

Mini-Fusée Neolyx

Rapport de projet

Année 2016-2017



Remerciements

Tout d'abord, nous aimerions remercier :

- L'association ESTACA SPACE ODYSSEY pour la mise à disposition du matériel, le suivi du projet par les membres du bureau, mais aussi les membres investis qui ont su nous aider lors de difficultés rencontrées,
- Notre école, l'ESTACA, pour le local ainsi que son aide financière pour la réalisation de notre projet. Nous tenons à remercier Monsieur FAUX, pour leur aide à la création de nos bagues en aluminium, ainsi que Monsieur MANGIN, pour la réalisation de nos impressions 3D,
- L'association Planète Sciences et le CNES pour l'organisation de la campagne de lancement C'Space et de leur suivi de projet,
- Le camp militaire du 1er régiment des hussards parachutistes de Ger, pour l'accueil et l'hébergement lors de la campagne de lancement,



Sommaire

1. Remerciements.....	2
2. Présentation de Neolyx.....	4
3. Gestion de Projet.....	5
4. Réalisation.....	6
A. Mécanique.....	6
B. Electronique.....	7
5. Stabilité.....	8
6. Conclusion.....	9
7. Annexe.....	10

Présentation de Neolyx

Le projet Neolyx a été lancé courant Août 2016 par Fabien Massenet et Marie Belveyre. Il s'agit d'une mini-fusée aux ailerons tubulaires dont l'expérience était de tester la stabilité de celle-ci. Elle s'inscrit également dans la case des fusées de formation, de nouveaux membres ont été formés : initiation à l'électronique, aux matériaux composites mais également aux machines d'usinages.

L'équipe se compose de 6 personnes:

- Sébastien Trameçon
- Matthys Lemaire
- Gauthier Bénech
- Pierre Congiu
- Fabien Massenet
- Marie Belveyre

Gestion de projet

Voici le planning suivi pour ce projet

Semaine/Tâche	01-nov	14-nov	21-nov	28-nov	5 Dec	12 Dec	19 dec
Brainstorming		Tous			Tous		
CAO		Fabien					
Etude logiciel			Fabien				
Usinage bague		Marie					
Composite		Tous					
Ogive							
Dimensionnement							
Assemblage							Partiel
Intégration							
JLS							
Minuterie			Pierre et Marie				
Parachute							
Premier essai (création premier ailerons)			Sébastien et Marie				
Préparation premier moule (3D impress)		Marie					
Drappage moule			Sébastien et Marie				
Case Propu		Marie					
Etude calculatoire		Tous					
Si premier essai pas confluent, améliorations							

Semaine/Tâche	02-janv	09-janv	16-janv	23-janv RCE 2	6 Fev	13 Fev	20 Fev	27 Fev	6-mars	13-mars		TEST CAHIER DES CHARGES MINIFS	21/22 Mai RCE 3	17 au 25 Juillet C SPACE
Brainstorming														
CAO														
Etude logiciel														
Usinage bague														
Composite														
Ogive	Marie Fabien													
Dimensionnement					Marie et Fabien									
Assemblage				Tous			Partiel							
Intégration										Tous				
JLS	Pierre Fabien, Marie													
Minuterie														
Parachute									Pierre					
Premier essai (création premier ailerons)														
Préparation premier moule (3D impress)														
Drappage moule														
Case Propu														
Etude calculatoire														
Si premier essai pas confluent, améliorations													Tous	

Réalisation

Pour la réalisation de notre mini-fusée, nous avons suivi le cahier des charges minif imposé par Planète Sciences.

A. Mécanique

Le projet a débuté avec la conception de la fusée sur le logiciel Catia pour le dimensionnement des ailerons. Nous avons choisi 19 cm de diamètre pour leurs envergure pour qu'il soit possible de rentrer la fusée dans une rampe cage de lancement (le diamètre maximum de la rampe cage fusex étant de 20 cm de diamètre). Par ailleurs, nous avons du créer des demi-coques de guidage en polystyrène pour combler la différence entre le diamètre des ailerons et le diamètre du corps de la fusée (6,5cm) (cf. Annexe). Celles-ci ont été faites lors du C'Space. Nous avons ajouté de la graisse au lithium pour que les coques glissent mieux dans leurs rampe.

Notre système d'éjection de parachute se fait avec le principe d'un JLS (Jump Linear System). Il s'agit du même système d'éjection sur la fusée Ajax également faite par des membres de l'ESO.

La peau de la fusée a été fait en fibre de verre, tout comme les ailerons. Pour ces derniers, nous avons créés un moule en impression 3D (à partir de notre CAO sur Catia). Puis, nous avons drapé les ailerons sur celui-ci. Ce fut difficile et compliqué, il fallait être plusieurs pour éviter de mettre de la résine sur la fibre de verre trop tôt. Il fallait également faire attention à ce qu'il y ait le moins de bulles d'air possible entre les différentes couches de fibres. L'étape la plus compliquée fut de démouler les ailerons: le papier sulfurisé s'agglutinait dans le coin et donc augmentait la surface d'accroche de la fibre. Lors de cette étape, nous avons abimés 2 ailerons que nous n'avons donc pas utilisés. Cependant, nous en avons fait quand même assez pour en avoir de coté au cas où.

L'intégration du système d'éjection a eu quelques difficultés à être mise en place, la ventouse qui retenait le crochet était placée trop bas et de ce fait le bras de levier n'était pas assez important pour que le ressort éjecte la case du parachute.

L'ogive a été, elle aussi, réalisée en impression 3D.

B. Electronique

Le système de récupération de Neolyx consiste en une minuterie analogique avec un capteur effet hall pour le déclenchement de la minuterie.

Nous avons imprimé notre carte électronique nous-mêmes (plaques en cuir photo-sensible, insoleuse et chlorure de fer(III) liquide). Avant toute chose, nous avons réalisé un prototype de notre minuterie analogique sur une breadboard. Ensuite, pour les tracés et schémas des pistes, nous sommes passés par le logiciel Prometheus (cf. Annexe). Nous avons réalisé plusieurs cartes car des problèmes d'impression ont eu lieu (piste trop fines, masses non connectées au circuit...). Une fois la carte imprimée, nous avons percé les emplacements pour les composants et nous les avons soudés.

Une fois cette étape faite, nous avons testé la carte. Les premiers tests n'étaient pas concluants. Nous avons changé certains composants, nettoyé les pistes, refait des soudures... Lorsque la carte fonctionnait en dehors de la fusée, nous avons procédé à l'intégration de la carte. Cette étape s'est bien déroulée, nous n'avons pas rencontré de difficultés. Nous avons mis du pistocolle sur les soudures pour éviter qu'elles ne se cassent. Malheureusement lors du C'space, le jour du lancement, un fil s'est cassé. Il a fallu enlever le pistocolle la veille pour refaire la soudure. Même si cet incident n'est pas un bon exemple, nous pensons qu'il ne faut jamais abuser du pistocolle : c'est isolant, cela évite que les fils cassent, et si par malheur cela arrive, la colle s'enlève facilement.

Stabilité

Pour l'étude de stabilité des ailerons, nous avons tout d'abord cherché à créer un modèle équivalent au Statraj de Planète Sciences appliqué aux ailerons circulaires. Pour se faire, nous avons besoin de comprendre l'effet de portance créé à partir d'ailerons circulaires, donc de se référer aux formules définissant leur portabilité.

Le premier problème que nous avons rencontré concernait le coefficient d'interaction. Ce coefficient est une valeur comprise entre 0 et 2. Il permet de déterminer le coefficient de portance des ailerons (en fonction de leur forme). La forme des ailerons tubulaires n'ayant jamais été étudiée, il n'était pas proposé de coefficient d'interaction pour les formes non-définies sur un plan (3 dimensions).

De même, les méthodes de calcul du document Planète Science permettait difficilement d'effectuer des estimations de la surface efficace portante de nos ailerons.

Cependant, grâce à la symétrie des ailerons (4 repartis tout autour de la fusée), nous avons déduit que le système serait toujours porté par « 2 ailerons de surface », c'est à dire que la somme des aires correspondrait à l'air de deux ailerons.

Pour estimer la portance de nos ailerons, nous avons essayé d'effectuer une simulation sur le logiciel « Fluent ». Malheureusement la formation sur ce logiciel n'est vu qu'en 4ème année dans le cursus à l'ESTACA.

Nous avons tout de même essayé de faire la simulation en présence d'un élève de quatrième année, mais nous avons rencontré un problème de maillage avec la version étudiante

Ajouté à ça que le logiciel semblait avoir du mal à comprendre la forme de l'objet et nous obtenons des valeurs non-concluantes (pour la portance de nos ailerons).

Après avoir fait plusieurs recherches sur internet, nous avons découvert des expérimentations d'un étudiant et ses valeurs de portance des ailerons cylindriques. Il semblait avoir de bon résultat sur un échantillon de 20 essais, et estimait le coefficient d'interaction inférieur à 2 (ce qui est très concluant).

Par la suite, nous avons réalisé que le Statraj utilisait une version simplifiée de la méthode de Barrowman et que celui-ci ne prenait pas en considération le coefficient d'interaction, juste la surface portante des ailerons. Nos calculs en furent grandement simplifiés, nous permettant ainsi de détourner le problème du coefficient de portance.

Dès-lors nous avons essayé de réaliser les ailerons à partir d'un moule imprimé en 3D puis nous avons dimensionné des ailerons « virtuel » sur le Statraj pour correspondre avec la surface portante de nos ailerons expérimentaux.

Après quelques ajustements, l'envergure de la fusée atteignait 19 cm au lieu des 46,3cm prévus par des ailerons plats.

Le test de la ficelle fut un soulagement concernant toutes les initiatives que nous avons prises. Nous avons enfin pu valider la stabilité de notre fusée.

Conclusion

Retour d'expérience :

La stabilité a été compromise par l'utilisation des demi-coques de guidage. Nous avons pu observer lors de leur séparation au décollage que la fusée s'est redressée. Aussi, le système d'éjection n'a pas supporté la force au décollage et s'est déclenché tout seul lors de la décélération de la fusée. Nous soupçonnons que le mécanisme du crochet n'a pas tenu les vibrations de l'accélération et de ce fait, quand la force exercée sur l'ogive a diminué, le crochet du JLS s'est décalé et la ventouse a expulsé la case parachute. Le parachute quant à lui, s'est emmêlé sur lui-même à cause de la vitesse de la fusée qui n'était pas arrivée à son apogée.

Cette mini-fusée à ailerons tubulaires a été pour nous un vrai challenge. En effet, ce type d'aileron étant bien particulier, nous avons dû faire preuve d'initiative quant aux décisions à prendre concernant le projet. Bien qu'ayant rencontré quelques difficultés, nous avons réussi à les surmonter. Et le plus important, nous avons appris énormément grâce à Neolyx. Pouvoir participer au C'space fut une belle expérience.

Annexe

Vous trouverez en annexe des photos prises toute au long de l'année lors de la réalisation de Neolyx.

L'usinage de nos bagues en aluminium:



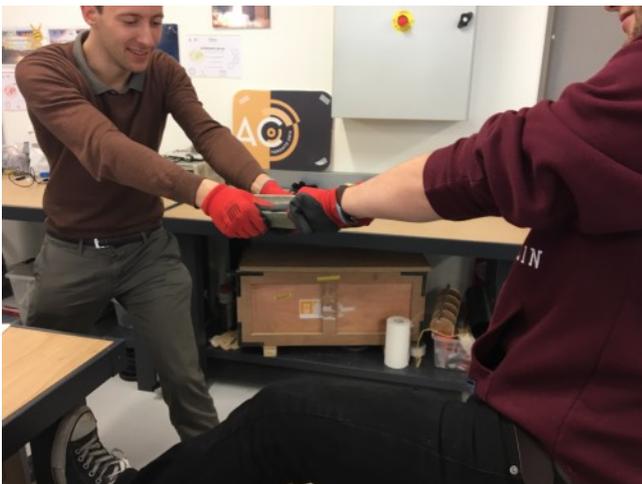
Voici le moule en impression 3D :



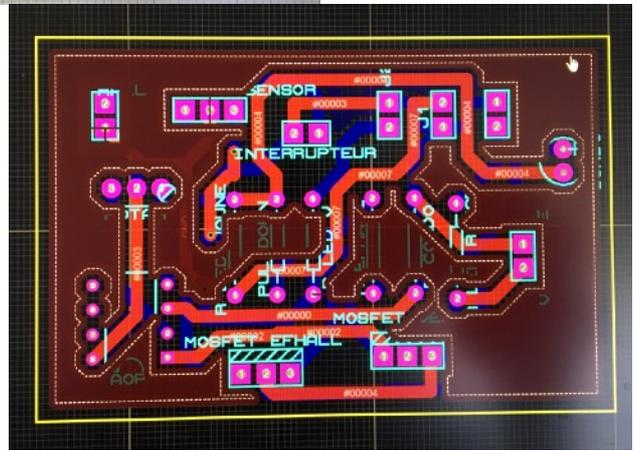
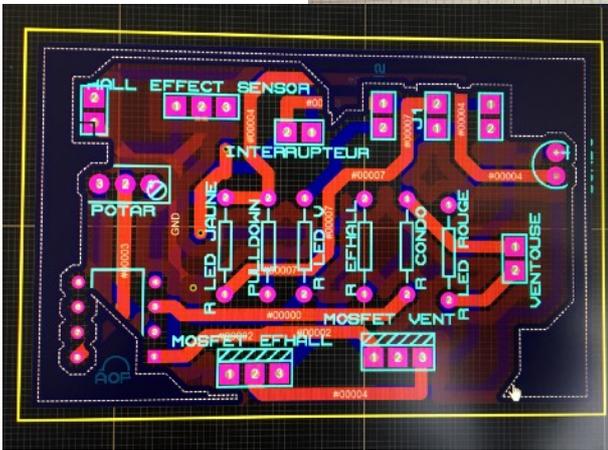
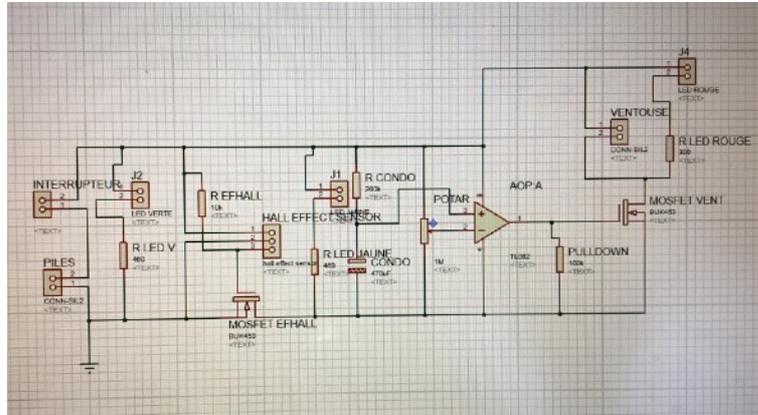
La conception des ailerons sur le moule :



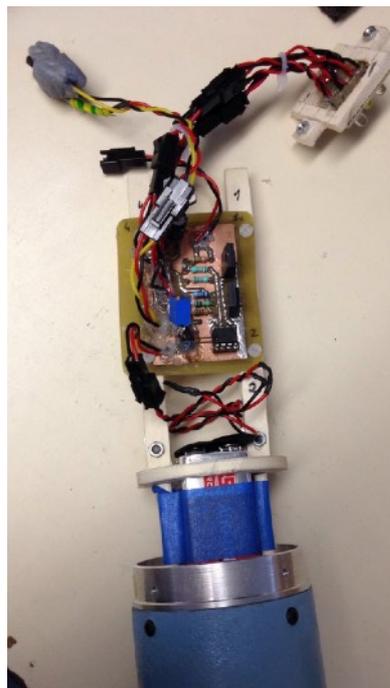
L'étape la plus compliquée était le démoulage :



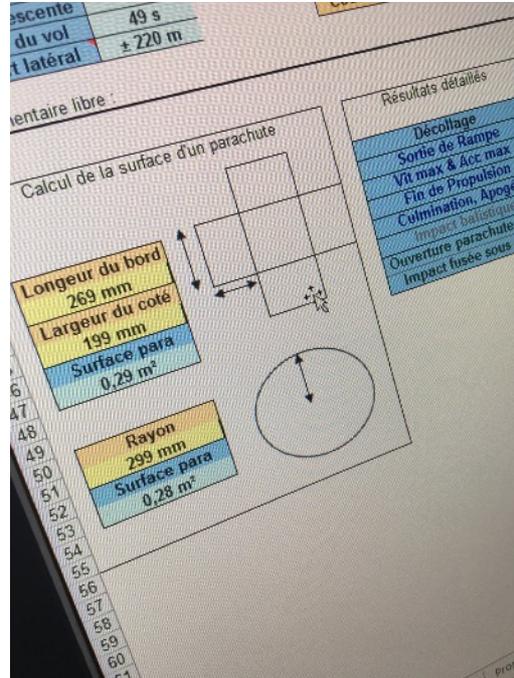
Voici le circuit électronique fait sur le logiciel Prometheus :



Voici le système de récupération intégré:



Pour le dimensionnement du parachute, nous avons utilisé l'outil fourni dans une des feuilles du Stabtraj (en fonction du poids de la fusée) :



L'étape de la peinture :

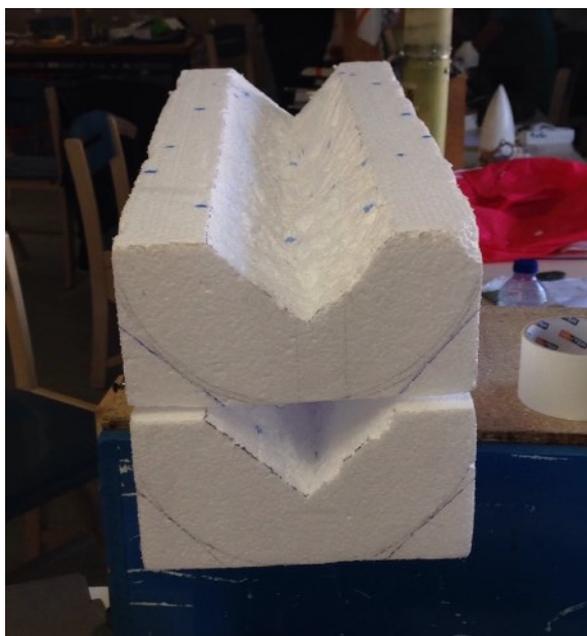


Les coques ont été pré-découpé avant le départ pour le C'Space:



Il y a également les photos de la campagne de lancement.

Voici les demi-coques finales:



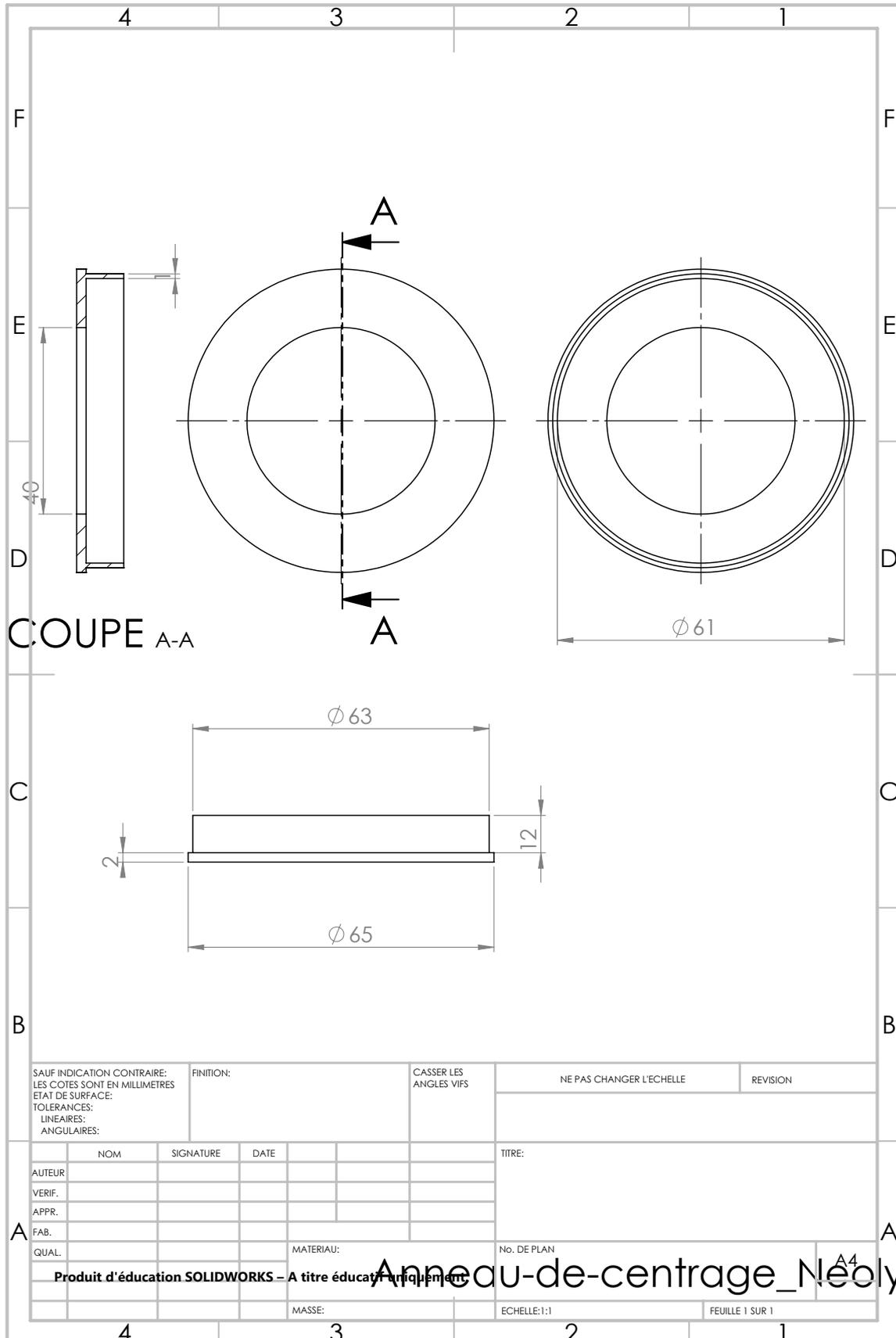
La fusée en rampe :

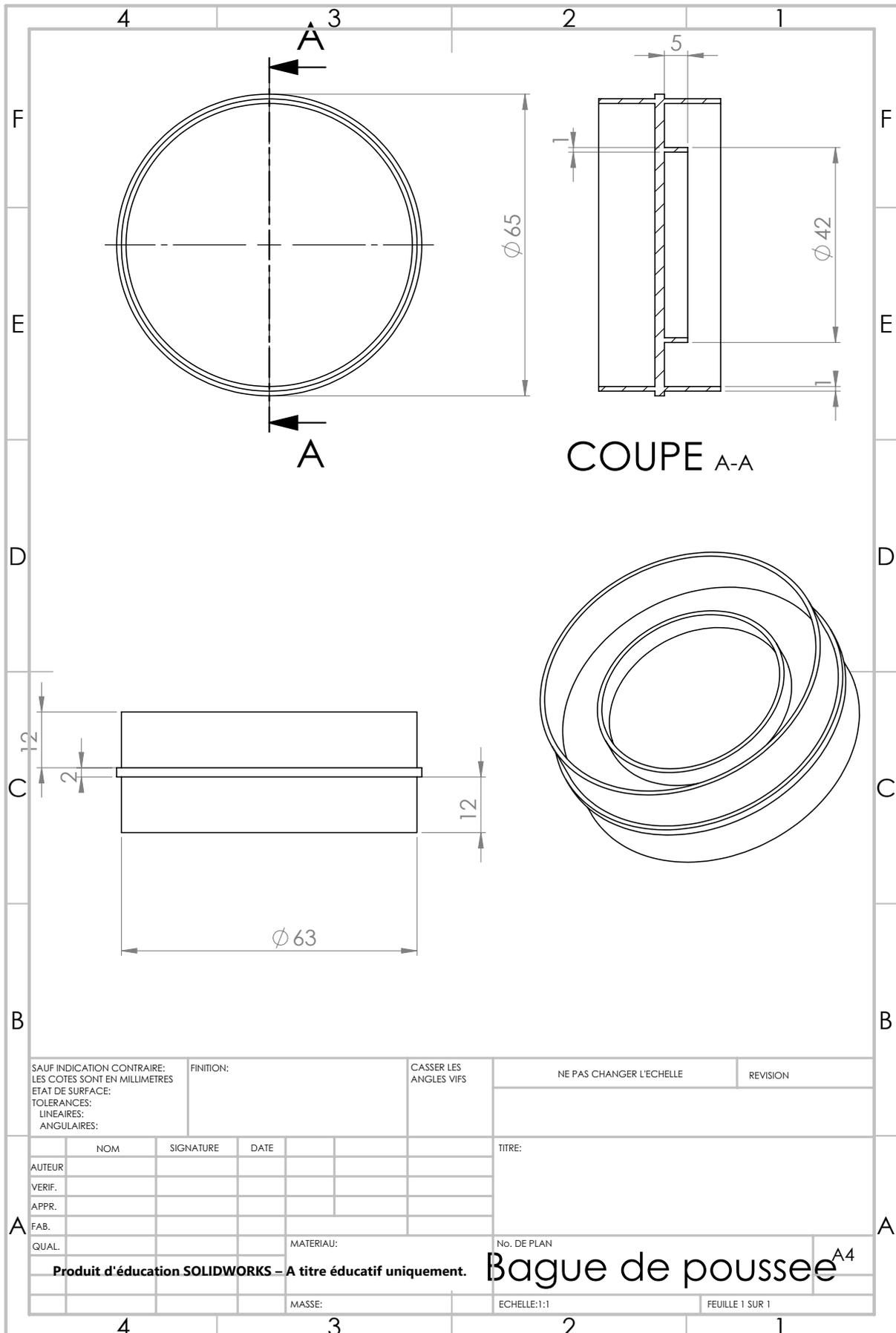


Récupération de la fusée :



Voici les mises en plan des bagues usinées :





Voici la chronologie de vol de Neolix :

Chronologie de vol Neolix				
Check	Veille du lancement		Outils	Personne
Electronique	Vérifier si minuterie bien réglé pour l'apogée de la fusée			Marie+Pierre
Avant départ tente club				
Electronique	Installer la cale de la ventouse			Marie
	Visser la ventouse		Tournevis plat	
	Brancher tous les connecteurs			
	Insérer le support élec		vis M3 + clef alène	
	Placer la plaque de leds et interrupteur et les visser		vis M3 + clef alène	
	Placer la tige avec le pivot ainsi que la suspente du parachute rouge		Ecrou M4	
	Placer la lamelle en aluminium et vérifier que l'élastique est bien accroché			Pierre
	Placer l'aimant extérieur sur la rondelle			
Vérifier que la Led verte s'allume bien				
Mécanique	Placer l'interrupteur sur OFF			Marie+Pierre
	Enclanchement du système d'éjection		lot de clefs alène	
NE PAS OUBLIER DE PRENDRE LES DEMI-COQUES DE GUIDAGE				
Tente club				
Electronique	Vérifier que l'aimant extérieur est toujours bien placé			Pierre
	Placer l'interrupteur sur ON			Marie
Mécanique	Placer les demi-coques de guidage			Marie+Pierre
Rampe				
Mécanique	Installer la fusée dans la rampe en faisant bien attention à ne pas arracher l'aimant extérieur			Marie+Pierre
Electronique	Vérifier que la LED Verte soit allumée			Pierre
	Vérifier que les LED Rouge et Jaune ne soient pas allumées			
Mécanique	Bien accrocher le câble de l'aimant à la rampe			Marie