



Ballon stratosphérique expérimental SPITNOOK

- Rapport de projet -

Eurêka Plus
3 avenue de l'amiral Lemonnier
Maison des Associations
78160 Marly le Roi

Rép : 01.39.58.87.92
<http://www.eurekaplus.org>

Eurêka Plus, année 2002

Sommaire :

I – Historique

- I.1 - Le club Eurêka Plus
- I.2 - Les projets antérieurs
- I.3 - Les participants au projet

II - Le projet

- II.1 - Les ambitions du projet
- II.2 - La nacelle
 - II.2.a - Construction
 - II.2.b - Protection contre le froid
- II.3 - Les expériences
 - II.3.a - La mesure d'altitude
 - II.3.b - La rotation de la nacelle
 - II.3.c - Les prises de vues aériennes

III - Le lâcher, les résultats

- III.1 - Le jour du lâcher
- III.2 - Les résultats de la télémessure
- III.3 - La récupération de la nacelle
- III.4 - Les photos prises depuis la nacelle

I - HISTORIQUE

I.1 - Le club Eurêka Plus :

Eurêka Plus est une association de loi 1901 fondée en 1985. Elle regroupe aujourd'hui plusieurs sections à caractère scientifique :

- La section astronomie, équipée de plusieurs lunettes et télescopes.
- La section informatique, qui propose une initiation à Internet et aux logiciels de bureautique.
- La section espace, constituée d'une vingtaine de membres de 12 à 24 ans, réalise des fusées et des ballons stratosphériques dans le cadre des activités proposées par Planète Sciences.



I.2 - Les projets antérieurs :

La section espace compte de nombreux projets à son actif. Chaque année sont lancées plusieurs mini-fusées et fusées expérimentales lors du Festival des Clubs Espace.

On compte parmi les principales réalisations du club :

- Dédale : premier projet de fusée expérimentale du club
- Hiboux des hauteurs : premier ballon stratosphérique du club, visant à étudier la pollution lumineuse depuis haute altitude
- Rasta Rocket : fusée expérimentale équipée pour la première fois d'une micro caméra filmant le décollage.
- Volcan : fusée expérimentale embarquant plusieurs mesures de trajectoire
- Tomorrow Never Flies : tentative de mini-fusée supersonique
- GoldenFlight : première mini-fusée expérimentale
- Tintin 2001 : réplique de la célèbre fusée Hergé

Projets futurs :

- Crazy Rocket : fusée expérimentale qui mesure sa vitesse grâce à une turbine placée sur le haut de sa coiffe.
- Rotondisse : fusée expérimentale mesurant sa vitesse à l'aide d'une « aube à aire », de type moulin à eau.
- Virtua 2000 : fusée expérimentale complexe, visant à étudier la trajectoire en trois dimensions.
- Vertigo : fusée expérimentale équipée d'une mesure de vitesse par un dispositif à ultrasons, d'un tube de Pitot, ainsi que d'un altimètre et accéléromètre.
- Et de nombreuses mini-fusées ...

La plupart des membres de la section espace ont tous lancé plusieurs fusées. Mais seul un ballon a été réalisé par le passé, et les participants à ce projet ne sont plus membres du club. Nous avons donc décidé de nous lancer pour la première fois dans un projet de ballon stratosphérique, afin de diversifier nos activités.

I.3 - Les participants au projet

Le projet Spitnook se voulait être un projet en commun, c'est à dire où tous les membres de la section espace y participent à sa manière.

Habituellement, les projets de fusées sont menés par des petites équipes de deux où trois membres. Le fait que tout le monde travaille sur Spitnook imposait une organisation un peu particulière : les différentes tâches ont été réparties à plusieurs petites équipes, chacune sous la responsabilité d'un animateur.

Nos ambitions étaient en fait plutôt d'apprendre à gérer un projet à plus grande échelle, que de réaliser une merveille technique. Finalement, comme chacun travaillait en parallèle sur son propre projet, seuls les animateurs ont réellement contribué à la réalisation du ballon ...

II - Le projet :

II.1 - Les ambitions du projet :

Comme personne de la section espace n'avait réalisé de ballon stratosphérique, Spitnook était en fait un projet d'initiation. En effet, nous sommes plus habitués aux fusées, dont les contraintes sont totalement différentes. Nous avons donc choisi d'embarquer des expériences très simples à réaliser et à exploiter :

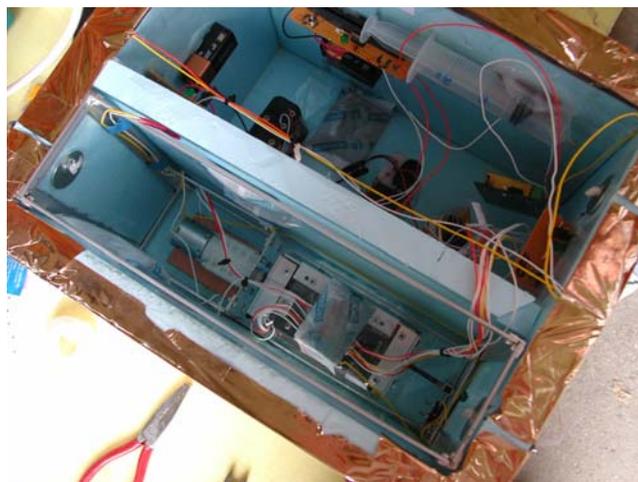
- Estimation de l'altitude de la nacelle, en mesurant la pression ambiante.
- Mesure de la rotation de la nacelle sur elle même, afin de déduire des renseignements sur son balancement et donc sur le vent.
- Photos aériennes du sol et de l'horizon.

Les expériences sont constituées de capteurs faits maisons, et nécessitant très peu d'électronique.

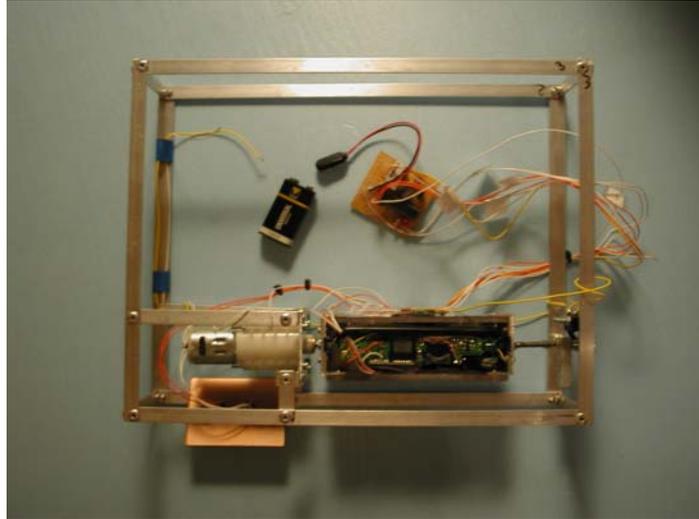
II.2 - La nacelle :

II.2.a - Construction :

Pour le matériau de la nacelle, nous avons utilisé des plaques de mousse de polystyrène extrudé, d'épaisseur 4 cm. Cette mousse est utilisée dans le bâtiment pour isoler thermiquement les cloisons. Le matériau a aussi l'avantage d'être facile à couper et à coller.



Les photos étaient prises à travers une fenêtre en plexiglas transparent. Nous avons en effet préféré cette solution plutôt que de laisser un trou ouvert dans la nacelle. Ainsi nous avons isolé au maximum la nacelle du froid. De plus, une cloison isolait la partie qui contenait l'appareil photo du reste de la nacelle, afin de garder une partie complètement isolée pour le reste des équipements (piles, électronique ...).



D'autre part, l'appareil photo ainsi que son moteur qui l'orientait étaient montés sur une structure indépendante, ce qui permettait de les sortir sans avoir à démonter toute la nacelle. Enfin, un couvercle servait à fermer la nacelle au dernier moment. Il était simplement posé puis scotché avant le lâcher.

II.2.b - Protection contre le froid :

La nacelle abrite les capteurs et l'appareil photographique. Elle doit donc être bien isolée contre le froid. En effet, en haute altitude, la température descend à -50°C , et toutes les piles, l'électronique et la pellicule photo risquent d'être endommagées.

Tout d'abord, nous n'avons laissé aucun trou dans la nacelle, à part les fenêtres pour l'appareil photo qui étaient fermées par une plaque de plexiglas.

La nacelle était de plus « emballée » dans une couverture de survie, ce qui permettait de laisser entrer la chaleur (les rayons du soleil), et de ne pas la laisser sortir de l'intérieur de la nacelle.

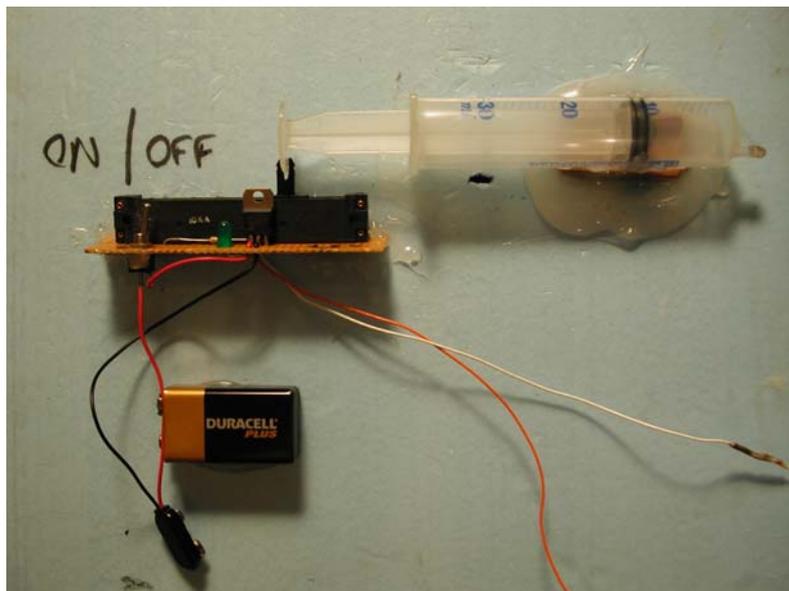
La nacelle contenait également une source de chaleur : juste avant le lâcher, nous avons placé plusieurs chaufferettes. Habituellement utilisées en montagne, ces chaufferettes sont en fait une réaction chimique exothermique. Il suffit de les agiter pour mélanger les réactifs, et la réaction dégage de la chaleur pendant environ cinq heures.

II.3 - Les expériences :

Le ballon embarquait un appareil photo, ainsi que deux capteurs de pression et de rotation, dont les données étaient transmises en direct au sol par un émetteur analogique, le Kiwi Millénium, fourni par Planète Science.

II.3.a - La mesure d'altitude :

La mesure d'altitude était assurée par un capteur de pression. Le capteur est très simple, puisqu'il s'agit d'une seringue bouchée, dont on mesure le volume en regardant le déplacement de son piston. En effet, lorsque l'altitude augmente, la pression ambiante diminue, donc le volume de l'air contenu par la seringue augmente, ce qui provoque un déplacement du piston. Le piston est relié à un potentiomètre linéaire, ce qui permet de générer une tension proportionnelle au volume de la seringue.



Physiquement, la pression ambiante et la pression dans la seringue s'égalisent, et si l'on considère que l'air contenu dans la seringue est un gaz parfait, on peut relier sa pression à son volume :

$$p V = n R T$$

La nacelle étant suffisamment bien isolée, on peut admettre que la température (**T**) est constante. La quantité d'air enfermée (**n**) est elle aussi constante, car on a bouché l'extrémité de la seringue de manière à éviter les fuites. Donc si on connaît le volume de la seringue (**V**) grâce au potentiomètre, on en déduit la pression (**p**), donc la température.

En réalité, cela n'est pas aussi simple, car d'une part la température n'est pas vraiment constante, et il faudrait embarquer un capteur de température supplémentaire ; et d'autre part les frottements au niveau du piston de la seringue font qu'il se déplace par petits accoups, ce qui fausse la mesure ...

II.3.b - La rotation de la nacelle :

La nacelle est reliée au ballon d'hélium par une suspente, et elle peut donc librement osciller autour de cette suspente. Nous avons donc décidé de mesurer la rotation de la nacelle. Pour cela, il suffit de repérer l'orientation de la nacelle par rapport à un point fixe, le soleil.

On mesure la luminosité sur deux faces opposées de la nacelle, et on en compare la valeur. Ainsi, lorsqu'une face est exposée au soleil, l'autre face ne reçoit pas de lumière, et vice versa. En faisant le rapport des valeurs données par ces deux capteurs, on peut donc en déduire l'orientation de la nacelle, et son sens de rotation.

L'avantage de ce système par rapport à un système ne contenant qu'un seul capteur est qu'il est insensible au mauvais temps : en effet, si le ballon est dans les nuages, le capteur mesurera une luminosité quasiment nulle quelque soit son orientation, car le soleil est caché. Par contre, avec deux capteurs, on peut détecter de très faibles différences de luminosité entre le plein soleil et l'ombre, car le montage n'est pas sensible aux luminosités absolues, mais aux contrastes.

II.3.c - Les prises de vues aériennes :

Nous avons décidé d'équiper notre ballon d'un appareil photo afin de ramener des souvenirs de son périple, même si les chances de le retrouver étaient assez faibles (statistiquement, deux ballons sur trois se perdent). On pouvait espérer qu'il atteigne une altitude de plus de 20 km, et à cette hauteur les photos promettaient d'être plutôt spectaculaires.

L'appareil, monté sur un petit moteur, prenait 36 photos, d'abord vers le sol, puis vers l'horizon. Une minuterie programmable permettait de prendre les photos à intervalles variables et de faire tourner l'appareil quand on le désirait. Pendant une heure, les photos étaient prises vers le sol, d'abord rapidement puis à intervalles de plus en plus espacées. Puis ensuite, l'appareil se tournait vers l'horizon et photographiait à intervalles réguliers (nous avons estimé que le vol durerait un peu plus que deux heures, avec une heure trente de montée).



Nous redoutions plusieurs risques qui pourraient empêcher l'appareil de bien fonctionner :

- D'une part le froid risquait de geler la chimie de la pellicule photo, et c'est pour cela que nous avons très bien soigné l'isolation thermique de la nacelle.
- D'autre part, les conditions de pose ne seraient pas optimales, car en haute altitude, il y a une forte luminosité et beaucoup de rayons UV. Du fait du balancement de la nacelle, on risquait aussi d'avoir des images très floues. Ceci nous a mené à choisir une pellicule 100 ISO.

En fait, nous n'aurions pas dû placer la plaque de plexiglas pour isoler l'ouverture nécessaire à l'appareil photo. En effet, il s'est produit un phénomène que nous avons négligé : de la condensation est rapidement (au bout de 20 minutes) apparue sur la vitre, ce qui a gâché toutes nos photos ...

III - Le lâcher, les résultats :

III.1 - Le jour du lâcher :

Le lâcher a eu lieu le samedi 15 juin 2002, vers 13H30, sur les terrains de Météo France à Trappes. Le ciel était couvert, mais il ne pleuvait pas. Le vent soufflait d'ouest en est, pas très fort.

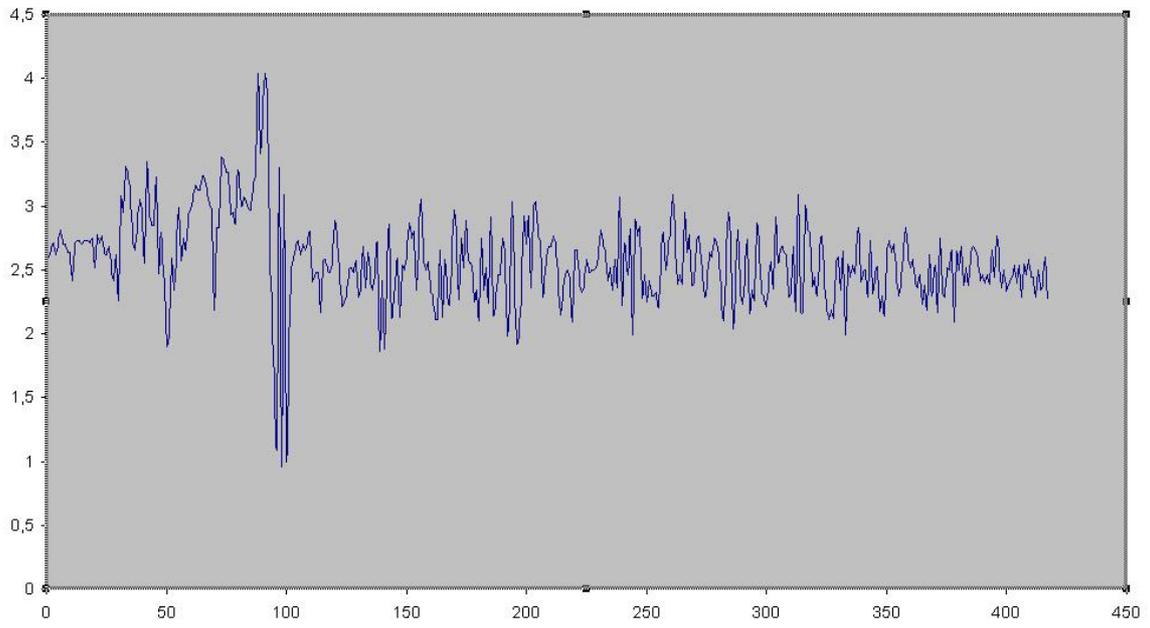


III.2 – Les résultats de la télémesure :

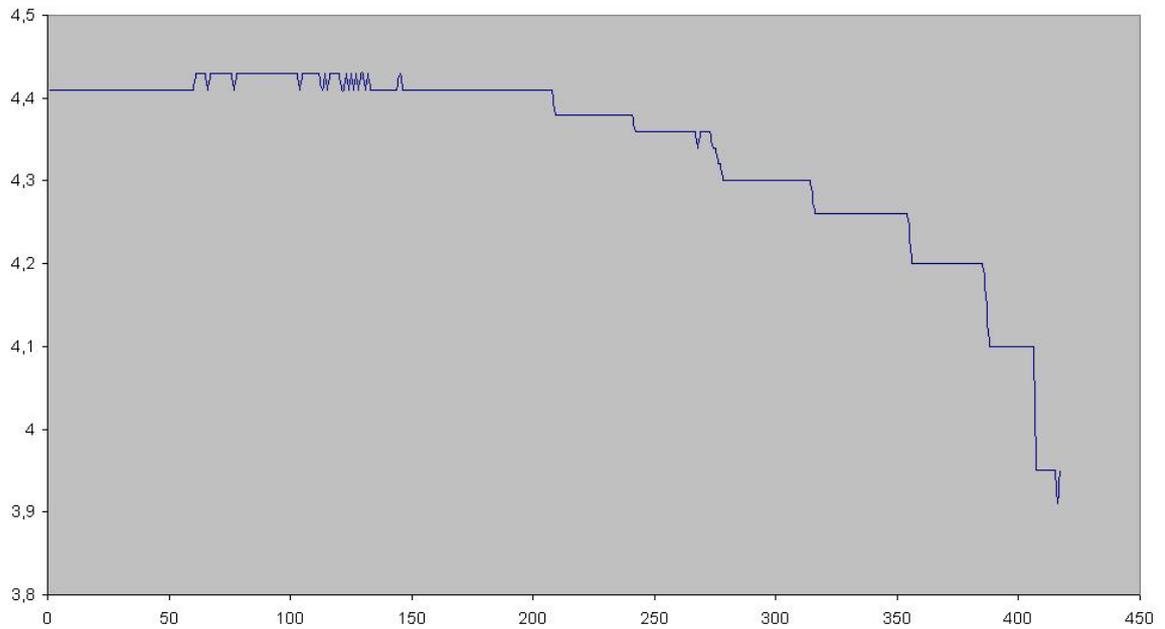
Les données transmises par l'émetteur du ballon étaient reçues au sol grâce à une antenne amplifiée, et le signal était enregistré sur PC. Les 27 premières minutes, la liaison a correctement fonctionné, mais dès que le ballon s'est un peu trop éloigné, la réception s'est fortement dégradée. En effet, nous nous sommes aperçus que l'amplificateur de l'antenne n'était pas allumé. Nous avons donc perdu la majorité des mesures ...

Voici cependant les mesures effectuées pendant les 27 premières minutes :

Voie 1 : ROTATION



Voie 2 : PRESSION



On voit que la pression semble décroître par paliers. Cela est dû aux frottements au niveau du piston de la seringue.

Pour ce qui est de la rotation de la nacelle sur elle-même : on constate que les rotations sont très irrégulières, et plutôt rapides. Les oscillations ne se font d'ailleurs pas toujours dans le même sens. En fait, il est difficile d'être sûr que toutes les oscillations sont effectivement décelées par le capteur car l'émetteur n'envoie les mesures qu'à intervalle de quelques secondes (au mieux 2 secondes, mais comme certaines mesures sont perdues, parfois c'est bien pire). Ceci explique que la courbe soit aussi irrégulière, et qu'on n'obtienne pas une belle « sinusoïde ».

III.3 – La récupération de la nacelle :

Il faut savoir que la chance de retrouver notre nacelle était faible, d'autant plus qu'elle comportait un appareil photo (ce qui a tendance à attirer les personnes malhonnêtes !). Mais nous avons été chanceux, et le ballon a été retrouvé par une dame à côté de Château Thierry dans l'Aisne, à 100 km à l'est de Paris.

Elle était en train de cueillir des fraises dans son jardin alors qu'un "boum" retentissait à 2 mètres d'elle ... c'était le retour sur terre de Spitnook après exactement 2h30 de vol.

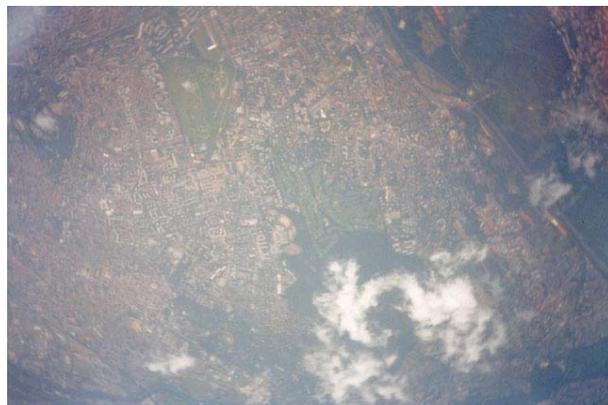
La dame a aussitôt appelé le numéro de Planète Sciences et a aussi laissé un message sur notre répondeur à Eurêka Plus. Nous sommes allés le récupérer, et lui avons offert quelques cadeaux en remerciement.



III.4 – Les photos prises depuis la nacelle :

Les photos ont été un peu décevantes. En effet, seules les 7 premières photos sont exploitables. Il semblerait que la vitre en plexiglas se soit couverte de buée par l'intérieur, et ait joué le rôle d'un filtre blanc devant l'objectif.

Voici cependant à quoi ressemblent les premières prises de vue :



⇒ 1, 2, 3, 4, 5, 10 et 15 minutes après le lâcher

On peut voir que le ballon survole les jardins du château de Versailles.

Nous regrettons fortement que les photos sur l'horizon n'aient pas fonctionnées.