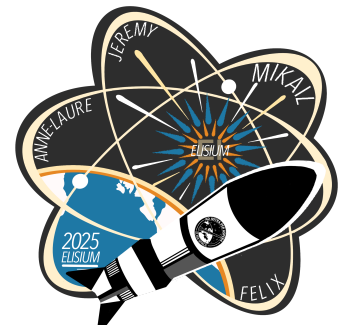




Elisium

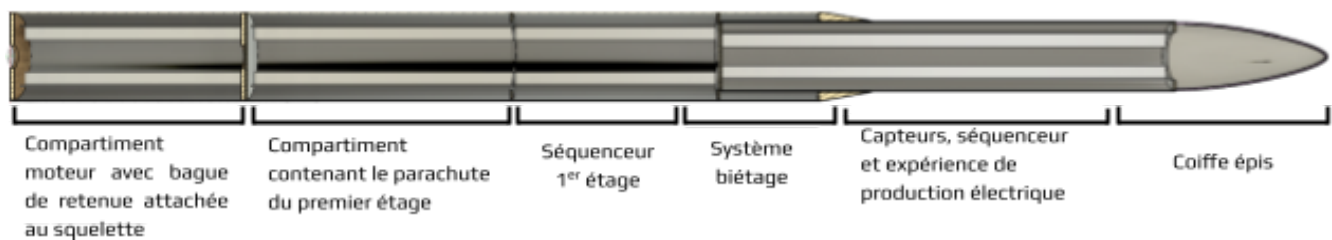


Le projet Elisium est réalisé par le groupe de Elisa 1 et de Bachelors 1, il se compose de Anne-Laure Dufeil, Mikail Bekar, Félix Pszola-Donzel et Jeremy Cools.

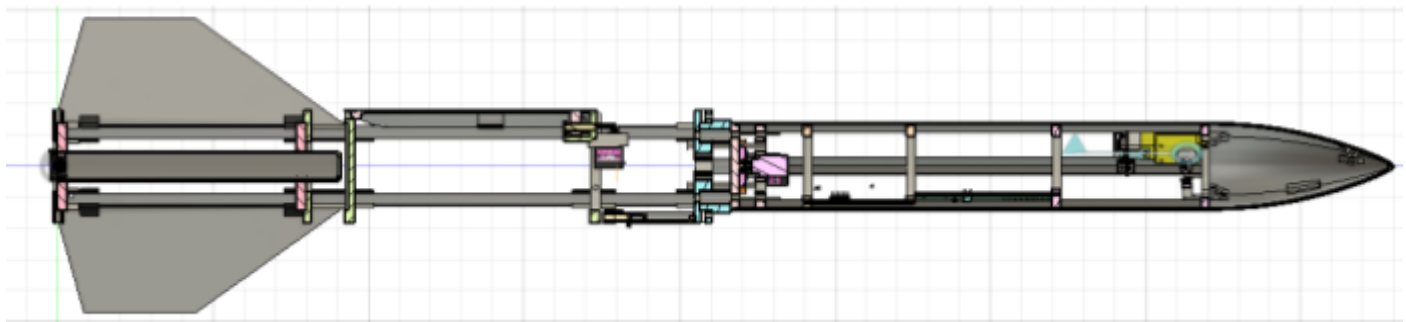
L'objectif de cette fusée est de tester différents systèmes principalement mécaniques mais aussi d'apprendre les bases de la conception d'une fusée sur le plan structurel, électronique mais aussi la gestion d'un projet.

La fusée comporte différentes expériences orientées vers une expérimentation d'un système mécanique ou vers une étude de l'environnement d'évolution de la fusée.

Cao de la fusée a vide



Cao définitive et complète



Structure

Structure interne

La structure de la fusée repose sur de cornière en L de 10x10mm et de bague de maintien en petg.

Le choix des cornières permet une structure résistante aux chocs et permettant d'accrocher les différents composants avec aisance dans la fusée. Les pièces

imprimées permettent de maintenir ensemble les cornières tout en servant de pièces fonctionnelle (exemple : support pour le système de trappe).

Le lien entre ces deux composants est réalisé par de la colle forte et des vis.

Un choix à été réalisé sur les dimensions des cornières pour équilibrer la résistance structurelle, le poids mais aussi la place disponible (des cornières plus larges empêchant l'accès à l'intérieur de la fusée.) Celle-ci fut modifiée pour fournir une sortie plus large pour le parachute ou l'accès aux commandes de la fusée.

Le petg fut choisi pour sa grande résistance, mais surtout sa résistance au température élevée, sachant que la fusée peut-être exposée à des températures élevées (~60°C) sur le pas de tir.

Fuselage

La peau externe de la fusée est réalisée en fibre de verre imprégnée de résine époxy, offrant une excellente résistance mécanique, une masse réduite et une bonne tenue aux sollicitations thermiques. La fabrication repose sur une mise en forme manuelle à l'aide d'un moule cylindrique dont le diamètre est ajusté aux dimensions finales de la fusée. Deux moules ont été faits pour correspondre aux deux étages de la fusée.

Le procédé de fabrication utilise une technique de stratification manuelle, dans laquelle les couches de fibre de verre sont découpées puis posées sur la surface du moule. Avant l'application de la fibre, une feuille de papier cuisson est intercalée entre le moule et la stratification. Cette astuce simple mais efficace permet d'éviter l'adhérence de la résine au moule, facilitant ainsi le démoulage après polymérisation sans avoir besoin de cire de démoulage ou de film séparateur technique.

Les étapes du procédé sont les suivantes :

- 1) Pose d'une couche de papier cuisson sur la surface du moule
- 2) Préparation mélange d'époxy : mélange de la résine avec le durcisseur
- 3) Mise sous vide du mélange pour chasser les bulles d'air et optimiser l'adhérence des couches
- 4) Découpe de la fibre de verre selon la taille souhaitée
- 5) Application successive des couches de fibre avec imprégnation de résine époxy, à l'aide d'un pinceau
- 6) Repos entre 16h et 24h
- 7) Démoulage facilité par le papier cuisson, puis découpe et finition des bords.

Ce procédé garantit un bon compromis entre performance mécanique, légèreté et simplicité de mise en œuvre.

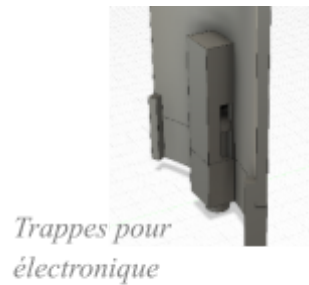
La réduction de section sera également recouverte de fibre de verre. De plus, les ouvertures dans la peau seront utilisées pour renforcer les trappes. Cette peau sera vissée dans des inserts incorporés dans les bagues en petg.



Les ailerons sont attachés aux cornières grâce à un système de glissière. Ils sont par la suite recouverts de fibre de verre.

Les pcbs sont maintenus par des bagues imprimées qui resteront mobiles jusqu'à la préparation au lancement pour permettre une intervention dans le cas d'une panne.

Les trappes permettant d'accéder aux séquenceurs et à l'expérience est inspirée des capot d'avion radiocommandé qui permet un maintien solide tout en étant facile à concevoir et à manier.



Parachute

Les parachutes sont attachés à des morceaux de tiges filetées passant dans les cornières perpendiculairement au sens de déplacement. Cette configuration et la manière de disposition permet d'avoir une liaison sûre entre le parachute et la fusée.

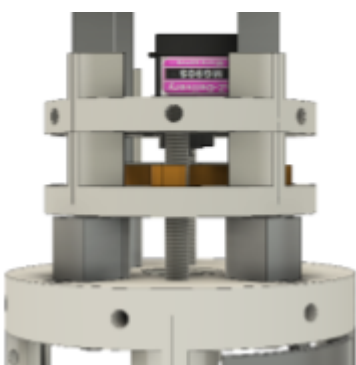
Le parachute du 1^{er} étage est une récupération d'une autre Minif et permet de maintenir à la fois uniquement le premier étage mais également la fusée entière.

Un émerillon fut ajouté pour sécuriser le non-torchage du parachute.

Les expériences

Biétage

L'expérience principale est le test d'un système de séparation biétage appliqué à une Minif. Celui-ci est passif.



L'objectif de ce système est de séparer la fusée en 2 parties pouvant fonctionner indépendamment l'un de l'autre mais capable de transmettre un signal quant à l'état de la fusée (au sol ou en vol).

Un premier modèle fut réalisé mais jugé trop encombrant, celui-ci fut abandonné pour un système plus compact que l'on retrouve notamment dans les fusex.



Le système se compose d'une partie basse (1^{er} étage) qui contient une pièce support imprimée en 3d, des tiges filetées avec des écrous réglés à une certaine hauteur ainsi que des ressorts (non représentés) coincés entre ces derniers.

Le 2eme étage comporte une pièce rotative venant s'emboîter entre la première pièce du deuxième étage et les écrous. La pièce peut effectuer une rotation pour bloquer ou libérer les étages par l'action d'un servomoteur. Cet étage comporte également des tiges filetées se glissant dans l'étage inférieur empêchant une rotation d'un système lors de l'ouverture mais au détriment de la fluidité d'éjection (plus de frottement sans pour autant compromettre la séparation).

Les écrous peuvent être réglés pour corriger la flèche de la fusée.

Une fois armé, le système maintient sa position (lorsque sous tension). La fusée peut-être soulevée par le deuxième étage, tout en restant solidement attachée.

A la verticale (donc soumis à la gravité) le système permet d'éloigner le premier étage du deuxième d'environ 3 à 5 cm. Cette valeur sera plus importée lors du vol dû aux conditions d'apesanteur.

Systeme de récupération

La fusée nécessite deux systèmes de récupération, nous avons opté pour une trappe latérale pour le 1er étage et une ouverture en « épis » pour le second.

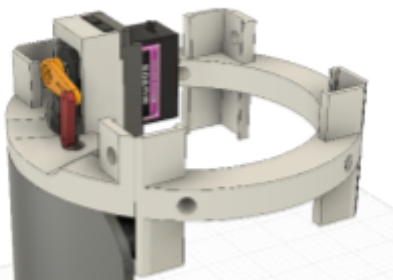
Trappe latérale

La trappe latérale, imprimée en 3d puis recouverte de fibre de verre, est verrouillée par une bielle et une pièce tournant autour d'un axe entraîné par un servo. Ce système permet d'allier efficacité, résistance, et praticité.

La trappe est maintenue solidement mais également équipée de ressorts pour la propulser lors de la libération.

L'idée initiale était bien différente, avec un système de pièces coulissantes mais celle-ci jugée trop complexe fut abandonnée.

Le système est commandé par un séquenceur expliqué plus loin.



3d du système

Coiffe épis

La coiffe « épi » constitue l'extrémité avant de la fusée biétage. Elle est conçue pour assurer la protection aérodynamique du système de récupération, en particulier du parachute, durant la phase ascensionnelle jusqu'à la séparation des étages. La coiffe reste en place durant toute la phase propulsive du second étage, puis s'ouvre quelques secondes après la séparation, au moment opportun pour initier la récupération.

Le mécanisme d'ouverture repose sur un système motorisé piloté par un servomoteur, couplé à une pièce rotative fixée aux parois internes de la coiffe. Cette pièce joue un rôle central dans le système de rétention : elle maintient la coiffe fermée en tendant un ensemble de fils (ou câbles) qui retiennent les deux demi-coquilles de la coiffe.

Lors de l'activation du mécanisme, le servomoteur entraîne la rotation de cette pièce, ce qui détend progressivement les fils. Une fois la tension relâchée, les parois de la coiffe s'ouvrent, permettant ainsi la libération du parachute. Ce dernier se déploie ensuite pour ralentir la descente du module récupérable.

Ce système mécanique présente plusieurs avantages :

- Simplicité mécanique par l'usage d'un seul moteur pour actionner l'ensemble du mécanisme ;
- Fiabilité du déploiement sans recours à des systèmes pyrotechniques.

La coiffe est dimensionnée pour minimiser la traînée durant la phase propulsive, tout en offrant un volume suffisant pour loger et protéger le parachute.

Le système présente un problème lors de son prototypage, la coiffe en deux morceaux ne s'aligne pas correctement dans l'axe longitudinal de la fusée, de plus les charnières étaient également trop fragiles, empêchant la sûreté du système.

Dû à un manque de temps et face aux problèmes rencontrés l'expérience fut abandonnée.

Pour compenser le manque du parachute sur l'étage supérieur, un câble de fer a été installé pour relier les structures des deux étages.

Système de Capture Vidéo Embarqué

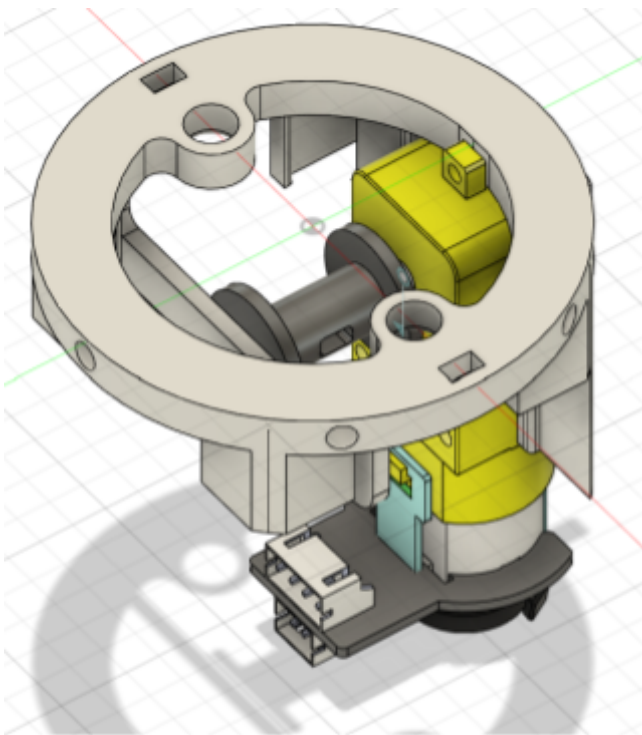
Dans le cadre du projet *Elisium*, trois modules ESP32-CAM ont été intégrés pour capturer des images et des vidéos pendant le vol de la fusée. Ces modules sont

stratégiquement placés pour observer des phases critiques du vol, offrant ainsi une perspective visuelle unique et des données précieuses pour l'analyse post-vol.

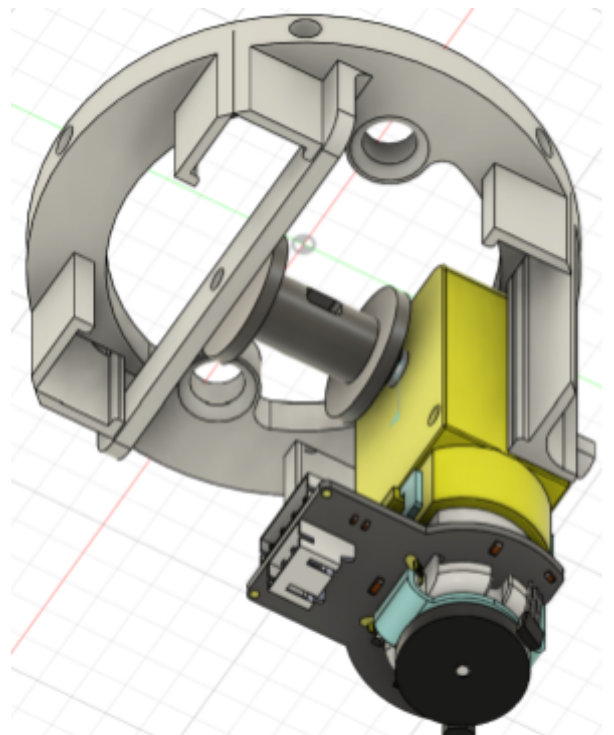
Objectifs des Modules ESP32-CAM

1. Observation de la Séparation de la Coiffe :

- a. L'un des modules ESP32-CAM est positionné pour filmer la séparation de la coiffe de la fusée. La coiffe est conçue pour protéger le système de récupération, notamment le parachute, durant la phase ascensionnelle. La caméra est orientée de manière à capturer clairement le mécanisme de séparation et le mouvement initial de la coiffe, qui s'ouvre quelques secondes après la séparation des étages pour initier la récupération.



Vu de dessus du mécanisme d'ouverture de la coiffe



Vu de dessous du mécanisme d'ouverture de la coiffe

2. Séparation Biétage :

- a. Un deuxième module est dédié à la capture de la séparation biétage. Cette phase est essentielle pour évaluer la performance des systèmes de séparation et la stabilité de la fusée après la séparation. La caméra est configurée pour enregistrer cette manœuvre sous différents angles, fournissant des données visuelles pour analyser la dynamique de la séparation.

3. Vue Paysage pendant le Vol :



- a. Le troisième module ESP32-CAM est orienté pour offrir une vue paysage pendant le vol. Cette caméra capture l'horizon et le paysage environnant, fournissant une perspective visuelle du vol de la fusée. Ces images sont non seulement spectaculaires mais aussi utiles pour évaluer l'altitude et l'orientation de la fusée pendant son ascension.

Configuration Technique

Chaque module ESP32-CAM est alimenté par le même système que la carte expérience et d'une carte microSD pour l'enregistrement des données. Les caméras sont configurées pour enregistrer en assez bonne résolution, assurant ainsi la clarté des images et des vidéos capturées. Une image sera prise toutes les 14 millisecondes environ pour reconstituer une mini vidéo à la fin. Les modules sont également synchronisés pour démarrer l'enregistrement simultanément au décollage, garantissant que toutes les phases critiques du vol sont couvertes.

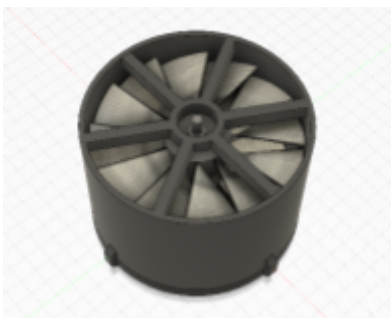
L'intégration des modules ESP32-CAM dans la fusée représente une innovation significative dans notre capacité à observer et analyser les phases critiques du vol. Ces caméras fourniront des données visuelles précieuses qui seront utilisées pour évaluer la performance de la fusée et améliorer les conceptions futures. Nous sommes confiants que ces modules fonctionnent comme prévu et capturent des images spectaculaires et informatives pendant le vol.

Après les tests de la caméra un problème majeur fût rencontré, la vitesse d'enregistrement sur carte sd des esp32-cam est très limitée. Ainsi le nombre d'images possible d'atteindre était de seulement 12 images par secondes en qualité QVGA et une durée d'enregistrement d'environ 50 secondes avant pertes d'images.

Le choix de ce système d'enregistrement ne fût donc pas judicieux face aux caméras dédiées.

De plus, la caméra rencontre des problèmes à démarrer sur une alimentation externe, empêchant la prise vidéo pendant le vol.

Génération de Courant Électrique à partir du Vent Relatif dans une Fusée



Cao de la turbine

Dans le cadre de notre projet de recherche et développement pour le C'Space, nous avons conçu une expérience visant à exploiter le vent relatif pour générer un courant électrique à bord d'une fusée. L'objectif était de démontrer la faisabilité de produire une quantité minime d'électricité en utilisant des fins conduites, pour rediriger l'air vers une mini-turbine inspirée des turbines Kaplan.

Objectifs de l'Expérience

L'expérience avait pour but de :

- Capturer le vent relatif généré par le mouvement de la fusée.
- Rediriger ce vent à travers des conduits vers une mini-turbine.
- Générer un courant électrique induit grâce à la rotation de la turbine.

Description du Système

Conduite d'air

Les conduits d'air sont des dispositifs utilisés pour rediriger l'air lorsque la fusée est en mouvement. Dans notre expérience, nous utilisons des conduites d'air pour capturer le vent relatif et le rediriger vers la turbine. Ces tubes ont été stratégiquement placés latéralement sur le premier étage pour maximiser la capture du vent relatif.

Mini-Turbine Inspirée des Turbines Kaplan

La turbine Kaplan est une turbine à réaction axiale, connue pour son efficacité dans la conversion de l'énergie cinétique de l'eau en énergie mécanique. Nous avons adapté ce concept pour utiliser l'air comme fluide moteur. La mini-turbine a été conçue pour être légère et compacte, afin de s'intégrer facilement dans la structure de la fusée.

Générateur Électrique

La turbine est couplée à un petit générateur électrique. Lorsque la turbine tourne sous l'effet du vent redirigé, le générateur convertit l'énergie mécanique en énergie électrique, produisant ainsi un courant induit.



Le générateur

Fonctionnement du Système

1. Capture du Vent Relatif :

- a. Lors du vol de la fusée, le vent relatif est capturé par les conduites d'air placées sur le premier étage de la fusée. Ces tubes sont conçus pour diriger efficacement l'air vers la turbine.

2. Redirection de l'Air :

- a. L'air capturé est redirigé à travers des conduits vers la mini-turbine. Les conduits sont optimisés pour minimiser les pertes de pression et maximiser le flux d'air vers la turbine.

3. Rotation de la Turbine :

- a. Le flux d'air fait tourner les pales de la turbine. La conception des pales, inspirée des turbines Kaplan, permet une conversion efficace de l'énergie cinétique de l'air en énergie mécanique.

4. Génération de Courant Électrique :

- a. La rotation de la turbine entraîne le générateur électrique, produisant ainsi un courant induit. Ce courant est ensuite mesuré et enregistré pour évaluer la performance du système.

Cette expérience visait à explorer la possibilité de générer un courant électrique à bord d'une fusée en exploitant le vent relatif, un concept innovant pour les futures fusées expérimentales. Malheureusement, en raison d'un manque de temps lors de la phase de conception de la fusée, nous n'avons pas pu mener cette expérience à son terme. Le projet a été abandonné avant que des tests puissent être réalisés, et par conséquent, aucun résultat n'a pu être obtenu.

Cependant, l'idée de capturer le vent relatif à l'aide de conduits pour actionner une mini-turbine et générer de l'électricité reste prometteuse. Nous espérons pouvoir revisiter ce concept lors de projets futurs, en optimisant la conception des conduits, en améliorant l'efficacité de la turbine et en explorant davantage le potentiel de cette technologie. Ce prototype théorique constitue une base intéressante pour des développements futurs dans le cadre du C'Space.

Electronique embarqué

La fusée est composée de 3 systèmes électroniques, 2 régissant le système de séparation et un attribué aux expériences. La réglementation imposant une séparation distincte entre les systèmes de récupération et d'expérimentation, les 3 séquenceurs communiquent par un réseau de l'optocoupleur permettant de transmettre un signal sans liaison électrique.

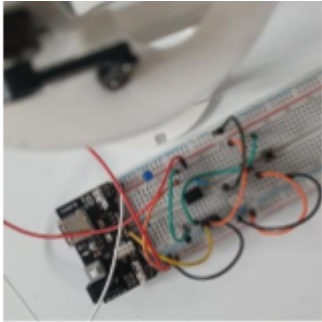
Séquenceur Bas

Le séquenceur du premier étage permet le contrôle du servo ouvrant la trappe. Il est constitué d'un Attiny85, unité centrale et de contrôle, d'une led, d'un interrupteur et de deux boutons (control au sol et reset) faisant interface avec l'utilisateur. Pour son bon fonctionnement et la détection des différentes phases de vol, un module

régulateur de tension, des résistances et deux prises jack sont installés (détection décollage et détection séparation).

Le séquenceur bas ne possède qu'une fonction de bas d'ouvrir le servo et de relayer l'information du décollage quoiqu'il arrive. En effet, si la séparation n'a pas lieu, le premier parachute peut assurer une descente amortie pour l'ensemble de la fusée.

Séquenceur Haut



Prototype du séquenceur

A la différence du premier séquenceur, celui commandant l'ouverture de la coiffe est plus complexe.

L'unité centrale est un Attiny84 (besoin de plus d'entrée/sortie que n'en dispose un At85) qui contrôle un moteur à courant continu FIT 0450 par un L293d, microcontrôleur permettant de contrôler ce type de moteur par un pont en H. Ce moteur est également équipé d'un encodeur permettant de gérer précisément la rotation du moteur.

Ce deuxième séquenceur possède également les mêmes fonctions et composant d'interface pour contrôler la fusée quand celle-ci est au sol.

Enfin sur le PCB de ce séquenceur, on trouve le LTV 827, optocoupleur double permettant de relayer le système transmis par le séquenceur bas à travers le jack d'une part à celui du haut et d'autre part au PCB expérience.

Carte Expérience

La carte Expérience, contrôlée par un esp32 wroom 32U fut choisie pour son efficacité, son nombre de connecteurs mais aussi pour sa fonction double cœur, qui est utilisée pour diviser l'acquisition et l'enregistrement/envoie de données.

- **MPU6050**

Le MPU6050 est une centrale inertielle permettant de déterminer d'acquérir les accélérations sur les 3 axes cartésiens mais aussi autour de ces axes.

Ce composant se connecte grâce au protocole I2C disponible sur l'esp32.

- **MPX5010**

Le MPX5010 est un capteur de tension différentiel, équipé d'un tube pitot, ce composant permet de donner la vitesse air de la fusée en exécutant la différence entre la pression statique et dynamique fournie par le pitot.

La coiffe étant fonctionnelle, le pitot est installé sur le côté de la fusée.

Le capteur renvoie alors un signal analogique qui sera lu par l'esp32 sur le cœur 0 (comme tous les autres capteurs).

- **Servo séparation biétage**

Le contrôle de la séparation biétage est effectué par notre carte expérience, un panneau de contrôle (led, boutons) est également présent pour gérer ce système ainsi que l'alimentation et la réinitialisation de l'esp32.

- **µSD Shields**

Notre système intègre également un lecteur/graveur de carte SD pour le stockage des données renvoyées par les capteurs.

Le composant sélectionné à été choisi pour son format compact et facile à disposer.

La communication avec l'esp 32 est réalisée par le protocole SPI.

L'utilité de la fonction double cœur est pleinement exploitée car ce composant peut grandement ralentir la vitesse d'une boucle d'exécution.

- **LoRa - 02**

La fusée est équipée d'un module de télémétrie, un Ai-thinker LoRa-02, permettant d'envoyer des données en temps réel.

Un système composé d'un Arduino nano et de ce même composant permettra de recevoir les données pendant le vol ainsi que des informations sur l'initialisation des composants et des étapes de vol.

Après un test d'un module LoRa 01 pour estimer la portée du signal, nous avons choisis de prendre un module d'émission plus puissant, équipé d'une antenne amovible de 13 cm. Ce composant permettra d'assurer la réception des données quand bien même des infrastructures ne perturberont pas le signal comme en ville.

Le LoRa-02 communique sur la bande 434 MHz et peut amplifier le signal jusqu'à 18dB, un code de 0x25.

La communication passe également par le protocole SPI, cependant le LoRa, connecté sur le HSPI de l'esp 32, nécessite une configuration des pins utilisés pour le VSPI (sd) et le HSPI (lora).

Une problématique fut également posée sur le choix de la méthode d'envoi des paquets du LoRa (données), sachant que :

Envoi de plusieurs petits paquets par boucle :

Avantages :

- Moins de risque de perte : si un paquet est perdu, seul celui-ci est perdu

- Moins de temps d'émission : moins de perturbations et de consommation.
- Plus robuste en cas de bruit radio.

Inconvénients :

- Overhead
- Saturation du canal Radio
- Demande plus de ressource pour l'exécution

Envoie d'un unique paquet regroupant toutes les données

Avantages :

- Moins d'overhead
- Plus simple à coder

Inconvénients :

- Si le paquet est perdu, toutes les données sont perdues
- Temps de transmission plus long
- Plus vulnérable aux coupures.

Ainsi nous avons choisi l'option d'envoyer plusieurs paquets car la capacité de l'esp 32 le permettait.

Enfin, la carte expérience est, de même que les séquenceurs alimentés par un réducteur de tension lm2596 et d'une batterie.

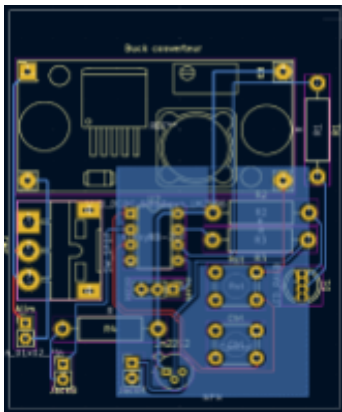
L'échantillonnage des données fût configurée en 10Hz, laissant assez de temps pour l'acquisition, l'enregistrement sur µSD et l'envoi par télémessure.

Conception des PCB

Les PCB ont été réalisés avec le logiciel Kicad puis commandés en lignes.

Cette étape à représenter un vrai défi en apprenant l'utilisation d'un logiciel inconnu dans un domaine où nous débutons, ainsi certaines erreurs sont présentes sur les PCB comme l'absence de résistances de Pull-down (problème corrigé par l'ajout manuel) mais aussi un mélange dans les pins du PCB expérience, qui doit alors être refait (en attente du PCB corrigé).

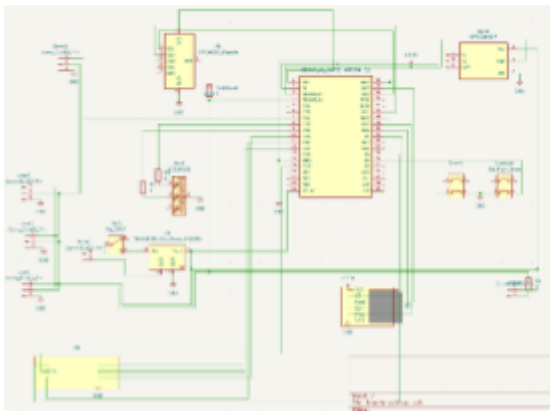
De plus de nombreux de nos composants n'étaient pas inclus dans les librairies initiales du logiciel, un long travail de recherche à était effectué pour trouver les schémas adéquats des composants ainsi que leurs empreintes.



*Plan de perçage du
séquenceur bas*

Programmation

Les programmes séquenceurs furent réalisés tout au long du projet et furent testés de nombreuses fois.



Les fonctions de la carte expériences ont été testées indépendamment mais l'intégrité du programme complet devra être vérifiée une fois le PCB validé assemblé.

L'utilisation de cartes non-Arduino a nécessité l'importation de bibliothèques adéquates mais également d'un apprentissage et d'une compression des pins, des méthodes de communication, et des moyens de programmation (ATtiny).

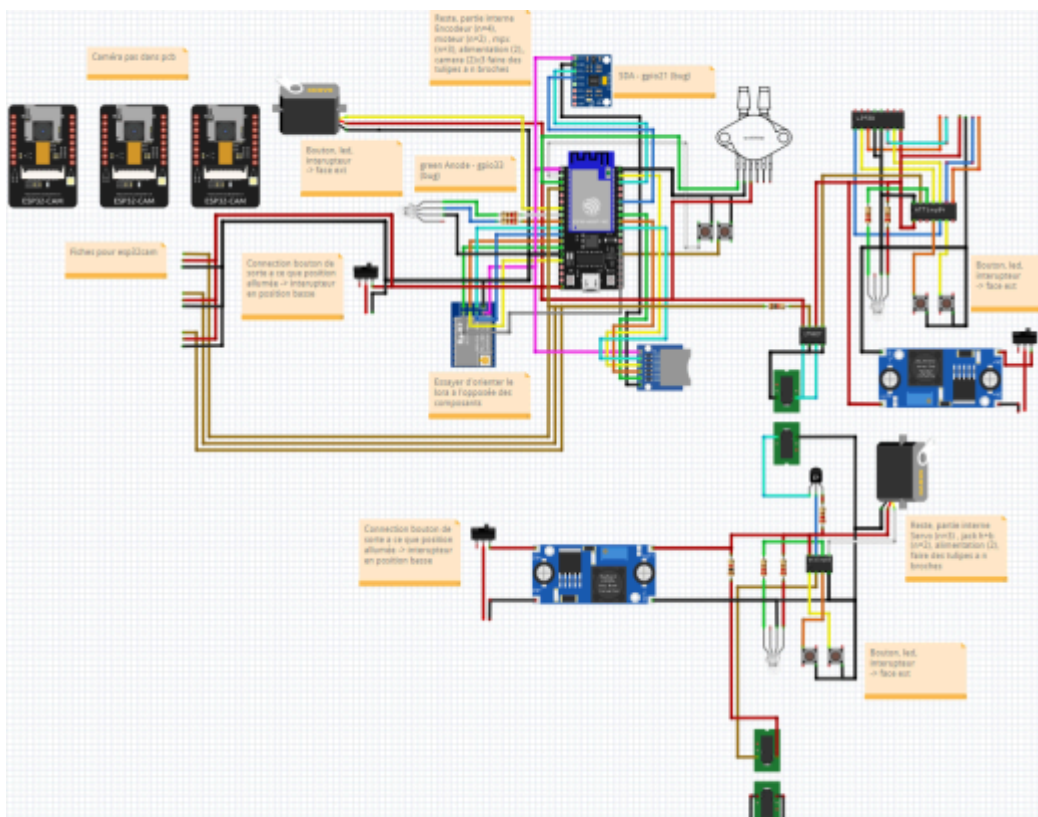


Programme expérience

A la suite de l'intégration du système de carte SD sur la carte expérience, un problème de redémarrage constant de l'esp 32 lorsque celui-ci est alimenté par batterie fut constaté. L'hypothèse proposée et l'apparition de chutes de tension, l'ajout d'un condensateur de découplage résolut partiellement le problème car durant le vol, l'expérience cessa de fonctionner, probablement dû à ce problème.

Ainsi lors du vol la seule donnée exploitable fut la température et notre expérience principale, la séparation biétage n'a pas fonctionné ainsi que la télémétrie qui cessa de fonctionner juste avant le vol pour des raisons inconnues.

Sur le pas de tir, la télémétrie cesse également de fonctionner rendant le retour en direct sur ordinateur inutile.



Plan de Vol

La fusée possédant deux étages mais reliés par une unique corde, la fusée est considérée comme une seule fusée sans satellite.

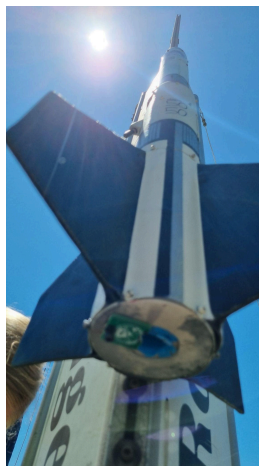
L'objectif du vol

Après le lancement, grâce aux données collectées, une étude intéressante pourrait-être réalisée sur la comparaison du modèle théorique donné par le stab trajet les données de l'expérience (sous forme de graphique bi-dimensionnel).

La représentation du vol sous forme de courbe tridimensionnelle pourrait être intéressante pour étudier les modifications de trajectoire lors du vol, comme pourrait agir les vents, dont les vitesses seront données par le tube pitot.

Enfin les caméras permettent de garder en image le vol et permettent également de voir l'évolution du composant détaché dans sa chute.

Le vol



Préparation post-vol

Dans un premier temps, sur la base, Baptiste a commencé par sécuriser l'électronique en mettant tous les interrupteurs sur arrêt, pendant qu'il dictait la check-list à suivre. Ensuite, Anne-Laure s'est assurée que les piles rechargées étaient bien branchées ou remplacées si nécessaire, garantissant ainsi une alimentation fiable pour l'ensemble du vol. Jérémy, quant à lui, a pris en charge la partie mécanique en repliant soigneusement le parachute et en refermant la trappe.

L'équipe a également procédé à la vérification de la mise à niveau des écrous, assurant le système de séparation.



3, 2, Unité, Mise à feu !!!

Une fois ces vérifications effectuées, toute l'équipe s'est rendue sur l'aire de lancement. Cette étape fut cruciale, car elle marque le début de la phase finale avant le vol. Chaque membre connaissait son rôle, permettant un enchaînement fluide des actions pour les ultimes vérifications jusqu'à la dernière étape, l'armement du système par les pyromanes. Grâce à cette organisation rigoureuse et à l'implication de tous les membres, la fusée MF25 a pu décoller à 14h00min35s, propulsée par le moteur Pandora 24 - 6G. Le système de séparation prévu pour s'activer à 5s n'a pas montré d'action visible à cet instant. Par ailleurs, au moment attendu le parachute s'est bien ouvert ce qui a permis un atterrissage en douceur pour la fusée.

C'est l'heure de la récupération

Après tous les vols de l'après-midi, c'est le moment pour les équipes de récupérer leurs fusées. Nous avons pu constater que les deux sections de la fusée étaient bien séparées. Cela laisse penser que le servo à bien fonctionné, mais que la séparation mécanique s'est finalisée au moment de l'atterrissage.



Conclusion

Pour conclure, cette minif, malgré ses défailances, nous a permis de découvrir la conception d'une fusée, de chercher et penser à des systèmes et des moyens de faire face aux problématiques du projet mais aussi de nous ouvrir à de nouveaux

domaines jusqu'alors inconnus. Ce projet nous permet d'avoir un vrai retour d'expérience pour les prochains.



Merci à tous ceux qui ont participé de près ou de loin au projet sans qui celui-ci ne serait pas réalisé.

Merci à Elisa Space pour le financement mais surtout l'accompagnement qui nous à permit d'apprendre un panel de choses dans un domaine inconnu.

Merci à Planète science et à toutes les équipes du C'space, à la debug team, pour l'organisation de ce magnifique événement et l'aide apportée tout au long de l'année.

