

Bilan de l'opération UBPE 2009 pour Camopi

Lâcher le 18 mars 2009



photo : j. Amiet, avec son aimable autorisation

Un ballon pour l'école, c'est un peu plus qu'une baudruche festive et nettement moins qu'un vol habité. L'intervalle est large, c'est à l'équipe en charge du projet d'y placer ce qu'elle veut en fonction de ce qu'elle peut.

Et que veut-elle cette équipe? En premier lieu, que l'élève progresse! (C'est le coeur de nos actions). En second lieu que soit vérifiée la pertinence du projet et une certaine forme de « retour sur investissement » pour chaque partie prenante; ainsi la satisfaction de chacun permettra la pérennisation de l'action pour le bénéfice de tous.

Comme enseignants, nous avons été satisfaits du travail des élèves, des moyens fournis, de l'aide constante et efficace des animateurs (Une mention spéciale à Christophe HEYREND).

Comme bénéficiaires, nous sommes reconnaissants à nos interlocuteurs, à leur confiance, leur enthousiasme, leur investissement personnel (Une mention spéciale à Mathilde SAVREUX).

Certes l'on est tous tenu par des contraintes techniques, technologiques ou autres. Pour autant, l'imagination alliée à une pratique pédagogique volontaire, servies par l'ensemble des personnes impliquées dans un projet UBPE, peuvent aboutir à des résultats probants.

Ceci quand bien même les connaissances techniques du porteur de projet s'arrêteraient au fait que la terre n'est pas plate (ni portée sur un plateau par 4 éléphants juchés sur la carapace d'une tortue) et que l'atmosphère ne concerne pas que le Nord (même à l'hôtel du cinéma français).

1 – Techniquement, ce fut

Un projet transdisciplinaire et interdisciplinaire

Mathématiques, français, histoire, géographie, EPS, arts plastiques, SVT, technologie, toutes ces matières ont été mobilisées par les professeurs et les élèves. Ainsi,

- Un écrit présentant l'antenne collège a été placé dans la nacelle; ce document étant traduit en Anglais, Portugais, Langues Amérindiennes. La nacelle a fait l'objet d'un important travail en arts plastiques, etc.
- Le nom de la nacelle. Les élèves ont choisi ensemble le nom du ballon, Camopi ya'± sky. Cela se traduit par « L'oiseau du ciel de Camopi ». C'est bien sûr chargé de significations amérindiennes et ça peut refléter pas mal d'aspect de ce projet de ballon envoyé – au propre comme au figuré – vers la connaissance et l'échange. On notera que ce nom comporte un mot en français, un autre en Amérindien et un dernier en Anglais.

Un projet transversal: des compétences personnelles et collectives ont été développées à l'occasion de ce projet

2 – Pédagogiquement, ce fut

Un projet se voulant en profonde cohérence avec les programmes du collège et notamment sous l'aspect du socle commun de connaissances et de compétences.

En effet, une liaison a bien été réalisée entre la plupart des matières enseignées en collège, une expérience a bien été construite de A à Z par les élèves, des qualités fondamentales ont été sollicitées (pugnacité, persévérance, goût de l'effort, etc.).

Un projet où l'on s'est fait plaisir.

Tout simplement ! Tant les élèves que les professeurs se sont pris au jeu et ont donné le meilleur d'eux-mêmes.

Mais c'était donc également – surtout, il est vrai... – un projet à connotation scientifique. En voici un bilan rédigé par Christophe, aérotechnicien et suiveur de ce projet.

3 - Exploitations du vol Camopi ya'+ Sky

Lâcher : **18 mars 2009 depuis Camopi, à 11h45**

Culmination à 30km (estimée, non vérifiée), au bout de presque 2h de vol.

Perte de la télémétrie pendant 50 minutes sur la montée, aucune raison trouvée à ce jour !

Perte de la télémétrie à la descente, sans raison non plus...

Malgré ces problèmes purement techniques (problème de réalisation des étalonnages, perte de la réception des données, interférences sur le réseau électrique et donc sur la bonne réception de la télémétrie ! ...), des exploitations pertinentes ont tout de même pu être faites, vérifiant avec brio certaines règles théoriques sur les lois de l'atmosphère !

a - Température intérieure et extérieure

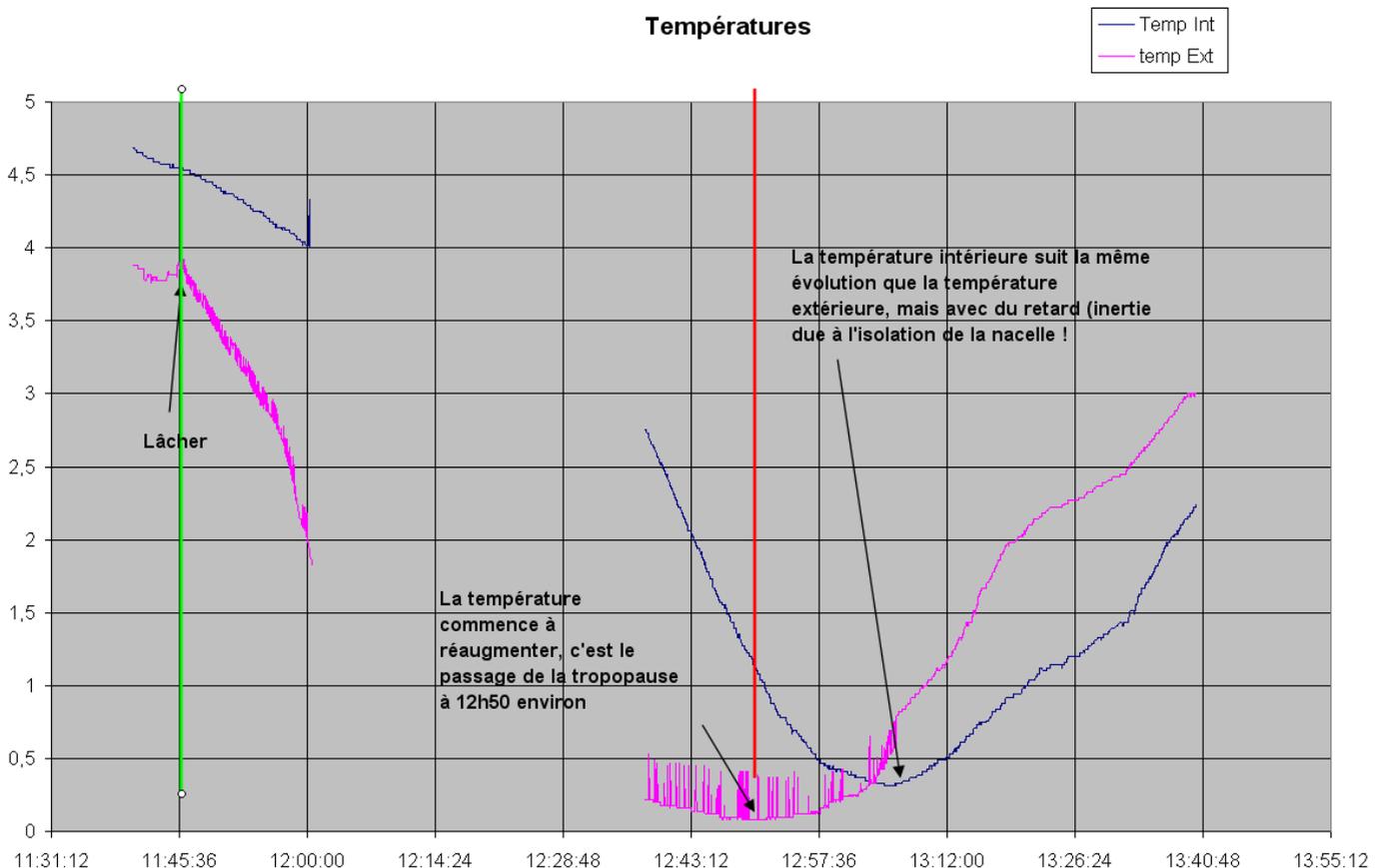
L'étude portera sur l'évolution qualitative des courbes.

L'étude de la variation de la température extérieure (courbe violette) permet de mettre en évidence le passage à tropopause au bout d'environ une heure de montée (c'est lorsque la température arrête de descendre). On passe donc de la troposphère (où la température diminue avec l'altitude) à la stratosphère (où la température réaugmente).

La variation de la température intérieure (courbe bleue) est similaire à celle de la température extérieure **mais en étant toujours supérieure**. De plus, il y a un **décalage dans le temps** (tout se passe en retard) cela montre un phénomène d'inertie thermique. Tout cela montre que l'isolation de la nacelle était efficace.

Des repères ont été ajoutés au graphe :

- trait vert : lâcher du ballon à 11h45
- trait rouge : passage à la tropopause



b - Les nuages

Les élèves ont pu déduire de leurs études préparatoires qu'il y a beaucoup d'humidité dans un nuage (puisque c'est de l'eau !). Donc si la valeur « humidité relative » augmente, c'est que la nacelle passe dans un nuage.

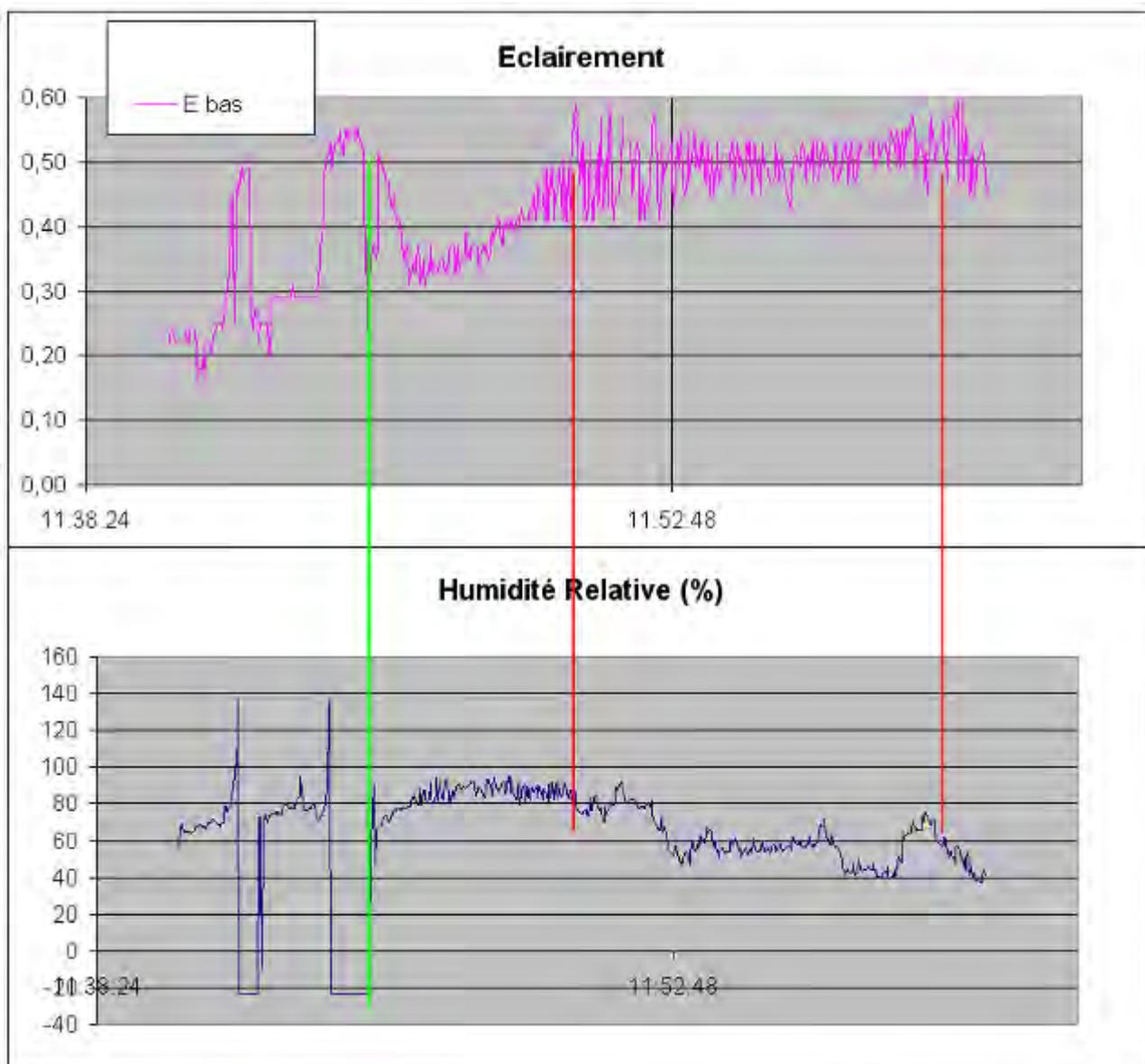
Pour essayer de vérifier cette hypothèse, les élèves ont également conclu que la partie supérieure un nuage réfléchissait beaucoup la lumière du soleil, du fait de sa couleur blanche. Ils ont donc décidé de mettre ce capteur de luminosité de leur nacelle pointant vers le bas. Ainsi, si celui-ci donne une valeur élevée, c'est qu'il vient de passer au dessus d'un nuage !

Grâce à la mise en parallèle des courbes **éclairage** (qualitatif) et **humidité relative** (quantitatif en s'aidant des données du document constructeur), on peut effectivement mettre en évidence le passage dans les nuages de la nacelle expérimentale.

Le trait vert correspond à nouveau au moment du lâcher du ballon.

Premier trait rouge, sortie d'une première zone de nuages : l'humidité décroît, l'éclairage bas augmente (réflexion des nuages).

Deuxième trait rouge, sortie d'une deuxième couche de nuages : idem



c - Le rayonnement infrarouge

Les élèves ont placé deux capteurs infrarouge sur leur nacelle : un sur le coté, et un vers le bas.

Les données issues du **capteur dirigé vers le bas** (courbe rose) ne **montrent rien d'évident...** Cela est en partie due au fait que l'évolution maximale est trop près du pas de l'émetteur Kiwi (qui est de 0,02 V) ; A corriger pour une prochaine fois !

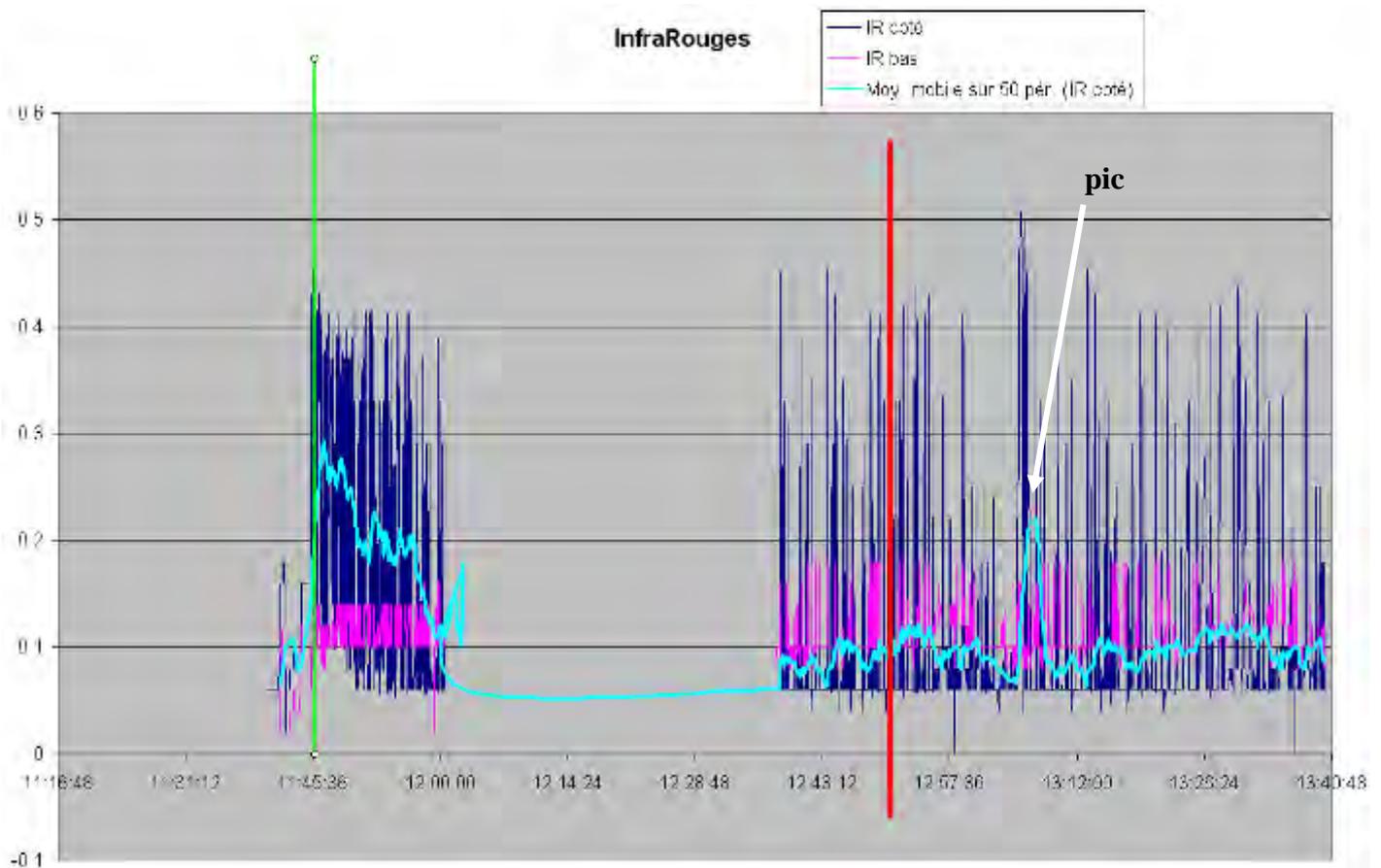
Les données issues du **capteur sur le coté** (courbe bleue foncée) **évoluent beaucoup d'un minimum à un maximum**, et ne révèlent pas grand-chose. Il a donc fallu **faire une moyenne** (ici sur 50 points : 25 points avant, 25 points après) pour réussir à avoir une courbe qui, enfin, révèle certaines **choses intéressantes** ! C'est la courbe bleue claire !

En effet, cette courbe montre que **le rayonnement infrarouge diminue au fur et à mesure que la nacelle prend de l'altitude**.

Puis survient la zone de la perte de la télémétrie.

Au delà de la tropopause théoriquement vers 17km en Guyane (trait rouge), on distingue un pic des infrarouges (vers 13h06). **Cela aurait-il un lien avec la couche d'ozone** (qui se situe dans la stratosphère aux alentours de 20km justement...) ?

Cette piste mériterait d'être étudiée plus en détail, avec pourquoi pas un autre test lors d'un prochain lâcher !



d - Ce qui n'a pas trop bien marché...

- Le capteur de pression (Honeywell XCA430AN) :

Fonctionnement et étalonnage corrects en test sous cloche à vide et alimentation stabilisée 5V (fait par des lycéens et des collégiens travaillant sur d'autres projets UBPE). Celui-ci, un fois branché sur l'émetteur Kiwi, donnait des valeurs plus basses que prévues par son étalonnage. Même problème rencontré sur les autres projets d'ailleurs.

Il s'en est donc suivi des valeurs fausses, et une saturation à 0V en haute altitude...

- Le rayonnement infrarouge (bas) :

Comme déjà précisé, les mesures données par ce capteur (Photodiode IR Photodiode IR SFH203PFA en pont diviseur de tension avec une résistance de 6,8Kohm) sont trop proche de zéro (le maximum étant à 0,12V).

Il y a donc un manque de précision, car le pas (la valeur minimum codée par Kiwi) est de 0,02 V.

- Le réseau électrique :

Ce n'est pas qu'il n'a pas bien marché...

A Camopi, c'est un groupe électrogène qui fournit l'électricité aux habitants. Lorsque celui-ci est fortement sollicité, de nombreuses interférences viennent « polluer » ce réseau. Et dans ce cas, le récepteur de la mallette de télémessure, branchée sur ce réseau, semble percevoir toutes ces interférences.

Le signal de la nacelle est alors noyé dans du bruit, et le logiciel KiCapt ne parvient plus à extraire les données.

La solution a donc été de travailler sur onduleurs, chargés et débranchés du réseau, lorsque les interférences sur celui-ci étaient trop fortes.

Le récepteur ne demandant pas beaucoup d'énergie, un roulement sur deux onduleurs 400VA a suffit.

e - Ce qui a bien marché

Tout le reste !!!

4 - Le jour du lâcher : 18 mars 2009



Tout est prêt ! La nacelle a passé l'épreuve de la qualification !



Fin des opérations de gonflage...



Ce projet aura la chance d'avoir un hélicoptère, qui aura permis de faire de photos de l'aire de lâcher vue du ciel. Les photos sont de Jody Amiet (avec son aimable autorisation).



Tout est prêt pour le lâcher ! M. Le Recteur de l'académie de la Guyane ainsi que M. Le Directeur du Centre Spatial Guyanais de Kourou était également présents pour assister à cet événement !



5, 4, 3, 2, 1, ...

Zéro !!



L'hélicoptère suivra l'évolution du ballon jusqu'à 2 500 mètres environ.



Ce lâcher de ballon faisait partie des activités menées lors du projet « Espace au fil du fleuve 2009 » sur le fleuve Oyapock.

Un film a été tourné par le service optique/vidéo du CNES-CSG, et passera sur RFO début juillet 2009.

Compte rendu du lancer de ballon sonde du mardi 31 mars 2009 à Saint Laurent du Maroni par la classe de 2nde3 MPI

I) Présentation

Le mardi 31 mars 2009, après quelques mois de travail, les élèves de 2nde3 MPI du lycée polyvalent 2 ont pu lâcher leur ballon sonde baptisé Aéro-LPO2.

Le lancer a eu lieu à Saint Laurent du Maroni, sur l'espace vert près de l'office du tourisme. Le ciel était bien couvert et nous avons essuyé quelques averses. Finalement, le lâcher a été effectué à 11h19. Le ballon a été surgonflé à cause de la pluie, d'où une altitude maximale peu élevée.

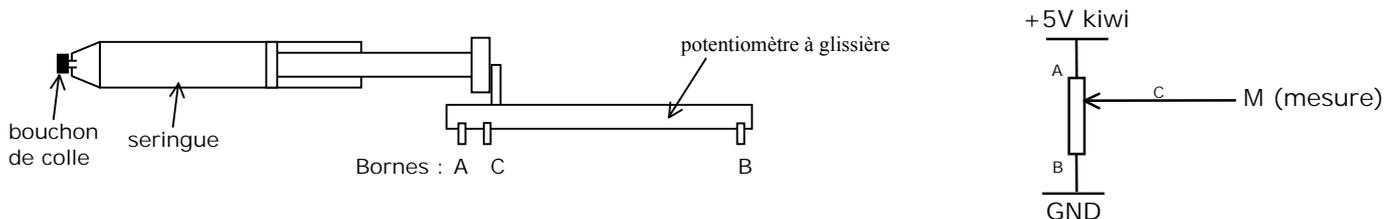
Un très léger vent de nord-est lors du lâcher, le ballon est donc parti lentement vers le sud-ouest, azimut 215°, en direction d'Apatou.

II) Les capteurs et leur installation sur la nacelle

1. Les capteurs de pression

Nous avons installé deux capteurs de pression :

- un capteur de pression, MPX 4100a, Motorola
- un capteur réalisé par les élèves comportant une seringue et un potentiomètre à glissière.



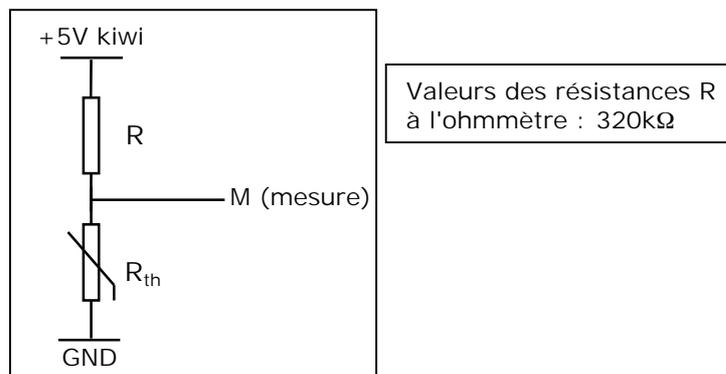
2. Les thermistances

Nous avons installé trois thermistances CTN, Murata, 10kohms, NTSA0XH103FE1B0.

Nous avons choisi de les placer ainsi :

- deux thermistances étaient placées à l'extérieur de la nacelle, à proximité l'une de l'autre. L'une était sur un support blanc et la seconde sur un support noir.
- une thermistance était placée à l'intérieur de la nacelle, auprès d'une pile qui était isolée dans du polystyrène.

Montage des thermistances :



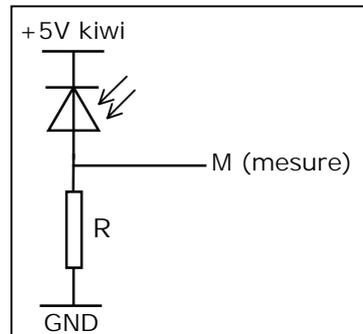
3. Les photodiodes

Nous avons installé deux photodiodes :

- une photodiode IR, BP104, Siemens
- une photodiode visible, BPW21, Osram

Les photodiodes IR et visible étaient toutes les deux placées côte à côte sous la nacelle, pointant vers le sol.

Montage des photodiodes :



Valeurs des résistances R à l'ohmmètre : R = 17,7 kΩ
Cette valeur se révèlera trop grande malheureusement

Remarque : nous avons prévu une photodiode UV, mais à la suite de quelques difficultés, nous y avons renoncé.

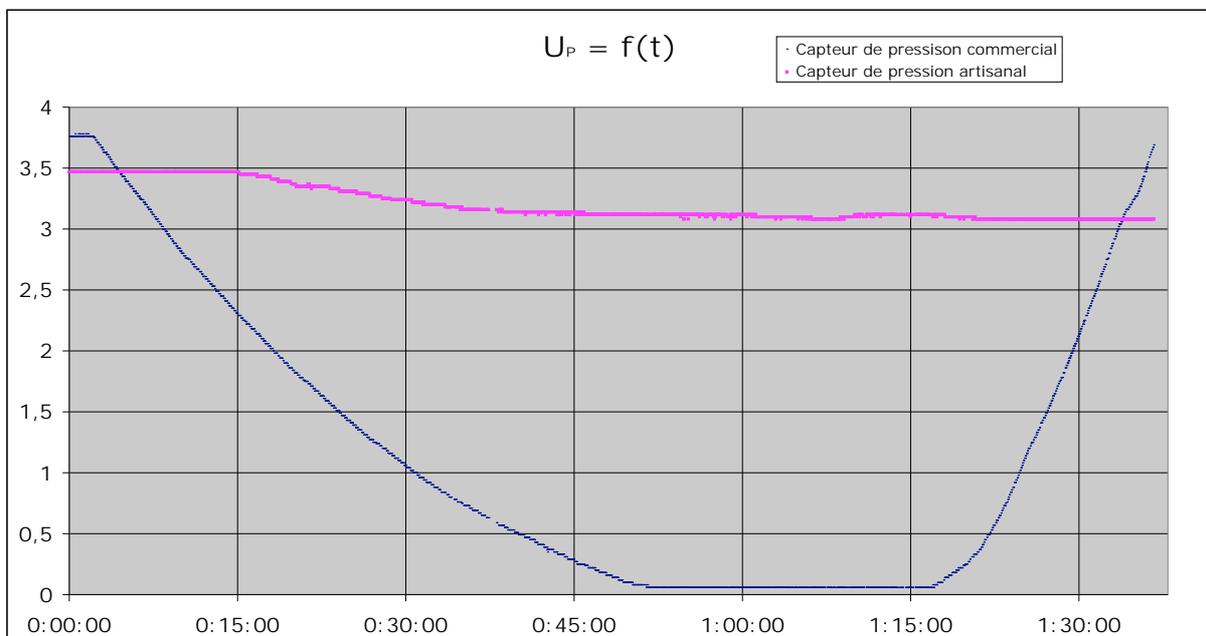
4. Le capteur d'humidité

Nous avons installé un capteur d'humidité Honeywell Control Systems, HIH4000-001.

III) Résultats bruts

1. Les capteurs de pression

Ci-dessous le graphique brut obtenu de la mesure de la tension aux bornes des capteurs de pression en fonction du temps.

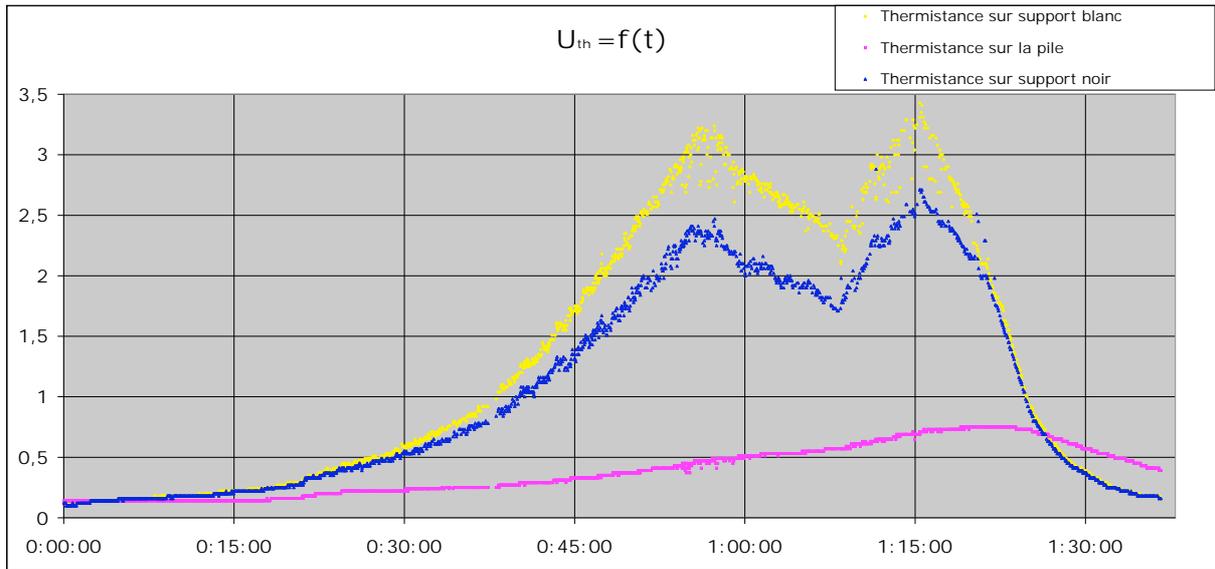


On constate que le capteur MPX 4100a bloque quand la pression devient trop faible, vers 20kPa indique le document constructeur.

Les résultats obtenus avec le capteur artisanal sont peu exploitables, le piston ne s'est pas déplacé autant qu'espéré.

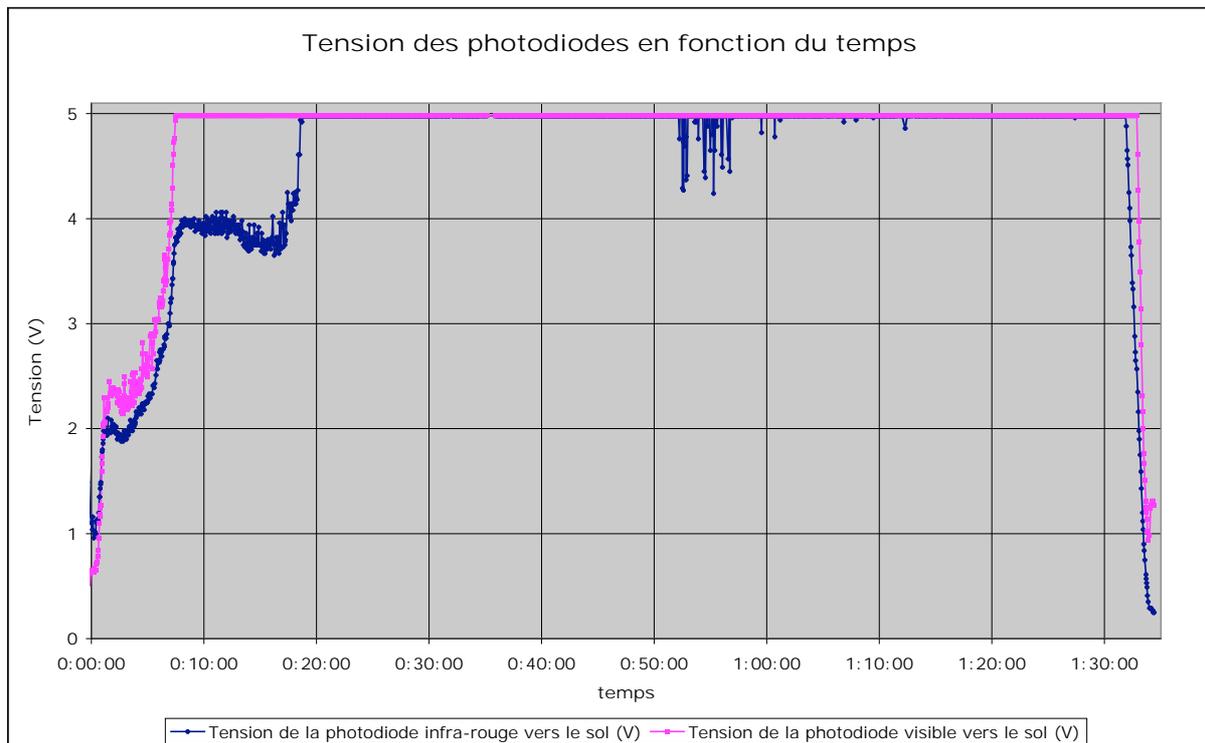
2. Les thermistances

Ci-dessous le graphique brute obtenu de la mesure de la tension aux bornes des thermistance en fonction du temps.



3. Les photodiodes

Ci-dessous le graphique brute obtenu de la mesure de la tension aux bornes de la photodiodes en fonction du temps.



La valeur des résistances choisie était trop élevée, très vite les photodiodes ont saturées.

La courbe rose correspond à la photodiode sensible dans le visible et la courbe bleue à celle sensible uniquement dans l'IR.

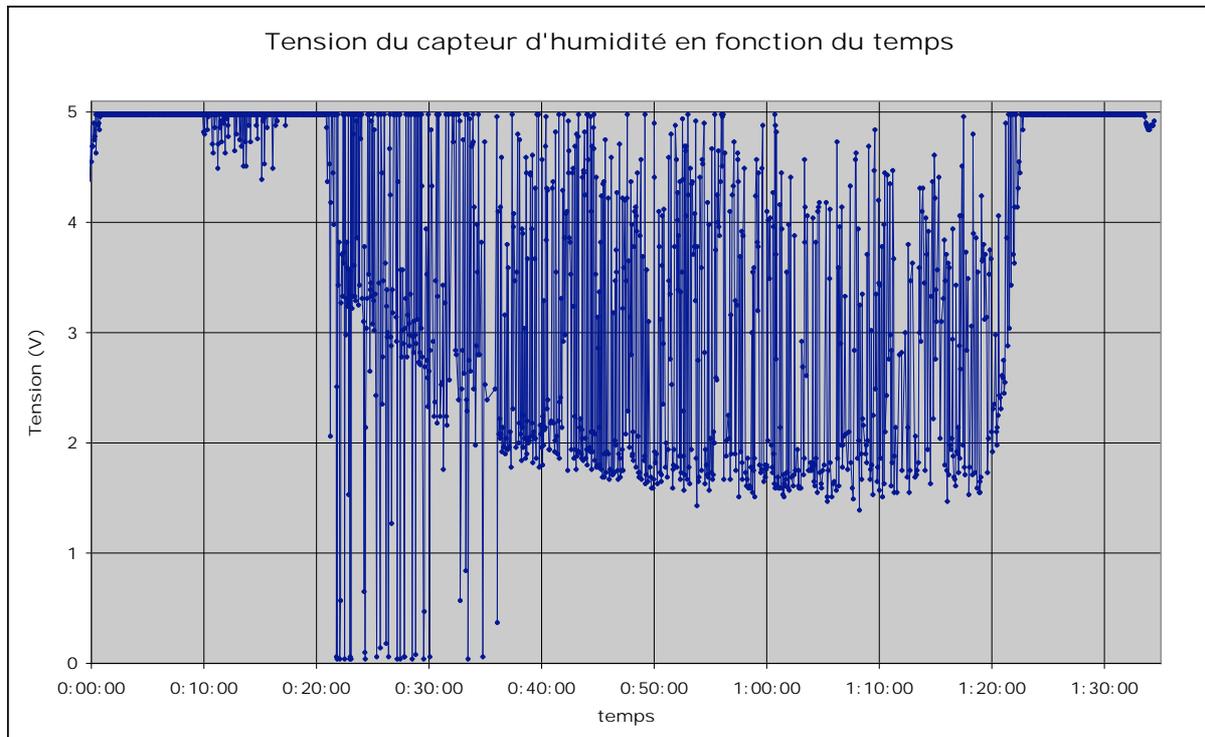
Le plateau entre 1min30s et 4min peut être dû aux nuages : cela correspondrait à une couverture nuageuse située à 300m au-dessus du sol et de 500m d'épaisseur, ce qui est tout à fait cohérent avec la météo de ce jour-là.

On retrouve ces nuages à la descente (au bout de 1h34min de vol sur la courbe visible) sensiblement à la même altitude.

La courbe des IR présente un second palier de 8 à 18min environ (de 3000m à 5000m environ) qui peut laisser penser à une seconde couche nuageuse plus en altitude. Malheureusement le capteur de lumière visible est à ce moment-là déjà saturé.

4. Le capteur d'humidité

Ci-dessous le graphique brute obtenu de la mesure de la tension aux bornes du capteur d'humidité en fonction du temps.



Des résultats trop bruités, très délicats à exploiter.

IV) Exploitation

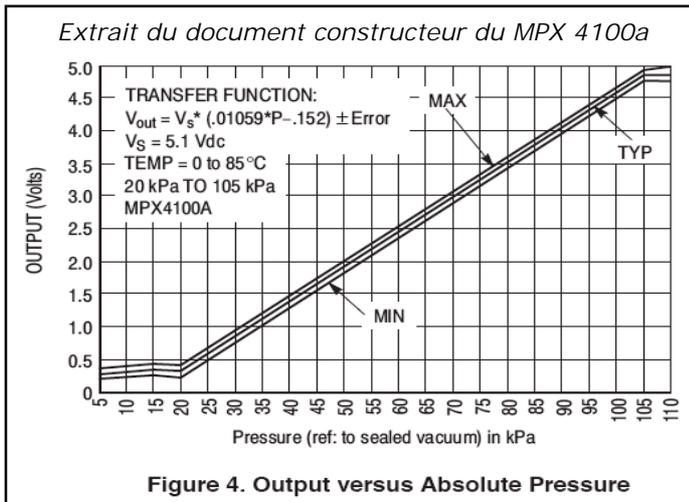
1. Les capteurs de pression

a) Relation entre la tension de sortie et la pression

Nous ne disposons pas au lycée du matériel nécessaire pour étalonner les capteurs de pression.

Pour le capteur artisanal, les essais d'étalonnage utilisant le poids de masse marquées pour simuler l'effet de la pression n'ont pas donné de résultats satisfaisants. Seule l'allure de la courbe pourra être interprétée.

Pour le capteur MPX 4100a, nous avons utilisé le document constructeur et notamment l'extrait ci-dessous :



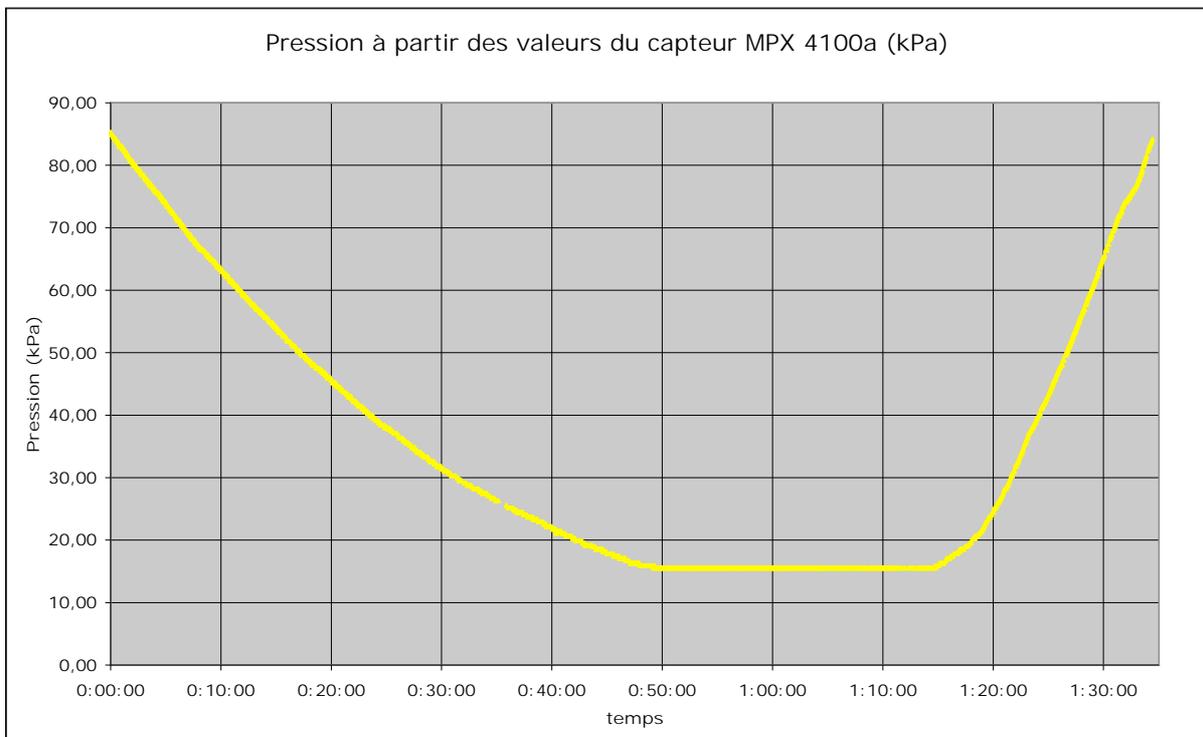
A partir de la fonction de transfert :

$$V_{\text{out}} = V_S \times (0,01059 \times P - 0,152)$$

Et avec $V_S = 5V$ (fourni par le Kiwi)

$$\text{On obtient : } \boxed{P = 18,9 \times U + 14,4}$$

b) Graphiques



On constate que la valeur de la pression au sol n'est pas satisfaisante (environ 15% d'erreur); même la mauvaise météo ne peut expliquer une pression de 85 kPa au niveau du sol. Il y a un probablement un problème de calibration du capteur.

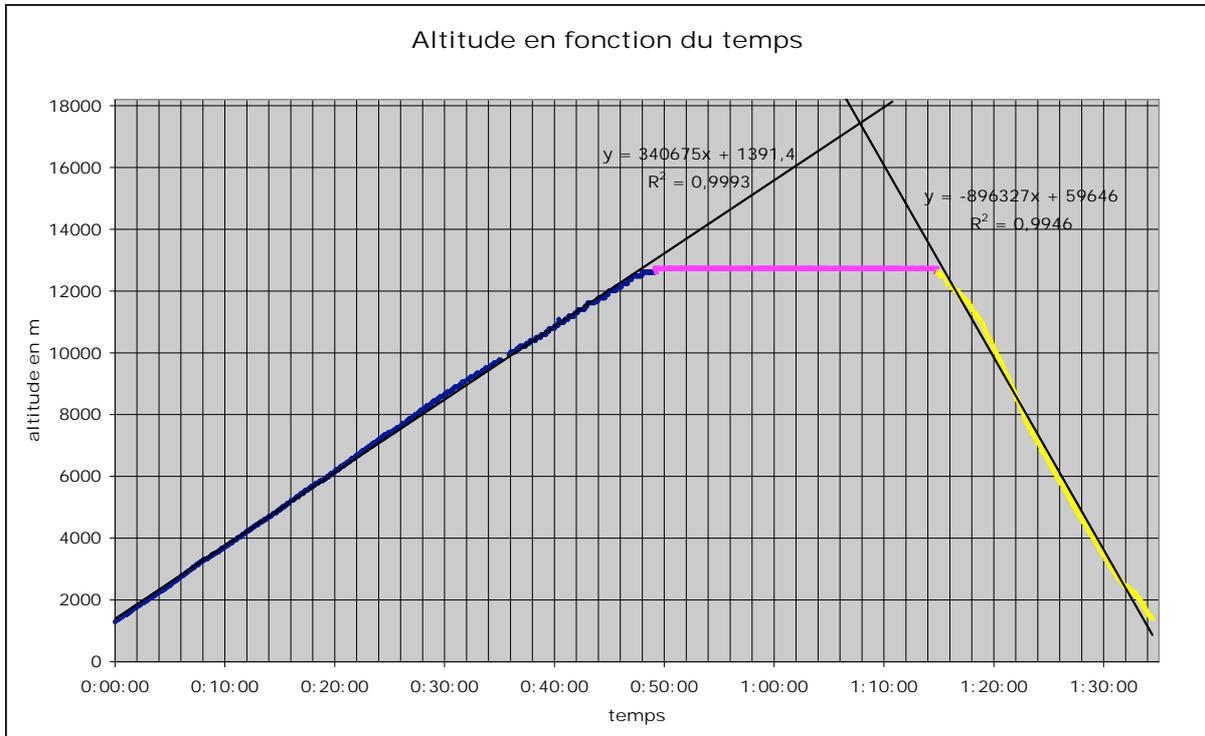
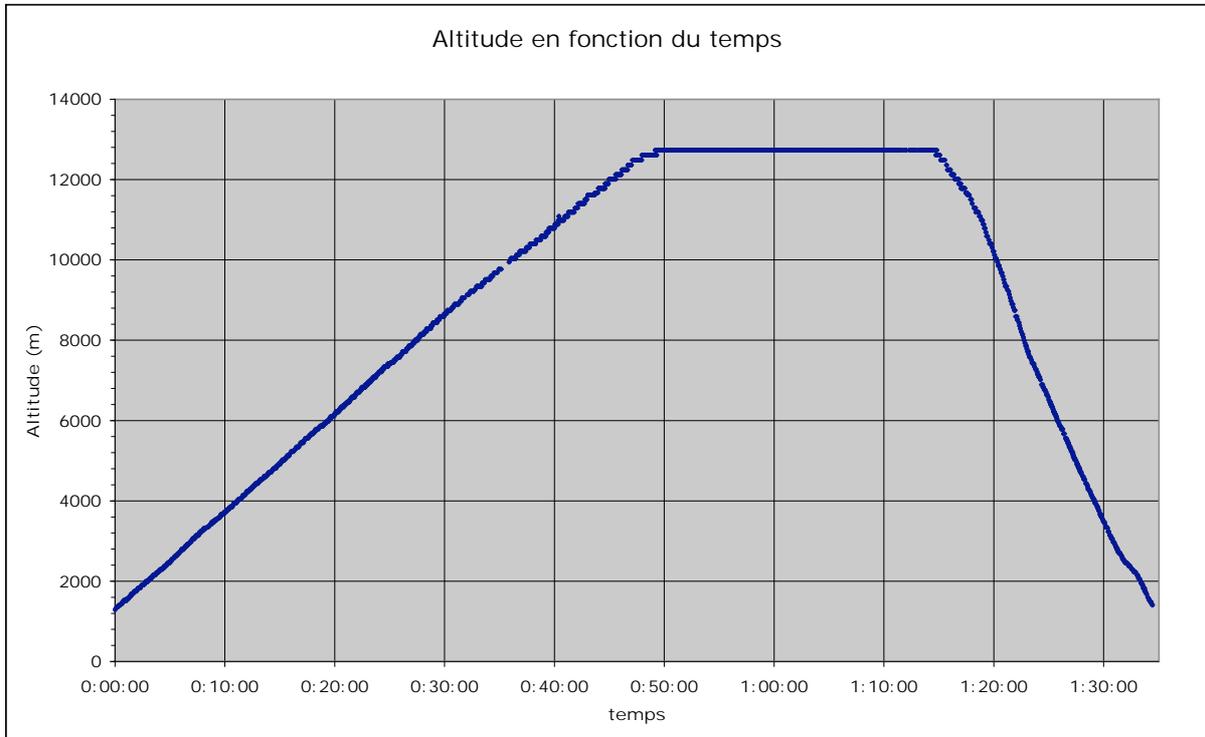
L'altitude (h en m) a été calculée en utilisant le modèle :

$$h = 30990 \times \left(1 - \left(\frac{P \times 10}{P_{sol}} \right)^{\frac{2}{7}} \right)$$

P : pression en kPa

Psol : nous ne disposons pas de baromètre lors du lâcher.

Vu la mauvaise météo de ce jour là, nous avons pris Psol = 990 kPa.



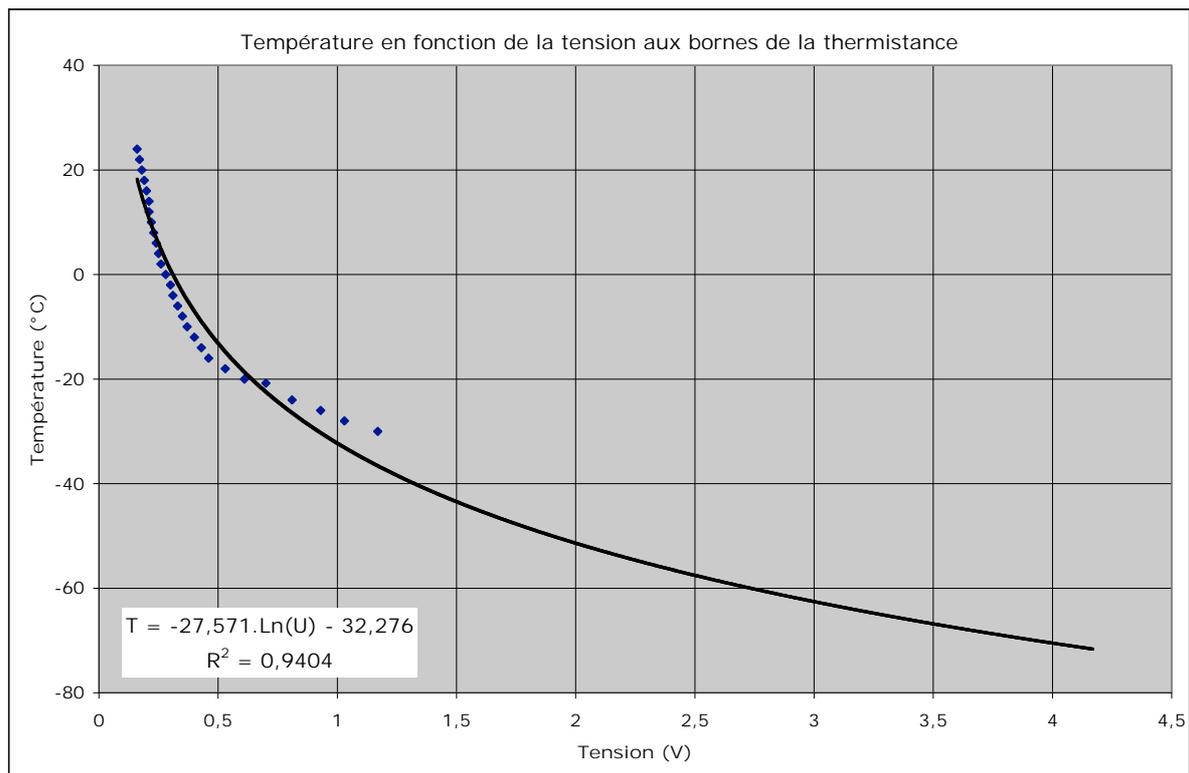
En extrapolant les courbes de montée et de descente du ballon, on situe l'éclatement du ballon vers 1h 08min, soit à 17,5 km environ.

De plus, on peut déterminer la vitesse d'ascension V_1 : $v_1 = \frac{340675}{86400} = 3,9 \text{ m.s}^{-1}$

Et la vitesse de chute V_2 : $v_2 = \frac{896327}{86400} = 10,4 \text{ m.s}^{-1}$

2. Les capteurs de température

a) Étalonnage des thermistances

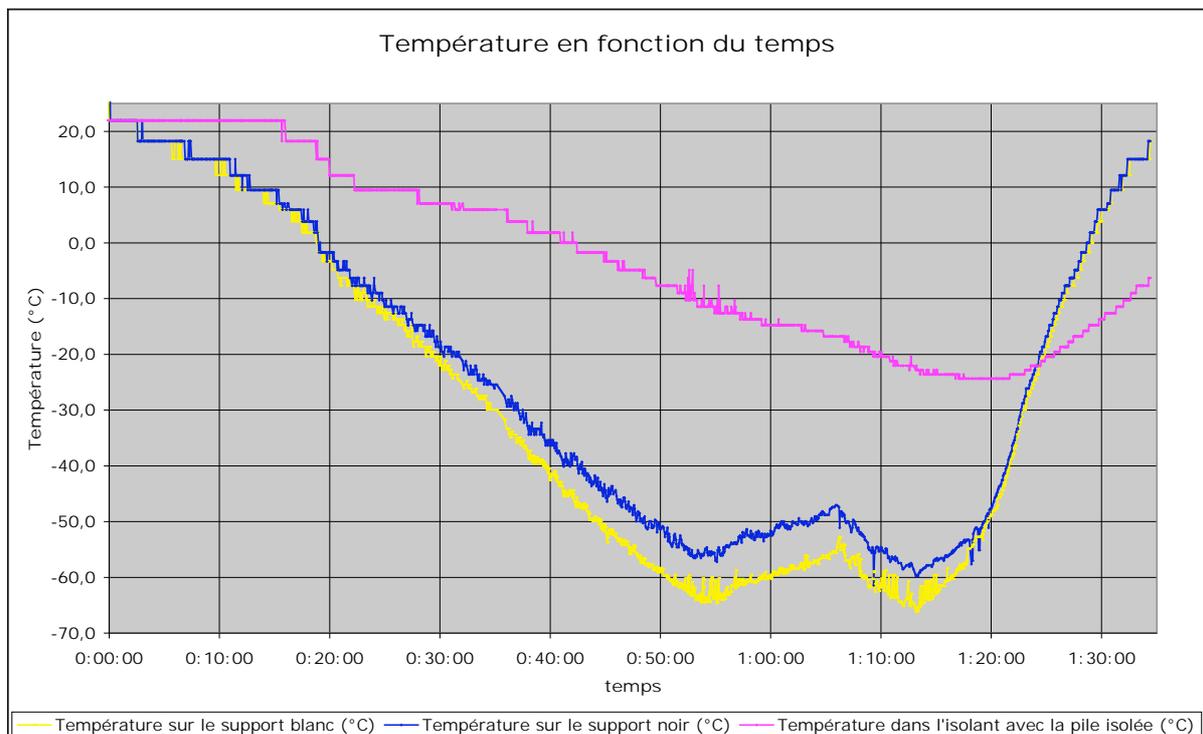


Malgré un étalonnage jusqu'à -30°C, la modélisation par une courbe logarithmique se révèle délicate.

b) Graphiques

Les températures sont calculées à partir de la courbe d'étalonnage :

$$T = -27,57 \cdot \ln(U) - 32,28$$



On constate :

- L'efficacité de l'isolant en polystyrène, mais aussi l'inertie thermique qu'il induit et la remontée plus lente de la température lors de la chute.
- L'influence du support : le support blanc refroidit davantage que le support noir.
- Plus on monte en altitude plus la différence est marquée. On peut supposer que l'air se raréfiant, l'influence du rayonnement est de plus en plus marquée par rapport à celle de la convection qui diminue.

Déterminer l'altitude de l'éclatement du ballon en exploitant les courbes de tendance du graph $h = f(t)$:

L'éclatement du ballon après 1h 7min, résultat qui concorde avec celui obtenu avec le capteur de pression (1h 8min).

Avec la droite d'extrapolation de la montée, on obtient une altitude maximale $h_{\max} = 17,2$ km.

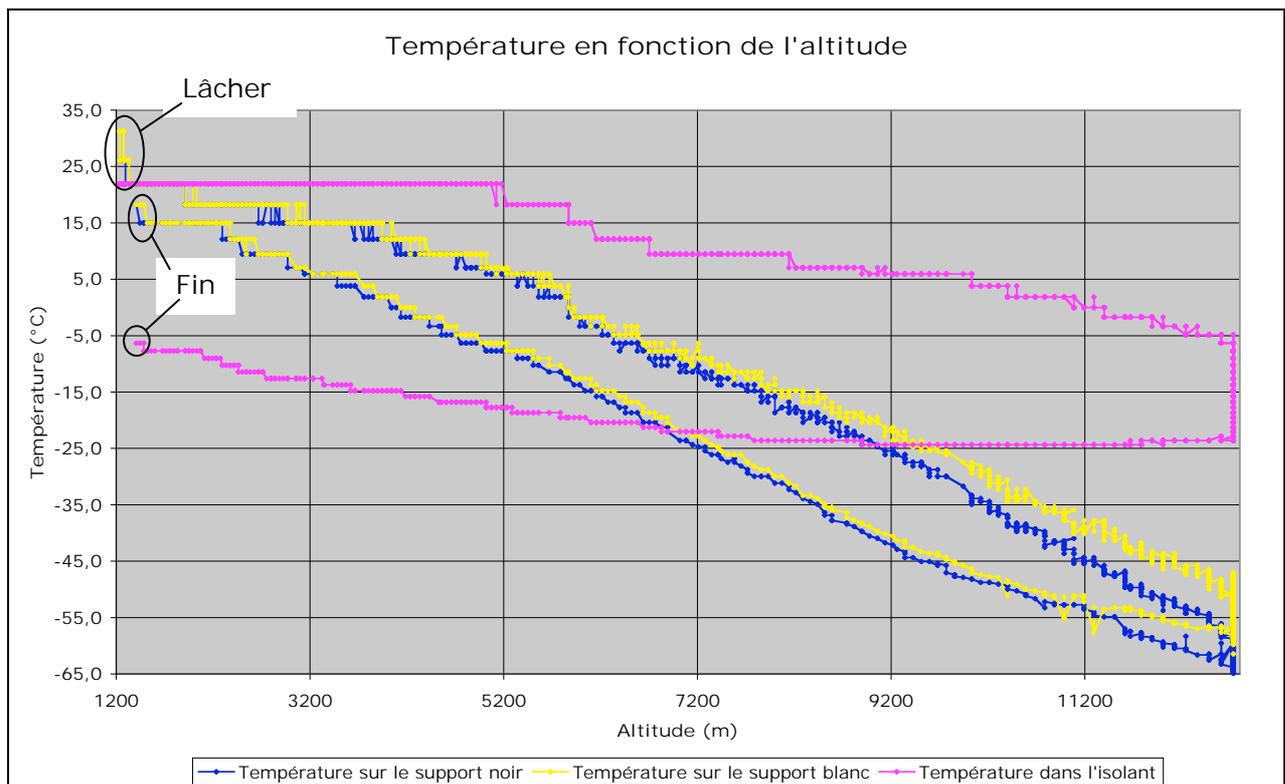
Avec la droite d'extrapolation de la descente, on obtient une altitude maximale $h_{\max} = 17,9$ km.

Détermination de l'altitude de la tropopause en exploitant les courbes de tendance du graph $h = f(t)$:

Passage de la tropopause après 54 minutes à la montée, soit une altitude d'environ $h_t = 14,2$ km

Passage de la tropopause après 1h 13min à la descente, soit une altitude d'environ $h_t = 14,2$ km

Les deux résultats sont égaux ce qui conforte les extrapolations.



On constate notamment que pour une même altitude, les températures indiquées pendant la chute par les thermistances sont bien plus faibles que celles à la montée. On peut supposer qu'il s'agit d'un effet du "vent apparent".

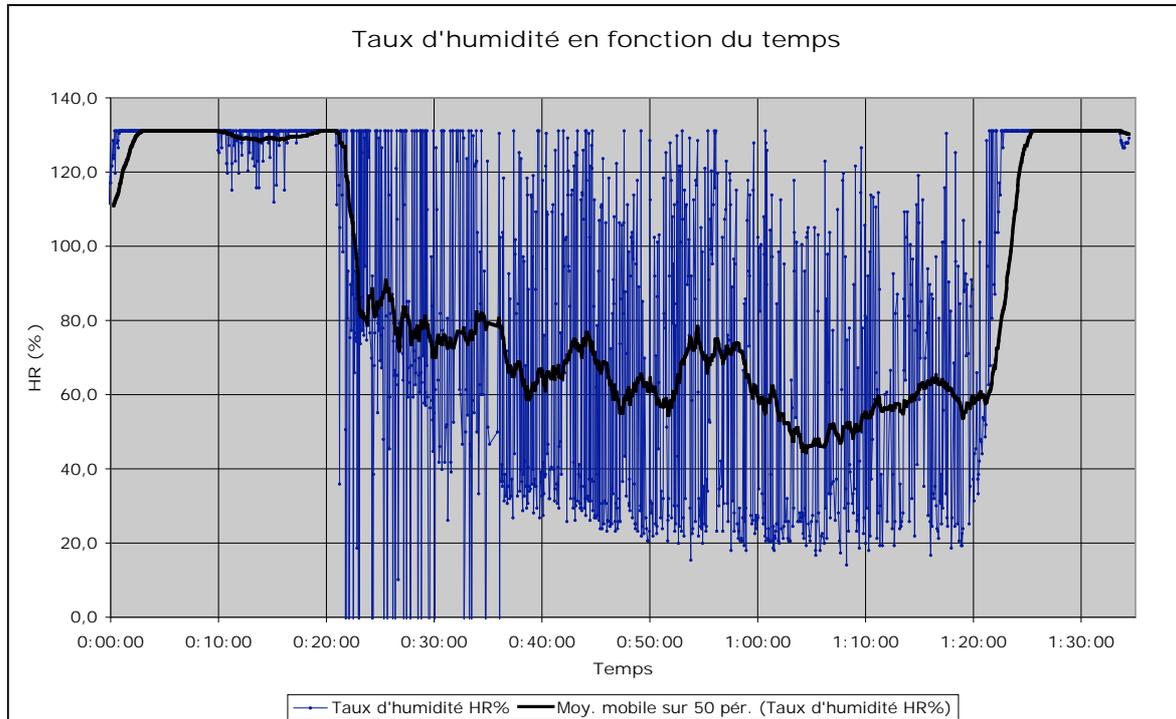
Ce graphique tend à confirmer l'hypothèse de l'influence prépondérante du rayonnement sur les phénomènes de convection à la montée : les températures des deux thermistances sont très différentes à partir de 8000-9000m jusqu'à l'éclatement.

Par contre à la descente, cette différence s'estompe à une altitude supérieure à 11000m, les convections y sont importantes.

3. Les capteurs de lumière

Nous ne disposons pas des courbes d'étalonnage pour les photodiodes. Nous n'avons donc traité les résultats que de façon qualitative.

4. Le capteur d'humidité



La courbe est très bruitée et le capteur est saturé à certains moments : l'interprétation est donc à faire avec précaution.

On peut cependant dire que l'humidité relative est déjà de l'ordre de 120% au sol, ce qui confirme si besoin est la météo capricieuse et la pluie battante du 31 mars au matin.

On constate une humidité maximale (saturation du capteur) entre 1 et 21 min de vol, soit entre environ 200 et 6000 mètres. Cela corrobore l'hypothèse de couches nuageuses entre ces deux altitudes indiquée par les photodiodes.

L'humidité relative diminue ensuite lentement pour se stabiliser à partir de 9000 mètres autour d'une moyenne de 70% environ.

A la descente on retrouve un profil similaire : l'humidité augmente à partir de 9000 mètres environ, pour saturer entre 7500 et 500 mètres d'altitude. Cela laisse penser que le haut de la couche nuageuse 1500 mètres plus haut à la descente. Cela est plausible vu qu'une heure s'est écoulée et que le ballon s'est déplacé ; le point de chute n'est pas connu. La sortie en dessous des nuages est la aussi confirmée par les photodiodes.

V) Remerciements

Nous tenons à remercier sincèrement tout ceux qui ont contribué à la réussite de ce projet passionnant : Mme Longchampt Proviseur du LPO2, Mme Debruyne proviseur adjointe du LPO2, Christophe Heyrend, Mathilde Savreux, le CNES pour la mise à disposition de matériel, l'association "Planète sciences", Air liquide pour la fourniture d'hélium.

Compte-rendu du projet V.I.P. Two

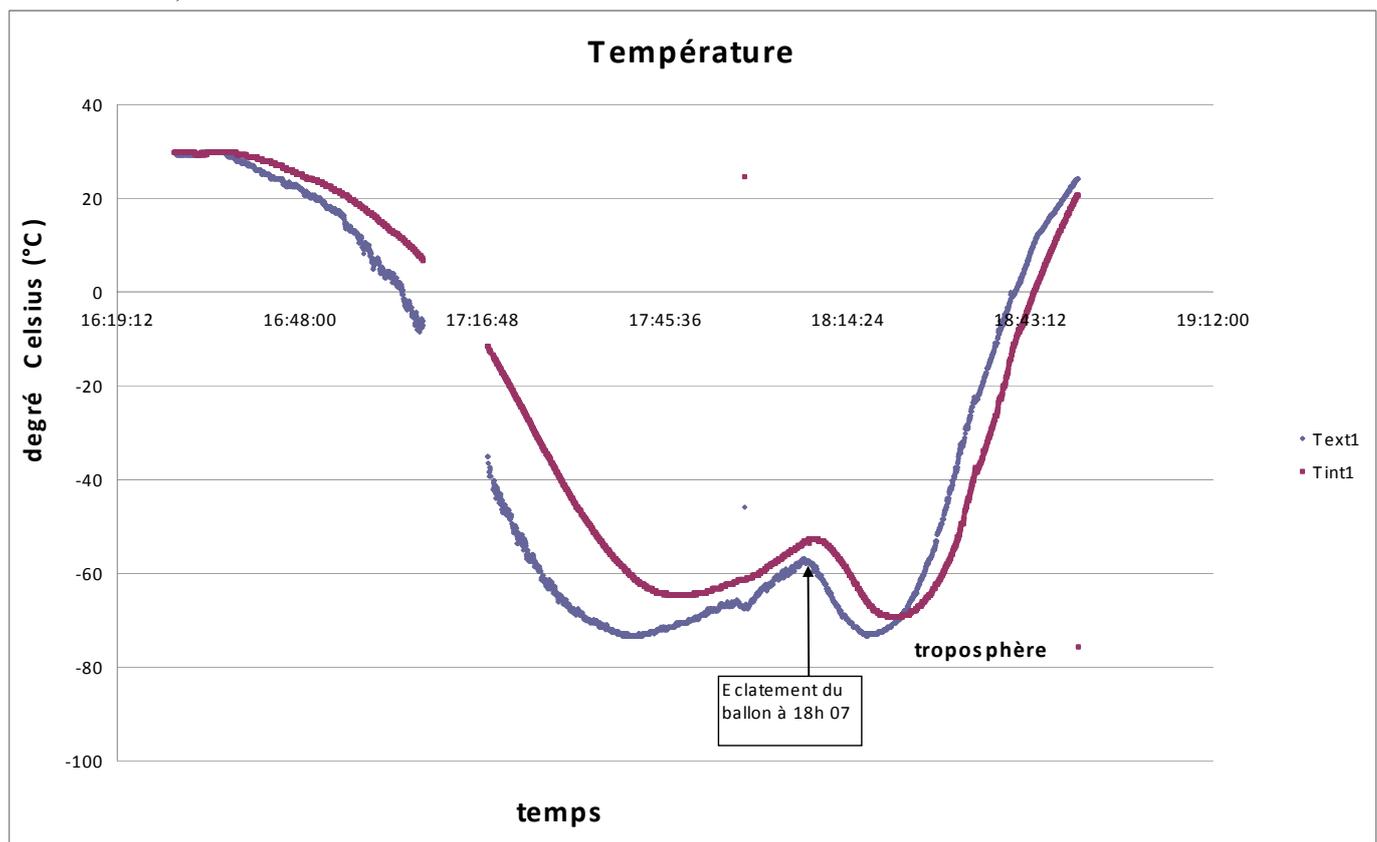
1. Introduction :

Pour la deuxième année consécutive, les élèves de l'atelier scientifique et technique du collège Lise OPHION ont réalisé un projet de ballon stratosphérique baptisé V.I.P. Two pour Very Important Projet numéro 2. La nacelle V.I.P. Two a embarqué des capteurs de température, d'humidité, de pression, de luminosité et un système de largage. En effet, une nacelle baptisée Jolix et équipée d'un appareil photo a été larguée au bout de 12 secondes de vol.

2. La température :

Nous avons installé deux capteurs (thermistance CTN 10KOhms) pour mesurer la température à l'intérieur et à l'extérieur de la nacelle.

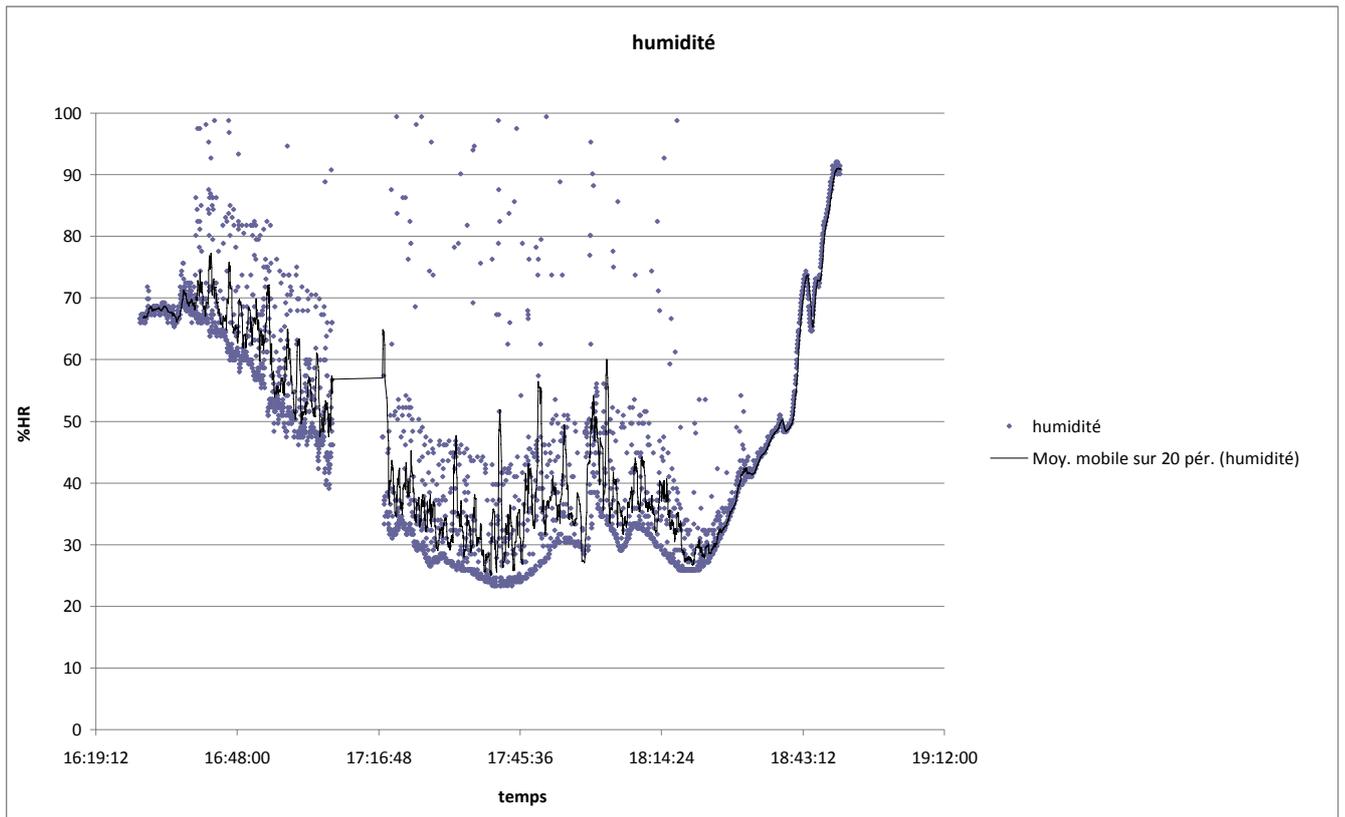
Les courbes obtenues nous ont permis d'identifier le passage de la troposphère à la stratosphère appelé tropopause. Elles donnent également une information sur l'heure de l'éclatement du ballon. Le ballon ayant atteint la stratosphère, cette courbe donne une indication sur l'altitude atteinte (aux environs d'une vingtaine de kilomètres).



Température minimale atteinte dans la troposphère : - 73,42 °C.

Eclatement du ballon : 18h07

3. L'humidité :

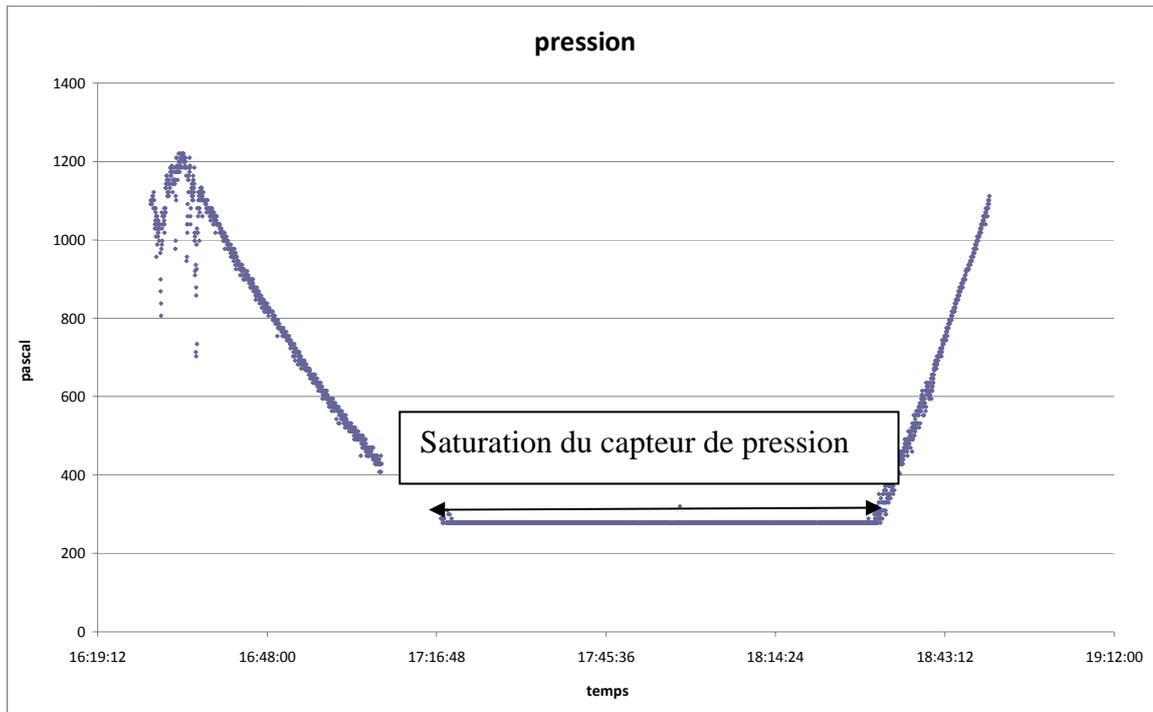


Le capteur d'humidité (référence Honeywell HIH 4000) a fonctionné tout au long du vol. La courbe obtenue présente de nombreux pics lors de la montée dans la troposphère (présence de nuages dans la troposphère) alors que les mesures sont plus stables lors de la descente dans la troposphère (on peut supposer que le ciel était plus dégagé en début de soirée).

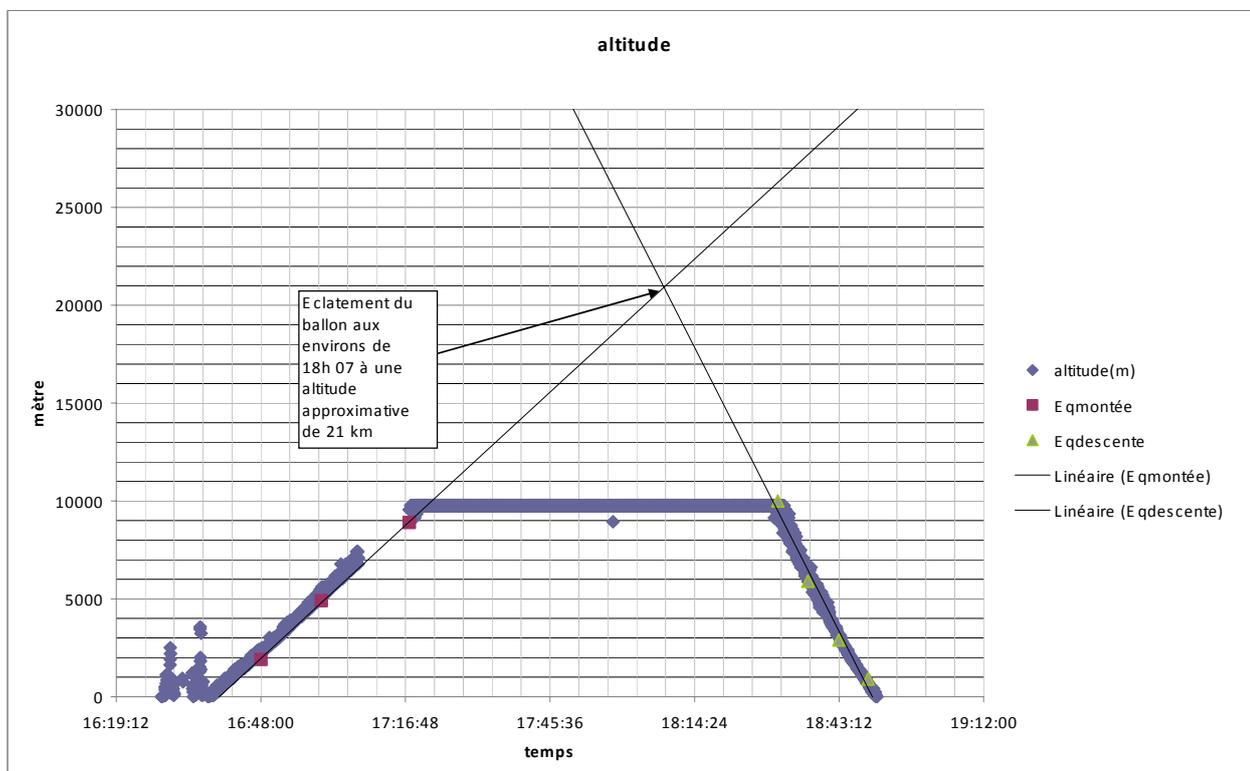
Dans la stratosphère, on constate une augmentation suivie d'une baisse (un pic) d'humidité. Les nuages n'étant pas présents dans l'atmosphère, cette augmentation peut être due à :

- des échanges de vapeur d'eau entre la troposphère et la stratosphère au niveau de la tropopause.
- l'oxydation du méthane stratosphérique qui produit de la vapeur d'eau entre autres.

4. La pression :



Le capteur de pression électronique (référence Honeywell XCA430AN) était censé confirmer l'altitude atteinte avec une plus grande précision. Malheureusement, ce capteur a saturé pour une pression de 278,6 hPa (Rappelons que ce même capteur avait parfaitement fonctionné lors du projet V.I.P. One). Nous avons donc représenté l'altitude à partir des données sur la pression puis par extrapolation nous avons déterminé approximativement l'altitude atteinte par le ballon.



Altitude maximale atteinte : 21 km

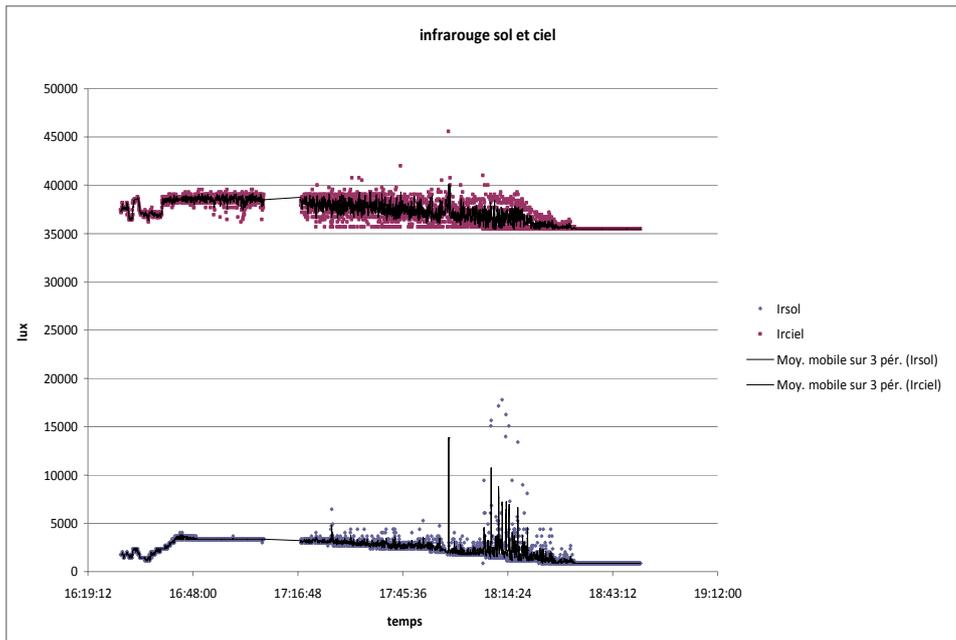
Altitude de la tropopause : 14km environ avec une tropopause atteinte à 17h40

Vitesse approximative du ballon au début de la montée : 4.8 m/s

Vitesse approximative du ballon avant l'atterrissage : 3.9 m/S

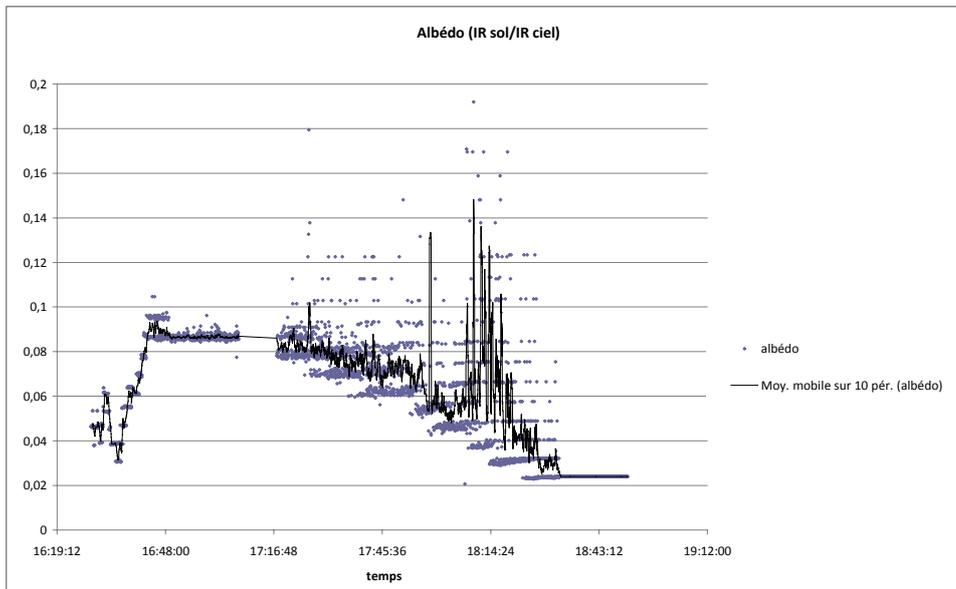
5. La luminosité :

- Le rayonnement infrarouge :



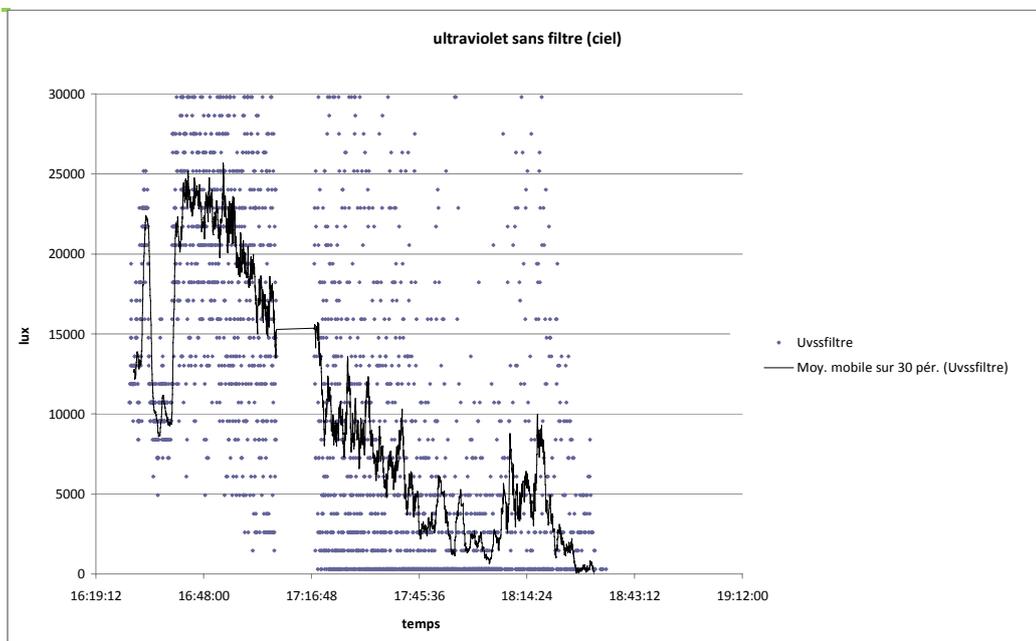
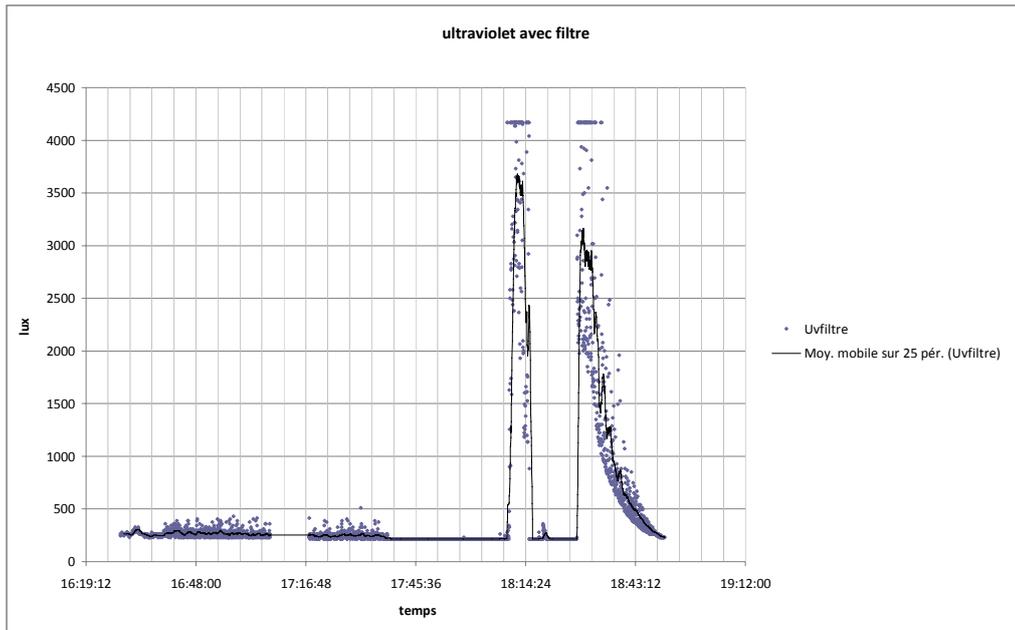
Deux photodiodes infrarouges (référence Osram SFH203) ont été embarqués (l'une dirigée vers le ciel et l'autre dirigée vers le sol).

On constate que les courbes obtenues grâce aux capteurs infrarouges ont la même allure générale et qu'elle diminue progressivement tout au long du vol. Cependant, le capteur infrarouge-ciel présente de nombreux petits pics alors que le capteur infrarouge-sol fournit des données plus stables avec quelques pics importants notamment entre 18h07 et 18h31.

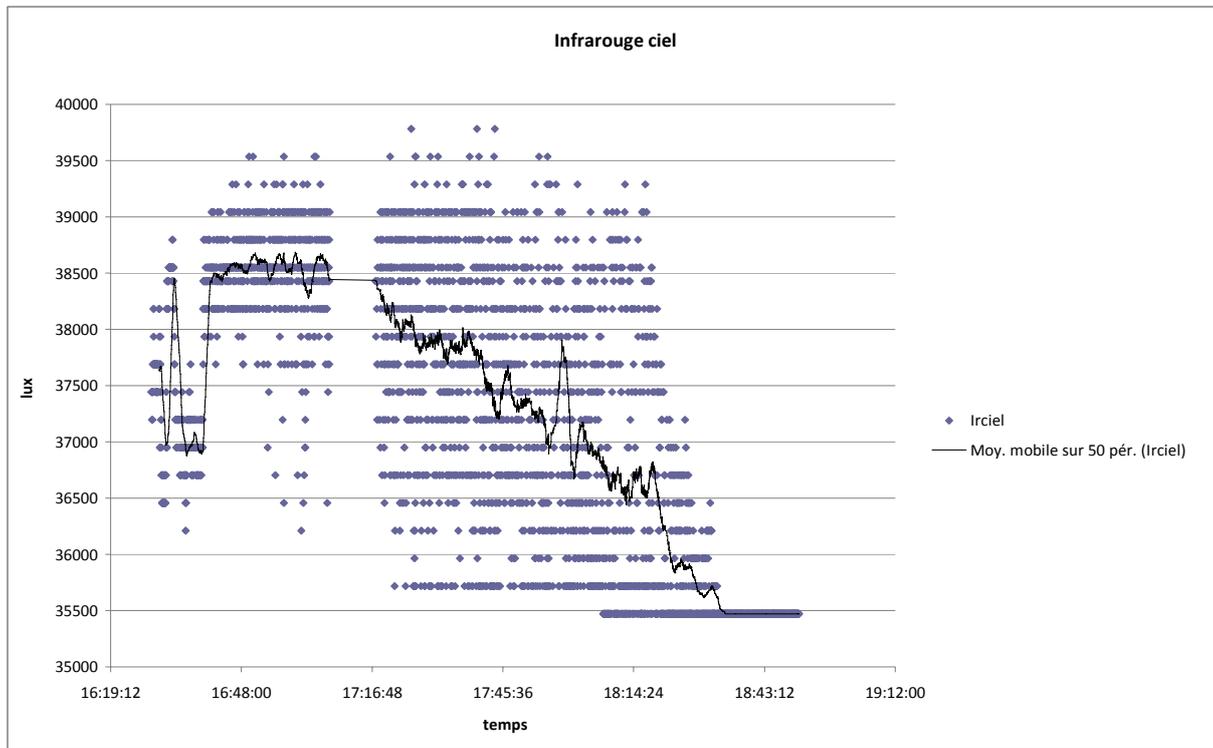


Les deux photodiodes infrarouges ont permis de suivre l'évolution de l'albédo tout au long du vol. L'albédo décroît progressivement passant de 0.09 à 0.02 avec un pic à 17h58 et une série de pics entre 18h07 et 18h20.

- Le rayonnement ultraviolet :



Deux photodiodes ultraviolettes (référence Centronic OSD587Q) dirigées vers le ciel ont été embarquées dans la nacelle. Un capteur était recouvert d'un verre inactinique utilisé comme filtre ultraviolet. En effet, ce capteur présente une plage de longueur d'onde allant de 190 nm à 1100 nm ce qui le rend sensible aussi bien au rayonnement infrarouge qu'au rayonnement ultraviolet. La présence de ce verre permet de stopper le rayonnement ultraviolet dont la longueur d'onde est comprise entre 300 nm et 570 nm. L'objectif était de mettre en évidence l'augmentation du rayonnement ultraviolet dans les basses couches de la stratosphère.



D'après la courbe de température, le ballon se situe dans la stratosphère entre 17h40 et 18h17. La courbe de tendance du capteur ultraviolet avec filtre présente deux pics entre 18h09 et 18h17 d'une part (stratosphère) et entre 18h29 et 18h34 d'autre part (troposphère). Ces deux pics délimitent une zone creuse d'une dizaine de minutes entre 18h17 et 18h29. Cette zone correspond au début de la descente dans la troposphère. Le capteur UV sans filtre présente un pic important entre 18h03 et 18h20 (le capteur infrarouge-ciel présente un pic sur la même période mais de moindre importance). On peut raisonnablement conclure que les capteurs ont décelé un rayonnement ultraviolet (longueur d'onde comprise entre 190 nm et 400 nm).

6. Conclusion :

Les élèves de l'atelier ont réalisé un double exploit à l'échelle de la Guyane puisque les deux nacelles V.I.P. Two et Jolix ont été récupérées non sans difficultés. Les images du lâcher filmées par Jolix ont été intégrées à un montage vidéo relatant les différentes étapes du projet V.I.P. Two. Concernant les capteurs de mesures physiques, toutes les données ont été exploitées malgré les problèmes rencontrés avec le capteur de pression et le filtre ultraviolet. Les élèves présents à l'atelier scientifique ont fait preuve d'enthousiasme et de persévérance tout au long du projet. Un tel projet favorise l'esprit d'équipe : en effet, les élèves ont pris conscience que la réussite du projet est le fruit du travail de toute l'équipe.

D'ores et déjà, le rendez-vous est fixé à l'année prochaine pour le projet V.I.P. Three.

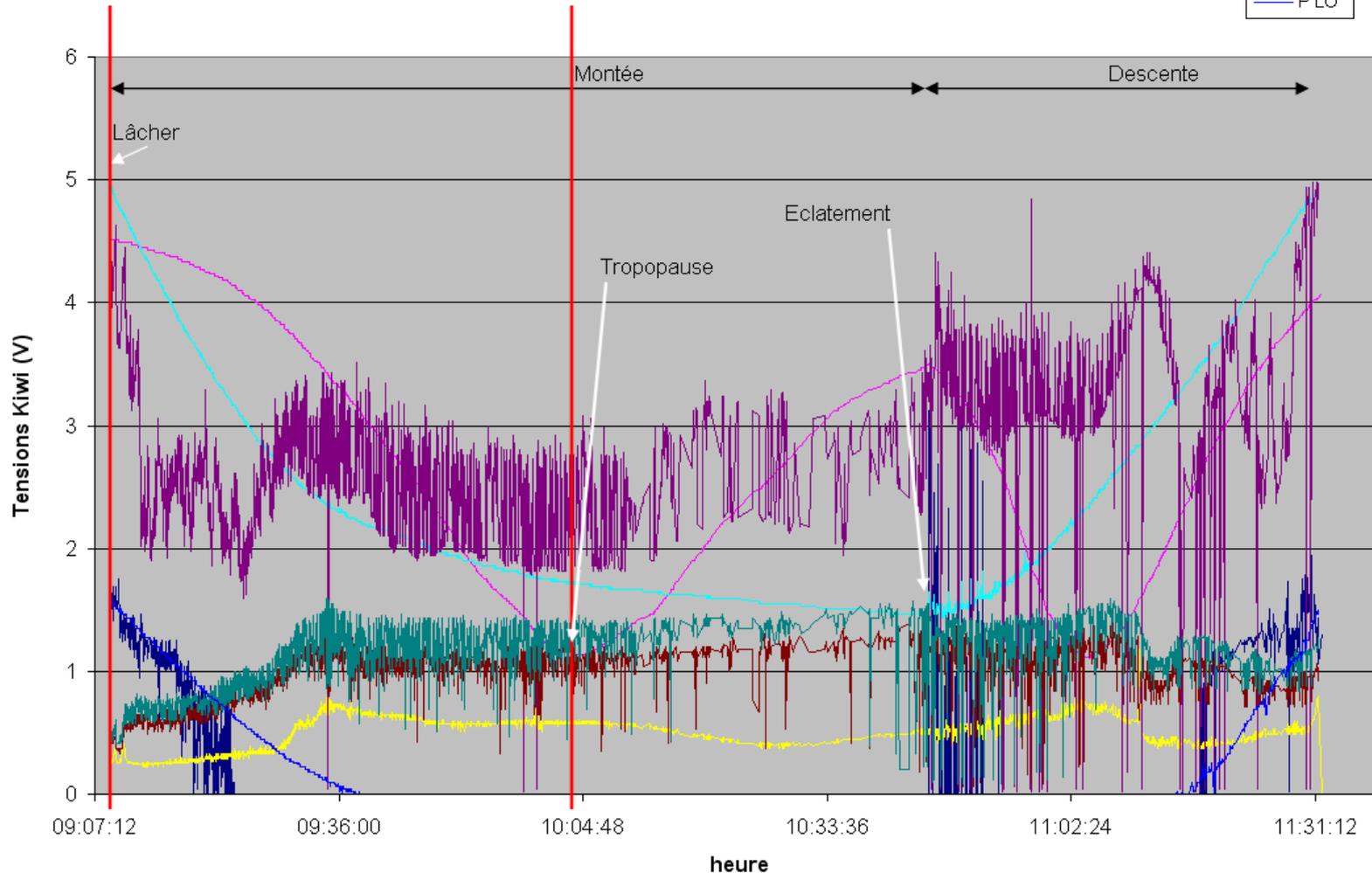
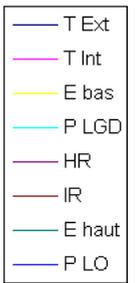


L'équipe du projet V.I.P. Two avec les deux nacelles et des éléments de la chaîne de vol

EXPLOITATIONS de la Télémessure Nacelle Form'Lion

Lycée LG Damas, Lâcher le 27 mars 2009 à 9h00

Tensions = f(temps)



Yanira :

L'**infrarouge (IR)** sur ce graphique, est représenté en rouge.

Dès le lâcher de ballon, elle augmente et reste constante de 09h36 jusqu'à son passage dans la Tropopause à 10h04.

Elle augmente légèrement après de la Tropopause jusqu'à l'éclatement du ballon.

Rebecca :

Ici nous voyons que l'**éclairage haut (E haut)**, qui est en bleu vert sur ce graphique, augmente petit à petit depuis le lâcher du ballon puisqu'il se rapproche du soleil d'où cette augmentation pour rester un moment un peu stable et lors du passage de la tropopause nous observons quelque variations qui nous pensons sont du a des nuages. Puis lors de l'éclatement beaucoup plus de variations qui sont du a la décente rapide du ballon. Tout au long de ce graphique l'éclairage variera selon les nuages qui des fois a pu cacher le soleil.

Ludmilla (corrigé) :

Sur ce graphique, nous voyons que l'éclairement bas (E bas) est représenté en jaune. Vers 9h36, il y a une augmentation, preuve du passage au dessus d'un nuage (qui reflète beaucoup la lumière). Puis cet éclairement diminue régulièrement, le ballon n'a plus rencontré du nuage jusqu'à l'éclatement.

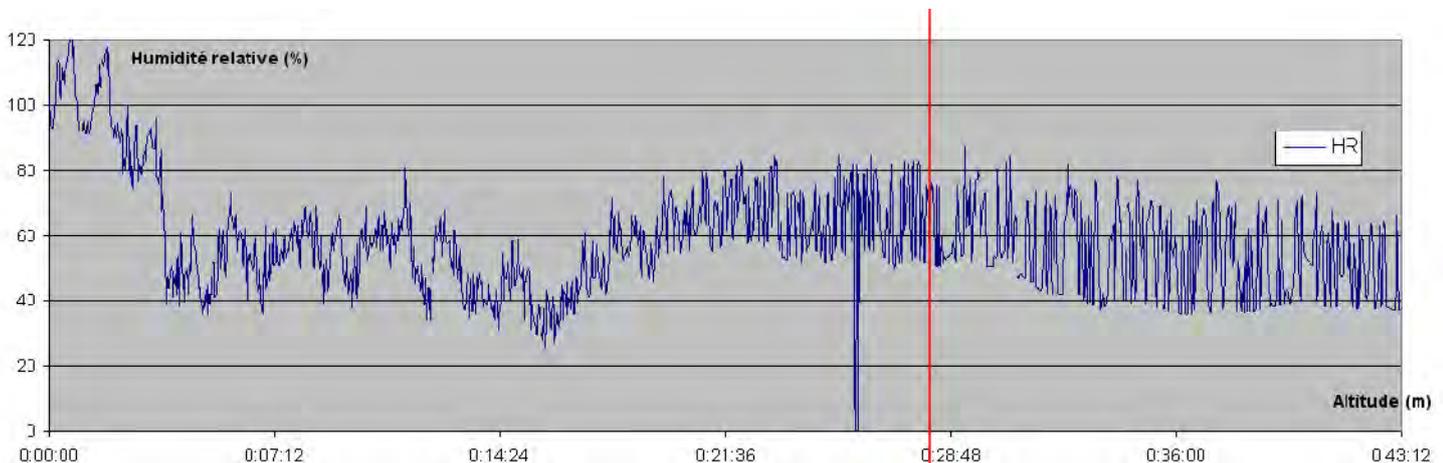
On retrouve le phénomène inverse pour la descente de la nacelle.

Lucile :

Comme nous pouvons le constater la courbe de **pression (P LGD)** (en bleu très clair) diminue au fur et à mesure que la nacelle prend de l'altitude. Cela est normal : plus on monte, plus la pression atmosphérique se fait moindre. À partir de l'éclatement, le ballon descendant rapidement par conséquent la pression augmente de la même façon. Le passage dans la tropopause n'a pas d'influence sur la pression. On peut dire que ce capteur a bien fonctionné. C'est à partir des données du capteur de pression que l'on peut déterminer l'altitude exacte de la nacelle, par un calcul complexe : $30990 * (1 - (P/1019)^{2/7})$

Stella (corrigé) :

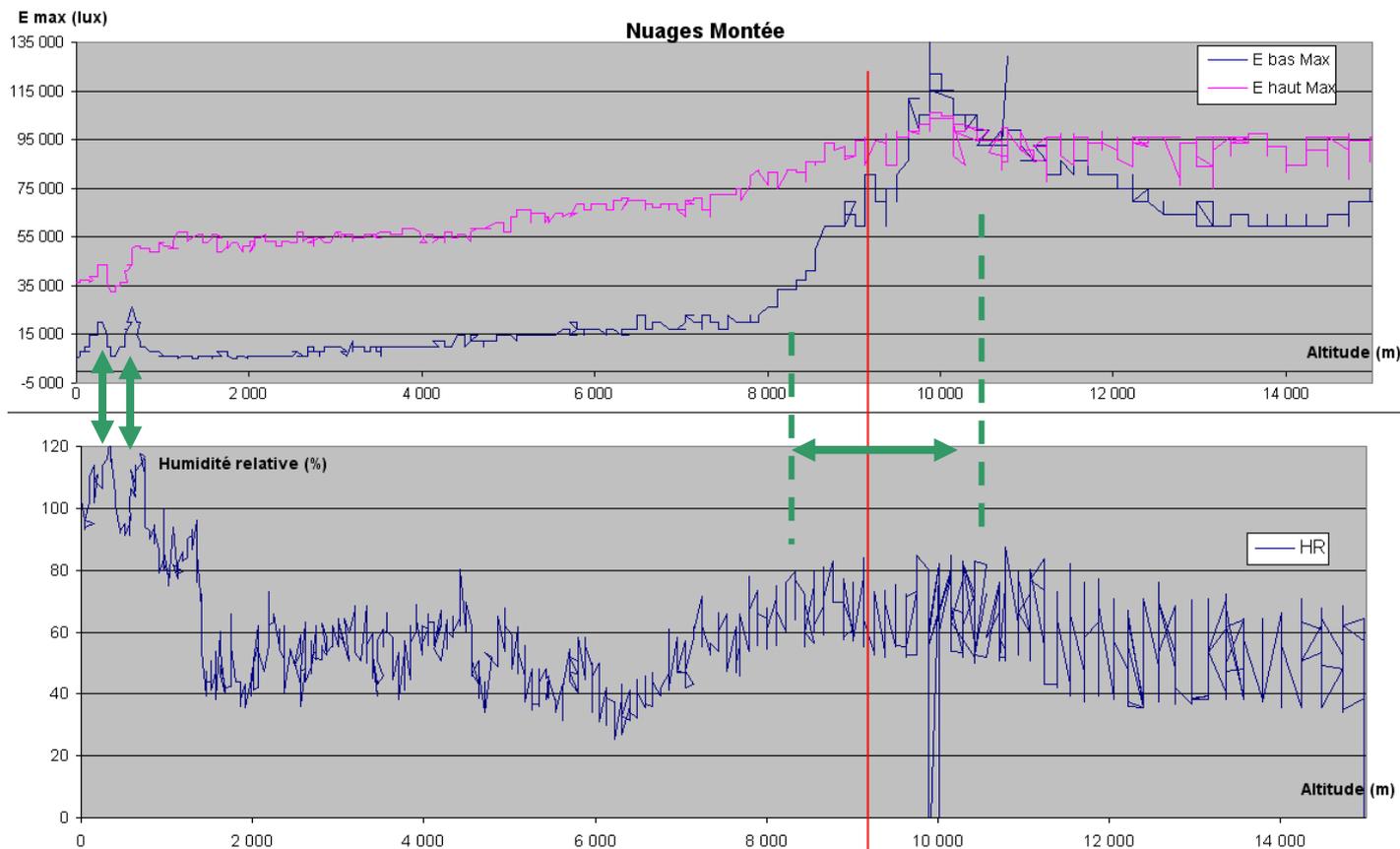
Etude du capteur d'humidité (HR)



* Nuages montée (t) humidité (HR) en fonction du temps

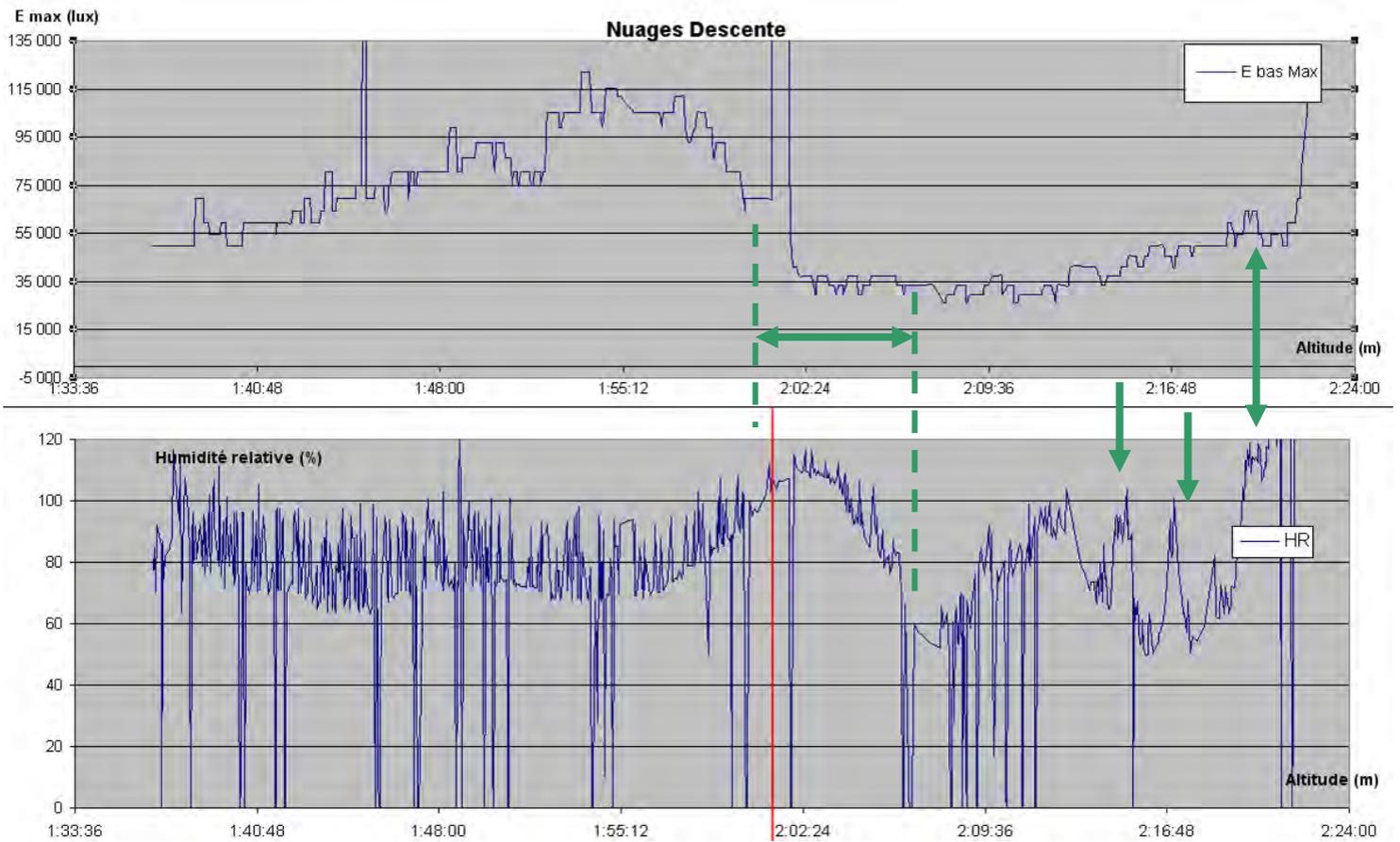
Les zones où le taux d'humidité est très élevé sont les zones nuageuses. Durant la montée, le ballon rencontre 2 nuages, un aux environs de 8 minutes et l'autre aux environs de 22 minutes.

Une mise en parallèle avec le capteur d'éclairciment bas (qui a une valeur haute dès qu'il passe au dessus d'un nuage) est possible. Les nuages sont alors indiqués par une flèche verte:



* Nuage montée humidité en fonction de l'altitude

Sur le graphe de l'humidité en fonction de l'altitude, on voit les trois zones nuageuses repérées. Deux aux environs de 200m et une autre entre 8000 et 10000m. Dans les zones non nuageuses durant la montée, le taux d'humidité diminue.



* Nuage descente humidité en fonction du temps

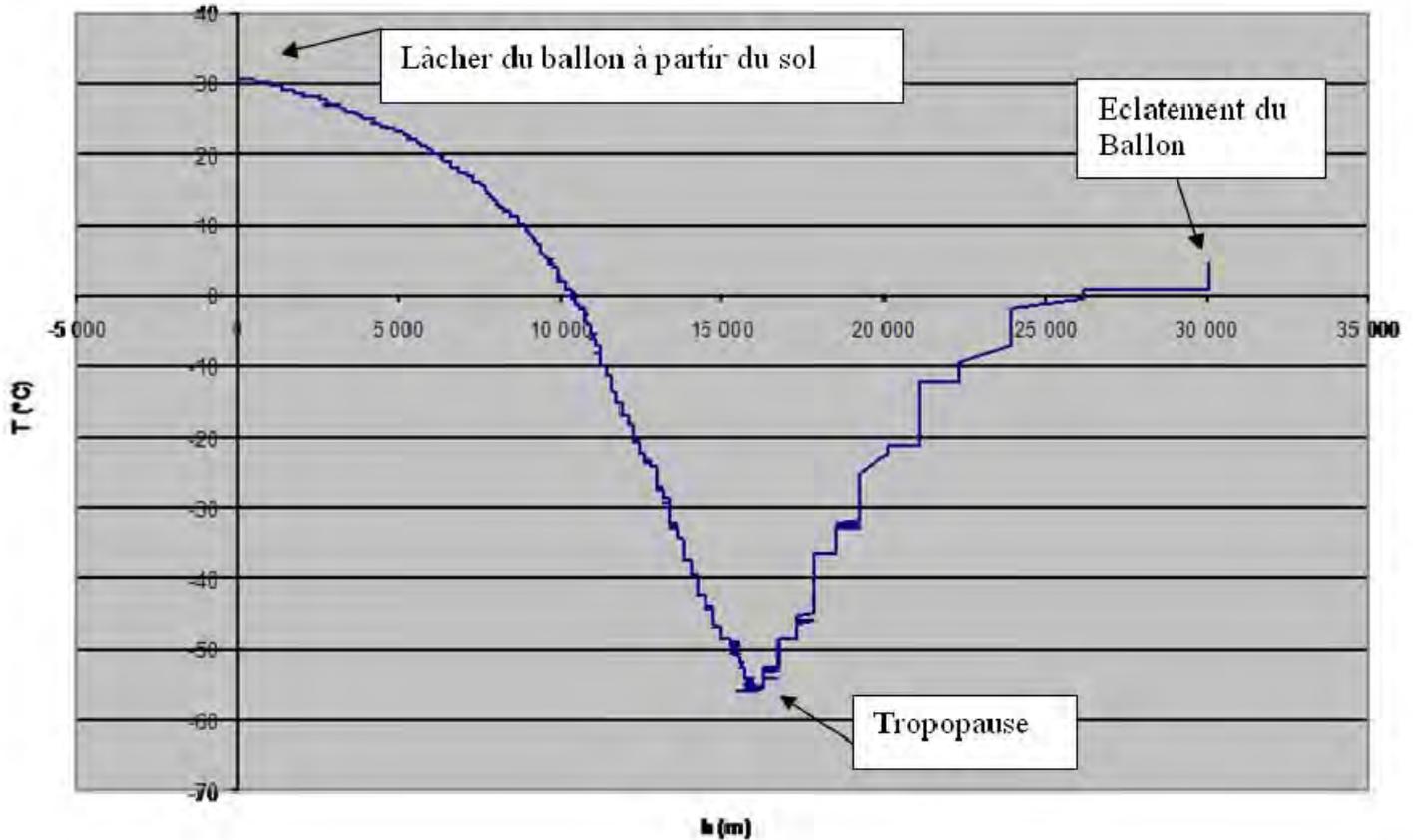
Durant la descente, le ballon passe dans un nuage aux environ de deux heures. On peut penser que c'est le même type de nuage rencontré durant la montée.

On s'aperçoit que le capteur donne des valeurs d'humidité relative supérieure à 100%, ce qui est impossible. Un dysfonctionnement du capteur ou un problème d'étalonnage du aux conditions extrêmes rencontrées (très basses températures notamment) peut justifier ces valeurs.

Maëva :

Evolution de la température intérieure de la nacelle en fonction de l'altitude

$$T_{int} = f(h)$$



On peut remarquer que la température intérieure diminue de 85°C à partir du sol jusqu'à environ 16 000 mètres d'altitude et qu'elle augmente, au-delà de ces 16km, jusqu'à l'éclatement du ballon à 30km environ. A cette altitude, la température intérieure est d'environ 2°C.

Ce changement d'évolution se fait à environ 15km au-dessus du sol, ce qui correspond au passage du ballon dans la stratosphère : C'est la tropopause.

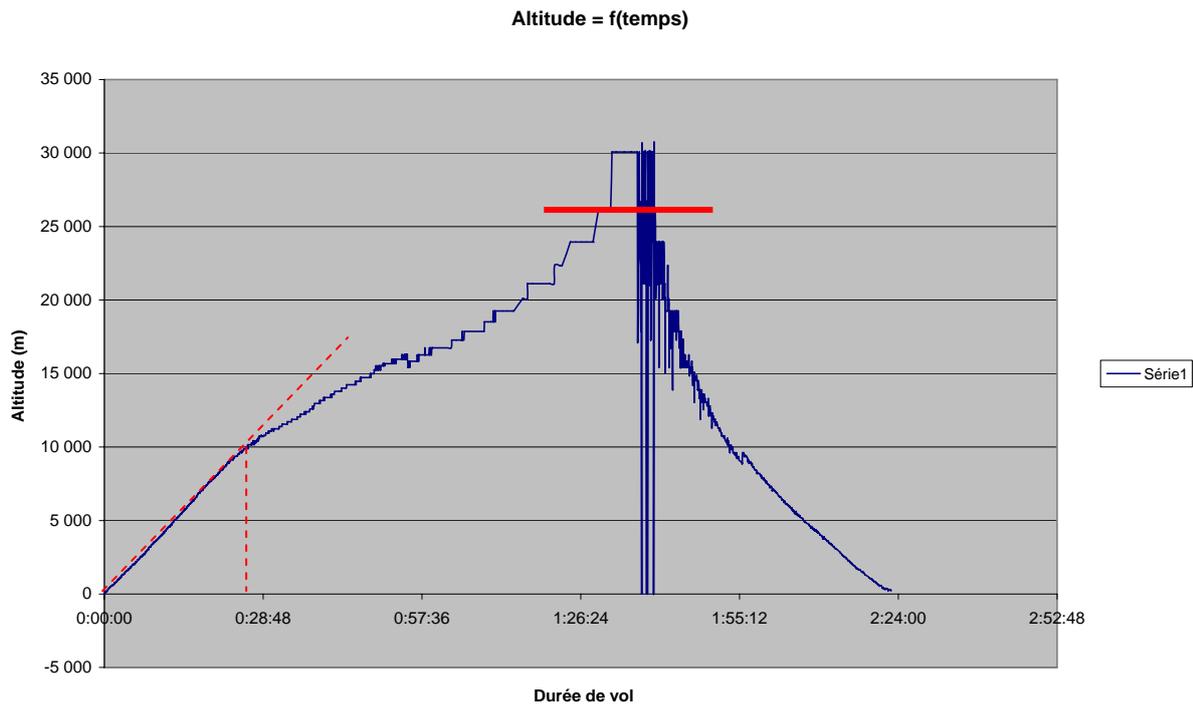
La tropopause est la limite supérieure de la troposphère et la limite inférieure de la stratosphère.

La température atmosphérique diminue, puis augmente par la suite à cause de l'absorption des rayons ultraviolets par l'ozone présent dans la stratosphère.

Au-delà d'une certaine altitude, les valeurs de pression évoluant très peu, la sensibilité de l'émetteur Kwi (de 20 mV) fait apparaître des paliers au niveau du calcul de l'altitude.

Malgré ces quelques petits problèmes, on peut dire que notre capteur a bien fonctionné et que nos résultats sont plutôt bons car notre courbe correspond à peu près à celle que nous avons étudié avant le jour J.

D'autres graphes (avec l'aide d'autres élèves : Lamine, Pierre, et le professeur) :

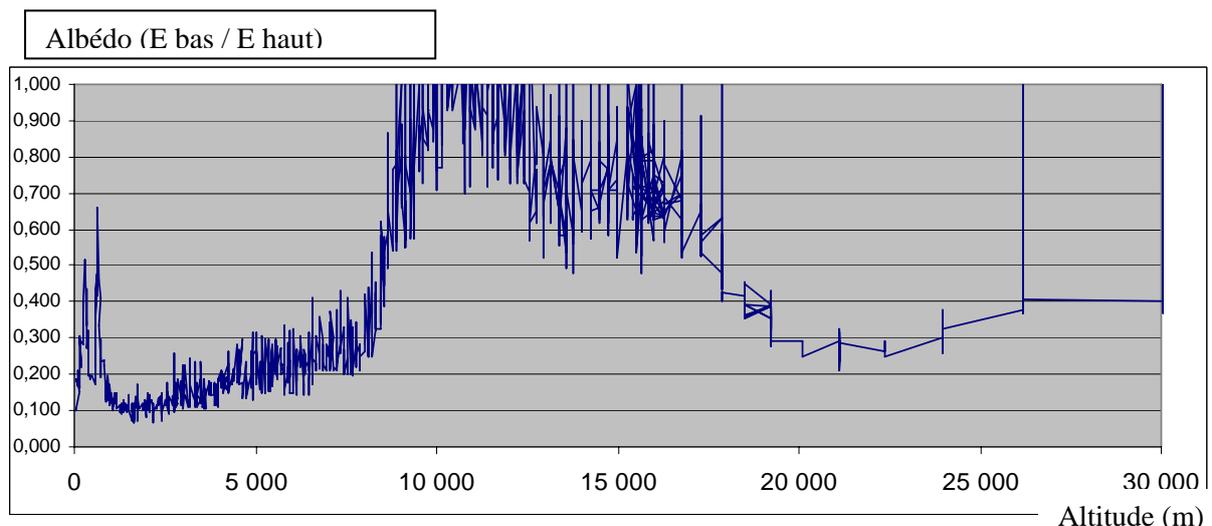


Altitude d'éclatement évalué à 26 000 m environ (le dernier palier n'est pas pris en compte à cause du manque de sensibilité de l'émetteur Kiwi à cette altitude).

On constate une évolution non linéaire de la vitesse d'ascension :

- environ 10 000 en 26 minutes jusque 10 km : soit 6,4 m/s
- puis la vitesse décroît jusqu'au passage de la tropopause (évaluée à 16 000 m)
- ensuite la vitesse réaugmente progressivement jusqu'à l'éclatement du ballon.

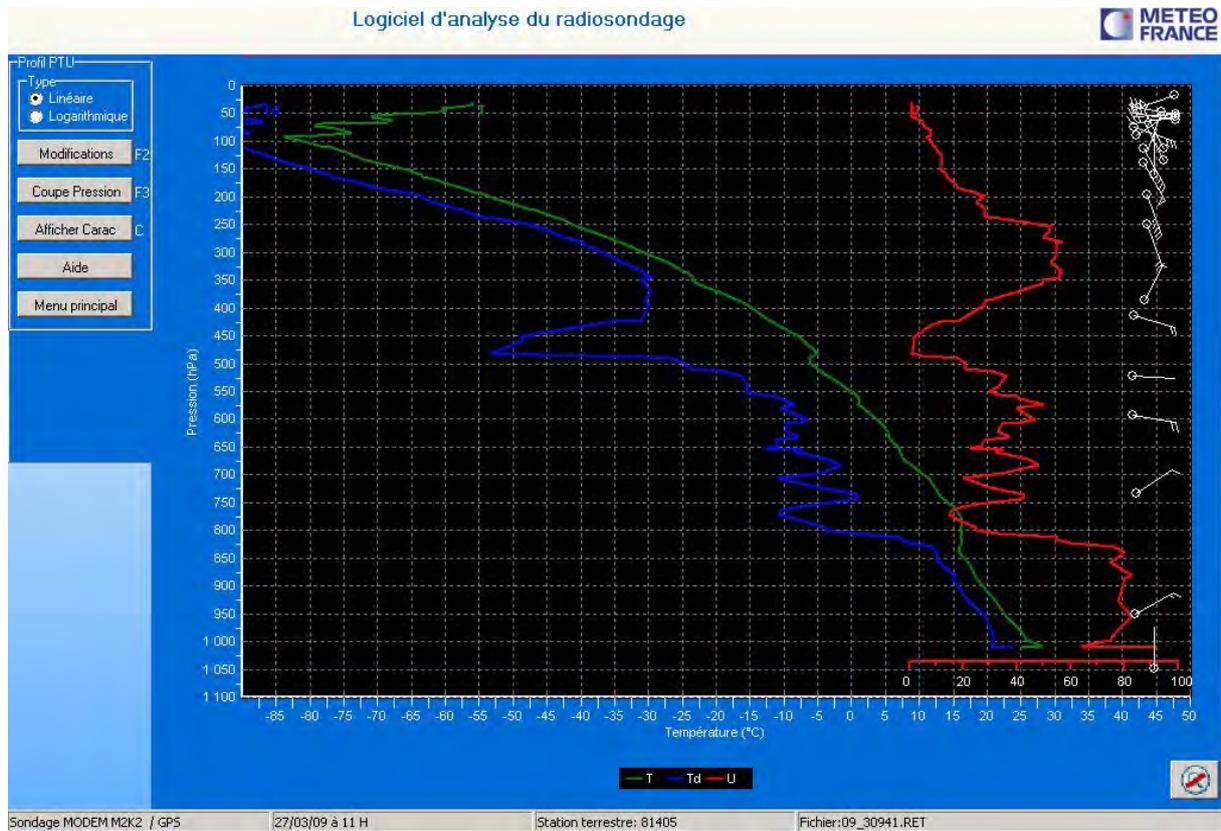
Pour la descente, l'allure est caractéristique d'une descente sous parachute. Plus la nacelle est basse, plus il y a de particule d'air, plus elle est freinée par le parachute.



Le tracé de l'albédo permet de vérifier le passage dans les nuages (valeur élevée lorsque la nacelle passe au dessus du nuage).

Radio sondage Météo France

Un grand merci à M. DAGO, M. RIFFIOD et ses collègues de MétéoFrance Rochambeau pour nous avoir fourni le radiosondage du jour ! Celui-ci aura permis de comparer nos valeurs, et de définir la précision de certains de nos capteurs.



En rouge : l'humidité en fonction de la pression

En vert : la température en fonction de la pression

En bleu : le point de rosée en fonction de l'altitude