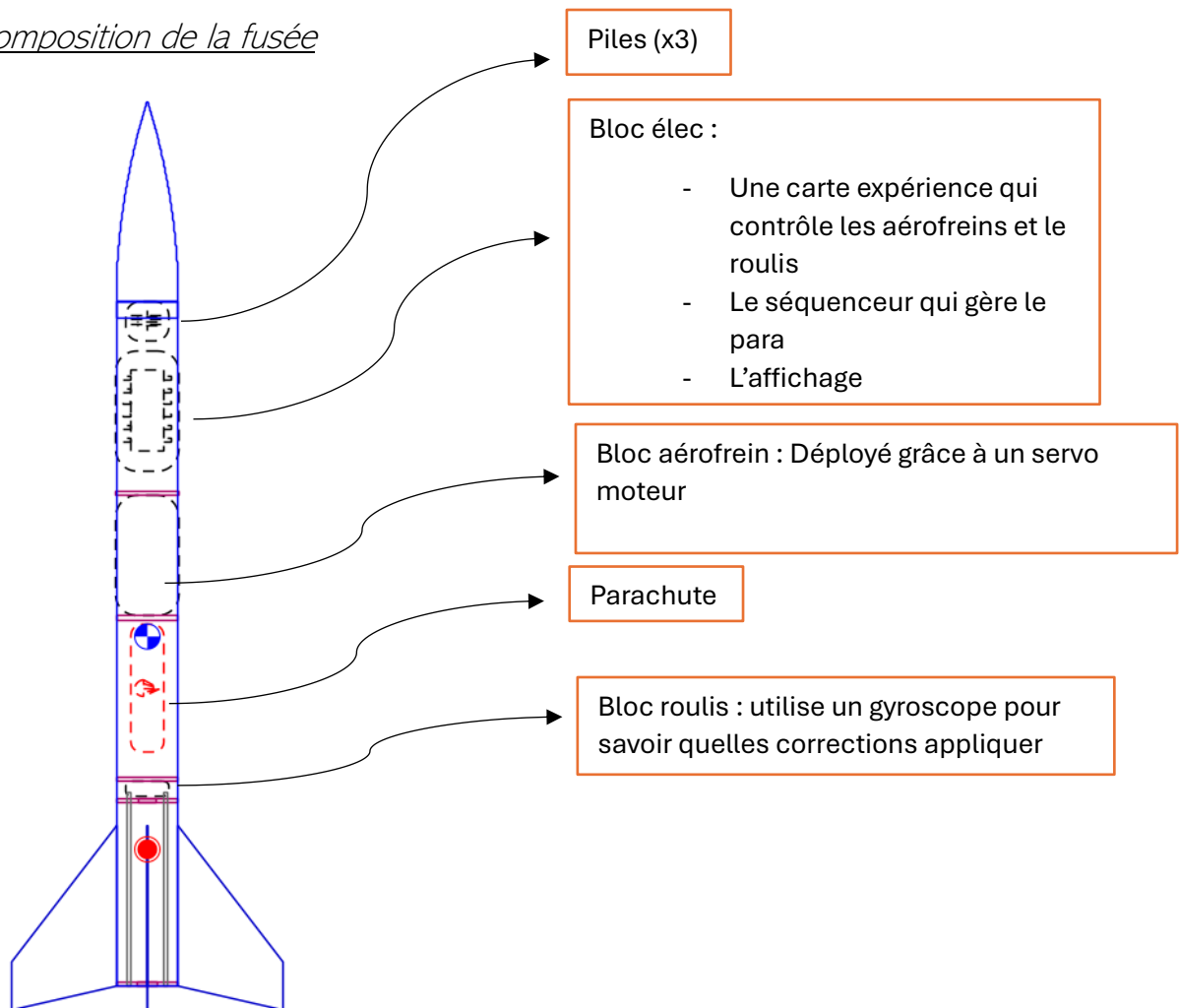
- Chef de projet : Valentin DEGUILLE
- Équipe méca : Valentin DEGUILLE / Sarah SCHLERNITZAUER / Jesvin ROBERT ANTONY Thomas BARBAUT / Antoine VEGA/ Victor BERSON / Yohann DIVE /Venu PACHETTI /Pranav JOSHI
- Équipe élec : Antoine VEGA / Valentin DEGUILLE / Sarah SCHLERNITZAUER/ Émile DU BUISSON DE COURSON / Léo PEKAVE / Arthur TOUATI

Déroulement théorique du vol :

Le déroulement est prévu ainsi :

- Poussée durant la première seconde du vol
- Contrôle du roulis durant les 3 secondes suivantes
- Déploiement des aérofreins à $t+4$ s
- Ouverture du parachute au maximum à $t+7$ s
- Descente sous parachute

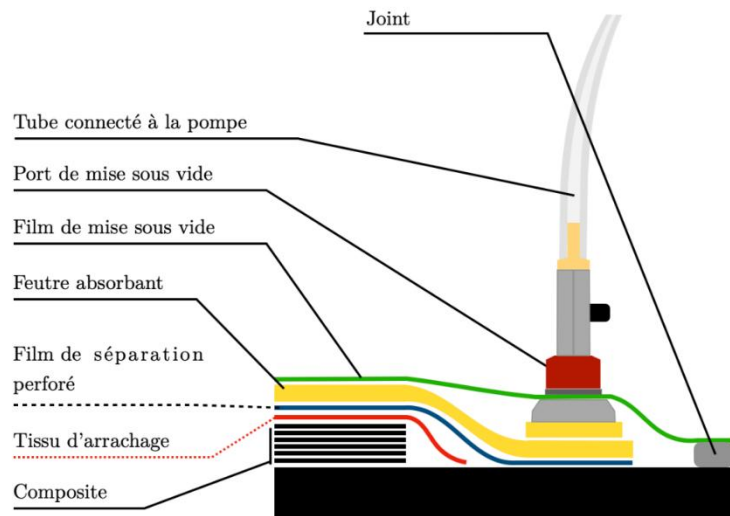
Composition de la fusée



Composition de la fusée

Corps de la fusée :

Le tube de la fusée est en fibre de verre, afin d'assurer la rigidité de cette dernière. La coiffe et le support du bloc électronique sont en PLA. Les ailerons sont fabriqués à partir d'une plaque en fibre de carbone et en mousse, que nous avons réalisée avec une méthode de mise sous vide. La plaque est composée de 6 couches de carbone, d'une couche de mousse, puis à nouveau de 6 couches de carbone.



Cette épaisseur est nécessaire pour pouvoir intégrer le système de roulis à l'intérieur, tout en garantissant que l'aileron ne se casse pas. Les bagues au niveau de la propulsion seront faites en fibre de verre, et celles du bloc électronique seront en PLA.

Mise sous vide de la plaque



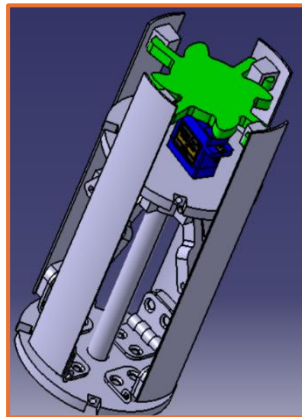
Plaque démoulée



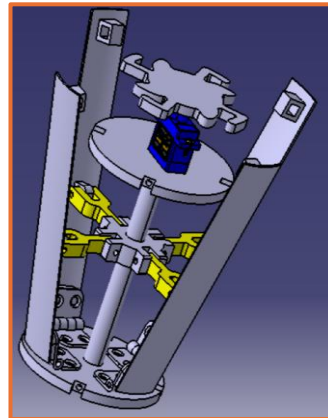
Bloc aérofrein :

Les aérofreins ont subi de nombreux changements par rapport à l'idée originale, afin de trouver un système léger, fiable et simple : il repose en définitif sur un servo moteur et la force du vent relatif. Le servo est situé sur la bague haute du module. Il est relié à une pièce de liaison composée de quatre bras encastrés dans des encoches situées sur la face interne des aérofreins, les maintenant ainsi fermés, tant que le servo ne bouge pas. À T+4 s, le servo pivote, ce qui libère les bras permettant l'ouverture des aérofreins.

Position fermée



Position ouverte



La fermeture et l'ouverture sont gérées par la pièce en vert, qui permet de maintenir les aérofreins fermés ou de les ouvrir de manière fiable, grâce aux petites butées qui les poussent légèrement lors de la rotation de cette pièce. L'angle d'ouverture est contrôlé par les bielles en jaune, qui seront fabriquées en aluminium pour garantir leur résistance à l'ouverture potentiellement brutale des aérofreins. L'angle est ici fixé à 45°. Toutes les pièces du module sont fabriquées en PETG et la tige au centre est une tige en aluminium M5 non fileté.

Bloc parachute :

Le bloque para a une conception classique. La trappe est retenue par un servo qui se situe sur la bague haute du module. Au moment de l'ouverture le servo tourne, ce qui libère la trappe. La bague de reprise des suspentes est imprimée en 3D en filament nylon Carbon et est intégralement remplie pour être sûr qu'elle résiste aux contraintes qu'elle doit subir.

Dimensions du para

DescenteSousParachute		
	Fusée	0 satellite
Masse	1,6843 kg	
Dépotage	N/A	
Ouverture para	7 s	
Surface para	0,40 m ²	
Cx parachute	1	
Vitesse du vent	5 m/s	
Vitesse descente	8,2 m/s	
Durée descente	26 s	
Durée du vol	33 s	
Déport latéral	± 130 m	

Dimensions du para

Longueur du bord	
350 mm	▲ ▼
Largeur du coté	
200 mm	▲ ▼
Surface para	
0,40 m ²	

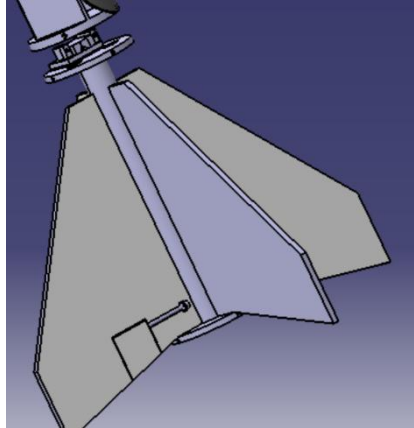
Parachute



Bloc roulis :

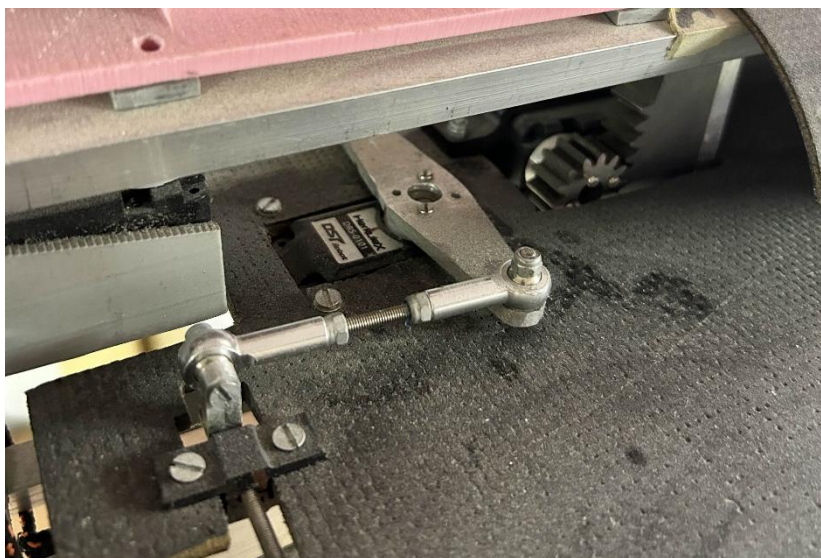


Bloc roulis



Le contrôle de roulis repose sur un système déjà expérimenté sur la fusée Night-Fury 3. Un servo est placé juste au-dessus du propulseur, et sert à faire monter et descendre deux tiges, le long du propulseur, qui sont reliées aux parties mobiles des ailerons. De cette façon on s'assure que le contrôle de la fusée ne peut se faire que sur l'axe de roulis, car les parties mobiles bougent de manière symétrique et opposée. Le servo chargé d'actionner ce système sera plus puissant que les deux autres présents sur la fusée, car il devra fournir davantage de puissance.

Systeme de contrôle de roulis du projet Night-Fury 3

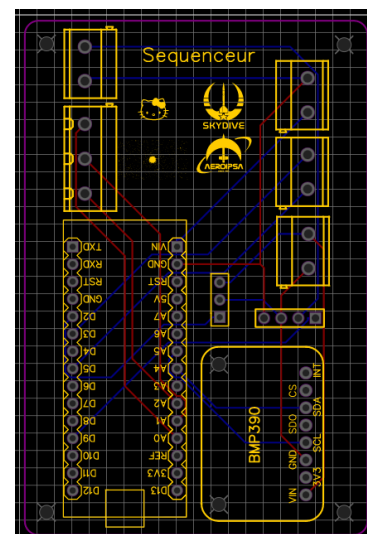
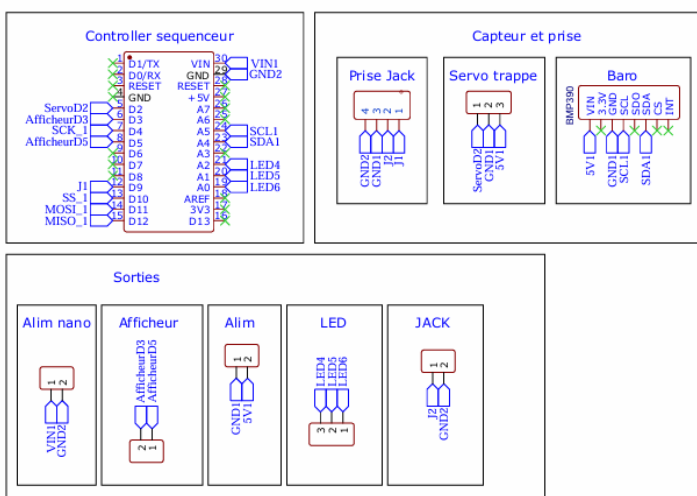


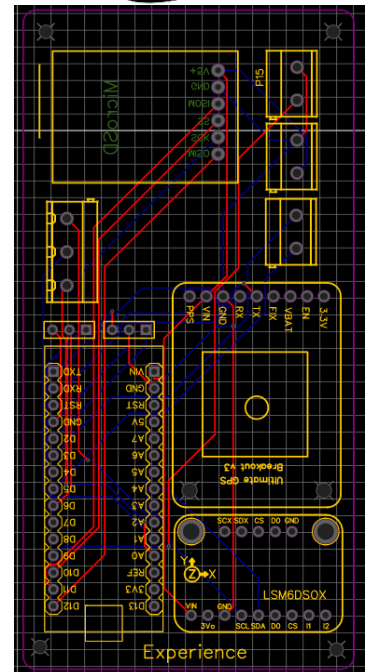
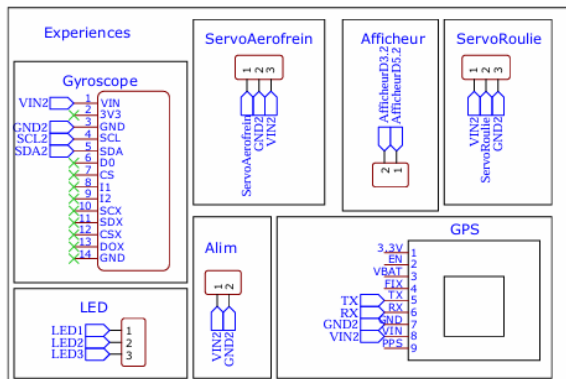
Module électronique :

Le module électronique comporte 3 cartes distinctes :

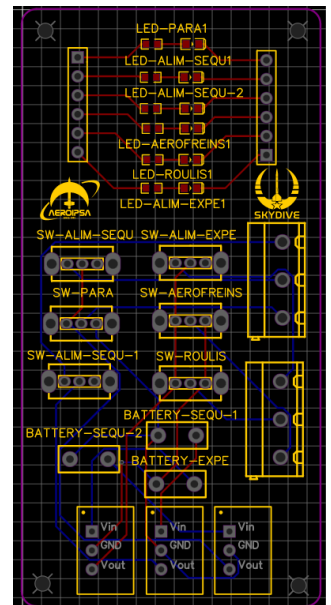
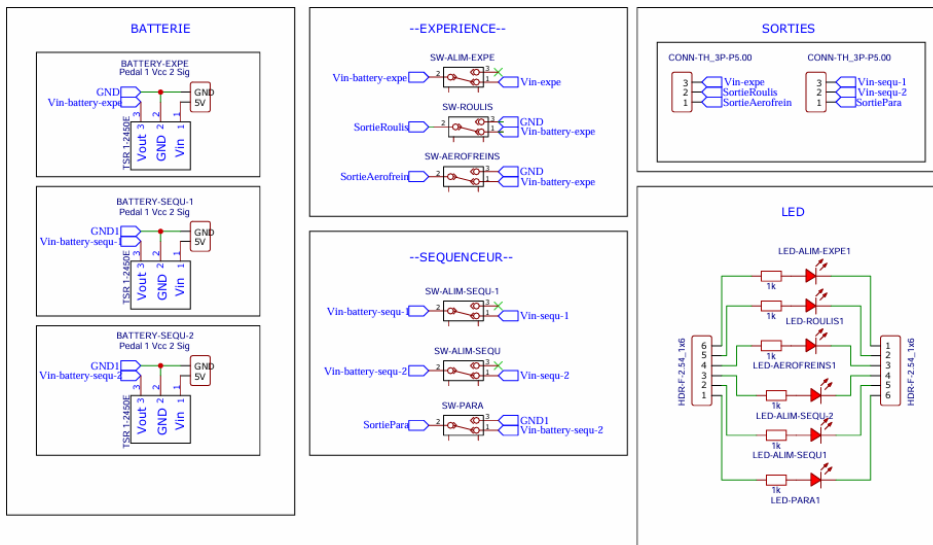
- Carte séquenceur :
 - Mission : ouvrir le parachute à coup sûr
 - Capteur : baromètre *ADAFRUIT BMP390*
 - Microcontrôleur : Arduino nano evry
- Carte expérience :
 - Mission : Ouvrir les aérofreins et gérer le contrôle de roulis
 - Capteur : gyroscope/accéléromètre *Module 6 DoF LSM6DSO32ADA4692*
GPS ULTIMATE GPS PA1616S BREAKOUT
 - Stockage : Carte micro SD *Module carte micro-SD DFR0229*
- Interface :
 - Mission : Permettre d'allumer/éteindre la fusée, ainsi que de tester tous les systèmes avant le vol

Séquenceur





Interface



Stabtraj actuel



Stabilito



STABILITO

Stabilité de fusée à ailerons

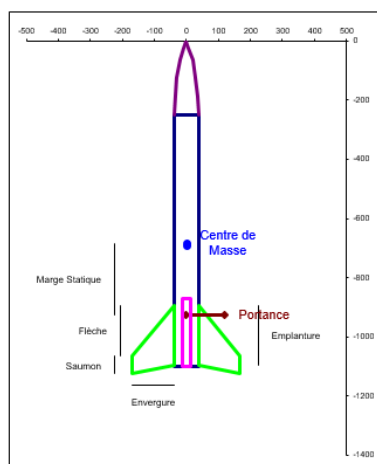
Remplir les cases jaunes

Nom	SKYDIVE
Club	AEROIPSA
Type	Minifusée
Masse	1850 g
Centre de Masse	667 mm
Longueur totale	1100 mm

Type	Pandora
Position du bas	1100 mm

Forme	Ogivale (pointue)
Hauteur	250 mm
Diamètre	77 mm

Emplanture 'm'	200 mm
Saumon 'n'	60 mm
Flèche 'p'	170 mm
Envergure 'E'	130 mm
Epaisseur 'ep'	6 mm
Nombre	4
Position du bas	1095 mm



#####	Min	Résultats	Max
Finesse	10	14,3	20
Portance	15	23,5	30
MargeStat	1,5 D	3,02 D	3,17 D
Couple	30	70,9	74,4
XCp		925 mm	925 mm
MS/L		21% L	22% L

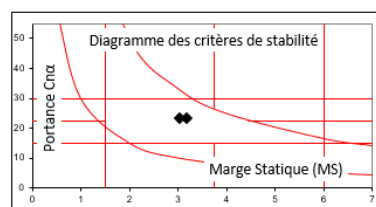
STABLE

Language/Langue Français

Fusée mono-diamètre,

	Propu plein	Propu vide	Sans propu
Masse propu	0,16 kg	0,084 kg	-
CdM propu	114 mm	114 mm	-
Masse fusée	2,01 kg	1,934 kg	1,85 kg
CdM fusée	692 mm	681 mm	667 mm

	XCp	Cno
Coiffe	117 mm	2,0
Ailerons	1000 mm	21,5



Commentaire libre :

Checksum : propu OK

v3.4

Trajecto



TRAJECTO

Trajectographie de fusée

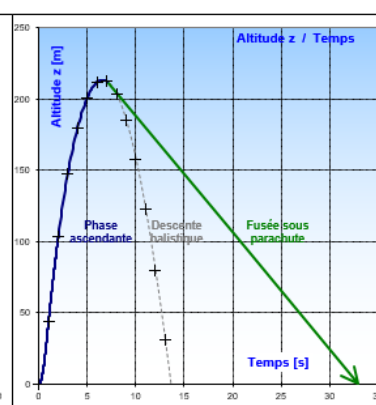
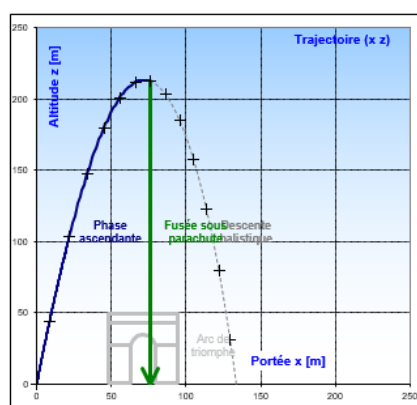
Remplir les cases jaunes

Nom	SKYDIVE
Club	AEROIPSA
Masse totale	1,7599 kg
Propulseur	Pandora

Surface Réf.	0,007777 m²
Cx	0,6

Longueur	2,5 m
Élévation	80 °
Altitude	0 m

Masse	1,6843 kg
Dépotage	N/A
Ouverture para	7 s
Surface para	0,40 m²
Cx parachute	1
Vitesse du vent	5 m/s
Vitesse descente	8,2 m/s
Durée descente	26 s
Durée du vol	33 s
Déport latéral	± 130 m



	Temps	Altitude z	Portée x	Vitesse	Accélération	Efforts
Sortie de Rampe				22,7 m/s		
Vit max & Acc max				69 m/s	127 m/s²	
Culmination, Apogée	6,5 s	213 m	71 m	10 m/s		
Ouverture parachute fusée	7,0 s	213 m	76 m	11 m/s		29,2 N
Impact balistique	13,6 s	~0 m	134 m	55,1 m/s		2560 J

Couleur fuselage/coiffe	pas encore décidé
Couleur parachute fusée	rose

Commentaire libre :

propu OK
v3.4

Planning :

Prévisions

Skydive planing de Gantt	Août	Septembre	octobre	novembre	decembre	janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet
prevision des systèmes												
catia bloc para												
catia bloc elec												
catia bloc aérofreins												
catia bloc ailllettes												
conceptipn des pcb												
code expérience												
code séquenceur												
fabrication du tube												
comnade capteur												
impresion de pièce 3d												
impresion/comande des pcb												
fabricatrin para												
fabrication ailerons												
assemblage												
peinture												
lancement												

Avancement réel

Skydive planing de Gantt	Août	Septembre	octobre	novembre	decembre	janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet
prevision des systèmes												
catia bloc para												
catia bloc elec												
catia bloc aérofreins												
catia bloc ailllettes												
conceptipn des pcb												
code expérience												
code séquenceur												
fabrication du tube												
comnade capteur												
impresion de pièce 3d												
impresion/comande des pcb												
fabricatrin para												
fabrication ailerons												
assemblage												
peinture												
lancement												

- Retard sur les prévisions
- En cours de réalisation
- Terminé

Débrief du vol :



La fusée a effectué un magnifique vol nominal jeudi à 10h47. Le système de récupération a fonctionné, mais il est à noter que le système barométrique, chargé d'ouvrir le parachute en cas de descente de la fusée avant l'apogée théorique, n'a pas parfaitement rempli son rôle. En effet, même avec ce dispositif, le parachute s'est ouvert très tardivement.

En ce qui concerne l'expérience, malheureusement, elle n'a pas fonctionné. La cause la plus probable est le temps que la fusée a passé sur la rampe, ainsi que le code chargé de stocker les données sur la carte SD. La taille du fichier dans lequel les données étaient enregistrées a fini par dépasser la capacité de la RAM de l'Arduino, ce qui a complètement bloqué l'expérience.

Position GPS de la rampe et de la fusée





La fusée a été retrouvée avec la coiffe cassée et les piles débranchées. Ce résultat n'est pas très surprenant, car la reprise de parachute était située loin derrière le centre de masse. Ainsi, lorsque la fusée est retombée sous parachute, c'est la coiffe qui a touché le sol en premier à 10 m/s (36 km/h). Le choc a donc été suffisamment violent pour casser la coiffe.

À part cela, la fusée est intacte et tout le système fonctionne encore.

Conclusion :

Tout d'abord, je tiens à remercier tous les membres du projet pour leur travail et leur implication, ainsi que tous les membres de l'association pour m'avoir aiguillé tout au long de l'année.

En ce qui concerne la conception générale de la fusée, nous avons rencontré de nombreux problèmes au niveau du GPS, ce qui nous a conduits, lors du C'Space, à retirer le GPS pour rendre la carte fonctionnelle.

Un autre point qui a posé problème est le câblage du bloc électronique. Les cartes étaient reliées entre elles par des borniers à vis, et le fait qu'il y ait de très nombreux câbles dans un espace confiné a vraiment été un cauchemar à monter et à démonter.

Il y a également le système de verrouillage des aérofreins qui a été très compliqué à ajuster.

Ces problèmes mis à part le reste du développement c'est très bien déroulé.

Câblage du bloque élec

