



Club Acelspace

RAPPORT DE PROJET
ANNEE 2022
FUSEE EXPERIMENTALE
PROJET FX23
OGMA

VOL NOMINAL



I. Présentation du projet et de l'équipe

A. L'équipe

La fusée expérimentale Ogma est un projet réalisé par le club Acelspace dans l'année 2022. L'équipe est composée de (de gauche à droite) Geoffroy CHAUVIN, Clément BENAY, Dimitri FAJAL, Etienne PINGLIER, Damien KAE-NUNE, Alexandre LORIN DE LA GRANDMAISON, Sylvain BEAU et Roger POISSON (qui n'est pas sur la photo). Six membres de ce groupe sont au lycée, un membre est en études supérieures et Roger POISSON est le responsable du groupe.



B. La fusée

-Données techniques

La fusée expérimentale Ogma mesure 2,35 mètres de haut pour une largeur de tube extérieur de 10cm, avec 2mm d'épaisseur de tube. La largeur intérieure est de 9,6cm. Le projet Ogma à une masse totale de 8,14 kg sans propulseur, propulseur compris cela amène la fusée à une masse totale de 9,825 kg. L'altitude donnée par le StabTraj est de 1393m. La fusée a été propulsée par un PRO54 5G.

-Le parachute

La sortie du parachute s'est faite par l'ogive. Celle-ci se sépare en deux parties, et libérait un parachute tracteur aidant le second parachute à sortir du tube. Une cloche située au milieu des demi-ogives servait de système de verrouillage. Ce même système était actionné via une minuterie réglée sur 16 secondes à partir de l'arrachage du Jack. La minuterie commandait le moteur en cloche situé dans les demi-ogives et déclenchait donc leur ouverture.

L'expérience qui visait à mesurer la force appliquée sur le parachute à été utile au bon fonctionnement du parachute. En effet, la sangle du parachute était reliée à un ressort (relié



au potentiomètre linéaire) ce qui à conféré à cette même sangle une résistance accrue. Le ressort avait une capacité de 2,5 kg par centimètre sachant que sa course était de 10cm.

-Les expériences

Deux expériences étaient embarquées a bord.

La première consistait à mesurer la force exercée sur le parachute lors de la descente de la fusée via un potentiomètre linéaire relié à un ressort attaché au parachute. Cette expérience avait pour but de vérifier l'exactitude des données transmises par le StabTraj concernant le parachute et les dimensions nécessaires.

La seconde expérience consistait à limiter le roulis via de petites masselottes déployées à la fin de la poussée du propulseur. Ces masses sont attachées au bout de bras métalliques. Une came permettait de libérer les masses en même temps. Cette came avait deux positions, haute et basse. En position haute le système est verrouillé, en position basse les masses se libèrent et agissent pour annuler ou limiter le roulis.



Ces deux expériences sont reliées à un même Arduino qui traite les données et les enregistre sur une carte SD. L'arduino est indépendant de la minuterie du parachute et possède un accélero-contact relié à une minuterie paramétrée sur 2 secondes.

Cet Arduino utilisait son capteur gyroscopique pour détecter le roulis et constater l'intérêt des masselottes déployées pendant le vol.



II. Descriptif du vol et récupération

La fusée a été lancée le 20 juillet 2022 en zone FUSEX après une attente due à un plafond nuageux trop bas et à une antenne endommagée à l'aéroport de Tarbes.

La fusée a effectué un vol nominal. Toutes les mesures ont été prises et enregistrées avec succès.

Toutefois, le StabTraj indiquait une apogée aux alentours de 17 secondes après le décollage, or l'apogée a été atteinte à 14,5 secondes. Cela a eu pour conséquence une sortie de parachute très tardive. Cet événement n'a pas eu d'incidence sur les mesures ou l'intégrité de la fusée. De plus l'apogée annoncée était de 1400m contre 1100 en réalité, pour cause, les masselottes n'ont pas été prises en compte par le StabTraj, ce qui a en pratique diminué l'apogée estimée.

Lors de la récupération, l'ogive réalisée à l'imprimante 3D était absente, à cause des forces trop importantes qu'elle a subies lors de l'ouverture de celle-ci. De plus, l'ouverture s'est réalisée avec près de 3 secondes de retard, ce qui a pu forcer davantage sur l'ogive jusqu'à l'arracher de la structure de la fusée.



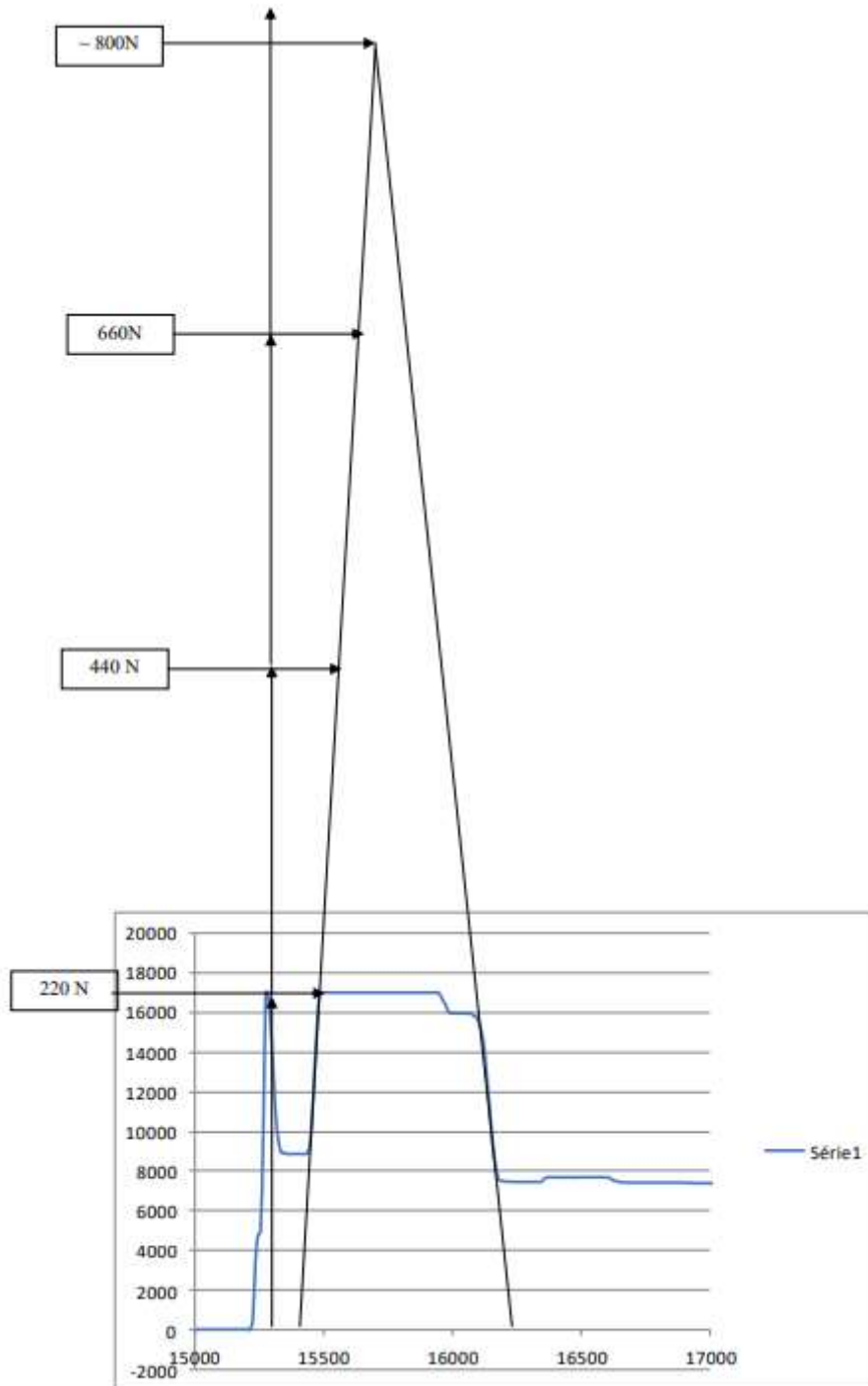
III. Résultats des expériences et exploitation

Mesures de l'effort exercé sur la sangle parachute au moment de l'ouverture.

Comme l'ouverture s'est produite entre 3 et 4 secondes après l'apogée, les mesures ont été saturées par une vitesse excessive à l'ouverture. D'après Stabtraj, cela aurait provoqué un effort de 1800 à 2200 Newtons ! Heureusement, le système dynamométrique à ressort prévu a permis d'amortir le choc à l'ouverture et de fait, sauver la fusée ! Nul doute que le système classique d'accrochage du parachute aurait cédé à l'ouverture !

Pourquoi ce différentiel de 3 à 4 secondes à l'ouverture ?

Le logiciel Stabtraj a été programmé pour un C_x de 0,5, or la « sortie » des masses de contrôle du roulis a modifié ce C_x et donc l'altitude prévue de la fusée. L'apogée a été atteinte à 14,5 secondes alors que nous avons réglé la temporisation à l'ouverture de l'ogive à 17 secondes d'où ce différentiel. En reprenant le logiciel Stabtraj, et en modifiant le C_x à 0,7 on retrouve les caractéristiques du comportement de la fusée soit : 14,5 secondes pour l'apogée. Pour les courbes de la mesure de la tension de la sangle principale, nous avons été amenés à tracer des droites d'extrapolation de l'enregistrement des efforts mesurés à l'aide du système dynamométrique. Malgré l'imprécision de la mesure, on peut raisonnablement estimer à plus de 800 N le choc à l'ouverture. (Voir le graphe en page 6) Cela nous a fait prendre la décision suivante, les futurs projets seront tous équipés de ressort d'amortissement de la sangle principale !



Graphique représentant la force
(en N) exercée sur le parachute.



L'effort total exercé sur la sangle principale est donc forcément supérieure au pic du graphe. Ou pourrait, par intégration, calculer l'effort total appliqué à la sangle. Le calcul serait simplifié par la forme géométrique du graphe en fixant une unité d'aire, mais l'erreur liée au moyen de l'analyse rendrait trop improbables les résultats. En comparant les données du logiciel Stabtraj, le choc à l'ouverture serait, dans ces conditions de vol, proche de 900 à 1000 N ! Ces données nous font prendre conscience de l'absolue nécessité d'apporter un soin particulier à l'attache du système de récupération !

Les autres mesures

Le contrôle de roulis présent à eu des résultats décevants pour plusieurs raisons :

- La fusée n'avait pas ou peu de roulis
- Les masses étaient insuffisantes (environ 100 g/ masse) ou peu éloignées de l'axe de la fusée pendant le vol : On remarque, sur les enregistrements, une légère modification du roulis mais peu significative.
- Forte modification du Cx à la sortie des masses dont il faut tenir compte.
- Un dispositif difficile et fragile à mettre en œuvre pour libérer les masses après la phase de poussée.
- Ce n'est donc pas une expérience qu'on reconduira ! Cependant nous avons appris que modifier le Cx de la fusée pouvait entraîner des conséquences désastreuses (retard à l'ouverture des trappes à parachute en particulier)

EN CONCLUSION

Comme chaque lancement, les informations liées aux erreurs, ou succès, nous font progresser et prendre des décisions pour les projets futurs.

On prévoira un détecteur d'apogée qui forcera l'ouverture de la trappe à parachute en cas de dysfonctionnement du séquenceur.

On installera systématiquement une mesure d'altitude qui, pour ce projet, nous a fait cruellement défaut !

On pense que la mesure de vibrations en phase de poussée pourrait apporter de précieux renseignements afin d'épargner les composants sensibles comme le GPS ou autre.

C'est donc l'esquisse de la future fusée qui est proposée dans ce rapport.

L'équipe de la fusée OGMA



Remerciements

L'équipe d'Ogma souhaitait remercier,

Planète Science et le CNES pour l'organisation, le suivi et toute l'aide apportée à la réalisation de la fusée Ogma et dont les conseils sont toujours d'une grande utilité.

Le 1^{er} RHP pour leur accueil de grande qualité et leur grande gentillesse tout au long du séjour. Dont l'expérience technique et pratique du parachutisme aide souvent à l'amélioration de nos propres systèmes de récupération.

Et pour finir l'équipe souhaitait remercier Roger POISSON sans qui rien ne serait possible au club Acelspace. Il a consacré une grande partie de son temps à la réalisation du projet sans compter les heures et les efforts qu'il fournissait. Et permet tous les ans à des jeunes de collège / lycée de réaliser un rêve, une passion et ainsi de mettre un premier pas dans le monde de l'aérospatial.

MERCI !

Réalisation du rapport :

I, II et Remerciements réalisés par Clément BENAY

III, analyse des résultats et Conclusion réalisés par Roger POISSON