



PROJET HYPNOS
CLUB: AGENCE SPATIALE LANDAISE
Matricule projet MF22
C'SPACE 2025

Remerciements

Avant de commencer ce rapport, nous souhaitons remercier toutes les personnes qui nous ont aidées pour la réalisation de notre fusée.

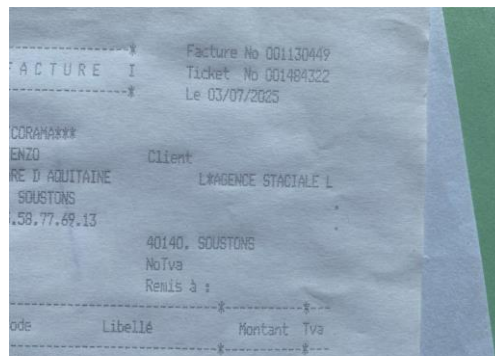
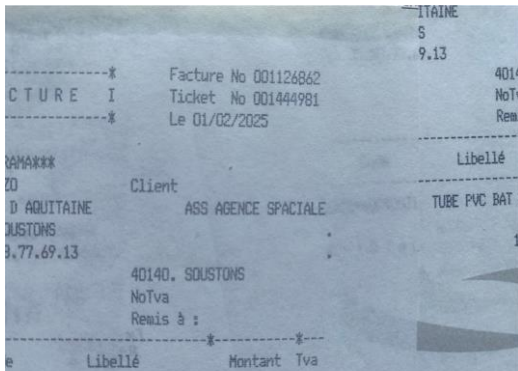
Nous remercions :

- Nos familles qui nous ont aidées, accompagnées, conseillées. Sans eux, l'aventure aurait été beaucoup plus dure et nous espérons que le vol d'Hypnos leur a bien plu car tous étaient là pour le décollage.
 - Les mairies de Saint Vincent de Tyrosse et de Capbreton pour leurs financements
 - Tradi Carrelage Associés pour nous avoir prêté le fourgon, très utile pour les déplacements de la RCE 2 et le C'space.
 - Mickaël Costa et son entreprise pour avoir financé notre projet
 - Matthieu Laurine de l'atelier « Du fil à retordre » pour nous avoir aidé à usiner avec des machines de précisions le tube de nos fusées et pour avoir trouvé une solution au problème du plexiglass.
 - Michel Mancidor pour avoir coupé avec la précision chirurgicale du maçon les ailerons.
 - Marc Pollina et M3Systems pour nous avoir fourni un module gps et d'avoir cru en notre projet depuis le début.
 - Lambert Stroh et Brian Reynaud du Society Magazine pour nous avoir interviewé et nous avoir donné de magnifiques photos du vol.
 - Tous les photographes qui ont photographié le vol de la fusée, merci notamment à Charles Pillon, Anthony Gauthier, Thomas Blumstein, Florian Havard.
 - Le CNES et Planète Sciences pour avoir organisé ce magnifique C Space 2025.
- Nous tenons particulièrement à remercier Anthony Gauthier pour les conseils de la RCE 1, Valentin Sarthoux pour la RCE 2, Vincent Mérillou pour la RCE 3, Thomas Guérin pour les contrôles, et enfin tous les bénévoles et le personnel de la Débug team qui a pu trouver encore cette année avec l'électronique de notre fusée, des problèmes insolubles à résoudre.

Et nous ne remercions pas (avec humour bien sûr) :

- La RATP pour avoir indiqué clairement la différence être billet Paris centre et billet Paris extérieur ce qui nous a causé de sérieux retard pour la RCE 2. Nous les remercions aussi pour nous avoir caché la fonction d'impression des billets classiques en papier et pour nous avoir fait perdre du temps et de l'argent.

- Le magasin de bricolage de Soustons où nous avons acheté les outils, les tubes mais dont les factures mal orthographiées où le T de spatial se transforme en C sont devenues habituelles.



- Le supermarché de Soustons pour nous avoir approvisionné les nécessaires 7 pizzas par rendez-vous pour travailler sur les fusées. Notre régime alimentaire peu équilibré commençait à nous peser. Heureusement que nous avons fait une salade une fois, (salade de magret bien sûr).

Présentation du club et déroulé de l'année

L'ASL fait son grand retour pour ce C'Space 2025. Créée en 2023, ce club a pour but de faire découvrir, vulgariser et élaborer des projets scientifiques pour les jeunes. Au départ, le club n'avait que 3 membres : Lukas Dufourg, Lucas Jourdan, Arthur Bodrefaux. Mais en septembre 2024, après un appel à candidature, l'équipe s'est étoffée de 2 nouveaux apprentis ingénieurs, Anaïs Pucheu en classe de terminale et Raphaël Czerniejewski en classe de première. Après le succès de la minifusée Scall 1 en 2024, l'ASL s'est lancée dans 2 nouveaux projets : la construction de 2 minifusées dont une de nuit : Hypnos. Pendant l'année scolaire 2024-2025, nous avons organisé notre travail suivant un calendrier prévisionnel pour être mieux préparé au C'Space que l'année passée. Vous avez ci-dessous le calendrier prévisionnel et le calendrier effectif avec toutes les dates de nos actions.



Septembre prévisionnel: - créer la carte bleue - faire des affiches pour l'aventure à d'autres - commencer les sélections	Octobre prévisionnel: - former les équipes - s'inscrire au C'Space - réfléchir au nombre de fois et quelles expériences pour le dossier de définition - faire les dossiers de subventions (aller voir les donateurs) - commencer les StabTrajs	Novembre prévisionnel: - conception interne - StabTraj défini - début construction - continuer à aller voir les sponsors - dossier de définition - RCE 1	Décembre prévisionnel: - sponsors - construction
Janvier prévisionnel: - sponsors - construction	Février prévisionnel: - construction - sponsors - RCE 2 (tube fluit, nonadute fluit, électronique commencée)	Mars Bac Blanc !	Avril prévisionnel: - construction - expérience - envoi des StabTrajs
Mai prévisionnel: - intégration	Juin prévisionnel: - RCE3 (fusée prête) Envoi rapports prés vol. Bac	Juillet prévisionnel: - semaine du C'Space écriture rapport	Août prévisionnel: - Fin rapport

Septembre Réalisées: (Août = AG) Création adresse mail: 2 sept	Octobre 1^{er} rdv: 5 octobre Carte bleue commandée: 16 oct 2^{ème} rdv: 21 octobre, choix des types de fusées Inscription C'Space: 26 octobre	Novembre 3^{ème} rdv: définition des fusées, plans 10 novembre Dossier de def: 30 novembre	Décembre 17 - commande matériel électronique fin décembre, dossier de financement terminé
Janvier 7, recherche de sponsors, contact M3 16 janvier: commande billets de train et TGV pour RCE2 18/4 eme rdv à Lyons	Février 4 février: Ailerons et bagues motor	Mars 3 mars, rencontre mairie de Carpiquet Bac Blanc !!!!!	Avril 1^{er} avril: remboursement billets RCE2 5 avril réunion finalisation des StabTrajs mise à jour compte Achat tube PVC bagues ailerons, et d'intégration électrique 18 avril: modélisation des bagues, mise en place accéléromètre, baromètre, matériel tout. Tubes torçons
Mai 18 mai: découpe nonadute 20 mai, intégration nonadute, ailerons, carde du tube, M3	Juin 1 juin réparation tube intégration élec 7 juin RCE3 BAC + ORAL	Juillet 4 juillet peinture 5-12 juillet C'Space	Août 24 - maine Lyonnaise tubes torçons 25 - découpe des tubes Matthieu 27 août atelier espace jeune Loustons 31 août: rapports

Bien évidemment, comme on dit chez nous, le « quart d'heure landais » s'est fait sentir et nous avons pris du retard sur la dernière partie de l'année. Ce manque de préparation nous a posé des problèmes que vous verrez plus tard. Le plus dur cette année était de concilier les fusées avec le bac (soit de spé et philo, soit de français pour Raphaël). Il a fallu trouver du temps pour se retrouver et travailler sur la fusée même si tout le monde n'était pas là, il a fallu former les nouveaux venus à la CAO, à la construction mécanique, au maniement habile et maîtrisé du scotch ...

Cette année encore, nous étions en totale autonomie pour la construction des fusées. Nous ne sommes pas aidés pour notre lycée et ce club est totalement indépendant.

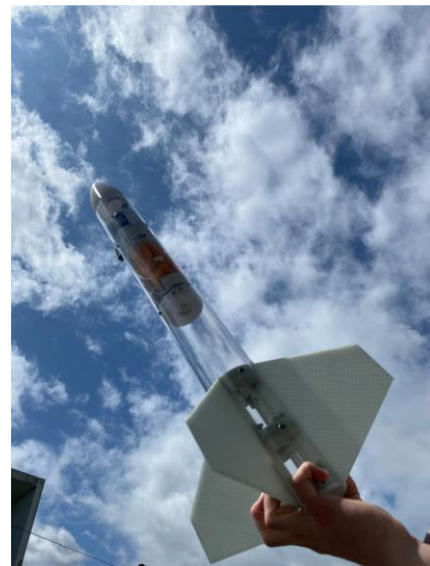
Présentation générale :

Nous nous sommes donc lancés dans la construction de la petite sœur insomniaque de Scall 1 : **Hypnos**

Cette minifusée de nuit est construite avec du plexiglass transparent, des bagues en PETG phosphorescent et des matrices Leds pour être visible de nuit.

Voici les caractéristiques générales :

Masse totale (sans propu) : 1830 g
Centre de masse : 539mm
Longueur totale : 900mm
Propulseur : Pandora (PRO24-6G BS)
Coiffe : Forme : Ogivale
Hauteur : 150mm
Diamètre : 80mm
Ailerons : Emplanture : 190 mm
Saumon : 60mm
Flèche : 90mm
Envergure : 120mm
Epaisseur : 3.6mm
Nombre : 4
Position du bas : 900mm
Estimation de trajectoire : Apogée : 190 m
Durée de vol : 28 secondes
Impact balistique : 64 m



Caractéristiques mécaniques

La propulsion d Hypnos repose sur un moteur Césaroni Pandora Pro 24, qui lui permet d atteindre une vitesse de sortie de rampe de près de 240 km/h. Son corps principal est constitué d un tube en plexiglas, découpé selon les paramètres issus de la simulation StabTraj. Le parachute du doux nom de « Gilbert » (pour Gilbert Montagné) a été coupé dans de la toile spi. Malheureusement, il nous restait de l'an dernier qu'une quantité de toile limitée et il a fallu jouer au Tetris pour faire passer le parachute de Scall 2 et Hypnos sur les restes de toile. Il a donc fallu que Gilbert soit coupé en 2 parties puis cousu par la mère à Lucas JOURDAN (merci Laurence) afin d'avoir le parachute voulu. Dans un souci écologique (et surtout économique) les suspentes ont été faites avec des suspentes de KiteSurf récupérées sur la plage de Seignosse.



Les ailerons, dessinés en CAO sur le logiciel TinkerCAD, ont été réalisés en impression 3D à partir de PETG phosphorescent, tout comme les bagues structurales du moteur, les ailerons, l'ogive et les modules de maintien des cartes électroniques.

Les bagues moteur ont été remplies à 60% pour permettre une plus grande résistance et contrer les casses de nos prototypes précédents. En effet, la forme particulière des bagues montrait un point de fragilité : les « taquets » retenant vis et ailerons. Si le remplissage n'était pas optimal, ces taquets n'étaient pas remplis et se cassaient. Ce problème a été remarqué à la RCE2. Nous avons dû faire face à d'autres problèmes concernant la partie mécanique de la fusée : le plexiglass s'est fissuré lors des découpes réalisées

chez un maquettiste professionnel. En effet, le Plexiglas à la différence du pvc se coupe très mal. Avec la chaleur causée par le frottement des lames, le plexiglass fond pendant la coupe et se ressoude derrière la lame.

Pour pallier ce problème, il a fallu intervenir avec les grands moyens, il a fallu utiliser un élément indispensable : j'ai nommé LE SCOTCH l'éternel sauveur. En effet en recouvrant le tube de scotch, le plexiglass ne se ressoude pas après coupe et assure même une coupe parfaite sans bavure à l'intérieur du tube. Malgré tous nos efforts, il y a quand même eu un problème : une petite fissure au bout d'une fente aileron. Cependant, il fallait ajuster cette fente pour faire rentrer les ailerons. Et c'est en ponçant que la fissure s'élargit en forme d'arc de cercle. Le coup de grâce a été quand nous avons intégré et vissé le module aileron. À ce moment la fissure s'élargit encore de sorte à former toujours un arc de cercle mais cette fois, reliant une fente ailerons à une autre. Il y avait donc un bout du tube décroché totalement du reste du corps de la fusée. Il était seulement vissé aux ailerons. C'est Arthur qui trouva la solution : en effet, si on a pu empêcher le plexiglass de se ressouder pendant la découpe, cela veut dire qu'on peut le souder, logique !



La trappe pendant la découpe



Les problèmes de coupe du plexiglass

Et quoi de mieux qu'un fer à souder pour effectuer le travail ! Alors oui avons sacrifié un embout de notre fer à souder (le plus large), et Arthur a enfoncé (on ne dira pas comme un bourrin) le fer dans la fissure pour transpercer le tube, et ressortir délicatement, soudant en effet la fissure.

Après avoir fait ça sur toute la longueur, la réparation était faite, elle n'était pas peut être pas jolie et la méthode utilisée totalement bourrine, mais elle était et est toujours solide ! La preuve est qu'après le vol, ce n'est pas la fissure qui a cassé mais l'attache de la trappe, que nous vous expliquerons dans la partie vol.



Avant réparation



Après réparation

En somme la conception mécanique a été une franche réussite car au C'Space, nous n'avons eu aucun problème pendant les contrôles sur cette partie. Un gain de temps pour se consacrer au vrai problème : L'électronique.

Caractéristiques électroniques

La charge utile embarquée a pour but de réaliser plusieurs expériences. Elle emporte un accéléromètre et un baromètre, permettant de mesurer l'accélération, l'altitude et l'ensemble des mouvements de roulis, tangage et lacet. Ces informations sont affichées en direct grâce à deux matrices de LED, tandis qu'une carte Arduino Nano en assure le pilotage et qu'un module de stockage sur carte SD enregistre l'intégralité des données de vol. L'ensemble est alimenté par une simple pile 9V pour le séquenceur et 2 piles 9V pour l'expérience.

Cependant ceci est la théorie et les problèmes d'électroniques se sont enchainés.

Système parachute : Le séquenceur est composé d'une Arduino nano, un servomoteur sg90, et d'un convertisseur de tension ajustable pour délivrer 5V. Par rapport à l'an dernier, les améliorations du système ont été faites surtout au niveau de l'accessibilité des cartes et des circuits, mais aussi pour le volume. En étant beaucoup plus compact, le séquenceur laisse de la place pour les expériences. Il n'y a eu aucun problème dans la réalisation

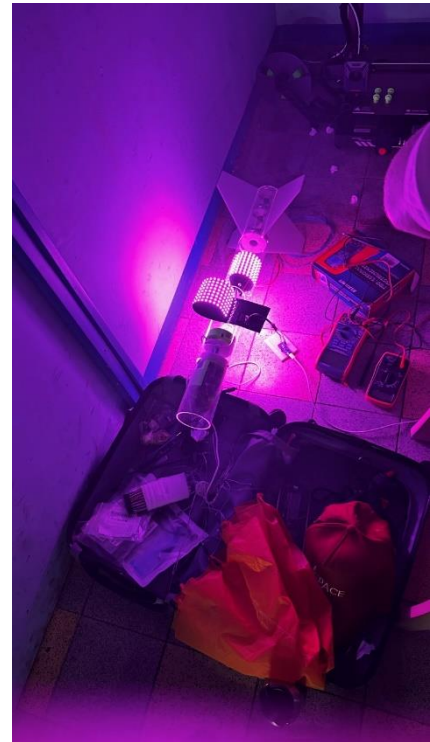


du séquenceur, dans le codage, et dans l'ouverture de la trappe. C'est un système qui a fait ses preuves sur les 3 fusées et dont nous avons une confiance totale.

Système Expérience : L'expérience principale de Hypnos était de faire varier la couleur de la fusée en fonction de son altitude tout en récupérant des données d'accélération et d'altitude. Pour cela, le système est composé d'un convertisseur de tension, une Arduino nano, d'un bme/bmp 230, un accéléromètre MPU960, un lecteur/graveur de carte SD et de 2 matrices led 8x32 WS2812. Tous ces composants devaient EN THEORIE, être soudés sur une plaque PCB. Et c'est là où la traversée du désert commença pour nous.

Les PCB DEVAIENT arriver en 4 jours. Elles en ont pris 19.

Elles ont voyagé depuis la Chine pour aller en Inde puis aller en Angleterre, Pologne, Allemagne, Espagne, elles ont passé 2 jours à Biarritz. Elles sont arrivées (ironie du sort) le jour du lancement. Certes l'apprenti ingénieur qui a désigné les PCB aurait pu les commander plus tôt (on ne dira pas le nom Raphaël). Mais en discutant avec d'autres membres du C'Space, on s'est aperçu que 2 clubs qui avaient commandé les PCB après nous et les avaient reçus dans les temps.



Il a donc fallu durant le C'Space souder sur des plaques à trous les composants en urgence, ce qui a représenté 180 connexions pour les 2 projets.

Le second problème a été le baromètre. Ce capteur est identique à celui que nous avons utilisé l'an dernier dans notre fusée Scall 1 et pourtant, malgré tous nos efforts et ceux de la debug team qui jour après jour s'est arraché les cheveux pour comprendre le problème : le bme n'a pas voulu fonctionner. A ce jour, c'est encore un mystère non élucidé. Nous avons dû nous replier sur l'accéléromètre et faire varier la couleur en fonction de l'accélération. Mais encore une fois, cela ne fonctionnait pas. L'erreur a été trouvée par la debug team. Il s'agissait de la capacité de l'arduino nano. Chaque led de la matrice nécessite 3 octets. Avec toutes les leds et l'accéléromètre et la carte SD, la carte était saturée. Ne possédant pas d'autres cartes, nous avons dû sacrifier la partie SD et une partie des leds de la fusée (dont la majorité sont cachées dans le tube. Grace à ces modifications, nous avons pu contrôler accéléromètre et led. Le programme des leds a été lui aussi modifié car on manquait de capacité pour faire modifier la couleur des leds en fonction de l'accélération. Nous avons donc programmé un changement de couleur basé sur stabtraj pour voir visuellement sur les photos du vol si l'apogée annoncée par stabtraj est bien l'apogée atteinte, nous vous expliquerons ça dans la partie vol.

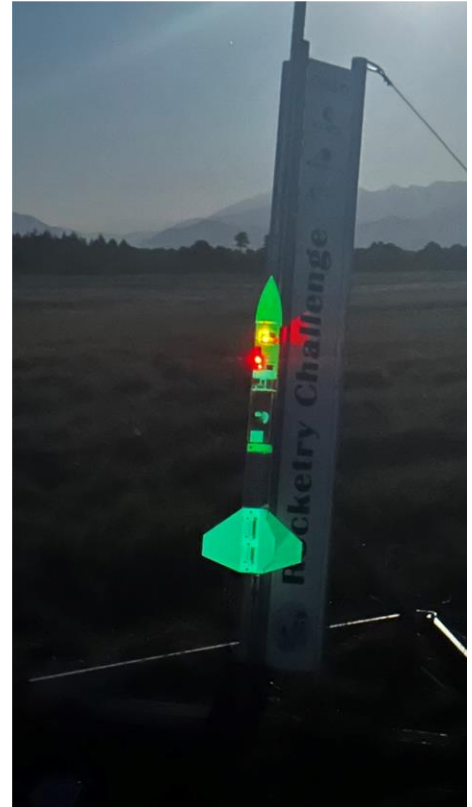
Enfin le dernier problème est venu de l'autonomie. Avec les leds allumées le système consommait 1,2 A. Avec 2 piles 9V montées en dérivation, l'autonomie était de 20 min. Malheureusement, nous craignons que le déroulement de la chronologie plus les opérations pyrotechniques durent plus de 20 min. C'est pour cela que nous avons choisi que les leds s'allument au décollage grâce à une détection d'accélération de l'accéléromètre. Le seuil a été placé très bas pour assurer un allumage très rapide, ce qui a posé des problèmes que nous vous expliquerons dans la partie vol.

Le Vol

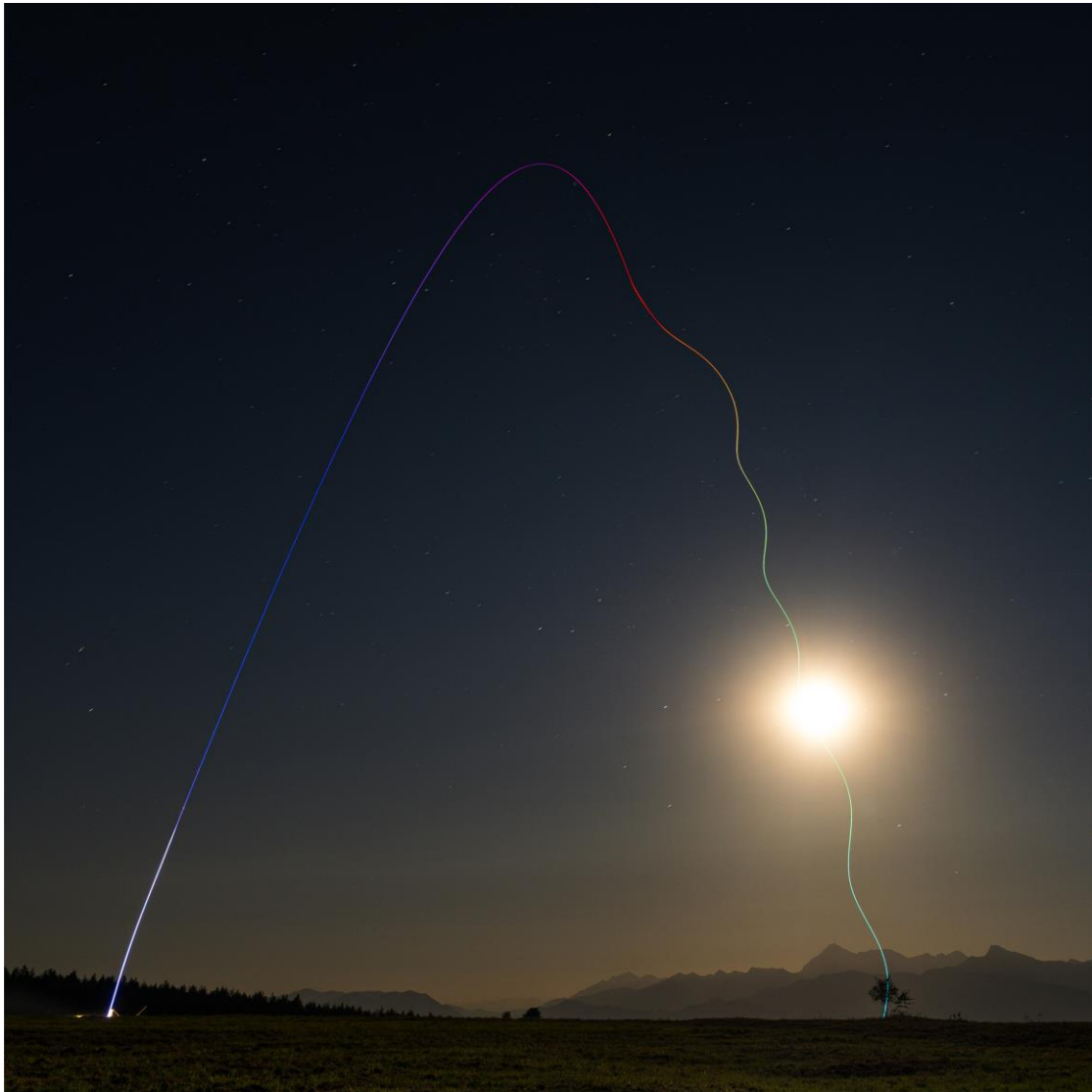
Hypnos s'est élevée dans le ciel Tarbais à 23H16 et 03 secondes le 9 juillet. Dès notre arrivée en tente club, nous avons mis en place notre chronologie. Nous avons testé le système parachute, le système expérience. Après ça, nous avons (comme nous aimons si bien le dire) fait « rôtir » Hypnos aux UV. En effet, pour assurer que toutes les pièces en PETG phosphorescent soient bien rechargées et brillent, nous avons irradié avec une lampe à lumière noire (une lampe UV) la fusée et nous l'avons fait tourner sur ses supports (comme un poulet que l'on tourne pour le faire rôtir uniformément). La sécurité était de mise, nous nous étions protégés avec des lunettes de soleil.

Après le premier vol de nuit, nous avons été appelés et nous sommes partis avec nos bracelets phosphorescents (pour le style) pour le pas de tir. Une fois sur rampe nous avons eu le premier problème. Comme nous avons prévu d'allumer les leds au décollage, la fusée n'était pas trop visible avant de décoller. Jupiter a hésité à nous faire décoller pour des raisons de sécurité mais finalement, les voyants lumineux étaient suffisants pour repérer la fusée. Une fois au pupitre, il y a eu un deuxième problème : l'artificier en insérant le moteur avait donné un petit à-coup qui avait déclenché la séquence des leds. Il a donc fallu faire une arrêt chrono, éteindre les leds et donner aux artificiers les instructions pour allumer le système expérience après avoir inséré le propulseur.

Une fois de nouveaux au pupitre, le dernier problème a eu lieu : au moment du décompte final et de la mise à feu, la fusée ne s'élève pas. Heureusement, ce n'était que la clé de sécurité qui n'avait pas été activée. Au deuxième décompte, la fusée décolla dans le ciel et le travail incroyable des photographes a permis d'obtenir ceci :

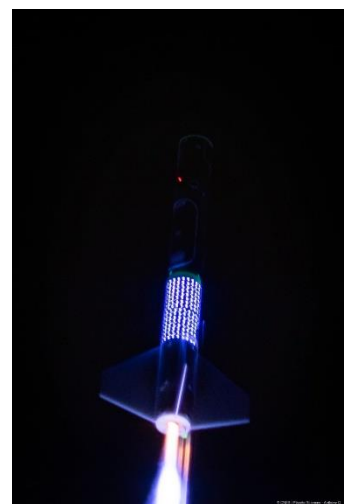


Arthur faisant rôtir la fusée



Le vol a été nominal et nous étions ravis (même si nous avons perdu la trappe de la fusée). Ce fut un moment très fort pour nous, sans doute l'apogée de l'année. Après analyse des photos nous voyons la première phase où le moteur est allumé (parti bleu/blanche), l'ascension se fait ensuite et l'apogée est atteinte dans le violet. L'ouverture parachute se fait dans le orange et la fusée passe devant la Lune et atterri derrière un arbre. Bien sûr dès que nous avons récupéré les photos, nous les avons directement ajoutées à nos fonds d'écrans !

Au niveau de l'analyse comme l'apogée est atteinte dans le violet, cela signifie que l'apogée a été atteinte avant celle annoncée par stabtraj (se situant dans le rouge). Cet écart est peut-être dû à cause d'un Cx différent de celui renseigné. Nous apercevons également (avant l'ouverture du parachute) une trajectoire en forme de parabole prouvant encore une fois la seconde loi de Newton (à croire qu'il avait raison).



Conclusion

Hypnos a réalisé un vol nominal et nous en sommes extrêmement fiers. Nous sommes maintenant connaisseurs de la partie mécanique. Malheureusement, nous sommes déçus des expériences. Nous voulions réaliser peut-être trop d'expériences, ou alors nous ne nous y sommes pas pris assez tôt et les multiples problèmes nous ont démoralisés sur cette première partie de semaine. Cependant nous avons su rebondir, chercher des solutions et des compromis pour pouvoir quand même exploiter des éléments expérimentaux, certes limités mais présents tout de même.

C'est la grande leçon et le grand apport de ce C'space. C'est une expérience qui nous a enchanté et nous sommes très heureux d'y avoir participé.

Dans le cadre de projets futurs, nous envisageons de remplacer l'Arduino par une Raspberry Pi Pico, mieux adaptée à ce type de traitement, et d'ajouter un dispositif de caméra ainsi qu'un GPS NEO-8M afin d'élargir les capacités expérimentales de nos vols. Nous savons aussi qu'il faut arriver au C'Space avec les expériences faites.

Cette année était riche en émotions et en travail. En plus de notre bac, nous avons lancé 2 fusées avec 2 vols nominaux. Finalement, sur 2 ans et 3 projets nous avons respecté notre devise :

« L'ASL, des fusées qui ne s'écraseront jamais »

