



Tigresse-2 : Rapport de vol



Table des matières

Introduction.....	2
1) Général	3
A) L'association.....	3
B) Projet « La Tigresse de Polytech »	4
C) Anciens membres.....	5
2) La nouvelle Tigresse : la Tigresse-2	6
2.3 Mécanique du projet.....	7
2.3.1 Maintien ailerons et moteur	7
2.3.2 Maintien Trappes	8
2.4 Electronique	9
2.4.1 Séquenceur.....	9
2.4.2 Bilan de puissance	9
2.4.3 L'expérience	9
3 Le vol.....	12
3.1 Le déroulé du vol	12
3.2 L'expérience	12
Annexe - Expérience annexe : Module de caméra double.....	14
Description des objectifs	14
Description du module	15
Explication de la mécanique.....	15
Explication de l'électronique	16
Résultat.....	17
Problèmes rencontrés	17
Annexes – définitions du projet	19
A - Système de récupération	19
Annexe – BOM + Plan séquenceur	20
Annexe – Plans carte expérience	22
Annexe – Chronologie de vol	24

Introduction

Le projet Tigresse est né en 2018 de trois étudiants de Polytech Orléans : **Damien POIX**, étudiant en Génie Physique et Systèmes embarqués, **Thomas BLUMSTEIN**, étudiant en classe préparatoire intégrée en école d'ingénieur et **Antonin HUBERT**, étudiant en Technologie pour l'énergie, l'aérospatiale et la motorisation.

A l'origine, le projet était de tester un nouveau système de libération du parachute. L'équipe a, par la suite, pris contact avec un laboratoire, le LPC2E (Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace) afin de leur proposer une place dans la fusée pour une expérience scientifique. L'expérience aujourd'hui embarquée est celle qui est nommée « Expérience de Schumann ».

1) Général

A) L'association

Space'Tech Orléans est l'association étudiante de l'air et de l'espace de l'Université d'Orléans. Elle est composée d'étudiant venant de toutes les filières de l'Université.

L'association a été créé en 2015 par des étudiants de Polytech Orléans sur l'idée de fabriquer une fusée pour leur projet de 5^{ème} année. Depuis Space'Tech ne cesse d'évoluer, de s'étendre aux étudiants d'Orléans.

L'espace et l'aéronautique attire de plus en plus, et nous faisons en sorte de rassasier nos adhérents avec divers événements, manifestation, communication autour de ces thématiques. Participer au C'Space reste la première raison cependant pour les adhérents de venir dans l'association !

Nous nous efforçons de satisfaire au mieux de leur donner des projets les plus adaptés !

B) Projet « La Tigresse de Polytech »

Le projet « La Tigresse de Polytech », est née d'une idée d'amélioration des systèmes de libération de trappe et d'une proposition d'expérience d'un laboratoire spatial d'Orléans. Ce projet contenait deux expériences :

- Une expérience de récupération de la fusée en collaboration avec le groupe militaire Choumac de la base aérienne 279, plus précisément avec **Mr. Christophe MESTRE**, qui a usiné nos peaux carbonées et y a attaché les charnières qui vont avec. Le but est de pouvoir séparer une partie de la peau de fusée afin que le parachute sorte sans encombre. (expérience retirée du projet)
- Une expérience électronique autour du phénomène des résonances de Schumann en lien avec le **Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace**. Le but de ce côté est de réussir à capter grâce un système performant de filtrage des ondes très peu énergétiques et sur des fréquences extrêmement basses (aux alentours de 7 Hertz). (toujours embarqué)

La fusée était composée d'un treillis entouré d'une peau aluminium sur une première partie de la fusée ainsi que d'une peau carbone sur la seconde partie.

Quatre grandes parties :

- Une partie électronique du séquenceur (en noir);
- Une partie parachute (en vert);
- Une partie expérience (en bleu);
- Une dernière partie support du propulseur (en rouge).

Cette structure est soutenue par plusieurs bagues en aluminium, toutes usinées pour une utilisation bien précise. Présentation en photo :

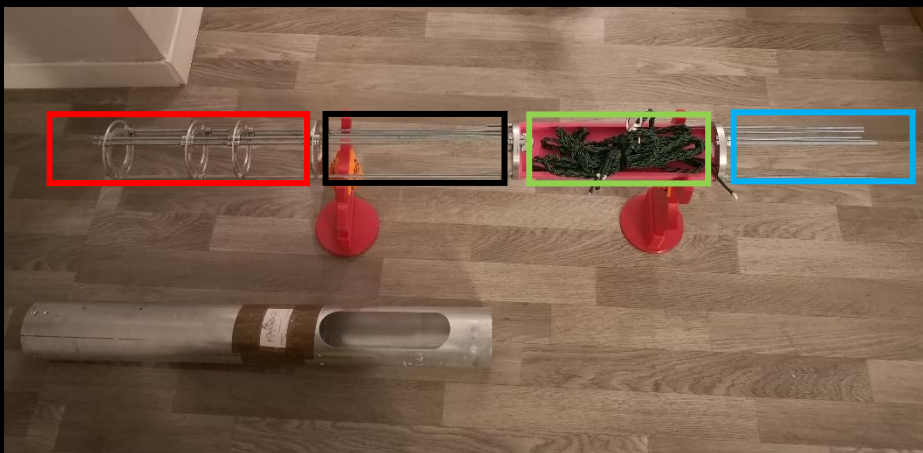


FIGURE 1 - ANCIEN CONCEPT TIGRESSE

C) Anciens membres

La première année, le projet était composé de trois membres :

- Damien POIX, chef de projet et référent électronique.
- Thomas BLUMSTEIN, référent CAO et mécanique.
- Antonin HUBERT, référent externe LPC2E et expérience.

Suite à une évolution des projets scolaires, Antonin ne put suivre la suite du projet. D'autres personnes cependant sont arrivés dans le projet :

- Andrei UNGURAN référent externe CHOUMAC.
- Kimberly DITSCH, pôle mécanique.
- Florian GRUTER, pôle mécanique.

(Damien POIX et Thomas BLUMSTEIN sont restés dans le projet toutefois).

Malheureusement, le Covid19 bloqua le vol de notre fusée, ce qui nous ramène une troisième année avec enfin des derniers membres sur différentes missions pour le projet.

2) La nouvelle Tigresse : la Tigresse-2

Lors de la RCE3 2021, il a été décidé que Tigresse ne volerait pas pour cette année.

Cependant, le projet est repoussé à l'année suivante.

En accord avec l'équipe de suivi Planète science, avec le bureau de l'association Space'Tech Orléans, la Tigresse changerait une grande partie de sa structure afin de simplifier sa réalisation.

Le projet Tigresse-2 a donc :

- Une peau porteuse avec un mini treillis pour le support moteur.
- Une expérience unique de mesure des résonances de Schumann.
- Des capteurs de positionnement (accéléromètre, gyroscope, magnétomètre...).
- Une télémétrie basée sur la technologie LoRa.

L'équipe a, dans le même temps, changer :

- Damien POIX, responsable projet et intégration CAO.
- Aymerick BATS, responsable expérience.
- Raynald DUMAS, responsable caméra embarquée.
- Corentin LAROCHE (ESIGELEC), responsable Télémétrie.
- Léo MARMANDE, Support technique.
- Ian AENISHANSLIN (IPSA – Ipsa Space System), support électronique (séquenceur).
- Hugo KREMER, support mécanique.

Cette équipe est composée de membres ayant déjà lancé au moins une fusée au C'Space et avec de l'expérience d'une ou plusieurs années dans le domaine.



2.3 Mécanique du projet

La mécanique de la fusée se base sur une solution en tube extrudé en aluminium. Ce tube est porteur et les éléments seront fixés dessus.

2.3.1 Maintien ailerons et moteur

Le système de maintien des ailerons est couplé avec celui de maintien du moteur Pro54©. Aussi voici le rendu ce celui-ci :

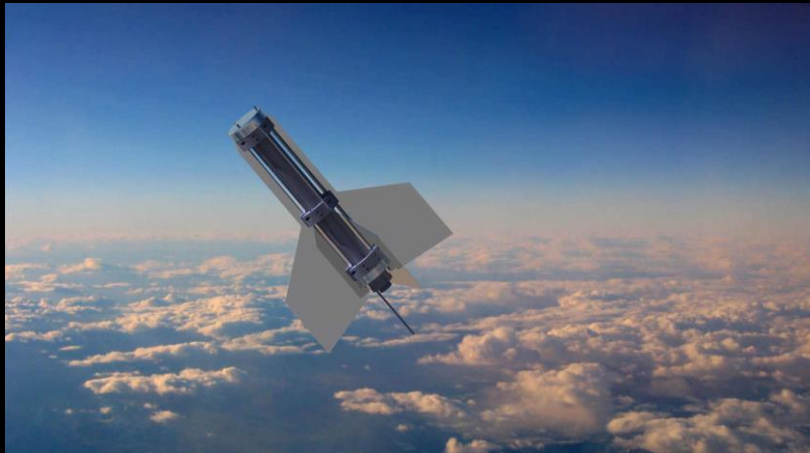
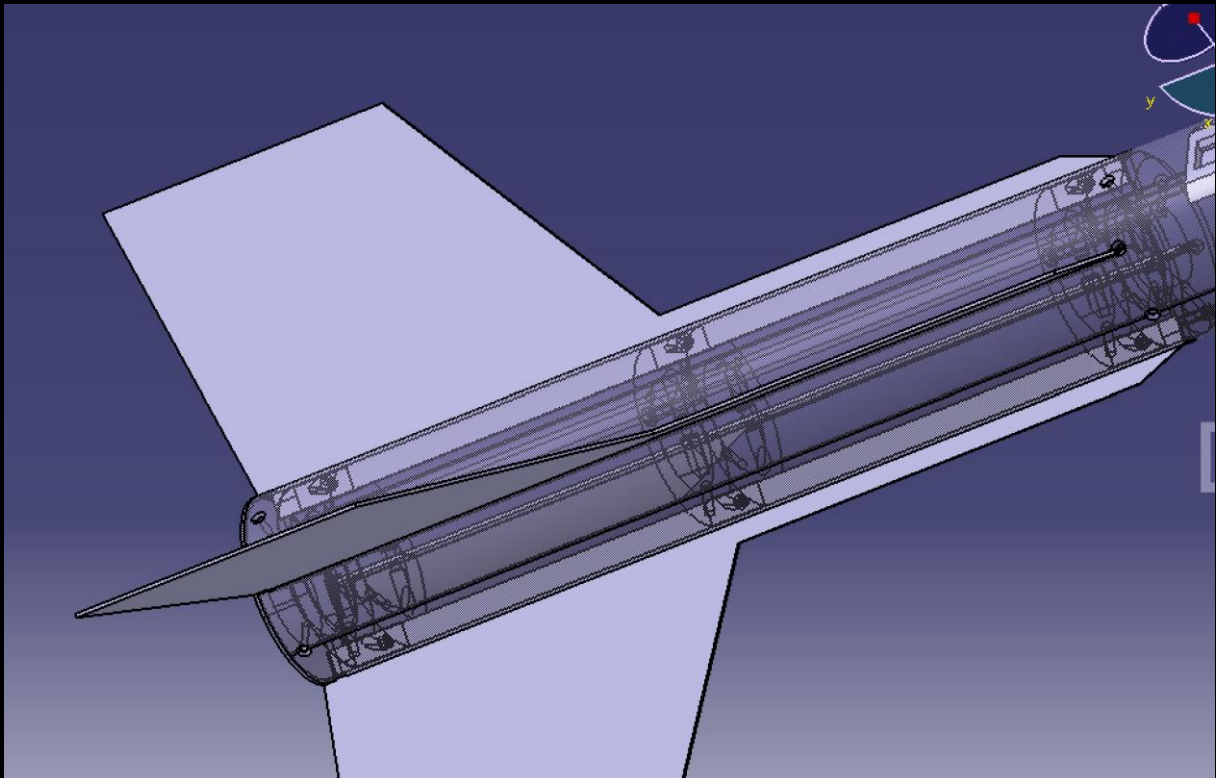


FIGURE 2 - MAINTIEN MOTEUR/AILERONS

Cette solution nous a été fournie par Paul MIAILLHE du club MineSpace que nous remercions pour ses précieux conseils.

Les ailerons sont glissés dans 4 fentes faites dans le tube aluminium comme suit :



Les bagues avant et arrières servent de maintien des ailerons et du moteur. Elles sont vissées sur le tube pour éviter un glissement de la structure.

2.3.2 Maintien Trappes

Le système entier est basé sur des ressorts qui poussent la trappe. Deux ressorts suffisent à repousser la trappe lors de l'apogée.

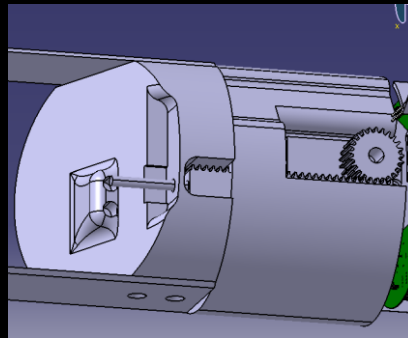


FIGURE 3 - MAINTIEN TRAPPE PARACHUTE/EXPERIENCE

Cette partie du projet a été réalisé avec un système pignon crémaillère actionné par un servo-moteur HS422. Le système est utilisé dans la partie trappe parachute mais aussi dans la partie trappe expérience. Le pignon réalisé a 25 dents et un diamètre externe de 22mm. Le rayon primitif est de 10mm, si on fait tourner de 180° le servo-moteur (HS422 est contraint à 180° de rotation), on a la relation suivante :

$$L = R_p \times \alpha \text{ (avec } \alpha \text{ en radian et } R_p \text{ en m)}$$

Ce qui nous donne un déplacement théorique de $L = 15,4\text{mm}$.

Pour permettre de gérer au mieux le déplacement, le placement exact de la crémaillère a été déplacé à la main après différents tests. Le système mécanique a été testé plus de 45 fois en forçant sur la trappe, celui-ci a tenu et la trappe s'est ouverte de manière nominale à chaque test.

Pour éviter que la trappe ne tire trop fort sur la tige, un morceau de PLA est ajouté pour permettre le guidage et répartir au mieux les efforts. Cette partie rajoutée s'est montrée indispensable. (voir figure 4)

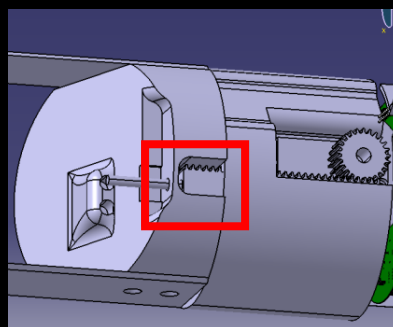


FIGURE 4 - ZOOM SUR LA PARTIE AJOUTEE

2.4 Electronique

2.4.1 Séquenceur

Le séquenceur a été réalisé par Ian AENISHANSLIN.

Ce séquenceur est réalisé de manière à effectuer ses fonctions en analogique. Il est constitué d'un timer 555 et d'un circuit RC qui se chargera avant d'envoyer un signal PWM vers les moteurs HS422. Ceux-ci ouvriront ensuite la trappe parachute, suivi de la trappe expérience avec quelques secondes d'intervalle.

Le plan électronique de cette carte est en annexe.

2.4.2 Bilan de puissance

Dénomination	Tension utilisée	Courant utilisé	Puissance utile
HS422_Para	5	150mA	0.75W
HS422_Exp	5	150mA	0.75W
Chaine séquenceur	9	8mA	0.072W
Leds	3	20mA	0.06W
Total			1.632W

Le besoin énergétique est de 1,632W dans le pire cas par heure. Il faut tenir 3h en rampe, aussi il faudra donc 4,896W. Pour tenir un vol en plus de 3h en rampe, nous dimensionneront l'alimentation à 5W. Une pile 9V a une autonomie minimum de 0.6A et donc délivre une puissance de 5,4W ce qui nous suffirait pour tenir un vol complet. Pour avoir un coefficient de sécurité de 3, nous avons fait un montage de 3 piles en parallèle pour chaque moteur. Ce coefficient est mis dans le cas où le moteur serait dans un état de surconsommation (contrainte sur le moteur qui le pousse à surconsommer).

2.4.3 L'expérience

L'électronique de l'expérience nous a été fournie en grande partie par Grégoire DEPREZ de l'European Space Agency. Cette électronique a été qualifiée spatiale et avait pour but d'être embarquée sur une mission interplanétaire sur Mars. Malheureusement cette étude n'a jamais pu se faire car la mission a subi des dommages trop important lors de la redescente en atmosphère. Nous avons donc repris l'électronique afin de la tester sur fusée pendant la descente sous parachute.

L'électronique est composé d'une antenne boule faite en PLA (diamètre 8cm) et de papier aluminium recouvrant cette boule en PLA. Ensuite l'électronique est composée de trois cartes comme suivent sur le schéma ci-dessous et les plans seront en annexes :

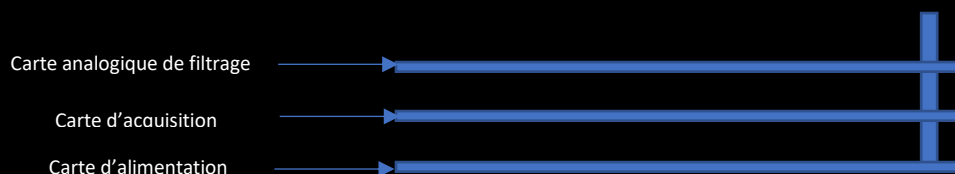


FIGURE 5 - SCHEMA DE L'EXPERIENCE

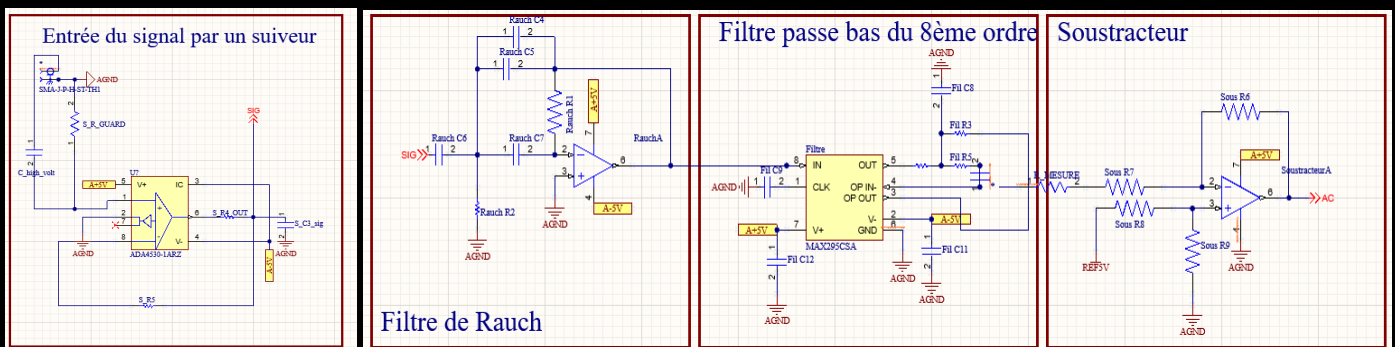
La chaîne frontale analogique est constituée de 4 modules (Voir figure ci-dessous). Le premier module est un amplificateur d'instrumentation permettant de découpler le signal venant de l'antenne du reste du design.

Le module suivant est une cellule de Rauch permettant d'amplifier le signal avec un gain de 100.

Ensuite se trouve un filtre du 8e ordre intégré dans l'IC max295CSA . Il est utilisé avec une fréquence de coupure à 200 Hz.

Enfin se trouve l'étage soustracteur, il est utilisé pour décaler le signal et utiliser l'ADC dans sa pleine échelle.

L'ADC initialement prévu a été détruit les tests pendant effectués aux C'Space ce composant a dû être remplacé par l'ADC interne du microcontrôleur (la fréquence d'échantillonnage est de 150Hz) de la fusée pour pouvoir réaliser l'acquisition du signal. Ce qui a eu pour conséquence de réduire la précision de mesure (12 bits contre 24 sur l'ADC initial).



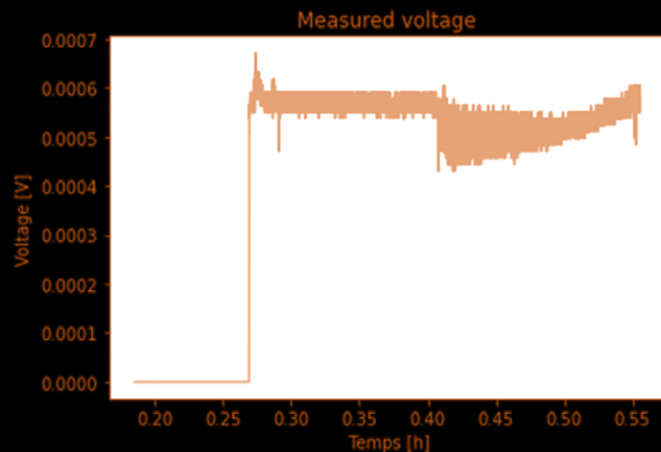
Pour éviter tout souci d'interférence électrique avec le reste de la fusée aucune connexion n'a été réalisée avec le séquenceur

Cependant cela a rendu difficile le time stamping des données, en effet l'acquisition des données a commencé dès le branchement des batteries, soit sur le pas de tir.

Pour vérifier que le bon fonctionnement de la chaîne d'acquisition une acquisition dans une pièce a été faite. Puis nous avons vérifié si il avait bien un signal périodique à 50Hz (du au secteur). Ce qui était le cas.

Malgré les problèmes rencontrés l'acquisition a quand même fonctionné même si les résultats obtenus ne sont pas ceux espérés.

La figure suivante montre les données brutes obtenues lors du vol de TIGRESSE 2.

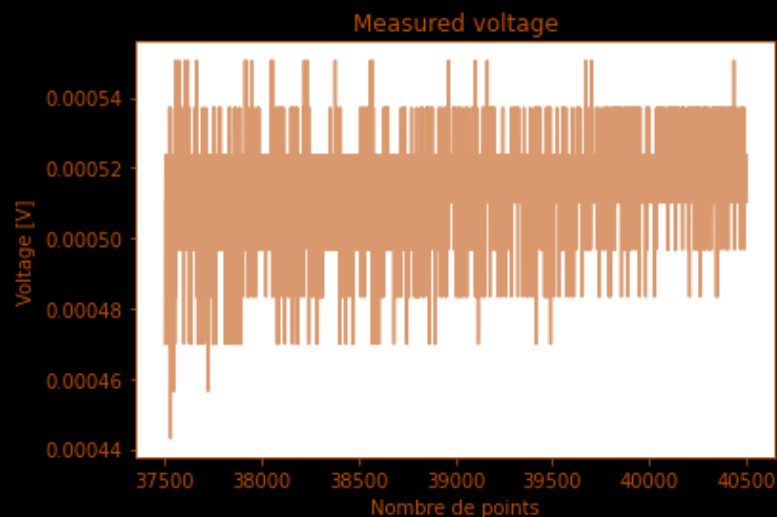


Il est possible de voir la phase où la fusée est sur la rampe. Les valeurs retournées sont de 0 ce qui indique que la tension mesurée par l'ADC est négative. Cette tension correspond à celle de la terre puisque pour des problèmes d'intégration mécaniques l'antenne sphère était reliée au corps de la fusée elle-même connectée à la terre par l'intermédiaire de la rampe de lancement.

Lors du vol la fusée se charge électriquement ce qui se traduit par une augmentation de la tension.

Malheureusement la chaîne de mesure n'a pas été en mesure de détecter un signal puisque la deuxième partie du signal est entièrement bruitée, quand on zoom dessus (voir figure suivante) il est possible de voir le bruit de quantification de l'ADC.

La même observation peut être faite sur le vol ballon.



3 Le vol

3.1 Le déroulé du vol

Le Jeudi 21 juillet 2022, la Tigresse-2 s'envolait après quasiment une heure de chronologie (chronologie en annexe).

Le vol s'est très bien déroulé et la sortie du parachute s'est faite 17s après le décollage, comme réglé dans le séquenceur. Tigresse-2 est la **première fusée de l'association Space'Tech Orléans** à faire un vol nominal.

La fusée est actuellement intacte.



FIGURE 6 - PHOTO DE LA FUSEE EN RECUPERATION AVANT TOUTE MANIPULATION

3.2 L'expérience

Lors du vol, la boule est sortie de manière nominale. L'atterrissage musclé de la fusée à fait se casser le manche de maintien de la boule cependant.

L'interprétation des résultats s'est fait par la suite avec le langage de programmation Python.

« insérer graphique »

Dans ces résultats, on n'observe malheureusement pas les résonnances de Schumann comme espéré. Les problèmes viennent de l'électronique. En effet, lors de la partie soudure et tests de l'expérience, un ADC 24bits était censé être utilisé sur cette carte. Malheureusement, lorsque nous avons essayé

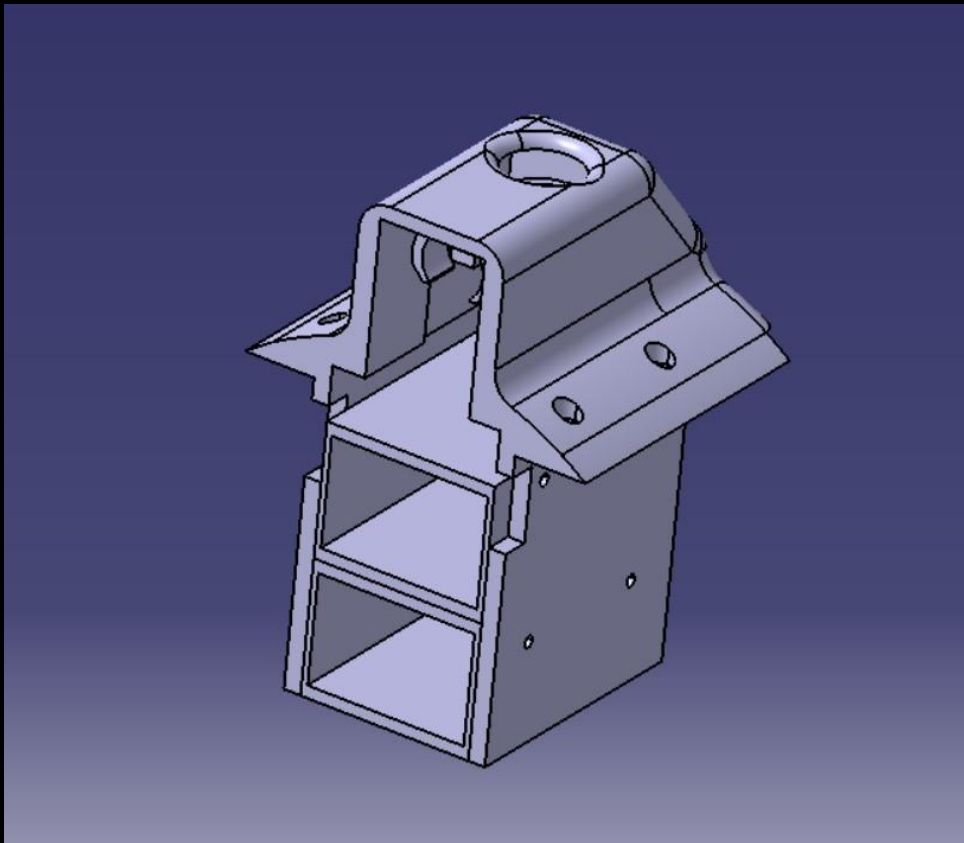
de le configurer, celui-ci n'a plus répondu. Il semblerait qu'un faux contact se soit fait sur une des pistes menant à cet ADC, aussi celui-ci a eu un court-circuit. Nous avons donc branché la sortie du circuit à l'ADC du microcontrôleur que nous utilisons pour stocker les données relevées mais celui-ci ne faisant que 10 bits, les valeurs semblent s'être noyées dans le bruit de l'ADC.

Suite :

Cette expérience sera reprise Orléans et intégrée de nouveau par le projet STAROS-2 de Space'Tech Orléans dans une fusée. Le but est de pouvoir réussir à mesurer ces résonnances de manière fiable en vol en apprenant à filtrer le bruit de l'air en vol et en redescende. Cette expérience est plus qu'intéressante et mérite ces années de travaux dessus. Elle mérite aussi de pouvoir être continuée et être réussie.

Les tests au sol seront privilégiés, puis en ballon avant que le circuit imprimé soit relancé en fusée.

Annexe - Expérience annexe : Module de caméra double



Description des objectifs

Expérience réalisée par **RAYNALD DUMAS**

Dans le cadre du projet Tigresse II de l'association SpaceTech'Orléans, une expérience annexe m'a été confié. Elle consistait à créer un module pouvant contenir 2 caméras, une qui filmait le à la verticale, vers le sol et l'autre vers l'horizon.

Tout cela doit prendre le moins d'espace possible et doit avoir une autonomie de plus de 3h.

De plus, l'objectif était d'apprendre aux jeunes de l'association d'apprendre dans le domaine de l'électronique.

Description du module

Le module est composé de plusieurs pièces :

- 1 pièce « Support » imprimée en 3D.
- 2 pièces « Emplacement pile 9V » imprimée en 3D.
- 1 carte électronique « Caméra ».
- 1 carte électronique « Carte LED ».
- 2 Piles 9V au lithium de 1200 mAh.
- 2 Caméras RunCam Split 3 Lite.

Le module possède une autonomie de 2.77 heures grâce aux deux piles lithium en parallèle qui lui confère une capacité de 2400 mAh.

Ce module est conçu pour un tube de diamètre externe de 100 mm.

Le module possède 3 LEDs d'état, une verte pour l'alimentation en 3.7v, une bleue pour l'alimentation en 9v, une blanche pour l'alimentation des deux caméras.

Explication de la mécanique

La partie mécanique se décompose en 2 parties, de deux supports de pile 9V et la pièce « Support ». Les deux parties sont imprimés en 3D, plus particulièrement en PLA.

La partie « Support » peut accueillir deux caméras, du même type que les Runcam Split 3 Lite.

Le maintien des caméras est assuré par une bague en PLA qui appartient à la structure du module. Cette dernière maintient l'optique de la caméra.

De part et d'autre du module « Support », deux « pattes » sont présentes, sur ces dernières, des trous sont présents pour pouvoir fixer les cartes électroniques des caméras grâce à des inserts et des entretoises.

Les deux supports des batteries 9V sont fixés à la partie inférieure du module grâce à de la colle « PVC ».

La vue horizontale se fait par un trou sur le module.

La partie supérieure du module, ressort de la fusée. Les « ailettes » incurvés, où sont situés les 4 trous de fixations avec la fusée, reste à l'intérieur du tube.

Explication de l'électronique

Le module est composé de deux cartes électroniques, une sur la partie « Support » directement et une autre déportée pour avoir accès aux informations d'état du module, grâce à des LEDs, son autre utilité est de commander le module grâce à un interrupteur. Les deux modules sont reliés par un connecteur JST 2.54mm de 6 broches.

La partie « module » de la carte électronique permet de gérer les deux alimentations ainsi que l'alimentation des caméras. Les deux arrivés d'énergie sont connectés grâce à un connecteur JST 2.54mm de 2 broches. Ce sont les mêmes pour la sortie d'énergie des caméras. J'ai choisi ces connecteurs pour leur modularité.

Cette carte électronique fonctionne sur le principe d'une porte logique « ET » ou « AND ». En effet j'ai voulu réaliser un circuit de commande, qui fonctionne en 3.7V grâce à une batterie li-ion qui permet de commander l'alimentation du circuit avec une pile 9V.

La carte électronique « Carte LED » est très simple, elle permet de commander le module avec l'interrupteur. Sa conception est simple, ce sont 3 LEDs et un interrupteur tous reliés à la carte « Caméra » grâce à un connecteur JST 2.54 mm 6 broches. La masse est commune sur ce module. Les deux caméras sont alimentées en parallèle.

Pour éviter les courts-circuits, la plupart des soudures ont été protégées avec de la colle chaude cela permet de les isoler.

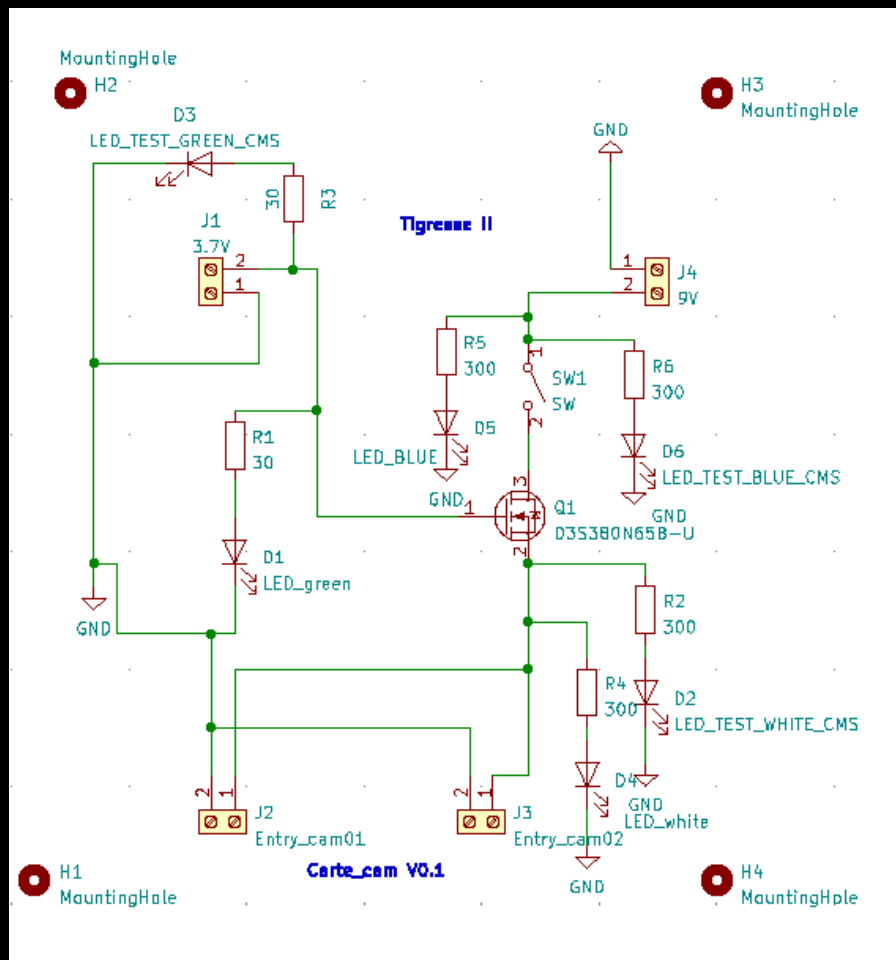


FIGURE 1 SCHEMA DE LA CARTE CAMERA

Résultat

Au cours de la campagne de lancement C'Space 2022 le module caméra n'a pas pu capturer le lancement de la fusée à cause d'un court-circuit dans le système. En effet, lors de l'insertion du module de caméra dans la fusée, les soudures du connecteur JST de la « carte LED » ont touchées les corps en aluminium de la fusée. Ce qui a donc induit un court-circuit et redémarrer les caméras, qui se sont mises en mode d'attente de commande, ainsi les caméras n'ont pas filmé le lancement de la fusée.

Problèmes rencontrés

Durant le C'Space, différents problèmes ont été rencontrés, tout d'abord, les connecteurs JST entraînaient trop de faux-contacts.

Pendant la réalisation, j'ai oublié d'isoler un des connecteurs, ce qui a entraîné un court-circuit.

Les caméras RunCam Split 3 lite, possèdent un point faible au niveau de la soudure avec la carte électronique, une manipulation régulière a rompu un câble, cette erreur a entraîné à la perte d'une caméra sur les 3 présentes à l'association.

L'indépendance du module, nous a conduit à un allongement considérable de la chronologie de la fusée ainsi que de commencer de filmer avant le pas de tir

La complexité de l'électronique, particulièrement le système de circuit de commande et de puissance a pris beaucoup de temps alors qu'un seul interrupteur aurait suffi.

Amélioration

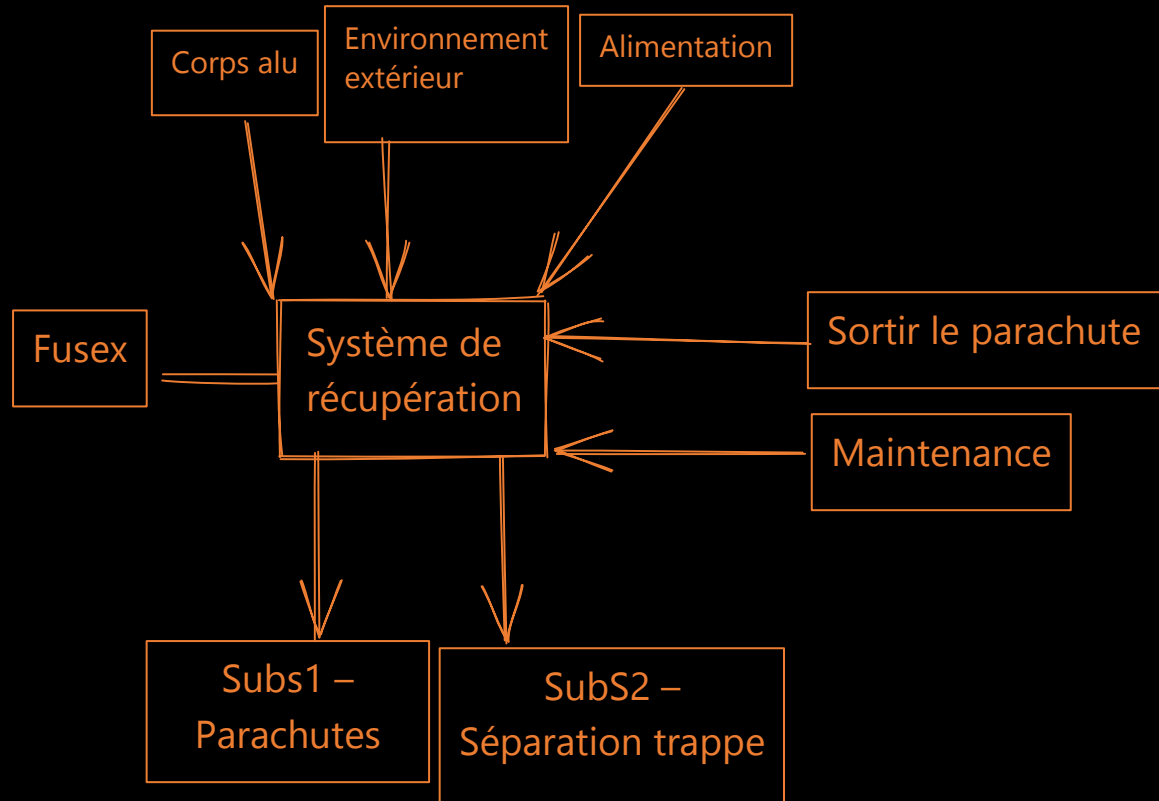
Dans l'avenir, beaucoup d'améliorations seront apportés à la partie électronique du module par sa simplification et de par son séquençement avec le séquenceur de la fusée.

Nous allons aussi changer les caméras tout en essayant de garder le même format.

Du côté mécanique nous allons essayer de miniaturiser la partie inférieure du module, afin de faire rentrer tout le module dans une mini-fusée (diamètre 80 mm).

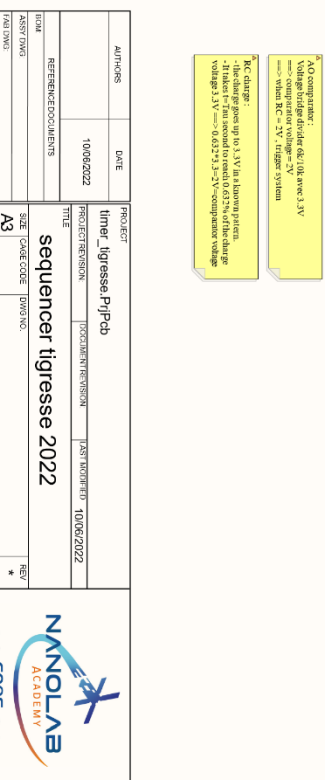
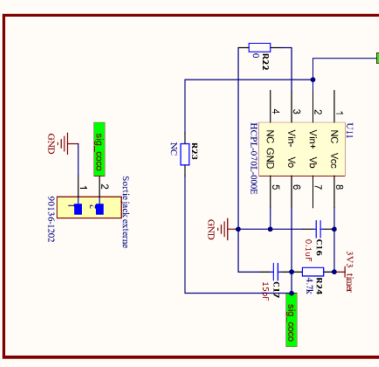
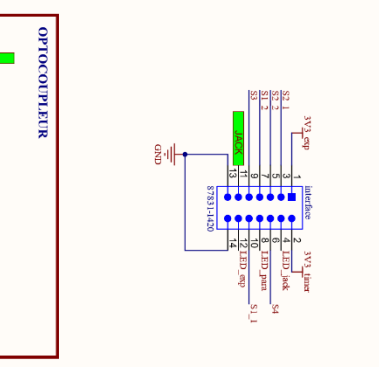
Annexes – définitions du projet

A - Système de récupération

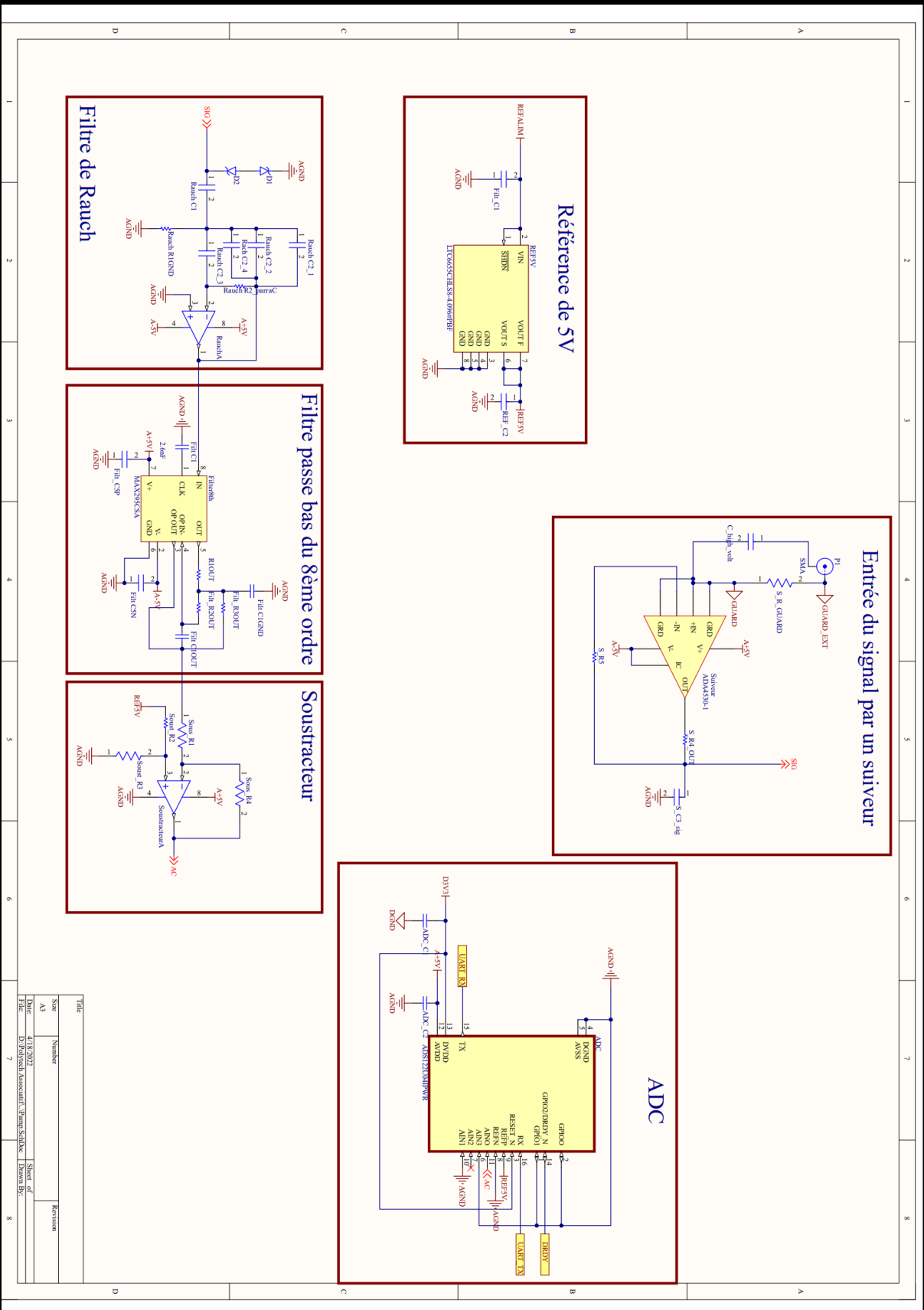


Annexe – BOM + Plan séquenceur

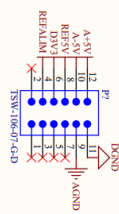
Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
Capacitor 10 uF +/- 10% 16 V 0805	Chip Capacitor, 10 uF, +/- 10%, 16 V, 0805 (2012 Metric)	C1, C7	CAPC2013X135X45NL1 0T25	CMP-001-00015-6	2
C0603C104K4PACTU	Cap Ceramic 0.1uF 16V X5R 10% SMD 0603 85°C Paper T/R	C2, C3, C4, C5, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16, C17	0603c	CMP-001-00102-3	14
87831-1420	2.00mm Pitch MilliGrid Header Vertical Through Hole Shrouded 14 Circuits 0.38	interface	MOLEX-87831-1420_V	CMP-002-00111-1	1
3386F-1-153LF	Trimmer, Cermet, 0.5W, 15000ohm, 10% +/-Tol, 100ppm/Cel, 1 Turn(s)	pot1, pot2, pot3, pot4, pot5, pot6	New footprint 1	CMP-009-00259-1	6
ERJ-P06F1003V	PANASONIC - Res Thick Film 0805 100K Ohm 1% 1/2W ±100ppm/C Molded SMD Punched Carrier T/R	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24	0805	CMP-009-00217-1	22
Header 3	Header, 3-Pin	SERVO EXP, SERVO PARA	HDR1X3	Header 3	2
90136-1202	Conn Shrouded Header (4 Sides) HDR 2 POS 2.54mm Solder ST Thru-Hole C-Grid III™ Frame	Sortie jack externe	FP-90136-1202-MFG	CMP-002-00113-1	1
OP184	ANALOG DEVICES - Precision Rail-to-Rail Input and Output Operational Amplifiers - SOIC-8	U1, U6	OPA184-Footprint-1	CMP-001-0000-3	2
MAX4544CSA+	Low-Voltage, Single-Supply Dual SPST/SPDT Analog Switches	U2, U7	New footprint 1	CMP-015-00012-1	2
NE555PWR	Single Precision Timer 8-TSSOP 0 to 70	U3, U8	FP-PW0008A-MFG	CMP-00001-1	2
NCP59301DS50R4G	Régulateur LDO Tension fixe, entrée 2,24 V à 13,5 V, Dropout 400 mV, Sortie 5 V, 3 A, TO-263 5	U4, U5	New footprint 1	CMP-019-00058-1	2
MCP1801T-3302I/OT	IC, LINEAR REGULATOR; MAX. INPUT, 10V; OUTPUT, 3.3V; 150MA; ACCURACY, 0.4%; SOT23-5	U9, U10	SOT-23-OT5_N	CMP-019-00059-1	2
HCPL-070L-000E	Optocoupler DC-IN 1-CH Darlington With Base DC-OUT 8-Pin SOIC Tube	U11	HCPL-070L-000E-Footprint-1	CMP-015-00014-1	1



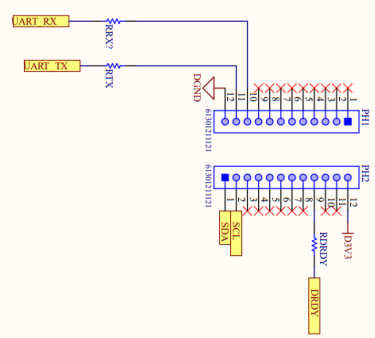
Annexe – Plans carte expérience



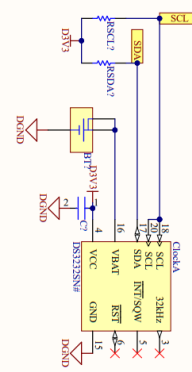
Pins d'alimentation



Pin header vers la carte d'acquisition



CLOCK



Titre		Date		Version	
Size	Number	11/11/2023	11/11/2023	11/11/2023	11/11/2023
A1					
D. Kouché Associatif - Data Science		D. Kouché Associatif - Data Science		D. Kouché Associatif - Data Science	
D. Kouché Associatif - Data Science		D. Kouché Associatif - Data Science		D. Kouché Associatif - Data Science	

Annexe – Chronologie de vol

Temps	Action	Lieu	Personne	Outil
	Installer batteries dans ogive et vérifier alimentation	Zone club	Corentin	Batteries
	Mettre piles dans module camera	Zone club	Raynald	Batteries 9V
	Dévisser la bague berry rocket et mettre les vis dans la boîte vis	Tente club	Hugo	Clé allen 2.5 + boîte vis
	Sortir bague berry rocket	Tente club	Hugo	
	Dévisser attache trappe exp et mettre vis dans boîte vis	Tente club	Hugo	Clé allen 2.5 + boîte vis
	Dévisser bague boule exp et mettre vis dans boîte vis	Tente club	Hugo	Clé allen 2.5 + boîte vis
	décarrer bague boule exp jusqu'à voir le logement batterie	Tente club	Hugo	
	Insérer les batteries (8)	Tente club	Hugo	Batteries 6LF22
	Ré-enclancher bague boule exp	Tente club	Hugo	
	Remettre en place bague berry rocket	Tente club	Hugo	
	Visser bague berry rocket	Tente club	Hugo	1 vis M4
	Mettre attache trappe exp	Tente club	Hugo	Attache trappe exp
	Dévisser vis bague arrière parachute	Tente club	Raynald	Clé allen 2.5
	Dévisser patin et mettre les vis dans la boîte vis	Tente club	Hugo, Raynald	Clé allen 2.5
	Décarrer bague parachute au maximum	Tente club	Hugo, Raynald	
	Vérifier position interrupteur caméra	Tente club	Hugo, Raynald	Module camera
	Brancher cosse 3,7V	Tente club	Raynald	
	Brancher cosse 9V	Tente club	Raynald	
	Brancher caméra 1 et 2, vérifier led verte et bleu	Tente club	Raynald	
	Switch ON/OFF, vérifier l'allumage de la led blanche	Tente club	Raynald	
	Appuyer bouton caméra 1 et 2 et vérifier que les leds sur les caméras ne clignotent plus	Tente club	Raynald	
	Insertion du module camera dans la fusée	Tente club	Hugo, Raynald	
	Vissage du module caméra sur la peau de la fusée	Tente club	Hugo, Raynald	Clé allen 2 + 4 vis M3
	Remettre en position la bague parachute	Tente club	Hugo, Raynald	
	Visser bague parachute	Tente club	Hugo, Raynald	Clé allen 2.5 + 1 vis M4
	Visser patin	Tente club	Hugo, Raynald	Clé allen 2.5 + 1 vis M4
	Visser boucle parachute et serrer les écrous	Tente club	Hugo	Clé plate 13 + écrou M10
	Etendre parachute et plier en accordéon	Tente club	Hugo	Parachute
	Remise en place du parachute dans la case	Tente club	Hugo	Parachute
	Brancher une pile 9V parachute	Tente club	Hugo, Raynald	Pile 9V
	Appuyer sur bouton parachute pour refermer la trappe	Tente club	Hugo, Raynald	
	Débrancher pile 9V et remettre dans le batterie bag	Tente club	Hugo	Pile 9V
	Mettre en place et visser la bague berry rocket	Tente club	Aymerick	Clé allen 2.5 + 1 vis M4
	Poser la fusée sur les supports fusée	Pas de tir	Hugo	Supports fusée (2)
	Mettre le mode test	Pas de tir		
	Insérer Jack	Pas de tir	Aymerick	Câble jack
	Déplacer bague batteries et brancher les piles 9V précédemment insérées dans le logement	Pas de tir	Hugo	
	Vérifier led supply et jack	Pas de tir		

Enclancher bague boule exp	Pas de tir	Hugo	
Visser bague boule expérience	Pas de tir	Hugo	Clé allen 2.5 + vis M4
Visser support trappe exp	Pas de tir	Hugo	Support trappe exp + Clé allen 2.5 + 2 vis M4
Installer trappe exp en appuyant sur le bouton trappe exp et en ajoutant mousse	Pas de tir	Hugo	Mousse
Demander autorisation télé	Pas de tir	Corentin	
Allumer télé après autorisation	Pas de tir	Corentin	
Vérification télé sur ordinateur Corentin + bip d'initialisation	Pas de tir	Corentin	Ordinateur + SDR
Visser ogive sur fusée	Pas de tir	Corentin	Clé allen 2.5 + 4 vis M4
Passer en mode vol	Pas de tir	Aymerick	
Vérifier mode vol	Pas de tir	Hugo	
Insérer fusée dans rampe	Pas de tir	Hugo, Corentin	
Accrocher Jack sur rampe	Pas de tir	Aymerick	

Outils à emmener

Kit clé allen
 Kit tourne vis
 Boite à pince
 Cameras
 support fusée
 pack batteries
 Ordinateur coco+sdr
 câble jack
 fusée
 boite à vis
 pack vis
 mousse
 scotch
 télé
 Parachute
 bridage
 4 écrous
 2 rondelles
 Clé plate