

Compte Rendu de projet

Iphigénie 50

CLES FACIL
2017/2018

Rappel des expériences:

Etude de résistance mécanique en vol supersonique
Trajectographie et tests capteurs

Changements et évaluation de la fusée lors des contrôles:

Iphigénie 50 a passé les contrôles mécaniques classiques sans problème. Aucun changement majeur n'a été effectué sur la fusée suite au contrôle à l'exception du système de maintien du propulseur Pro-95 Red Lightning. Le maintien en position du propulseur par serrage avec colliers et des languettes métalliques a été remplacé par un appui plan du moteur contre une couronne en aluminium entourant la tuyère du propulseur, mise en position sur des tiges filetées et serrée par des écrous papillon à la demande des pyrotechniciens. Ce système a été conçu après le changement imprévu de propulseur à disposition, au final plus long de 25 mm. Les tests de résistance mécanique du corps de la fusée ont été effectués mais sous dimensionnés car il n'y avait aucun appareil de mesure résistant et capable de mesurer la force à exercer sur la fusée (plus de 130 kg)

Vol de la fusée, analyse de la mécanique :

Le décollage de Iphigénie 50 commence par un non feu, corrigé ensuite par les pyrotechniciens de CNES. Au décollage, le suivi visuel montre une sortie de rampe sans problème, les patins de guidage sur la rampe ont résisté aux efforts exercés malgré le couple introduit sur les tiges en aluminium qui reliaient les patins au corps de la fusée.

Le suivi visuel de la montée de la fusée dans l'atmosphère jusqu'à la première couche nuageuse montre que la fusée Iphigénie 50 était stable, la trainée de fusée n'indique pas de balancement de la fusée dû à une quelconque surstabilité.

Le vol d'Iphigénie 50 a été un vol balistique. Le haut de la fusée a été comprimé au moment du crash et l'aluminium a été plié. Le tronçon de la fusée en polycarbonate a bien résisté au vol et aux efforts dus au moteur, ce tube est coupé sur la longueur sur une fente unique au choc final. Celui-ci a déplié en partie le tube polymère sans le briser en plusieurs morceaux. Le polycarbonate est donc un matériau suffisamment résistant pour subir des efforts mécaniques créés par un propulseur Pro95.

L'étage propulseur d'Iphigénie 50 a été retrouvé intact malgré le crash. Aucune des vis M4 et M5 ne se sont desserrés, on observe aucune fissure et aucune déformation sur les éléments métalliques; le positionnement des vis en quinconce est donc efficace pour maintenir la solidité de la structure

aîlrons-tube-aérofrein. Il est conseillé de réutiliser ce positionnement pour le serrage et le maintien en position des pièces en métal. L'épaisseur des aîlrons de 4 mm est donc aussi un dimensionnement correct compte tenu des efforts exercés sur ceux-ci en phase supersonique.

La raison du vol balistique est à priori l'ouverture prématurée de la porte parachute dans la couche nuageuse. Les vibrations entraînées par le vol à haute vitesse ont potentiellement permis à l'air de s'engouffrer dans la case parachute par un interstice entre la porte et le tube. Il faut donc reconcevoir un système d'ouverture plus performant, plus étanche et plus résistant. Les ventouses magnétiques avaient déjà été écartées, nous réfléchissons à des systèmes de maintien en position de la porte plus rigide qui retiennent la porte en plusieurs points.

Les données capteurs:

Malgré le vol balistique d'Iphigénie 50, les cartes électroniques ont été retrouvées quasiment intactes. Un dysfonctionnement de l'ordinateur a empêché l'acquisition de données via la télémétrie, il a donc fallu démonter la mémoire de la carte acquisition pour récupérer les données. Les capteurs de pression statique ont fonctionné correctement de même que les centrales inertielles. Il semble pertinent de travailler sur un système de boîte noire afin de protéger par un caisson métallique une carte dédiée à l'enregistrement des données capteurs pour avoir des données à exploiter malgré un vol balistique.

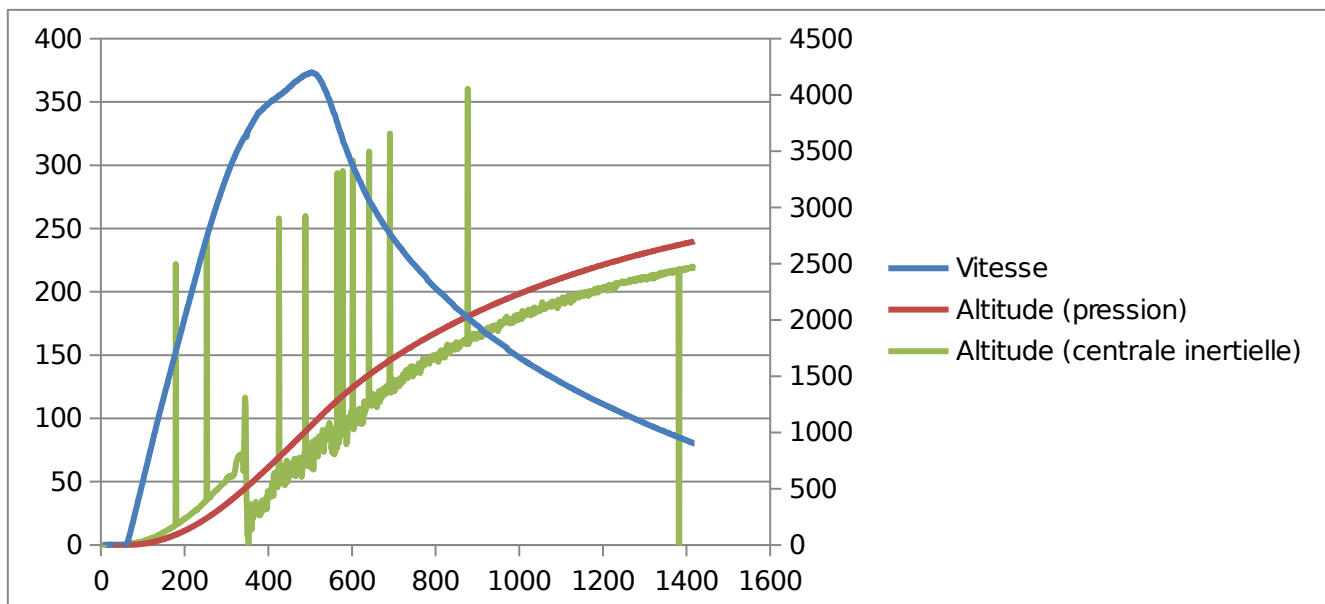


Figure 1: Graphe de l'altitude (m) et de la vitesse (m/s) d'Iphigénie 50 en fonction du temps.



Image 1: Iphigénie 50 au décollage.

Iphigénie 50

Présentation du projet



CLES-FACIL
Club Lyonnais d'Expérimentations Spatiales

2017 – 2018

Présentation du projet :

Iphigénie 50 est un projet de fusée expérimentale du CLES-FACIL apportant l'occasion de fêter les 50 ans d'existence du club fondé en 1957. L'objectif du projet de cette année est de concevoir une fusée à statoréacteur. La conception d'un statoréacteur et de son intégration à une fusée expérimentale étant une première pour le CLES-FACIL, le projet est limité à la conception d'un statoréacteur passif, sans carburant. Les objectifs du projet Iphigénie 50 sont de rassembler des données sur le comportement de la FusEx en vol, avec une géométrie de statoréacteur à la place d'une ogive classique. Pour un fonctionnement optimal, un statoréacteur nécessite une vitesse d'entrée de l'air supérieure à Mach 0,8. Le projet est donc aussi concentré sur la conception d'une fusée expérimentale capable d'atteindre une telle vitesse et d'effectuer des mesures précises sous de telles conditions de vitesse, de pression et d'accélération.

L'équipe :

Le projet Iphigénie 50 étant l'aboutissement de longues années d'expérimentation, l'équipe participant au développement des solutions apportées par Iphigénie 50 est nombreuse et a évolué. Majoritairement constituée d'étudiants et d'anciens diplômés de l'INSA de Lyon, l'équipe regroupe une quinzaine de membres âgés d'au moins 18 ans. Les membres de l'association se divisent la construction de la fusée expérimentale selon les domaines qui les intéressent le plus (conception mécanique, électronique, informatique, production) et travaille chaque semaine à l'avancement du projet.

L'équipe "Fabrication & Mise en oeuvre 2017-2018" se compose des membres suivants :

- Jean-Camille SECK : Chef de projet
- Théo BALLAND : chef de projet adjoint & responsable mécanique
- Xavier PICHOT : responsablesystème embarqué & télémessure
- Flavien DENIS : responsable statoréacteur
- Rafik MEZIANI
- Mohamed BOUDCHICHA
- Ahmed BEN ABDELKADER
- Adrien JACCON
- Valentin BERISSET

- Baptiste
- Julien PULVERIN
- Victor MAZOYER
- Noé POUQUET
- Kilian ALCO CER
- Victor MERCIER
- Thibaut RUFFIER
- Alain JUGE : Membre d'honneur

L'organisation du projet :

Le projet Iphigénie 50 a débuté en 2016 avec une étude préliminaire qui avait pour but d'étudier théoriquement l'aérodynamisme associé au système du statoréacteur, les contraintes mécaniques liées à un statoréacteur (vitesse subsonique supérieure à Mach 0,8), et des solutions d'électronique embarquée et de télémesure.

Le projet Iphigénie 50 fait suite aux projets aboutis FSX 32, FSX 31, et FSX 30 qui visaient à construire une fusée bi-étage. Les résultats des précédents lancements ayant permis la mise à feu d'un second moteur sur une fusée expérimentale en vol, Iphigénie 50 est donc l'étape suivante qui consiste à concevoir ce moteur.

Cette année, le CLES-FACIL poursuit son travail avec la conception CAO, la fabrication de la FusEx et la création des cartes électroniques du système embarqué (Minuterie, Télémesure, Enregistrement des données, Trajectographie) et l'intégration de capteurs de pression et centrale inertielle.

Conception mécanique :

La conception de la fusée s'équilibre autour de trois axes :

- La conception du statoréacteur et de son intégration au corps de la fusée expérimentale. La CAO effectuée montre que le moteur remplace l'ogive de la fusée expérimentale pour pouvoir effectuer des mesures aérodynamiques.
- La conception de la section de propulsion de la fusée. Iphigénie 50 nécessitant une vitesse supersonique pour effectuer des mesures optimales sur le statoréacteur, la conception de la fusée prévoit l'utilisation du moteur Cesaroni Pro 98-6G.

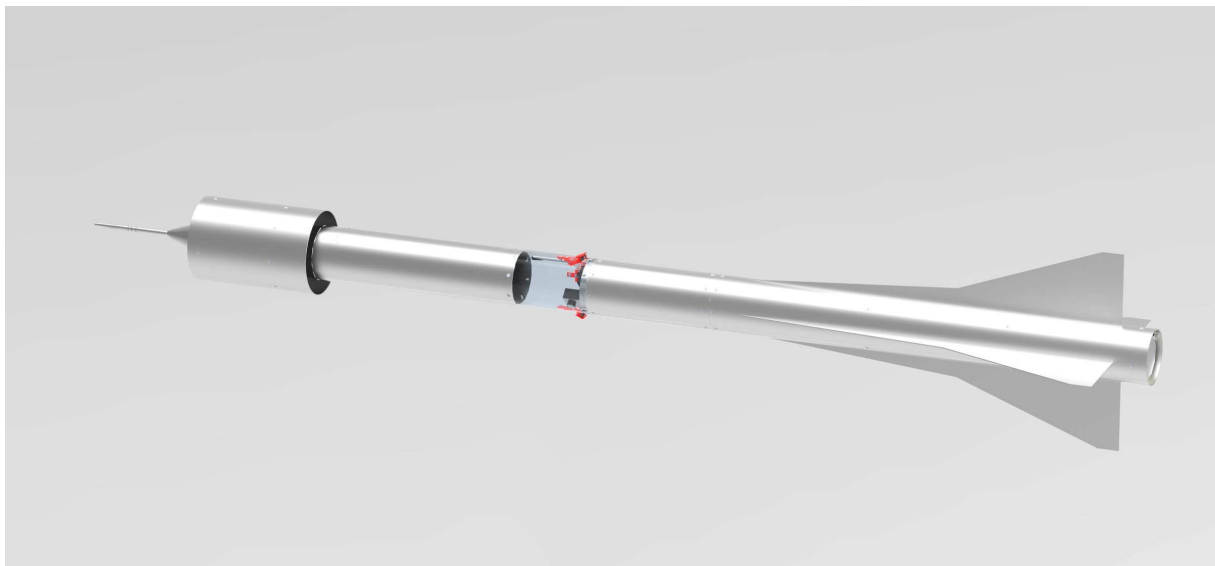
- L'intégration au corps de la fusée d'un tube en polycarbonate à la place d'une structure en aluminium pour assurer le bon fonctionnement des systèmes d'envoi de données capteurs depuis la fusée en vol.

Conception électronique :

La partie expérience de la fusée expérimentale étant le statoréacteur, la conception des systèmes électroniques embarqués est orientée vers l'acquisition de données capteurs permettant d'étudier le statoréacteur. Les cartes électroniques sont destinées à de la trajectographie en temps réel (captée par une centrale inertielle) pour analyser l'influence du statoréacteur sur la trajectoire et la stabilité de la fusée expérimentale. Ces cartes sont aussi destinées à l'acquisition de données de capteurs de pression pour l'étude de la vitesse et de la pression de l'air dans le statoréacteur.

Une autre partie des cartes électroniques est dédiée à la sécurité électronique du vol. Issue des projets FSX, l'électronique de la fusée Iphigénie 50 comprend aussi les cartes de détection du décollage, une minuterie, une carte d'alimentation, une carte de commande et une carte de télémétrie.

Le projet Iphigénie 50 de cette année prévoyant un statoréacteur passif, la chaîne d'allumage du second moteur ne sera donc pas intégrée au système électronique.



Projet Iphigénie 50