



Lycée Bertrand d'Argentré Vitré - Ille-et-Vilaine

Option MPS 2016-2017

B.Bentarcha – T.Langlois

Ballon « PRIME » 2016-2017



Introduction

Ce projet a été réalisé dans le cadre de l'option MPS en classe de seconde. Il s'agissait d'effectuer un travail à caractère scientifique en groupe, sur un sujet de notre choix.

Nous avons choisi de réaliser un ballon-sonde avec le soutien de Planète Sciences qui encadre dans toute la France ces projets de ce type, depuis le niveau école primaire jusqu'au niveau école d'ingénieur, en passant par des collèges et des lycées.

Les ballons-sondes de Planète Sciences doivent impérativement être réalisés par un groupe d'amateurs engagés dans une démarche « projet » .

Nous remplissons ces critères. Une autre condition était la réalisation d'expérience justifiant le don d'émetteur, d'une enveloppe de ballon-sonde, d'hélium, de parachute et de réflecteurs radars par le CNES.

Les objectifs pédagogiques et scientifiques

Le premier objectif était d'apprendre à monter un projet espace. Notre projet ballon a été baptisé « PRIME »

Plusieurs ont été retenus :

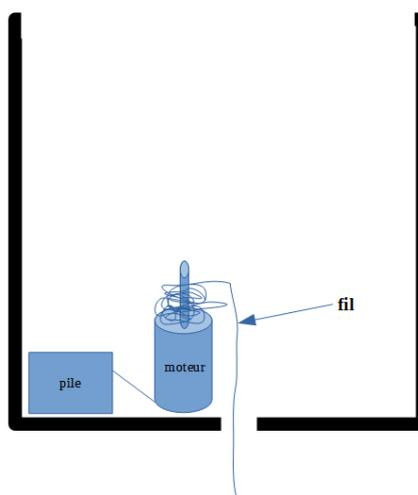
- Mesurer la pression afin de voir la limite entre la troposphère et la stratosphère
- Mesurer la température interne afin de vérifier que tout allait bien dans la nacelle
- Mesurer la pression pour en déduire l'altitude
- Mesurer l'humidité pour les différentes altitudes
- Effectuer une série de photos (toutes les 30 secondes)
- Voir la courbure de la Terre et de l'atmosphère
- Filmer Vitré pendant les 5 premières minutes d'ascension du ballon

1) Système de largage de la petite nacelle du ballon sonde :

Tout d'abord il fallait déterminer la longueur de la ficelle pour avoir un largage au bout d'une minute d'ascension.

Nous avons enroulé de la ficelle fine (4 mètres) autour d'une vis fixée sur l'axe d'un moteur à courant continu (5V) .

La petite nacelle est larguée quand la ficelle est déroulée entièrement .



2) Fabrication des nacelles

1) Petite

Cube de 30 cm cube
Planches d'épaisseur de 3 cm

Planche du fond et couvercle :

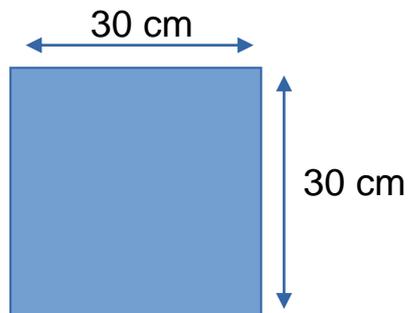
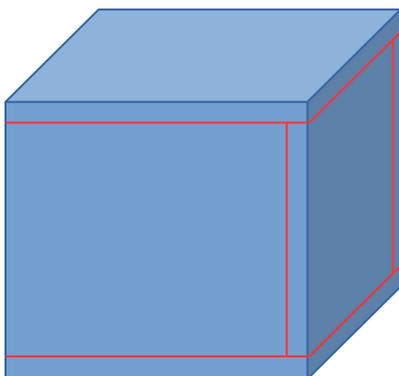
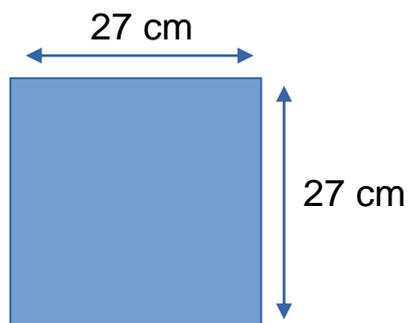


Planche côtés (4) :



Mini-
caméra

3) Capteur de pression

La mesure de la pression est réalisée grâce au capteur analogique MPX5100A (Motorola) relié au convertisseur analogique/numérique de l'émetteur KIWI.

Il est performant : il n'y a en effet besoin que de l'alimenter pour qu'il nous fournisse une information analogique sur la pression absolue . Les données ainsi obtenues sont ensuite exploitées grâce à la table de conversion établie lors de l'étalonnage de ce capteur.

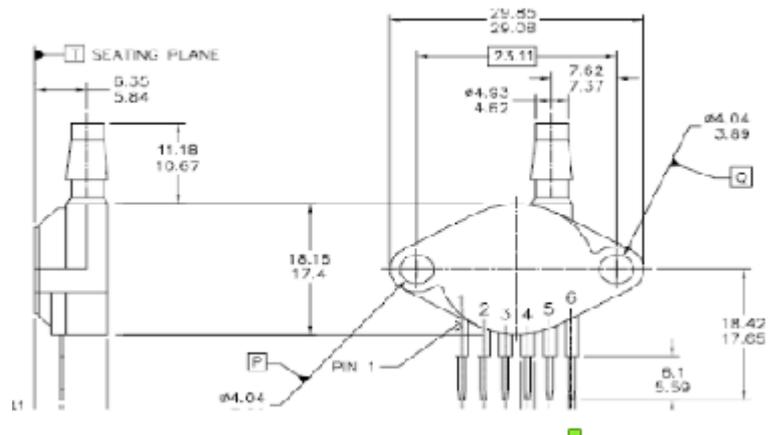
La tension analogique du capteur est reliée à la voie 4 du KIWI .

Pour étalonner le capteur nous l'avons branché avec un voltmètre (u) dans une cloche à vide avec un pressiomètre.

- Nous avons fait le vide dans la cloche ,
- Nous avons fait entrer l'air progressivement pour obtenir une courbe d'étalonnage de la pression en fonction de la tension.



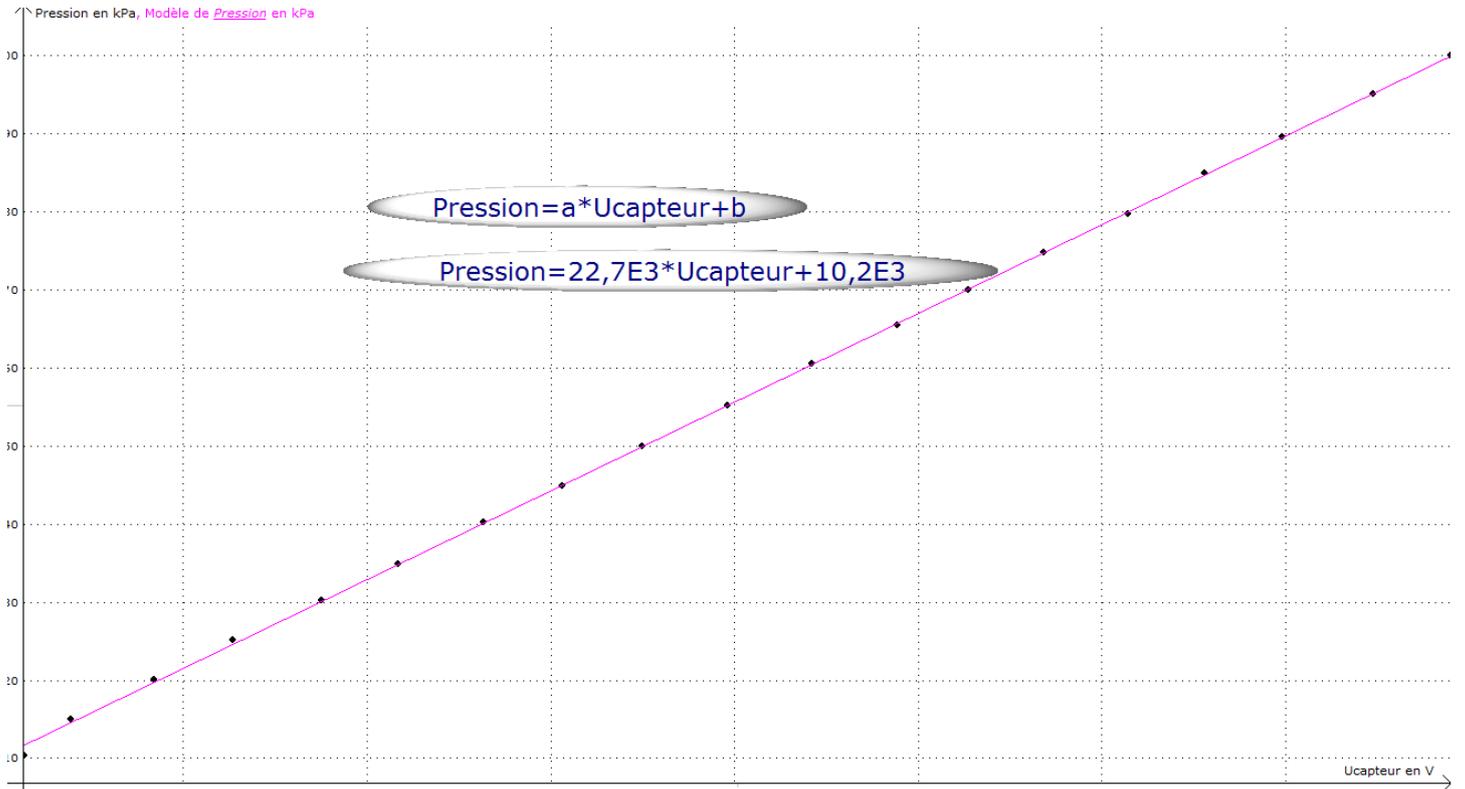
MPX 5100A



expériences



Courbe de la pression en fonction de la tension



Pour convertir les pressions en altitudes , nous avons utilisé le tableau suivant :

altitude (km)	pression (hPa)
0	1 013
0,5	955
1	900
1,5	845
2	794
2,5	746
3	700
3,5	658
4	617
5	541
6	471
7	411
8	357
9	307
10	265
11	227
12	194
13	165
14	141
15	119
20	55
30	11

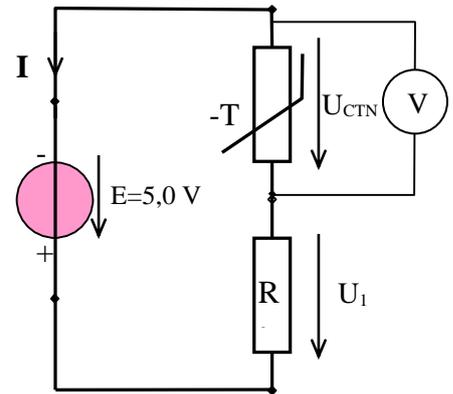
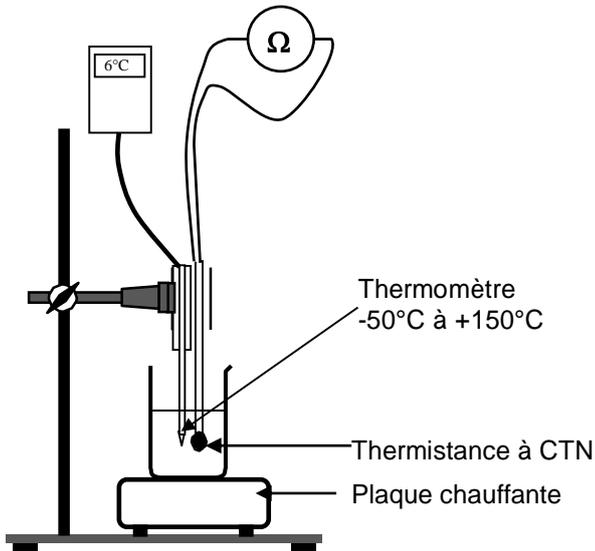
4) Température intérieure et extérieure

La CTN (coefficient de température négatif) est une thermistance c'est à dire un capteur de température dont la résistance diminue lorsque la température augmente.

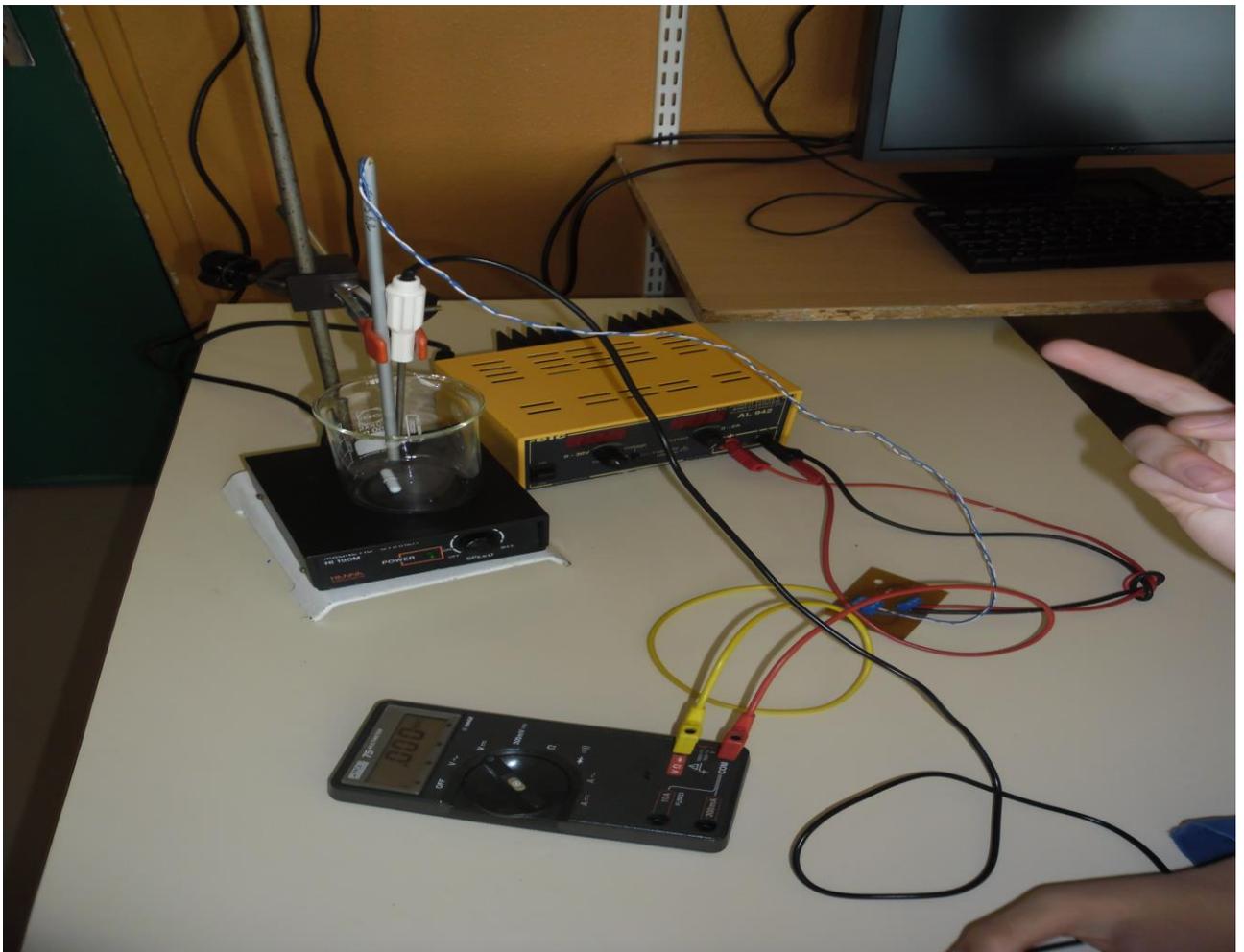
CTN



Le CTN va envoyer différentes mesures de tension (V) qui correspondront chacune à une température (°C) qu'on identifiera dans un tableau qui nous permettra de convertir les mesures obtenues par la CTN (5koms)



Montages



Avec un thermomètre, nous avons mesurer la température en °C et l' Uctn d'un liquide lave-glace entre -20°C et 30°C. Suite à cette expérience, nous avons tracé le graphique de la température en fonction de la la tension Uctn à l'aide du logiciel « LatisPro ».

En abscisse : Uctn

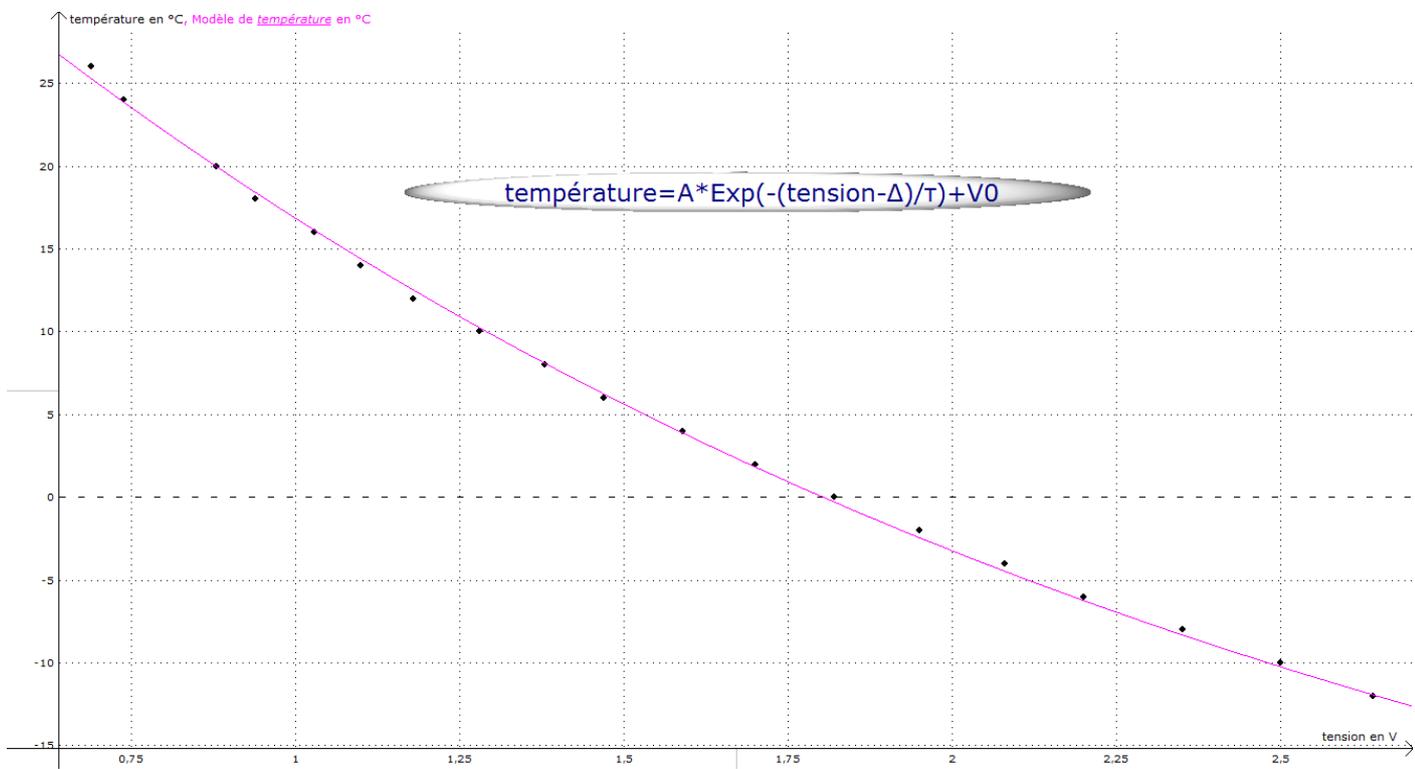
En ordonnée : Température

Pour étalonner le capteur, nous avons mis le capteur dans un liquide très froid sur une plaque chauffante et nous avons pris la tension tous les 2 degrés pendant que le liquide se réchauffe. Nous avons obtenu le tableau avec les valeurs suivantes :

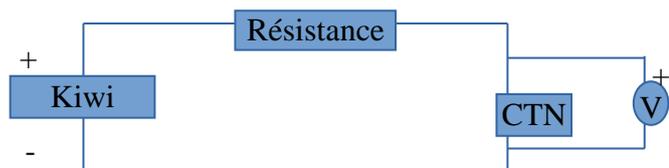
Temperature °C	-14	-12	-10	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Tension V	2,74	2,65	2,50	2,20	1,95	1,82	1,70	1,59	1,47	1,38	1,28	1,18	1,10	1,03	0,94	0,88	0,74	0,69

	temperature	Uctn
	C	V
17	12 C	2,41 V
18	14 C	2,29 V
19	16 C	2,16 V
20	18 C	2,05 V
21	20 C	1,95 V
22	22 C	1,85 V
23	24 C	1,75 V
24	26 C	1,72 V
25	28 C	1,64 V
26	30 C	1,56 V
27		
28		
29		

	temperature	Uctn
	C	V
6	-10 C	3,74 V
7	-8 C	3,64 V
8	-6 C	3,52 V
9	-4 C	3,36 V
10	-2 C	3,26 V
11	0 C	3,14 V
12	2 C	3,02 V
13	4 C	2,9 V
14	6 C	2,78 V
15	8 C	2,66 V
16	10 C	2,53 V
17	12 C	2,41 V
18	14 C	2,29 V



Montage avec le KIWI :



Montage pour déterminer une température à partir d'une tension

5) L'humidité

Pour déterminer le taux d'humidité de l'air avec le ballon-sonde nous avons besoin d'un capteur d'humidité

Lors de la deuxième séance, nous avons amélioré nos recherches sur l'atmosphère et plus précisément sur la stratosphère car c'est dans cette couche que le ballon pénétra. Nous avons aussi cherché la température et la pression que devra subir notre capteur.

Ce dernier devra résister à une température allant jusqu'à -60°C et à une pression comprise entre 3 et 30 hPa environ ainsi qu'une altitude de 30 Km.

Choix du capteur

Le HIH-4000-001 de Honeywell est un circuit de capteur d'humidité. Il est spécifiquement conçu pour les utilisateurs OEM (Original Equipment Manufacturer) à grand volume. Une entrée directe vers un contrôleur ou vers d'autres périphériques est rendue possible par une sortie de tension linéaire proche de ce capteur. Le HIH-4000-001 convient pour des systèmes par batterie à faible drain. L'interchangeabilité des capteurs réduit les coûts de calibration de production OEM. Les données de calibration de capteur individuel sont disponibles. Le HIH-4000-001 offre une performance de détection RH de qualité dans un boîtier SIP à souder avec un pas de broche de 2.54mm, le tout à un prix compétitif. Ce capteur d'humidité est un élément de détection capacitif polymère thermodurcissable réglé par laser avec un conditionnement de signaux intégré sur puce. La construction multicouche de l'élément de détection offre une résistance excellente à la plupart des risques présentés aux applications tels que

- Gamme de température de -40°C à 85°C
- Plage d'humidité de 0%RH à 100%RH Boîtier plastique moulé thermodurcissable
- Boîtier plastique moulé thermodurcissable
- Courant typique de $200\mu\text{A}$
- Conception basse puissance
- Gamme de précision optimisée de $-3.5\% \text{RH}$ à $+3.5\% \text{RH}$
- Temps de réponse rapide de 5ms
- Performance stable, faible dérive
- Résistant aux composants chimiques
- Gamme de tension de 4VDC à 5.8VDC



Information du capteur Hih4000

Précision %:

3,5 %

Tension, alimentation:

5,8V

Gamme d'humidité:

0% à 100% d'humidité relative

85°C

Type de boîtier de capteur CI:

SIP

Nombre de broches:

Temps de réponse:

15s

Température d'utilisation min:

-40°C

Température de fonctionnement max...:

Type de packaging: 3Broche(s) Pièce

Étalonnage

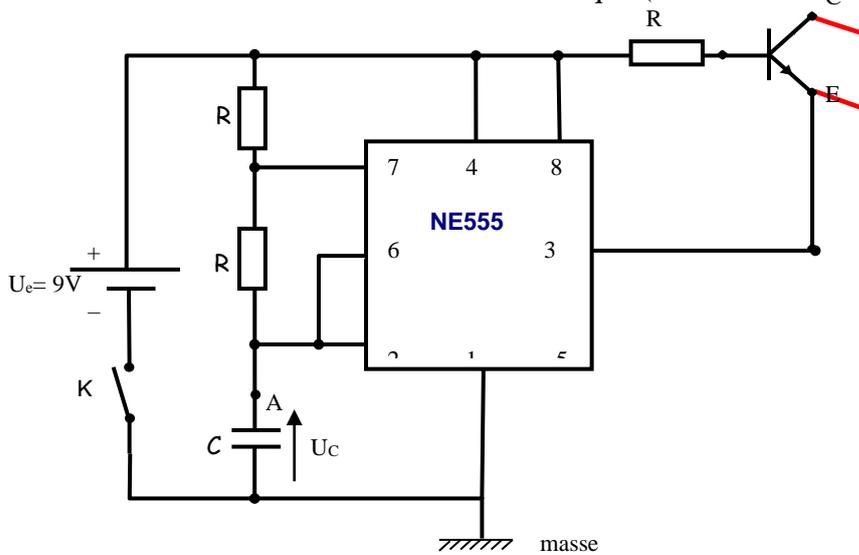


6) Étude du déclencheur de l'appareil photo

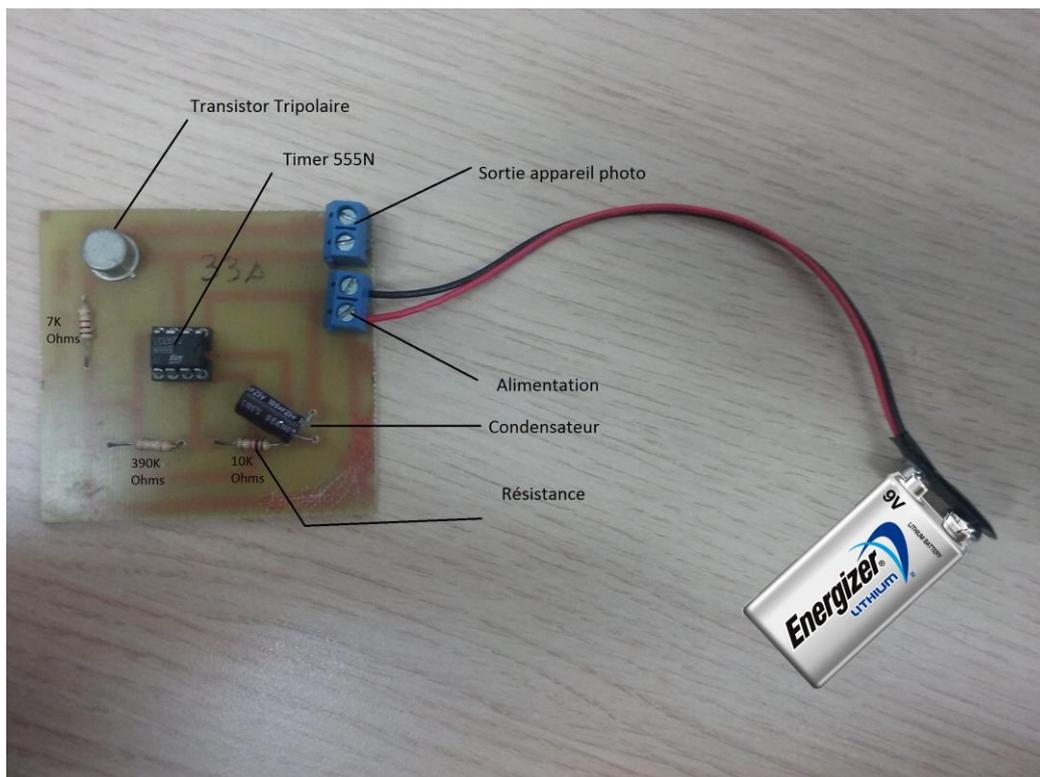
Nous avons décidé de choisir de configurer le circuit permettant de déclencher des photos toutes les 25 secondes sans avoir à déclencher la photo nous-même. Pour réaliser ce projet nous sommes allés sur plusieurs sites pour voir les différents types de circuit permettant de faire ce que nous recherchions. Après plusieurs recherches nous avons donc trouvés un circuit avec un Timer 555n. Ensuite, nous sommes allés sur un site pour voir la valeur des résistances. Après, on c'est renseigné sur le fonctionnement des composants (Timer, condensateur...).

Composant électronique utilisé : NE555

L'appareil photo utilisé est un appareil numérique 3,2 MegaPixels de marque KODAK - Référence C300 + circuit de déclenchement automatique (toutes les 25 secondes).



Circuit déclencheur





Alimentation du déclencheur automatique

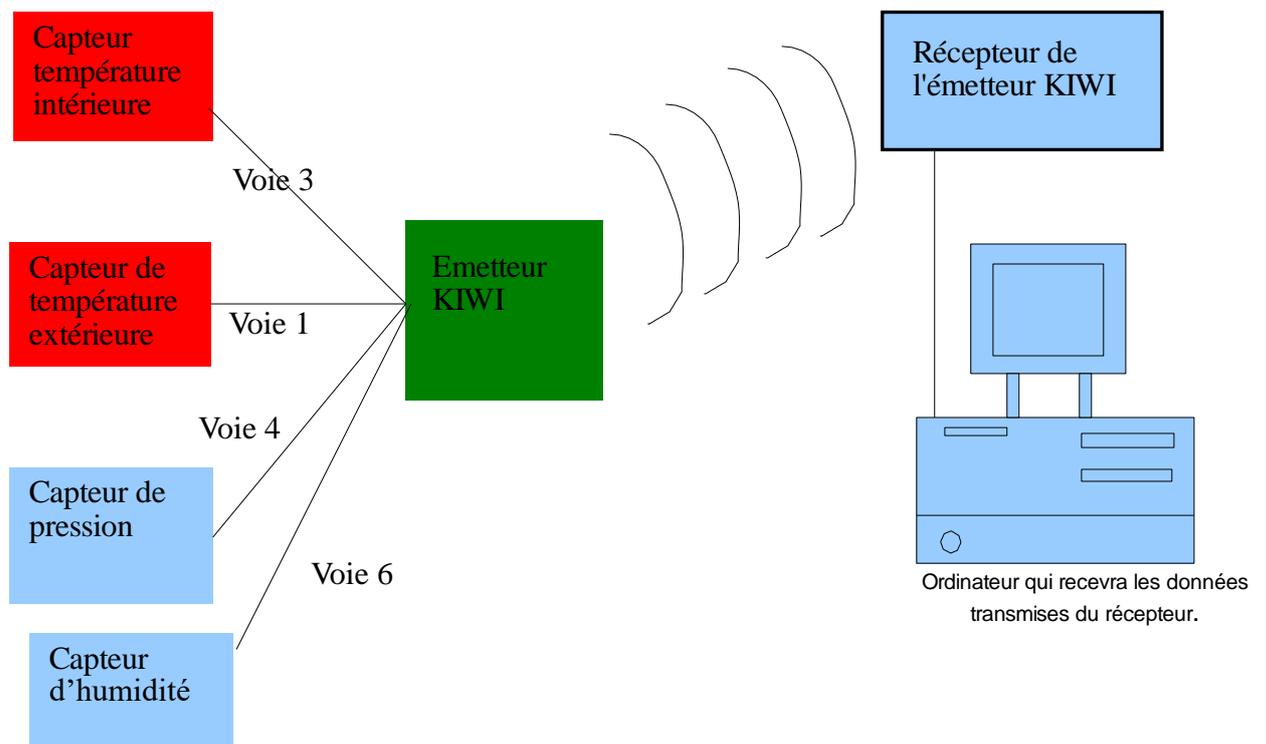
Circuit de déclenchement automatique.

Appareil photo de qualité (3Mpx)

7) L'émetteur kiwi

Les différents capteurs que nous avons placés seront reliés au capteur KIWI, qui est en fait l'émetteur. Nous avons programmé l'émetteur pour qu'il nous envoie les différentes données toutes les deux secondes environ, nous avons pour cela un récepteur muni d'une antenne qui sera relié à notre ordinateur, qui lui-même sera relié à notre ordinateur. Nous pourrions donc étudier toutes les valeurs.

Plan des capteurs :



Photos prises à partir de la petite nacelle

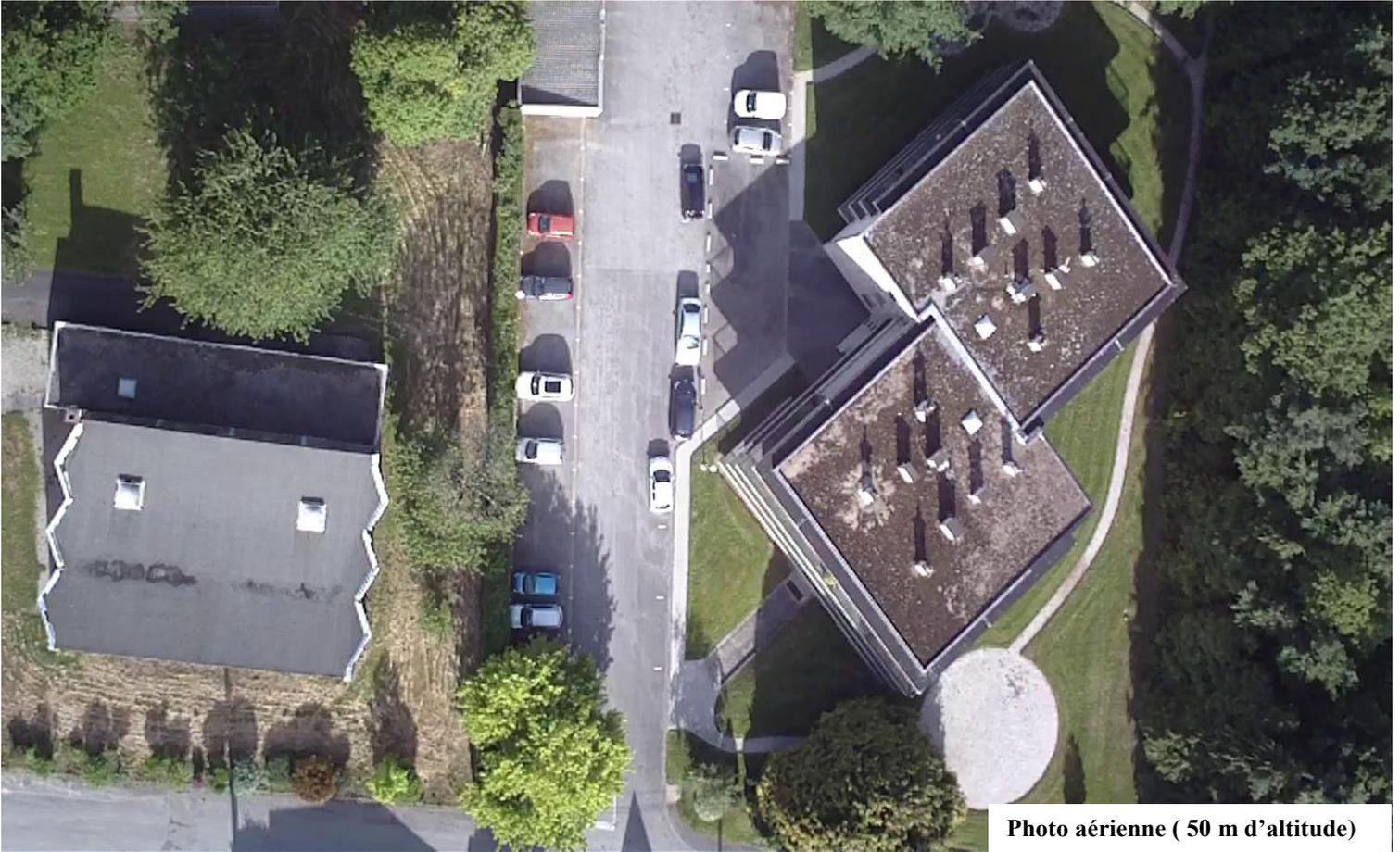


Photo aérienne (50 m d'altitude)

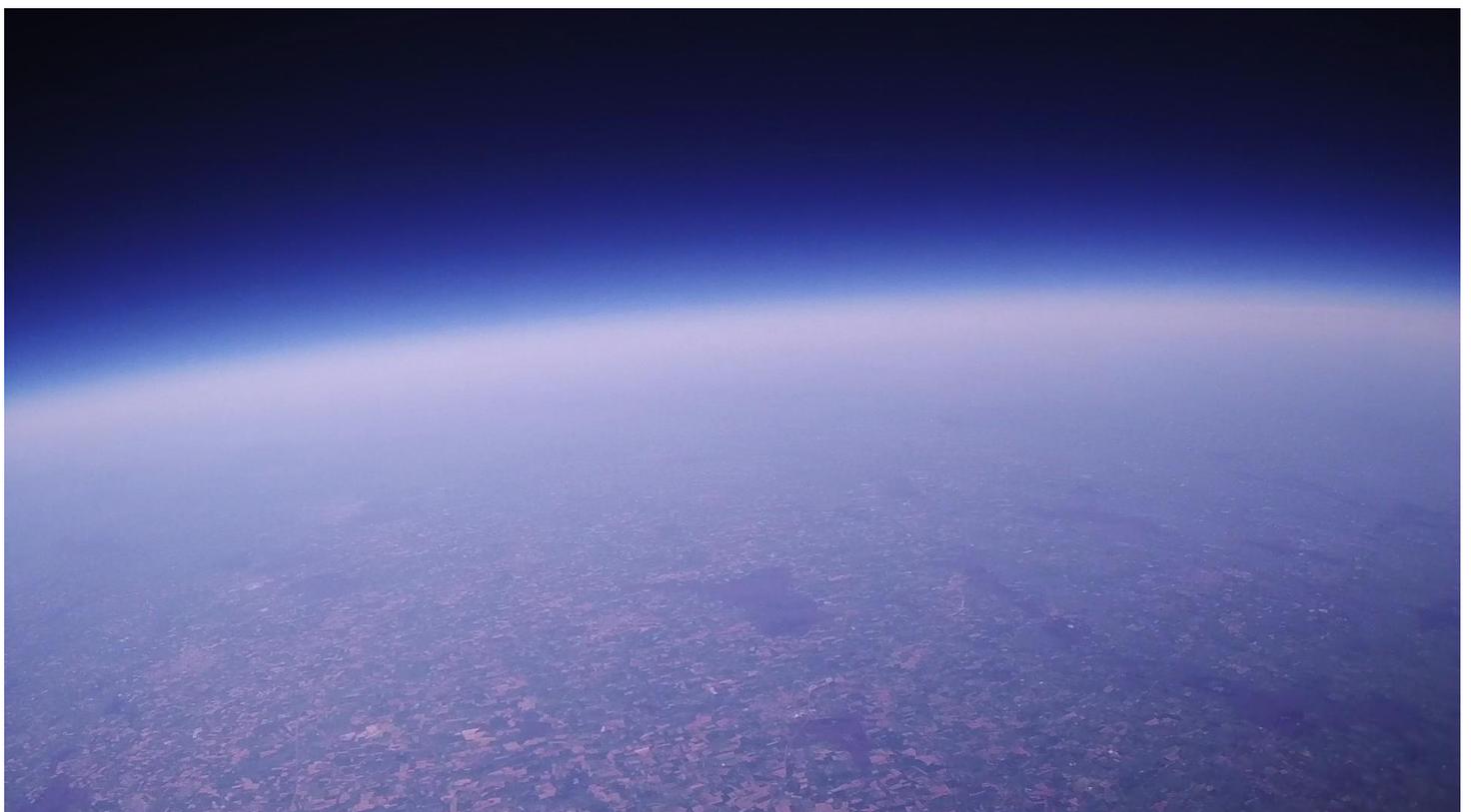


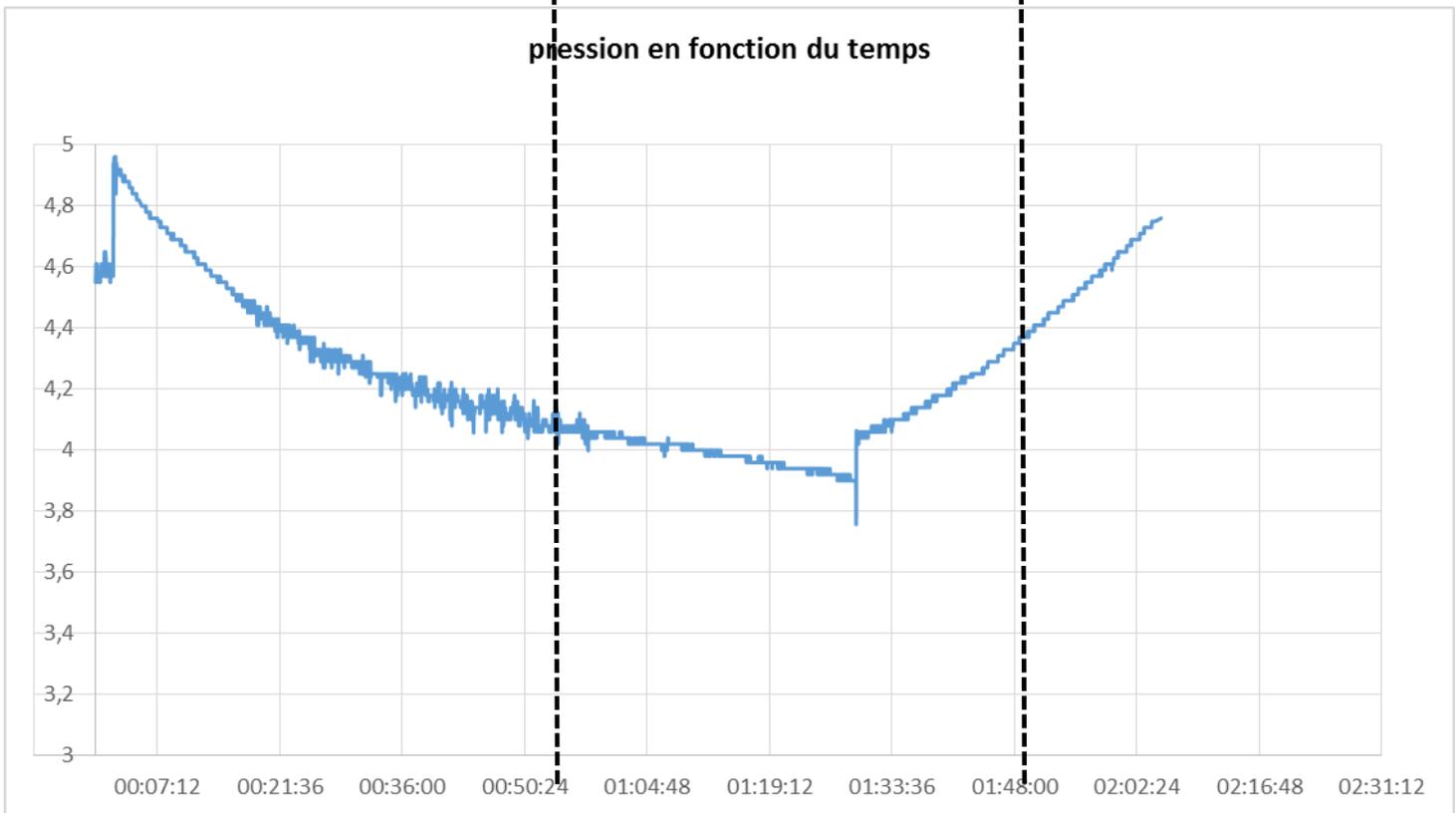
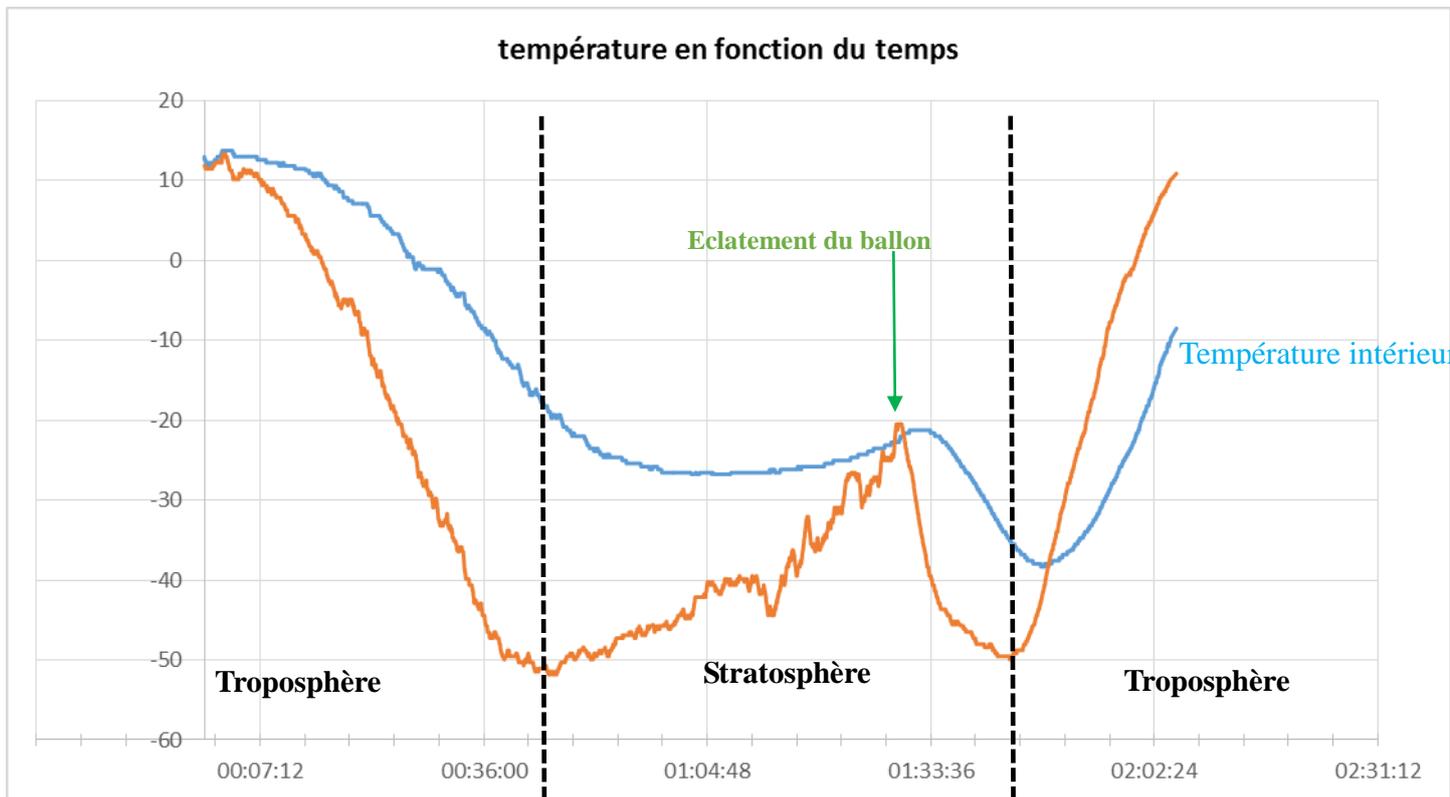
Photo aérienne (100 m d'altitude)

Photos prises à partir de la grande nacelle



Photos aériennes (à 20 et 27 km d'altitude)





A partir des données du capteur de pression, on peut déduire l'altitude du ballon en fonction du temps.

La perturbation à $t= 1\text{h } 32\text{min}$ signifie l'éclatement du ballon a lieu à 28 km d'altitude

En utilisant les deux graphiques, on peut déduire la **température en fonction de l'altitude** :

La température la plus basse atteinte par le ballon est de $-52\text{ }^{\circ}\text{C}$
d'après la courbe

REMERCIEMENTS :

Au nom de tous les élèves de l'option MPS (Méthodes et Pratiques Scientifiques) et de leurs chers professeurs nous remercions :

Erwan VAPPREAU aérotechnicien de planète sciences , qui nous a accompagné dans ce projet

Stéphane LEDUC technicien de laboratoire pour son aide précieuse
Jean-Yves LEBIHAN radio amateur pour son aide à la localisation des nacelles

Le CNES (Centre National d'Etudes Spatiales)

M. VALLEJO proviseur du lycée Bertrand d'Argentré

et la mairie de Vitré pour nous avoir prêté le terrain de sports pour le lâcher.