

BALLON SONDE STRATOSPHERIQUE

LYCEE COURNOT DE GRAY (70)

Année scolaire 2016 / 2017

Compte-rendu rédigé par les élèves

I/ Présentation générale :

Les élèves de la section STI2D ont une nouvelle fois participé au projet « Un ballon pour l'école », opération menée en partenariat avec le Centre National d'Etude Spatiale (CNES), l'association Planète Sciences et en relais avec le Pavillon des sciences de Montbéliard.

La nacelle construite par les élèves embarquait plusieurs capteurs liés à la météo (température, pression, humidité, ...), à la lumière (rouge, bleu), une expérience sur l'exploitation de l'énergie solaire, un appareil photos et deux caméras.

La préfecture de Haute-Saône refuse depuis deux ans les lâchers de ce type dans le département. Impossible donc de lâcher dans la cour du lycée comme les années précédentes. Par contre, pas de refus dans le Doubs et c'est la commune de Lavernay qui nous a accueilli et mis à disposition un terrain juste à côté de l'école primaire qui a, du coup, profité du spectacle. Le lâché s'est déroulé le mardi 16 mai à 13h45. Un ballon, gonflé à l'hélium, a entraîné la nacelle pour un voyage d'environ 2 heures 30.

Grâce à un émetteur radio placés dans la nacelle, nous avons pu suivre en permanence depuis le sol la trajectoire du ballon et les différentes mesures faites au cours du vol.

En partenariat avec l'association de radioamateurs ARGESTRA (Association Régionale de Gestion des Structures de Transmission Radioamateurs), nous avons pu équiper notre nacelle d'un GPS, facilitant ainsi la récupération.

Le lâcher s'est déroulé dans de très bonnes conditions, un ciel sans nuages, très peu de vent et un ballon que nous avons pu suivre à l'œil nu jusqu'à l'éclatement.

L'ensemble s'est élevé dans les airs à plus de 30 km d'altitude (31503m atteint à 15h23). A cet instant le ballon a éclaté, permettant ainsi à la nacelle de retomber « doucement » grâce à un parachute. Elle a atteint le sol vers 16h15 à Geraise (39).

A travers ce projet, les objectifs étaient surtout de :

- Sensibiliser les élèves aux problèmes climatiques,
- développer le travail en équipe, la conduite de projet, la prise d'initiatives, la communication,
- pratiquer une démarche expérimentale,
- Rédiger un compte rendu en exploitant les mesures récupérées.

Remerciements :

Nous tenons à remercier les organismes Planète Sciences, le CNES et le Pavillon des sciences sans qui ce projet n'aurait pu voir le jour.

Un grand merci à David GEOFFROY, animateur scientifique du Pavillon des sciences de Montbéliard pour le suivi technique et les conseils au cours de l'année scolaire.

Merci également aux radioamateurs pour le suivi et la récupération de la nacelle.

II/ Chronologie :

Le travail a débuté en décembre 2015 avec des recherches documentaires sur l'atmosphère, les enjeux climatiques, le rôle des ballons sondes, ... Cette étape permet de définir les expériences à embarquer dans la nacelle.

Puis les élèves se sont lancés par équipe dans la conception et la mise au point des différents systèmes, la construction de la nacelle et l'assemblage final.

La nacelle a été terminée en mai 2016. Le lâcher a eu lieu en 2017 pendant l'année de terminale des élèves. Durant cette période, nous sommes restés en contact avec David JEOFFROY, animateur scientifique au pavillon des sciences de Montbéliard.

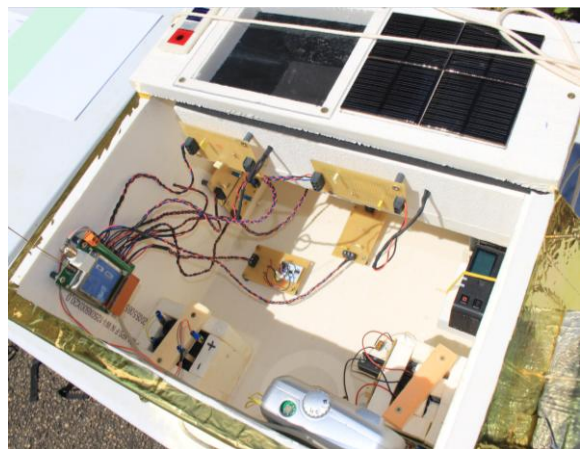
III/ Choix des expériences :

Cette année, nous avons choisi d'embarquer dans la nacelle :

- Trois capteurs de température,
- Deux capteurs de lumière (bleu et rouge),
- Un capteur de pression,
- Un capteur d'humidité,
- Un accéléromètre.

Ces huit expériences seront toutes reliées à l'émetteur KIWI afin de suivre au sol l'évolution des grandeurs physiques.

Nous avons également placé dans la nacelle un appareil photo et deux cameras.



IV/ Construction de la nacelle :

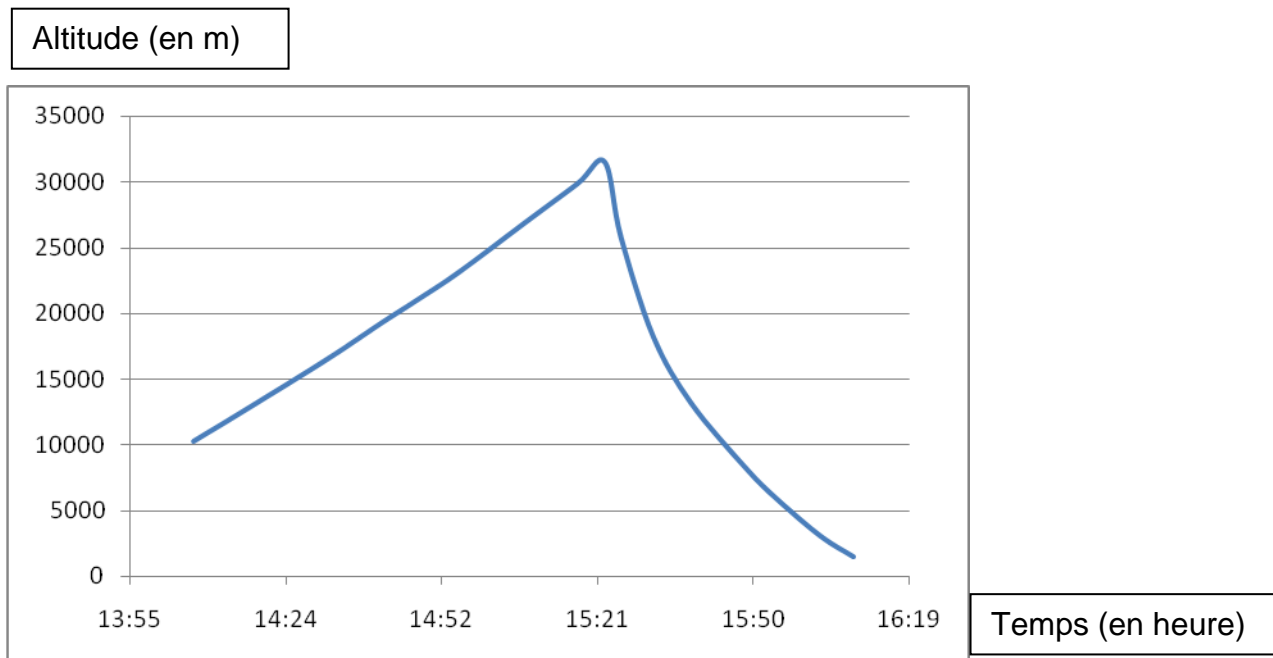
Elle a été réalisée en polystyrène extrudé de 20 mm d'épaisseur, recouverte d'une couverture de survie.

Dimensions : 30 x 30 x 30 cm

Poids total : 2100 grammes

V/ Altitude au cours du vol

Pendant le vol, les équipes se sont relayées pour contrôler les mesures et relever régulièrement l'altitude du ballon en fonction de l'heure. Voici le graphique donnant l'évolution :



Le lâcher s'est fait à 13h45.

La nacelle a atteint une altitude max de 31503 m à 15h23.

Toutes les 2 minutes, Nous avons calculé la vitesse d'ascension : elle a varié entre 4 et 6 m/s.

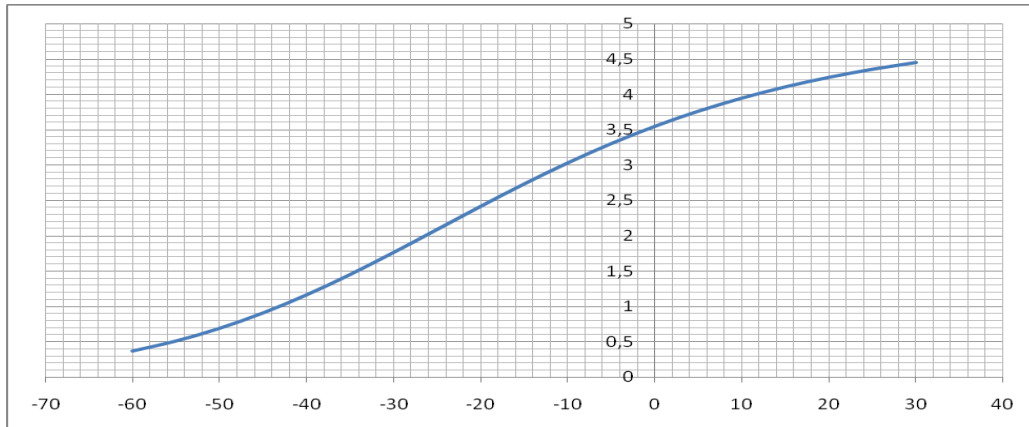


VII/ Les expériences embarquées :

1- Les capteurs de température :

Nous avons utilisé une thermistance pour mesurer la température extérieure.

Ce capteur de température extérieur va nous permettre de savoir la température en dehors du ballon sonde. Voici la courbe de la tension produite par les capteurs en fonction de la température :

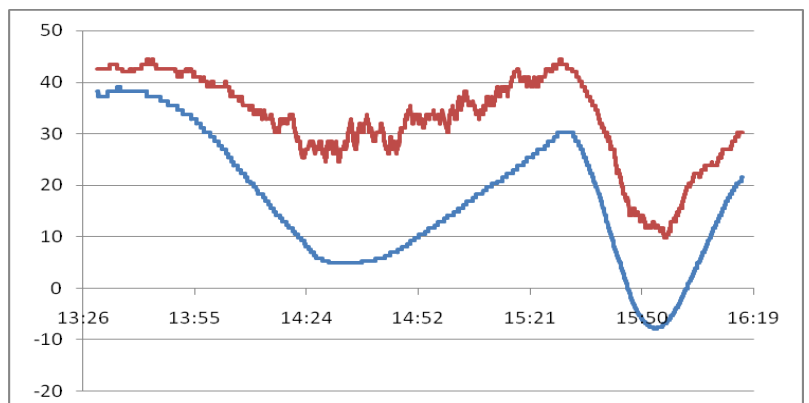


Nous avons fait deux compartiments dans la nacelle et deux capteurs mesurent la température dedans. Le premier est chauffé par les rayons du soleil et le deuxième par une résistance chauffante alimentée par des panneaux photovoltaïques. Le but est que la température ne descende pas en dessous de 10°C malgré le froid à l'extérieur en utilisant seulement l'énergie du soleil.

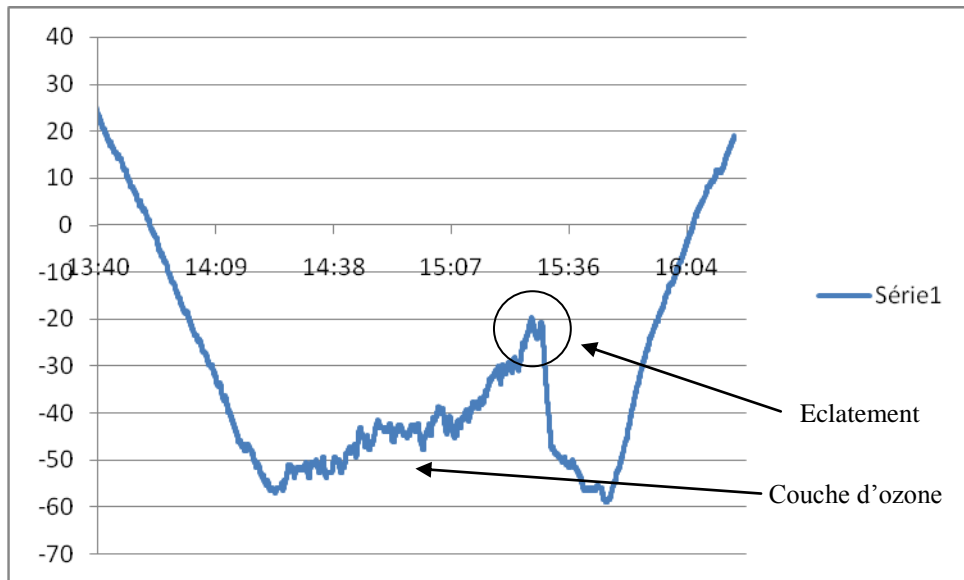


Evolution de la température dans les compartiments au cours du vol

On voit que seuls les panneaux photovoltaïques (courbe en rouge) permettent de ne pas descendre en dessous de 10°C. L'autre compartiment n'était pas bien isolé avec la plaque de plexiglas.



Voici la courbe de la température extérieure au cours du vol :

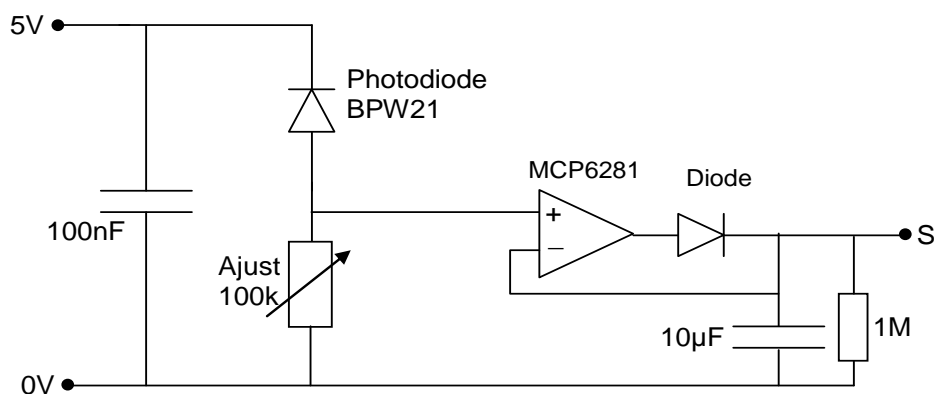


On voit que la température la plus froide est d'environ -59°C à 15H45.
On remarque aussi que la température augmente au passage dans la couche d'ozone.

2- Les capteurs de lumière visible :

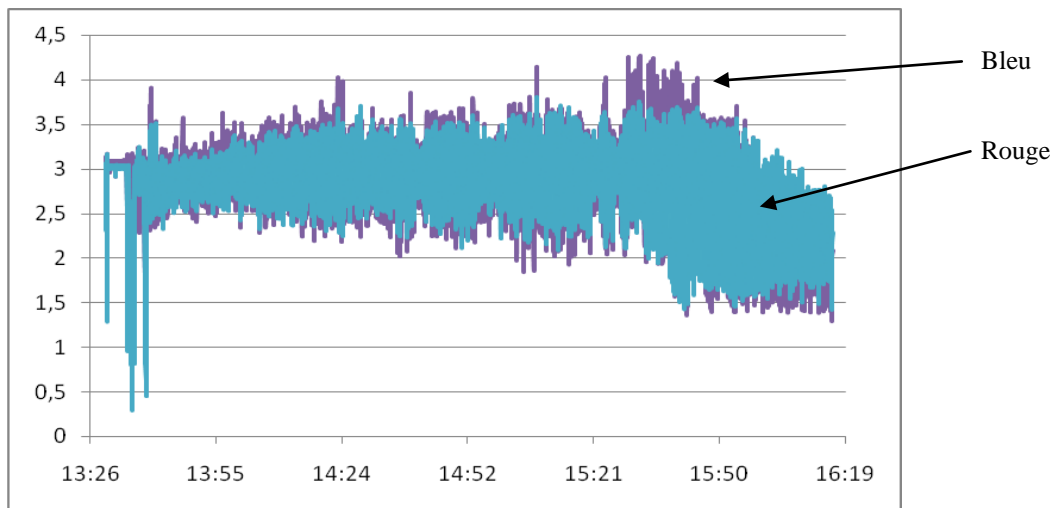
Nous avons travaillé sur les capteurs de lumières rouge et bleu.. Le composant utilisé est une photodiode BPW21.

Nous avons réalisé le montage suivant donné par notre professeur :



Nous avons réglé Ajust avec un tournevis pour avoir une tension de sortie S égale à 3V par grand soleil.

Evolution de la lumière au cours du vol

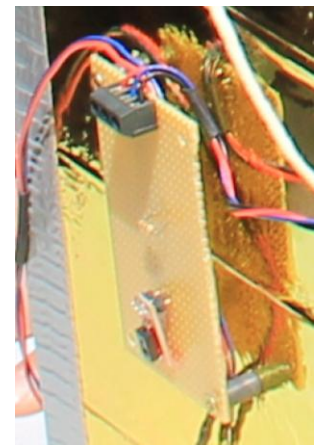


Les courbes sont difficilement exploitables car la tension oscille beaucoup. Cela est dû au passage du ballon entre la nacelle et le soleil. On voit quand même que le niveau de bleu est plus important que la rouge quand l'altitude augmente.

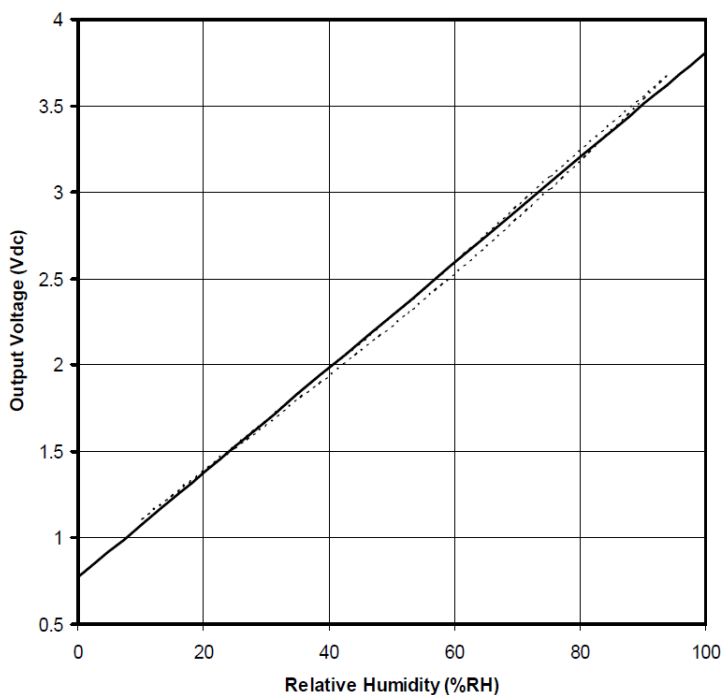
3- Le capteur d'humidité :

Présentation du capteur

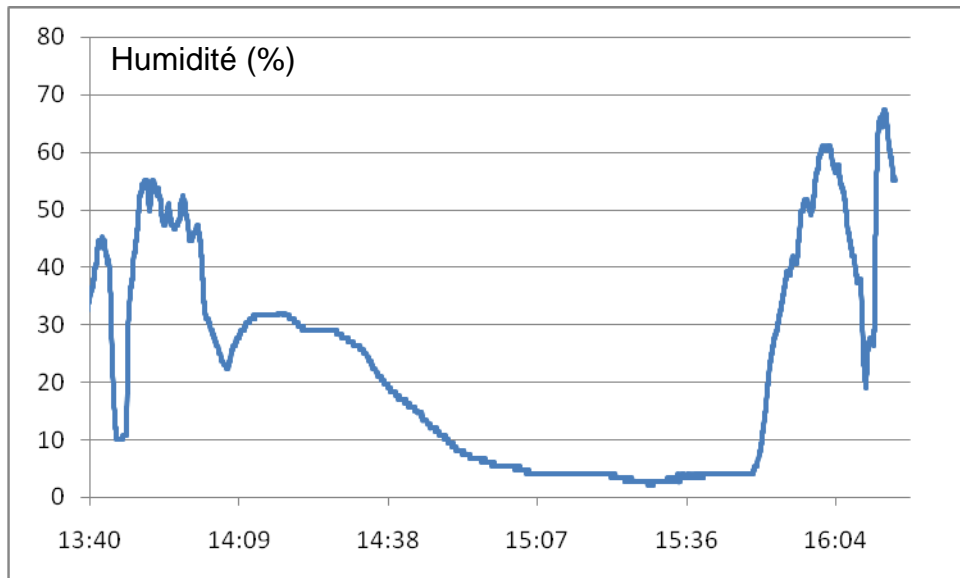
Nous avons travaillé sur le capteur d'humidité. Le capteur utilisé est le modèle HIH-4030. Ce capteur nous permettra de connaître le pourcentage d'humidité dans l'atmosphère.



Tension en fonction du % d'humidité



Résultats des mesures au cours du vol :



Le capteur a très bien fonctionné durant tout le vol (contrairement aux années précédentes avec le modèle HIH-4000). Nous pouvons remarquer des pics d'humidité qui correspondent à des moments où le ciel était plus chargé. On voit aussi un niveau très bas quand la nacelle est proche de l'éclatement, ce qui est normal car il n'y a presque plus d'air à 30km d'altitude.

4- Le capteur de pression :

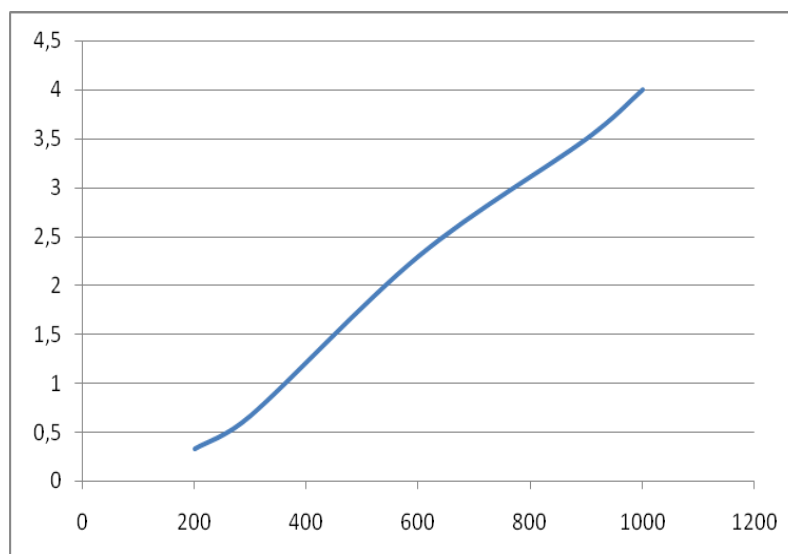
Le capteur de pression que nous avons utilisé est un MPX5100AP. Il donne une tension proportionnelle à la pression mesurée.

D'après nos recherches, la pression doit diminuer quand l'altitude augmente.

Nous avons utilisé une cloche à vide pour vérifier le fonctionnement de notre capteur. Les résultats des mesures montrent que la tension est presque proportionnelle à la pression :

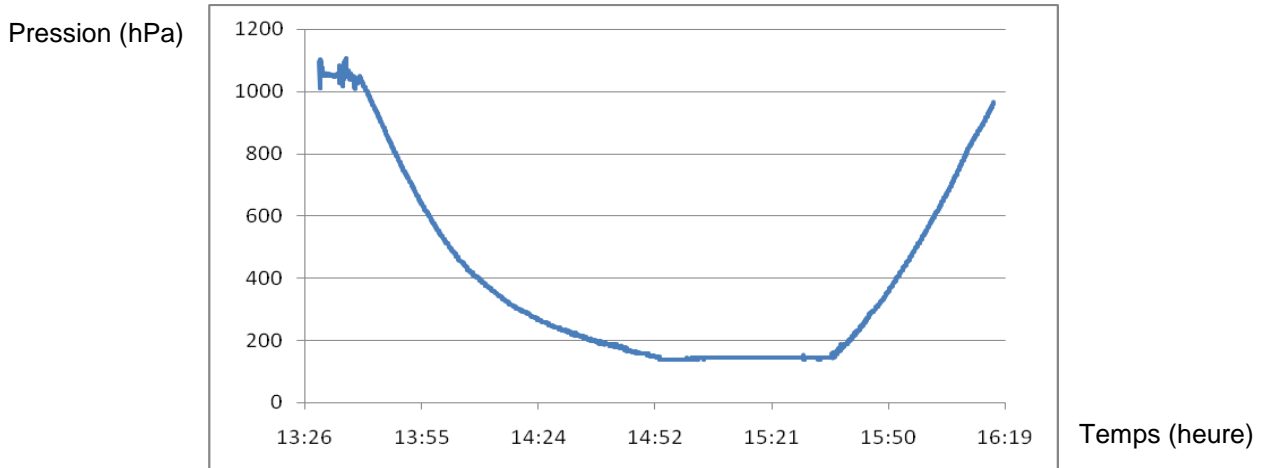


Tension (V)



Pression (hPa)

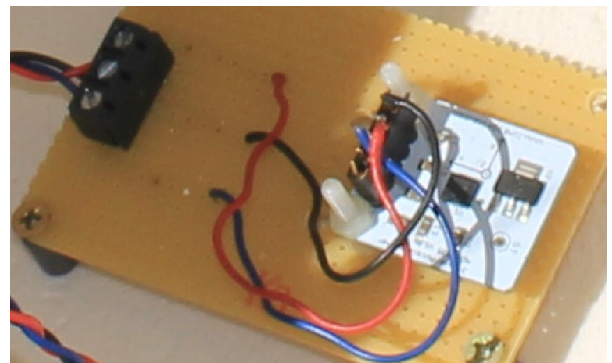
Pendant le vol :



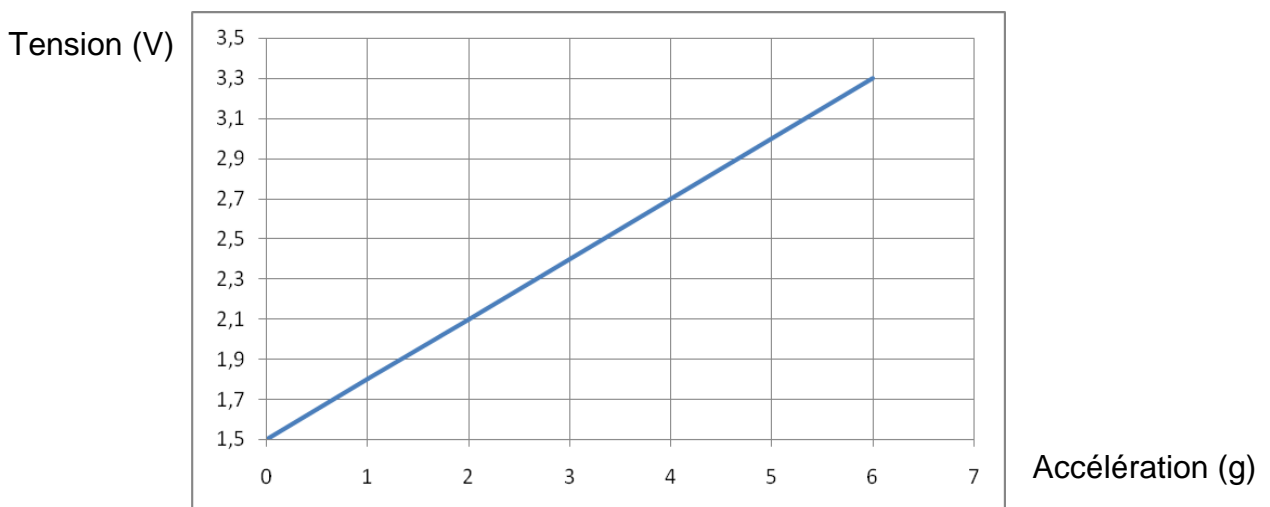
On voit que la pression chute pendant la montée du ballon et augmente après l'éclatement. Notre capteur a très bien fonctionné durant tout le vol. On voit aussi que la tension sature vers 150 hPa, c'est le minimum que peut mesurer le capteur, il ne peut pas descendre en dessous. Il faudrait un autre capteur pour connaître la pression à 30km d'altitude.

5- L'accéléromètre :

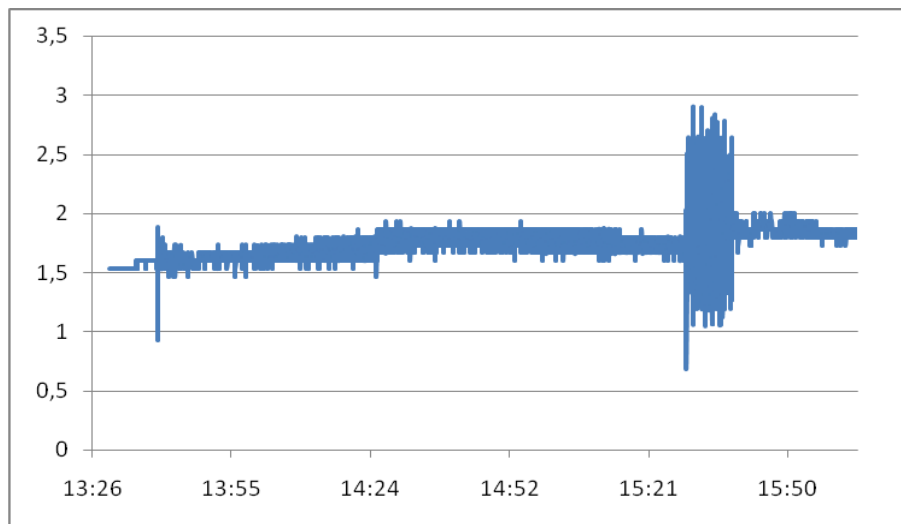
Notre équipe a travaillé sur un accéléromètre. Le circuit est le ADXL335, il est déjà prêt à l'emploi. Nous l'avons fixé sur une carte et relié à l'émetteur Kiwi.



D'après le documentation constructeur, la tension produite par le capteur vaut 1,5V pour une accélération de 0g. Ensuite elle augmente de 0,3V par g. Ce qui nous donne la courbe suivante :



Mesures lors du vol (accélération en fonction de l'heure)



Le ballon monte à vitesse constante, donc l'accélération devrait être égale à 1g. Les mesures donnent 1,5 à 2g, notre courbe d'étalonnage n'est peut être pas juste. Sinon, on voit bien l'éclatement du ballon, le capteur « s'affole ».

Le but de l'expérience était de voir si on avait 0g juste après l'éclatement car la nacelle tombe en chute libre. Les résultats ne sont pas valables car la nacelle ne tombe pas droite mais en tourbillonnant (on le voit sur la vidéo d'une des cameras).

6- Appareil photo et caméras :

Notre équipe devait faire fonctionner l'appareil photo. Le froid a toujours coupé l'appareil au bout de quelques minutes lors des précédents ballons sonde du lycée.

Nous avons fait un montage qui garde la tension constante avec un régulateur même si la température chute beaucoup.

Résultat : l'appareil a pris des photos durant tout le vol et même après jusqu'à ce que les piles soient à plat. Il a pris 251 photos dont 144 durant le vol.

Pour les cameras, nous avons un caméscope HD filmant vers le sol, ainsi qu'une camera d'action filmant à l'horizontal.

Voici quelques images obtenues avec les différents appareils :

