

Compte rendu du projet *Skybreaker*

Rémi CANNEPIN et Didier SERRE

14 novembre 2008



Table des matières

1	Qui sommes nous ?	5
1.1	Présentation du club	5
1.2	L'équipe	6
2	Le Projet <i>Skybreaker</i>	8
2.1	Qu'est-ce qu'une fusée expérimentale ?	8
2.2	<i>Skybreaker</i>	9
3	Les Rendez-vous Espace Étudiants	10
3.1	Historique	10
3.2	Que sont les <i>R2E</i> ?	10
3.3	La représentation de <i>Thalès</i> aux <i>R2E</i> 2008	10
3.4	Compte rendu de notre participation aux <i>R2E</i> 2008	13
3.4.1	Les contrôles	13
3.4.2	Le lancement	14
3.4.3	La récupération des données	15
3.4.4	La récupération de la fusée	16
4	Conclusion	17

1 Qui sommes nous ?

1.1 Présentation du club

SPACIETA est le club aérospatial de l'*ENSIETA* (École Nationale Supérieure d'Ingénieurs en Études et Techniques d'Armement). Notre but est donc de construire des fusées (minifusées ou fusées expérimentales¹) que nous lançons lors de campagnes annuelles organisées par le *CNES* (Centre National d'Études Spatiales) et *Planète-sciences*².

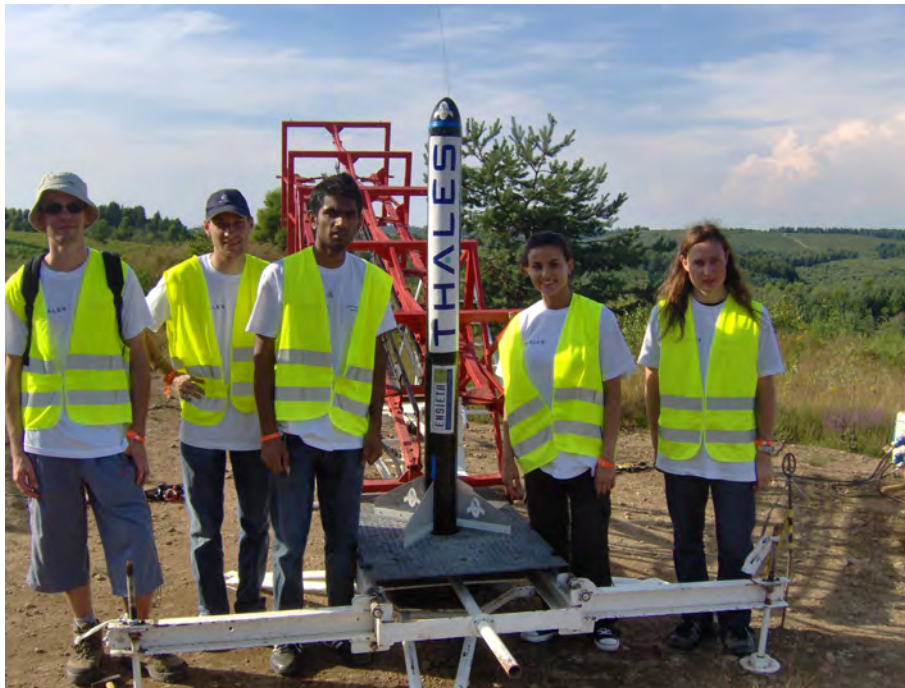


FIG. 1 – La fusée expérimentale *Skybreaker*

Le club a été créé en 2005, par des élèves de l'école; après une année de développement, la minifusée *Accession* a été lancée, elle a effectué un vol balistique³ car la porte du parachute s'est coincée dans le fuselage au moment du décollage. Depuis 2006, les membres du club travaillent sur une fusée expérimentale baptisée *Skybreaker*. Cette dernière a décollé le jeudi 30 Juillet 2008, après deux ans de conception.

¹Les fusées expérimentales sont plus grandes que les minifusées, et contiennent une expérience scientifique

²*Planète-sciences* est une association qui a pour but de sensibiliser les jeunes aux sciences

³Autrement dit, son parachute ne s'est pas ouvert

1.2 L'équipe

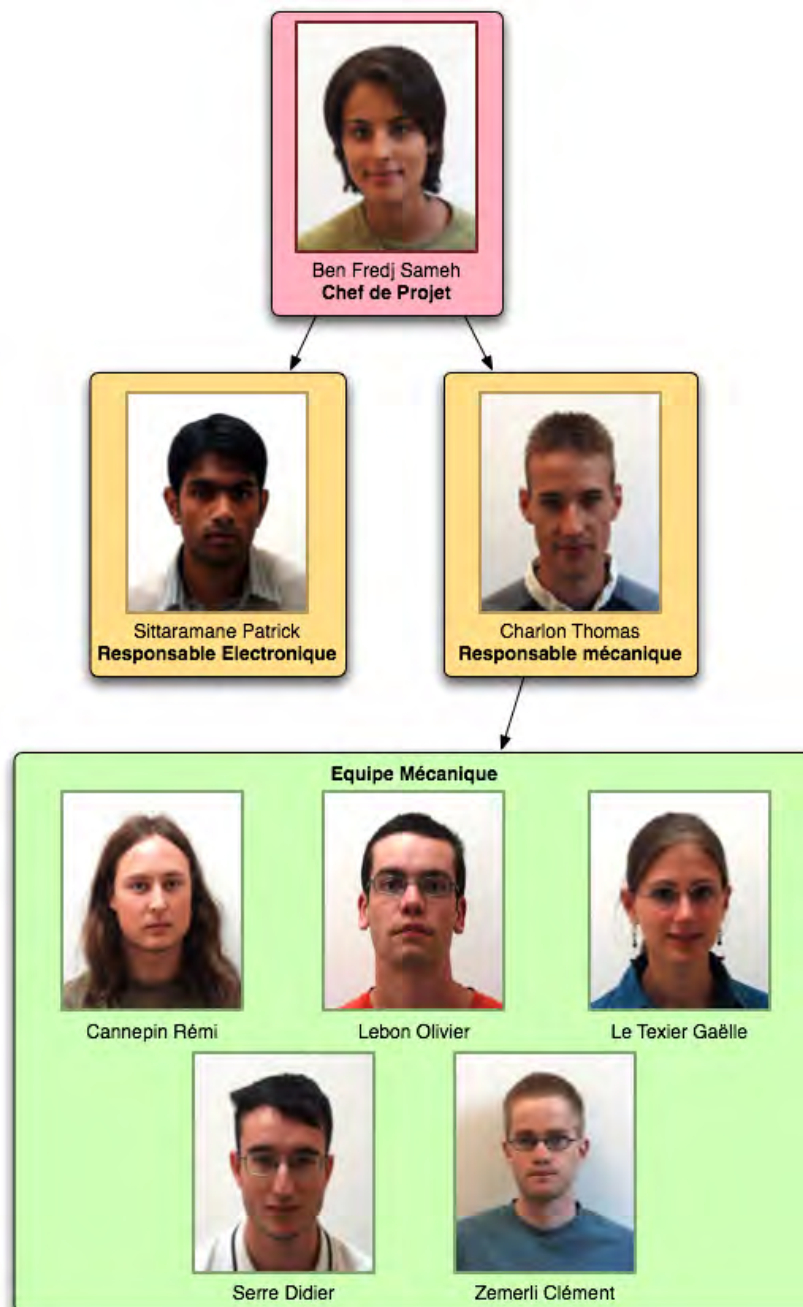


FIG. 2 – L'équipe de *SPACIETA*

Au fil de son existence, le club a été géré par différentes équipes ; aussi, n'ai-je présenté ici que la dernière de la série, qui a assuré la majorité du

développement de *Skybreaker*.

2 Le Projet *Skybreaker*



FIG. 3 – *Skybreaker*

2.1 Qu'est-ce qu'une fusée expérimentale ?

Le projet *Skybreaker* est une fusée expérimentale développée par le club *SPACIETA* de l'*ENSIETA*. Une fusée expérimentale est d'une taille d'un

mètre cinquante à deux mètres, avec un poids pouvant aller jusqu'à dix kilos. Son objectif principal est d'embarquer une ou plusieurs expériences dont les résultats pourront par la suite être exploités par l'équipe.

Le propulseur est fourni par le CNES et les clubs doivent créer leur fusée eux-mêmes tout en respectant le cahier des charges de *Planète-sciences*. Les parties à créer sont donc : la structure, la peau, le parachute, et bien entendu les expériences ainsi que les moyens permettant de récupérer les résultats.

2.2 *Skybreaker*

La fusée *Skybreaker* comporte un capteur de pression ainsi qu'un accéléromètre axial qui doivent nous permettre de reconstituer le vol et de comparer les pressions mesurées aux modèles standard d'atmosphère. Pour traiter ces données (une mesure d'accélération tous les centièmes de seconde et une mesure de pression tous les dixièmes de seconde), nous avons mis au point un algorithme en langage *JAVA*.

Nous avons utilisé deux moyens pour récupérer les données de vol. Le premier est une mémoire implantée directement dans l'électronique de la fusée, ce qui nous permet d'avoir les données dès que l'on retrouve la fusée. Le second moyen de récupération étant une transmission des trames par télémétrie : un émetteur situé au sommet de la fusée envoie les données à un camion de *Planète-sciences* qui les stocke dans un fichier texte et que nous récupérons après le vol. Reste à traiter ces informations grâce à notre algorithme et à exploiter les résultats. Grâce à cette redondance, nous maximons nos chances de récupérer les données de vol : si la fusée s'écrase, les données de la télémétrie sont toujours utilisables.

3 Les Rendez-vous Espace Étudiants



3.1 Historique

Jusqu'à 2007, *Planète-sciences* et le *CNES* organisaient tous les ans une campagne de lancement de fusées destinée à tous les clubs aérospatiaux de France. Cette manifestation était réservée à ces seuls clubs et aux éventuels bénévoles qui aidaient à l'organisation. Étant donné que la vocation de *Planète-sciences* est de faire découvrir les sciences aux jeunes, et en particulier l'espace, il a été décidé d'ouvrir ces campagnes au public. C'est ainsi qu'ont été créés les *R2E* ou Rendez-vous Espace Etudiants.

3.2 Que sont les *R2E* ?

Les *R2E* sont donc des campagnes de lancement de minifusées, ballons, fusées expérimentales et cansats⁴ organisées par *Planète-sciences* et le *CNES*. Il s'agit de l'unique opportunité (en France) pour des clubs aérospatiaux comme *SPACIETA* de lancer les fusées, et autres cansats qu'ils ont créé. Il est à noter que la majeure partie de l'organisation des *R2E* est assurée par des bénévoles.

En 2008, la campagne a eu lieu sur la base militaire de la Courtine(Creuse).

Durant cette campagne, toutes les fusées sont examinés afin de vérifier si elles répondent bien au cahier des charges (le *CNES* exigeant une fusée fiable, et *Planète-sciences* demandant une expérience viable). Une fois qualifiée, une fusée pourra passer sur le pas de tir, à condition que le temps le permette.

3.3 La représentation de *Thalès* aux *R2E* 2008

Les *R2E* sont des événements médiatisés : l'édition 2008 a fait l'objet d'un reportage diffusé au grand journal de France 3 (Limousin) et d'un certains nombre d'émissions radio. De plus, un site internet recensant les clubs ayant participé et les fusées ayant décollé est en ligne. Étant donné que la campagne de lancement de fusées n'est ouverte à tous que depuis cette année, il s'agit là d'un résultat très satisfaisant.

La manifestation rassemblait 295 participants, dont 46 bénévoles, 103 membres de club et 38 jeunes venant découvrir le monde des fusées. Etant

⁴Les cansats sont des micros satellites (de la taille d'une canette de soda)



FIG. 4 – Logo *Thalès* sur notre plan de travail



FIG. 5 – Logo *Thalès* sur notre parachute



FIG. 6 – Logo *Thalès* sur nos T-Shirts

donné que le logo *Thalès* était bien visible sur notre plan de travail (voir figure 4), la grande majorité des personnes présentes à la courtine a eu l'occasion de le voir pendant la phase de contrôle des fusées. De plus la présence d'un logo sur la peau de la fusée (voir figure 3) et sur le parachute (voir figure 5) ont contribué à véhiculer votre image tout au long de la campagne. Enfin, le logo *Thalès* était présent sur chacun de nos T-Shirts, que nous portions toute la journée (voir figure 6).

La qualité de nos réalisations en électronique (notamment l'utilisation d'un FPGA, ce qu'aucun des autres clubs n'avait fait) ainsi que la conception de notre structure (réalisée de manière à ce qu'elle soit la moins lourde possible) ayant surpris jusqu'aux contrôleurs, nous avons bel et bien véhiculé, au nom de *Thalès*, une image d'innovation et de technicité.

3.4 Compte rendu de notre participation aux *R2E* 2008

Cette année, notre fusée étant prête à être lancée, nous avons participé à la campagne de lancement de fusées de la courtine (*R2E*). Après avoir satisfait à toutes les exigences du *CNES* et de *Planète-sciences*, *Skybreaker* a pris son envol; elle a effectué un vol balistique, car son parachute a été arraché au pendant le vol.

3.4.1 Les contrôles

A cause d'un certain nombre de problèmes techniques, la phase des contrôles n'a pas été aussi facile à passer que nous ne l'avions imaginé :

- En mécanique, nous avons sous-dimensionné les ailerons, et nous avons dû les refaire au dernier moment en aluminium, or, les plaques d'aluminium dont nous disposions n'étaient pas suffisamment épaisses pour garantir une rigidité suffisante : nous avons donc dû mettre au point un système de rigidification pour pouvoir passer les contrôles
- En électronique, le FPGA a grillé pendant le transport de la fusée de Toulouse à la Courtine (nous n'en avons qu'un seul exemplaire, ce composant étant très cher). La carte électronique disposant d'un PIC, nous avons dû le reprogrammer entièrement (en une nuit) et rerouter certains circuits pour que ce dernier puisse faire le travail du FGPA. Cependant, nous avons dû supprimer l'enregistrement dans la mémoire⁵ au profit de la télémétrie.

Malgré toutes ces difficultés, la fusée a réussi à se qualifier, et les contrôleurs ont été surpris par notre rapidité à corriger les problèmes : nous avons donc véhiculé une image positive, autant pour notre école que pour *Thalès*.

Il est à noter que toutes les fusées présentes n'ont pas réussi à se qualifier, et que celles qui se sont qualifiées trop tard n'ont pas pu être lancées. Nous

⁵voir en 2.2



FIG. 7 – Skybreaker sans sa peau

avons donc su faire partie, aux côtés des clubs les plus anciens et les plus expérimentés, de ceux qui ont réagi suffisamment vite pour «voler».

3.4.2 Le lancement

Skybreaker a été lancée le 31/07/08 à 18h51. Nous avons le dernier créneau de la journée (sachant que nous ne pouvions pas lancer plus tard, puisque certains des membres du club présents devaient partir le lendemain) : il nous fallait lancer rapidement car les tirs n'étaient plus autorisés après 19h00, fort heureusement, notre «checklist» était relativement courte et nous avons réussi à la compléter avant l'heure fatidique. Nous avons donc effectué l'un des lancements les plus rapides de la campagne... et ce, sans aucun problème technique.

La fusée a donc décollé sans encombre, télémétrie fonctionnelle. La porte parachute n'étant pas tout à fait étanche, elle laisse une brèche par laquelle l'air extérieur peut s'engouffrer. Puisqu'elle est faite en fibre de verre, elle n'est vraiment rigide : elle se déforme donc jusqu'à s'ouvrir, entraînant avec elle le parachute. Ce dernier, n'étant pas dimensionné pour supporter une vitesse de 200 m/s, est très vite arraché, la fusée continue donc sa course et atteint une altitude de 1500m, avant de retomber puis de percuter le sol à grande vitesse. Pendant tout cet intervalle de temps, des mesures ont été envoyées via la télémétrie.



FIG. 8 – Lancement de la fusée *Skybreaker*

3.4.3 La récupération des données

Pendant tout le vol de la fusée les mesures effectuées par les différents capteurs de la fusée ont été enregistrées par le camion «télémetrie» ; l'un des membres du club, étant posté dans ce camion, a pu observer sur les écrans la variation des valeurs reçues. Les formes des courbes semblaient correctes et les responsables du camion nous ont indiqué que nous avions la meilleure télémetrie parmi tous les clubs qui étaient passés avant nous, avec seulement 5 trames fausses sur les 17000 reçues.

Cependant, suite à une erreur des opérateurs, notre fichier de données a été effacé et on nous a fourni les trames envoyées par la fusée pendant qu'elle était en rampe (ce qui, en soi, n'a pas un grand intérêt). Nous n'avons donc

pas pu exploiter les résultats de nos expériences et espérons faire mieux l'année prochaine.

3.4.4 La récupération de la fusée



FIG. 9 – La fusée, telle que nous n'avons retrouvée

Après le tir, *Planète-sciences* nous a fourni des coordonnées GPS qui indiquaient le point de chute probable de la fusée. Après quelques recherches, nous avons découvert *Skybreaker* enfouie dans le sol (seules les suspentes du parachute qui dépassaient du sol nous ont permis de la localiser).

C'est à l'aide de pelles et de pioches que nous avons finalement déterré la fusée. La partie propulsion étant dans un remarquable état de conservation ; cependant, la partie supérieure de structure est totalement déformée, et la coiffe a été désintégrée.

4 Conclusion

Pour conclure, la réalisation d'un projet complet, depuis la conception jusqu'à la construction a été pour nous une expérience passionnante et enrichissante.

Grâce à l'expérience acquise lors de la conception et du lancement de la fusée *Skybreaker*, les membres du club *SPACIETA* ont décidé de refaire une fusée cette année. Cependant, notre prochain projet gagnera en complexité, puisque nous pouvons réutiliser une partie des éléments de *Skybreaker* : nous gagnerons ainsi du temps sur la conception et nous pourrions nous concentrer sur de nouvelles fonctionnalités.

Du côté mécanique tout d'abord, nous voulons faire une fusée plus fine que *Skybreaker* (celle-ci, avec ces 125 mm de diamètre, était parmi les plus larges alors qu'elle se classait parmi les plus légères). De plus, réduire le diamètre nous permettra de réduire la masse de la fusée (donc de faire des économies de matière). Dans la même veine, nous voulons également changer l'architecture interne, notamment l'emplacement de la case parachute. Ceci nous permettrait d'avoir une meilleure répartition de la masse et donc diminuer la taille des ailerons, économisant encore de la matière. Enfin, nous voulons adapter la structure et la peau pour que l'accès aux cartes électroniques soit rapide et aisé.

Ensuite, du côté électronique et des expériences embarquées, nous avons plusieurs idées. Tout d'abord, nous avons prévu de placer des jauges de déformation sur la structure de la fusée pour vérifier qu'elle corresponde bien au cahier des charges. Dans cette optique, nous aurons effectué des tests de résistance de l'aluminium dans les laboratoires de l'école. Éventuellement, ces jauges pourraient être couplées à des accéléromètres pour disposer de données plus pertinentes (la force exercée sur la fusée dépendant essentiellement de son accélération). Nous désirerions également tester un système d'éjection de cassettes, ce dernier pouvant éventuellement contenir une caméra.

De plus, il serait intéressant d'essayer de déterminer la trajectoire de la fusée en étudiant, dans trois stations posées au sol, la variation de fréquence de l'onde porteuse de la télémétrie due à la vitesse de la fusée (effet doppler). Connaissant le point de départ de la fusée, il devient possible de reconstituer le vol.

Enfin, nous aimerions utiliser un système de prise de vue embarquée pour garder des images du vol.

Quand les spécifications de ce projet seront définies, nous vous enverrons un dossier pour vous le présenter, dans l'éventualité où vous souhaiteriez le sponsoriser.

L'ensemble de l'équipe de *SPACIETA* remercie *Thalès* pour son soutien financier, sans lequel l'aventure *Skybreaker* n'aurait jamais vu le jour.