



PROJET SCALL II

CLUB: AGENCE SPATIALE LANDAISE

MATRICULE PROJET MF21

C'SPACE 2025

Remerciements

Avant de commencer ce rapport, nous souhaitons remercier toutes les personnes qui nous ont aidés 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 Mancicidor pour avoir coupé avec la précision chirurgicale du maçon les ailerons.

- Agathe Bricout qui a délaissé l'aviron pour faire la peinture et le design de notre fusée.

- 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.

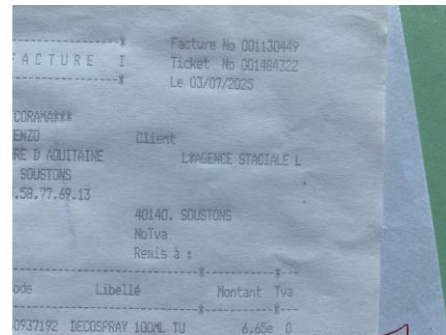
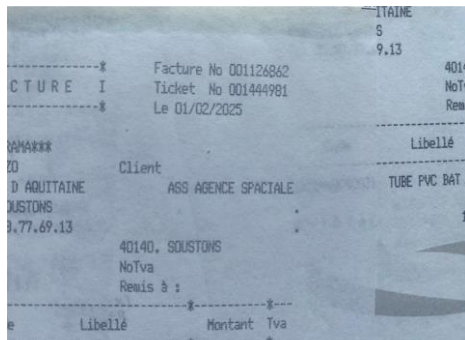
- Le CNES et Planète Sciences pour avoir organisé ce magnifique C Space 2025.

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. Créé 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 jour : Scall 2. 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 ou d'autres - commencer les sélections	Octobre prévisionnel: - former les équipes - s'imprégner 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 fuit, parachute fuit, électronique commencée)	Mars Bac Blanc !	Avril prévisionnel: - construction - expérience - envoi des StabTrajs
Mai prévisionnel: - intégration	Juin prévisionnel: - RCE 3 (fusée prête) Envoi rapports préscol. 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: 24 octobre, choix des types de fusées Inscription C'Space: 26 octobre	Novembre - 3^{ème} rdv: définition des fusées, plans - 10 novembre - Demiers de def: 30 novembre	Décembre 17 - commande matériel électronique - fin décembre, derniers de financement terminés
Janvier - 7, recherche de sponsors, contact #3 16 janvier: commande billets de train et TGV pour RCE? - 10/4 eme rdv à L'Yonne	Février 4 février: Ailerons et bagues motor	Mars 3 mars, rencontre mairie de L'Yonne Bac Blanc !!!!!	Avril - 1^{er} avril: remboursement billets RCE 2 - 5 avril réunion finalisation des StabTrajs mise à jour complet - achat tube PVC - bagues motor, et fin d'intégration avec logiciel 18 avril: modélisation des bagues, mise au point électronique, lancement, montage final. C'Space terminé 24 avril: montage fusée 24 - maine L'Yonne tube, tracers 25 - découpe des tubes Mathieu 27 août atelier Espace Jeune L'Yonne 31 août: rapports
Mai 18 mai: découpe parachute 20 mai, intégration parachute, ailerons, capot du tube, bagues	Juin 1 juin réparation tube intégration élec 7 juin RCE 3 BAC + ORAL	Juillet 4 juillet peinture 5-12 juillet C'Space	

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 de Scall 1 : Scall 2;

Cette minifusée est construite avec du PVC, des bagues en PETG blanc. Elle dispose d'un accéléromètre et d'un module de sauvegarde d'information (carte SD). Voici les caractéristiques générales :

Masse totale (sans propu) : 1548 g
Centre de masse : 450 mm
Longueur totale : 900 mm
Propulseur : Pandora (PRO24-6G BS)
Coiffe : Forme : Ogivale
Hauteur : 150 mm
Diamètre : 80 mm
Ailerons : Emplanture : 170 mm
Saumon : 50 mm
Flèche : 90 mm
Envergure : 135 mm
Epaisseur : 3.6 mm
Nombre : 4
Position du bas : 900mm
Estimation de trajectoire : Apogée : 223 m
Durée de vol : 35 secondes
Impact balistique : 183 m

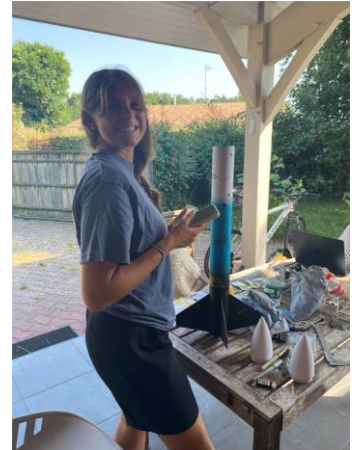


Caractéristiques mécaniques

La propulsion de Scall 2 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 de PVC, découpé selon les paramètres issus de la simulation StabTraj. Le parachute du doux nom de « Loki » (en référence au nom du chien d'Arthur qui a marché sur la toile pendant la découpe) a été coupé dans de la toile spi. 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 ont été tracés par Arthur et découpés par Michel Mancidor. Les bagues structurales du moteur et ailerons, l'ogive et les modules de maintien des cartes électroniques ont été désignés en CAO et imprimés en PETG. 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 montraient 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 optimisé la place dans Scall 2. En effet pour Scall 1, 50 mm n'étaient pas utilisés. Nous avons diminué la longueur de la fusée et réduit les espaces vides. Il n'y a pas eu de gros problèmes avec la mécanique car nous avons perfectionné nos méthodes d'usinage et assemblage des pièces par rapport à l'année passée. Nous avons des pièces et des modèles qui fonctionnaient et nous avons usiné dans la précision pour assurer le moins d'imprévu possible. Enfin, c'est Agathe Bricout qui a peint notre fusée.

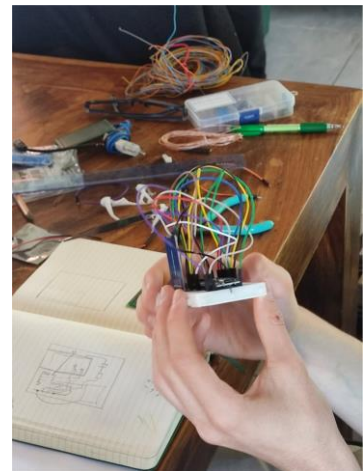


Au C'Space ce n'est donc pas la mécanique qui nous a posé problème, mais l'électronique.

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 et un module gps. Une carte Arduino Nano assure le traitement des données et 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 une autre pile 9V pour l'expérience.

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



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 passé, 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 Scall 2 DEVAIT permettre d'analyser la position de la fusée avec plusieurs moyens : par accéléromètre, par gps et altitude. Dans la théorie, on devait comparer les 2 résultats. Pour cela, nous avons contacté Marc Pollina de M3 Systems qui nous a prêté un module GPS u-Block. Malheureusement, il était trop gros pour la fusée et nous n'avons pas pu l'insérer. Nous avons donc essayé d'intégrer un gps BE-280.



Le baromètre bme/bmp 280 ainsi que l'accéléromètre MPU 960 devaient être montés sur des plaques pcb.

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 en urgence, sur des plaques à trous, les composants ce qui a représenté 180 connexions pour les 2 projets.

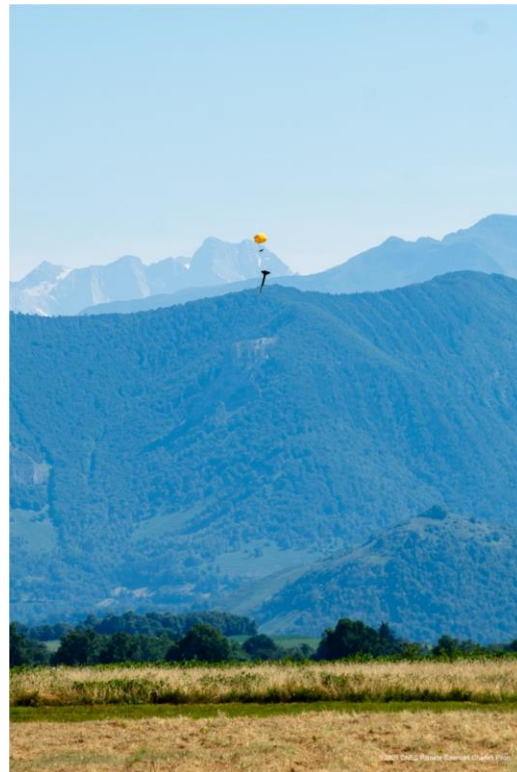
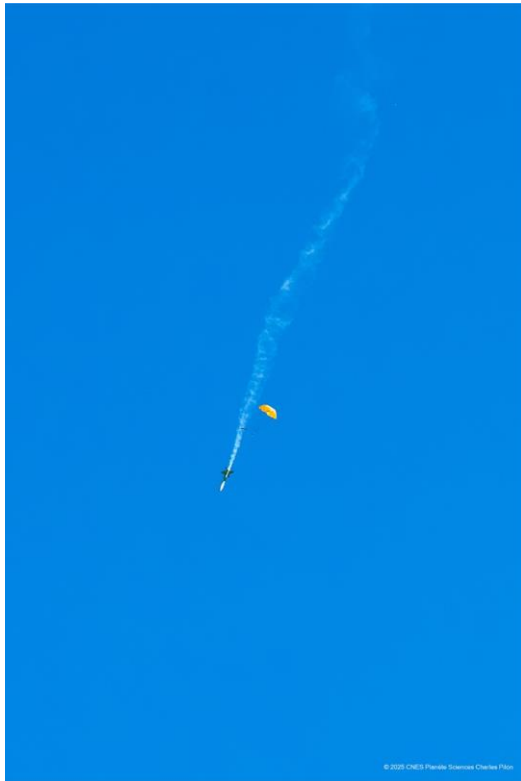
Le deuxième problème a été le baromètre. Ce capteur est identique à celui que nous avons utilisé l'an passé dans notre fusée Scall 1 et pourtant, malgré tous nos efforts et ceux de la debug team qui, jour après jour s'est arraché les cheveux pour comprendre le problème : le bme n'a pas voulu fonctionner. A ce jour, c'est encore un mystère non élucidé. Ensuite c'est le gps qui ne voulait pas fonctionner. Après de nombreux efforts, nous avons appelé la debug team. Dès qu'ils sont arrivés, ils ont dit : « Ah, ce gps ! Il ne marche jamais ici celui-là ». Ils ont essayé de la faire marcher dans succès. Il nous restait que l'accéléromètre et la carte SD. Cela a pris un temps monstrueux de faire fonctionner ces 2 éléments ensemble car soit les données étaient incohérentes, soit rien ne s'écrivait sur la carte SD, soit le MPU ne s'activait même pas.

Après de nombreuses heures, la fusée était prête pour le vol.

Le Vol

Scall 2 s'est élevée dans le ciel Tarbais à 17H09 et 43 secondes, le 9 juillet. La chronologie s'est déroulée sans accroc et la fusée s'est élevée dans le ciel. Le parachute s'est ouvert et la fusée est redescendu tranquillement grâce au parachute Loki. Alors que le vol était magnifique et que les vidéos allait être incroyables, Arthur qui était chargé de filmer le vol nous a dit qu'au moment de lancer la vidéo, son portable n'avait plus de stockage.

Coup dur pour l'équipe qui a dû attendre les photos et vidéos des photographes professionnels dont voici quelques exemples :



Le vol a été nominal et nous étions ravis. Ce fut un moment très fort pour nous, surtout au moment de la récupération où pour la première fois, aucune pièce de la fusée n'était cassée !!! Un exploit pour nous.

Au niveau de l'analyse, les soucis ne se sont pas arrêtés. En effet nous avons récupéré la carte SD et nous avons récupéré des valeurs d'accélération. Étrangement, un palier à 2 G est atteint pendant plusieurs secondes. Nous venions de découvrir (un peu tard) que les accéléromètres ont des brides, et là où un accéléromètre est bridé de base à 2 G, le Pro 24 6G délivre donc 6G d'accélération, et pas 2. Cette erreur de débutant nous a bien fait rire, mais pas sur le coup en revanche. Nous sommes toujours en train d'essayer de trouver un moyen de combler le manque de donnée avec les datasheets des propulseurs, des vidéos.

Conclusion

Scall 2 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 mais les multiples problèmes nous ont démoralisés sur cette deuxième 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 contents d'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 »

