

Projet de Mini-fusée :
Disco-Rocket
Rapport de vol



Année 2023-2024

Grégoire CHABROL

Pauline REIMER

Pierre-Marie CHIPAULT

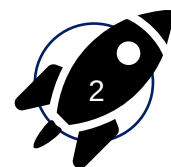


Sommaire

1. Introduction	3
2. Objectif	3
3. Equipe	3
4. Planning	4
5. Conception	4
6. Description mécanique	5
7. Description électronique et programmation	6
8. Déroulement du vol	7
9. Résultats	8
10. Conclusion	8

Table des figures

Fig1. Illustration parachute	4
Fig2. Corps de la fusée	5
Fig3. Composants électriques	6
Fig4. Expérience	6
Fig5. Décollage	7
Fig6. Trajectoire	7
Fig7. Phase de qualification	8
Fig8. Premiers schémas de conception	14
Fig9. Conception finale	15
Fig10. Stabtraj	15
Fig11. Schéma électrique	16



Fort de l'expérience acquise pas le club de l'école d'ingénieur Icam site de Strasbourg-Europe avec les Cansats en 2019 et 2023, la fusée expérimentale Stork One en 2021 et la préparation en cours de Stork Two (non qualifié lors du C'Space 2023) et Stork Three, et inspiré par le lancement nocturne d'une minif lors du C'Space 2023, nous avons décidé de réaliser une minif qui serait tirée de nuit. Nous avons adoré le spectacle lumineux et aimerions faire encore mieux !

Dans le cadre de projets étudiants pour les étudiants en erasmus, nous avons décidé de leur confier la conception et la réalisation de cette nouvelle fusée cette année. Cependant, les étudiants ne faisant qu'un semestre parmi nous, l'équipe va changer au cours du temps. Nous avons donc décidé qu'un projet de mini fusée serait plus approprié car la passation sera moins complexe que pour une fusex.

2. Objectif

L'objectif de notre minif est de rayonner un maximum dans le ciel étoilé du C'Space!

Pour cela, nous avons installé une boule à facette dans le haut du corps de la fusée dont le corps est transparent.

Nous avons intégré un capteur de pression pour changer la couleur des diodes en fonction de l'altitude à la montée, puis passer en mode full disco (toutes les couleurs mélangées par intermittence) lors de la descente.

Pour maximiser le spectacle et la visibilité, il était également envisagé de fixer des bandes de diodes sur le parachute. Cela a grandement dépendu de l'espace qui nous restait à l'intérieur de la minif une fois le reste de l'électronique installé.

3. Equipe

C'est une équipe "tournante" sur ce projet avec comme leader Grégoire Chabrol (le seul à rester tout l'année dans l'école 😊 car c'est un enseignant ! En parallèle de l'organisation il travaille sur la partie électronique), Pauline Reimer (étudiante Erasmus sur le premier semestre, en charge de la conception mécanique), Paula Martinez Sanchez (qui nous rejoint au second semestre pour prendre la suite de Pauline), Pierre-Marie (arrivé fin mai pour reprendre le projet pendant la période de son stage), sans oublier notre guide en conception mécanique, de par son expérience en fusex, Fabio Detomaso.



4. Planning

- Septembre : définition des fonctions de notre minif
- Octobre : Première ébauche de CAO et première liste de composant
- Novembre : achat des premiers composants (électronique et corps de la minif)
- Décembre : 1er prototype de la minif + test des composants sur breadboard
- Janvier : programmation des composants + 1er prototype de système disco
- Février : 1er prototype de système de déploiement du parachute
- Mars : Prototype de parachute + système disco fonctionnel
- Avril : corps de la minif complet et prêt à recevoir les composants
- Mai : Intégration des composant + test de déploiement du parachute
- Juin : tests de qualification de la minif
- Juillet : Décollage de la fusée au C'Space

5. Conception

Une première ébauche de conception se trouve en annexe 1.

La conception finale se trouve en annexe 2.

Une première estimation de la stabilité et trajectoire de la minif se trouve en annexe 3.

Nous optons pour un parachute rond afin de se rapprocher d'une forme de méduse, comme illustré à gauche sur la figure suivante, accompagné à droite d'une illustration générée par stablediffusion pour permettre de visualiser le résultat final.



Fig1. Illustration parachute

6. Description mécanique

Matériaux et structure

Le corps de la fusée a été fabriqué à partir d'un tube en plexiglass pour permettre un meilleur visuel de l'expérience durant le vol et illuminer le ciel étoilé du camp militaire de GER. Nous avons également utilisé des bagues de centrages et de poussée en aluminium pour résister aux contraintes exercées par le propulseur. Enfin, nous avons imprimé des pièces en 3D pour soutenir les composants électroniques.

Système de récupération

Initialement, nous avions prévu d'utiliser un parachute équipé de led cousues à la main, relié à un petit sac contenant la batterie. Cependant, ce système s'est avéré trop volumineux pour être logé dans la trappe de la fusée. Nous avons donc simplifié la conception du système de récupération en utilisant notre parachute de secours.

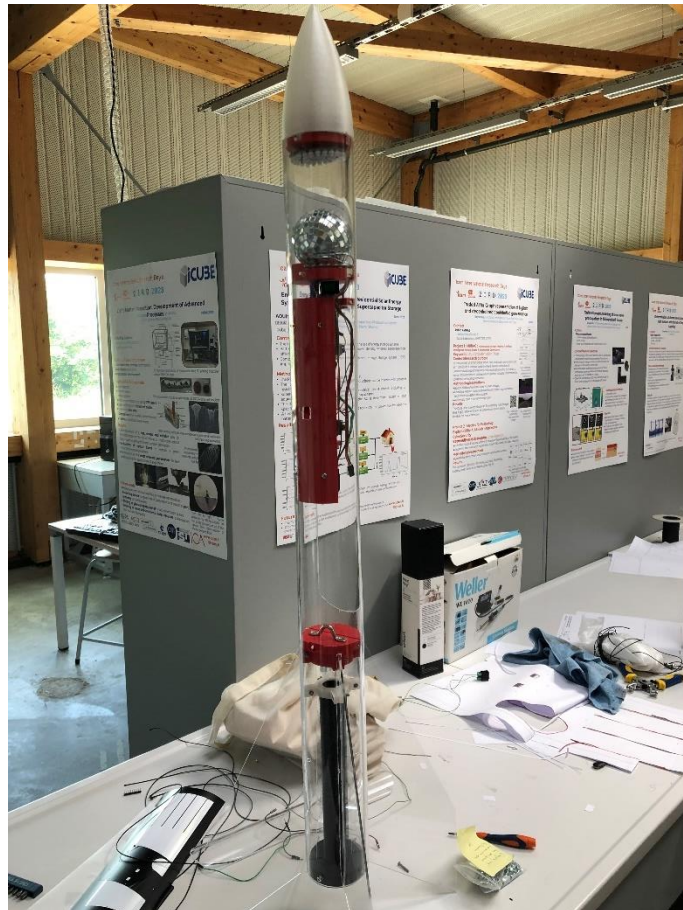


Fig2. Corps de la fusée

7. Description électronique et programmation

Composant électroniques

Nous avons utilisé un Arduino nano pour gérer l'ouverture de la trappe via une prise jack et un servomoteur. Il y avait aussi un Arduino Uno dédié à la partie expérimentale, équipé de deux anneaux led (24 et 44 led), un servo moteur auquel est accroché une boule à facette pour faire effet boule disco et d'un altimètre pour ajuster les couleurs des led en fonction de l'altitude. A partir de 100m d'altitude, la fusée passe en mode full disco, c'est-à-dire un mélange de toutes les couleurs par intermittence jusqu'à l'atterrissage.

D'après le Strabtaj réalisé au camp, la fusée devait atteindre son apogée à 6.1s et nous avons programmé le séquenceur à 5.5s, ce qui correspond au cahier des charges.

L'expérience

Notre expérience, comme dit précédemment, consistait à faire tourner une boule disco à l'intérieur de la fusée éclairée par des led de part et d'autre pour un rendu lumineux spectaculaire. Nous avons utilisé un altimètre pour faire varier les couleurs des led en fonction de l'altitude, c'est-à-dire, rouge entre 0 et 40m, bleu entre 40 et 80m et vert entre 80 et 100m puis mode full disco. Le schéma électrique se trouve en annexe 4.

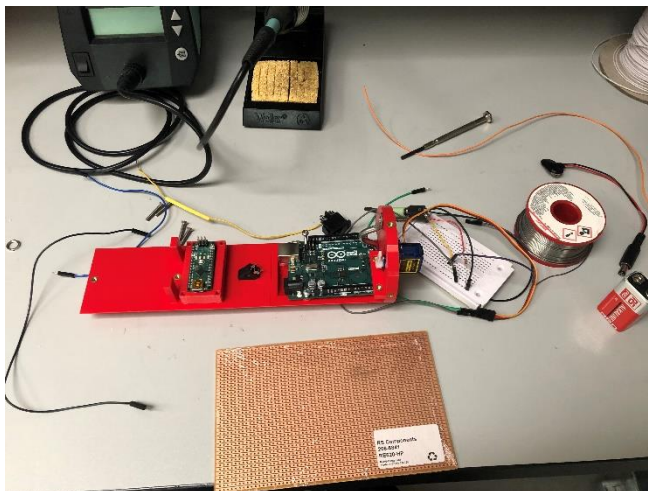


Fig3. Composants électriques



Fig4. Expérience



8. Déroulement du vol

Lancement

Le lancement de la DiscoRocket a eu lieu le mercredi 10 juillet à 23h18 après un léger retard dû à un problème technique en rampe. A la dernière étape de notre chronologie, lorsque nous avons appuyé sur l'interrupteur pour allumer l'expérience, rien ne se produisait. Après toutes les aventures que nous avons traversées avec cette fusée, nous avons dû faire face au dernier obstacle. Nous avons donc sorti la fusée de la rampe, nous nous sommes installés sur la petite parcelle d'herbes éclairée près de la rampe et nous avons cherché le problème qui semblait provenir de l'alimentation de l'Arduino se chargeant de l'expérience alors que celle-ci fonctionnait parfaitement avant le lancement.

5 minutes top chrono, je pensais tout d'abord que le problème venait du branchement de l'interrupteur qui aurait été impossible d'opérer car il aurait fallu désassembler la fusée. Nous avons allumé l'interrupteur pour nous aider à trouver le problème. Après analyse, le problème semblait provenir des batteries. Nous avons dévissé le boîtier des piles et en le bougeant, la boule à facette commençait à tourner, il y avait un faux contact, et finalement l'un des câbles d'alimentation avait lâché. Nous avons travaillé avec le matériel que nous avons à disposition : nos dents, pour dénuder les fils, on les a ensuite tressés, refermé le tout et remis en rampe près au décollage.

Trajectoire et performance

La fusée a suivi une trajectoire prévisible et a atteint une altitude maximale conforme aux simulations. Le moment fort du vol a été l'apparition d'une étoile filante au moment où la fusée atteignait son apogée et que le parachute se déployait. Peut-être un signe de reconnaissance de la part de la fusée, offrant un effet visuel impressionnant et une acclamation du public malgré les consignes incitant à garder le silence durant le vol.



Fig5. Décollage



Fig6. Trajectoire



9. Résultats

D'après le strabtaj officiel, nous devons atteindre 170m d'altitude et une vitesse maximale de 52m/s, selon les photos précédentes la fusée aurait atteint environ 140m d'altitude, car nous voyons bien ici, le rouge (0-40m), bleu (40-80m), vert (80-100m) et le mode disco qui est représenté ici par une lumière blanche car mélange de toutes les couleurs. Le vol a été nominal, le parachute s'est déployé avec un petit retard, car il s'est déployé peu après l'apogée. Petite surprise finale, en découvrant la fusée quasiment intacte après le vol sachant que le corps était en plexiglass.

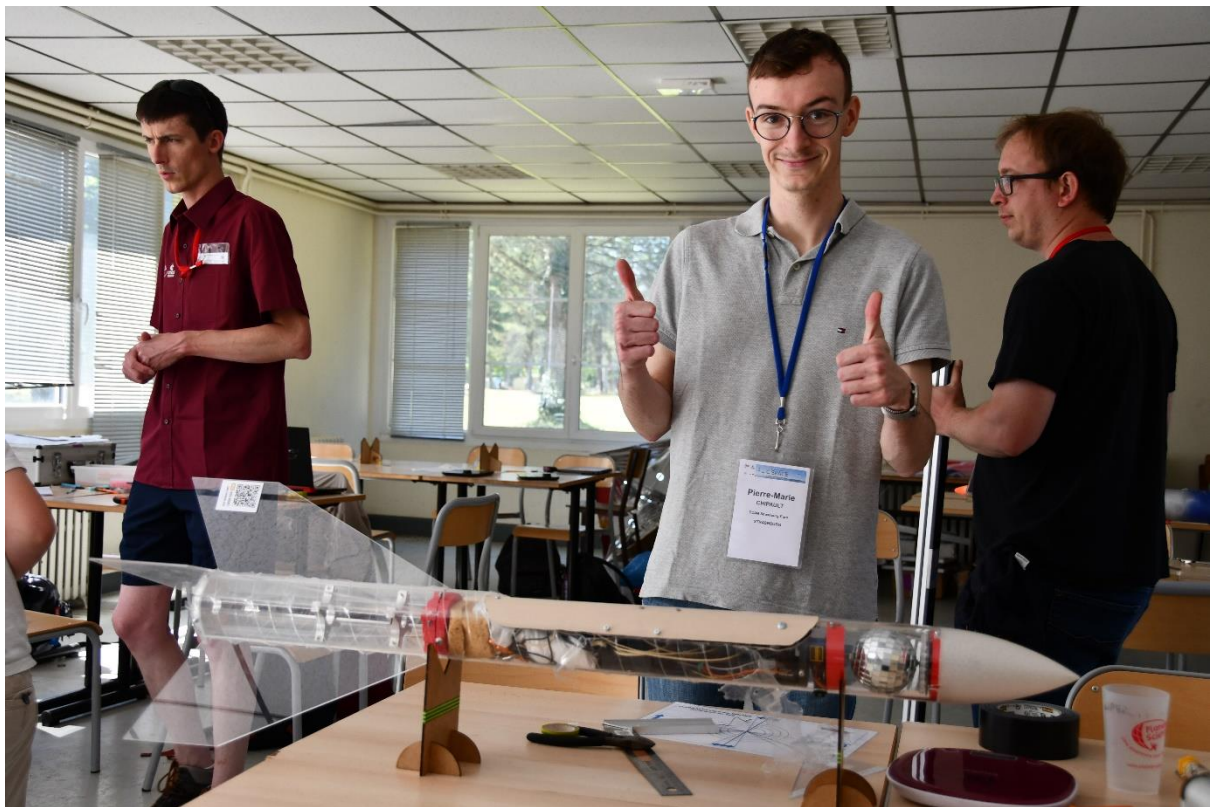
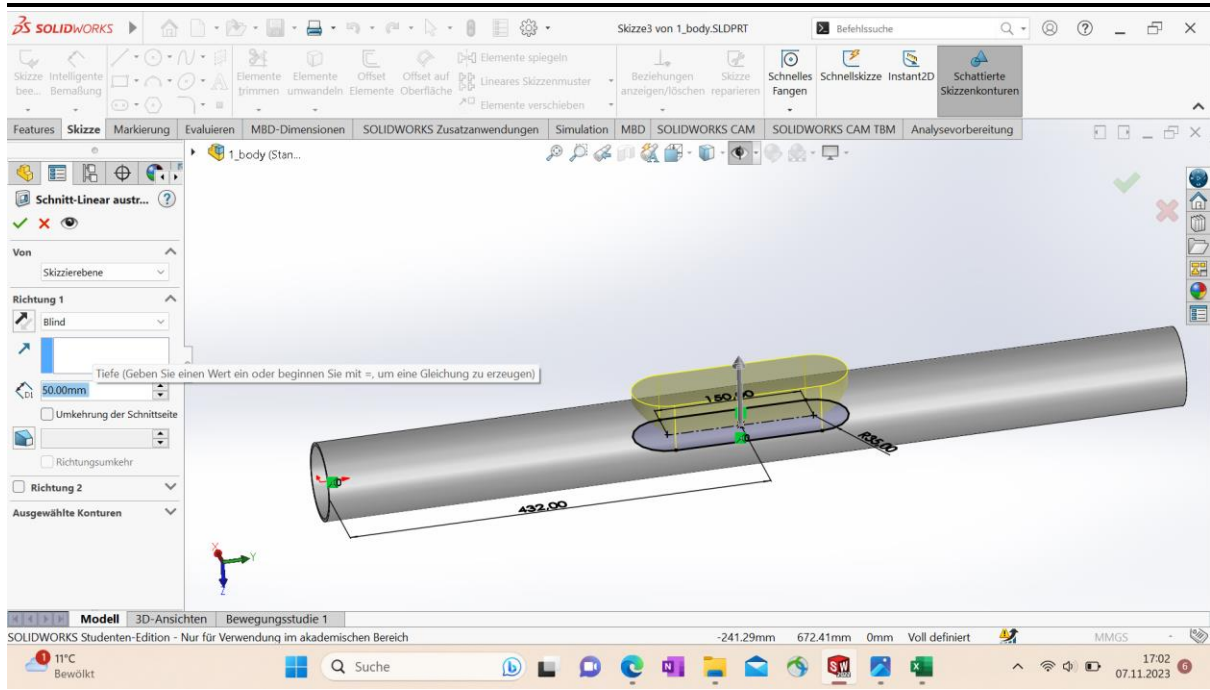
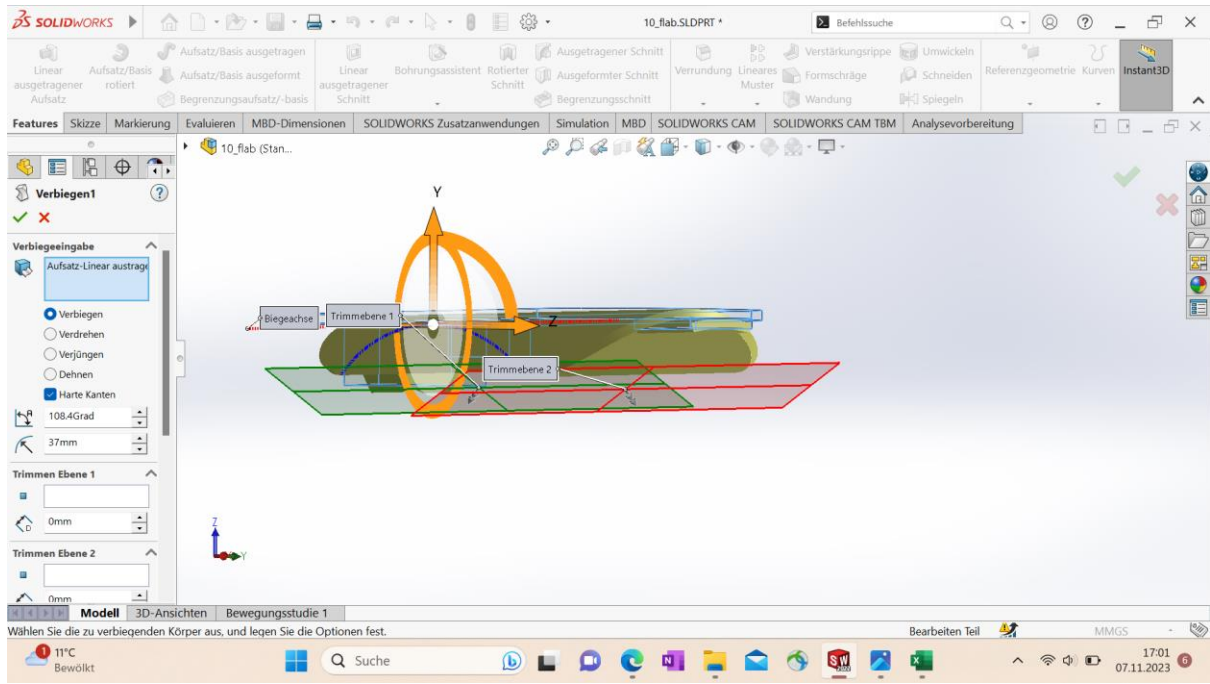


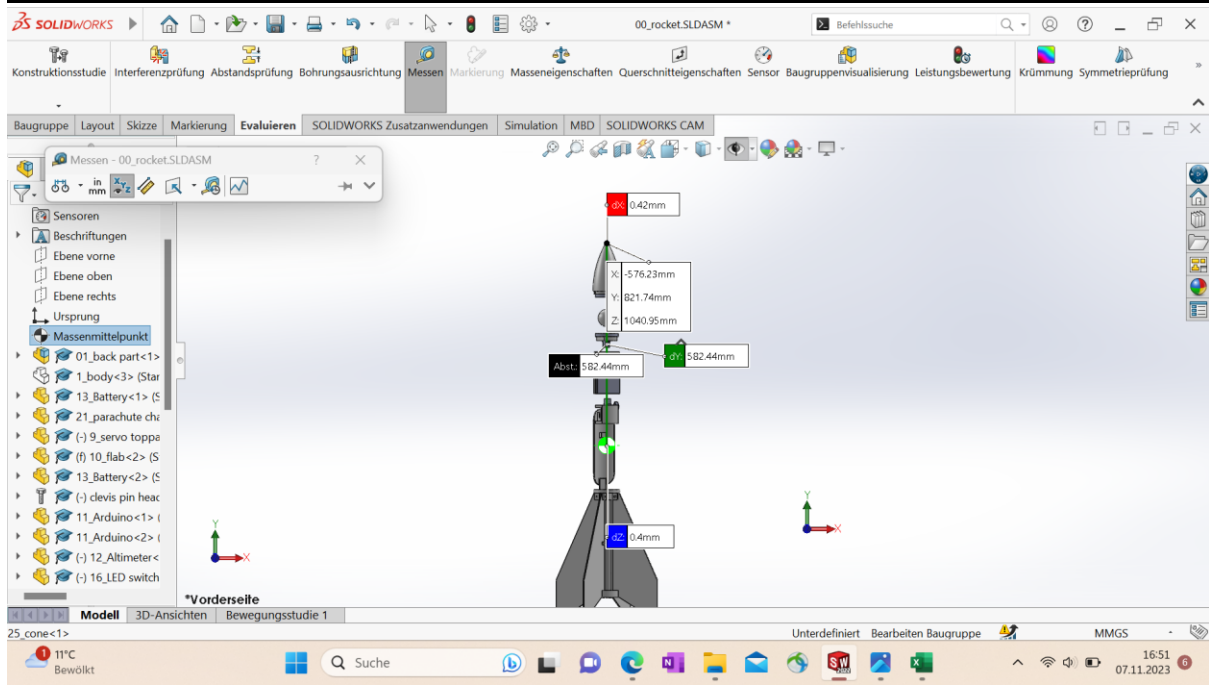
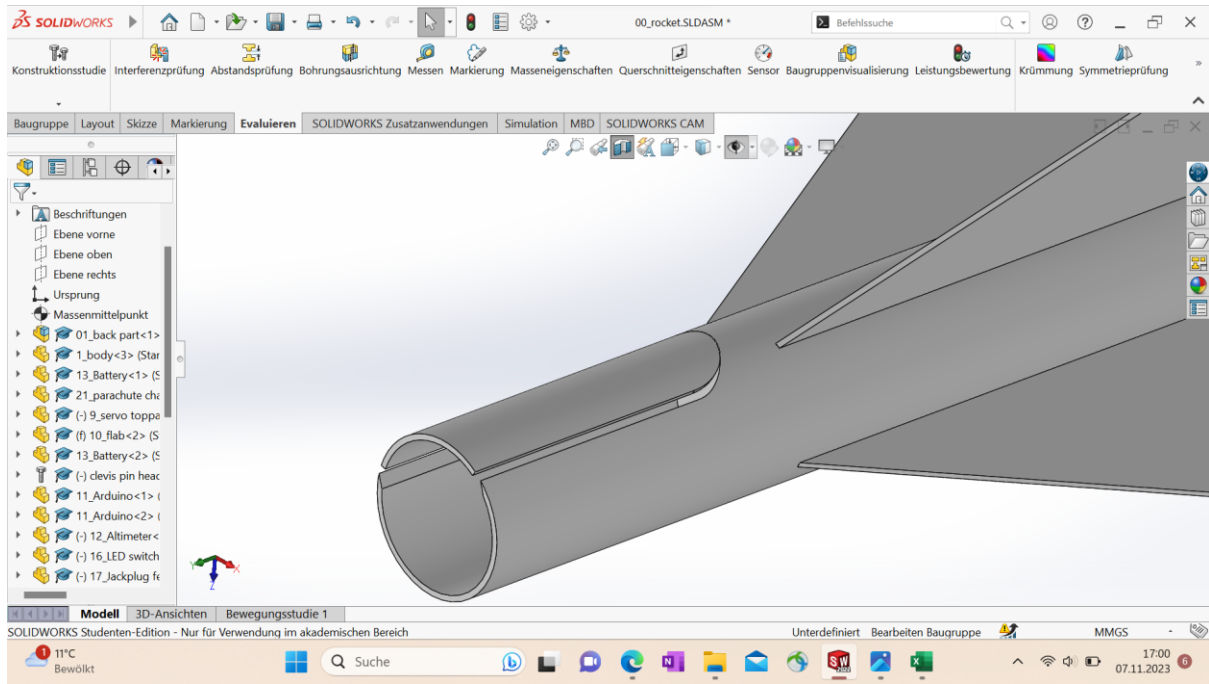
Fig7. Phase de qualification

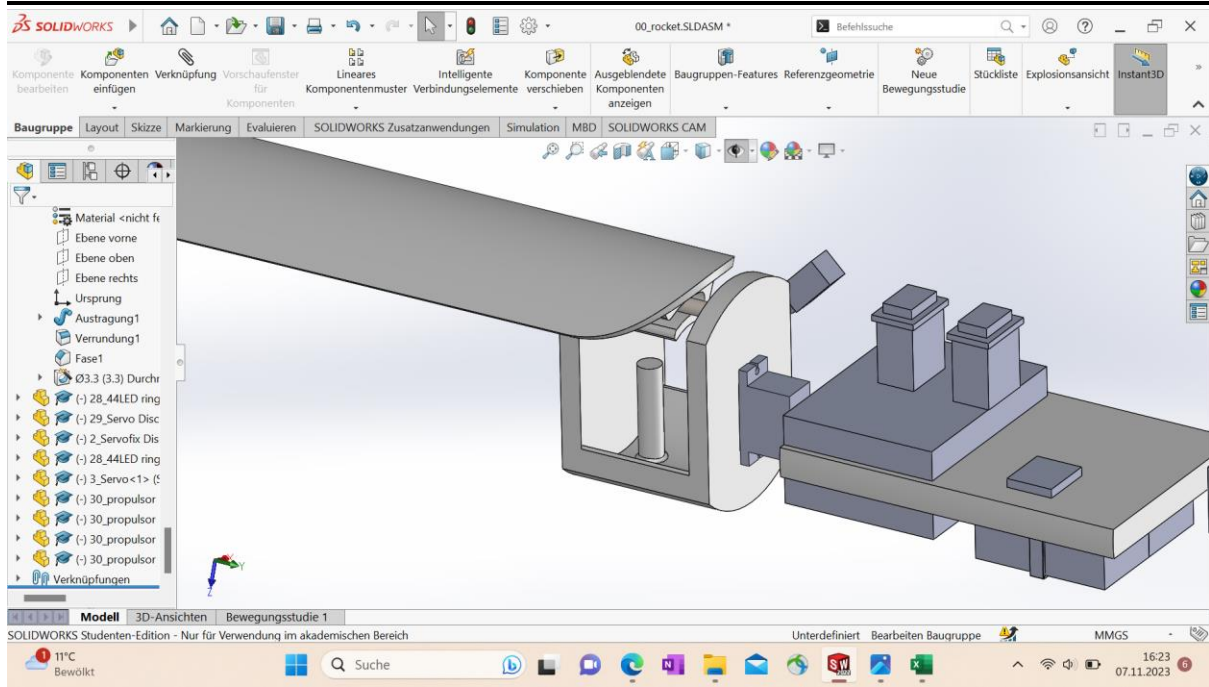
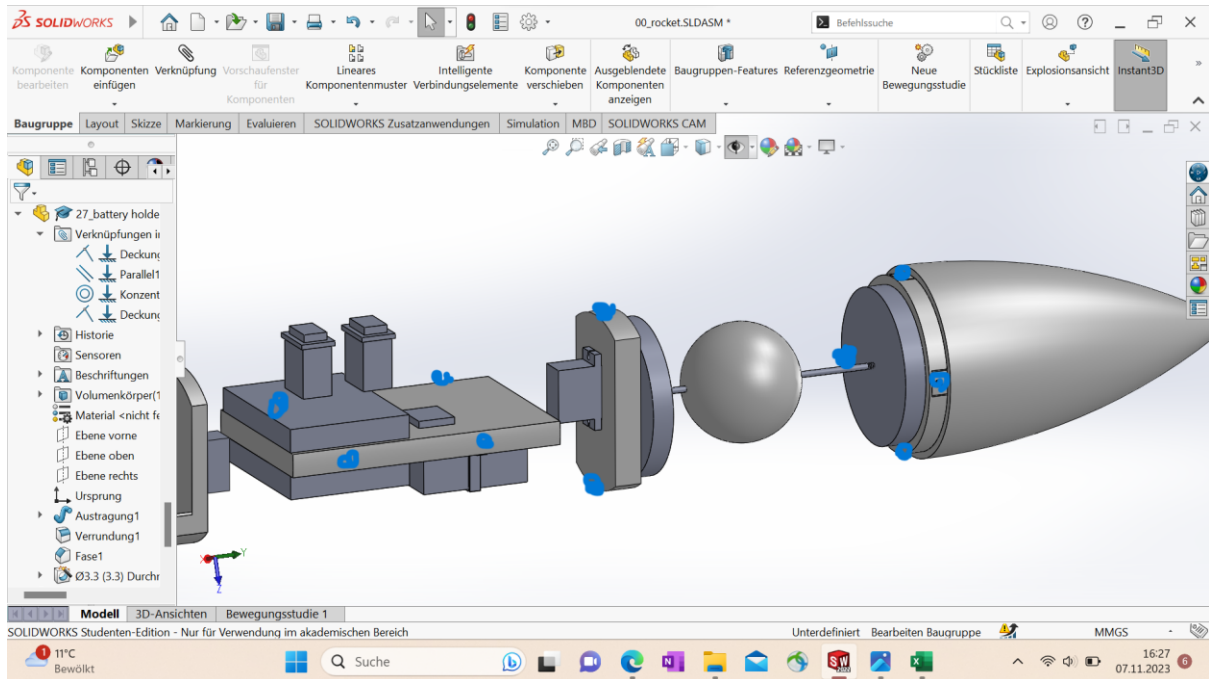
10. Conclusion

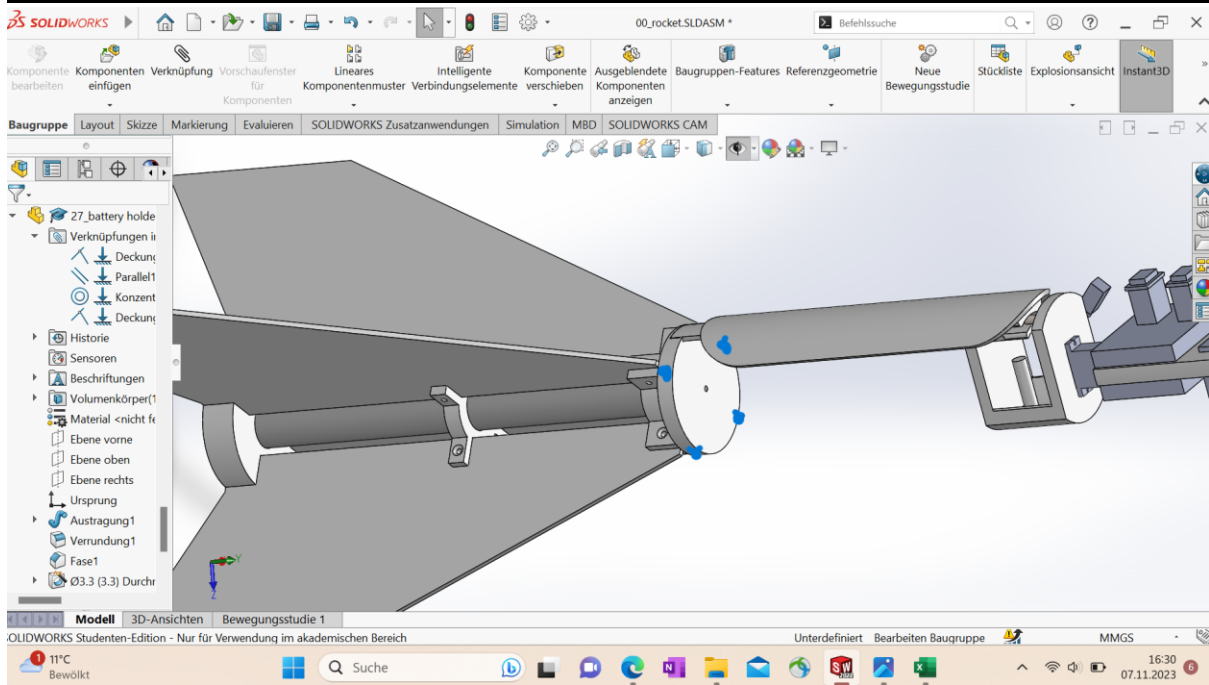
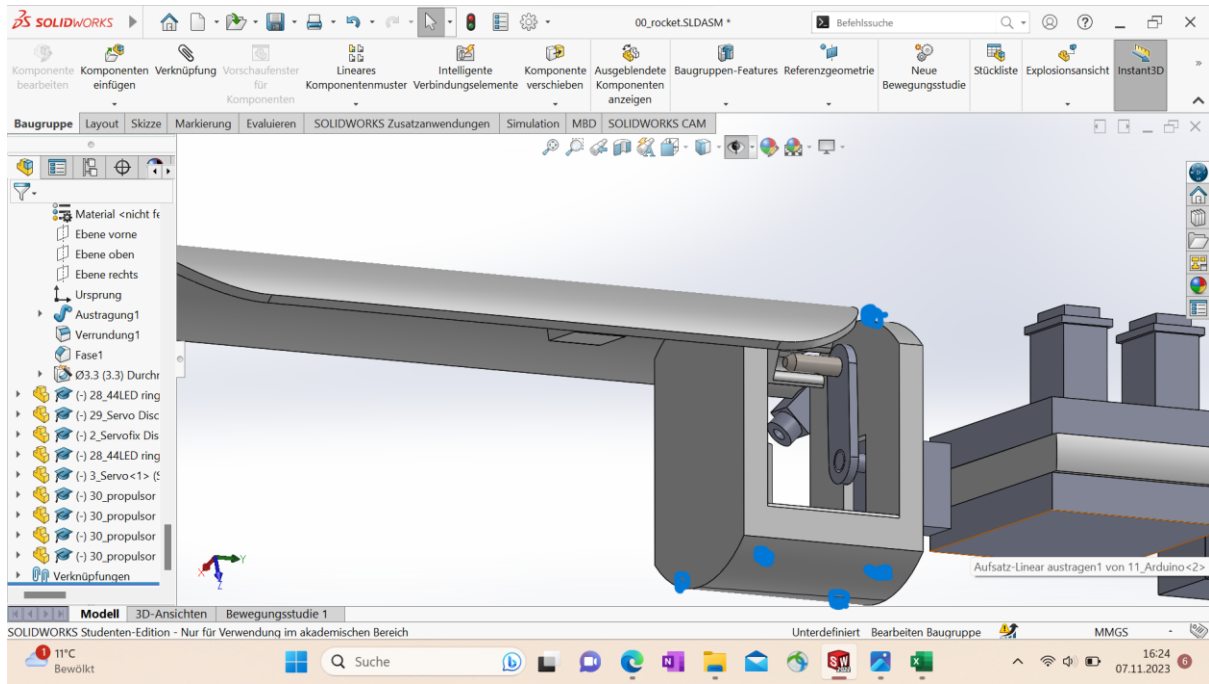
Nous tenons tout d'abord à remercier Planètes sciences et le CNES sans qui tout ça n'aurait pas pu se produire. Ce projet a été une expérience super enrichissante parsemée de bûches, mais nous avons réussi à tous les surmonter, pour un rendu plus qu'espérer.

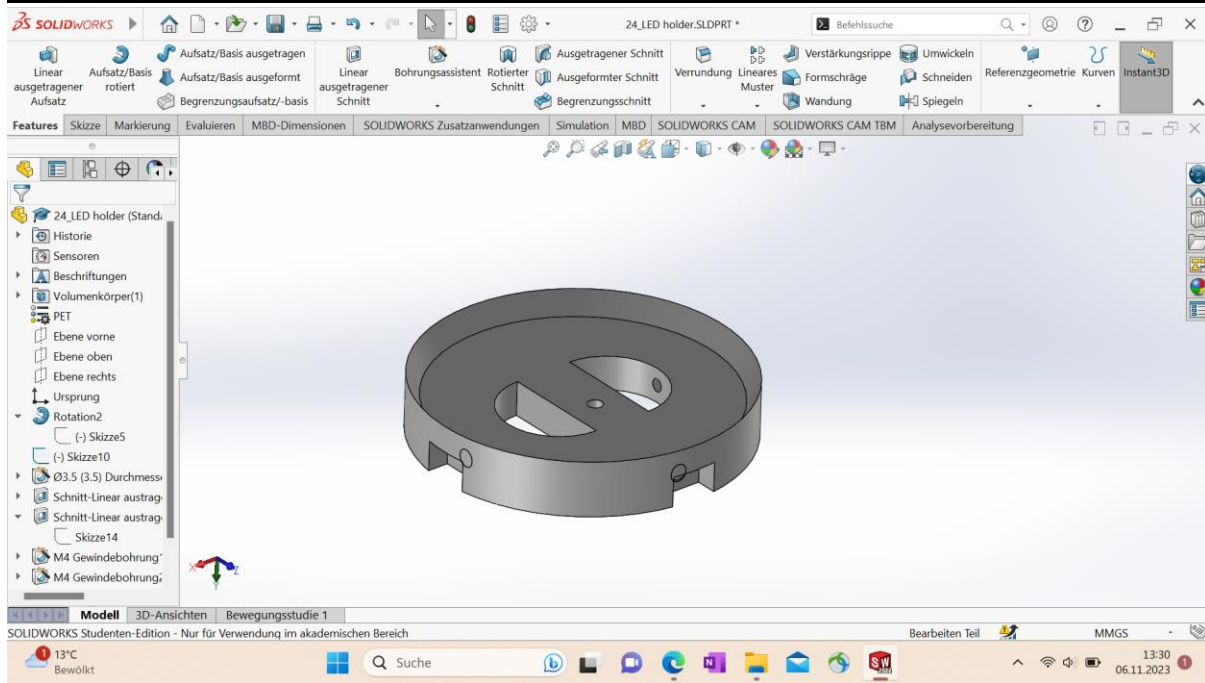
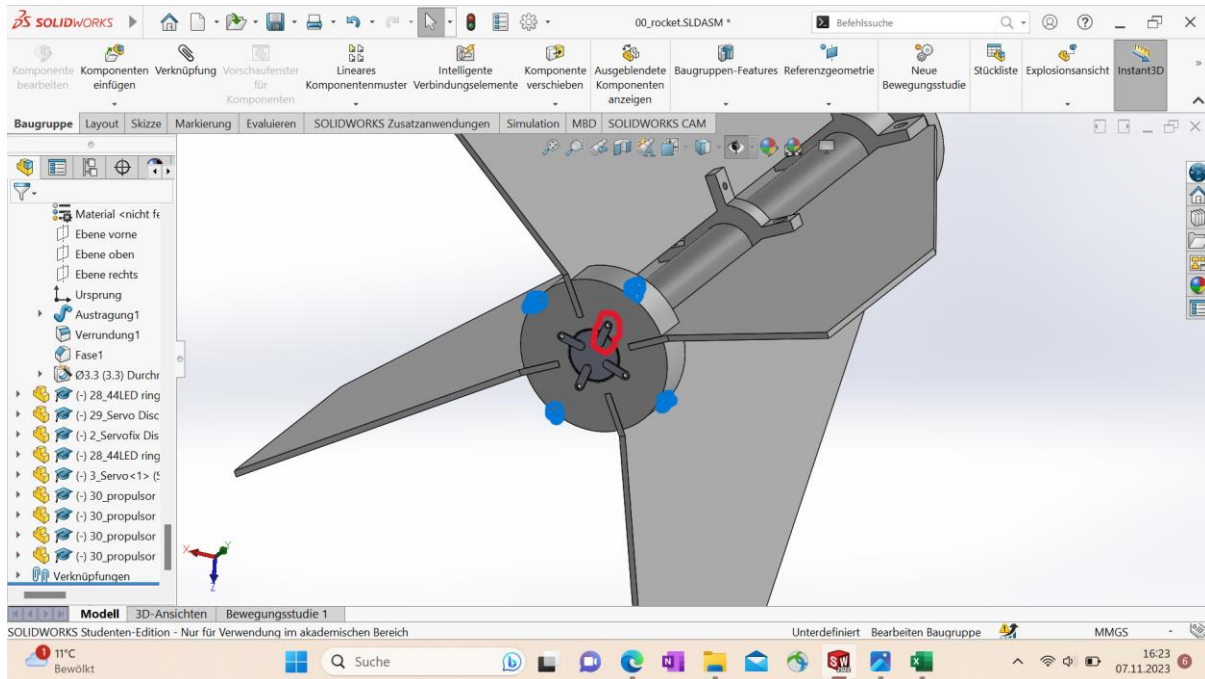
En prenant du recul, si ce projet était à refaire, on n'hésiterait pas une seule seconde mais nous aborderons l'expérience avec un autre angle. Pour que la partie soit un peu plus visible de loin pendant le vol, la programmation devrait être différente, il ne faut pas que toutes les couleurs soient mélangées en même temps mais plutôt mettre toutes les led de la même couleur et changer les couleurs à intervalle court et régulier avec un pannel de couleur très varié et opposé les unes aux autres (rouge → vert → violet → jaune → bleu → orange ...).











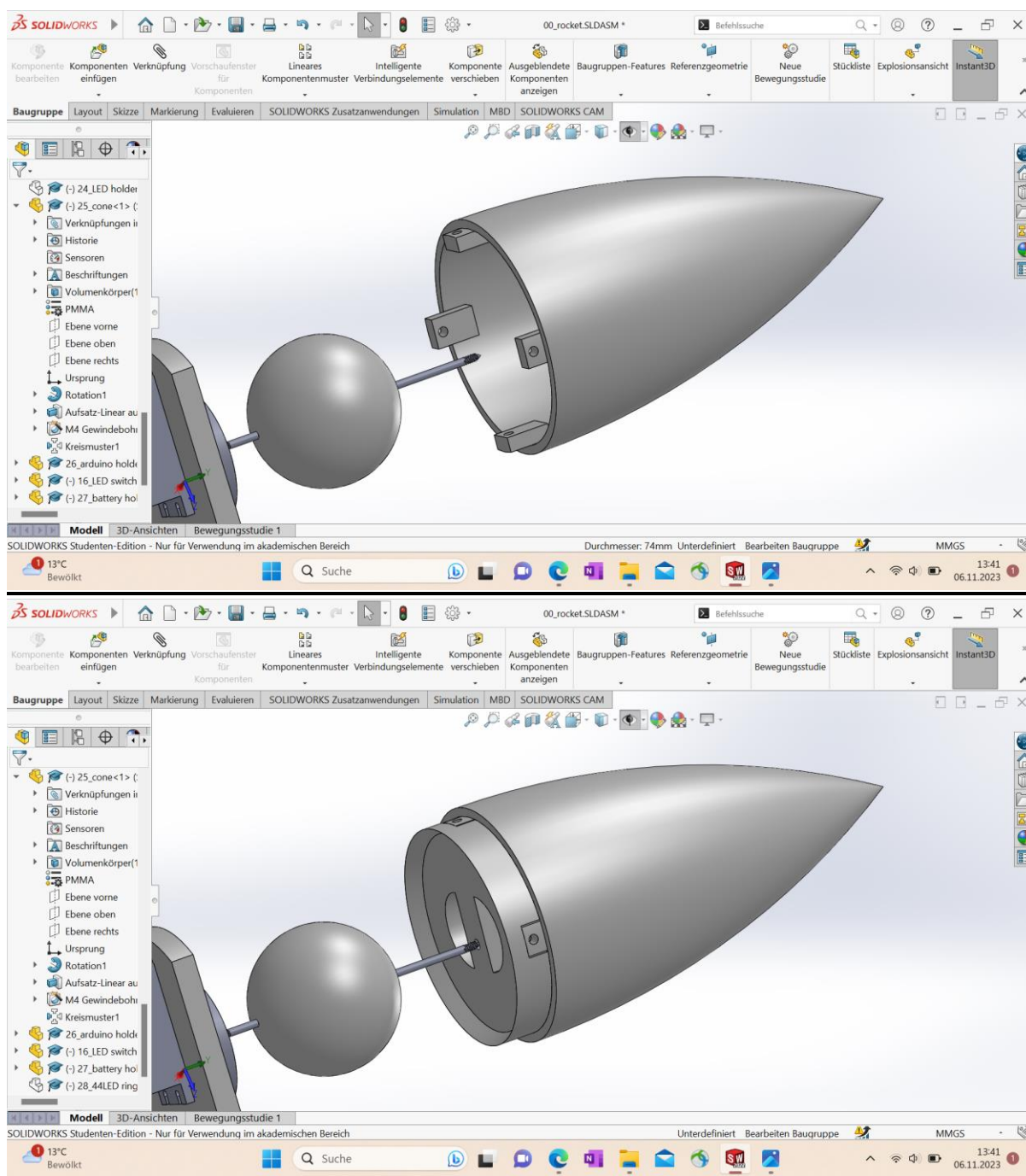


Fig8. Premiers schémas de conception

Annexe 2

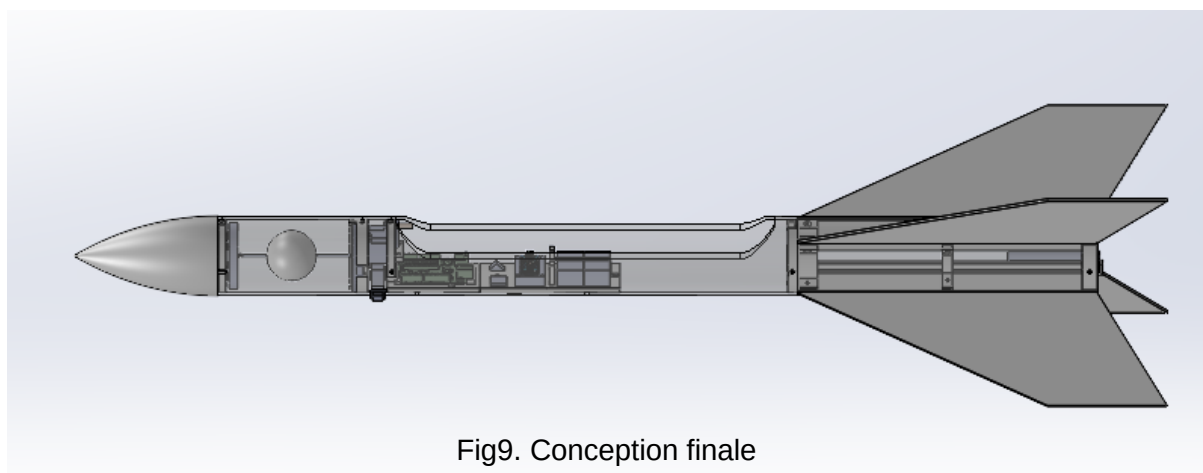
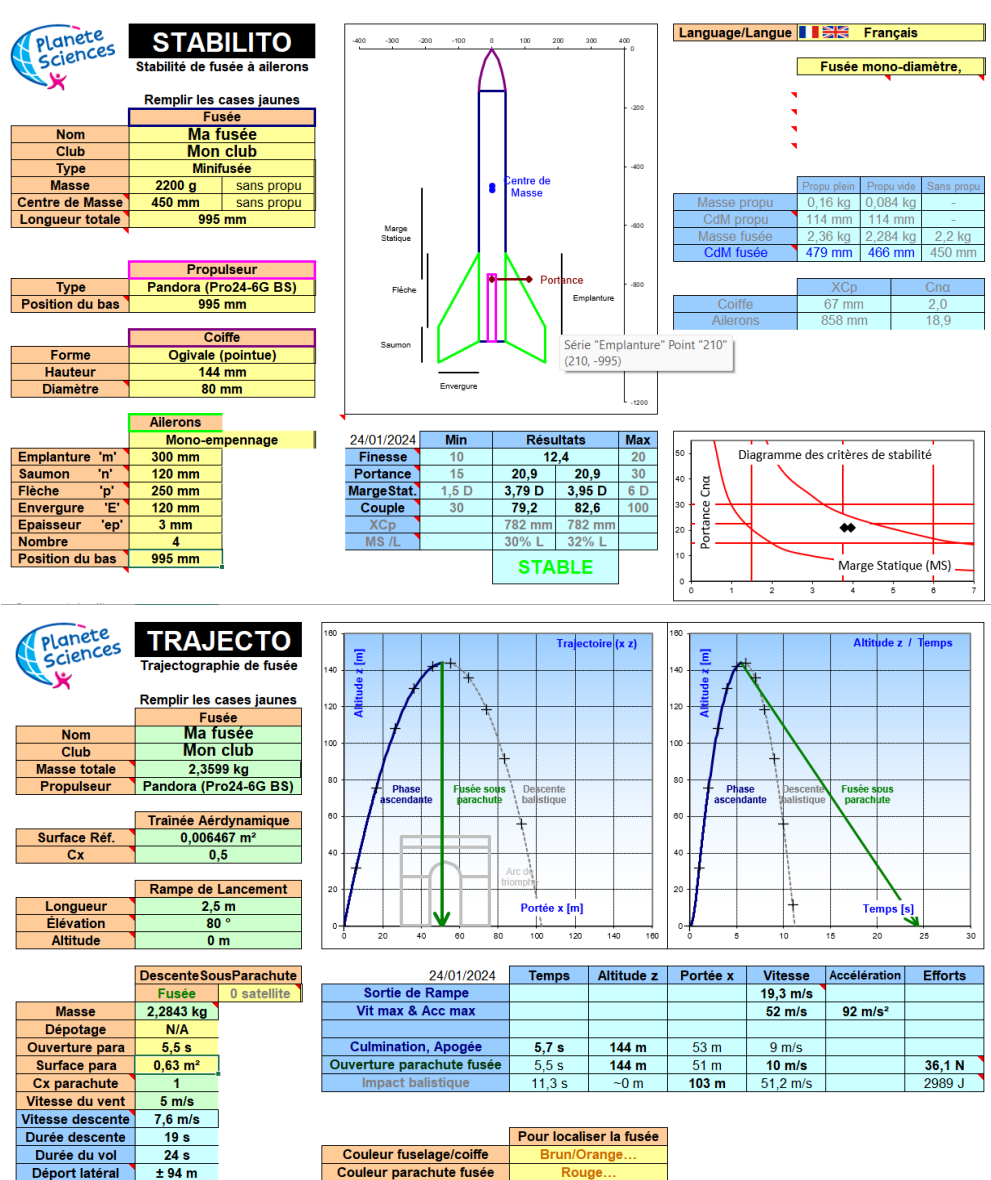


Fig9. Conception finale

Annexe 3



Commentaire libre :

propu OK
v3.4.2

Fig10. Stabtraj

Annexe 4

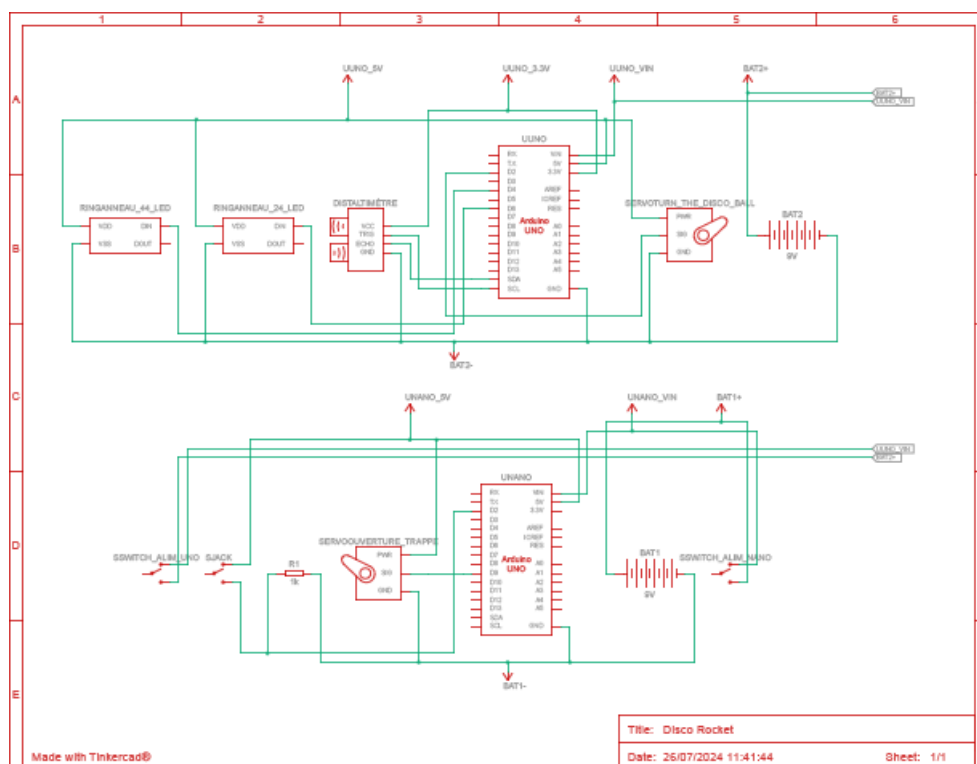


Fig11. Schéma électrique