



Rapport de fin de projet Saphir MF41



INSAerospace



I. Projet.....	2
A. Objectifs.....	2
B. Mécanique global de la fusée.....	2
C. Système de récupération.....	3
D. Le Séquenceur.....	4
1. Composants principaux.....	4
2. Chronologie de fonctionnement du séquenceur.....	4
a) Etat 1 et 1bis.....	4
b) Etat 2.....	4
c) Etat 3.....	4
d) Etat 4 et 4bis.....	5
3. Le circuit.....	5
E. Expérience.....	5
II. Contrôle C'space.....	6
III. Lancement.....	6
IV. Conclusion.....	7

I. Projet

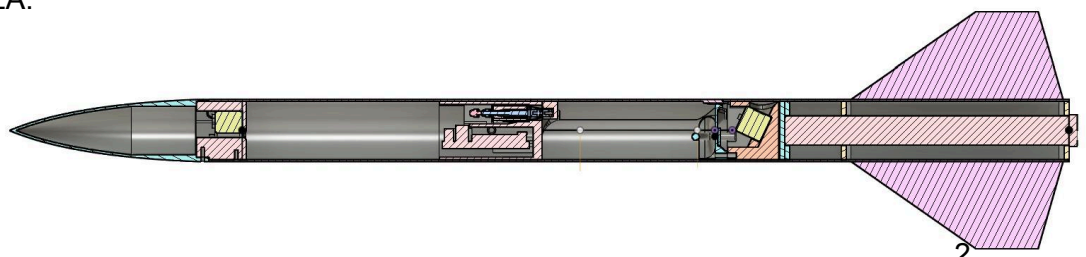
A. Objectifs

Le projet Saphir (MF41) consiste en la réalisation d'une mini-fusée à destination du C'Space 2025. L'objectif principal de ce projet est de faire découvrir l'expérience C'Space à l'association INSAerospace, association de Rocketry de l'INSA Hauts-de-France, grâce à une petite équipe, afin d'y avoir suffisamment d'expérience pour y revenir avec plus de membres l'année suivante.

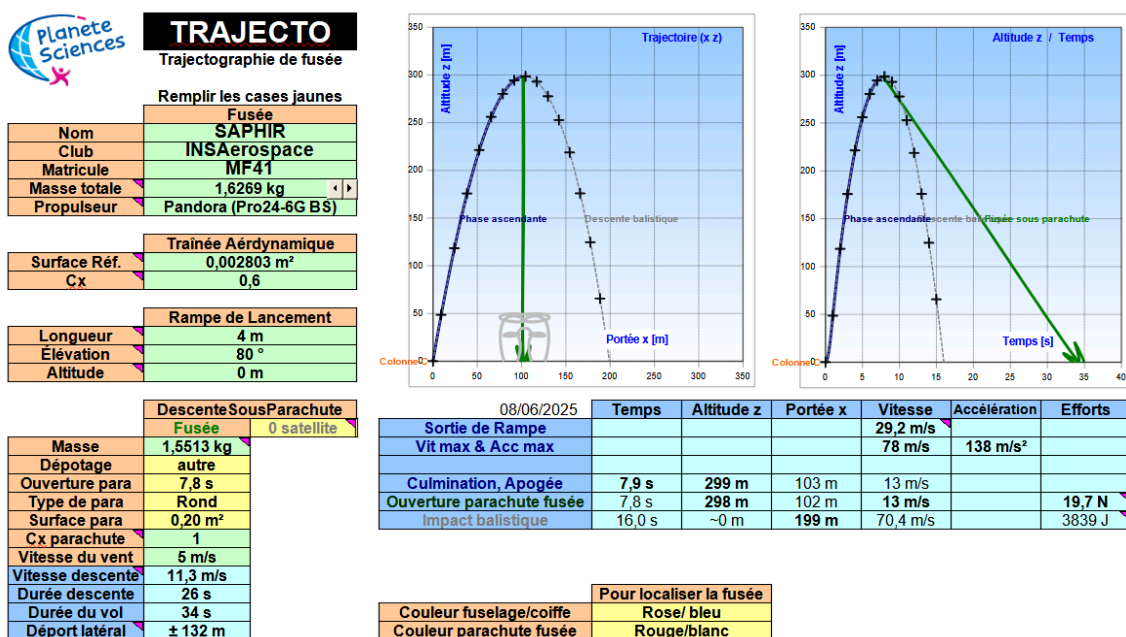
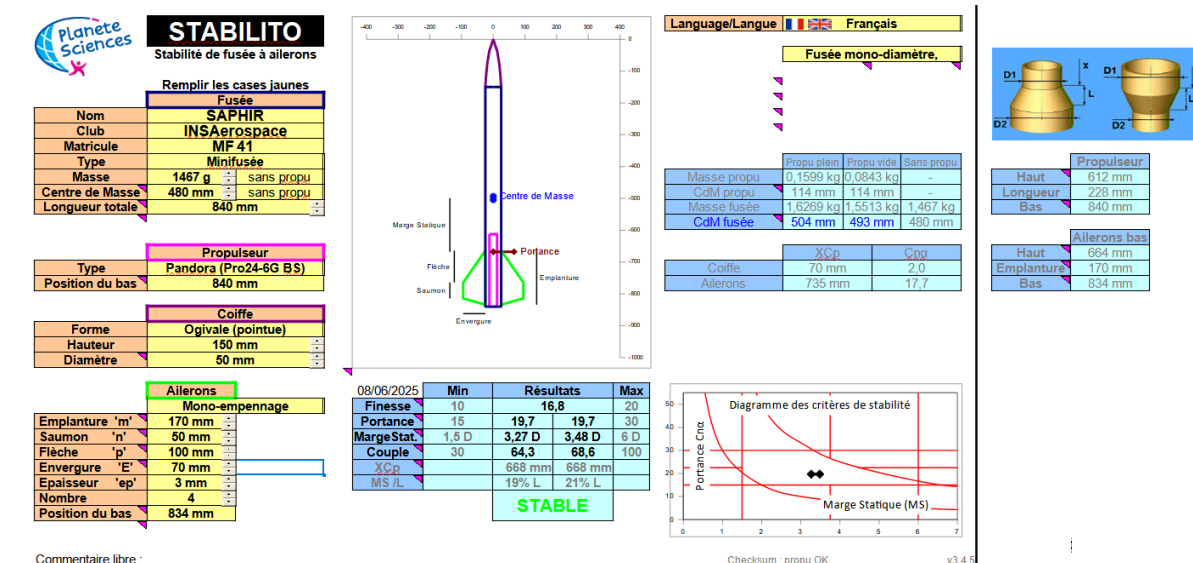
Outre les objectifs globaux du projet, la mini-fusée Saphir porte bien entendu elle-même des objectifs. Ceux-ci restent modestes, et consistent simplement à effectuer un vol nominal en déclenchant correctement son système de récupération à l'apogée prévue, ainsi qu'en la réussite de ses expériences embarquées. Réussite traduite par la récupération et l'interprétation des données récoltées.

B. Mécanique global de la fusée

Saphir est une mini-fusée de 840 mm de long pour 50 mm de diamètre présentant une masse globale d'environ 1.5 kg. On remarque que notre fusées est très petite ce qui nous a contraint à l'alourdir avec environ 500g de plombs répartis dans la coiffe et la zone moteur. Ce qui nous a permis de choisir le centre de masse de la fusée. Le corps de Saphir est un tube en PVC, ses ailerons ont été découpés dans du Medium est directement intégré à la structure interne de la fusée qui maintient le moteur grâce à des saignées faites sur le bas du corps. L'ogive et tous les racks internes contenant : séquenceur et expérience ont été imprimés en PLA.



Ses caractéristiques globales nous donne un stabtraj stable comme ci-dessous:



C. Système de récupération

Le système de récupération de Saphir comprend une trappe, présente sur le côté du fuselage. Cette trappe est par défaut repoussée par un système d'aimants disposés avec deux même pôles se faisant face (les aimants agissent ainsi comme des ressorts). Afin de bloquer le système fermé, et de l'ouvrir grâce au séquenceur, on trouve la présence d'un solénoïde, faisant office de goupille de retenue.

Derrière cette trappe se trouve le parachute de la fusée, attaché au fuselage, ainsi qu'à la trappe.



L'objectif: à l'apogée, le séquenceur déclenche le solénoïde, ce qui éjecte la trappe et tire le parachute à l'extérieur du fuselage.

D. Le Séquenceur

1. Composants principaux

Le séquenceur de Saphir est donc la partie électronique chargée de déclencher le système de récupération à l'apogée de la fusée.

Il comprend notamment pour cela un microcontrôleur Arduino Nano, un baromètre BMP280, une sortie pour une LED RGB, une sortie pour le solénoïde, une sortie pour le jack indiquant le départ de la fusée, une autre pour l'ouverture manuelle de la trappe (utile pour charger le parachute), ainsi qu'une entrée +12V pour la batterie.

Afin d'éviter tout problème de surtension à cause du solénoïde, notre séquenceur comprend une diode de roue libre intégrée.

Le solénoïde est activé grâce à un mosfet IRF9540N, lui-même déclenché par l'arduino via un transistor 2N2222.

2. Chronologie de fonctionnement du séquenceur

a) Etat 1 et 1bis

Initialement branché au jack (qui fait office d'interrupteur fermé), le séquenceur n'est pas en capacité de faire quoi que ce soit, si ce n'est afficher son bon état de marche via la couleur rouge constante sur la LED (Etat 1), où l'on peut alors ouvrir manuellement la trappe via un bouton manuel présent sur l'extérieur de la fusée.

À l'allumage du séquenceur, il peut aussi indiquer un problème d'initialisation via un clignotement rapide en rouge sur la LED.

b) Etat 2

Une fois le jack débranché (indiquant le départ de la fusée), le séquenceur affiche du vert constant sur la LED, indiquant l'état "décollage", état qui n'est pas en capacité de déclencher l'ouverture du parachute, et où l'ouverture manuelle n'est plus possible. Cet état dure précisément le temps prévu par stabtraj avant apogée, moins 2 secondes.

On notera que rebrancher la prise jack repasse le séquenceur à l'état 1.

c) Etat 3

Arrivés 2 secondes avant l'apogée théorique, le séquenceur indique être passé dans ce nouvel état en affichant une LED verte clignotante. Dans cet état, le séquenceur est en capacité de déclencher le système de récupération s'il capte une redescende d'un certain delta d'altitude via le baromètre.

Cet état dure précisément 4 secondes (et est donc à ± 2 secondes de l'apogée théorique, en accord avec le cahier de charges). Passé ce délai (apogée théorique + 2 secondes), même si le séquenceur n'a pas déclenché via les données du baromètre, il est contraint de déclencher par sécurité le système de récupération.

II. Contrôle C'space

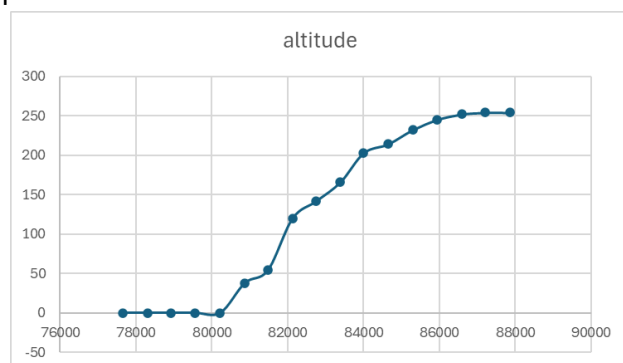
Nous sommes arrivés au C'space avec la fusée terminée à 90%, avant de passer les premiers contrôles nous avons terminé l'intégration de l'expérience et l'installation du traceur GPS expérimental développé par l'entreprise Silicdyne . Nous avons eu du mal à nous qualifier directement à cause de problèmes de contraintes mécaniques sur la porte ainsi que des soucis de parachute trop rigide . Après avoir trouver des solutions nous nous sommes qualifiés et préparés à lancer .



III. Lancement



Saphir a été lancé en zone minif le jeudi 10 Juillet à 10 h 36. Au décollage la trajectoire de sa Saphir est nominal, après $T+1,1s$ le moteur Pro 24-6G a terminé sa phase de combustion la fusée continue de montée en altitude est atteint une apogée approchant les 250 m d'altitude. Voici les graphiques calculés par mesures inertielles ce qui implique une marge d'erreur probable.



Au bout de $T+9,9s$ notre séquenceur s'est déclenché 2 sec après notre apogée théorique.

Ceci signifie que le parachute s'est déployé grâce au délai de déclenchement mis en route par la prise jack accroché au pas de tir.

Notre parachute est correctement déployé et ouvert. Ainsi la fusée est redescendue sous son parachute rouge intact . Félicitations à la team Saphir pour ce vol nominal !

En chiffre notre Saphir c'est :

Masse : 1475g

Diametre externe : 50 mm

Taille : 84mm

Apogé calculé : 250m

Vitesse maximal calculé : 70 m/s

Après avoir récupéré la led d'état du séquenceur qui nous indique que le parachute a été déployé suite au délai maximum autorisé et non par notre détection d'apogee. De plus la led d'état de notre expérience nous a indiqué que notre IMU n'as pas fonctionné et l'enregistrement de nos données a été également perturbé par une déconnexion de celle-ci à cause de l'accélération . Nous avons donc pu récupérer des données inertielles grâce au traceur GPS expérimental dans notre fusée.



IV. Conclusion

Finalement, le projet Saphir aura été intéressant à développer et à réaliser par notre équipe. Beaucoup de choses nous ont été apprises durant toute l'année ainsi que durant la semaine au C'Space. Nous sommes retournées dans notre école avec de nombreuses idées de projets à mettre en place pour les prochaines années. Ce vol nominal conclût de manière heureuse cette première participation au C'Space, qui ne sera pas la dernière.