

SOMMAIRE

Introduction

I) Les premiers pas

- A) Questionnement
- B) Expériences choisies
- C) Avant-projet

II) Mise sur pied

- A) Recherche des capteurs
- B) Le temps des étalonnages
- C) Plan de la nacelle
- D) Serial câbleurs

III) Convivial fly away flies away

- A) Montage en chaîne
- B) Qualification de vol
- C) A bientôt baloon

IV) La dure réalité

- 1°- Poussières
- 2°- Humidité
- 3°- Température intérieure et extérieure
- 4°- Pression
- 5°- Lumière Infrarouge vers le sol et le ciel
- 6°- Lumière visible

Conclusion

Remerciements

Fraichement débarqués de nos années de collège, nous avons eu le choix de notre option. Nous nous sommes ainsi (*un petit groupe d'une quinzaine de personnes*) retrouvés en MPI où nous avons eu le choix de suivre une année classique de cette matière ou bien de mettre sur pied un projet que l'on pourrait dire de "parallèle" mais qui a mobilisé bien des heures pour se concrétiser. Avec le soutien de Planète Sciences et du CNES, nous avons eu la chance de concevoir la nacelle expérimentale d'un ballon stratosphérique. Des questions se bousculèrent ainsi sur divers aspects du ciel, auxquels, nous espérions avoir des réponses grâce à cette expérience. Partant de zéro, nous avons fait progresser le projet d'étape en étape comme expliqué en détail dans le rapport suivant.

1° PARTIE:

les premiers pas.

A. Les questionnements

Premièrement, nous devons décider quoi faire avec cette nacelle.

Nous avons passé environ 2 heures à réfléchir sur ce sujet, et voici les questions que nous nous sommes posées:

1) Quelles mesures? Avec quels instruments de mesure?

- pression, avec un baromètre électronique.
- humidité, avec un hygromètre.
- vent, avec une hélice, un capteur ou un anémomètre.
- sons, avec un micro?
- lumière, avec un luxmètre.
- lumière infrarouge, avec un capteur de lumière IR.
- présence de bactéries, tout de suite abandonné.
- résistance électrique de l'air, mais nous pouvions l'avoir autrement.
- présence d'oiseaux, d'avions ou d'anges, tout de suite abandonné.

2) Quel nom pour la nacelle?

Nous avons eu plusieurs idées, notamment celles-ci:

- LABO, soit Lancement Avec Ballon Organisé.
- nous avons essayé de faire un nom avec les initiales de nos noms ou prénoms, mais c'était infaisable.
- nous avons essayé un acronyme avec les lettres MPI, mais nous avons abandonné.
- Jo, en l'honneur de notre professeur.
- dans la même veine, il y avait Joballoon, puis Hot Air Jo Balloon, mais le ballon était gonflé à l'hélium, pas à l'air chaud.
- Convivial, une référence à un de nos cours.
- Come back, mais la nacelle d'il y a deux ans s'appelait déjà Reviens-Nous.
- Fly Away.

Nous avons hésité entre Fly Away et Convivial, puis nous avons finalement opté pour Convivial Fly Away.

3) Questions pratiques.

- la nacelle devait être hermétique, pour que les composants ne se mouillent pas et ne gèlent pas.
- nous devons savoir à quelle altitude le ballon éclaterait, et trouver un moyen de savoir où il tomberait. Au départ, nous voulions intégrer un GPS dans la nacelle, mais à cause des difficultés techniques, nous avons simplement décidé de coller une étiquette avec l'adresse du lycée.
- nous nous sommes posé la question de savoir si les composants auraient le temps de s'oxyder, mais nous avons conclu que ce n'était pas le cas.
- la vitesse de chute ne devait pas être trop grande, pour que ce ne soit pas dangereux et pour que la nacelle soit intacte. Nous avons appris que Planète sciences nous prêtait un parachute.
- le poids de la nacelle ne devait pas être trop grand, mais nous avons appris par la suite qu'il y avait une limite de 2kg.

B) Expériences choisies:

Parmi les différentes recherches de capteurs qui ont été faites nous avons sélectionné ceux qui nous paraissaient les plus pertinents, et surtout dans notre budget :

–un capteur de pollution : préoccupation quotidienne de nos jours, la pollution nous concerne tous et il serait intéressant si toutes les couches de l'atmosphère sont touchées.

–un capteur de température : nous savons qu'au cours de l'ascension du ballon la température va chuter mais cependant nous ignorons complètement à quel rythme et jusqu'à quelles limites.

– un capteur d'humidité : comment évolue l'humidité au cours de la montée? Intrigués de cette évolution nous n'avons aucune idée de ce qu'il peut en être.

– un capteur de pression : Il serait intéressant de savoir comment augmente ou diminue la pression en augmentant l'altitude.

– un enregistreur de sons : nous ne nous attendons pas à avoir un vrai « son » quel sera le bruit jusqu'à 30km d'altitude?

Nous avons besoin d'un émetteur à placer dans le ballon pour nous envoyer les mesures. Nous l'avons obtenu par l'intermédiaire de Planète sciences et du CNES . Le KIWI est un émetteur qui possède 24 bornes (3 par mesure : l'alimentation, la mesure et la masse), nous pouvons donc y placer 8 capteurs. Il doit être alimenté avec du 9V et envoie des mesures dans un intervalle de 0 à 5V et il sert d'alimentation stabilisée à 5V pour chaque voie.



C- AVANT-PROJET « Un ballon pour l'école.»

classe de 2^o4/5 MPI Lycée Saint-Sernin 31000 Toulouse

« Convivial fly away »

I)Présentation :

Nous sommes douze élèves du lycée Saint Sernin en classe de seconde (2nd 4 et 5). Nous suivons l'option MPI (mesures physiques et informatique) avec notre professeur M. Arpaillange. Pour mener à bien le projet : « un ballon pour l'école », nous nous sommes organisés, et avons chacun un poste :

<i>MATERIEL</i>		<i>Secrétariat</i>	<i>Communication Trésorerie Reportage</i>	<i>Planification</i>	<i>Responsables jour J</i>
<i>Expériences</i>	<i>Nacelle</i>				
Ajithan ARULRAJAH	Mohamed AMARA	Laurent De MAROUSEM	Clément HARDY	Jeanne VUAILLE	Aré MATURANA
Florian LOME	Aré MATURANA	Marie GUEGUEN	Jean LABATUT	Steffy GIRODEAU	Bryan AMAT
	Bryan AMAT	Samuel ZUNIC			Marie GUEGUEN

Ce projet consiste à envoyer une nacelle dans la stratosphère, à l'aide d'un ballon gonflé à l'hélium (donné par le CNES). A l'intérieur de la nacelle se trouvera du matériel électronique nous permettant de faire des mesures qui nous seront transmises à l'aide d'ondes radio émises par un émetteur (KIWI). Cet émetteur ne possède que huit branchements, nous devons donc choisir au maximum huit expériences de nature électrique à faire. Nous avons fait un premier jet où nous avons récolté de nombreuses idées. Parmi ces idées, seules quelques-unes sont possibles.

II- Projet expérimental:

1^o- Questionnement initial:

Nos objectifs étant d'avoir des informations plus ou moins variées sur:

INFORMATIONS SUR L'AIR :

- sa composition
- son taux pollution
- son taux de dioxygène
- la présence de bactérie
- sa résistance électrique
- sa température
- son taux d'humidité
- sa pression
- sa résistance
- la vitesse du vent

Éléments audiovisuels :

- la présence d'oiseaux
- la présence d'avions
- y aura-t-il du son ?
- comment sera la luminosité ?

“ RAPPORT ” AVEC LA PLANÈTE :

- la hauteur de la nacelle
- la force d'attraction de la terre sur la nacelle
- à combien de km pourra-t-on identifier l'atmosphère ?
- y aura-t-il un décalage de temps ?

DIVERS :

–l'oxydation sera-t-elle accélérée, normale ou ralentie ?

2°- Analyse critique:

Quelques questions viennent alors au niveau:

*** des contraintes matérielles que nous pourrions rencontrer.**

- le matériel ne va-t-il pas geler ?
- pourquoi le ballon n'éclate-t-il pas ?
- pourquoi le ballon va-t-il s'arrêter ?
- comment faire pour avoir les mesures désirées ?

*** sur le problème de la descente de la nacelle:**

- que faire si quelqu'un est en dessous ?
- quel sera sa vitesse de chute ?
- où la nacelle va-t-elle tomber ?

Réponses proposées :

- émettre un signal radio de la nacelle jusqu'à nous, qui transporterait les informations.
- filmer les indications des machines, et mettre l'heure à coté pour voir les évolutions.
Récupérer la nacelle et la caméra enfin de pouvoir visionner le film.
- intégrer un GPS à la nacelle et suivre le signal pour la retrouver.
- utiliser les ondes radio. Intégrer un émetteur dans la nacelle et deux récepteurs à terre. En croisant les deux informations des récepteurs nous trouverions la position de la nacelle.

Éléments perturbateurs à analyser: trouver onde non occupée et autorisée, faire un émetteur pas trop lourd et enfin sachant que des vents puissants soufflent plus haut, comment faire pour prévoir la descente alors que la trajectoire risque d'être différente que celle calculé.

3°- L'émetteur KIWI:

A la question sur l'émission du signal radio de la nacelle qui transporterait les informations de mesure, notre suiveur a apporté la réponse en proposant l'émetteur Kiwi. Non seulement il jouera le rôle d'émetteur radio, mais de voltmètre pour 8 séries de mesures et d'alimentation stabilisée à 5,0 V.

4°- Expériences à réaliser:

Parmi les différentes recherches de capteurs qui ont été faites nous avons sélectionné ceux qui nous paraissaient les plus pertinents, et surtout dans notre budget :

- un capteur de pollution : préoccupation quotidienne de nos jours, la pollution nous concerne tous et il serait intéressant si toutes les couches de l'atmosphère sont touchées.
- Un capteur de température : nous savons qu'au cours de l'ascension du ballon la température va chuter mais cependant nous ignorons complètement à quel rythme et jusqu'à quelles limites.
- Un capteur d'humidité : comment évolue l'humidité au cours de la montée? Intrigués de cette évolution nous n'avons aucune idée de ce qu'il peut en être.
- Un capteur de pression : Il serait intéressant de savoir comment augmente ou diminue la pression en

augmentant l'altitude.

–Un enregistreur de sons : nous ne nous attendons pas à avoir un vrai « son » quel sera le bruit jusqu'à 30km d'altitude?

–Un capteur de lumière : irons-nous jusqu'au ciel noir? qu'en est-il vraiment de la lumière à ces altitudes très élevées ?

5° - Expériences à approfondir:

- Y aura-t-il un décalage de temps?
- Quelle est la force d'attraction de la terre sur la nacelle?

6° - Expériences abandonnées

A propos de l'air: sa composition , son taux de dioxygène, la présence de bactérie, sa résistance électrique, sa résistance, la vitesse du vent, la présence d'oiseaux, la présence d'avions

Nous espérons pouvoir terminer la nacelle expérimentale fin avril, et faire le lâcher du ballon dans la première quinzaine du mois de mai, afin de pouvoir exploiter nos mesures envoyées par l'émetteur KIWI avant la fin de l'année scolaire.

2° PARTIE:

mise sur pied

A). Recherche des capteurs

Émetteur : KIWI Millénium fourni par le CNES

Sites utilisés :

-<http://www.gotronic.fr>

-<http://www.conrad.fr>

-<http://fr.mouser.com>

Capteurs trouvés :

-capteur de pression : MOTOROLA MPX5100A

<http://fr.mouser.com/Search/Refine.aspx?N=10834228&Keyword=MPX5100A&FS=True>

-capteurs de température :

Capteurs au silicium présentant une variation de résistance en fonction de la température.
Signal relativement linéaire entre 0 et 150°C.

Plage de mesure: -55°C à +150°C.

La résistance est donnée pour 25°C.

Courant maxi en continu: 5 mA.

Boîtier: SOD70.

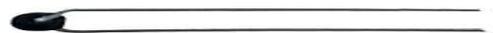
KTY81-210 2000 ohms

<http://www.gotronic.fr/catalog/capteurs/capteursframe.htm>

Thermistances type K 164 Siemens

Pour la compensation thermique, par ex. dans des circuits électroniques. Gamme de température de - 55°C à + 125°C, température nominale + 25°C. Dim : 5,5 mm de Ø.

Code 500574-62 1 kΩ



http://www.conrad.fr/thermistances_type_k_164_siemens_p_18925_19093_224204_224214_FAS#searchItem

-capteur de lumière :

Photo résistance: LDR 62608

capteur UV Conrad

Ces convertisseurs sont capables de transformer une intensité lumineuse en tension de sortie sans nécessiter d'autres composants externes. Grâce à



leur sortie de tension linéaire, il n'est plus nécessaire d'employer des circuits de microprocesseur pour la préparation du signal. Tension d'alimentation de 2,7 à 5,6 VDC. Gamme de température de -25 à +85°C. Tension de sortie : env. 4 mV (obscurité totale). Sensibilité maxi : 930 nm (TSL 260), 780 nm (TSL250). Tension de sortie : 2 V (TSL 260) 3,3 V maxi, 4,5 V (TSL250) 8 V maxi.

-capteurs d'humidité :

HIH-4000-001

<http://fr.farnell.com/jsp/search/productdetail.jsp?sku=1187547&requestid=260233>

Description

- CAPTEUR D'HUMIDITE 2.54MM SIP
- Gamme de mesure:0 to 100 %
- Précision:3.5 %
- Courant, alimentation:500µA
- Tension, alimentation:5.8V dc
- Configuration contact:2.54mm (0.100in) Lead Pitch
- Gammes de mesures d'humidité:0 to 100%
- Hystéresis:3%
- Largeur (externe):4.27mm
- Longueur/hauteur:21.66mm
- Nombre de broches:3
- Pas:2.54mm
- Profondeur:2.03mm
- Précision:3.5%
- Répétabilité:0.5%
- Série:HIH4000
- Température de fonctionnement max.:85°C
- Température de fonctionnement min.: -40°C
- Tension, alimentation maxi:5.8V dc
- Tension, alimentation mini:4.0V dc

-capteurs de pollution :

Détecteur de pollution HS135

Ce capteur permet de détecter la fumée, le SO₂, le CO₂, l'isobutane, l'alcool dans l'air ambiant.

Plages de détection: - fumées: 1-10 % - CO₂: 0,3 - 20 % isobutane: 300- 5000 ppm

Alimentation: 5 V (ac ou cc)

Dimensions: Ø 20 x 23 mm

Livré avec notice technique (en anglais).

<http://www.gotronic.fr/catalog/capteurs/capteursframe.htm>

Détecteur de gaz HS129

Capteur de gaz sensible au propane, GPL, méthane, isobutane, alcool et hydrogène. La concentration de gaz est donnée sous forme d'une tension en sortie.

Plages de détection: - propane et GPL: 300 - 5000 ppm - isobutane: 300 - 5000 ppm - méthane: 5000 - 20000 ppm

Alimentation: 5 V (ac ou cc) Dimensions: Ø 20 x 23 mm Livré avec notice technique (en anglais).

-capteur de poussières :

<http://fr.farnell.com/jsp/search/productdetail.jsp?sku=9707956& requestid=259360>

Détecteur de poussière FARNELL

Sortie linéaire ou par impulsions

9707956 H=17.6, l=46, P=30mm

Caractéristiques :

- Détecte les particules de poussière et fumée de 0.1 à 100um
- Distingue la fumée de cigarette et la poussière d'habitations
- Versions "Pulse" ou "peak-hold"
- Opération 5V
- Sortie tension analogique
- Micro-contrôleur simple interface

Applications :

- Assainissement d'air
- Air conditionné
- Copieurs
- Imprimantes

Gamme de détecteurs infrarouges réfléchifs conçus spécifiquement pour les applications de détection de poussière, pollen, spores ou particules de fumée de cigarette. Il détecte la quantité de lumière réfléchiée à partir des particules et génère une tension analogique. Le GP2Y1010 a une sortie par impulsions est est conçu pour détecter instantanément les particules de poussière etc. Le GP2U06 est basé sur la détection de fines particules telles que la fumée.

Type de sortie	Alimentation		Sensibilité de détection	Sensibilité de typ.	V _{out} (sans poussière) Réf. Fab.
	Tension	Courant			
Impulsion	5	20	0.5V/(0.1mg/m ³) ±30%	0.9V	GP2Y1010AU0F
Linéaire	5	20	0.5V/(0.1mg/m ³) ±30%	0.5V	GP2U06J0000F

-Capteur de son: Dictaphone numérique OLYMPUS Memo 77

Ce dictaphone déjà monté (car trop dur à construire à notre niveau), nous permettra d'avoir les sons présents lors de notre expérience et en dehors de la nacelle. D'une capacité d'enregistrement de 14h et de 20h d'autonomie il couvrira largement la durée de notre expérience de 3h.

Il nous suffira simplement de lancer l'enregistrement quelques minutes avant le lancement puis de le récupérer lorsque la nacelle aura étant à nouveau le sol. Nous pourrons alors avoir des résultats qui, durant le vol contrairement au autre mesure ne nous serons pas communiqué.

B). Le temps des étalonnages

Les capteurs retenus :

-poussière GPY1010AU

Nous avons choisi celui-ci car c'est le seul compatible avec une alimentation à piles.

-pression MPX 5100 A

Nous avons choisi ce capteur pour sa petite taille et sa facilité d'exploitation, bien qu'il ne soit plus sensible à partir de 50 Pa.

-lumière infrarouge TSL 260R

Nous avons choisi ce capteur car il capte les longueurs d'onde à partir de 800nm, or les infrarouges commencent à partir de 780 nm environ, il est donc compatible.

-humidité HIH - 4000 - 001

Nous avons choisi ce capteur pour sa petite taille, sa précision, et il convient au KIWI car il a besoin de 5V environ, de plus il a besoin d'une petite alimentation (500 μ A).

-LDR visible A 1060 CONRAD

Photorésistance 1k Ω

-température KTY81-210

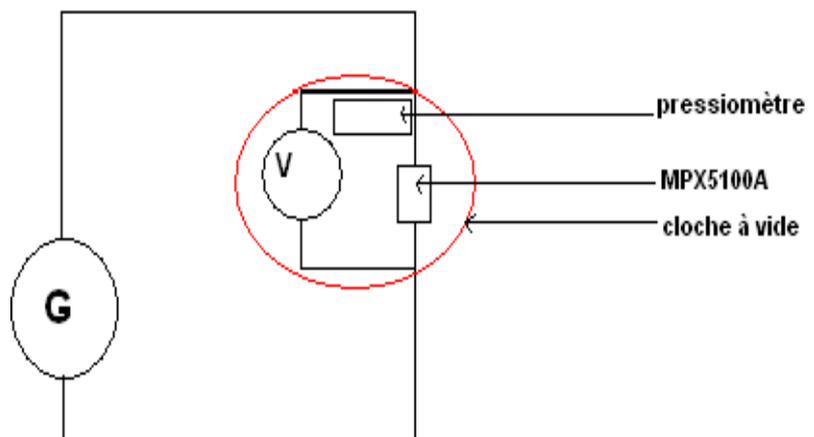
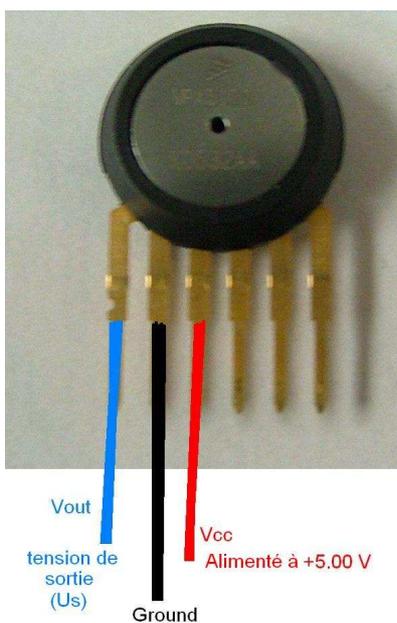
Ce capteur est plus facile de manipulation que le CTN (équation plus simple).

Étalonnages :

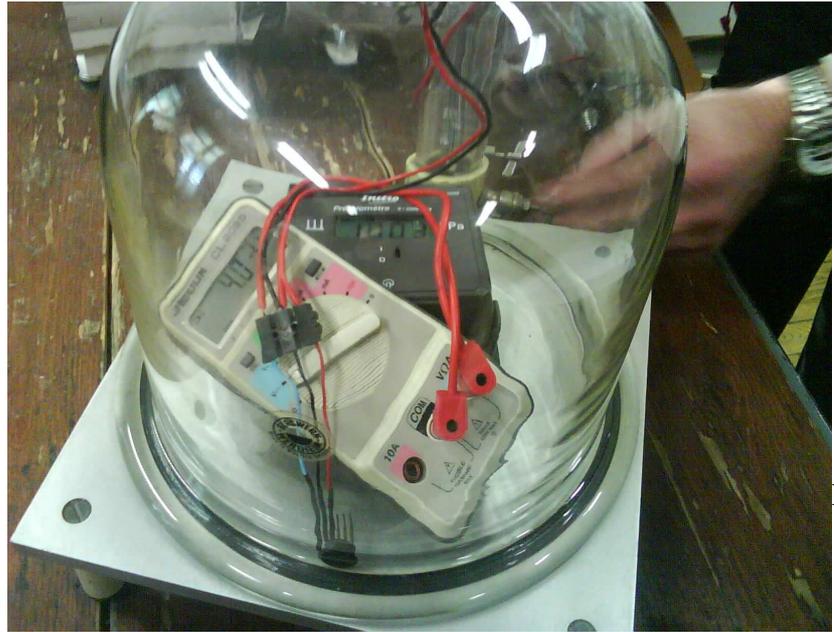
Étalonnage du capteur de pression

Pour l'étalonner, nous avons mis un voltmètre et un pressiomètre sous une cloche à vide et nous avons fait descendre la pression à l'intérieur de la cloche grâce à une pompe à vide. Après avoir relevé les valeurs de pression et de tension, on a pu grâce au logiciel Regressi obtenir une courbe de proportionnalité et par conséquent associer à chaque valeur de tension une pression correspondante.

Voici le schéma de branchement du MPX5100A (à gauche) et le schéma de l'expérience (à droite).



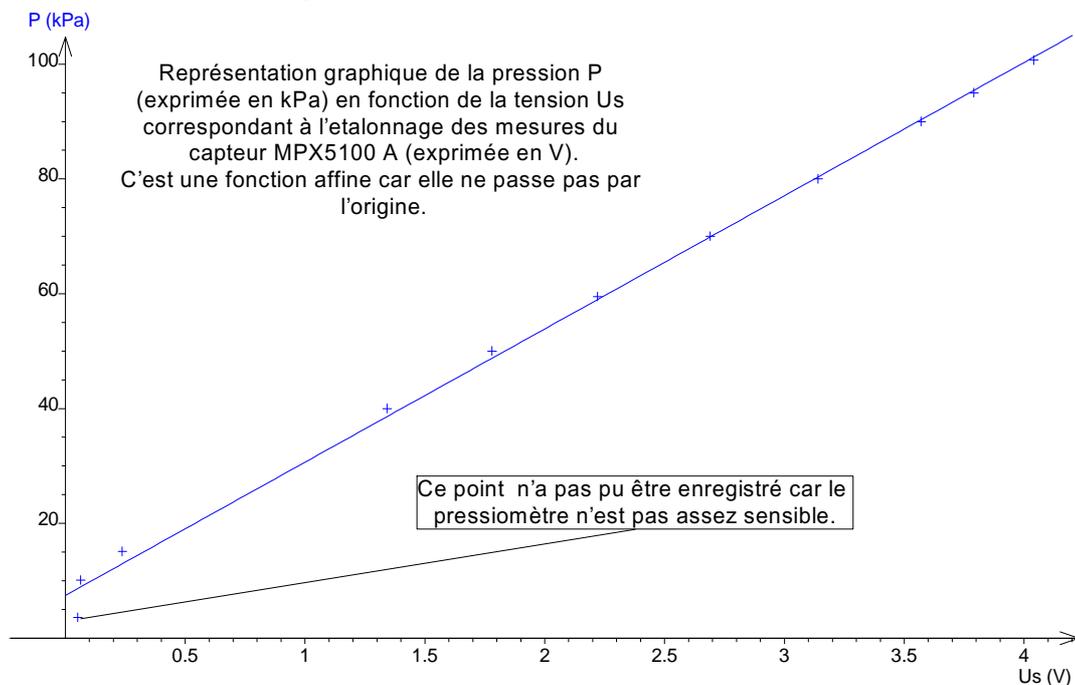
Et voici une photo du montage.



Résultats

Avec ces mesures, nous avons pu connaître la fonction permettant d'obtenir la pression mesurée par capteur avec la tension fournie par le voltmètre branché sur celui-ci (Kiwi).

Voici la courbe obtenue avec Regressi :



Nous avons obtenue la relation de proportionnalité que voici:

$$P(\text{pression en pascals})=22,7*10^3*U_s(\text{tension en volts})+8,78*10^3$$

Nous constatons une imprécision en dessous de 75kPa. Il est donc possible que les mesures au dessus de 20km soient faussées. De plus, il y a une imprécision de mesure de 2,8%. Cependant, nous n'avons pas trouvé d'autres capteurs qui aurait pu le remplacer, nous avons donc gardé le MPX5100A.

Étalonnage du capteur de température

Notre protocole expérimental avait pour but de voir l'étalonnage de notre capteur. Nous avons ainsi branché les deux capteurs (image n°1) dans une boîte que nous avons refermé pour, grâce à une bombe à froid, faire changer la température à l'intérieur. (image n°2)



image n°1

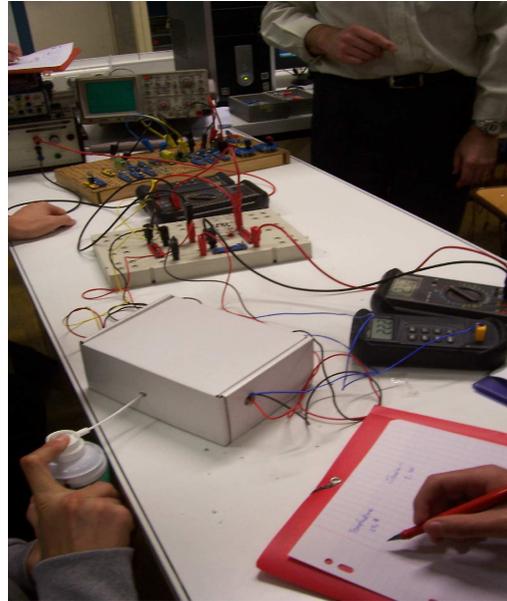
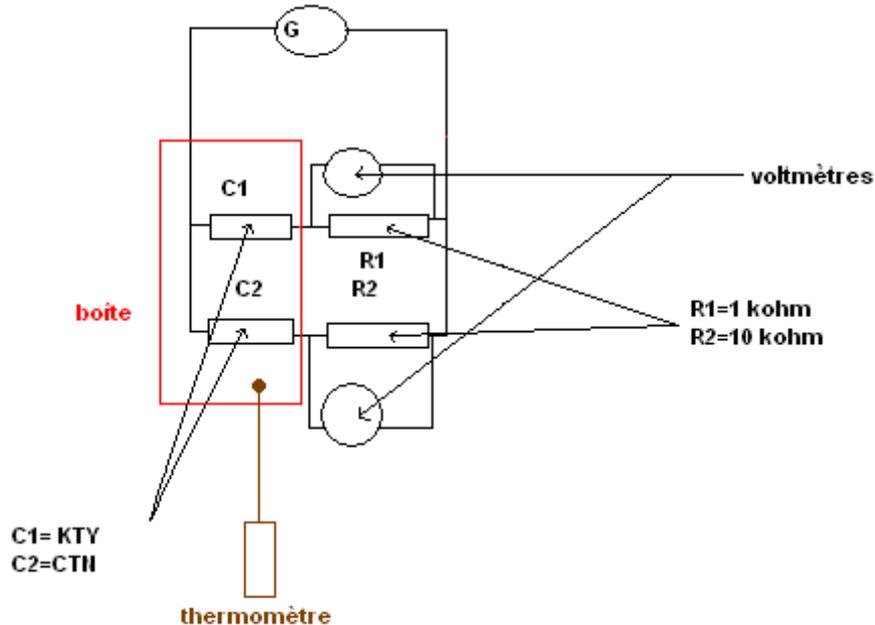


Image n°2

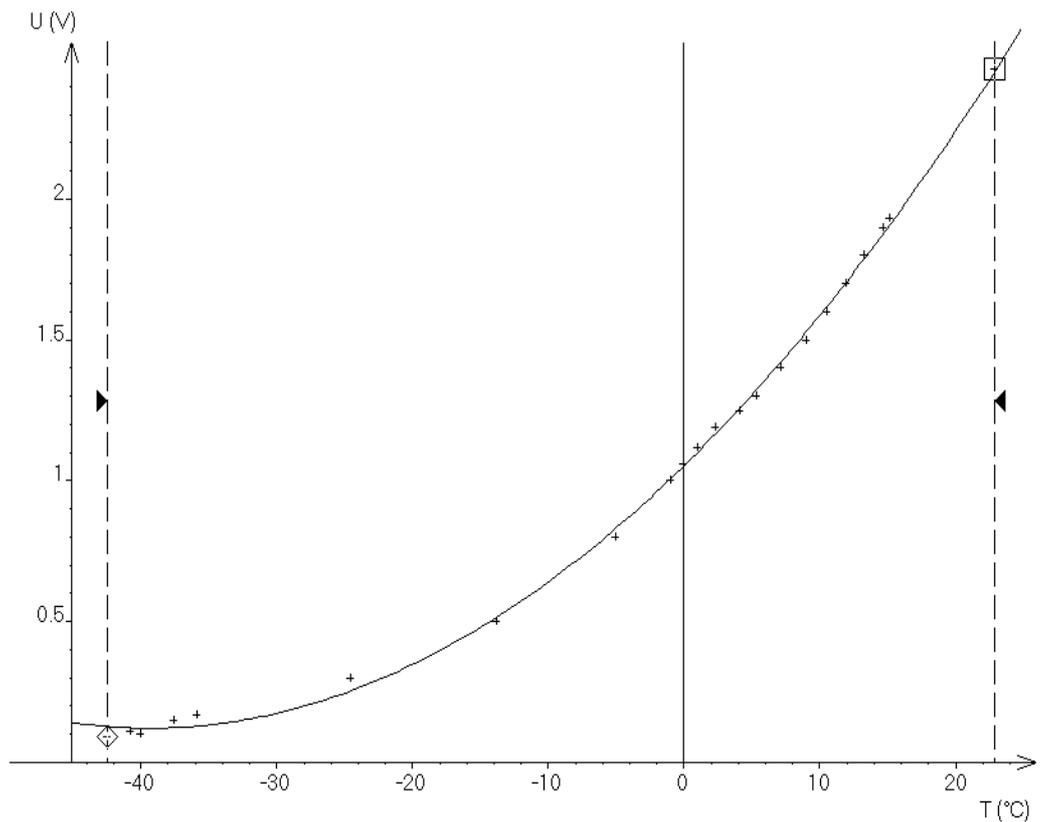
Nous avons monté les capteurs de la manière suivante:

Schéma :



Nous avons utilisé la loi du pont diviseur pour calculer la tension aux bornes du capteur en la déduisant de la mesure prise sur une autre résistance.

a- Nous avons mis une résistance de 10 Kiloohm pour le capteur CTN et avons obtenu la courbe suivante :

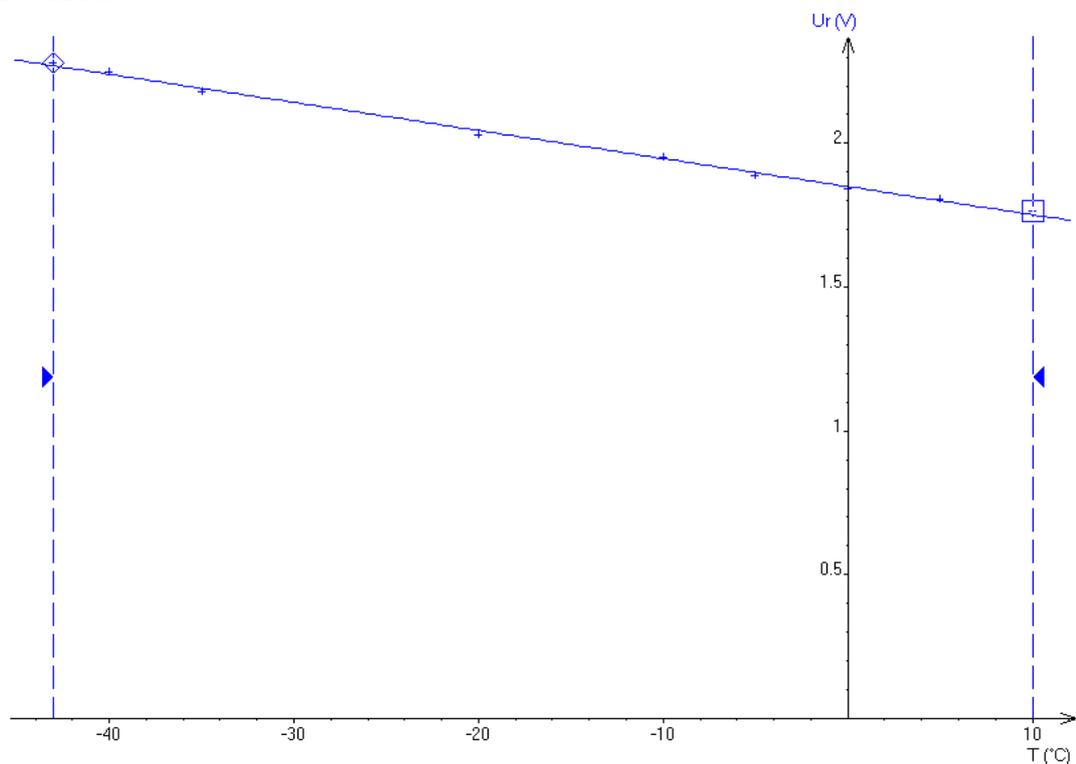


Avec l'expression du modèle :

$$U(C)=a_1+b_1*C+c*C^2$$

b- Nous avons mis une résistance de 1 Kiloohm pour le capteur KTY et avons obtenu la courbe suivante :

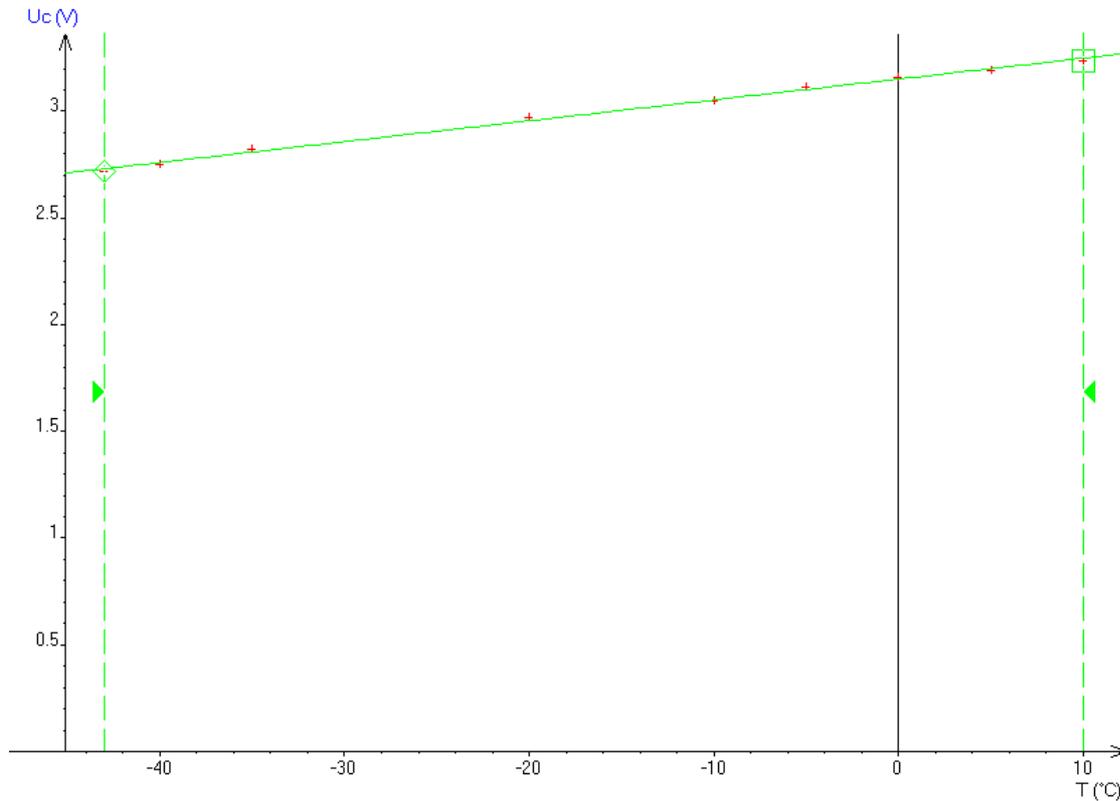
Première courbe KTY



Nous avons obtenu une expression de la forme : $U_r(T)=a*T+b$.

La courbe étant décroissante nous avons décidé de prendre la tension au borne du capteur et non de

la résistance. Nous avons obtenu le résultant suivant :
seconde courbe KTY problème résolu : $U_c(T)=a_2*T+b_2$

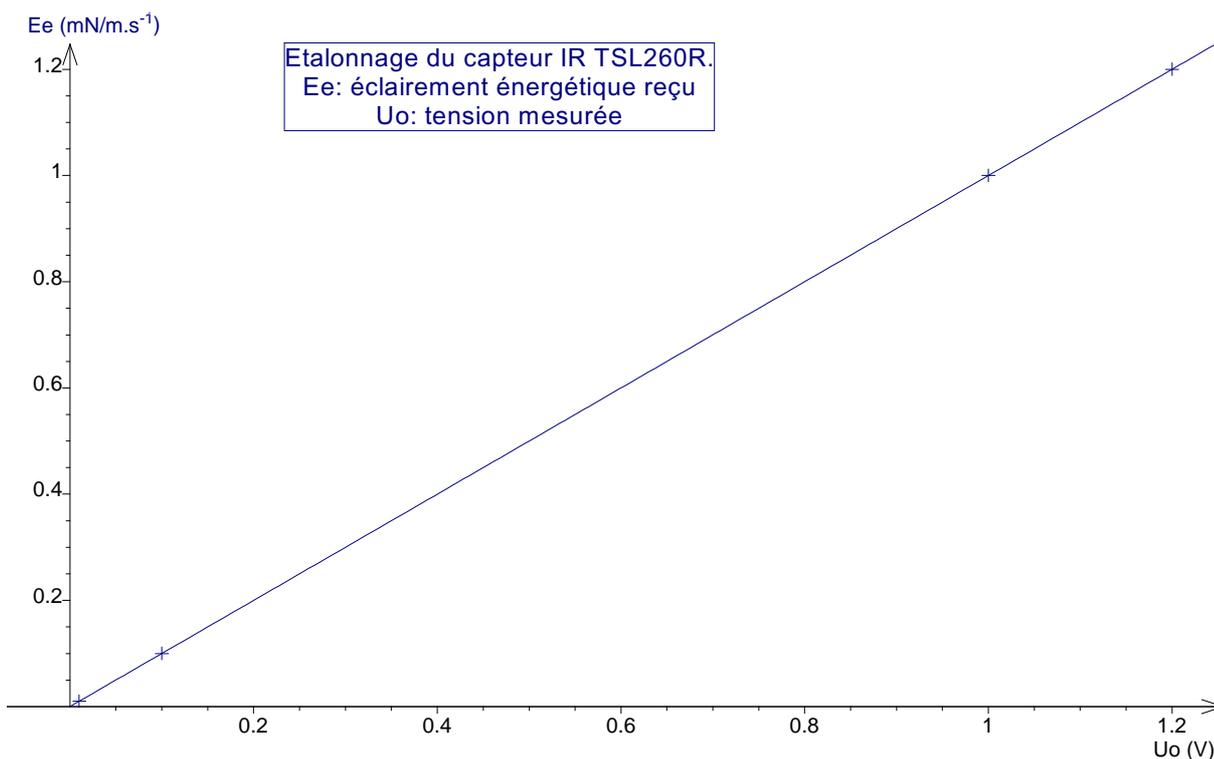
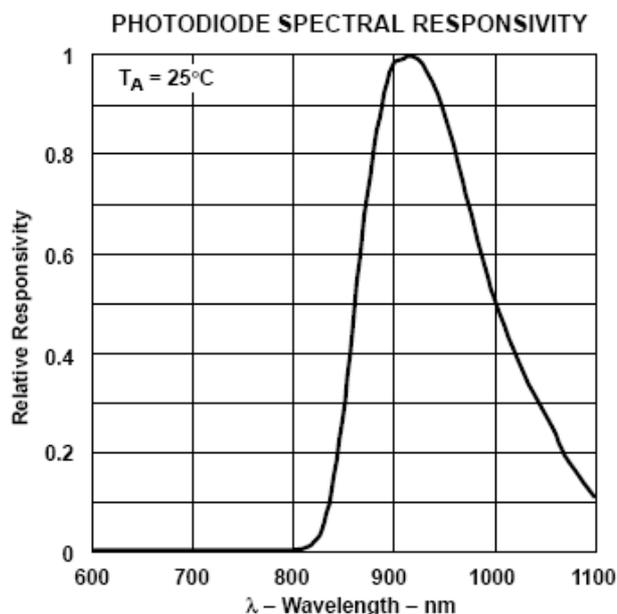
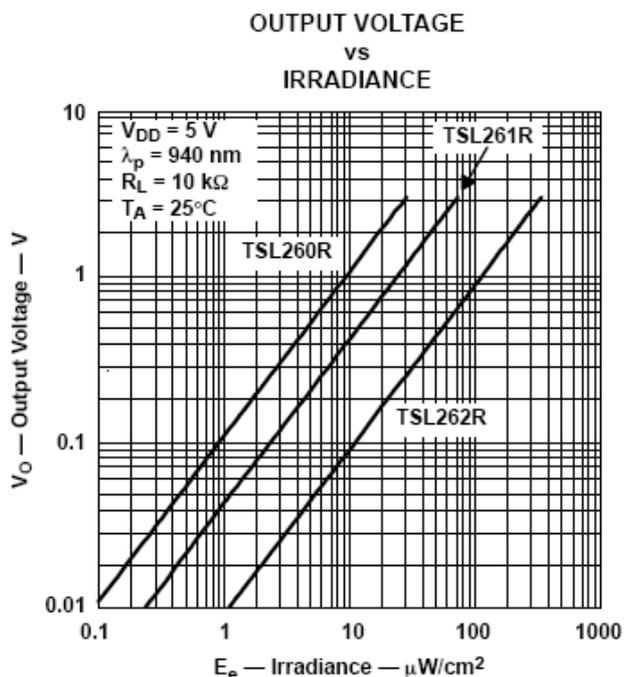


Conclusion :

Le capteur de température KTY, étant plus facile de manipulation, est celui choisi pour le lancement de «Convivial fly away» malgré quelques uns de ses inconvénients.

Étalonnage du capteur de lumière infrarouge

La tension de sortie est directement proportionnelle à l'intensité de la lumière comme on peut le voir sur la courbe de gauche qui est une fonction affine. Il ne réagit qu'aux lumières de longueur d'onde supérieure à 800 nm ce qui est parfait pour notre expérience. Le coefficient directeur est de 0,1 donc la droite a pour équation $y=0,1x$.



Nous avons une fonction affine croissante d'équation $E_e = 1,0 \cdot 10^{-3} U + 1,0 \cdot 10^{-3}$
 Nous choisissons de garder ce capteur car l'expression de sa fonction est simple à manipuler.

Étalonnage du capteur de poussières

Gamme de détecteurs infrarouges réfléchissants conçus spécifiquement pour les applications de détection de poussière, pollen, spores ou particules de fumée de cigarette. Il détecte la quantité de lumière réfléchi à partir des particules et génère une tension analogique. Le GP2Y1010 a une sortie par impulsions est est conçu pour détecter instantanément les particules de poussière etc. Le GP2U06 est basé sur la détection de fines particules telles que la fumée.

La fonction est en partie affine on a donc une équation de la forme $ax+b$ telle que:

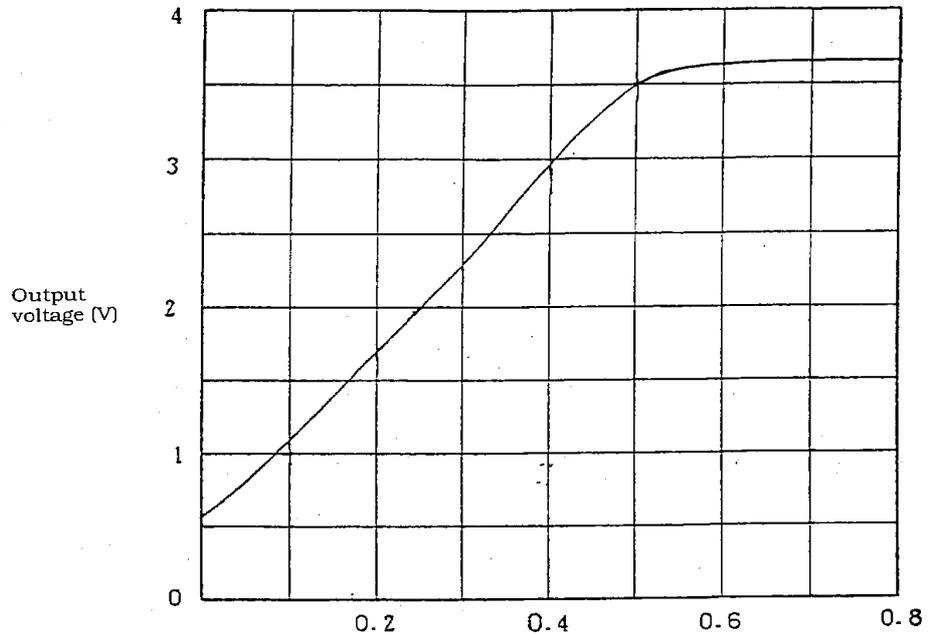
$$\text{Dens } P(Uc) = a * Uc + b$$

avec:

$$a = 169 \pm 10 \cdot 10^{-3}$$

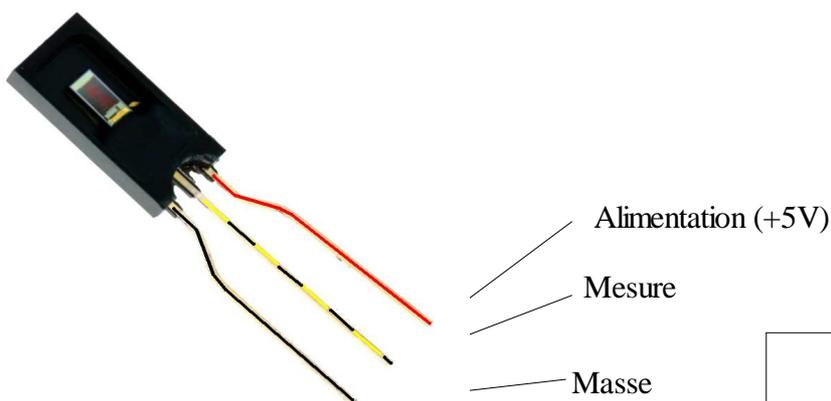
$$b = -95.50 \pm 22.00 \cdot 10^{-3}$$

Avant toute analyse, il est nécessaire de préciser que le capteur sature (n'est plus linéaire) au delà d'une tension de 3,6V environ ,

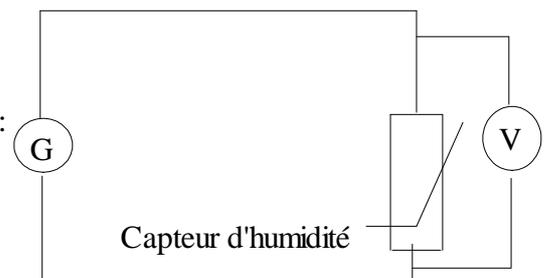


Étalonnage du capteur d'humidité : Le capteur d'humidité HIH-4000-001

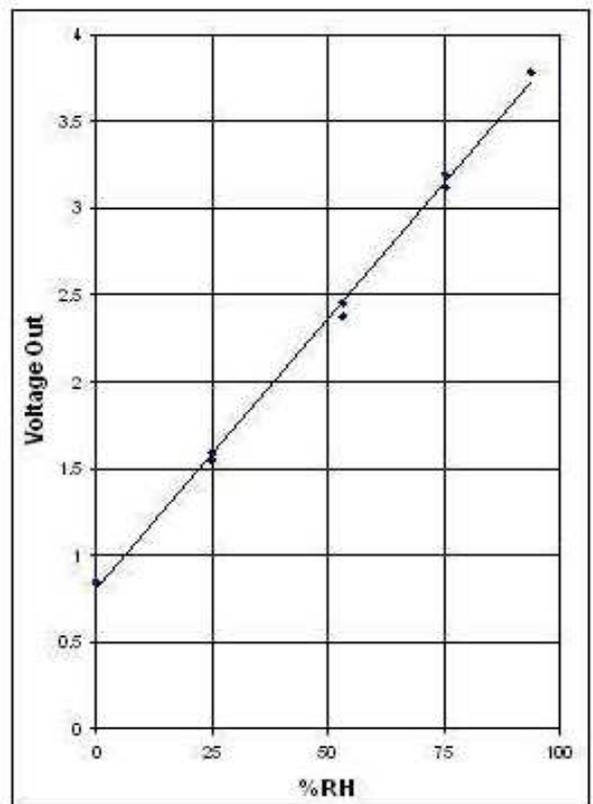
Nous avons choisi le capteur HIH-4000-001 pour mesurer l'humidité tout au long du vol de notre ballon "Convivial Fly Away".



Nous l'avons monté en dérivation avec le Kiwi comme ceci :



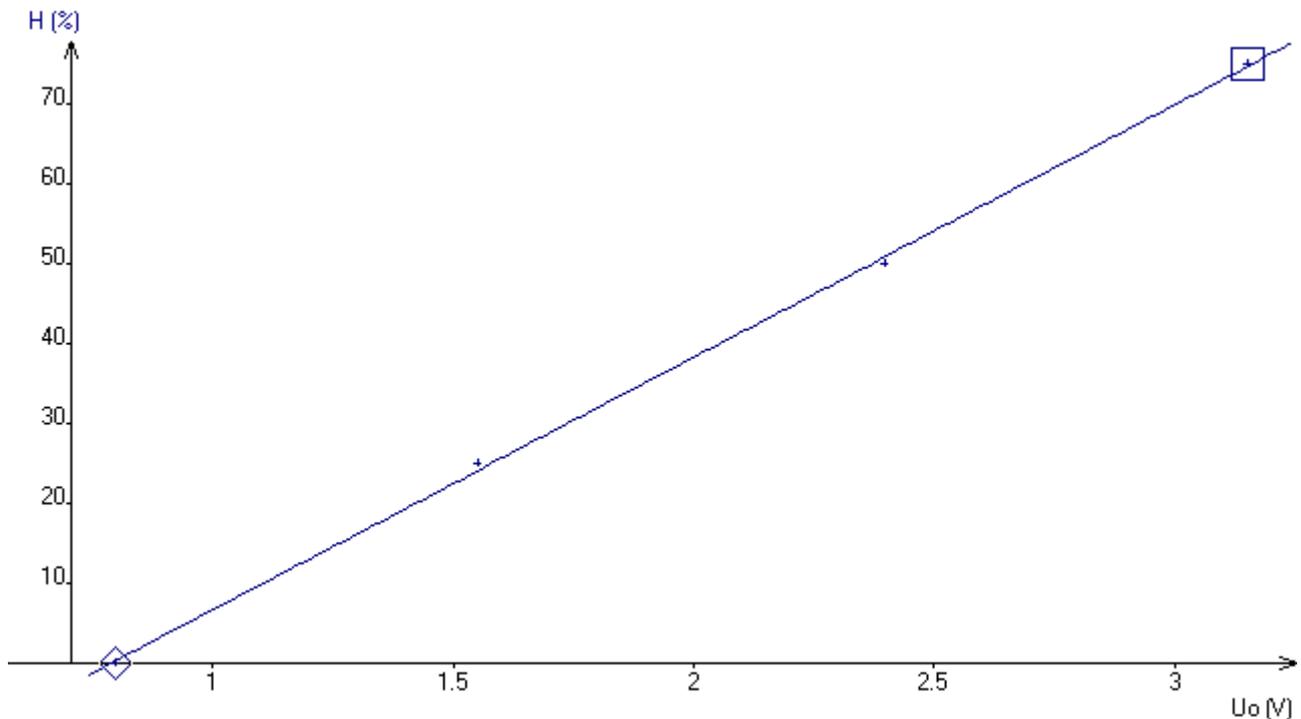
D'après la notice, nous avons la courbe d'étalonnage suivante :



Nous en tirons le tableau de valeurs suivant :

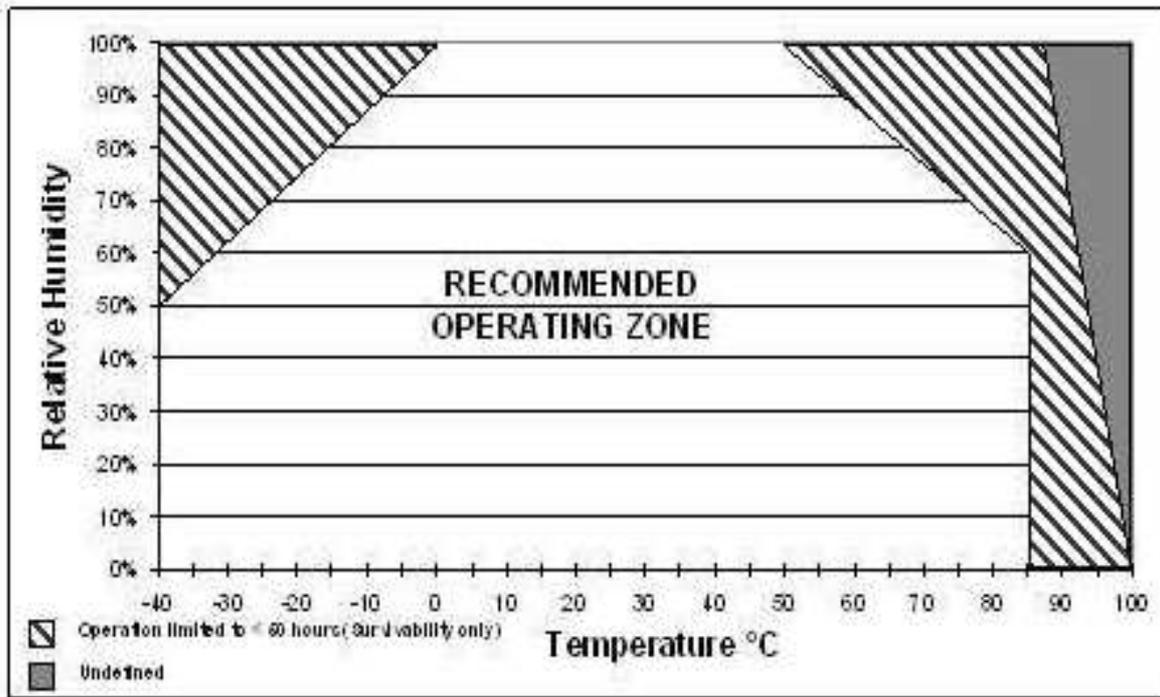
H(%)	U(V)
0	0,8
25	1,55
50	2,4
75	3,15

Voici la courbe (la tension en V en fonction du pourcentage d'humidité) obtenue grâce à Regressi :



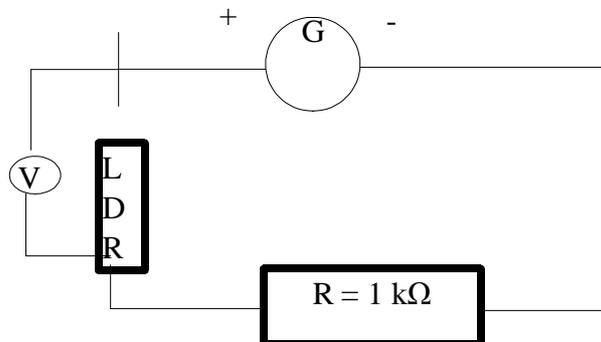
L'équation de cette courbe est $H=32*U-25$
 donc $U=(H+25)/32$.

Cependant, ce capteur est moins sensible en-dessous de 0°C et au-dessus de 50°C c'est-à-dire dans les parties hachurées suivantes :



Étalonnage du capteur de lumière visible : LDR

Montage :

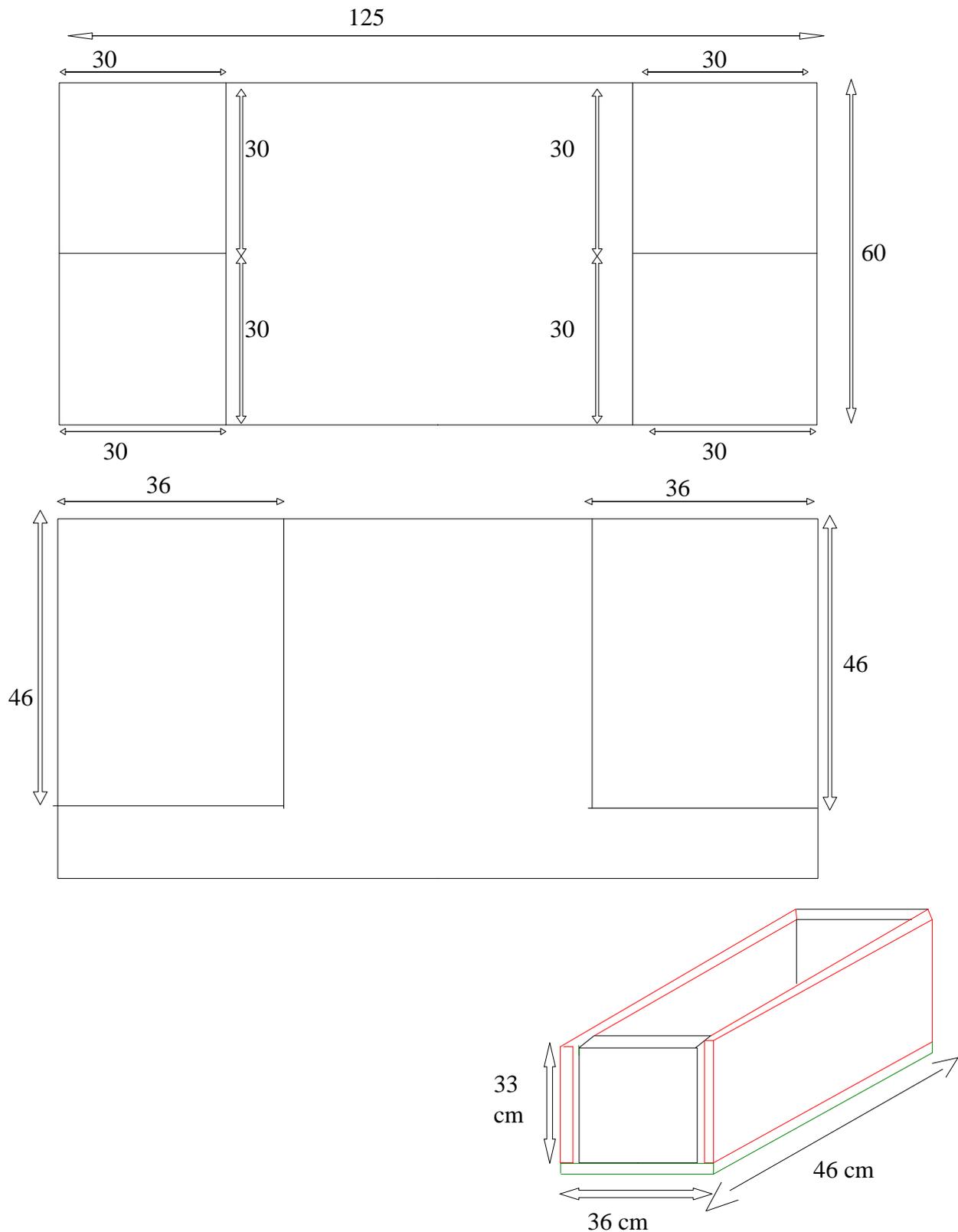


Ordre de grandeur des tensions:

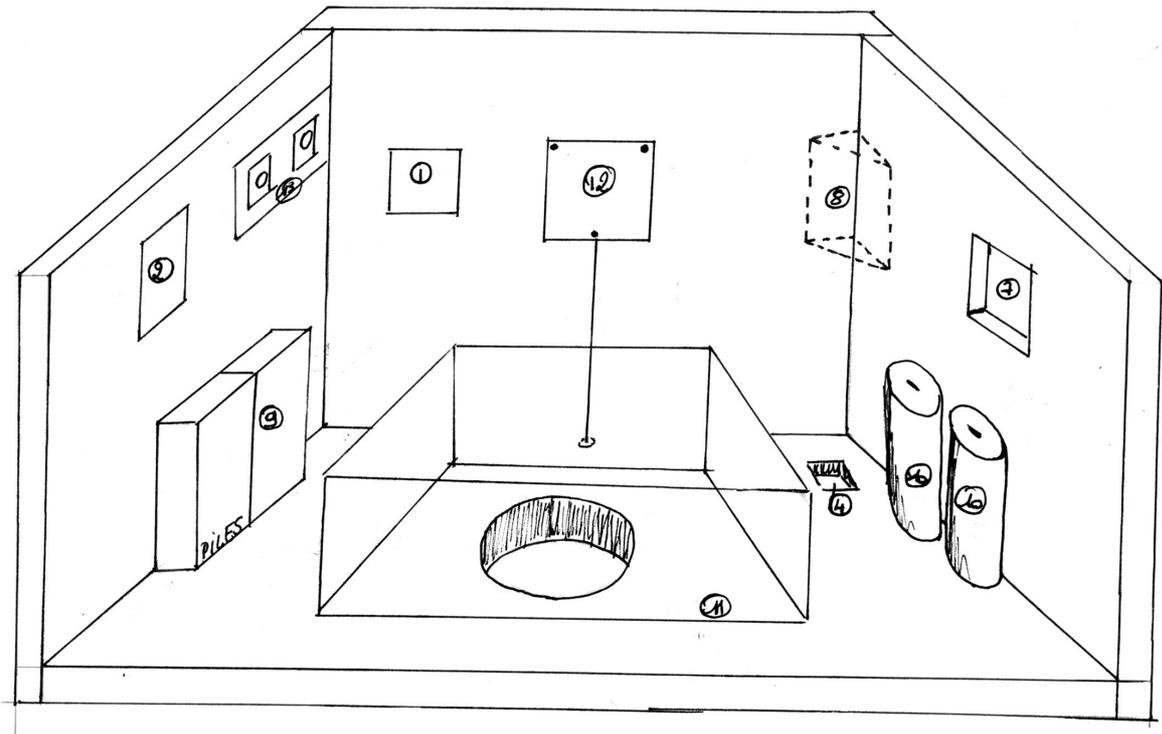
A l'ombre : $U=0,20$ V
 Dans la salle : $U=1,58$ V
 Au soleil : $U=3,60$ V
 Obscurité : $U=0,01$ V

C) Plan de la nacelle:

La nacelle est construite avec du polystyrène extrudé de 3 cm d'épaisseur, à partir de 2 plaques de 60*125 cm.



chapelle.



Couverts.

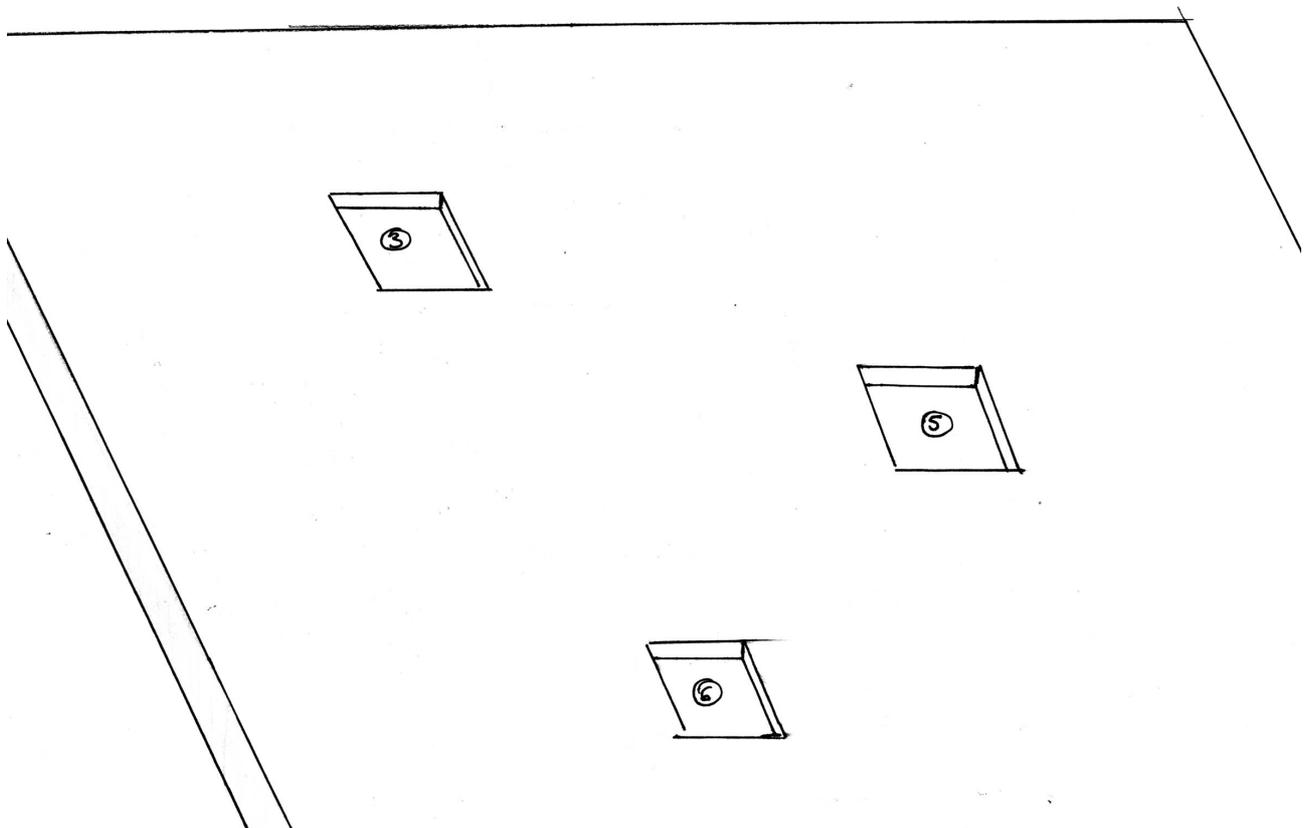
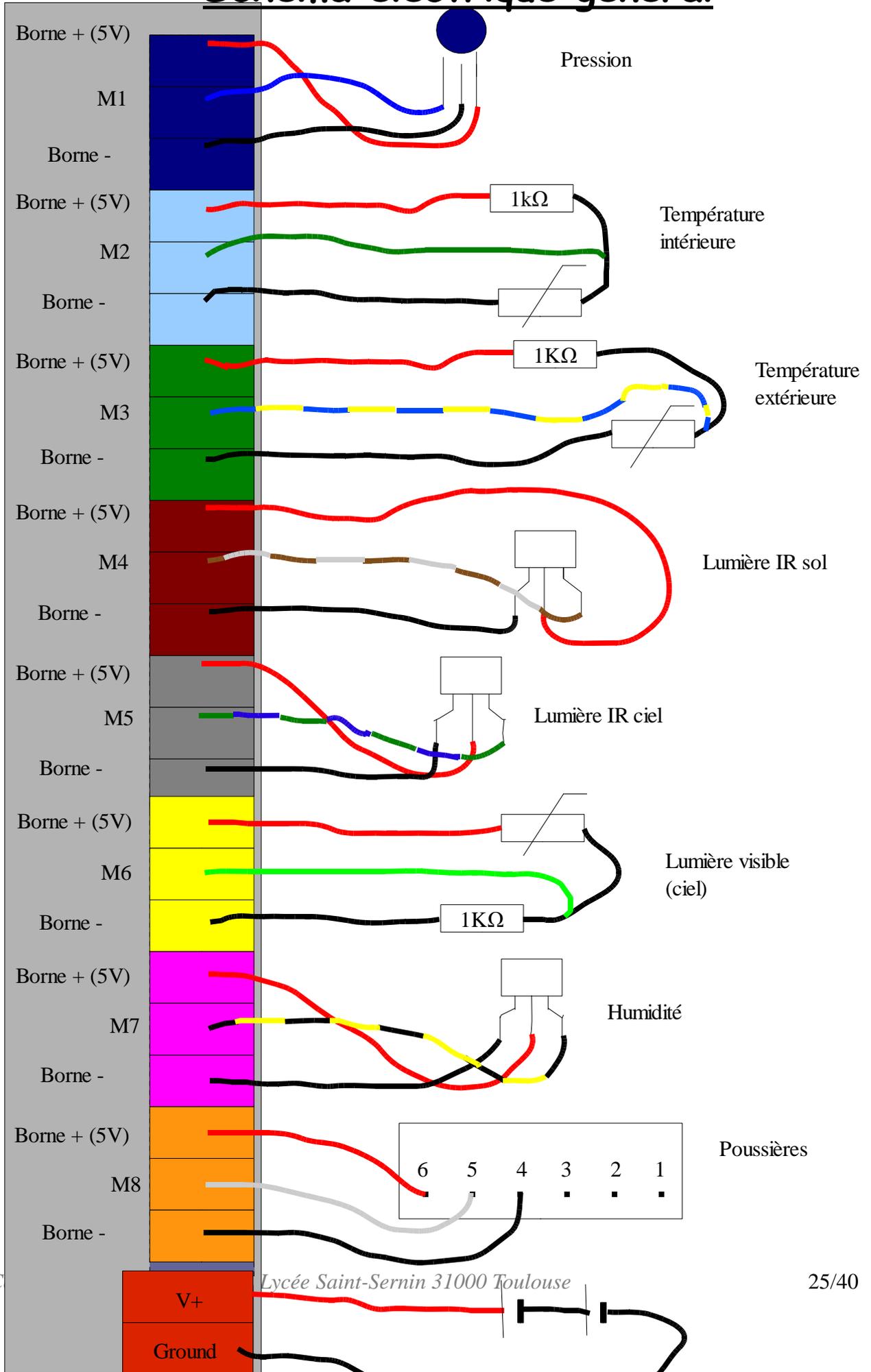


Tableau de référence des branchements du montage électrique de la nacelle

		capteur	Ro	Couleur du fil de mesure
1)	Pression	MPX 5100 A	----	Bleu pale
2)	Température intérieure	KTY 81-210	1 kilo-ohm	Vert
3)	Température extérieure	KTY 81-210	1 kilo-ohm	Jaune-bleu
4)	Lumière IR vers le sol	TSL260R	----	Blanc et marron
5)	Lumière IR vers le ciel	TSL260R	----	Vert et bleu
6)	Lumière visible (ciel)	LDR CDS / N5 AC	1 kilo-ohm	Vert flash
7)	Humidité	HIH 4000-001	----	Jaune et noir
8)	Poussières / particules	GP2Y1010AU	----	Blanc

Attention: pour température, mesure de la tension aux bornes du capteur si l'on veut avoir même sens de variations température et tension!

Schéma électrique général



3° PARTIE:

Convivial fly away flies away

RETRO PLANNING

Vendredi 15 mai 2009 :

- lâcher du ballon
- vérification des circuits avec planète sciences

Mardi 12 mai 2009 a partir de 13h :

- mise en place de piles neuves,
- dernière mise au point, la nacelle est opérationnelle!
 - coller les étiquettes
- réviser les plans des différents circuits de mesures, et les dernières consignes pour le jour J.

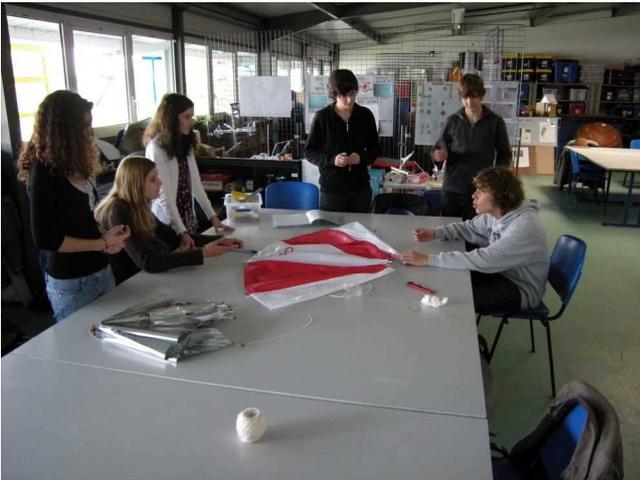
Mercredi 29 avril 2009 :

- fin câblage nacelle
- habillage (couverture de survie à fixer)
- installation appareil photo et carte du déclencheur

Vendredi 24 avril 2009 :

- continuation du câblage de la nacelle

A-Montage à la chaine



Pour monter la chaine de vol, nous avons utilisé le parachute et l'anneau anti-torche afin de ralentir la chute de la nacelle, évitant ainsi les dégâts, un réflecteur radar qui renvoie les ondes radio pour signaler aux avions la présence de la nacelle. Et enfin de la corde pour attacher le tout (plus de 8 mètres !!!).

Nous avons mis plus de deux heures à la réaliser : entre réflexion et action.

Montage de la chaine de vol !
De gauche à droite : Marie, Jeanne, Steffy,
Clément, Jean et Laurent

Pendant ce temps là de l'autre coté de la pièce...

B- Qualification et vérification



Les autres élèves vérifient le contenu de la nacelle ainsi que le respect du cahier des charges avec Mika . L'aérotechnicien de Planète sciences nous a montré, aidé, et a vérifié notre travail dans les deux stands.

La vérification de la nacelle avec Mohamed,
Ajithan, Mika, Bryan, Are, Florian et Samuel

C- A bientôt Baloon.



Le gonflage du ballon à l'aide d'hélium



L'instant du départ!

Le vol s'est très bien passé, nous avons bien reçu les données par télémétries et nous avons pu les analyser. La nacelle a été retrouvée à Molitg les bains, à côté de Prades dans les Pyrénées orientales dès le lendemain du lâcher. Nous avons ainsi pu récupérer l'appareil photo.

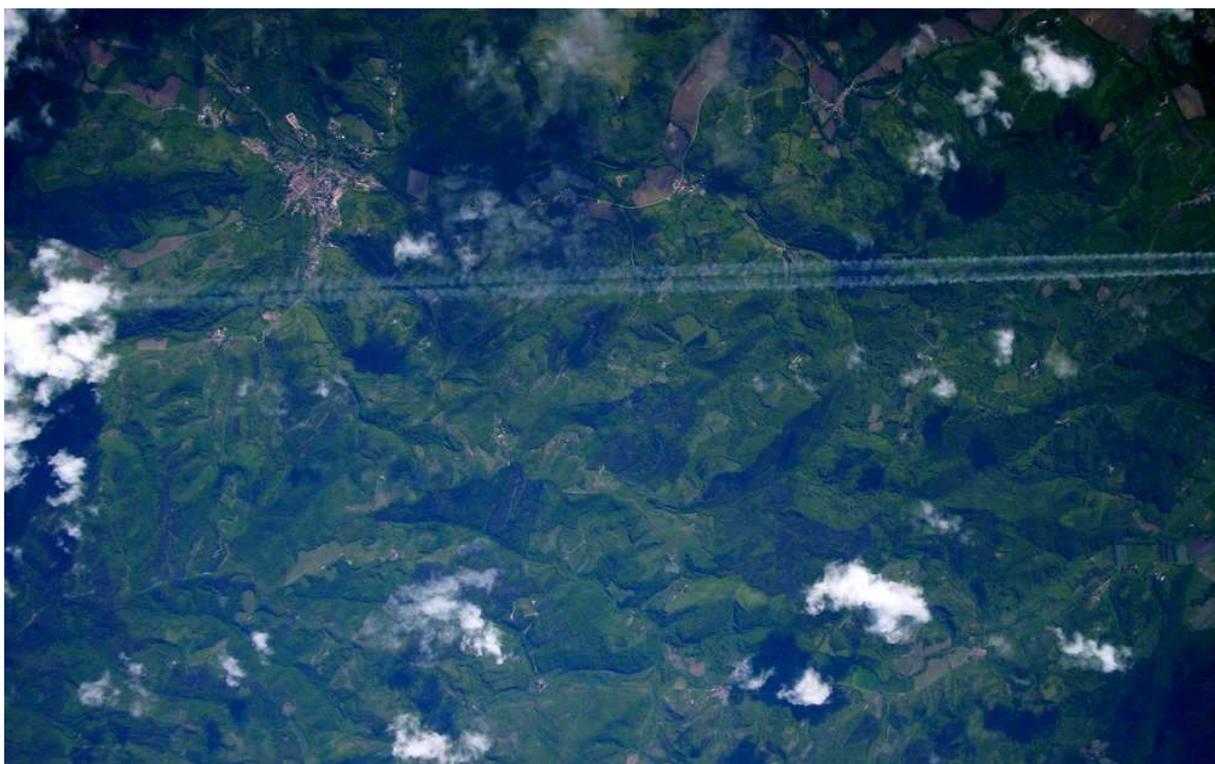


Le péage du Sud Est de Toulouse

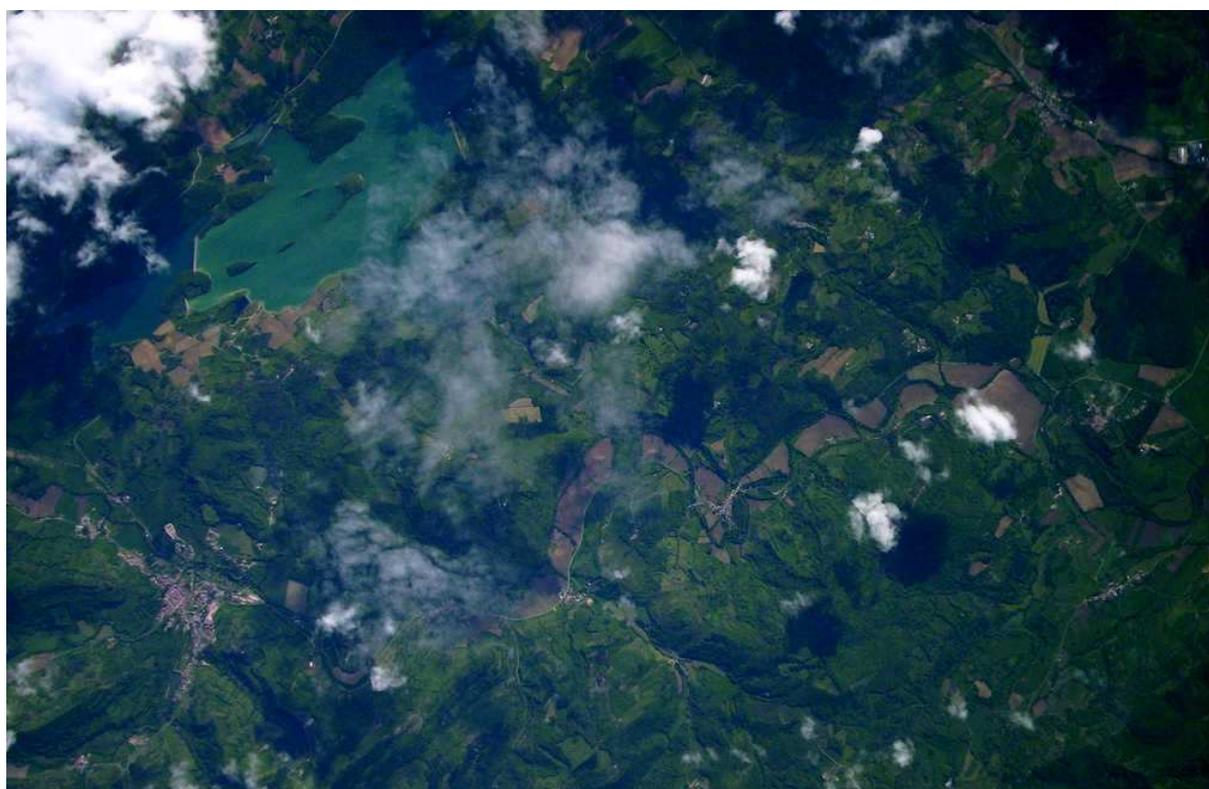


La zone commerciale de Labège innopole

La réponse sûre à une de nos interrogations de début d'année: le ballon vole-t-il au-dessus des avions à réaction!



Passage de la nacelle en Ariège, au-dessus du lac de Montbel.

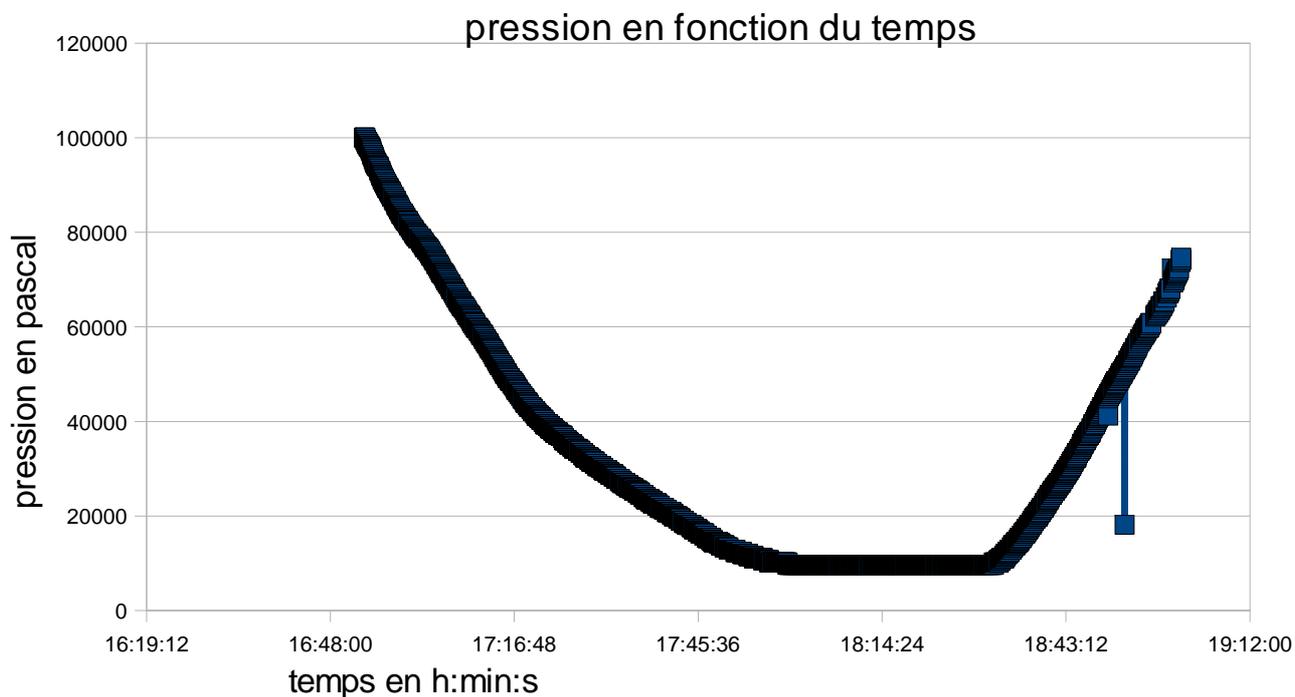


4° PARTIE:

la dure réalité de l'exploitation des mesures!

1°-Mesures de la pression au cours du temps:

Nous utilisons notre équation d'étalonnage pour convertir la mesure de tension sur la voie 1, en pression exprimée en pascal. Nous obtenons la courbe ci-dessous.



Jusqu'à 17h48 environ, la pression descend, donc le ballon est en train de monter. On remarque que à partir de 18h environ, la pression est stable : cela est faux, car notre capteur a atteint sa zone de sensibilité minimale. A partir de 18h40 environ, la pression remonte, donc le ballon est en train de descendre.

2°- Évaluation de l'altitude:

- Avec le modèle d'atmosphère proposé par Planète sciences, et l'aide de notre professeur nous avons créé la colonne altitude dans le classeur des mesures:

en troposphère $h < 11$ km :

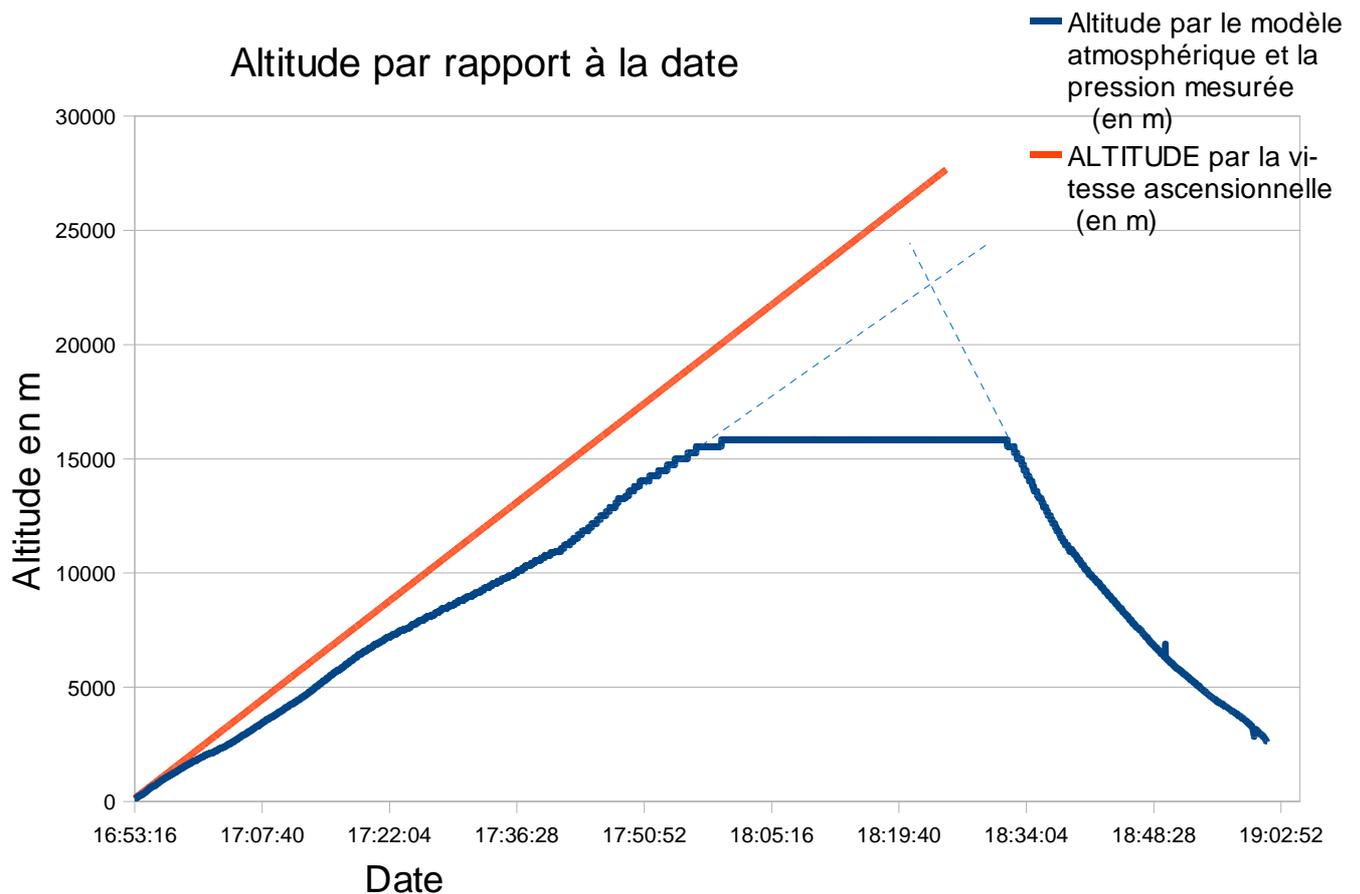
$$P/P_0 = (1 - 3,32e-5 H)^{7/2} \text{ soit } H = 1/0,0000332 * (1 - (P/P_0)^{0,286})$$

en stratosphère $h > 11$ km :

$$P/P_0 = 0,204.exp(-1,56.E-4.(H-11000)) \text{ soit } H = 11000 - 1/0,000156 * (LN(P/P_0) - LN(0,204))$$

- Avec le modèle admis de la vitesse ascensionnelle de 5 m/s, en partant de l'altitude de notre point de lancement, nous avons calculé également l'altitude atteinte. Le graphique ci-dessous présente les deux modèles.

- Si nous extrapolons les courbes liées à la pression nous pouvons estimer une altitude maximale de 23 km vers 18h25. Par les courbes de température et d'humidité on pense que le sommet de la trajectoire a été atteint vers 18h30, ce qui nous conduit à penser à une altitude maximale de 27 km en utilisant la courbe liée à la vitesse ascensionnelle. Cette dernière méthode nous paraît peu sûre car liées à une hypothèse de travail. Nous dirons que le sommet de la trajectoire a été atteint vers 18h25 avec une précision de 5 minutes, et à l'altitude d'au moins 23 km.



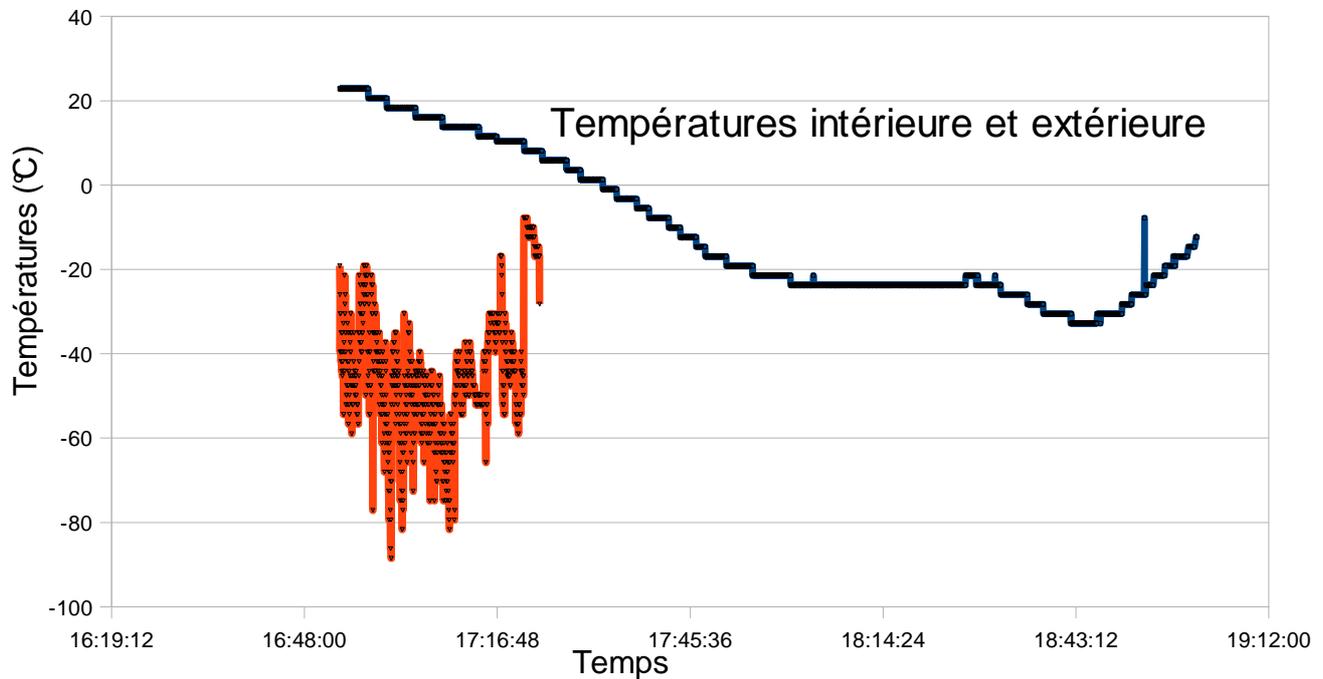
3° - Température et humidité:

Voici un extrait du tableau de mesures exploitées:

DATE	HEURE	t (s)	t (s) en décimal	Tension VOIE 1 Pression	Pression (en Pa)	Tension VOIE 2 Temp Int	t int (°C)	Tension VOIE 3 Temp Ext	t ext (°C)	Tension VOIE 4 IR sol	Éclairement énergétique Ee (en W/m²)
15/5/2009;	16:53:16	00:00:00	0,00	4,02	100034	3,35	19,7	2,98	-18,04	4,02	4,02E-01
15/5/2009;	16:53:18	00:00:02	2,00	4,02	100034	3,35	19,7	2,92	-24,16	4,02	4,02E-01
15/5/2009;	16:53:20	00:00:04	4,00	4,02	100034	3,35	19,7	2,8	-36,4	4,02	4,02E-01
15/5/2009;	16:53:21	00:00:05	5,00	4,02	100034	3,35	19,7	2,88	-28,24	4,02	4,02E-01
15/5/2009;	16:53:23	00:00:07	7,00	4,02	100034	3,35	19,7	2,88	-28,24	4,02	4,02E-01
15/5/2009;	16:53:25	00:00:09	9,00	4,02	100034	3,35	19,7	2,8	-36,4	4,02	4,02E-01

Pour trouver la température, qui au départ était exprimée en volt, nous avons utilisé la courbe de regressi que nous avons déjà faite en la modifiant pour que la température soit en fonction de la

tension. Ensuite nous avons donc obtenu une courbe d'une fonction affine où $a=113,6$ et $b=-357,7$. Grâce à celle-ci nous avons pu convertir la tension en température et créer le graphique ci-dessous. Notre capteur de température extérieure n'a pas fonctionné correctement. Une soudure ou une connexion était mal faite, et a fini par lâcher à 17h25. Les mesures (en orange sur le graphique ci-dessous), ne sont pas exploitables.

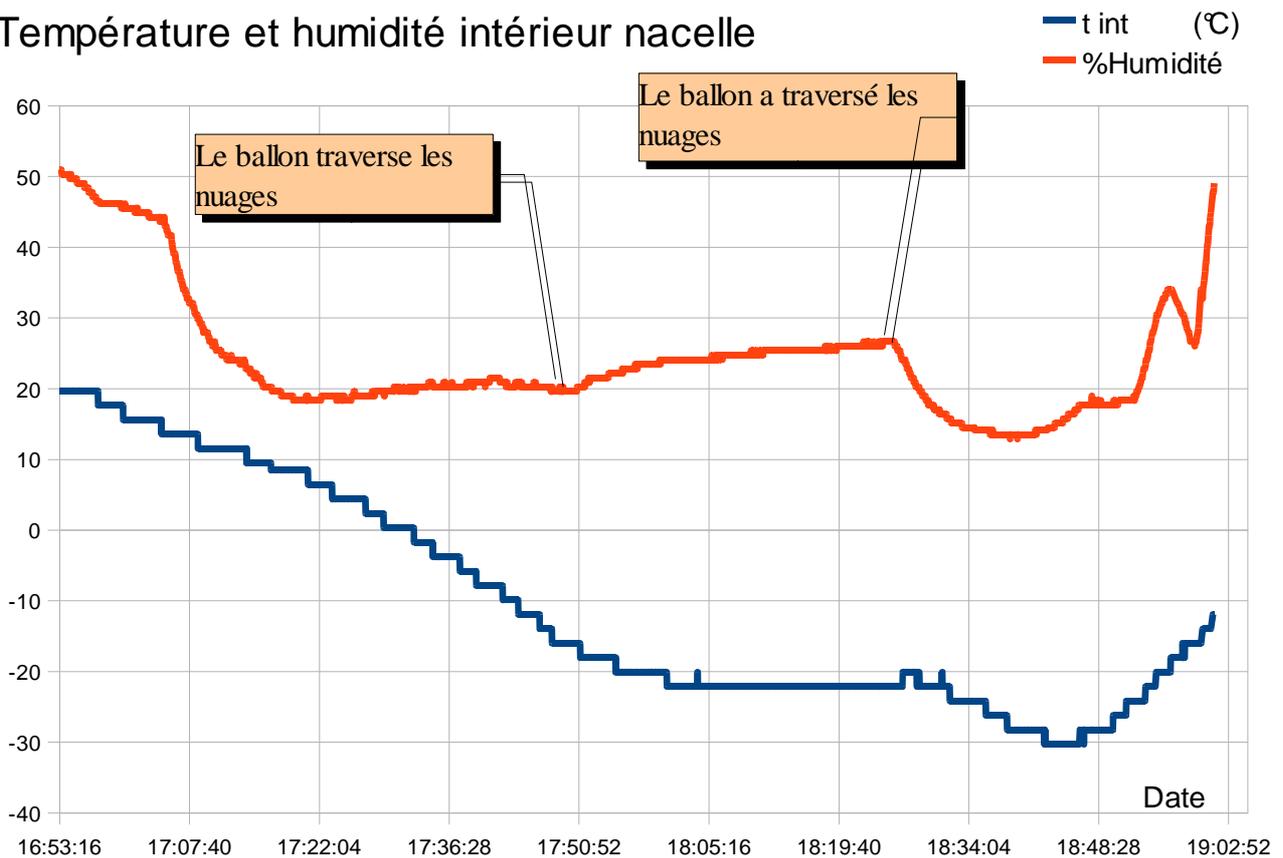


Nous observons que la température intérieure a baissé régulièrement, mais lentement, puis s'est stabilisée jusqu'à 18h15. Nous pouvons penser que l'isolation de la nacelle était correcte puisque la température n'est pas descendue en-dessous de -23°C .

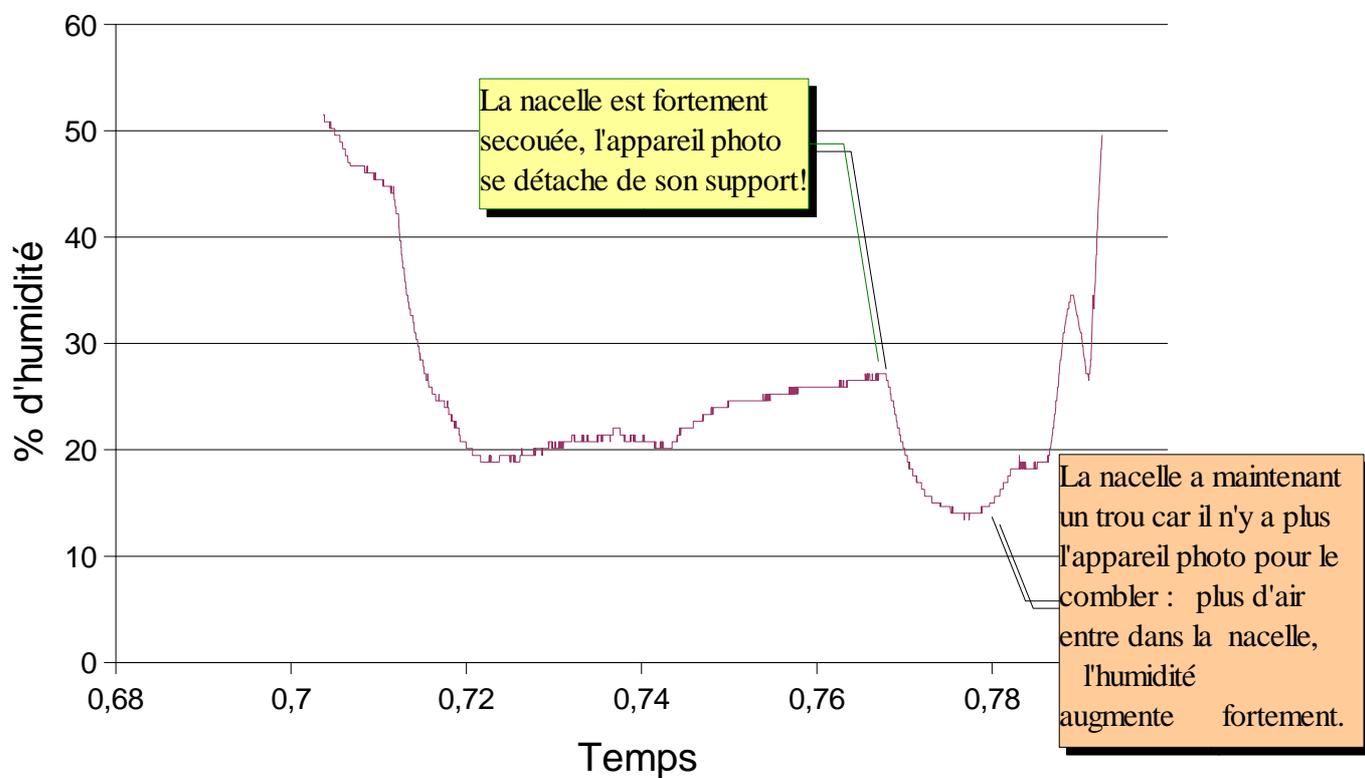
A 18h30 nous pouvons penser que l'appareil photo s'étant arraché de son support, l'air et l'humidité sont entrés par le trou sous la nacelle, et ont fait chuter fortement la température. A partir de 18h45, la nacelle redescend, la température remonte progressivement.

Ces hypothèses sont confirmées par les mesures d'humidité, en particulier si nous superposons les graphiques. Nous avons utilisé la relation d'étalonnage pour convertir les mesures de tensions aux bornes du capteur d'humidité, en % d'humidité.

Température et humidité intérieur nacelle



L'humidité en % en fonction du temps

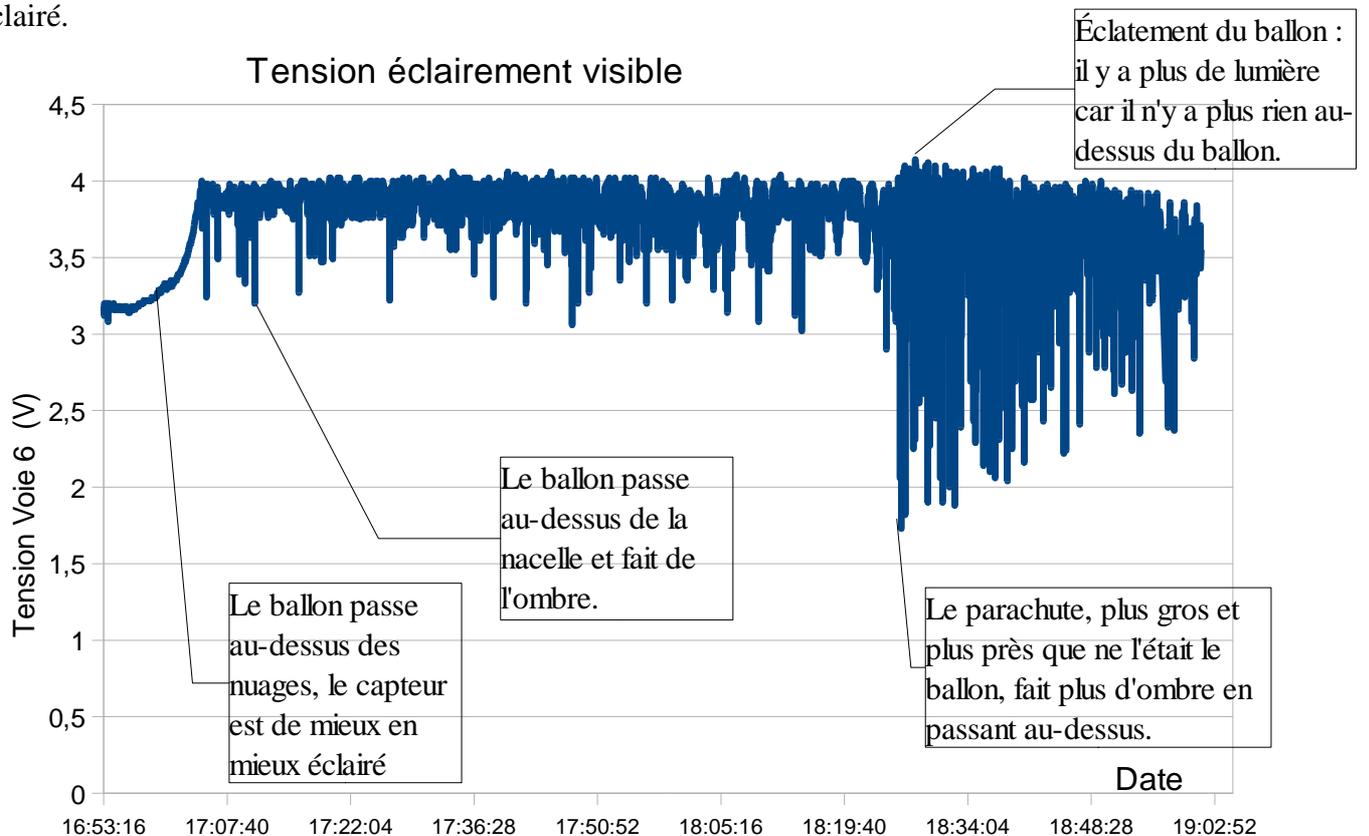


Nous pouvons aussi estimer l'humidité à l'intérieur, en fonction de l'altitude de la nacelle:



4° - Lumière visible vers le ciel:

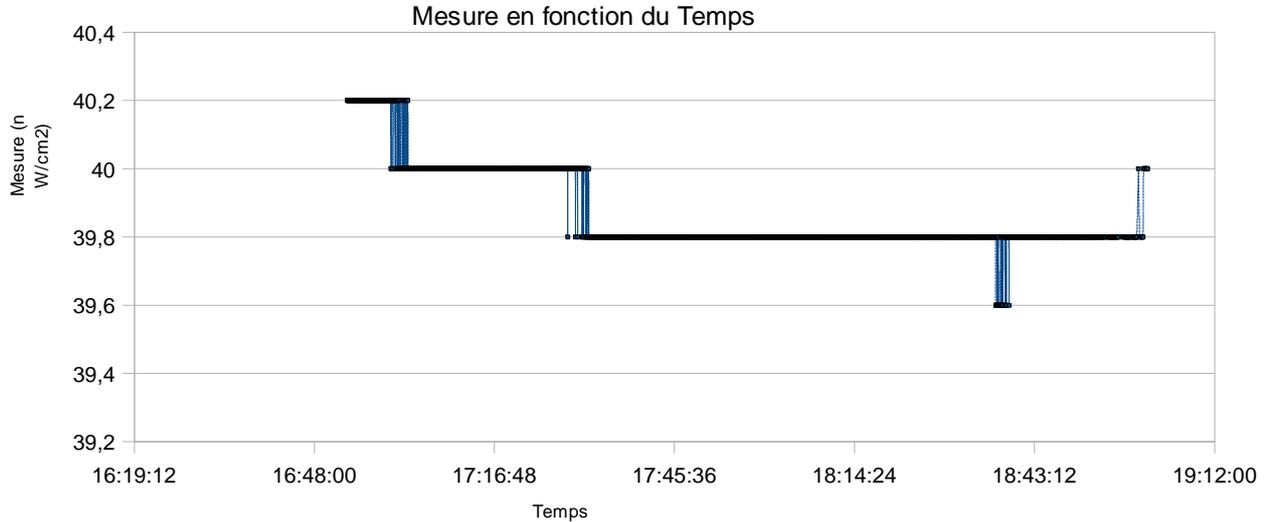
Notre étalonnage pour l'éclairement n'ayant pas été très scientifique, nous ne ferons que commenter la forme de la courbe de tension obtenue, sachant que plus la tension est élevée plus le capteur est éclairé.



5°-Lumière Infrarouge vers le sol et le ciel

La valeur en W/m^2 a été obtenue (à partir du voltage reçu lors de l'expérience) grâce au coefficient directeur donné dans l'étalonnage qui est de la forme : $E_e = 0,1 U_c$ avec U_c tension aux bornes du capteur et E_e éclairage énergétique en W/m^2 .

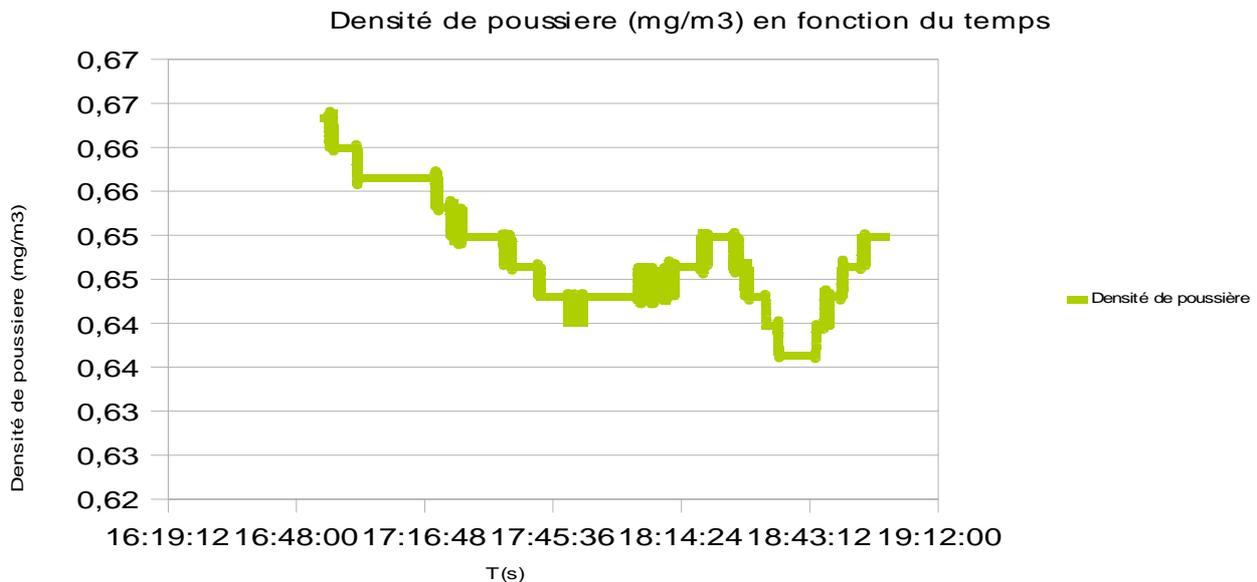
Le capteur de lumière infrarouge dirigé vers le ciel n'a pas marché dès le départ de la nacelle. Aurait-il eu trop chaud lors de la réalisation de nos soudures?



Ce graphique donne la valeur de la lumière infrarouge émise par le sol en fonction du temps. Ces mesures semblent peu significatives car notre capteur n'était valable que jusqu'à $30nW/cm^2$, et il semble saturé. Nous aurions dû utiliser le TSL 262 R.

6° - Le taux de poussières:

On obtient là la courbe de variation de la densité de poussière (densité obtenue avec la fonction affine) en fonction du chrono.



Ces mesures ne sont pas significatives à cause du manque d'adaptation de notre capteur (la courbe d'étalonnage nous montre une saturation du capteur aux alentours de 3,6 V alors que les tensions reçues sont de l'ordre de 4,5V.) Un capteur moins sensible serait nécessaire.

Conclusion

Pour conclure, nous pouvons dire que ce projet "Un ballon pour l'école" nous a permis à tous de passer une très bonne année en MPI, illustrée par cette expérience. En effet, cela nous a permis de nous servir concrètement de ce que nous avons appris : le pont diviseur, le principe des capteurs électroniques, leur étalonnage, la modélisation de courbes expérimentales, l'utilisation d'un tableur grapheur scientifique, le traitement de textes,...

De plus, nous avons eu beaucoup de chances, compte tenu que nous avons retrouvé la nacelle le lendemain du lâcher !

Nous avons aussi obtenu de très belles photos de la Terre vue du ciel, qui seront de très bons souvenirs.

C'est une très bonne expérience pour nous d'avoir pu réaliser en groupe un projet complet (c'est-à-dire l'élaboration du projet, la recherche des capteurs, la construction de la nacelle, et l'exploitation des mesures obtenues) de longue durée pendant une bonne moitié de l'année scolaire.

Remerciements:

Tout d'abord, nous remercions chaleureusement « Convivial Fly Away » d'avoir si gentiment accepté d'effectuer ce vol pour nous !

Nous remercions aussi le CNES et Planète Sciences qui ont permis ce projet et nous ont aidé durant toute sa durée; nous remercions aussi notre suiveuse, Mélanie FRAISSE; notre aérotechnicien Mika, et notre professeur de MPI, Mr Arpaillage pour nous avoir encadré dans nos recherches.

Nous remercions le lycée Saint-Sernin, et tout particulièrement le foyer socio-éducatif et le laboratoire de physique qui nous ont accordé les fonds nécessaires au bon déroulement de ce projet.

D'après les identifications faites sur quelques photos, nous pensons que le trajet possible est le suivant:



L'utilisation conjointe d'un GPS avec l'émetteur KIWI permettrait une meilleure localisation de la trajectoire, et une connaissance correcte de l'altitude.