

radios amateurs dans la partie supérieure de la nacelle incluant le système GPS et la radio qui émet les données reçues ensuite au sol. Pour un premier essai nous avons retenu un capteur de pression, deux capteurs de température (à l'intérieur et l'extérieur de la nacelle) un capteur d'ozone et deux caméras. Tel un petit projet de recherche, il a fallu trouver les capteurs les mieux adaptés. Nous avons utilisé des thermistances pour la mesure de la température qu'il a fallu étalonner (figure 2).

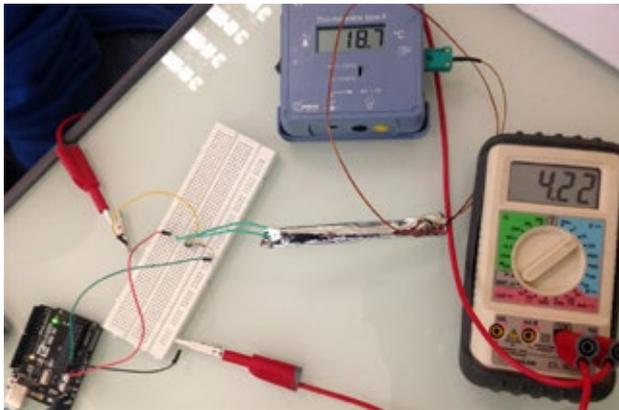


Fig.2. Étalonnage de la thermistance.

Pour le capteur de pression nous avons retenu une mesure différentielle car la plage de fonctionnement convenait aux très basses pressions présentes en haute altitude. Nous avons tenté de boucher un orifice du capteur sous pression réduite, cet orifice pouvant ensuite donner une pression de référence. Le radio-club a conçu pour cela un dispositif ingénieux, une pièce unique étant usinée pour l'occasion (figure 3).

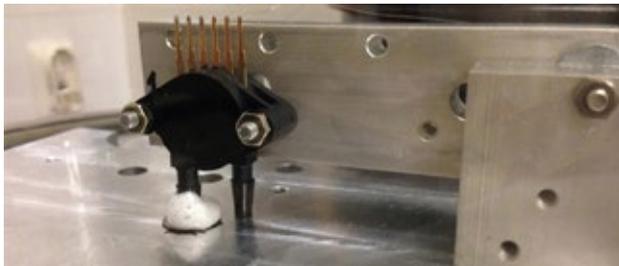


Fig.3. Le capteur de pression en noir, et la colle bouchant un orifice.

Une fois le vide partiel réalisé dans une cloche en laboratoire, on descend le capteur dont l'un des orifices viendra toucher un point de colle qui en séchant va l'obstruer : on obtient une pression de référence. Problème : à pression réduite la colle « mousse » et le dispositif devient très poreux ! Nous avons donc finalement mis un point de colle à pression normale, avec une baisse de précision dans nos mesures : comme il y a de l'air et non un vide partiel dans l'orifice de référence il nous faudrait tenir compte de ces variations de pression en fonction de la température ; notre étalon n'en n'est plus vraiment un.

Pour le capteur d'ozone, nous avons retenu un petit dispositif à la hauteur de nos moyens : le « MQ131 », qui doit être alimenté en continu 24 h avant le décollage et qui peut être relié directement au microcontrôleur Arduino.

Quant aux caméras, nous avons opté pour des « GoPro » car elles ont fait leurs preuves dans des conditions de température très faibles et les derniers modèles possèdent un mode « linéaire » qui ne déforme pas l'image, utile si l'on veut faire des mesures.

Pour les batteries, alors que la plupart des lancers précédents utilisaient des piles jetables, nous avons opté pour une batterie rechargeable « lithium-ion », après avoir vérifié son bon fonctionnement dans un congélateur.

Le jour J

Après l'autorisation donnée par la mairie pour l'utilisation du terrain et par l'Aviation civile pour éviter toute collision, le ballon peut décoller. Que d'émotions ! Ce sont les radioamateurs qui vont nous aider au gonflage puis à la récupération avec l'ADRASEC (Association Départementale des Radio Amateurs au service de la Sécurité Civile). On découvrira que le parachute ne s'est pas déclenché et que la nacelle est tombée en chute presque libre (ralentie par les frottements de l'air) heureusement en plein champ ! Les caméras auront filmé tout le long et les données pourront être exploitées.

Les résultats

La température

Nos mesures de température montrent que celle-ci baisse jusqu'à atteindre un minimum vers 13 000 m, puis elle remonte (figure 4).

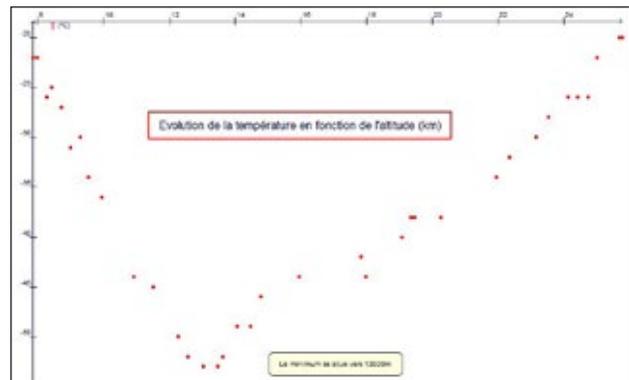


Fig.4. La température en fonction de l'altitude.

La pression

La pression diminue sans atteindre des valeurs aussi basses que prévues (nous n'avons pas pris en compte le fait qu'il y avait de l'air dans l'orifice de référence).

L'ozone

Le capteur d'ozone a bien fourni des valeurs mais qui ne correspondent pas à celles attendues ; ce capteur est très sensible aux variations de température (figure 5).

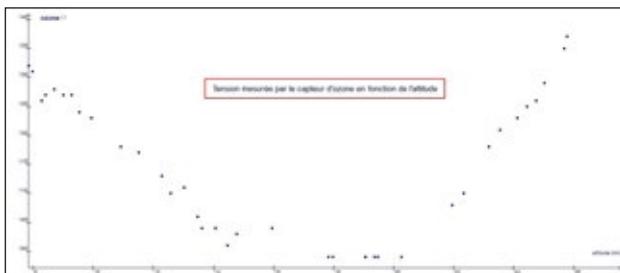


Fig.5. Tension mesurée par le capteur d'ozone en fonction de l'altitude.

La trajectoire du ballon

Les positions GPS permettent de visualiser la trajectoire sur Google Earth (figure 6).

Les photos

Les photos prises à haute altitude permettent de voir que le ciel n'est plus bleu mais noir et également de visualiser la rotondité de la Terre (figure 7).

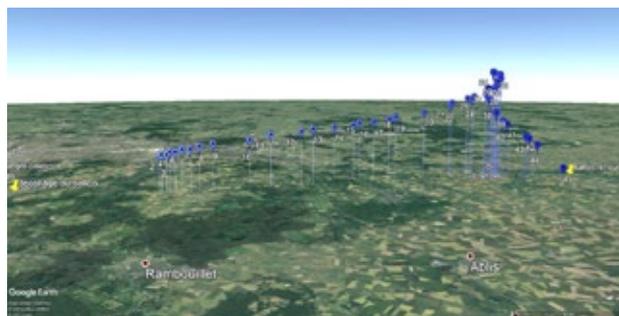


Fig.6. La trajectoire du ballon.



Fig.7. La Terre est ronde !

Un résumé de ce projet est visible à l'adresse <https://www.dailymotion.com/video/x60peec>. ■