

COMPTE RENDU DE LA FUSEE GoldenFlight



INTRODUCTION :

GoldenFlight est une minifusée expérimentale développée par 3 membres d'Eurêka+ : Marc et Edouard Buchdahl, et Alexandre Devos. Propulsée par un moteur Koudou, elle s'est envolée lors du Festival des Clubs Espace de Millau en 1999, et a effectué un vol nominal.

Nos objectifs étaient de mesurer la rotation de la fusée sur elle-même afin de mettre en relation la fréquence de rotation avec la vitesse. Nos envisagions également d'enregistrer le son à l'intérieur de la fusée pour nous renseigner sur les différentes phases de vol. Le projet était de taille, et ce fut un véritable défi d'embarquer tout ceci dans une minifusée ! Nous prévoyions donc une fusée lourde, et du fait des possibles erreurs de Trajec, la fusée devait embarquer un détecteur de culmination.

La fusée embarquait donc plusieurs dispositifs :

- Capteur de rotation.
- Enregistrement du son à l'intérieur de la fusée.
- Détection de la culmination pour remédier aux imperfections du logiciel Trajec.
- Développement d'un enregistrement simple, fiable et universel des données à bord de la fusée.
- Interprétation des données par un programme en Delphi sur PC.
- Test d'un système de récupération par servo-moteur déjà embarqué dans la fusée expérimentale Rasta Rocket.

SYSTEME DE RECUPERATION :

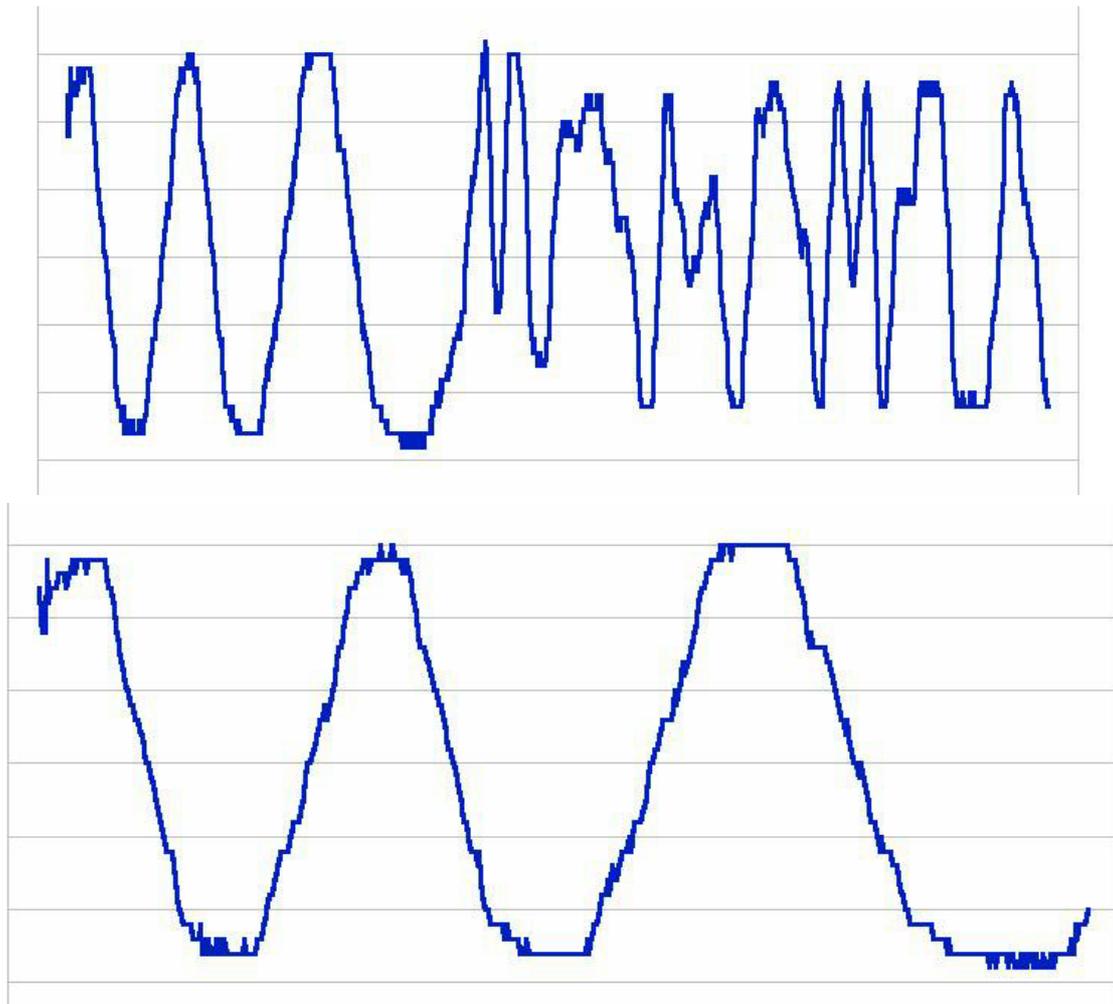
Le principe mécanique était assez simple : nous utilisions un servo-moteur qui verrouillait une porte latérale contenant un parachute cruciforme. La difficulté dans notre détection de culmination était non pas le capteur en lui-même (une simple ampoule à mercure), mais plutôt de n'autoriser l'ouverture du servo qu'à partir d'une certaine date et de forcer son ouverture si jamais elle n'a pas eu lieu quelques secondes après la culmination... Bref, le gros travail se trouvait dans le "fenêtrage" temporel de notre capteur : il fallait inhiber les signaux parasites de l'ampoule à mercure dus à la décélération pendant la montée (jusqu'à 2 secondes avant la culmination prévue par Trajec), et forcer l'ouverture si le détecteur ne fonctionne toujours pas après culmination. Ce montage électronique, qui détectait le décollage par accélérocontacts, était réalisé par deux 4060, une double porte NAND à 4011, et une double bascule D à 4013. Il fallait ensuite mettre en forme le signal pour le servo-moteur à l'aide d'un 4001 par modulation de rapport cyclique. Il est important de préciser que "l'électronicien" du projet n'avait jamais touché à la logique CMOS auparavant...

Le logiciel Trajec prévoyait une culmination à 6.5 secondes et nous avons décidé après avoir beaucoup hésité de placer notre fenêtrage entre 6.0 secondes et 7.5 secondes, en se fiant aux valeurs données par Trajec. Or en vol, la fusée a culminé en à peu près 5.5 secondes, c'est à dire avant le fenêtrage, si bien que l'ouverture du parachute a eu lieu après culmination, dès le début du fenêtrage (à 6.0 secondes), ce qui prouve que notre ampoule à mercure détectait bien que la fusée était retournée. Pour savoir si le capteur avait donné le signal dès l'apogée, il aurait fallu embarquer un enregistreur qui donnait l'état de l'ampoule à mercure à chaque instant, mais ceci n'était malheureusement pas prévu par manque de place dans la fusée (rappelons que ce n'est qu'une minifusée !). L'ouverture de la porte a été franche, comme nous avons pu le vérifier dans l'enregistrement du son. Mais le parachute étant resté

trop longtemps plié en tente club (presque 5 heures...), il ne se déploie d'abord pas correctement et se met en torche. Heureusement, il s'ouvre parfaitement après quelques secondes, et la fusée descend à environ 7 m/s. Ouf...

EXPERIENCES :

Le but principal du projet était d'évaluer la rotation de la fusée sur elle-même. Notre capteur mesurait la différence de luminosité entre les 2 faces de la fusée à l'aide de 2 LDR montées en pont diviseur. La mesure n'étant sensible qu'aux contrastes, les conditions météorologiques n'influaient pas sur la qualité de l'expérience. La tension était directement prise au milieu du pont diviseur, et envoyée à un VCO à XR2206. Puis nos signaux analogiques étaient envoyés tels quels à une "mémoire analogique", le fameux ISD (comprenant le convertisseur A/N nécessaire à l'enregistrement). Plus tard, les données étaient lues au sol et on avait immédiatement un aperçu des résultats en connectant un haut parleur en sortie de notre enregistreur (les données étant en fait restituées en fréquences sonores). Mais nous ne nous contentions pas de ce bref aperçu, puisque nous avons développé avec le soutien de Paul Lacroix un programme en Delphi permettant d'acquérir les données sur PC et de calculer la fréquence du signal, afin de représenter l'angle de rotation de la fusée en fonction du temps. En voici le graphique :



On constate que la rotation de la fusée sur elle-même est en fait très lente (du fait d'un bon alignement des ailerons et d'une faible vitesse de la fusée), toujours inférieure à 1 Hz ! Malheureusement le vol de la fusée est trop court pour que l'on puisse voir sur le graphique des variations dans la vitesse de rotation sans calculs. On voit qu'après l'ouverture du parachute à 6 secondes, la rotation devient un peu incohérente, et qu'il y a même un changement de sens de rotation à 6.9, à 10.0 et à 12.6 secondes, ce qui indique que la fusée est déstabilisée par son parachute encore torche à ce moment. Allez, avouez que l'on obtient une courbe plutôt esthétique, même si elle est un peu "patatoïdale" sur les bords !! Inutile de vous dire que l'on n'en attendait pas autant...

L'enregistrement du son était lui aussi réalisé à l'aide d'un ISD, dont l'entrée était reliée à un microphone à électrets. On entend un claquement au bout de 6 secondes qui correspond à l'ouverture du parachute. Les sifflements à la fin sont dus au fait que le parachute est mal déployé derrière la fusée.

CONCLUSION :

A travers ce projet, nos objectifs principaux ont été atteints : la technique d'enregistrement des données sur ISD a fait largement ses preuves et pourra bien-sûr être réutilisée dans de futures fusées. De même, le programme qui nous a permis de décoder l'enregistrement analogique sera étudié pour être universel, et le camion de télémessure du CNES nous a même invité à lui en procurer une version...

Seuls deux aspects sont regrettables :

- Notre système de détection de culmination n'a pas pu être réellement validé à cause des erreurs de Trajec. Toutefois, le même principe sera certainement retesté par la suite afin d'avoir un système totalement fiable.

- Nous avons oublié de munir le parachute d'un anneau anti-torche, ce qui peut expliquer que le parachute se soit mal déployé dans un premier temps. Mais heureusement que la chance était de notre côté, car s'il n'avait pas fini par s'ouvrir correctement, nous aurions perdu toutes les données stockées dans la fusée... Allez, cela nous aura quand-même valu une bonne poussée d'adrénaline !!

Les participants du projet GoldenFlight:

Marc Buchdahl,
Edouard Buchdahl,
Alexandre Devos.