

# Night-Fury II

## **Nom des membres :**

BEHOT Valérian, BOUIX Ossian, DARDELET Laure-Lyne, DIEP Quy, GROSBOIS-FAVREAU Timothée, NEGRIER Louis, PEROUELLE Julien, RENAULT Gaetan.

Club : Aéroipsa

Année de lancement : C-Space 2018

**Résumé :** Le but du projet Night-Fury II est de lancer une fusée bi-étage passive, bénéficiant d'un contrôle de roulis sur la phase ascendante de la trajectoire de vol, et d'un contrôle du tangage et du lacet en plus à partir de l'apogée endroit où la fusée se sépare, déploie des ailes à partir du tube supérieur, et permet ainsi à cette partie de la fusée de redescendre en planant, pendant que la partie basse de la fusée redescend à l'aide d'un parachute.

## 1 Introduction

Le projet Night-Fury II fait suite au premier projet « Night-Fury » réalisé l'année précédente, celui-ci nous a permis d'acquérir de l'expérience notamment sur le contrôle de roulis. C'est en tant que projet de l'association Aéroipsa que nous nous présentons au C-Space 2018. Ce projet est constitué de 8 membres :

Ossian BOUIX : Chef de projet, réalisation du système de déploiement des ailes

Quy DIEP : Mécanicien, réalisation du système de contrôle Roulis-Tangage-Lacet.

Laure-Lyne DARDELET : électronicienne, réalisation de l'algorithme de la trajectoire du planeur

Valérian BEHOT : électronicien, réalisation des cartes l'élec de la fusée.

Timothée GROBOIS-FAVREAU : Mécanicien, Réalisation du système de déploiement des ailes

Gaétan RENAULT : mécanicien, réalisation du bloc de propulsion et du bloc parachute bas

Julien PEROUELLE : mécanicien, réalisation du bloc parachute Haut, et case d'intégration elec

Louis NEGRIER : mécanicien, Aide à la réalisation de la séparation biétage

C'est au début de l'année scolaire (octobre-novembre) que la répartition des tâches commence, une fois l'explication du projet au 1<sup>ers</sup> année faite, ceux-ci proposent (en fonction de besoins) leurs rôles dans le projet, c'est ainsi que les différents membres actifs du projet furent dispatchés sur les éléments énoncés précédemment. Les tâches à réaliser étaient nombreuses : calculs aérodynamiques, réalisation d'un déploiement d'aile et d'un contrôle des différents axes de rotation d'un avion (Tangage, roulis et lacet). C'est pourquoi les tâches qui nous semblaient les plus compliquées à réaliser furent celles traitées le plus en amont.

...

## 2 Description mécanique

La fusée ayant pour objectif de se transformer en planeur une fois à l'apogée, il a fallu mettre au point 3 systèmes essentiels pour y parvenir. Nous avons besoin d'une partie séparation, d'un système mécanique de contrôle de roulis, tangage et lacet ; et bien évidemment le système mécanique de déploiement des ailes.

Les systèmes de séparation et de contrôle de roulis, tangage et lacet sont réalisés ensembles. En effet les deux étant collés l'un à l'autre du fait de la position des ailerons il était plus simple de coupler les deux. Le contrôle du lacet se fait sur l'aileron qui sera orienté vers le haut. A l'aide d'un servomoteur. Pour éviter tout mouvement lors de la phase ascendante, la gouverne de lacet est bloquée par un petit support fixé sur le tube de l'étage inférieur.

En ce qui concerne la gouverne de tangage. Pour parvenir à contrôler le tangage nous avons déterminé qu'il fallait que les ailerons latéraux soient entièrement mobiles. C'est pourquoi les 2 ailerons latéraux sont faits en une seule plaque qui coupe le tube de façon transversale. Pour que la plaque puisse se déplacer verticalement, celle-ci est fixée en haut à des pivots. Le déplacement se fait par un servomoteur fixé à la plaque dont la tête est une roue dentée qui se déplace le long d'un

crantage fixé dans la fusée. De même que pour le lacet, pour éviter tout mouvement durant la phase ascendante la plaque est bloquée par des fentes faites dans le tube de l'étage inférieur qui lorsque la fusée n'est pas séparée dépasse la partie séparation et recouvre une partie du système de contrôle de tangage, lacet, et roulis. Ainsi une fois les deux étages séparés, une partie du bas de l'étage supérieur se retrouve sans tube ce qui permet à la plaque de contrôle de tangage de se déplacer sans difficultés. Pour le contrôle de roulis, il nous fallait des petites gouvernes placées sur les ailerons latéraux. C'est pourquoi nous en avons deux qui sont fixées sur la plaque qui contrôle le tangage du planeur. Leur actionnement est réalisé par un servomoteur fixé sur la plaque de contrôle de tangage et dont la tête est reliée par des liaisons rotules aux tiges qui actionnent les gouvernes.

La séparation est bloquée par une croix fixée sur la tête du servomoteur l'actionnant.

Le dernier système mécanique, celui permettant le déploiement des ailes est encore à l'heure actuelle en réflexion. Nous avons en effet eu deux idées différentes permettant d'arriver au déploiement des ailes, afin d'éviter que si l'un soit non fonctionnel nous nous retrouvions sans autre solution, chaque système étant en construction.

Pour que les ailes aient une forme aérodynamique nous fixons sur le système de déploiement des nervures de la forme du profil de l'aile qui peut pivoter autour d'un axe fixé sur la tige du système ce qui permet aux nervures d'occuper un minimum de place lorsque le système est plié et de se déployer pour tendre la toile lors du déploiement.

Le premier système est un système composé de tiges en aluminium en U imbriquées les unes dans les autres pivotant à chacune de leurs extrémités avec un ressort coudé situé au niveau de l'axe de rotation. Il y a 3 tiges de chaque côté permettant un déploiement rapide et symétrique des ailes. Pour assurer une rotation depuis le tube de la tige qui soutient les 2 autres, un ressort est placé à l'opposé de l'axe de rotation des tiges situés dans la fusée. Afin d'assurer le blocage des tiges déployées il est utilisé des petits bitonniaux qui empêchent les tiges une fois déployées de se replier, et qu'on peut presser pour ranger le système. Afin d'assurer le blocage avant déploiement du système, nous utilisons une pièce en forme de S, qui est actionnée par un servomoteur lors du déploiement.

Le deuxième système est composé de trois tiges carrées en aluminium coulissant les unes dans les autres. Pour y parvenir il y a un petit écart entre chacune des tiges et façon à pouvoir y faire passer un fil qui grâce à un système de poulie fait sortir chacune des tiges et permet le déploiement. L'actionnement du câble est fait par un moteur pour chaque aile. Le blocage et la rotation sont similaires au premier système.

### 3 Description électronique et informatique

L'électronique de Night-Fury II est constituée de 5 cartes architecturées autour d'un bus CAN. L'une d'entre elles a la charge de la régulation et de la répartition de la puissance dans toute la fusée. Une seconde gère l'expérience de ce vecteur et est chargée, entre autres, des déploiements des différents mécanismes. Les deux suivantes servent à la sécurité. En effet, le vol en phase non propulsé étant géré à bord, il est nécessaire de définir des zones de survol autorisé. Cette zone et les différents capteurs sont ainsi contrôlés à l'aide de ces cartes électroniques. Enfin, la dernière ne comporte que des capteurs tels que le capteur de pression différentielles ou l'émetteur. Night-Fury II ne comporte pas à proprement parler de minuterie déclenchant l'ouverture du parachute. En effet,

celui-ci sera automatiquement ouvert en cas de déviation du vecteur hors de la zone de vol autorisée ou si les ailes venaient à ne pas s'ouvrir. Le parachute est ainsi géré par les cartes de sécurité. Néanmoins, une minuterie est implémentée afin de bloquer tous les systèmes mécaniques lors de la phase propulsée. L'alimentation électrique de la fusée est gérée par une carte de régulation sur laquelle sont connectées une multitude de batteries LiPo. La carte régule et distribue ainsi des alimentations entre 3,3V à 7,4V selon les besoins des contrôleurs, capteurs ou actionneurs. Afin d'assurer une bonne analyse après le vol, un maximum de données sont sauvegardées sur des mémoires flash sur toutes les cartes comportant des contrôleurs. Une transmission à une fréquence de 868MHz est également présente.

## 4 Expérience

Le but de l'expérience principale de Night-Fury II est de créer un planeur à ailes rétractables afin de faire récupérer le tube supérieur sans l'utilisation de parachute. Lors du vol, la pression est mesurée par une sonde Pitot, celle-ci nous donnant aussi la vitesse de l'avion par rapport au vent, la fusée et aussi composée de gyroscope et de pixhawk afin d'avoir les informations relatives au vol de l'avion. La vitesse de retombée du planeur dépendant des conditions du vent pendant le lancement, il est difficile de prévoir la trajectoire de celui-ci, on peut néanmoins s'attendre à ce que celui-ci calcule une trajectoire lui permettant de rester dans une plage de vitesse donnée et dans une zone aérienne précise.

## 5 Retour de projet

Au cours de cette année, l'équipe présentée dans ce document s'est chargée de la réalisation du projet Night-Fury 2. Durant sa conception, l'expérience de transformer la partie haute de la fusée en planeur a apporté beaucoup de contraintes :

- Du fait que la fusée déploie des ailes, celles-ci nous ont fait nous heurter à des problèmes propres à la mécanique du vol, en effet la construction d'une paire d'aile sans épaisseur nous a contraint à suivre un modèle de courbure d'aile approximé. De plus l'envergure des ailes étant de 3 mètres, il fallait trouver un système ingénieux de rétractation/déploiement dans le tube.

-La retombée du planeur devant se faire à l'intérieur du périmètre de planète science, on installa un contrôle d'axes de vol à l'arrière de l'étage du haut de la fusée, afin que le planeur contrôle de retomber en vrillant, ce contrôle d'axes étant placé au même endroit que la sépa de la fusée, des contraintes de place et de blocage de ailerons furent à prendre en compte.

C'est une fois réalisée que nous nous sommes rendu compte de différents problèmes sur la fusée :

- Les ailes frottaient contre le tube lors du déploiement
- La sépa était trop fragile, amenant un problème évident de flèche
- Les ailerons de contrôles d'axes étaient sûrement trop petits
- Mauvaise coordination elec/méca avait entraîné des retards sur l'intégration elec
- Problème d'architecture de l'elec dû à un malentendu avec PlaSci (rajout 1 carte elec)
- Trop de retard avait été pris (en général) pour un projet aussi ambitieux

Pour la prochaine version de Night Fury, plusieurs axes d'améliorations sont déjà ciblés :

- De par la quantité de système et la place dont ils ont besoins, passer à un tube de 125mm
- Essayer d'utiliser un vrai profil d'ailes (avec épaisseur) ou une aile sans épaisseur mais avec plus de nervures pour renforcer la solidité
- Effectuer des études de mécanique du vol et des tests en soufflerie au préalable
  
- Revoir les systèmes de sépa et de contrôle d'axes de vols
- Remplacer le para du bas par un système « parapluie » qui se positionne près du moteur amenant à réduire la taille de l'étage du bas