

Projet ICARE

Rapport final

Groupe MPI - 29/05/08

Sujet : Ballon expérimental UBPE

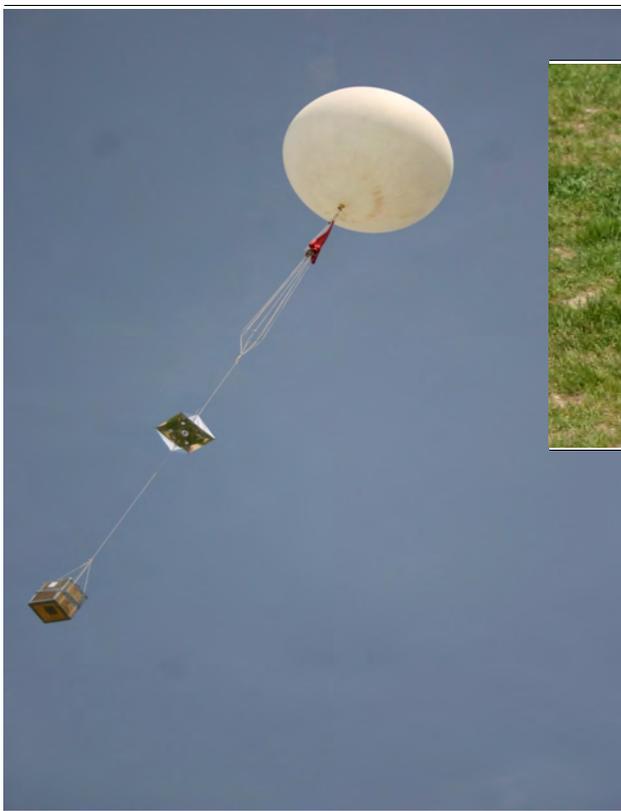


Table des matières

| | |
|---|----|
| I - Présentation générale du projet ballon expérimental..... | 4 |
| 1°) Partenaires..... | 4 |
| 2°) Le ballon..... | 4 |
| a. La chaine de vol..... | 4 |
| b. Altitude..... | 5 |
| c. Vitesse..... | 5 |
| d. Réception | 5 |
| 3°) Cahier des charges..... | 5 |
| 4°) Gestion du projet..... | 6 |
| II - DESCRIPTION DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES. | 7 |
| 1°) Structure de l'atmosphère..... | 7 |
| 2°) Mécanique du vol..... | 8 |
| a. Phases du vol..... | 8 |
| b. Schéma des forces..... | 9 |
| c. Courbe altitude fonction du temps..... | 9 |
| 3°) Présentation des expériences embarquées..... | 9 |
| a. Capteur de pression..... | 9 |
| Choix du capteur..... | 10 |
| Circuit électrique..... | 10 |
| Etalonnage..... | 10 |
| Capteur basse pression..... | 10 |
| b. Capteurs de température LM35..... | 10 |
| Choix du capteur et circuit..... | 10 |
| Etalonnage..... | 11 |
| c. La Thermorésistance..... | 11 |
| d. L'appareil photo..... | 11 |
| e. Le GPS..... | 11 |
| f. Accéléromètre..... | 12 |
| III - LIASSE DE PLANS. | 13 |
| 1°) Capteur thermorésistance..... | 13 |
| 2°) Capteur LM 35..... | 13 |
| 3°) pression..... | 14 |
| 4°) l'appareil photo..... | 14 |
| 5°) Circuit électrique de la nacelle | 15 |
| 6°) Plan de la nacelle..... | 16 |
| 7°) Description des logiciels s'ils ont été spécialement développés..... | 17 |
| IV - BREF RESUME DES ETAPES DE LA FABRICATION ET DES DIFFICULTES RENCONTREES..... | 18 |
| 1°) Capteurs de pression..... | 18 |
| 2°) Capteurs de températures..... | 18 |
| 3°) Appareil photo..... | 19 |
| 4°) GPS..... | 19 |
| 5°) Photos de la nacelle..... | 20 |
| V - COMPTE RENDU DE LA CAMPAGNE DE LACHER..... | 21 |
| 1°) Organisation et déroulement du lacher..... | 21 |
| 2°) Suivi du vol et présentation publique..... | 22 |

| | |
|---|----|
| 3°) Récupération de la nacelle..... | 23 |
| VI - RESULTATS BRUTS OBTENUS PENDANT LE VOL..... | 24 |
| 1°) Données du GPS..... | 24 |
| 2°) Capteurs de températures..... | 24 |
| 3°) Courbes brutes exploitables..... | 26 |
| a. Capteur de pression (voie 1)..... | 26 |
| b. Accéléromètre (voies 4 et 5)..... | 27 |
| c. tension des piles pendant le vol..... | 28 |
| d. Courbe altitude fonction du temps (données GPS)..... | 29 |
| VII - INTERPRETATION DES MESURES ET COMPARAISON AVEC LES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES INITIAUX..... | 30 |
| 1°) Courbe pression fonction du temps..... | 30 |
| 2°) Courbe altitude fonction du temps..... | 30 |
| a. Calculs pour la montée du ballon :..... | 31 |
| b. Calculs pour la descente du ballon :..... | 31 |
| 3°) Courbe pression fonction de l'altitude..... | 31 |
| 4°) Accélération verticale et horizontale..... | 32 |
| VIII - REMERCIEMENTS AUX PERSONNES AYANT SOUTENU L'EQUIPE..... | 33 |

I - PRÉAMBULE

Rédigé par L.Arnaud, enseignant « chef de projet ».

Ce rapport à été mis en forme par mes soins à partir des productions des élèves (document projet, rédaction de sous-parties, notes de travail, ...) pour lui donner une forme plus aboutie. En effet, par manque de temps sur la fin de l'année, tout n'a pas pu être rédigé et certains passages auraient mérité d'être retravaillé. Pour autant le résultat permet de se faire une bonne idée du travail réalisé et malgré, ses limites, d'en apprécier la qualité. Je voudrais féliciter les élèves pour ce qu'ils ont accompli.

Pour rendre compréhensible la démarche j'ai essayé d'ajouter un minimum de commentaire, soit en note de bas de page pour signaler des erreurs manifestes, soit pour résumer des éléments importants que les élèves n'ont pas évoqué.

II - PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROJET BALLON EXPÉRIMENTAL

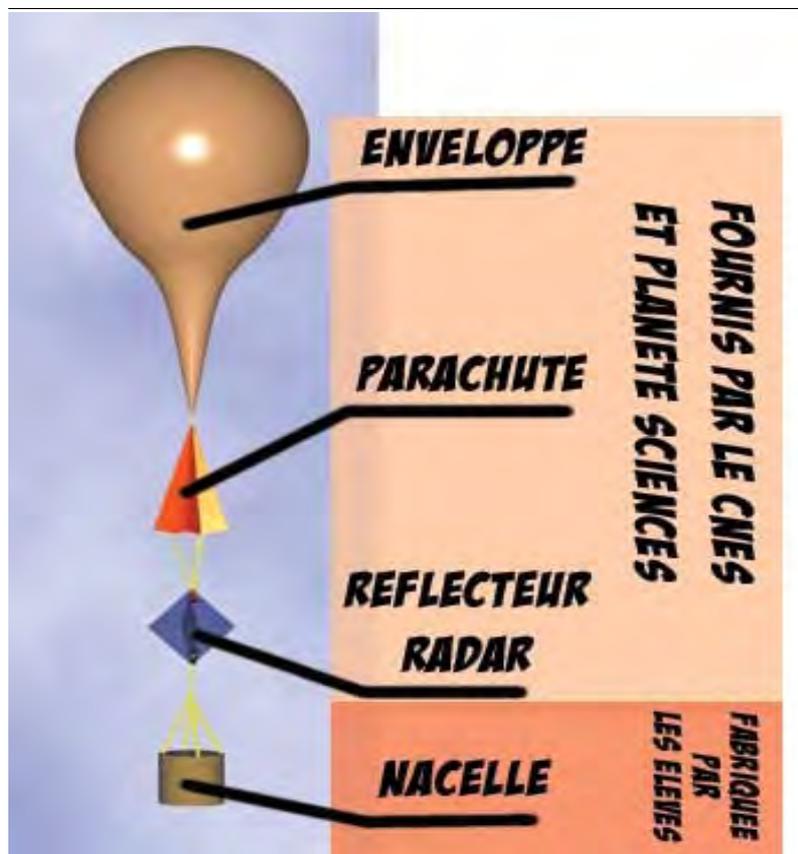
Partie rédigée par Lucie à l'issue de la première visite.

1°) **Les partenaires du projet**

- **Le groupe de MPI du lycée Doisneau** : Mohamed, Lucie, Ayoub, Sara, Mehdi, Valérie, Eric, Imène, Romain, Amel, Jessim, Fariha, Sofiène, Derya et leur professeur Ludovic Arnaud.
- **Planète Sciences** : Planète Sciences et ses délégations régionales proposent aux jeunes des activités scientifiques et techniques expérimentales, dans le cadre des loisirs et du temps scolaire, avec le soutien de grands organismes scientifiques et industriels. Sébastien Schlasta est notre suiveur.
- **CNES - Centre National d'Etude Spatiale** : Le CNES est tir, organisme français, chargé de proposer au gouvernement la politique spatiale de la France au sein de l'Europe et de la mettre en œuvre. (- fusée Ariane, satellites Européens ...) C'est le CNES qui nous fournira le ballon stratosphérique et le matériel scientifique dont nous aurons besoin.
- **Les radioamateurs** : ils assurent bénévolement le suivi du ballon avec leurs antennes. Bruno Gaudin, par ailleurs animateur Planète Science a assuré la mise en œuvre du GPS.

2°) Le ballon

a. La chaîne de vol



b. Altitude

| |
|---|
| Soleil 58 millions de kilomètres |
| Lune 384 000 km |
| Station spatiale internationale : 400 km |
| ALTITUDE MAXIMUM DU BALLON : 30 km |
| Avions: 8 à 10 km |
| Sommet du mont Everest: 8 km |
| Sommet de la Tour Eiffel : 0,3 km |

c. Vitesse

Vitesse d'ascension du ballon : 5 m/s

Le ballon stratosphérique « montera » pendant environ 1h30. Lorsque la pression à l'intérieur du ballon sera trop forte, il explosera et tombera en chute libre sur à peu près 10/15 km jusqu'à ce qu'il

y ait de l'air, puis le parachute s'ouvrira, permettant à la nacelle d'atterrir en douceur sans abîmer son contenu.

d. Réception

Elle qui peut se faire dans un rayon de 300 km. Deux possibilités :

- Une étiquette, sur laquelle sont écrit le nom, l'adresse et le numéro de téléphone du collègue, est attachée à la nacelle afin que les personnes qui retrouveront le ballon puissent nous joindre.
- Un capteur kiwi est installé dans la nacelle. Il émet fréquence qui permet de suivre le ballon et, par conséquent, de savoir on il atterrit.

3°) Cahier des charges

Les grandes idées du cahier des charges :

- Pas d'animaux (morts ou vivants) dans la nacelle.
- Masse de la nacelle: - 1 nacelle - poids inférieur ou égale à 2.5 kg - 2 nacelles (1 principale + 1 largable) - poids inférieur ou égale à 3 kg - 2 kg maximum pour la nacelle principale - 1 kg maximum pour la nacelle largable
- Vitesse d'ascension obligatoirement supérieure à 4 m/s.
- La nacelle doit avoir une masse surfacique strictement supérieure à 13g/cm² et une hauteur supérieure soit égale à 30 cm
- Le ballon doit posséder une étiquette d'identité (adresse ...).
- Mise à jour d'un cahier où sont notés les plans et le matériel utilisé (correspondance, valeurs et grandeurs physiques ...).
- Le matériel utilisé soit être obligatoirement celui du CNES.
- Le projet doit être réaliste et non dangereux pour l'homme et l'environnement.

4°) Gestion du projet

Planètes sciences nous propose un canevas pour monter un projet de ce type. Il est inspiré par les méthodes du CNES utilisées pour lancer des fusées dans l'espace.

La progression du projet est découpée en 5 phases qui aboutissent toutes à un document écrit et à une nouvelle rencontre avec Planète Sciences pour juger si on est apte soit non à continuer d'avancer dans sa réalisation.

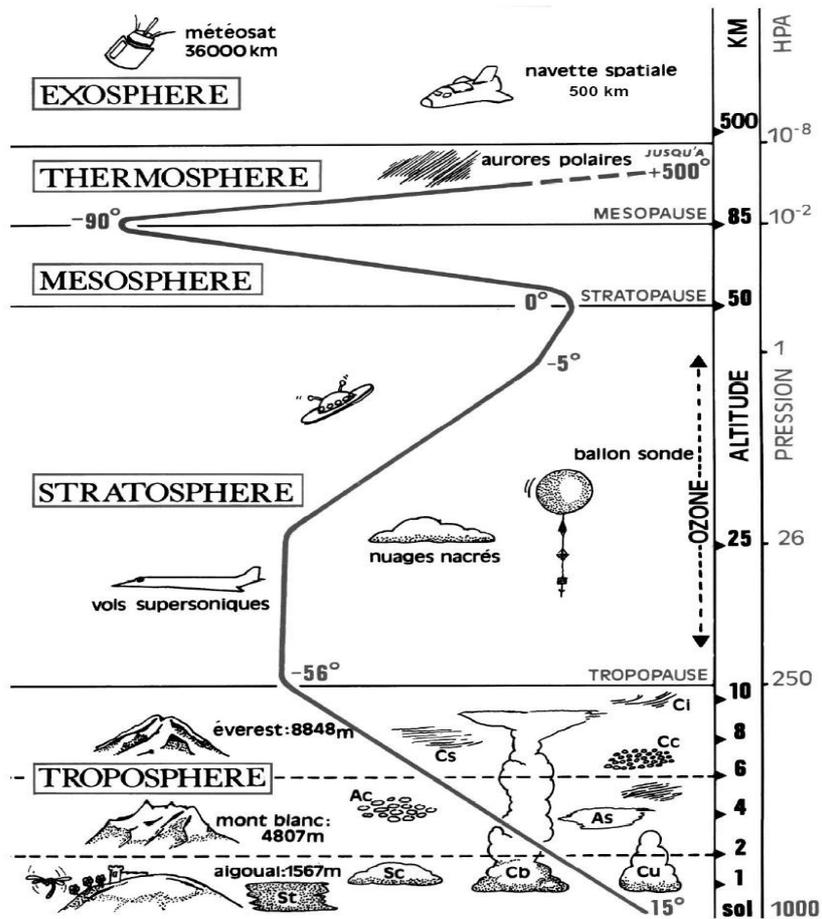
- Sensibilisation
- Avant projet
- Projet
- Réalisation
- Exploitation donnée

III - DESCRIPTION DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES.

1°) Structure de l'atmosphère

Rédigé par Imène et Amel.

LES COUCHES DE L'ATMOSPHERE



Les variations de la température et la pression définissent les différentes couches de l'atmosphère. Elle est composée de 4 couches où la température est alternativement décroissante et croissante. La pression diminue de plus en plus lentement avec l'altitude.

Voir ci-dessous le tableau donnant l'altitude avec la température, la pression en hectopascals et la décroissance de la pression pour 1000m d'altitude en Hpa,

| Altitude en mètres | Température en degrés Centigrades (°C) | Pression en hectopascals (hPa) | Décroissance de la pression pour 1000m d'altitude en hPa |
|--------------------|--|--------------------------------|--|
| 0 | 15°0 | 1 013 | 114 |
| 1 000 | 8°5 | 899 | 104 |
| 2 000 | 2°0 | 795 | 94 |
| 3 000 | - 4°5 | 701 | 85 |
| 4 000 | -11°0 | 616 | 76 |
| 5 000 | -17°5 | 540 | 68 |
| 6 000 | -24°0 | 472 | 62 |
| 7 000 | -30°5 | 410 | 53 |
| 8 000 | -37°0 | 357 | 50 |
| 9 000 | -43°5 | 307 | 43 |
| 10 000 | -50°0 | 264 | 37 |
| 15 000 | -56°5 | 120 | 13 |
| 20 000 | -56°5 | 55 | 4 |
| 30000 | ? | ? | ? |

La pression atmosphérique et de la température qui permet de caractériser l'atmosphère.

Cette caractérisation permet l'étalonnage de vol¹.

Ces données pourront être utilisée par les groupe de pression et de température.

2°) Mécanique du vol

Rédigée par Mehdi, Sara, Valérie et Fariha, dans le cadre du mini projet de mécanique du cours de physique.

a. Phases du vol

Pendant le vol il y a 2 grandes parties qui sont :

- la montée
- la descente

Et ces 2 parties se divisent elle même en sous partie, pour la montée il y a 2 sous parties.

Lors de la montée on observe :

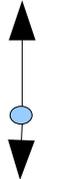
¹ ??? On peut dire que la mesure de la pression et la température permettent de savoir où est le ballon dans les couches de l'atmosphère.

- Une accélération qui du à l'hélium qui a une force supérieur à celle de la gravité².
- Puis la vitesse constante qui conserve l'élan de l'accélération et qui se stabilise à la même force que la gravité³.

Alors que pendant la descente il existe trois sous parties qui sont :

- l'éclatement : le ballon descend en chute libre car il n'y a pas assez d'air pour ouvrir le parachute donc la seule force exercée est celle de la gravité
- le freinage : le ballon descend de moins en moins vite car le parachute s'est ouvert et les frottements de l'air freine la descente donc 2 forces s'exercent l'une contre l'autre mais la gravité à une force plus grande (le parachute et la gravité)⁴
- la descente constante du ballon : l'élan de la force de la gravité continu de faire descendre le ballon mais le parachute exercent une force contraire égale, ce qui cause une descente constante.

b. Schéma des forces

| Début de la montée | ⁵ | Après l'éclatement | Freinage | Chute à vitesse constante |
|---|--------------|---|---|--|
|  | |  |  |  |
| La flèche du haut est la force de l'hélium et celle du bas de la gravité mais celle de l'hélium est plus forte ce qui provoque une accélération | | La force qui vers le bas est celle de la gravité, car le ballon et en chute libre | La flèche du haut est celle du parachute et celle du bas la gravité le parachute exerce un freinage donc le ballon descent mais de moins en moins vite ⁶ | La flèche du haut peut représenté le parachute (ou l'hélium) et celle du bas est la gravité ce qui provoque soit une descente constante (ou une accélération constante), car elle conserve l'élan de la chute(ou de la montée) |

c. Courbe altitude fonction du temps.

Le but de l'expérience est de mesurer la hauteur du ballon en fonction du temps pour voir si on retrouve bien les différentes phases.

2 « la force de l'hélium » est la poussée d'Archimède.

3 Le principe d'inertie est ici mal utilisé. Les deux forces se compensent donc la vitesse reste constante.

4 Le début est correct mais pas la fin : la force de la gravité est moins grande que celle des frottement avec l'air, c'est pour cela que ça freine...

5 Il manque une phase à la suite de la première : le ballon monte à vitesse constante

6 Même erreur que précédemment

3°) **Présentation des expériences embarquées**

a. **Capteur de pression**

Partie rédigée par Ayoub, Mehdi, Sara et Valerie, membres du groupe « Pression »

Choix du capteur

Nous avons pris le capteur de l'année du groupe de MPI de l'année dernière le MPX4115A, en raison de sa précision, sa température et leur plages de mesures (de 15 à 115 kPa). Nous avons finalement choisi un capteur grâce à l'aide de Bruno Gaudin : Le MPX5100A qui a une plage de mesure qui peut aller plus bas (de 0 à 100 kPa).

Circuit électrique

En regardant la documentation de ce capteur, nous l'avons placé dans un circuit, composé de deux condensateurs et de seulement trois pattes du capteur sur six.

Étalonnage

Pour étalonner nous avons utilisé la pompe à vide du lycée. Nous avons rentré le circuit dans la cloche à vide. Voici les valeur que nous avons trouvé :

| Pression | Tension |
|-----------------|----------------|
| 1039 | 3,59 (MAX) |
| 885 | 3 |
| 67 | 2 |
| 409 | 1 |
| 230 | 0,23 |
| 226 | 0,2 |
| 224 | 0,19 (MIN) |

Capteur basse pression⁷

Le radioamateur Bruno Gaudin nous a suggéré d'utiliser un capteur différentiel. Le système du capteur différentiel consistait à prendre un capteur et moteur qui devait boucher un tuyau grâce à des charnières quand la pression atteignait 15 Pa.

b. **Capteurs de température LM35**

Partie rédigée par Romain et Eric, membres du groupe « Température 1 »

Pour choisir le capteur, nous avons pris en compte le prix, le poids du capteur... Le capteur convenant le mieux à notre demande et nos exigences était : le capteur de température LM35 car il avait une gamme de mesure très convenable et intéressante. Son circuit était tout aussi simple à

⁷ Le problème du capteur précédent est qu'il n'a pas une précision suffisante pour mesurer les basses pression lors de la phase haute du vol. D'où l'idée de mettre un deuxième capteur spécialisé pour cette phase.

réaliser malgré que nous avons eu un peu de problèmes pour savoir comment voir la réaction du capteur dans l'eau chaude et froide.

Nous avons besoin d'un amplificateur car nos mesures n'allait pas dans l'intervalle 0V-5V alors nous devons faire le circuit de l'amplificateur pour multiplier les valeurs d'un nombre x donné.

c. La Thermorésistance

Partie rédigée par Amel et Imène du groupe « température 2 »

Nous utilisons la thermorésistance qui demande un montage très spécifique avec trois amplificateur dont deux servant à éviter que la deuxième partie du circuit ne perturbe la première et le troisième servant à multiplier la tension.

Tout d'abord nous avons étudié le capteur de température PT1000 puis le KTY qu'on a finalement mis dans la nacelle.

Nous avons cherché dans ce capteur son coût total, son étalonnage, le montage, la gamme de mesure.

La gamme de mesure du PT1000 est de $-70^{\circ}+600^{\circ}\text{C}$

La mesure effectuer dans l'atmosphère est de $-70^{\circ}\text{C} ; 30^{\circ}\text{C}$

Peu a peu nous avons réalisé le circuit avec le logiciel crocodile physics, ensuite nous l'avons testé dans le but de voir s'il fonctionne correctement.

Il est composé de 7 résistances, 3 AO et la thermorésistante puis nous avons soudé le tout après une vérification générale.

d. L'appareil photo

Partie rédigée par lucie du groupe « photos ».

La classe de MPI a décidé que les photos n'étaient pas prioritaires (raison, but « non scientifique ») et que cette expérience serait mise en oeuvre uniquement si le budget et le poids de la nacelle le permettait, seule une minorité y voit une façon intéressante de valoriser notre projet.

Nous avons déterminé ensemble à quoi nous servirait ces photographies :

- utiles pour communiquer autour de notre projet lors de notre présentation au lycée
- pourraient permettre de calculer l'altitude (si pas de nuages) avec un changement d'échelle.

Si les critères ci-dessus le permettaient, nous voudrions munir notre ballon d'un appareil photo afin de pouvoir réaliser des vues aériennes, une fois le ballon décollé.

e. Le GPS

Partie rédigée par Derya, Fariha et Jessim du groupe « Repérage ».

Le GPS fonctionne avec au moins 4 satellites. Il fonctionne avec une antenne qui devrait être placée sur le coté de la nacelle et a proximité l'émetteur kiwi. Afin de le suivre suivi on aura besoin d'un logiciel radio amateur pour suivre en temps réel le trajet du ballon ,avec l'aide de Bruno Gaudin. De plus il faudra un projecteur vidéo pour suivre le ballon sur les cartes informatiques qui nous permettront de le suivre et savoir sa longitude, sa latitude, son altitude et sa direction,

Qu' est ce qu'un GPS ? Le GPS est un instrument électronique qui permet de repérer n'importe quel machines mobiles que ce soit sur terre ou à l'air grâce à des satellites placés à 20 000 km dans

l'espace qui envoient des signaux. Et grâce à cela, les capteurs du GPS captent des signaux et calculent les différences de temps entre l'arrivée des signaux, des satellites visibles et qui permettent d'identifier la latitude, la longitude et l'altitude de l'appareil.

Qu'est ce que le repérage? Le repérage sert tout d'abord à repérer le ballon et connaître entre autre sa place, en longitude, en latitude et en altitude (et ainsi il est facile d'en déduire sa vitesse). nous pouvons savoir à n'importe quel moment de son voyage,

L'émetteur kiwi envoie les données reçues du GPS et transforme les données analogiques en données numériques et les envoient à l'ordinateur.

f. Accéléromètre

En collaboration avec quelques élèves de terminale, nous avons testé la mise en oeuvre d'un accéléromètre. Facile à mettre en oeuvre il devait nous délivrer un signal correspondant à l'accélération verticale et un autre à l'accélération sur un axe horizontal arbitraire.



Extrait de la documentation technique :

Modules accéléromètres 2 axes

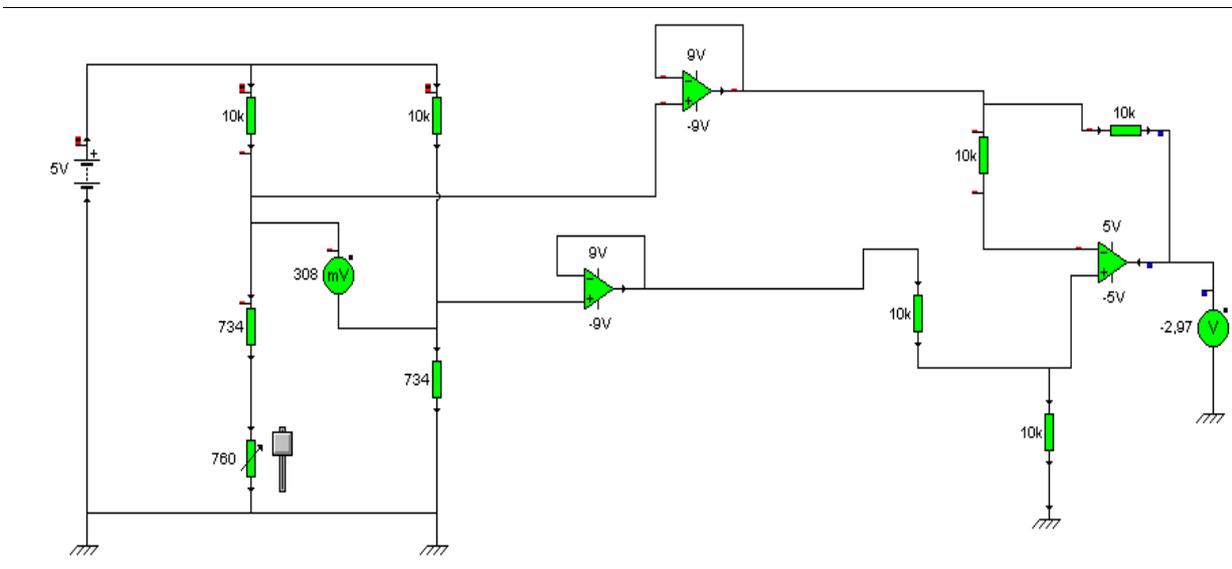
Les modules DE-ACCM2G et 5G sont des accéléromètres à deux axes à sortie analogique permettant de mesurer des accélérations de ± 2 G ou ± 5 G. Leurs sorties sur ampli opérationnel permettent de les raccorder directement à l'entrée analogique d'un microcontrôleur ou de piloter des charges plus importantes. Leur conception basée sur l'ADXL322 d'Analog Devices associée à un support compatible DIL14 et un circuit de protection intégré permettent une utilisation simple de ces modules. Applications: mesures de déplacements, de pentes et d'inclinaisons, détection de chocs, etc.

Caractéristiques:

- | | |
|--|--|
| - capteur 2 axes | - consommation: < 2 mA |
| - accélération: ± 2 G (DE-ACCM2G) ou ± 5 G (DE-ACCM5G) | - sorties: X et Y |
| - sensibilité: | - protection contre les inversions de polarité |
| DE-ACC2M: 750 mV/G à 5 Vcc | - protection contre les surtensions (14 Vcc) |
| DE-ACC5M: 312 mV/G à 5 Vcc | - protection contre les court-circuits |
| - bande passante: 500 Hz | - pilote une charge de 3kohms avec précision |
| - alimentation: 3 à 5 Vcc | - boîtier: compatible DIL14 |
| | - poids: 0,9 gr |

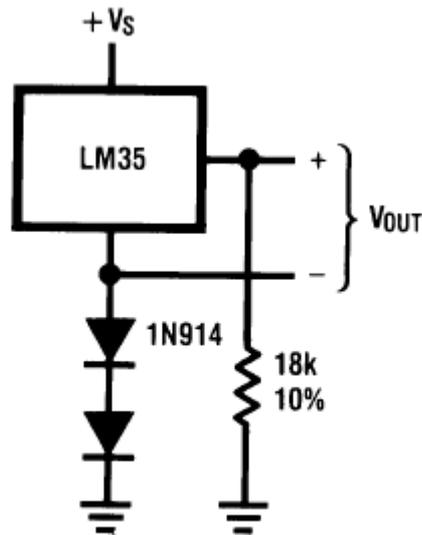
IV - LIASSE DE PLANS.

1°) Capteur thermorésistance



Le circuit devrait être corrigé avec les bonnes valeurs de résistances pour le dernier étage multiplieur. La résistance variable de 760 k en série avec celle de 734 k simule la thermorésistance.

2°) Capteur LM 35



DS005516-7

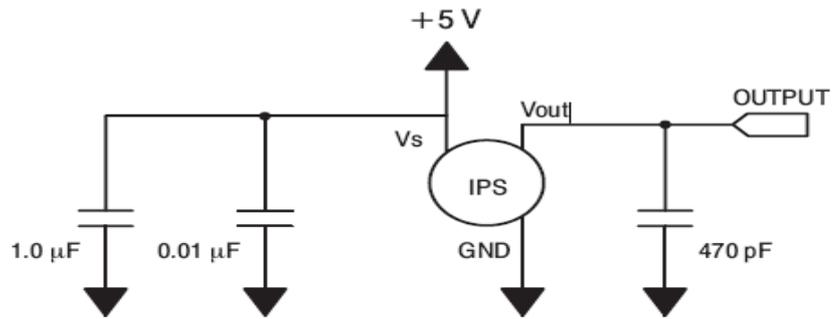
FIGURE 7. Temperature Sensor, Single Supply, -55° to $+150^{\circ}$ C

Ajouter en amont un montage amplificateur avec un AO pour augmenter la valeur de la tension

(Document non transmit).

3°) **pression**

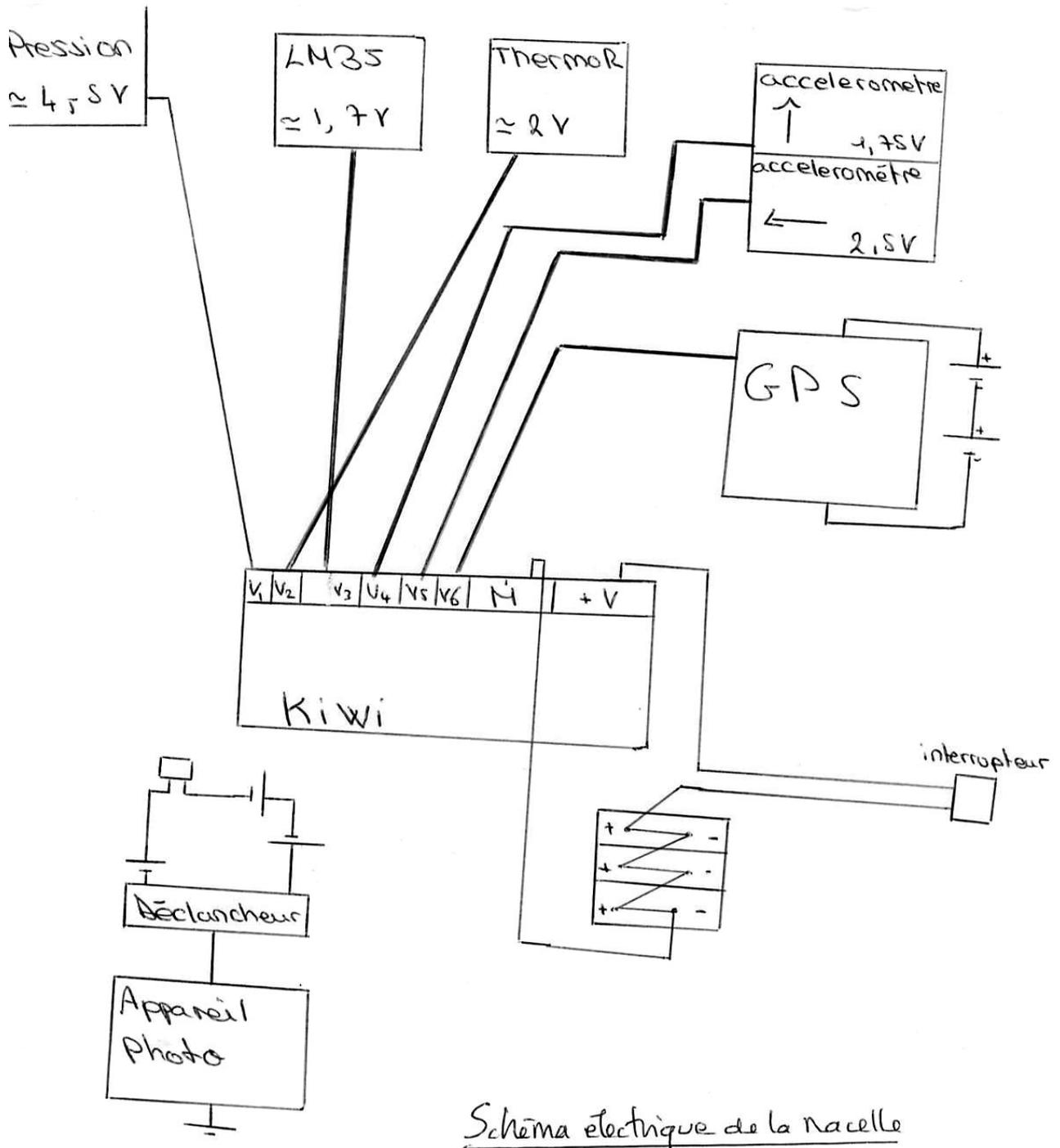
Pour mesurer la pression lors du vol du ballon nous avons choisi la capteur de pression mpx5100A.



4°) **l'appareil photo**

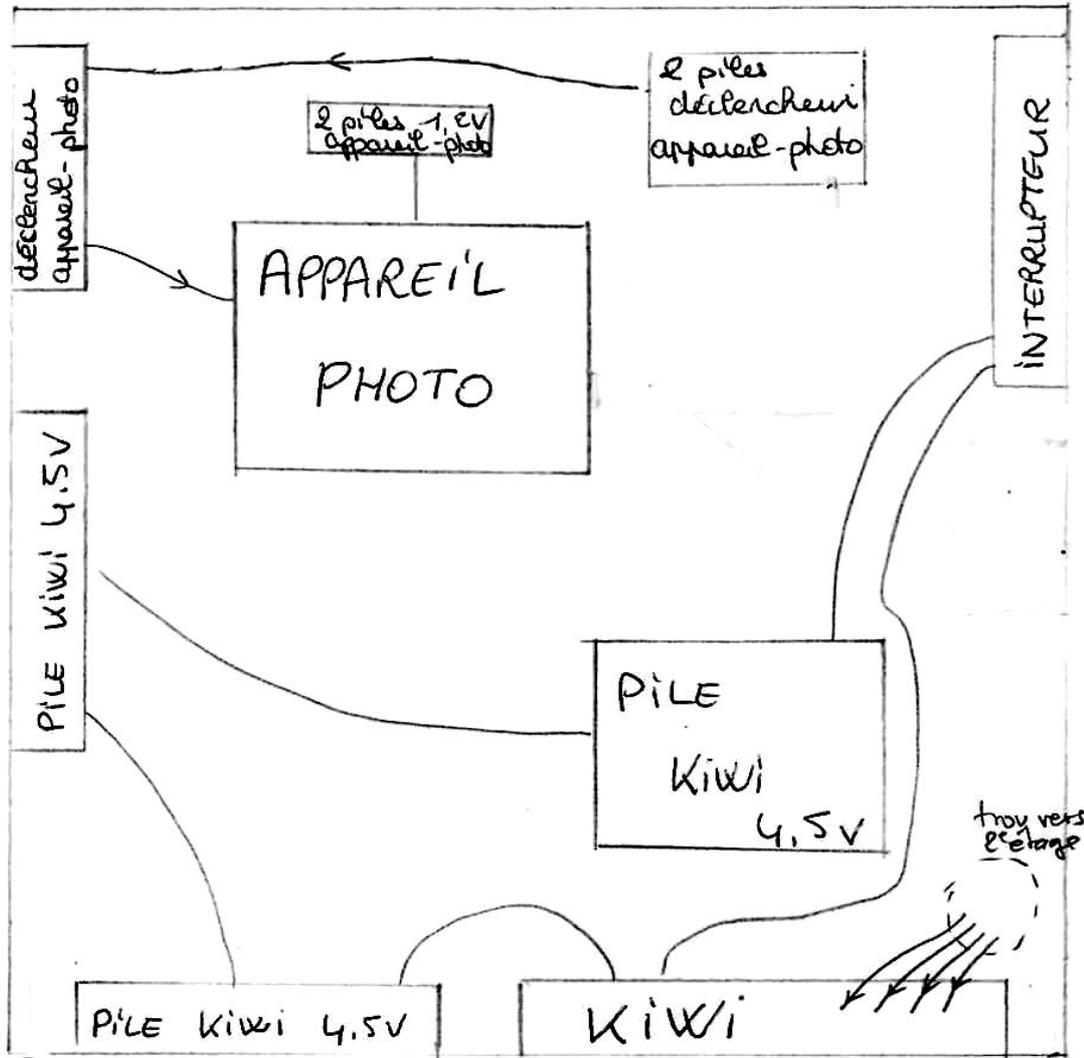
Circuit non transmit

5°) Circuit électrique de la nacelle



6°) Plan de la nacelle

1^{er} étage

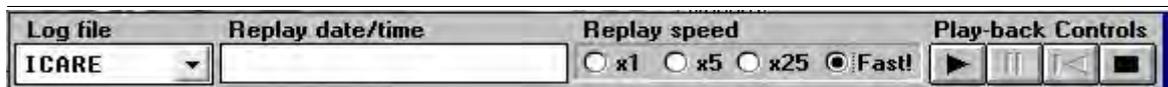


Plan de la nacelle

7°) Le logiciel UI-view

UI View, développé par des Radiomateur pour exploiter les données transmises par les systèmes GPRS. Installé par Bruno Gaudin.

Il permet de « rejouer le vol » en voyant le ballon se déplacer sur une carte.



L'altitude, le temps et la vitesse horizontale sont affichés en temps réel. Il faut les relever à la main pour avoir un tableau de valeur à exploiter.



V - BREF RESUME DES ETAPES DE LA FABRICATION ET DES DIFFICULTES RENCONTREES

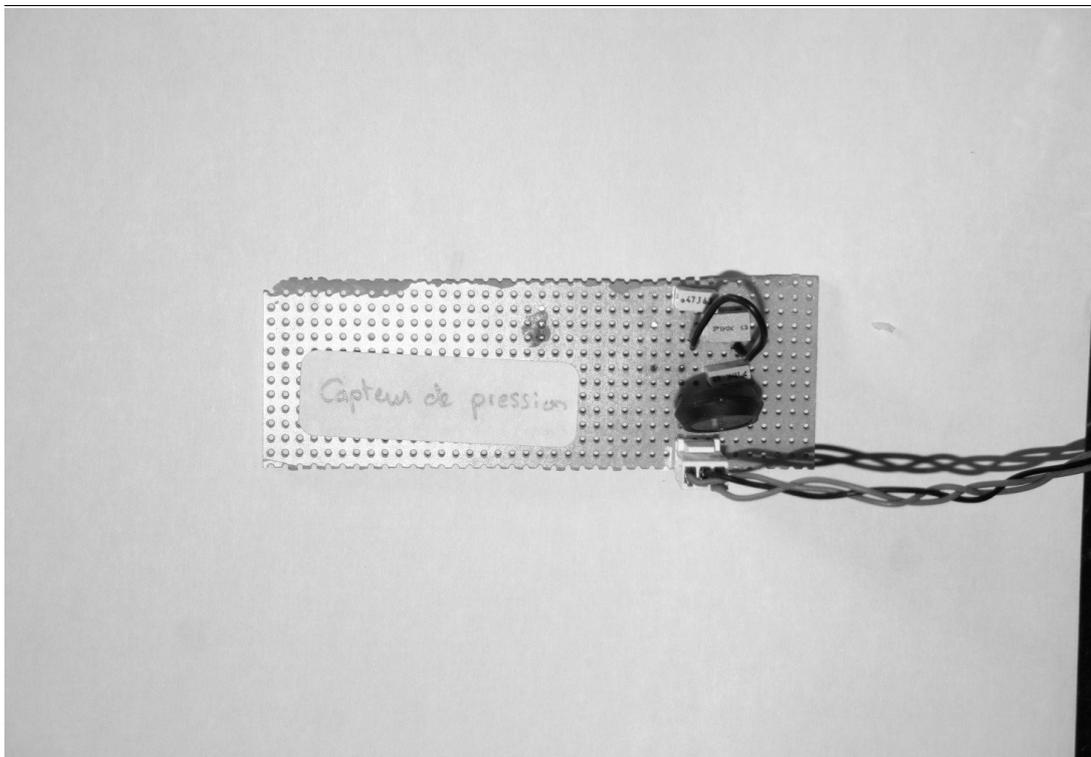
1°) Capteurs de pression

Rédigé par le groupe « Pression »

Nous avons cherché le moyen de mettre le circuit du capteur sur les plaquettes finale de la nacelle, puis nous l'avons soudé.

Nous avons réalisé ensuite plusieurs fois l'étalonnage car il ne donnait pas la même chose.

Pour le capteur basse pression, en raison de difficultés technique lié au moteur⁸ nous n'avons pas réussi à mettre le capteur différentiel dans la nacelle.



2°) Capteurs de températures

Rédigé par le groupe « Température 1 »

Pour calculer la température, nous avons fabriqué un premier capteur de température LM35 que nous avons ensuite intégré dans la nacelle mais qui mesurait la température extérieure. Nous devions aussi fabriquer un autre capteur mais le temps manquait car nous avons du mal avec l'étalonnage du premier capteur. Cela nous avait pris une bonne partie de notre temps. Cependant, le circuit était très facile à réaliser mais les tests étaient plus difficiles.

Ensuite, nous avons réalisé le circuit du LM35, grâce au capteur de température LM35, 2 transistors, 2 résistances pour faire un total de 18KOhm(10KOhm et 8KOhm), bien entendu une alimentation et une plaque remplaçant les fils de connexion.

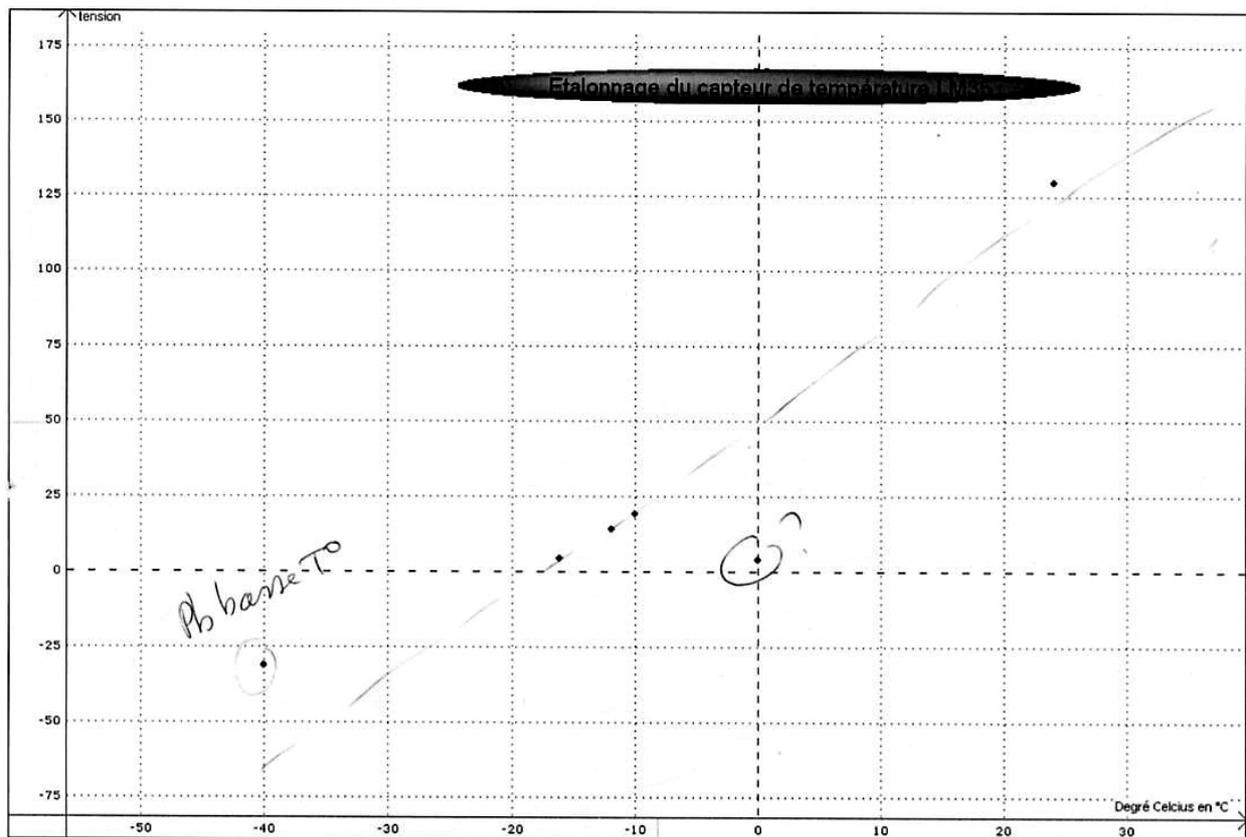
⁸ Et par manque de temps...

Finalement, on a trouvé facilement pour une haute température qui se devait d'agir très vite. Grâce à Latis pro, nous avons fait un tableau de mesures et une courbe représentant les résultats; le résultat espéré était une droite. On est arrivé à tester le capteur en le mettant dans le frigo et le congélateur à 0 °C (82,3mv). Heureusement on a reçu une bombe réfrigérante permettant d'atteindre des températures très basses mais remontantes très rapidement.

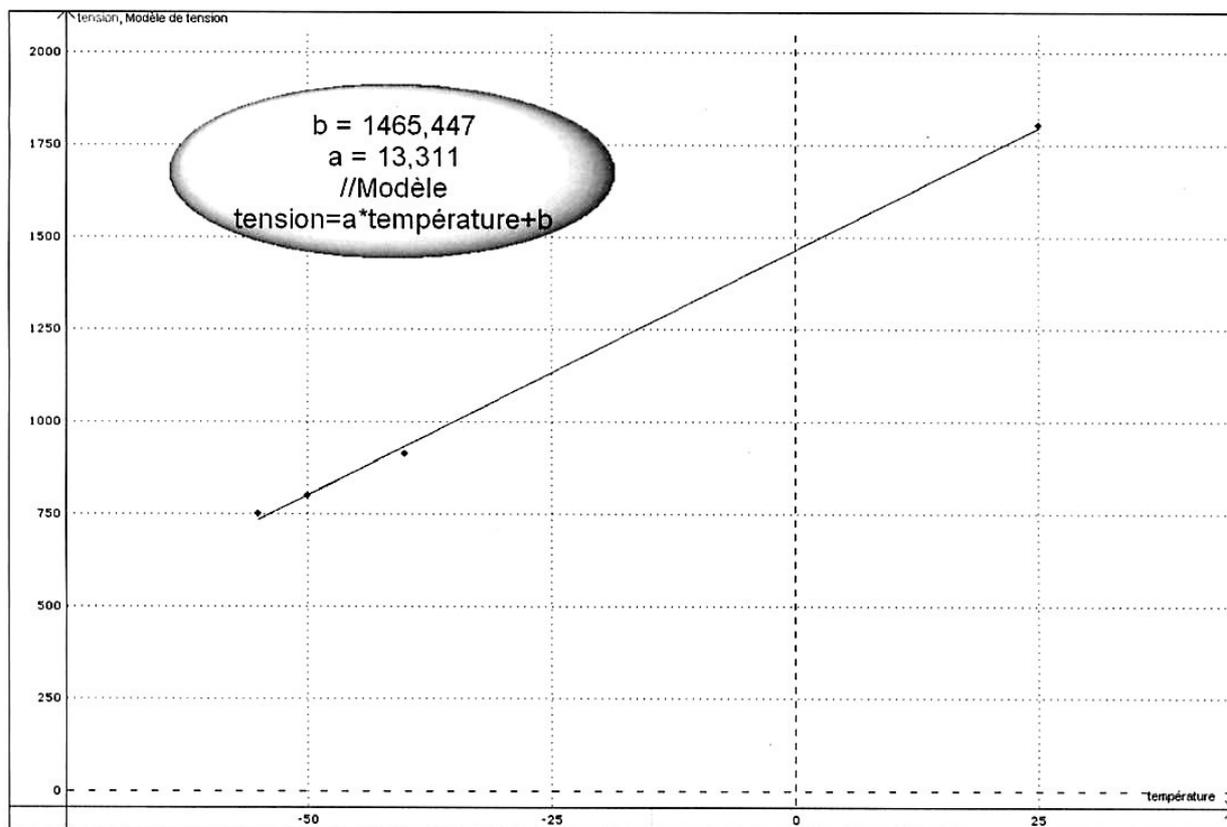
C'était facile pour une température (à peu près 25°C) mais c'était assez difficile pour une basse température, ceci était spéciale car notre résultat n'était pas réellement une droite.

Premiers étalonnages avec difficulté pour stabiliser la température.

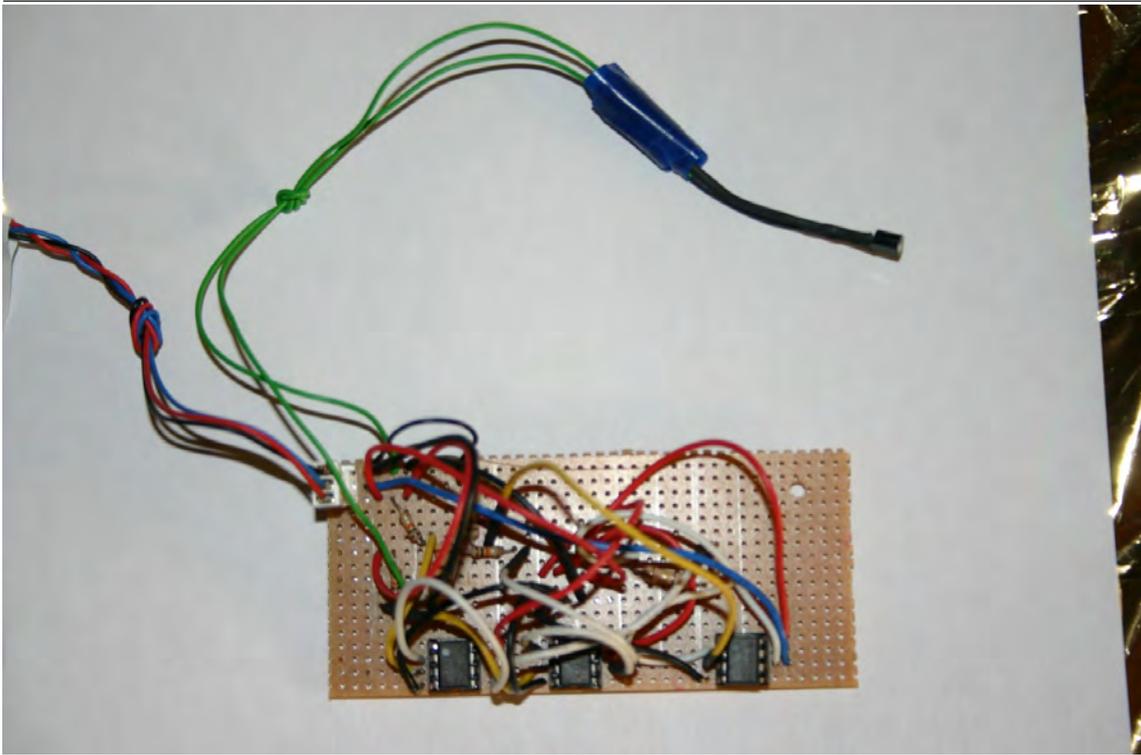
Latis Pro \\E23_p01\MPI travail\UBPE\Groupe Température LM35\etalonnage MPX4115 - 1.ltp - 14/02/2008 15:27:12



Deuxième étalonnage avec cube d'alu percé pour y introduire les capteurs et thermomètre et bombe à froid.



Le deuxième circuit avec une thermorésistance à été plus laborieux à faire fonctionner. Malgré le travail soigné des élèves, il à fallut reprendre plusieurs soudures fragiles et quelques erreurs de câblage. Utiliser un circuit imprimé serait sans doute bien plus facile ...



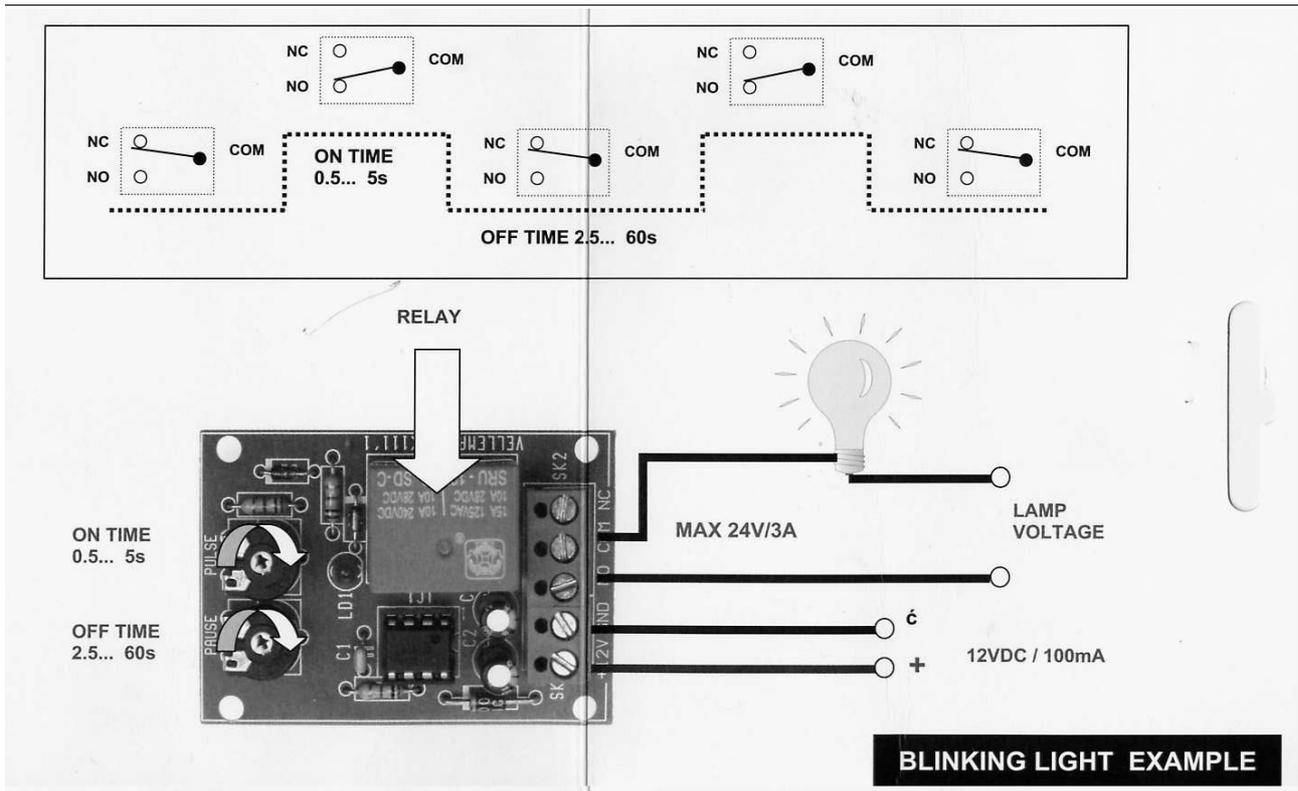
3°) **Appareil photo**

Rédigé par Lucie

La classe de MPI de l'an passé a essayé de tenter l'expérience sans trop la « développer ».

C'est un des profs qui s'était occupé de cette « partie photo » qui n'avait, au final, pas abouti : lors de l'ouverture de la nacelle et en récupérant l'appareil, ses piles sont tombées, effaçant toutes les éventuels- clichés. Le système utilisé était compliqué et peu fiable : un électro-aimant appuie sur le bouton qui déclenche la prise de photo. L'appareil photo en lui-même était petit et très bon marché (environ 6 €). Le budget disponible cette année étant plus important que celui de l'année précédente il serait possible d'acheter un appareil de meilleure qualité.

Nous allons utiliser un module de clignotement réglable (Kit VM136 prix 9,95 € chez Go-Tronic) relié à l'appareil photo au niveau du bouton déclencheur. Ce module déclanchera une photo régulièrement, avec un intervalle de temps que nous aurons choisi et qui pourra varier de 2,5 s à 60 s).



Nous projetons de placer deux appareils dans la nacelle (vue de dessous et vue latérale). Ils sont alimentés par une tension de 12 V grâce à une pile de 9 V et deux piles de 1,5 V.

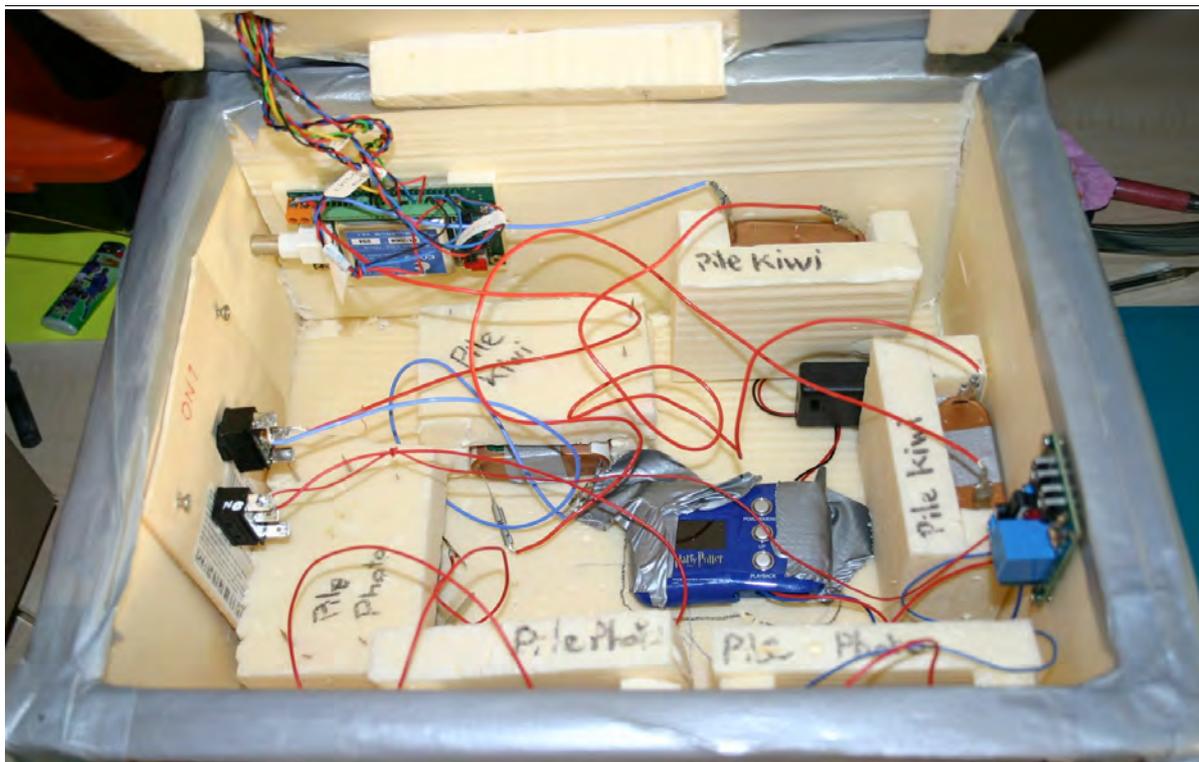
Le déclencheur ne peut finalement commander qu'un seul appareil à la fois. Le deuxième est donc abandonné. L'appareil était un « bon marché Harry Potter » à 14 € acheté dans un grand supermarché.

4°) GPS

Rédigé par le groupe « repérage »

Bruno Gaudin est un radioamateur, un collaborateur de planète science, qui nous a aidé bénévolement à nous procurer un GPS pas cher et qui correspond au cahier des charges (poids, prix...). Il nous a expliqué le fonctionnement du GPS et de l'émetteur kiwi, de plus il nous a montré une carte informatisée qui est en relief à une très haute précision. aussi, pendant le lancement il nous aidera avec son matériel (logiciel) pour le suivi intégralement.

5°) Photos de la nacelle



VI - COMPTE RENDU DE LA CAMPAGNE DE LACHER

Rédigé par Lucie

1°) Organisation et déroulement du lâcher

Lundi 5 Mai 2008, notre classe de MPI ne s'est pas rendu en cours : de 8h00 à 17h00, nous nous sommes entièrement consacré au vol de notre ballon dont le lâcher était prévu à 14h00 cette même journée.

Arrivés au lycée de bonne heure, nous avons entamé le travail sans plus attendre, les différentes tâches à effectuer nous étant déjà assignées : pendant que certains d'entre nous se chargeraient de finaliser la nacelle pour la préparer à la revue de qualification (vérification du respect du cahier des charges), les autres installeraient les lieux investis pendant l'après-midi (c'est à dire l'amphithéâtre du lycée ainsi que le parc des Droits de l'Homme, juste derrière l'établissement) et enfin, pour finir, un dernier groupe s'occuperait du panneau d'exposition, du rapport à rendre à Planète Sciences et surtout du diaporama à présenter au public quelques minutes après le décollage du ballon.

Aux environs de 11h00, Sébastien Chlasta, notre référent venu tout droit de Planète Sciences, est arrivé pour nous aider et, surtout, pour vérifier que notre nacelle ICARE était bien apte à prendre son envol, attachée au ballon en latex. Les cahier des charges était respecté : poids, dimensions...tout était conforme. Est alors venu le moment de « monter » notre ballon : parachute, réflecteur radar, nacelle...devaient être soigneusement assemblés.

14h50, les bouteilles d'hélium sont transportés jusqu'au parc et tout le monde se met en place, selon le poste qui lui a été attribués : sécurité, gonflage du ballon, accueil de la presse, accueil du public, responsable du ballon sonde...

A un peu plus de 14h00, nous avons lâché le ballon sonde, puis, après le compte à rebours le notre a décollé également. Nous l'avons suivi du regard jusqu'à ce qu'il ne soit plus qu'un point minuscule dans le ciel.





2°) *Suivi du vol et présentation publique.*

Ensuite, direction l'amphithéâtre où les classes défilent. Mehdi et Lucie présentent le diaporama préalablement préparé afin d'expliquer le déroulement de notre projet depuis 8 mois ainsi que les expériences embarquées. Pendant le même temps, nous recevons sans arrêt les signaux que le kiwi nous envoie de notre nacelle : les deux capteurs de température ne fonctionnent pas, seul le capteur de pression semble donner un résultat et à 17h15, le ballon explose non loin de Grenoble.



3°) Récupération de la nacelle

Une habitante des environs de Grenoble m'appelle le soir pour me dire que la nacelle est tombée sur son toit. Peu de temps après, Bruno Gaudin et les radioamateurs arrivent la récupérer, guidée par les données du GPS.

Une mauvaise manip à fait sauter une pile de l'appareil photo ce qui à effacé les données. Pourtant une quinzaine de photos avaient été prise et visionnées rapidement sur le minuscule écran de l'appareil. ;-(Il faudra absolument avoir un appareil avec un système de mémoire plus fiable !

VII - RESULTATS BRUTS OBTENUS PENDANT LE VOL.

1°) Données du GPS

Pendant le vol on a pas eu les données du vol en direct a cause d'un dysfonctionnement du serveur donc comme les donnés n'ont pas été transmis sur le site web donc les donnés n'ont pas été reçu en direct.

Ensuite avec le logiciel UI-View installé par bruno Gaudin qui est un logiciel qui permet de faire rejouer le vol du ballon . Nous avons pu voir la trajectoire du ballon. Mais ce logiciel n'est pas vraiment pratique car nous devons faire un pointage de l'altitude en fonction du temps toutes les 10 minutes pour ensuite réaliser une courbe de l'altitude en fonction du temps. De plus nous devons prendre une carte régional pour marquer les positions du ballon toutes les 10 minutes (voir courbe brute ci-dessous).

Ensuite avec les outils de retouche de GIMP nous avons dessiné la trajectoire approximative du ballon.



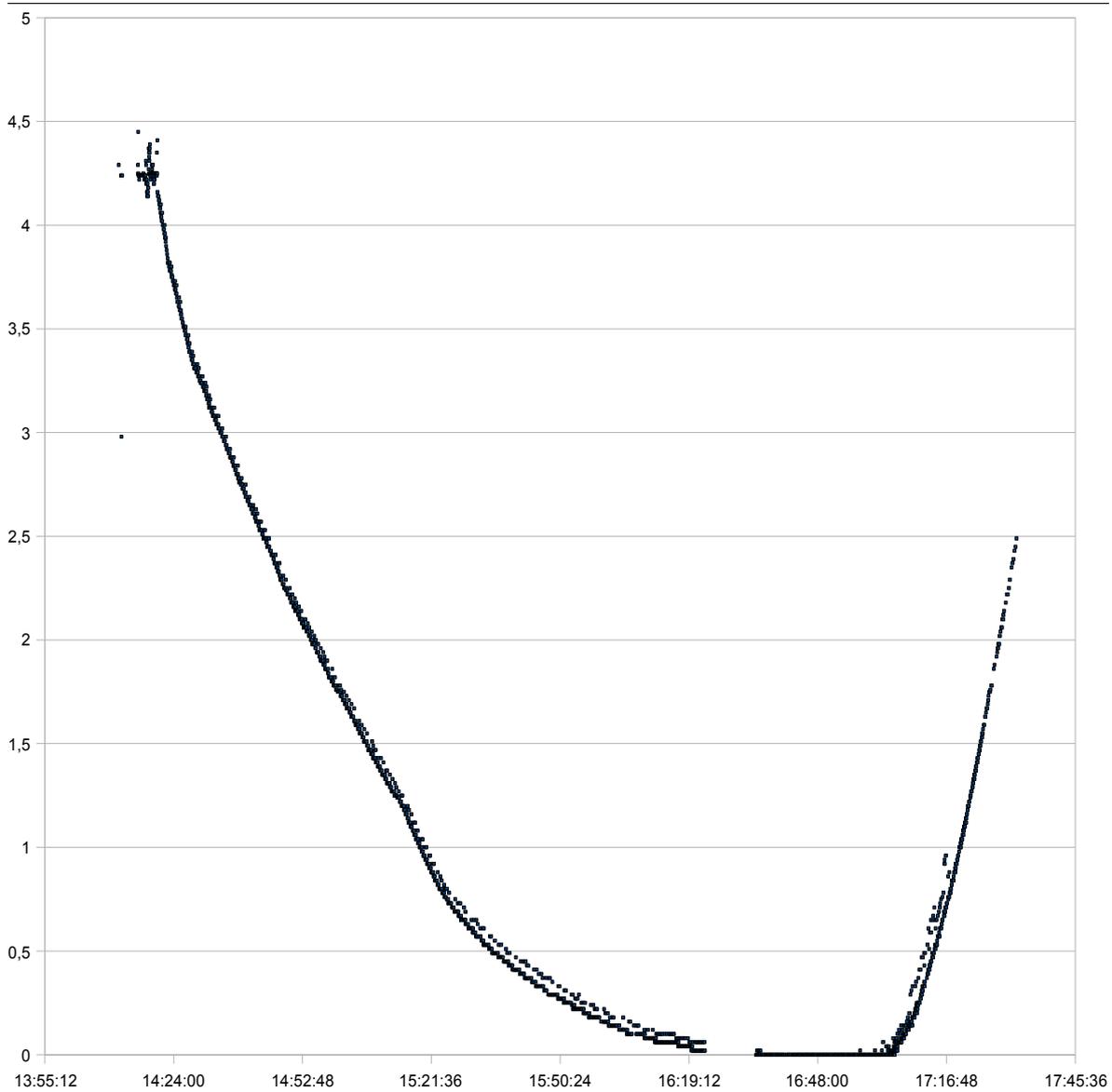
2°) Capteurs de températures

Nous avons l'intention de mesurer la température extérieure grâce aux capteurs de température que

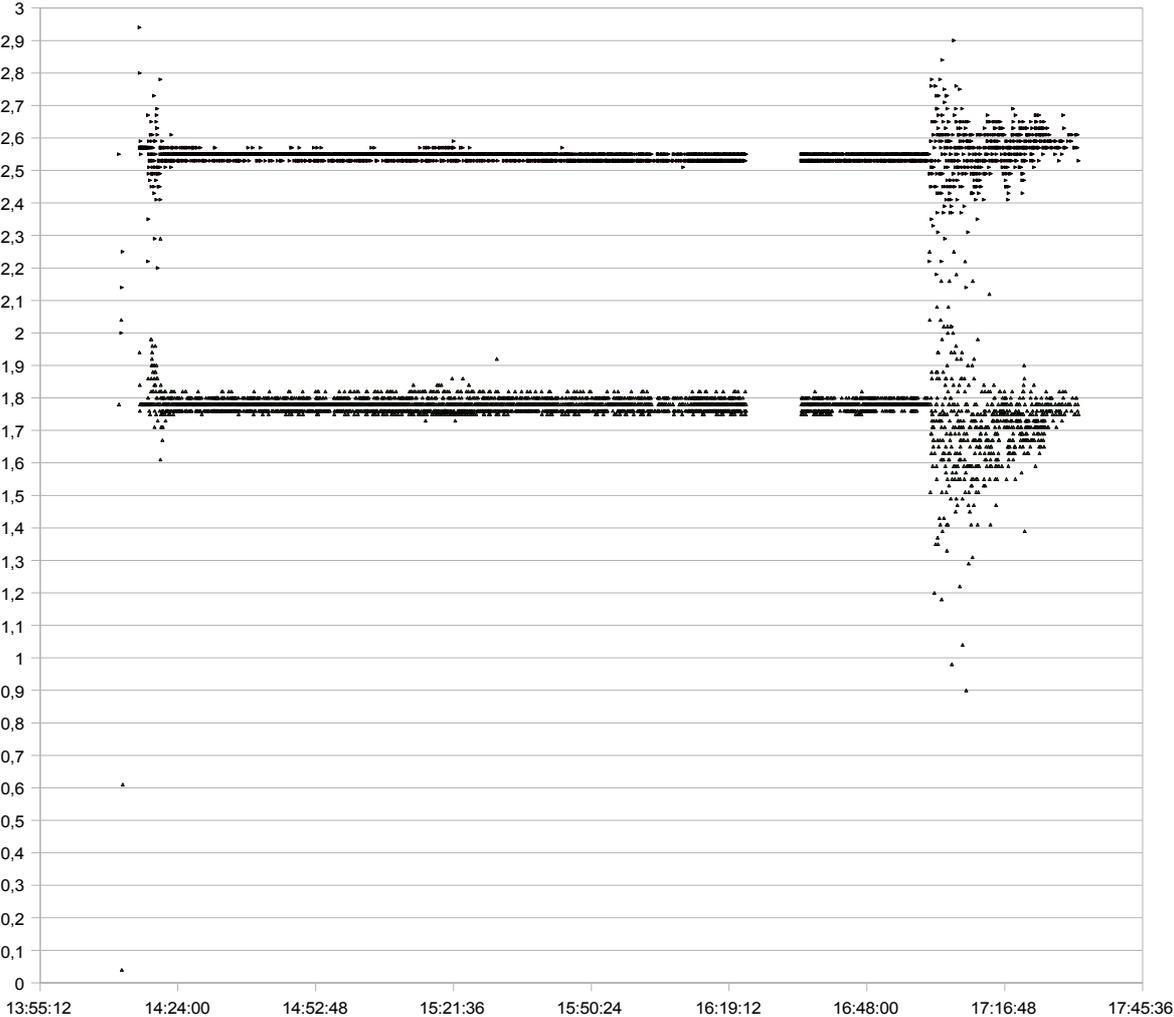
nous avons choisi, c'est à dire le capteur LM35 et une thermorésistance. Malheureusement, nous avons rencontré quelques problèmes au niveau de ces capteurs. Nous avons reçu aucune donnée lors du lancé du ballon stratosphérique Icare. En réalité, ces problèmes étaient dû à l'amplificateur qui était perturbé par l'émetteur kiwi. Ceci était donc une très grande déception de l'expérience.

3°) Courbes brutes exploitables

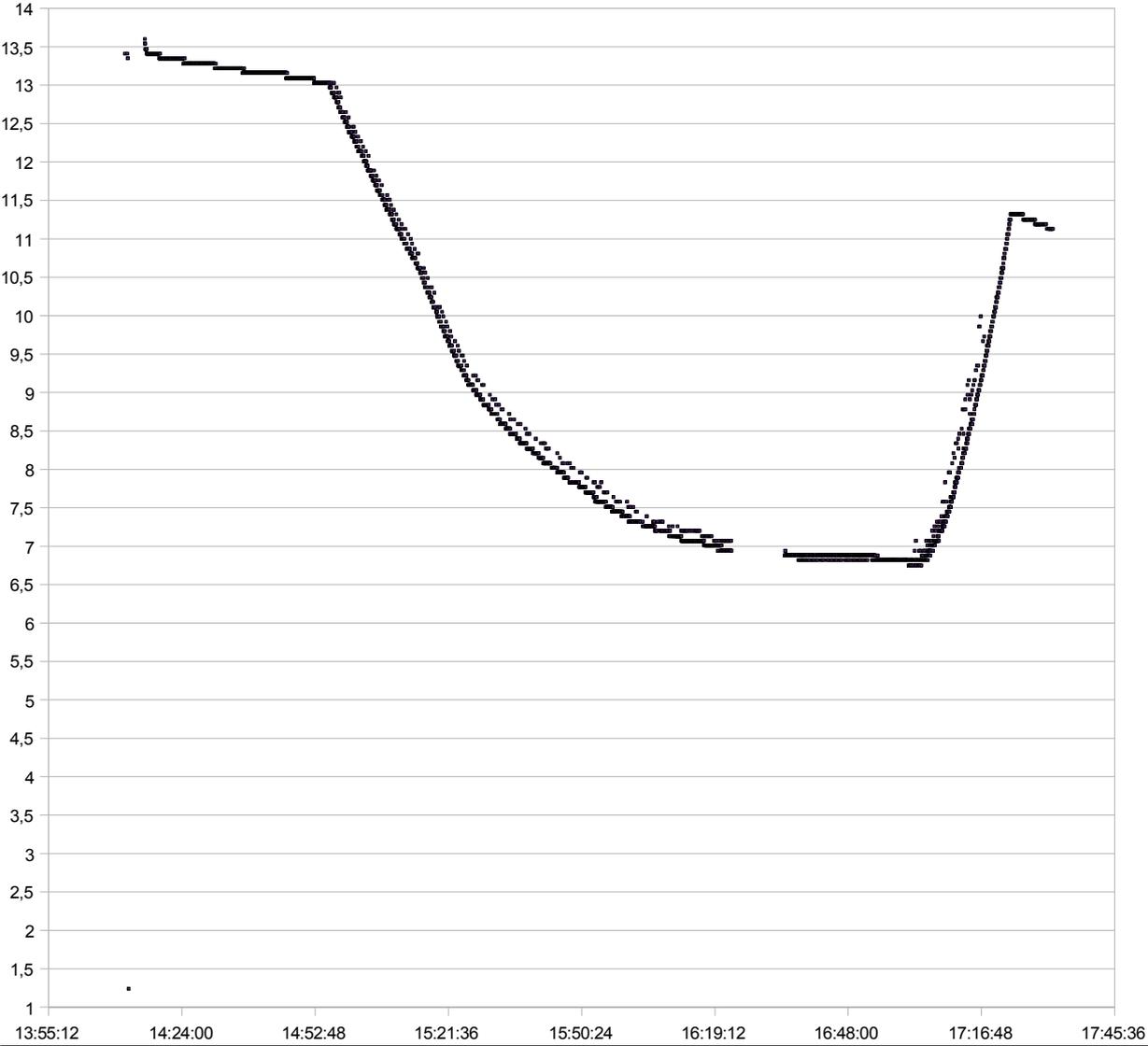
a. Capteur de pression (voie 1)



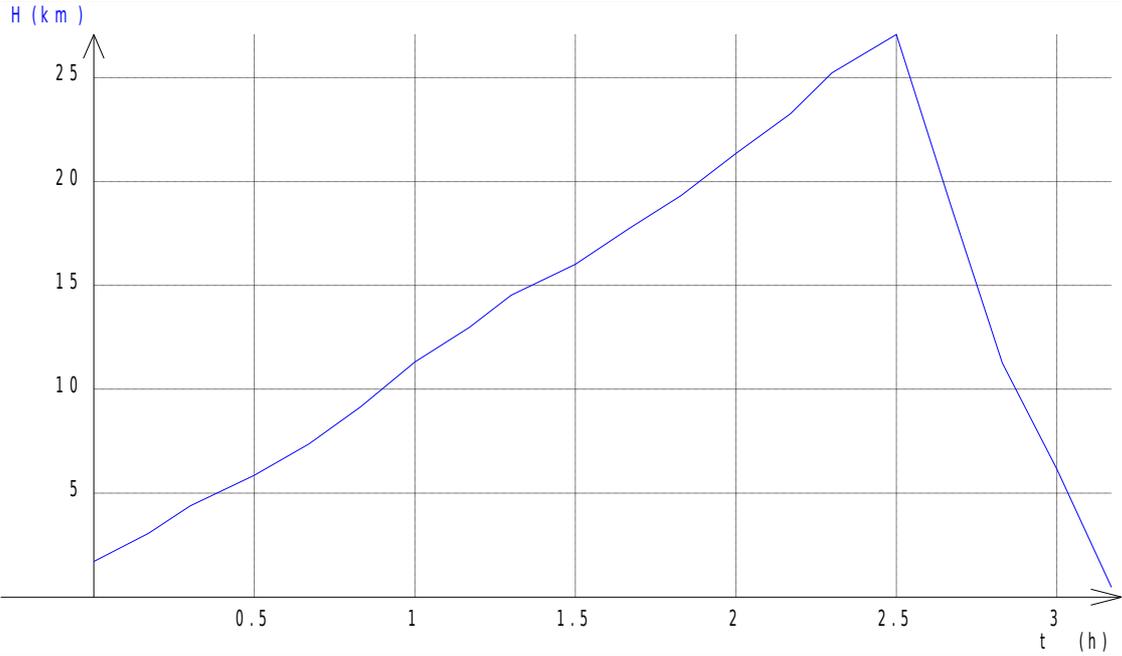
b. Accéléromètre (voies 4 et 5)



c. tension des piles pendant le vol



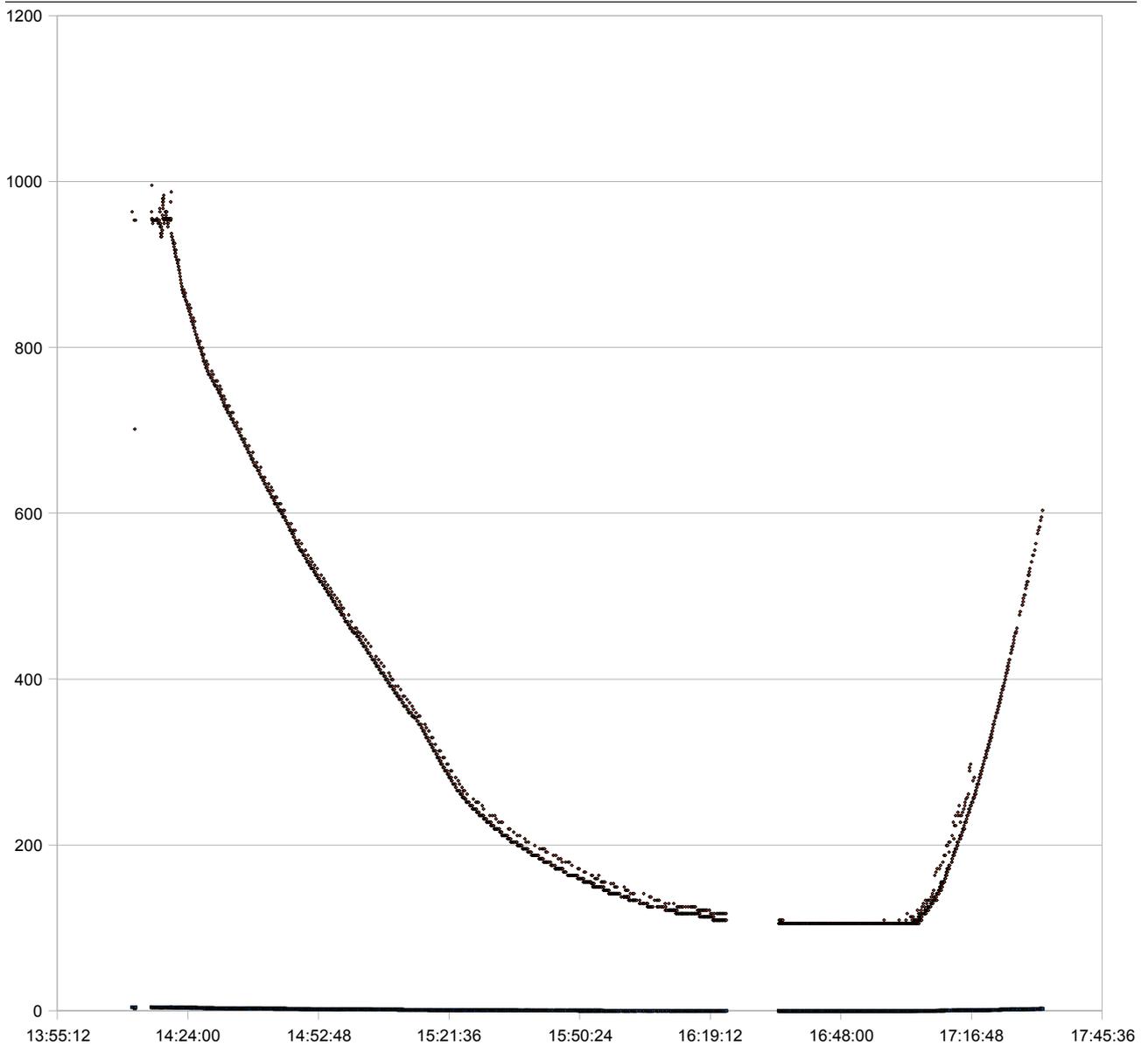
d. Courbe altitude fonction du temps (données GPS).



VIII - INTERPRETATION DES MESURES ET COMPARAISON AVEC LES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES INITIAUX .

1°) Courbe pression fonction du temps

A partir de la tension délivrée sur la voie 1, avec l'étalonnage, Sara et Valérie ont calculé et tracé la pression (en Hpa) en fonction du temps

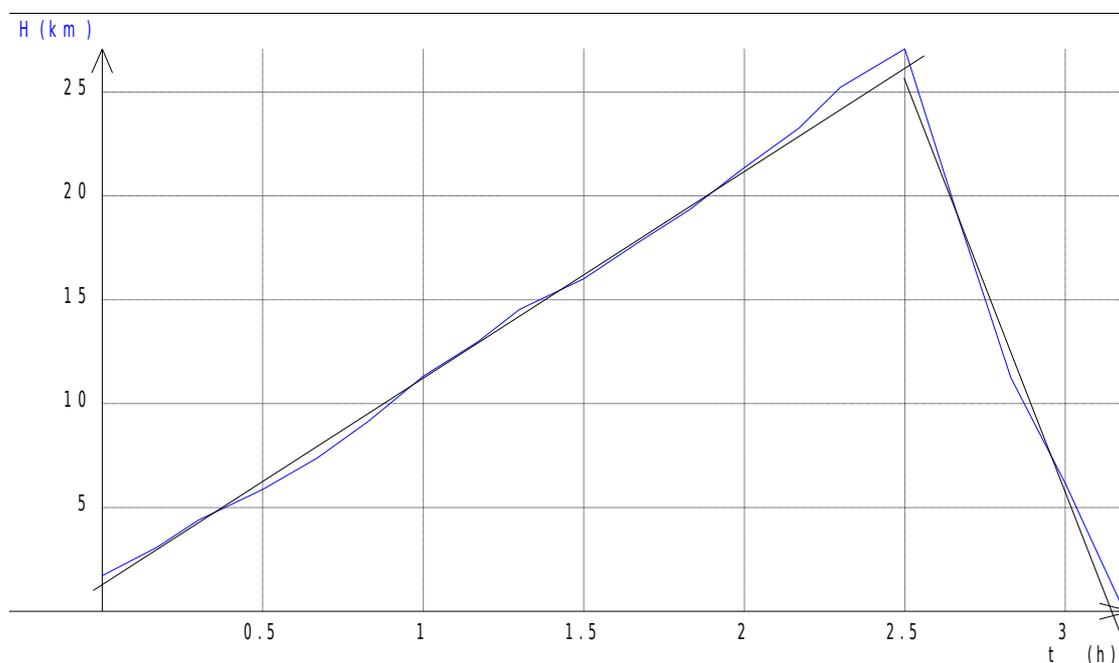


2°) Courbe altitude fonction du temps

Partie rédigée par Mehdi, Sara, Valérie et Fariha, dans le cadre du mini projet de mécanique du cours de physique. Ils ont relevé à la main les valeurs de l'altitude sur le logiciel de lecture des données du GPS (une valeur toute les 10') et traité ces données dans le tableur Regressi.

Faute de temps, nous n'avons collecté qu'un petit nombre de valeur. Mais en prenant tous les points GPS, on peut faire une étude bien plus fine des variations de vitesse au cours du vol. Mais pour faire cela efficacement, il faudrait pouvoir récupérer automatiquement un tableau de donnée à partir du logiciel UI-View, ce qui semble impossible pour le moment...

Partie rédigée par Mehdi.



Dans la courbe altitude fonction du temps précédente, nous voyons que pendant 2heures30 le ballon monte puis au bout de 2h30 le ballon redescend.

Pour connaître la vitesse moyenne de la montée et de la descente on utilise la courbe ci-dessus qui représente le temps en fonction de l'altitude. Pour cela on utilise deux points, dans chaque cas les plus extrême de la droite moyenne.

- Calculs pour la montée du ballon :

$$\frac{H(t_2) - H(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{H(2,5) - H(0)}{2,5 - 0} = \frac{26,8}{2,5} = 10,72 \text{ km/h}$$

- Calculs pour la descente du ballon :

$$\frac{H(t_2) - H(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{H(3,17) - H(2,5)}{3,17 - 2,5} = \frac{-26,5}{0,67} = -39,5 \text{ km/h}$$

3°) Courbe pression fonction de l'altitude

Partie non rédigée. Travail non abouti de Sara et Valérie. Si on croise les données du capteur de pression en fonction du temps avec celles du GPS, on obtient une courbe pression fonction de l'altitude avec une allure bizarre. La pression semble avoir varié à une altitude donnée entre la montée et la descente. Fluctuation réelles de pression, dérive de l'étalonnage du capteur ? Nous en sommes restés là ...

4°) Accélération verticale et horizontale

Les élèves de TS n'ont pas été disponibles pour faire l'analyse des résultats obtenus (voir résultats bruts). Elle reste donc à faire...

IX - REMERCIEMENTS

Nous voulons remercier pour leur contribution au projet :

- «Planète science» et le CNES
- Sébastien SCHLASTA, notre suiveur de Planète-Science
- Bruno GAUDIN et toute son équipe de radioamateurs
- Alain JEANNAUX, prof relais au CCSTI
- Les personnels du lycée Doisneau qui ont aidé à l'organisation du lâcher

Le vol d'Icare en pays vaudais

▶ **Quinze élèves du lycée Doisneau ont fabriqué une nacelle pour étudier des données scientifiques. Lancement au jardin de la Paix et des Libertés à l'aide d'un ballon stratosphérique.**

Les élèves du lycée Doisneau qui ont participé à la création d'Icare, ce ballon stratosphérique équipé d'une nacelle, ont les pieds sur terre et ont tout mis en œuvre pour que leur rêve puisse aboutir. "Icare était un personnage de la mythologie grecque qui a voulu atteindre le soleil avec des ailes en cire qui ont fondu à son approche", explique l'un des élèves, lors de la présentation du projet aux autres classes du lycée, après le

lancement de la navette qui a eu lieu le lundi 5 mai. La navette, quant à elle, ne s'est pas désagrégée, mais a atterri sur le toit d'une maison près de Grenoble, après quelques heures de vol. "Les capteurs doivent servir à mesurer la température, la pression atmosphérique", relate Lucie, passionnée par cette expérience qui, note Sofiene, a nécessité "une première phase théorique un peu difficile", mais a permis de "renforcer les liens

entre les élèves et de travailler de manière autonome", ajoute Mehdi. Pour Ludovic Arnaud, l'enseignant impliqué dans ce projet pédagogique, "l'option MPI (Mesures physiques et informatique) permet aux élèves d'aborder de nombreuses connaissances". Il reste maintenant aux élèves à tirer les enseignements de cette expérimentation et, à travers l'observation des photos prises en vol, à imaginer d'autres défis à relever. J.P

Article paru dans Vaulx Mag