

Pré-Projet de Ballon Sonde au Fab Lab de Lannion

Quelques notes – 19 /11/2023

Frank Meyer



1. Principe général

Exemples de réalisations à voir

<https://www.youtube.com/watch?v=kK6nie2fSsE>

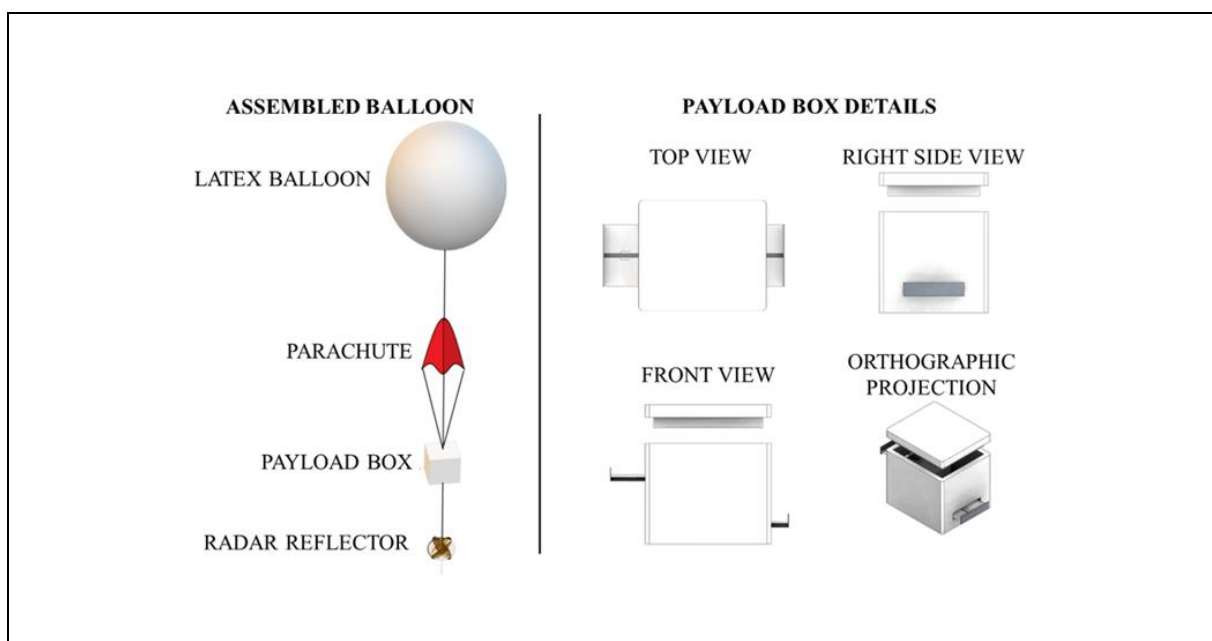
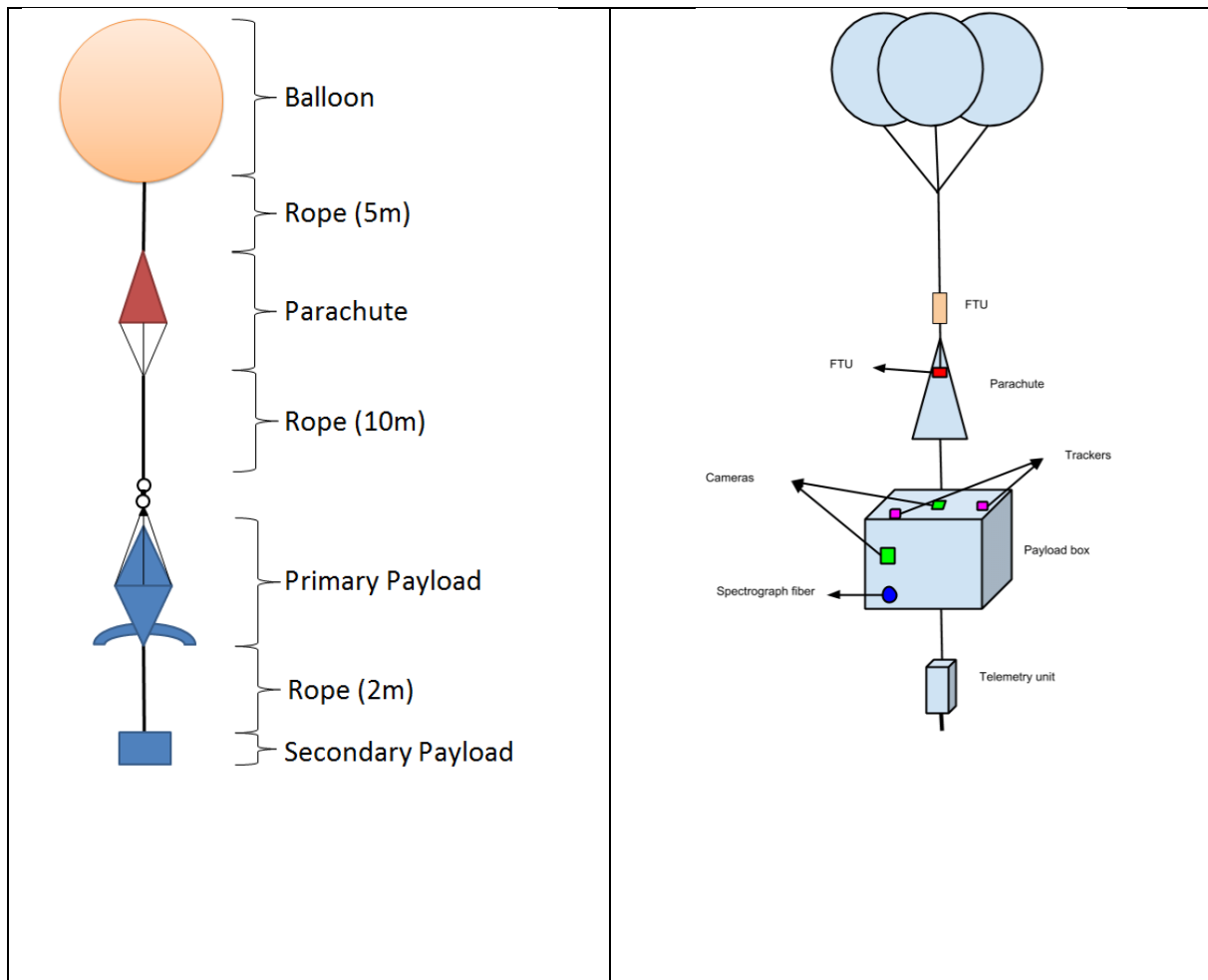
Si vous devez en voir une c'est sans doute celle-là : c'est une jolie vidéo montrant les principes puis l'ascension et la descente du ballon (sur une musique des Pink Floyd). Dans les questions réponses (dans les commentaires), les auteurs ont déclaré que leur projet leur avait coûté dans les 800 euros (il y a 5 ans). Pas de précision sur si cela incluait la caméra Go-pro ou pas.

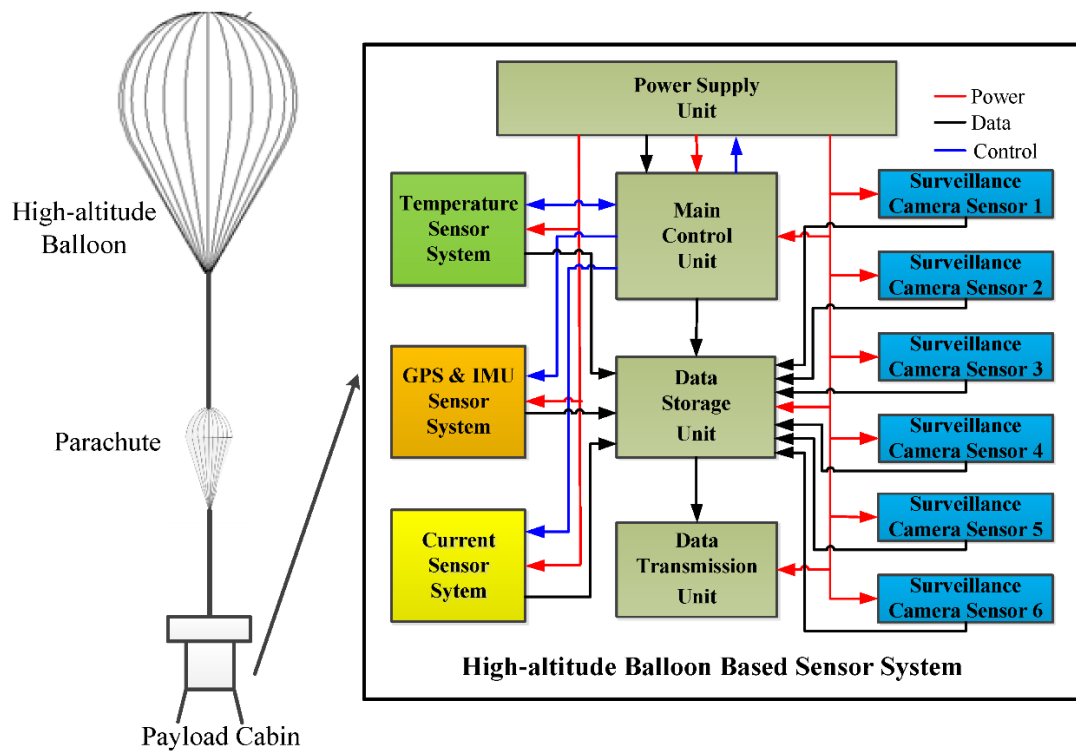
<https://www.youtube.com/watch?v=A4E08Ey3UvA&t=3s>

Autre vidéo intéressante sur un projet « ballon sonde ». Il s'agit de 2 jeunes étudiants suisse détaillant leur projet, en partenariat avec Swiss Strato (un club de ballon sonde en Suisse).

De nombreuses vidéos intéressantes sont récupérables via des requêtes sur Youtube :
« ballon sonde »,
« high altitude balloon »,
« balloon launching tracking », ...
etc

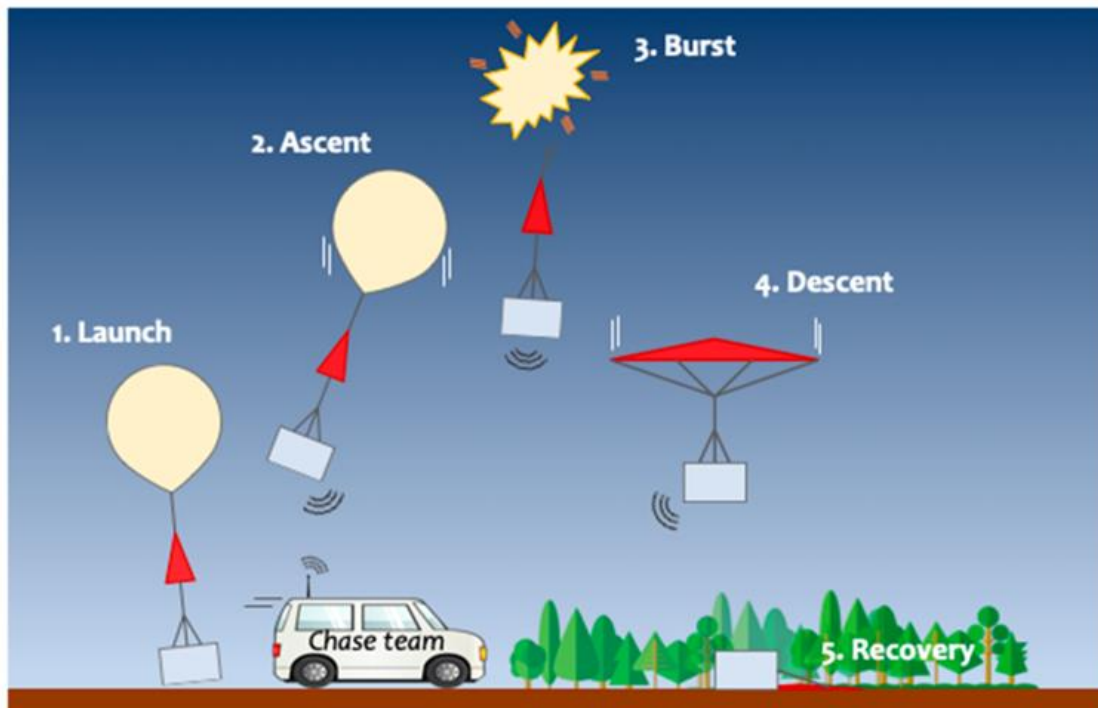
Exemples de configurations :





Le principe de lancement

Quand tout se passe bien :



Site pour hobbyistes, premiers conseils

Sites en anglais...

<https://ukhas.org.uk/doku.php?id=start>

un site avec plein de ressources...

https://ukhas.org.uk/doku.php?id=general:beginners_guide_to_high_altitude_ballooning

quelques conseils généraux

https://ukhas.org.uk/doku.php?id=guides:how_to_lose_your_flight

quelques conseils drôles et ironiques mais très utiles sur « comment rater son vol »

<https://www.hightitudescience.com/>

Tutoriaux + Vente de composants (parachutes, hardware)

<https://www.stratoballooning.org/>

FAQ plus quelques infos sur le tracking

<https://www.intechopen.com/chapters/58400>

Plein d'infos et d'idées pour concevoir les sondes des ballons

Autres sites intéressants

<https://www.ksat-stuttgart.de/en/our-projects/bubble/>

Ballon sonde pour satellites...

<https://www.n1fd.org/2016/12/21/high-altitude-balloon-stem-project/>

Par des radio-amateurs...

<https://www.metastellar.com/nonfiction/news/space-perspective-unveils-luxurious-capsule-interior-for-high-altitude-balloon-rides/>

Pour le fun : de la science-fiction amusante (mais finalement assez réaliste) :

Principaux composants à prévoir

- Consommable : le ballon, à gonfler à l'hélium ; ballon à acheter, bouteille d'hélium à louer
- Un réflecteur radar (nécessaire pour avoir l'autorisation de lancement, il semble, au moins en France)
- Un parachute
- Une boîte « sonde » avec les différents éléments, dont les caméras et un dispositif de géolocalisation pour retrouver la boîte

Principales démarches / contraintes à voir

Se renseigner auprès de l'aviation civile ; il y aura notamment

- Avoir une charge utile petite (moins de 1kg environ de mémoire)
- Avoir un réflecteur radar (pour être visible des avions)
- Déclarer le jour/ lieu de lancement
- Voir si assurance nécessaire (idéalement se renseigner auprès de clubs...)

Voir les contraintes légales en transmissions, si on envisage d'avoir une communication avec la sonde durant le vol.

2. Premiers éléments de tarifs

Fournisseurs de ballons

Random Solution (+ frais de ports à prévoir)

http://randomsolutions.co.uk/Random_Aerospace/Balloons.html

Le site propose aussi des calculs/simulations pour savoir quel ballon

Ces ballons peuvent être gonflés à l'hélium ou à l'hydrogène

Ballon type : Brand New, High Quality Balloon. 1200g Hwoyee HY-1200 1200g Hwoyee - £72.37 Burst diameter >= 9.1m (Manufacturer's data) Environ 2.7m3 d'hélium nécessaire	Environ 83,52 Euro + frais ports / taxes éventuelles Environ 13 euros de plus
Modèle en dessous : Brand New, High Quality Balloon. 800g Hwoyee HY-800 800g Hwoyee - £33.75 Burst diameter >= 7.0m (Manufacturer's data) Environ 2m3 d'hélium nécessaire	Environ 39 euros + environ 13 euros

randomsolutions.co.uk/Random_Aerospace/Balloons.html

annuaire... Orange Services de traducti...

Meteorological Balloon Burst Estimator

1) Choose Balloon: (Burst Diameter: m Weight: g Cd:)

2) Choose Lifting Gas (Gas Density: Kg/cu m)

3) Enter weight to be lifted: g (include weight of Payload + Parachute and Line etc.)

4) Enter desired average ascent rate: m/s (4.0 to 6.0m/sec is typical)

5) Click to

Estimated burst altitude: m (ft)

Gas volume required: cu m (cu ft)

Neck lift: Kg (lb)

Time to burst: min (hrs)

The data for balloons with a * designator has been back calculated from burst altitude rather than the burst diameter quoted by the manufacturer.

Disclaimer The above calculator is for guidance only - balloon burst altitudes vary from balloon to balloon. No responsibility for accuracy is taken by Random Engineering Ltd.

This model tends to under estimate balloon burst altitude for small balloons by up to 3.5% - and over estimate for big balloons by up to 3.5%

Hélium

En général, bouteille à 300 bars, donc **Détendeur** à louer aussi : environ 45 euros

Exemples

<https://www.pyrofolies.com/ballons-helium/358-helium-m15-27-m3-200-ballons-o-30-cm-al.html>

(sur Paris)

Location bouteille 2.7m3 Hélium : **283 euros TTC** + fais de port (Paris !)

<https://www.helium-ballons.fr/location-219/bouteille-helium-t10-2-6m3--7.html?sidf9d20589=pfti90epgr8hq6kfjssipeqfbvenhdfe>

(semble avoir un réseau plus grand)

Location bouteille 2.6m3 : **264,00 € TTC**

- Documents à fournir : - Extrait K-BIS de moins de 3 Mois (pour les entreprises ; à voir s'ils louent aux particuliers)

+ Pièce d'Identité du Représentant Légal

Prévoir : Consigne bouteille : 300 euros

Si les chiffres sont corrects, le lancement d'un ballon sonde coûterait, en « consommable » (ballon + hélium) **au moins / environ 400 euros** (moins de 100 euros pour le ballon, environ 300 euros pour l'hélium + détendeur). Ordre de grandeur, hors consigne, hors éventuel coût de déplacement ou de livraison.

+ une assurance sera sans doute à contacter. Budget à préciser.

Parachute

A voir : environ 50 livres / 60 euros si acheté. Peut-être fabriqué ? Intéressant à faire... Mais il faut peut-être un parachute spécial (il ne devra pas s'emmêler dans la zone proche de l'espace, et il devra s'ouvrir correctement dès que l'air sera assez dense).

Réflecteur radar

Type / Cout à préciser.

Boite « sonde »

Le coût là dépend beaucoup... Avec de la récupération le coût peut être proche de 0. Ou il peut monter à quelques centaines d'euros si on choisit du matériel particulier à acheter.

Une idée serait, si possible, d'utiliser des Smartphones de récupération, plus un système de « climatisation » pour assurer une température correcte durant le vol (batteries + radiateur).

3. Quelques questions en vrac

Le plus gros cout, incompressible ?

Sans doute l'hélium si on n'achète pas de matériel hardware cher. Compter aux alentours de 300 euros, plus 50 euros environ de détenteur. Plus peut être le cout d'aller chercher la bouteille ou de se la faire livrer.

Prévoir aussi environ 300 euros de consigne.

Problèmes d'hélium frelaté ?

Noté sur plusieurs sites : éviter les petites bombonnes d'hélium pour les ballons fantaisies : pas de l'hélium pur mais de l'hélium coupé (air, oxygène, co2). Prendre un fournisseur officiel.

Utilisation de l'hydrogène ?

Pas recommandé car c'est inflammable et explosif. Economies à vérifier car en France, il n'est pas forcément plus facile à obtenir en bouteille que l'hélium, et est plus délicat à manipuler.

D'un autre côté, cette vidéo <https://www.youtube.com/watch?v=QfDDezwZ8QM> montre un groupe de passionnés lancer des mini-ballons voyageurs basés sur l'hydrogène (ce ne semble pas être des débutants par contre, et c'est aux US...). Voir Pico-ballons.

Fabriquer l'hydrogène lors du lancement et lancer à distance ?

Au minimum ce serait un projet à part entière : comment produire dans une petite structure, de façon économique et sûre au moins 2 mètres-cubes l'hydrogène ? Cela paraît compliqué. La production de 2m3 d'hydrogène consomme soit beaucoup d'électricité, soit des réactifs chimiques assez chers. L'étape de production peut être dangereuse (production de chaleur, risque d'électricité statique...). Un ballon doit être de toute façon être refermé avant lancement donc on doit manipuler un ballon rempli d'hydrogène à un moment.

Faire des Pico Ballons ?

Une alternative possible aux ballons sondes « standards » est le Pico-Ballon.. Un Pico Ballon est un petit ballon sonde avec une charge utile de quelques dizaines de grammes seulement, donc demandant quelques dizaines de litres de gaz. Dans ce cas, l'hydrogène pourrait peut-être être générée durant le lancement via électrolyse. Point à étudier. Par contre un pico-ballon est très contraint dans sa charge utile, et est plutôt utilisé par les radio-amateurs. On ne récupère pas la charge utile d'un pico ballon, elle semble être (sur les exemples vus) auto-alimentée par un mini panneau photovoltaïque. Le Pico Ballon reste plusieurs jours à plusieurs semaines en vol. Un club possible pour les pico-ballons : <https://groups.io/g/picoballoon> (il faut s'inscrire).

Où est le gros du travail ?

Le choix de la technologie, le design, la réalisation et les tests de la « boîte -sonde ». Ne pas négliger pour autant les aspects réglementaires pour le vol et la communication. Bien profiter de l'expérience d'autres amateurs (veille techno et réseautage à faire...)

Communication via smartphone durant le vol (au moins sur les 2000 premiers mètres) ?

A voir au niveau réglementation. Il semblerait que tout smartphone « en vol » doive être coupé. Point à vérifier.

Utiliser un smartphone pour le GPS ?

Ça semble possible mais pas recommandé sur certains sites. Il y a sans doute des contraintes durant le vol : pas de communication 4g, donc il faudrait réactiver le tracking du smartphone à l'atterrissage. Sinon il faudra étudier les solutions alternatives au tracking.

Risques de ne pas retrouver la sonde ?

Risque réel, vu sur plusieurs sites

- Tracking défectueux
- Parachute défectueux, ou pas testé
- Atterrissage dans une mauvaise zone (mer, lac, toit d'un bâtiment, cime d'un arbre...)

Se prémunir du risque de ne pas retrouver la sonde, et de perdre les infos du vol ?

Suppose dans ce cas qu'on a une communication continue durant l'ascension, avec au minimum la possibilité d'envoyer des photos et des mesures. Voir les protocoles de transmission autorisés si cela est envisageable.

Comment tester le module sonde ?

Séances en congélateur ? Séances via cerf-volant ? Autres ?

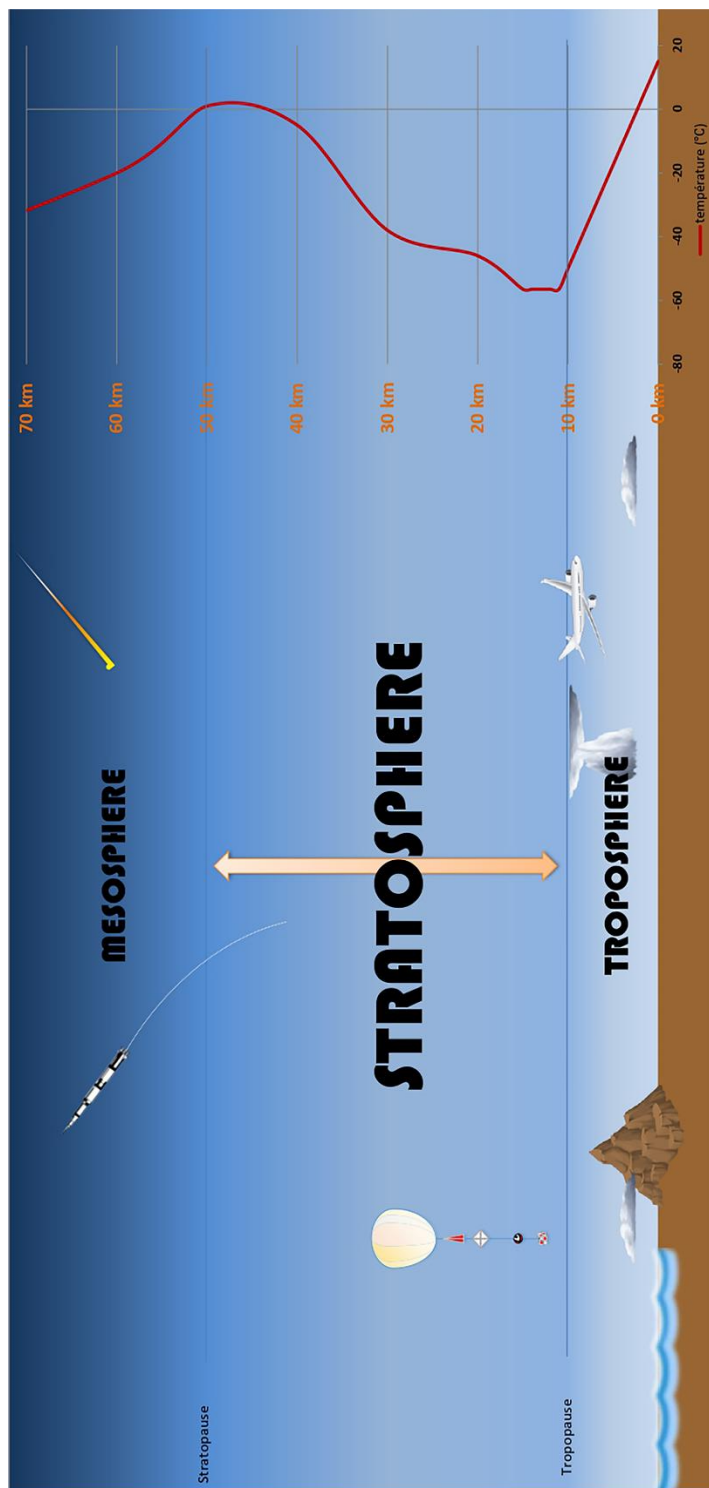
Comment tester la récupération du module sonde avec le parachute ?

Tests envisageables à basse altitude via un largage par Cerf-Volant ?

A voir : tests par largage d'avion via l'aéroclub / le club de parachutisme de Lannion ?

Quelle température doit supporter la boîte sonde ?

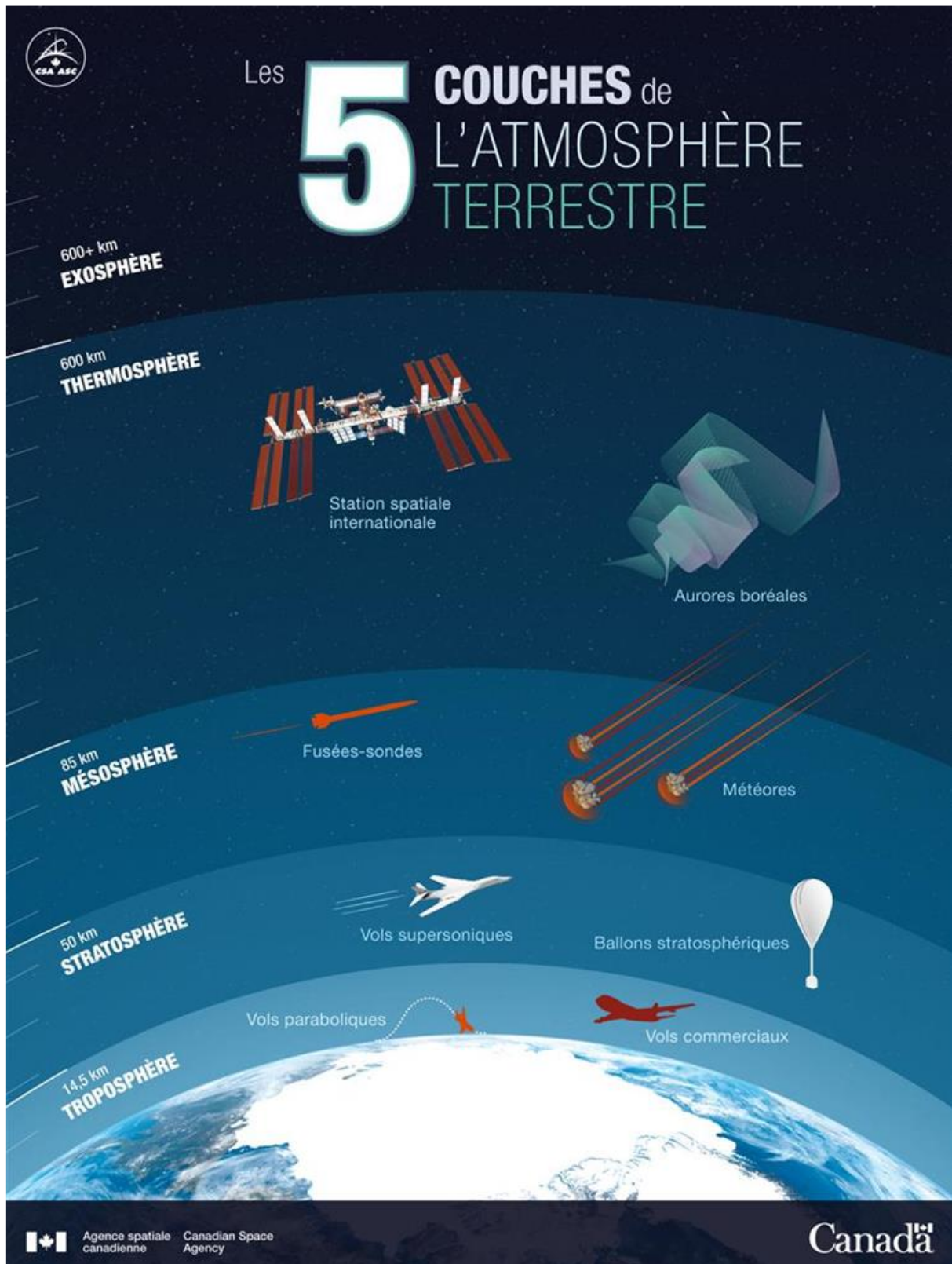
Jusqu'à -60°C, sans tomber en panne !



4. Les TODOs pour le lancement du projet...

Constituer un carnet d'adresse Rechercher des retours sur expérience, contacter des amateurs / experts qui peuvent permettre de gagner du temps Voir les personnes qui pourraient nous aider pour les tests de la sonde	Voir les clubs en France en priorité, en Europe sinon Voir autres contacts qui peuvent nous renseigner : Météo France / Aéro-club Personnes qui peuvent nous aider pour les tests de la sonde : Clubs / Amateurs cerfs-volants ? Aéro-club de Lannion, et parachutistes ? Autre ? Personnes ayant accès à des chambres très froides ?
Être au fait la législation française !	Trouver les contacts et les textes sur les 2 sujet clés : La réglementation du vol de ballons stratosphériques La réglementation sur les communications avec un aéronef L'assurance ? Faire la check list de préparation du lancement
Trouver la source de gaz (Hélium à prioriser)	Faire liste fournisseur et comparer des prix (bouteille, détendeur, livraison/ou déplacement) Voir l'éventuelle alternative de l'hydrogène (si un club ou des amateurs experts utilisent cette techno et peuvent nous conseiller)
Trouver le fournisseur du ballon, voire des matériels annexes : Parachute Réflecteur radar	Faire la liste des fournisseurs et comparer les prix / qualité / références
Etudier les premiers choix scientifiques et techniques de la sonde	<u>Quels objectifs scientifiques ? (Utiles pour avoir des sponsors ou soutiens)</u> Quelles technos ? Quels tests pour les choisir ? Smartphones ou non ? Quels principes de tracking gps ? Quel type de communication Quels capteurs de base ? Faire la liste des pistes possibles...
<i>On y va !</i>	

Annexes



Expériences scientifiques avec un ballon sonde : l'avis de Chatgpt du 19/11 2023

Donne-moi des idées d'expériences scientifiques faisables avec un ballon sonde ; distingue 2 catégories, celle des idées faisables par des hobbyistes, et celles qui sont réservées plutôt, par leur coût ou leur complexité, à des professionnels.

****Expériences faisables par des hobbyistes :****

1. **Analyse de la variation de la pression atmosphérique :**

- Attachez un baromètre au ballon sonde pour mesurer la pression atmosphérique à différentes altitudes. Comparez les résultats avec les prévisions météorologiques.

2. **Collecte de données météorologiques :**

- Équipez le ballon sonde de capteurs de température, d'humidité et de pression. Analysez les données recueillies pour comprendre les changements dans l'atmosphère.

3. **Étude des rayonnements cosmiques :**

- Fixez des détecteurs de rayonnements cosmiques au ballon sonde. Analysez les données pour étudier comment le niveau de rayonnement varie avec l'altitude.

4. **Observation de la courbe de la Terre :**

- Montez une caméra sur le ballon sonde pour enregistrer la courbure de la Terre à mesure qu'il prend de l'altitude. Cela peut être un projet visuel intéressant.

5. **Collecte d'échantillons d'air :**

- Attachez des conteneurs d'échantillons d'air au ballon pour prélever des échantillons à différentes altitudes. Analysez la composition de l'air pour comprendre les variations.

****Expériences plutôt réservées aux professionnels :****

1. **Étude de la couche d'ozone :**

- Utilisez des capteurs spécialisés pour mesurer la concentration d'ozone à différentes altitudes. Cette expérience nécessite des équipements coûteux et une expertise approfondie.

2. **Mesure des particules fines et des polluants atmosphériques :**

- Intégrez des instruments sophistiqués pour mesurer les niveaux de particules fines, de CO₂ et d'autres polluants atmosphériques. Ces équipements sont souvent coûteux et nécessitent une calibration précise.

3. **Étude des vents stratosphériques :**

- Utilisez des instruments de pointe pour mesurer la vitesse et la direction des vents stratosphériques. Cela peut nécessiter des capteurs de vent avancés et une analyse météorologique approfondie.

4. **Étude de la ionosphère :**

- Intégrez des dispositifs de mesure des paramètres ionosphériques pour étudier les variations électriques à différentes altitudes. Cette expérience nécessite une compréhension avancée de la physique atmosphérique.

5. ****Cartographie thermique de l'atmosphère : ****

- Utilisez des capteurs infrarouges sophistiqués pour cartographier la distribution thermique de l'atmosphère. Cette expérience demande des compétences techniques avancées et des équipements spécialisés.

Lors de la réalisation de ces expériences, il est important de respecter les réglementations de l'aviation et d'obtenir les autorisations nécessaires, en particulier pour les expériences à haute altitude.

Autres Contacts Utiles...

Les radio-amateurs

Des clubs radio-amateurs utilisent des ballons sondes !

Le site français : <https://www.radioamateurs-france.fr/>

Ils ont des informations très intéressantes :

https://www.radioamateurs-france.fr/wp-content/uploads/activit%C3%A9s-ballons-haute-altitude-2016_160116.pdf

Autorisation / Formulaire

La demande d'autorisation de lâcher d'un ballon sonde : le formulaire est ici :

https://www.formulaires.service-public.fr/gf/cerfa_15915.do