Voici les instructions en anglais :
Here you can find the English instructions:

STRATO FLIGHTS



Enregistreur de données STRATO4

Enregistrement des données de mesure dans la stratosphère

Avant-propos

Merci beaucoup pour ta confiance dans notre Enregistreur de données STRATO4 et pour ton intérêt pour cette mission de recherche très spéciale. Nous aimerions t'offrir l'opportunité de vivre une aventure inoubliable avec des enregistrements vidéo à couper le souffle depuis une altitude à laquelle aucun avion ne vole plus depuis longtemps et d'où l'on peut voir le noir de l'espace et le bleu de notre planète : la stratosphère ! L'Enregistreur de données STRATO4 enregistrera des données de vol pendant ta mission.

Stratoflights effectue des vols dans la stratosphère depuis 2011. Initialement conçu comme un projet cinématographique privé unique, notre équipe fondatrice a créé avec ce projet la possibilité de rendre la stratosphère accessible à tous. Qu'il s'agisse de vols de recherche, d'expériences scolaires, de tournages publicitaires ou simplement d'un projet familial ou d'aventure, un projet stratosphérique est synonyme de fascination et d'aventure pure. C'est promis !

Afin que toi aussi tu puisses entrer dans le « Hall of Fame » des STRATOnautes, nous avons compilé dans notre boutique, à partir de notre expérience de plus de 1 000 vols stratosphériques, le meilleur équipement, afin que tu puisses mener ta propre mission de recherche dans la stratosphère.

Lorsque nous n'avons pas trouvé l'équipement optimal sur le marché mondial, nous avons développé nos propres produits avec nos ingénieurs afin de créer des conditions parfaites. Ainsi, nous avons jusqu'à présent développé des parachutes, des batteries, des enregistreurs de données, le traceur GPS STRATOfinder et même des ballons-sondes selon nos propres exigences, et nous les faisons produire pour nos clients du monde entier issus de divers secteurs et domaines d'application.

Outre un équipement de la plus haute qualité, nous te proposons ici un guide pour l'enregistrement des données de mesure de ton vol stratosphérique. Elles te montrent comment monter et utiliser le STRATO4 dans ta sonde et comment analyser et visualiser les données enregistrées. Pour te préparer à fond à ta mission, regarde en tout cas le tutoriel sur notre site web, où tu trouveras aussi des outils utiles et une application gratuite. Si tu t'intéresses à un manuel détaillé, qui décrit la mission stratosphérique sur plus de 80 pages, avec d'innombrables images ainsi que des trucs et astuces, jette un œil au manuel du ballon-sonde dans notre boutique.

Nous te souhaitons beaucoup de plaisir, beaucoup de succès et de superbes images pour ton aventure dans la stratosphère !

Ton équipe Stratoflights



Table des matières

1 Remarques générales 5
1.1 Caractéristiques 5
1.2 Données de mesure 5
1.3 Contenu de la livraison 6
1.4 Vue du produit 7
1.5 Guide de démarrage rapide 8

2 Utilisation du STRATO4 10
2.1 Préparatifs 10
2.2 Mise en marche 11
2.3 Utilisation 12
2.4 Arrêt et mise hors tension 15

3 Installation dans la sonde stratosphérique 16
3.1 Fixation du STRATO4 16
3.2 Fixation de la carte de capteurs 16

4 Analyse des données 18
4.1 Analyser les données de vol avec l'outil d'analyse 18
4.2 Trajectoires de vol en 2D et en 3D dans Google Earth 21
4.2.1 Trajectoire de vol en 2D dans GPS Visualizer 21
4.2.2 Trajectoire de vol en 3D dans Google Earth 22

5 Interface UART 24

6 FAQ et dépannage 26

7 Caractéristiques techniques 28

8 Consignes de sécurité 29

9 Liste de contrôle : avez-vous pensé à tout ? 35

10 About Stratoflights 39

1 Remarques générales

Avant utilisation : avant d'utiliser pour la première fois l'Enregistreur de données STRATO4, lis attentivement et intégralement ces instructions, et respecte exactement les étapes et l'ordre prescrits ici afin de garantir une configuration et un fonctionnement sans erreur ainsi qu'une analyse correcte des données de mesure. Conserve bien ces instructions. Si tu les perds, tu peux les télécharger de nouveau au format numérique depuis ton compte client sur www.stratoflights.com.

1.1 Caractéristiques

Ton Enregistreur de données STRATO4 offre les caractéristiques suivantes :

- Module GPS débridé : enregistre les données jusqu'à 50 000 mètres d'altitude. La plupart des modules GPS se bloquent dès 18 000 mètres !
- Enregistrement des données toutes les 2 secondes sur une carte micro SD sous forme de fichier .csv.
- Analyse simple des données par lecture de la carte micro SD.
- Utilisation simple, aucune connaissance en programmation requise.
- Outil en ligne « Analyse de l'enregistreur de données » pour créer des graphiques.
- Outil en ligne « Analyse de l'enregistreur de données » pour créer une trajectoire de vol en 3D sur Ayvri.
- Outil en ligne « Analyse de l'enregistreur de données » pour créer une trajectoire de vol en 2D et en 3D dans Google Earth.
- Interface de données UART pour lire les valeurs de mesure et les données GPS.
- Conception légère et compacte (72 g) avec grand écran couleur.
- Fonctionnement sur pile (9 V).
- Les valeurs de mesure de l'Enregistreur de données STRATO4 sont traitées dans la Séquence pédagogique : vol stratosphérique.

1.2 Données de mesure

Ton Enregistreur de données STRATO4 enregistre les données de mesure suivantes, qui sont disponibles pour l'analyse :

- Durée de fonctionnement actuelle
- Heure (UTC)
- Date
- Qualité du signal GPS

- Nombre de satellites utilisés
- Position GPS (longitude et latitude)
- Vitesse au sol
- Vitesse de montée et de descente
- Altitude de vol
- Température intérieure
- Température extérieure
- Humidité
- Pression atmosphérique
- Intensité de la lumière blanche
- Intensité de la lumière rouge
- Intensité de la lumière verte
- Intensité de la lumière bleue
- Infrarouge
- Rayonnement UV-A
- Tension de la pile
- Tension de bord
- Tension d'entrée I
- Tension d'entrée II
- Tension d'entrée III
- Déclencheur d'entrée externe I
- Déclencheur d'entrée externe II
- Déclencheur de sortie I
- Déclencheur de sortie II

1.3 Contenu de la livraison

L'Enregistreur de données STRATO4 est livré avec le contenu suivant. Dès le déballage de ton STRATO4, vérifie que le contenu est complet à l'aide de la liste suivante :

- Enregistreur de données STRATO4, câble de données inclus, avec carte de capteurs
- Carte mémoire micro SD 16 Go Kingston
- Câble d'alimentation (déjà branché)
- Disponible en option : pile 9 V pour l'enregistreur de données
- Disponible en option : STRATO4case

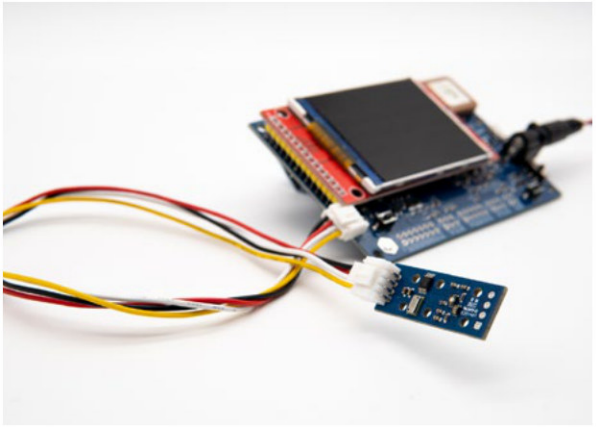


1.4 Vue du produit

Les vues suivantes du produit te donnent une impression complète de l'Enregistreur de données STRATO4 :



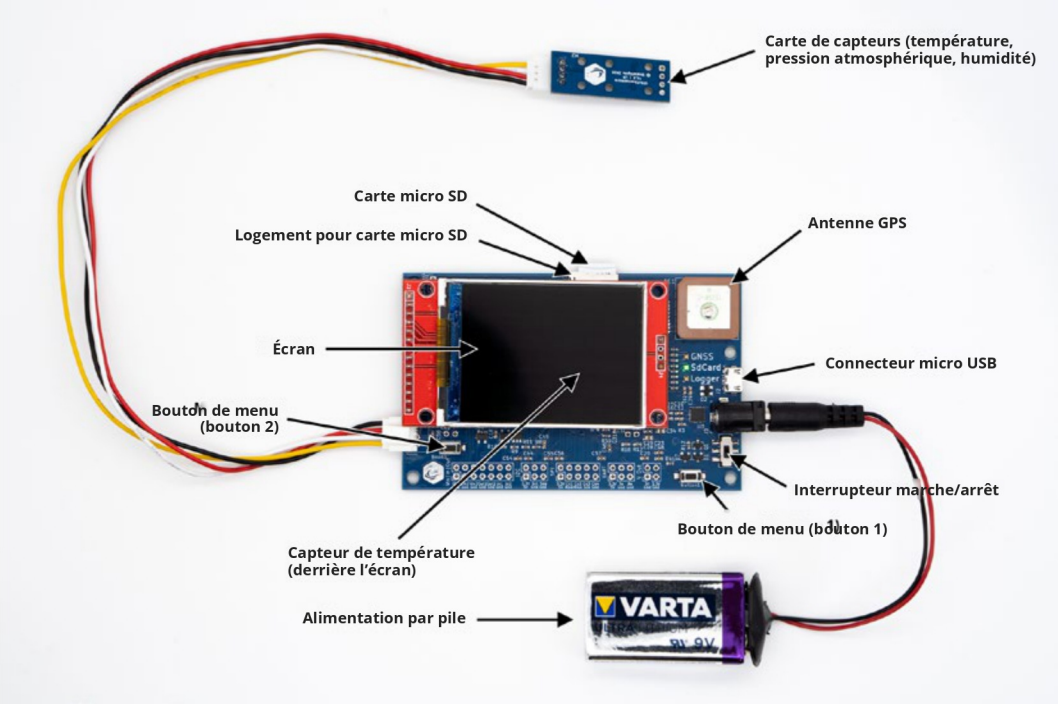






1.5 Guide de démarrage rapide

Pour préparer ton Enregistreur de données STRATO4, tu peux utiliser le guide de démarrage rapide suivant. Note que toutes les étapes y sont présentées de manière succincte et qu'il peut être utile de consulter aussi la description détaillée, car tu y trouveras des trucs et astuces utiles. Si tu rencontres des difficultés, consulte les chapitres suivants, où chaque étape est expliquée en détail.



1. Vérifie d'abord que l'Enregistreur de données STRATO4 est relié à la carte de capteurs par le câble de données d'environ 30 cm, au niveau du connecteur blanc.
2. Insère la carte micro SD fournie dans le logement jusqu'à ce qu'elle s'enclenche.
3. Vérifie que le câble d'alimentation est bien branché dans la prise. Raccorde la pile 9 V, si elle est fournie.
4. Pour mettre l'Enregistreur de données STRATO4 en marche, actionne l'interrupteur marche/arrêt. Le STRATO4 démarre. Dès le démarrage, le STRATO4 est actif, enregistre toutes les valeurs de mesure toutes les 2 secondes et sauvegarde toutes les données sur la carte micro SD.
5. Pour une réception GPS optimale, fixe ton STRATO4 à l'horizontale dans ta sonde stratosphérique. Tu peux pour cela utiliser par exemple du ruban adhésif double face ou du ruban adhésif tissé Tesa.
6. La carte de capteurs, reliée au câble de données d'environ 30 cm, doit être fixée à l'extérieur de ta sonde stratosphérique afin de mesurer par exemple la température exté-

rieure. Ne recouvre pas la carte de capteurs de ruban adhésif : les petits capteurs seraient sinon recouverts et aucune mesure, ou des mesures erronées, serait effectuée. Fixe donc uniquement le câble de données avec du ruban adhésif tissé Tesa.

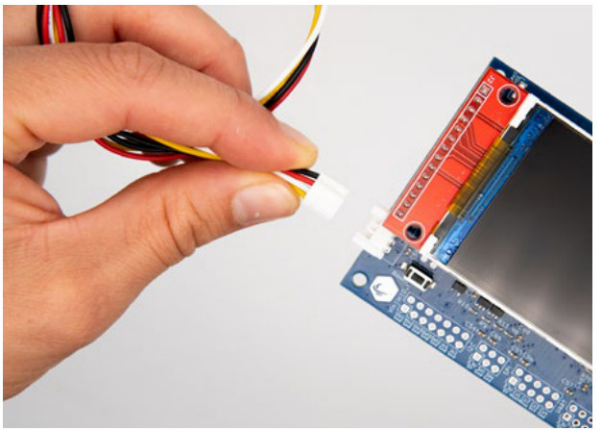
7. Une fois ton vol stratosphérique réussi et ta sonde récupérée, appuie d'abord pendant 2 secondes sur le bouton de menu situé à droite (bouton 1), afin que l'Enregistreur de données STRATO4 puisse sauvegarder ses données et s'éteindre. Ce n'est qu'après avoir arrêté l'enregistreur de données avec le bouton 1 et après que l'écran indique qu'il peut maintenant être éteint que tu peux actionner l'interrupteur marche/arrêt. Si tu actionnes directement l'interrupteur, tu perds des données !
8. Retire la carte micro SD de l'enregistreur de données. Par sécurité, copie immédiatement tes données de vol sur un autre support de stockage.
9. Le fichier .csv écrit par l'enregistreur de données peut être analysé avec Excel ou directement avec l'outil « Analyse de l'enregistreur de données » sur www.stratoflights.com. Avec cet outil, tu obtiens en un coup d'œil les valeurs extrêmes et tu peux mettre tous les paramètres en relation dans différents graphiques afin d'analyser en détail ton vol stratosphérique.

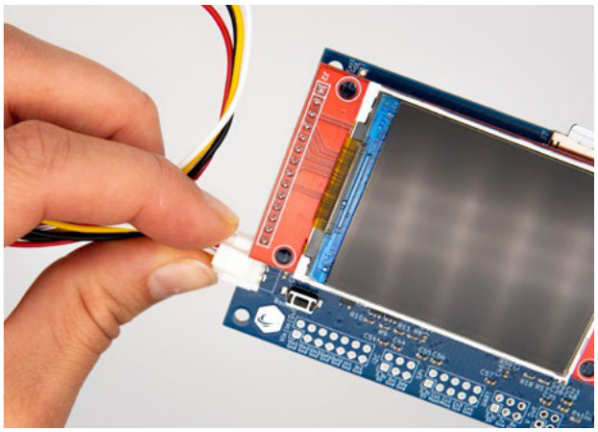
https://www.stratoflights.com/fr/tutoriel/outils-ballon-sonde/analyse-de-lenregistreur-de-donnees/

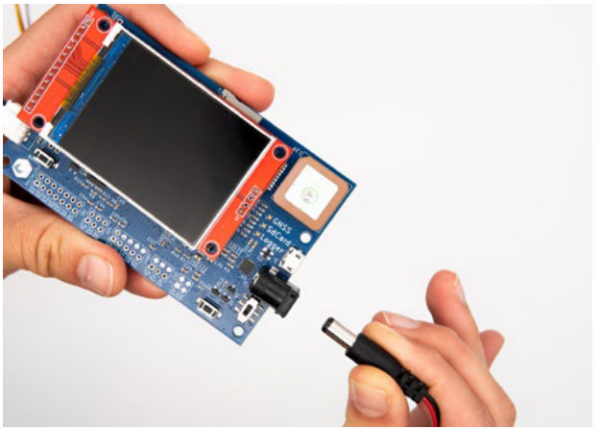
2 Utilisation du STRATO4

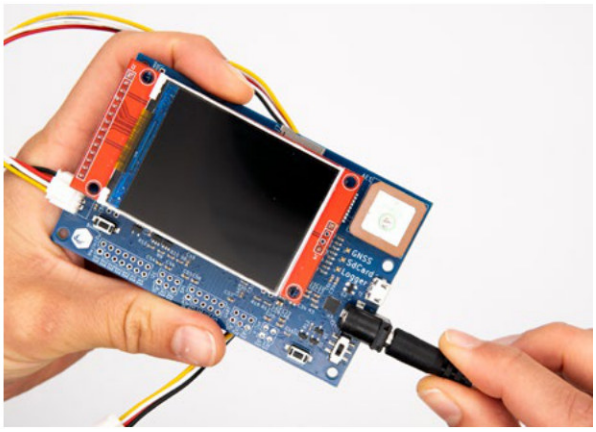
2.1 Préparatifs

Vérifie d'abord que le câble de données d'environ 30 cm est branché, au niveau du connecteur blanc, sur la grande carte bleue de l'Enregistreur de données STRATO4. Vérifie aussi que la fiche d'alimentation est complètement enfoncée dans la prise. Raccorde maintenant la pile 9 V à l'enregistreur de données. Les données de mesure sont sauvegardées toutes les 2 secondes sur la carte micro SD fournie. Pour cela, insère prudemment la carte micro SD dans le logement en appuyant jusqu'à ce qu'elle s'enclenche. Les images suivantes montrent à nouveau ces étapes :



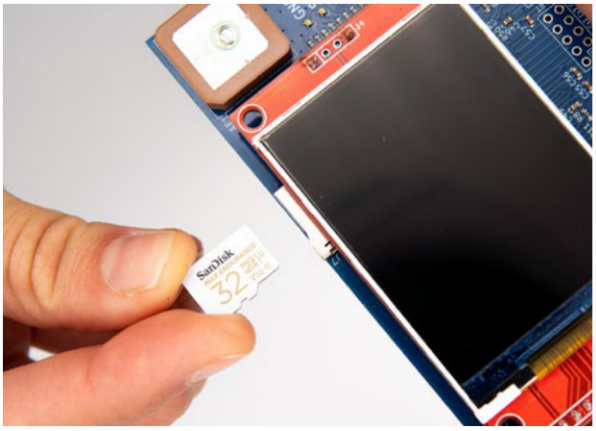


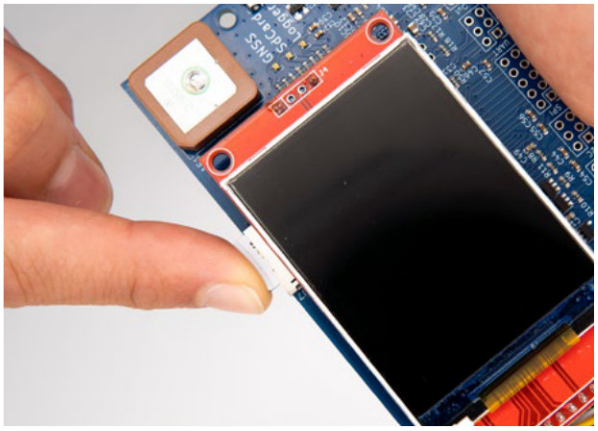






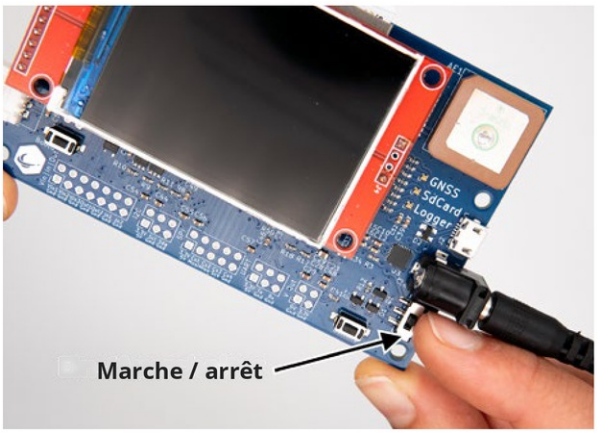






2.2 Mise en marche

En actionnant l'interrupteur marche/arrêt, tu allumes ton Enregistreur de données STRATO4. Une fois l'interrupteur à glissière actionné, le STRATO4 démarre automatiquement et l'écran s'allume. L'enregistrement des données de mesure commence dès le démarrage. Il n'est pas nécessaire d'appuyer sur un bouton supplémentaire pour démarrer l'enregistrement des données !





2.3 Utilisation

Dès que le STRATO4 est allumé, l'enregistrement des données de mesure commence de manière entièrement automatique, sans appuyer sur un autre bouton. Les données sont sauvegardées sur la carte micro SD sous forme de fichier .csv. Note qu'un test de fonctionnement complet ne devrait être effectué qu'en plein air, avec une vue directe sur le ciel. L'antenne GPS ne peut établir une connexion fiable avec les satellites GPS qu'à l'extérieur.

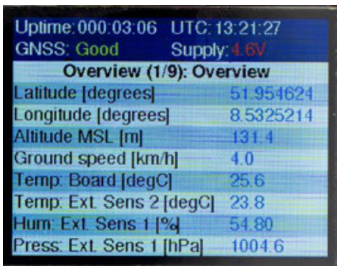
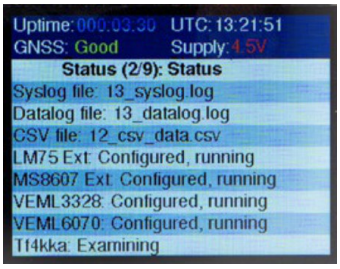
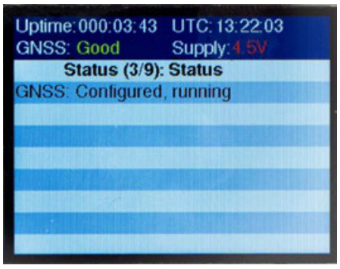
Pendant le démarrage de l'enregistreur de données et la recherche de satellites qui suit, la LED rouge à côté de « GNSS » est allumée. Si la carte micro SD est insérée, la LED à côté de « SdCard » se met immédiatement à clignoter en vert. Dès que tout fonctionne correctement, la LED GNSS passe du clignotement rouge au clignotement vert et indique un signal GPS valide. Lorsque les deux LED clignotent en vert, l'appareil est entièrement opérationnel.

Remarque : l'enregistreur de données est équipé d'une antenne GPS pour déterminer la position et l'altitude. Le signal GPS ne peut toutefois PAS être reçu à l'intérieur des appartements, des maisons, des caves, des congélateurs, sous des toits métalliques, etc., comme avec tout autre système de navigation. Le mieux est de sortir avec le STRATO4 et de le laisser quelques minutes avec une vue sur le ciel, afin qu'il puisse se connecter aux satellites GPS. La connexion peut prendre quelques minutes. L'installation dans ta sonde stratosphérique en polystyrène ne pose aucun problème, pas plus que la proximité d'autres traceurs GPS et d'autres appareils électroniques disponibles dans la boutique Stratoflights.

En appuyant sur le bouton de menu (bouton 1), tu peux afficher les différents écrans du menu. Les neuf écrans, de « Overview (1/9) » à « Infos (9/9) », sont expliqués ci-dessous et affichent les informations les plus importantes, afin que tu puisses les lire d'un coup d'œil juste après le vol stratosphérique. Une analyse détaillée est possible avec l'outil « Analyse de l'enregistreur de données », décrit dans un chapitre ultérieur.

Chaque écran contient dans la bande bleue supérieure des informations telles que la durée de fonctionnement (Uptime), l'heure au format UTC (UTC), la qualité de la

connexion aux satellites (GNSS : Good) et la tension d'alimentation (Supply). Les neuf écrans du menu sont brièvement expliqués ci-dessous :

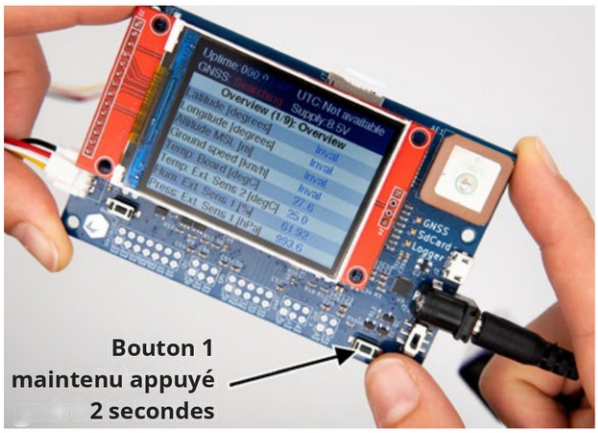
	**Overview (1/9) : Overview:** Aperçu des informations les plus importantes, par exemple latitude et longitude (Latitude ; Longitude), altitude (Altitude MSL), vitesse au sol (Ground speed), température sur la carte de l'enregistreur de données (Temp: Board), température sur la carte de capteurs (Temp: Ext. Sens 2), humidité (Hum: Ext. Sens 1) et pression atmosphérique (Press: Ext. Sens 1).
	**Status (2/9) : Status:** Aperçu de l'état de fonctionnement et affichage du nom du fichier dans lequel les données actuelles sont enregistrées : « 12_csv_data.csv ». Les autres valeurs indiquent l'état des modules pilotables que tu peux développer et raccorder toi-même.
	**Status (3/9) : Status:** Indique si une connexion avec les satellites GPS existe. GNSS signifie Global Navigation Satellite System et regroupe tous les systèmes de navigation par satellite, comme GPS, GLONASS, BEIDOU, GALILEO, etc.
	**Data (4/9) : GNSS:** La valeur centrale en bleu indique par exemple l'altitude actuelle (Altitude MSL) (125,4 m) ; « Lo : » indique l'altitude minimale depuis le début de l'enregistrement (123,3 m) et « Hi : » l'altitude maximale (134,5 m). La latitude (Latitude) et la longitude (Longitude) en degrés ainsi que la vitesse au sol en km/h (Ground speed) sont affichées de la même manière.
	**Data (5/9) : Sensors:** La valeur centrale en bleu indique par exemple la température actuelle sur la carte de l'enregistreur de données (Temp: Board) (26,0) ; « Lo : » indique la température minimale (23,2) et « Hi : » la température maximale (26,1) depuis le début de l'enregistrement. La température sur la carte de capteurs (Temp: Ext. Sens 2), la pression atmosphérique (Press: Ext. Sens 1) et l'humidité (Hum: Ext. Sens 1) sont affichées de la même manière.

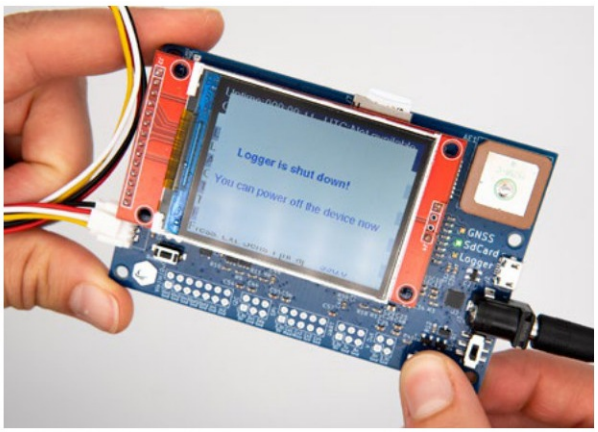
	**Data (6/9) : Sensors:** La valeur centrale en bleu indique par exemple l'intensité actuelle de la lumière blanche (Light: Clear) (8593) ; « Lo : » indique la valeur minimale (0) et « Hi : » la valeur maximale (25107) depuis le début de l'enregistrement. L'intensité de la lumière rouge (Light: Red), verte (Light: Green) et bleue (Light: Blue) est affichée de la même manière.
	**Data (7/9) : Sensors:** La valeur centrale en bleu indique par exemple la valeur infrarouge actuelle (Light: Infrared) (6488) ; « Lo : » indique le minimum (0) et « Hi : » le maximum (25070) depuis le début de l'enregistrement. L'indice UVA (Light: UVA index) est affiché de la même manière.
	**Data (8/9) : Voltages:** La valeur centrale en bleu indique par exemple la tension actuelle (Supply Voltage) (4,43) ; « Lo : » indique la tension minimale (4,37) et « Hi : » la tension maximale (6,75) depuis le début de l'enregistrement. VIN 1-3 indiquent les tensions d'entrée sur la barrette de broches, si tu raccordes au STRATO4 des extensions de ta propre conception.
	**Infos (9/9) : Infos:** La première ligne indique la version du micrologiciel (SW Version) installée sur l'Enregistreur de données STRATO4. La deuxième ligne indique la date et l'heure de compilation.

Remarque : le module GPS propose d'origine différents modes, qui peuvent être configurés selon l'application. La mission de l'Enregistreur de données STRATO4 est le vol dans la stratosphère et donc à des altitudes pouvant atteindre 50 kilomètres. C'est pourquoi le mode dit « Airborne Mode » est utilisé. Ce mode débride le module GPS au-dessus de 18 kilomètres et permet d'obtenir des données de position GPS jusqu'à 50 kilomètres d'altitude. Pour des applications stationnaires ou des « tests au sol », par exemple à vélo ou en voiture, ce mode est toutefois moins précis. Si de petits sauts apparaissent donc dans les enregistrements au sol, par exemple dans la vitesse au sol (Ground speed), ils sont dus à l'Airborne Mode. Dès que le STRATO4 monte avec le ballon-sonde vers la stratosphère, il se trouve dans son environnement optimal et, s'il est correctement installé, il bénéficie d'une réception GPS optimale. Chaque Enregistreur de données STRATO4 est fabriqué en Allemagne et soumis à un test de fonctionnement en plusieurs étapes, afin d'être immédiatement prêt pour ta mission stratosphérique.

2.4 Arrêt et mise hors tension

Pour éteindre correctement ton STRATO4 après le vol stratosphérique ou après un bref essai en plein air, il est important de l'éteindre en appuyant pendant 2 secondes sur le bouton de menu (bouton 1).





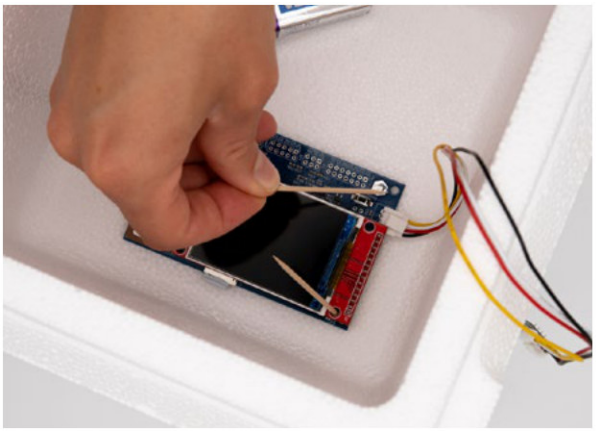
Ce n'est qu'après l'arrêt de l'enregistreur de données — signalé par le message « Logger is shut down! You can power off the device now » — que tu peux le mettre hors tension avec l'interrupteur marche/arrêt. Retire enfin la pile au lithium 9 V du câble d'alimentation.

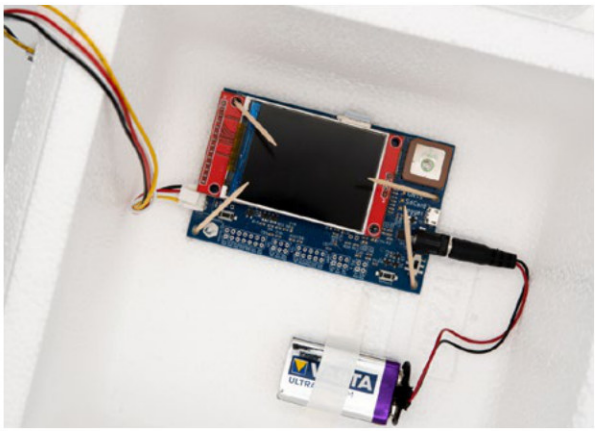
Remarque : si tu ne respectes pas cet ordre, des données peuvent être perdues et il est possible que tu n'obtiennes aucune donnée de ton vol stratosphérique. Respecte donc impérativement l'ordre indiqué.

3 Installation dans la sonde stratosphérique

3.1 Fixation du STRATO4

Des conditions extrêmes règnent dans la stratosphère, avec des températures de -65 °C. Tout l'équipement technique doit donc être installé à l'intérieur de la Sonde polystyrène afin d'être protégé de ces conditions extrêmes, par exemple pour éviter que l'écran de l'Enregistreur de données STRATO4 ne gèle. L'épaisseur de la paroi de la sonde stratosphérique ne pose aucun problème pour la qualité de réception de l'antenne GPS.
Pour la fixation à l'intérieur de la sonde, l'Enregistreur de données STRATO4 dispose de petits trous de fixation dans ses coins, de sorte qu'il peut être fixé par exemple avec des cure-dents afin de ne pas glisser. Pour une réception optimale, l'antenne GPS, et donc le STRATO4, doit être fixée à l'horizontale, pratiquement sur le « fond » de la Sonde polystyrène. Dans cette position, l'écran est orienté vers le couvercle, donc vers le ciel.



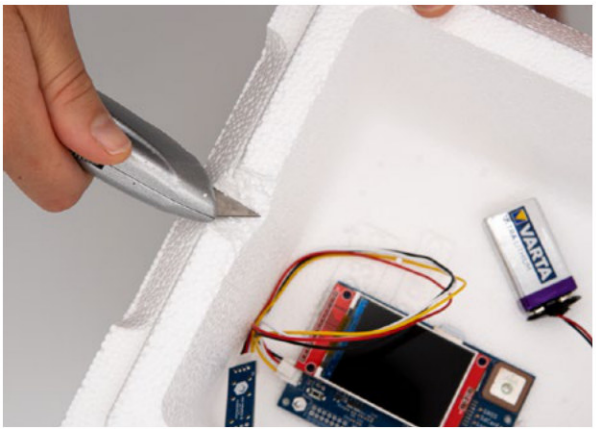


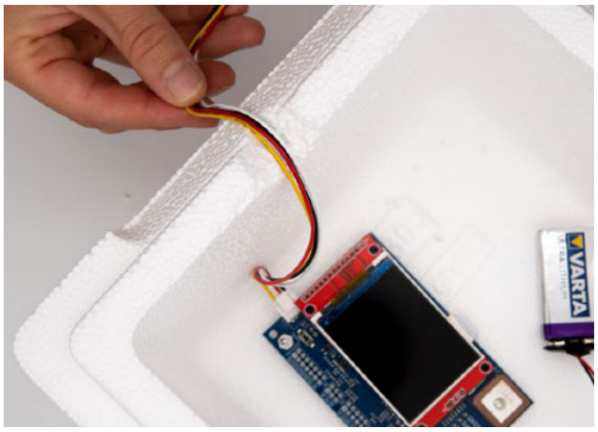
3.2 Fixation de la carte de capteurs

Pour enregistrer des valeurs de mesure à l'extérieur de ta sonde stratosphérique, la carte de capteurs doit être placée à l'extérieur de la sonde, par exemple pour mesurer le rayonnement UV et la température extérieure. La carte bleue de l'Enregistreur de données STRATO4 est reliée à la carte de capteurs par un câble de données d'environ 30 cm. Voici deux exemples de possibilités pour faire passer la carte de capteurs à l'extérieur :

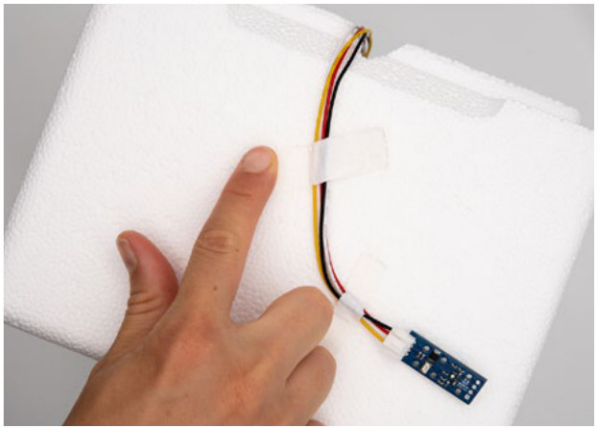
A) Découpe une petite fente dans le bord supérieur de ta sonde stratosphérique, afin d'y faire passer le câble de données et que le couvercle se referme parfaitement sur la sonde.

Fixe le câble de données dans la fente avec du ruban adhésif tissé Tesa. La carte de capteurs doit elle aussi être fixée à la paroi extérieure avec du ruban adhésif tissé Tesa. Ne recouvre en aucun cas la carte de capteurs bleue elle-même : colle le ruban adhésif tissé Tesa sur le câble de données, de sorte que la carte de capteurs reste libre.



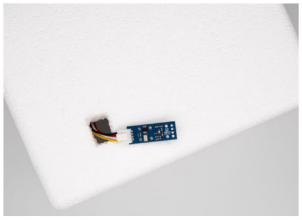


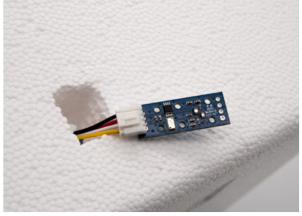




B) Découpe un trou dans la Sonde polystyrène par lequel tu peux faire passer la carte de capteurs. Fais passer la carte de capteurs lentement et prudemment par le trou que tu as percé dans le polystyrène, afin de ne pas endommager les capteurs délicats de ton STRATO4. Colmate prudemment les trous à l'intérieur et à l'extérieur avec du ruban adhésif tissé Tesa afin d'éviter que le froid ne pénètre dans ta sonde. La carte de capteurs doit elle aussi être fixée à la paroi extérieure avec du ruban adhésif tissé Tesa. Ne recouvre en aucun cas la carte de capteurs bleue elle-même : colle le ruban adhésif tissé Tesa sur le câble de données, de sorte que la carte de capteurs reste libre.

Remarque : veille à ce que l'enregistreur de données ne touche pas de surfaces ou de pièces métalliques, sinon il existe un risque de court-circuit, et évite que le STRATO4 et la carte de capteurs n'entrent en contact avec de l'eau, de l'huile ou d'autres liquides.





4 Analyse des données

Pour analyser les données de mesure recueillies pendant ton vol stratosphérique, par exemple pour percer le secret de l'altitude maximale atteinte ou connaître la température la plus basse, tu dois d'abord retirer prudemment la carte micro SD du logement de l'Enregistreur de données STRATO4. En appuyant légèrement sur la carte micro SD, elle se déverrouille.

Insère maintenant prudemment la carte micro SD dans l'adaptateur de carte SD fourni. Depuis ton ordinateur ou avec un lecteur de cartes SD, tu peux accéder aux fichiers enregistrés sur la carte micro SD.

Remarque : fais impérativement et immédiatement une copie de sauvegarde des données de mesure enregistrées sur la carte micro SD, sans les ouvrir ni les modifier au préalable ! Copie le fichier directement sur un autre support de stockage, par exemple ton ordinateur ou une clé USB. Pour être sûr, conserve des copies du fichier original non modifié, par précaution.

Pour analyser tes données de vol, tu disposes maintenant de différentes possibilités : avec l'outil « Analyse de l'enregistreur de données », tu peux afficher les valeurs extrêmes et créer les graphiques les plus variés à partir des données enregistrées. Tu peux en outre représenter tes données de mesure dans Google Earth ou visualiser ta trajectoire de vol, par exemple, sur Ayvri.

4.1 Analyser les données de vol avec l'outil « Analyse de l'enregistreur de données »

Pour analyser tes données de mesure avec notre outil « Analyse de l'enregistreur de données », tu dois d'abord te rendre sur www.stratoflights.com. Dans la rubrique Tutoriel, tu trouveras différents outils, dont « Analyse de l'enregistreur de données ».

https://www.stratoflights.com/fr/tutoriel/outils-ballon-sonde/analyse-de-lenregistreur-de-donnees/

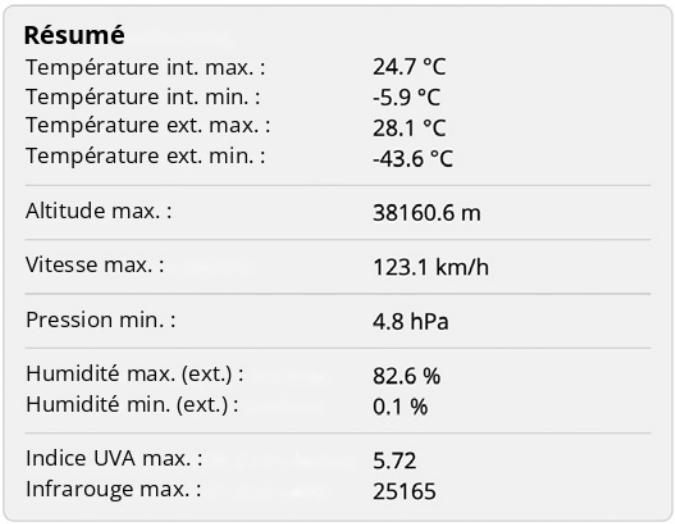
Sur la page de l'outil, tu peux maintenant sélectionner le fichier .csv de ton Enregistreur de données STRATO4 avec le bouton « Sélectionner un fichier ». Note que tu ne peux rien modifier dans le fichier : tu ne peux téléverser que le fichier original. Une fois le fi-

chier sélectionné, l'outil le téléverse automatiquement et traite tes données de mesure en arrière-plan. Selon la durée du vol enregistré, et donc la taille du fichier, le téléversement peut prendre quelques secondes en fonction de la vitesse de ta connexion Internet.

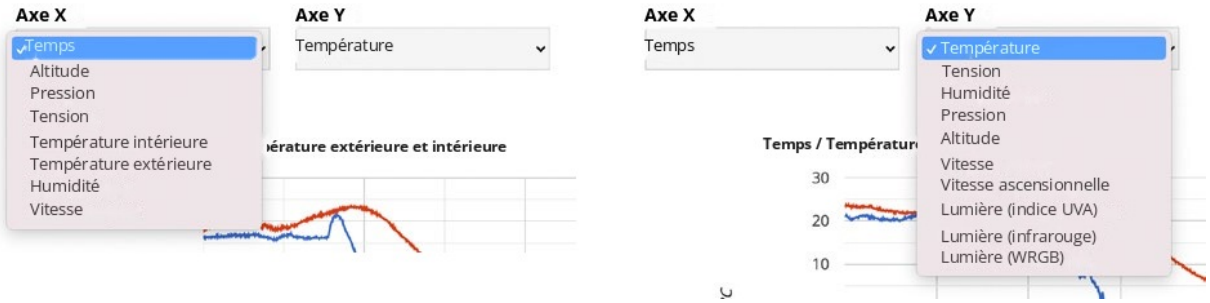




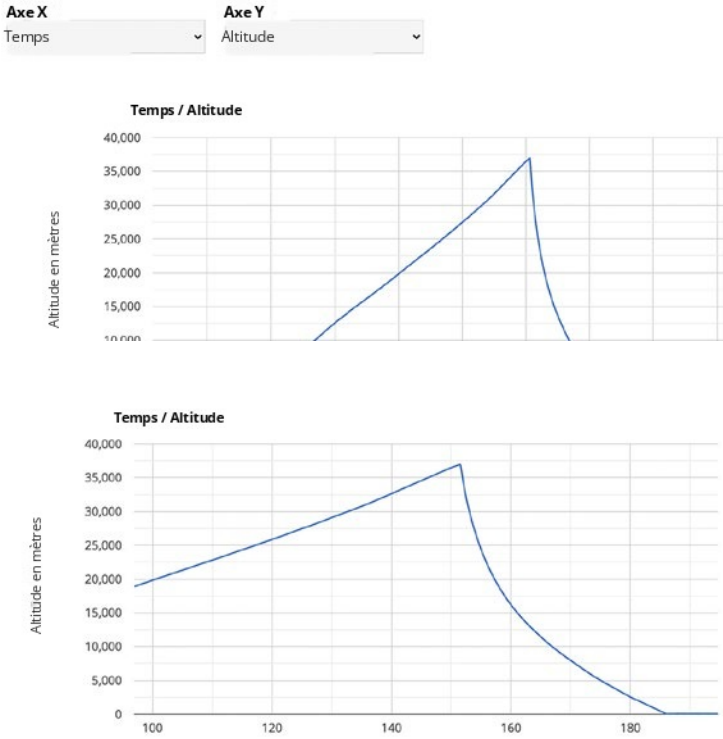
En haut de l'outil, tu trouves alors un résumé des valeurs extrêmes de ton vol stratosphérique, comme l'altitude maximale atteinte, les températures intérieure et extérieure minimale et maximale, la vitesse maximale, etc. Ce résumé te donne une première impression de ta mission.



L'Enregistreur de données STRATO4 enregistre tous les paramètres toutes les 2 secondes ; des analyses très précises et des graphiques très exacts sont donc possibles pour tirer des conclusions sur ton vol de recherche. Tu peux ainsi mettre tous les paramètres en relation sur les axes X et Y.



En raison du grand nombre de possibilités, l'exemple « temps » sur l'axe X et « altitude » sur l'axe Y décrit ci-dessous les autres possibilités offertes par l'outil :



Si tu as sélectionné le temps et l'altitude sur les axes, toute la plage de données est affichée, du moment où tu as allumé l'Enregistreur de données STRATO4 jusqu'à son arrêt. Les unités et les valeurs correspondantes figurent sur chaque axe. Si tu veux par exemple afficher un intervalle précis, tu peux le sélectionner dans la vue miniature inférieure avec les curseurs de plage situés à droite et à gauche.

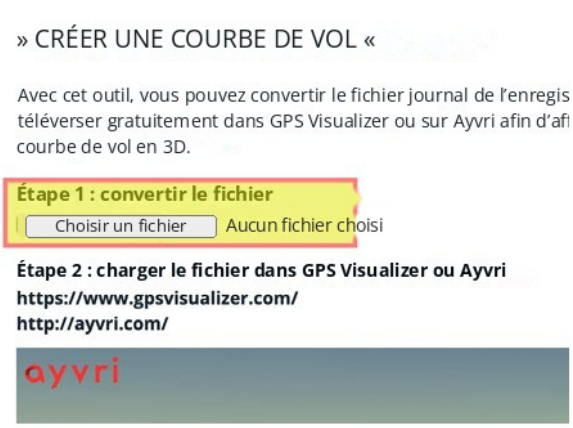
Avec le bouton « Télécharger », tu peux en outre enregistrer la section sélectionnée sous forme de capture d'écran au format png. Avec le bouton « Réinitialiser », tu réinitialises tes paramètres. L'outil offre ainsi de nombreuses possibilités d'examiner et d'analyser en détail ton vol stratosphérique et, comme décrit dans les chapitres suivants, de le visualiser.

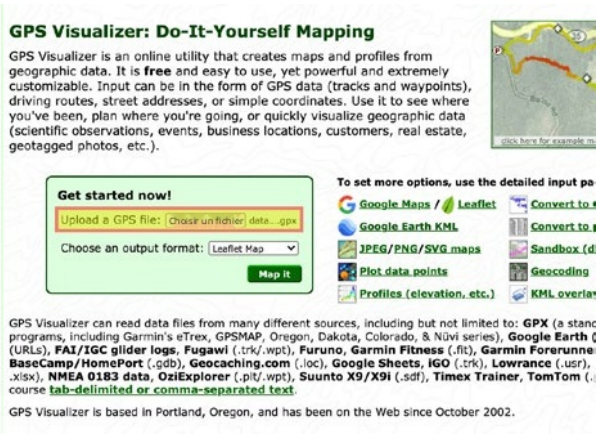
4.2 Créer des trajectoires de vol en 2D et en 3D dans Google Earth

Pour visualiser les données de ton propre vol stratosphérique, tu peux recourir à Google Earth et représenter directement l'itinéraire de vol sur une carte, afin d'analyser précisément au-dessus de quelles régions et localités la sonde de recherche a volé. Ci-dessous, tu apprends comment créer en quelques clics des trajectoires de vol en 2D et en 3D dans Google Earth.

4.2.1 Représenter la trajectoire de vol en 2D dans GPS Visualizer

Téléverse d'abord ton fichier dans notre convertisseur.





Un clic sur « Sélectionner un fichier » te permet de choisir le fichier de l'enregistreur de données pour le convertir dans le format dit GPX. Tu trouveras le convertisseur sur la page de l'outil « Analyse de l'enregistreur de données » de notre site web, sous l'outil d'analyse décrit dans les chapitres précédents.

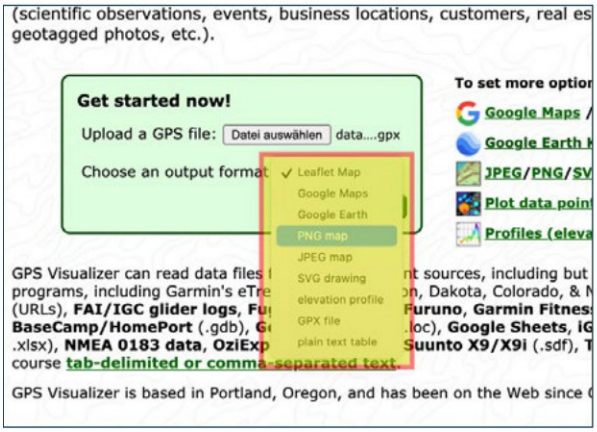
https://www.stratoflights.com/fr/tutoriel/outils-ballon-sonde/analyse-de-lenregistreur-de-donnees/

Ouvre maintenant « GPS Visualizer ».

https://www.gpsvisualizer.com/

Sur le site web, tu trouves au centre un petit cadre dans lequel tu peux téléverser le fichier GPX que tu viens de générer en cliquant sur « Sélectionner un fichier ».

Tu peux en outre choisir le format de sortie : créer par exemple une « PNG map » est un moyen simple d'obtenir, à partir des latitudes et longitudes enregistrées dans le fichier, un itinéraire de vol en 2D comme dans l'exemple suivant.



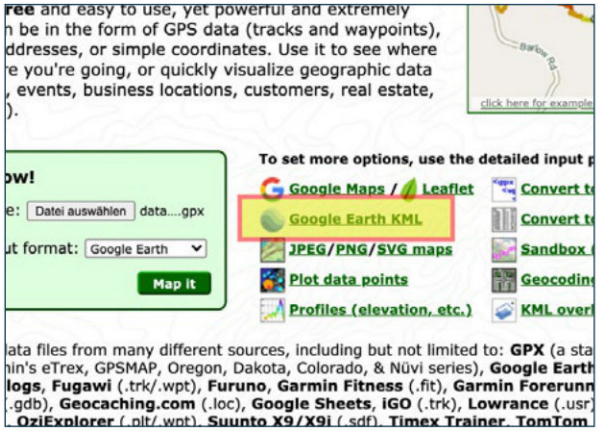


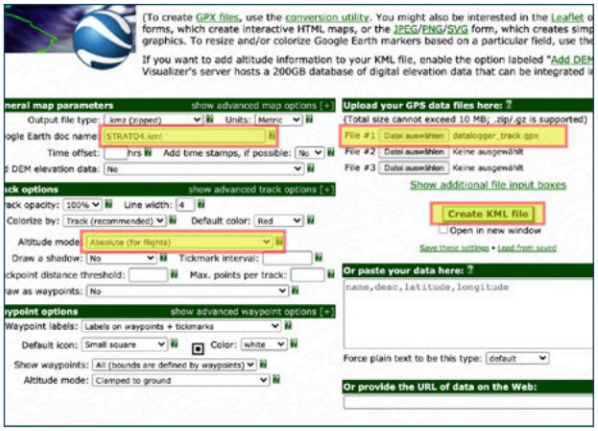
4.2.2 Visualiser la trajectoire de vol en 3D dans Google Earth

Pour obtenir dans Google Earth une trajectoire de vol en 3D plutôt qu'en 2D, tu dois d'abord convertir le fichier csv de l'enregistreur de données en fichier GPX, exactement comme décrit au chapitre 4.2.1.

Ouvre maintenant « GPS Visualizer ».

https://www.gpsvisualizer.com/





Sur le site web, sélectionne « Google Earth KML ».

Une page s'ouvre avec un outil dans lequel nous devons effectuer quelques réglages pour visualiser notre itinéraire de vol en 3D dans Google Earth.

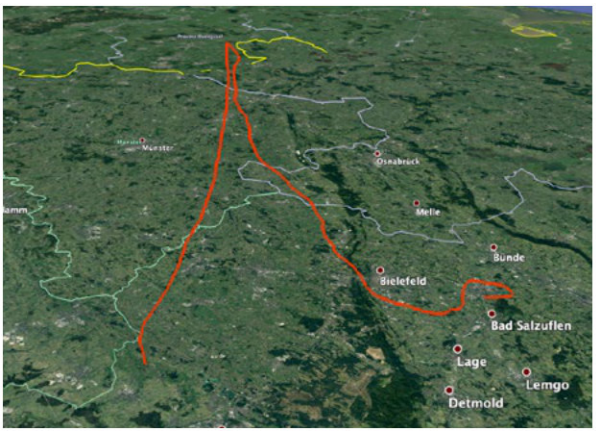
Clique d'abord, sur la droite, dans le champ « Parcourir », téléverse le fichier journal que tu as converti auparavant et indique un nom pour le fichier à créer. À l'étape suivante, comme le montre l'image précédente, il faut choisir le « Altitude mode ». Sélectionne ici « Absolute (for flights) ». L'outil interprète ainsi aussi les données d'altitude. Pour une application au sol, un autre mode peut être choisi. Après ces réglages de base, clique sur « Create KML file » et télécharge le fichier que tu as créé.

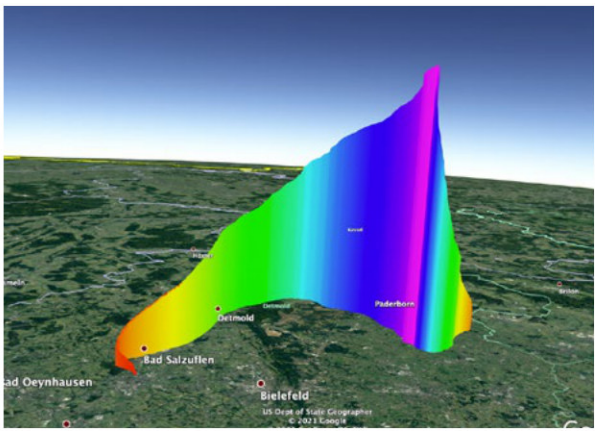


Pour afficher dans Google Earth l'itinéraire de vol en 3D que tu viens de créer, tu dois ouvrir ce fichier dans Google Earth. Si Google Earth n'est pas installé sur ton ordinateur, tu dois d'abord le télécharger et l'installer. Tu trouveras les versions les plus récentes de Google Earth au lien suivant :

https://www.google.com/intl/fr/earth/

Une fois Google Earth installé, il suffit de double-cliquer sur le fichier que tu as créé : il s'ouvre automatiquement dans Google Earth. Tu peux maintenant voir ton itinéraire de vol en 3D dans les moindres détails et sous tous les angles.





5 Interface UART

Presque toutes les entrées et sorties de la carte sont étiquetées, même si de nombreuses broches ne sont pas encore utilisées ou servent à des fins internes, par exemple pour des tests.

Les broches utilisables dans la partie inférieure sont :

3.3V, 5V : sortie de tension, peut fournir jusqu'à 700 mA
Vin : mesure de tension avec CAN jusqu'à 3,3 V, qui est enregistrée
Out : non utilisée
In : pull-up à 3,3 V. Peut être court-circuitée pour enregistrer l'état (par exemple d'un interrupteur)

Toutes les autres broches ne sont pas utilisées.

À partir de la version 2 du micrologiciel, nous avons mis en œuvre une prise en charge expérimentale de l'UART.

L'interface est accessible via le port USB (en raison d'une erreur sur la carte, pas dans la version matérielle 1.4) ou, en outre à partir de la version matérielle 1.3, via l'interface UART située en haut à gauche, sous l'écran. Les niveaux de tension sont de 3,3 V sur tous les ports. Les paramètres de l'interface sont : 115200, 8N1. Au départ, l'enregistreur de données n'envoie aucune donnée. Les commandes suivantes permettent de demander des données :

```
{to:'Log',from:'Mst',reci:'headerValsCsv',dir:'g',rc:''}
{to:'Log',from:'Mst',reci:'dataValsCsv',dir:'g',rc:''}
```

Les commandes doivent être terminées par un retour chariot (touche Entrée).

La première commande fournit l'en-tête et la seconde les données actuelles (comme les données de la carte SD).

La réponse de l'enregistreur de données peut par exemple se présenter ainsi :

```
{to:'Mst',from:'Log',reci:'headerValsCsv',pl:{headerCsv:'Uptime [s];GNSS: PPS Timestamp
[s];GNSS: UTC date time (ISO 8601);GNSS: Fix type (0=no fix, others=fix);GNSS: Latitude
[degrees];GNSS: Longitude [degrees];GNSS: Positional dilution of precision;GNSS:
Altitude [m] (above Mean Sea Level);GNSS: Ground speed [km/h];GNSS: Satellites in
view;GNSS: Altitude [m] (above ellipsoid);Temperature: Board [degC];Temperature: Ext
PT1000 1 [degC];Volt: Supply Voltage [V];Volt: 3.3V board voltage [V];Volt: Vin1
voltage [V];Volt: Vin2 voltage [V];Volt: Vin3 voltage [V];IO: In 1 State;IO: In 1
Timestamp [s];IO: In 2 State;IO: In 2 Timestamp [s];IO: Out 1 State;IO: Out 1 Timestamp
[s];IO: Out 2 State;IO: Out 2 Timestamp [s]',},rc:'',fnv32:0xda4ebd9b}
```

ou bien :

```
{to:'Mst',from:'Log',reci:'dataValsCsv',pl:{tstamp:
8138,valsCsv:'8.137;22.7;23.03;12.51;73.46;-188.68;0.80;5.00;3.41;0.333;0.322;0.393;1;0
.000;1;0.000;1;8.138;0;8.002',},rc:'',fnv32:0x593d2d45}
```

Les messages sont au format JSON5. Tu peux les afficher de manière structurée sur **https://jsonformatter.org/json5-formatter** ; il existe aussi des analyseurs prêts à l'emploi pour les langages de programmation courants.

6 FAQ et dépannage

L'enregistreur de données ne s'allume pas.
Vérifie que l'alimentation est correctement branchée et que la pile est suffisamment chargée et correctement raccordée.

La LED rouge à côté de GNSS reste allumée.
L'Enregistreur de données STRATO4 ne peut pas se connecter aux satellites. L'enregistreur de données doit fonctionner en plein air, avec une vue directe sur le ciel ! Le signal GPS n'est valide que lorsque la LED GNSS de la carte du STRATO4 clignote en vert.

Plusieurs fichiers sont enregistrés sur la carte micro SD.
Utilise le dernier fichier créé. Dans certaines circonstances, par exemple en cas de perte soudaine du signal des satellites GPS, un nouveau fichier peut être créé. Tu devrais donc vérifier les derniers fichiers. Avec l'outil « Analyse de l'enregistreur de données », tu peux afficher tout le vol sur une courbe et vérifier s'il a été enregistré en entier.

L'écran de l'enregistreur de données s'éteint au bout d'environ 20 secondes.
C'est tout à fait normal et programmé volontairement, afin que l'écran, très gourmand en énergie, ne consomme pas l'essentiel de la pile. Tant que les LED restent allumées en vert, l'enregistreur de données enregistre sans problème.

Je ne peux pas ouvrir la carte SD, elle ne contient pas de données, ne fonctionne plus ou n'est pas reconnue.
Utilise exclusivement la carte micro SD de 16 Go fournie par Stratoflights ! C'est très important, car cette carte micro SD de 16 Go permet des vitesses de lecture et d'écriture très élevées. Utilise donc la carte SD que nous te fournissons. Dans tous les cas problématiques que nous avons eus depuis le lancement du STRATO4, il s'est avéré, lors du retour de l'appareil, que la carte micro SD de 16 Go fournie n'avait pas été utilisée ou qu'elle avait été confondue avec la carte micro SD fournie avec la Space Cam.

La LED de la carte SD sur la carte du STRATO4 clignote en rouge.
Insère la carte micro SD ou vérifie qu'elle s'est enclenchée dans le logement. Dès que la LED SdCard clignote en vert, des données sont écrites sur la carte micro SD.

Quelles cartes micro SD l'Enregistreur de données STRATO4 peut-il lire et écrire ?
Utilise exclusivement la carte micro SD de 16 Go fournie par Stratoflights ! C'est très important, car cette carte micro SD de 16 Go permet des vitesses de lecture et d'écriture très élevées. Utilise donc la carte SD que nous te fournissons. Dans tous les cas problématiques que nous avons eus depuis le lancement du STRATO4, il s'est avéré, lors du retour de l'appareil, que la carte micro SD de 16 Go fournie n'avait pas été utilisée ou

qu'elle avait été confondue avec la carte micro SD fournie avec la Space Cam. En principe, une carte micro SD jusqu'à 64 Go fonctionnerait.

Dans quel format la carte micro SD doit-elle être formatée ?
La carte micro SD fournie doit être formatée en « FAT32 » pour que l'Enregistreur de données STRATO4 puisse la lire et y écrire ! Utilise exclusivement la carte micro SD de 16 Go fournie par Stratoflights. C'est très important, car cette carte micro SD de 16 Go permet des vitesses de lecture et d'écriture très élevées.

7 Caractéristiques techniques

Altitude maximale :	**50 000 m**
Plage de mesure de la température ext. :	**-55 °C à +85 °C**
Plage de mesure de la température int. :	**-40 °C à +85 °C**
Plage de pression :	**10–2000 mbar**
Humidité :	**0–100 %**
Fréquence d'enregistrement :	**0,5 Hz**
Alimentation :	**5 V-12 V, pile 9 V, USB**
Dimensions :	**100 x 60 x 12 mm**
Poids (sans pile) :	**env. 72 g**
Poids (avec pile) :	**env. 116 g**

Remarque : le STRATO4 offre une autonomie d'environ 48 heures dans des conditions normales sur Terre avec une pile au lithium 9 V neuve ! Il faut toutefois tenir compte du fait que l'autonomie dépend de l'utilisation et des conditions extrêmes de la stratosphère, avec des températures pouvant atteindre -65 °C.

8 Consignes de sécurité

Respecte impérativement les consignes de sécurité suivantes relatives au produit. Respecte aussi impérativement les autres consignes de sécurité pour la préparation et la réalisation d'un vol stratosphérique !

8.1 Mots de signalisation

Les mots de signalisation suivants sont utilisés dans ce mode d'emploi :

- **AVERTISSEMENT :** désigne un danger de niveau de risque moyen. Le non-respect de l'avertissement peut entraîner des blessures graves.
- **Remarque !** Met en garde contre d'éventuels dommages matériels.
- **Conseil d'expert :** il s'agit de notre propre expérience, issue de 10 ans et de plus de 1 000 vols stratosphériques ! Stratoflights n'assume aucune garantie ni responsabilité pour les conseils d'expert mentionnés ici.

8.2 Utilisation conforme

Lis attentivement ces consignes de sécurité relatives à l'Enregistreur de données STRATO4, appelé ci-après simplement STRATO4, avant utilisation, afin de pouvoir l'utiliser correctement. L'utilisation conforme prévoit d'utiliser le STRATO4 uniquement comme décrit dans ce mode d'emploi, pour recueillir des données de mesure dans le cadre de vols stratosphériques. Toute autre utilisation du STRATO4 est considérée comme non conforme et peut entraîner des dommages matériels, voire des dommages corporels. Note que le STRATO4 n'est pas un jouet.

Dans chaque pays et chaque région, il existe différentes lois sur la collecte de données de mesure. Stratoflights GmbH & Co. KG n'est pas responsable des infractions à de telles lois ou réglementations ; cette responsabilité incombe exclusivement à l'utilisateur.

Remarque ! Le fabricant et le revendeur déclinent toute responsabilité pour les dommages résultant d'une utilisation non conforme ou incorrecte.

8.3 Sécurité

AVERTISSEMENT ! RISQUE D'ÉLECTROCUTION !
Une installation électrique défectueuse ou une tension secteur trop élevée peut provoquer une électrocution.

- Avant utilisation, compare la tension secteur de la prise avec l'indication de la plaque signalétique.
- Si tu constates des dommages visibles sur ton STRATO4, sur le raccordement ou sur le câble d'alimentation, cesse de l'utiliser.
- Utilise uniquement les pièces d'origine fournies pour faire fonctionner le STRATO4. Si le raccordement ou le câble d'alimentation est endommagé, remplace-le uniquement par un accessoire d'origine du fabricant.
- Ne place jamais le STRATO4 près d'une flamme nue ni sur des surfaces chaudes, métalliques, mouillées ou grasses.
- Le STRATO4 n'est pas protégé contre l'humidité, l'eau et les surfaces grasses. Utilise-le et conserve-le donc uniquement dans un environnement sec ou, pendant le vol stratosphérique, à l'intérieur d'une Sonde polystyrène.
- L'alimentation par câble du STRATO4 ne devrait elle aussi être utilisée qu'à l'intérieur ou dans ta sonde stratosphérique. Tiens-la à l'écart de l'humidité et ne la plie pas.
- Confie les réparations à des professionnels qualifiés. Si tu effectues toi-même des réparations, raccordes le STRATO4 de manière inappropriée ou l'utilises incorrectement, tout droit à la responsabilité et à la garantie est exclu.

8.4 Fonctionnement sur pile

AVERTISSEMENT ! RISQUE D'EXPLOSION ET D'INCENDIE !
Tu trouveras ci-dessous des informations et des consignes sur la manière de manipuler la pile :

- Le STRATO4 fonctionne avec une pile au lithium 9 V de VARTA. Respecte les consignes de sécurité et d'utilisation figurant au dos de l'emballage de la pile 9 V, si elle est fournie.
- Veille à tenir le STRATO4 à l'écart des sources de chaleur et des températures élevées, comme le rayonnement solaire direct dans un véhicule.
- Si cette consigne n'est pas respectée, la pile 9 V de VARTA peut être détruite, surchauffer, exploser ou prendre feu.

- Ne brûle pas et ne perce pas le STRATO4. Protège-le contre les dommages mécaniques.
- Ne retire aucune pièce ni aucun composant du STRATO4, ne le laisse pas tomber, ne le démonte pas et ne le modifie pas.
- Si un enfant avale la pile au lithium 9 V de VARTA, consulte immédiatement un médecin !

AVERTISSEMENT ! RISQUE DE BRÛLURE CHIMIQUE !

- Les piles au lithium 9 V qui fuient à la suite d'un dommage peuvent provoquer des brûlures chimiques en cas de contact avec la peau. N'ouvre donc jamais la pile au lithium 9 V !
- Si la pile au lithium 9 V devait malgré tout fuir, porte impérativement des gants de protection !

8.5 Compatibilité électromagnétique

Respecte toutes les obligations et interdictions et éteins immédiatement le STRATO4 dans les zones dangereuses ainsi que lorsqu'il peut provoquer des perturbations. Il ne doit en outre pas être utilisé à proximité, par exemple, d'appareils médicaux, de carburants et de produits chimiques, dans des avions ni dans des zones de dynamitage. Avec les appareils mobiles, des perturbations par interférences peuvent survenir et affecter les performances. Les transformateurs et les champs magnétiques très forts doivent être évités, sinon des écarts peuvent apparaître dans l'enregistrement des données de mesure. Le non-respect de ces consignes peut entraîner des perturbations ou endommager le STRATO4.

8.6 Nettoyage

AVERTISSEMENT ! RISQUE DE DOMMAGES !

Tu trouveras ci-dessous des informations et des consignes sur la manière de nettoyer le STRATO4 :

- N'utilise pour le nettoyage ni produits agressifs ni brosses. Ne traite pas le STRATO4 avec des objets de nettoyage métalliques (par exemple couteau ou éponge métallique), car la surface pourrait être endommagée.
- Ne plonge jamais le STRATO4 dans l'eau, ne le mets pas au lave-vaisselle (ou similaire) et n'utilise pas de nettoyeur vapeur.

Nettoyage correct du STRATO4 :

1. La surface peut être essuyée prudemment avec un chiffon légèrement humide.

2. Le STRATO4 devrait ensuite être complètement séché et laissé plusieurs heures éteint et débranché de l'alimentation jusqu'à ce qu'il soit entièrement sec.

REMARQUE ! Une manipulation inappropriée du STRATO4 peut entraîner des dommages.

8.7 Dangers pour les enfants et les personnes ayant besoin d'aide

Ne laisse pas des personnes (y compris des enfants) ayant des capacités physiques, sensorielles ou mentales réduites utiliser le STRATO4, sauf si une personne responsable de leur sécurité leur a auparavant donné des instructions sur la manière d'utiliser l'appareil. Veille à ce que les petites pièces (par exemple les accessoires) ne servent pas de jouets, car elles peuvent être avalées et entraîner un étouffement. Informe donc ton enfant des dangers et de l'utilisation du STRATO4. Le STRATO4 n'est pas un jouet.

8.8 Stockage

Si tu n'utilises pas le STRATO4 pendant une période prolongée, éteins-le, retire la fiche de l'alimentation et débranche la pile au lithium 9 V. Place le STRATO4 dans son emballage d'origine ou dans un carton de même taille. Protège le STRATO4 de la saleté et de l'humidité. Conserve-le hors de portée des enfants.

8.9 Déclaration de conformité

Par la présente, Stratoflights GmbH & Co. KG déclare que l'enregistreur de données, modèle STRATO4, est conforme à la directive 2014/53/UE. Le texte complet de la déclaration de conformité UE est disponible à l'adresse Internet suivante : **https://www.stratoflights.com/konformitaetserklaerung/**

8.10 Élimination de l'emballage

Trie tous les matériaux d'emballage par type pour leur élimination. Dépose le papier et le carton dans la collecte du papier et les plastiques dans celle des emballages.

8.10.1 Reprise gratuite des piles usagées

Les piles ne doivent pas être jetées avec les ordures ménagères. Vous êtes légalement tenu de rapporter les piles usagées afin de garantir une élimination appropriée. Vous pouvez déposer les piles usagées dans un point de collecte communal ou chez un commerçant

local. En tant que distributeur de piles, nous sommes également tenus de reprendre les piles usagées, notre obligation de reprise se limitant toutefois au type de piles usagées que nous vendons ou avons vendues comme piles neuves. Vous pouvez donc soit nous renvoyer, avec un affranchissement suffisant, les piles usagées du type précité, soit les remettre gratuitement directement à notre entrepôt à l'adresse suivante :

Stratoflights GmbH & Co. KG
Saulsiek 17
32825 Blomberg
Allemagne
E-mail : **info@stratoflights.com**

8.10.2 Élimination des appareils électriques et électroniques



Le symbole de la « poubelle barrée » signifie que vous êtes légalement tenu de remettre ces appareils à une collecte séparée des déchets municipaux non triés. L'élimination avec les ordures ménagères, par exemple dans la poubelle des déchets résiduels ou la poubelle jaune, est interdite. Évitez les erreurs de tri en procédant à une élimination correcte dans des points de collecte et de reprise spécialisés.

8.10.3 Possibilités de restitution des appareils usagés

Les détenteurs d'appareils usagés peuvent les remettre gratuitement dans le cadre des possibilités de restitution ou de collecte d'appareils usagés mises en place et proposées par les organismes publics d'élimination des déchets. Un répertoire en ligne des points de collecte et de reprise (en Allemagne) est disponible ici : **https://www.stiftung-ear.de/**

8.10.4 Avis sur la protection des données

Nous attirons l'attention de tous les utilisateurs finaux d'appareils électriques et électroniques usagés sur le fait que vous êtes vous-même responsable de la suppression des données personnelles figurant sur les appareils usagés à éliminer.

8.10.5 Numéro d'enregistrement WEEE

Nous sommes enregistrés sous le numéro d'enregistrement WEEE DE74539658 auprès de la Stiftung Elektro-Altgeräte Register, Nordostpark 72, 90411 Nuremberg (Allemagne), en tant que fabricant d'appareils électriques et/ou électroniques.

Vous avez des questions ?
Contactez-nous simplement, nous vous aiderons volontiers !

Stratoflights GmbH & Co. KG
Saulsiek 17
32825 Blomberg
Allemagne
E-mail : **info@stratoflights.com**
Téléphone : +49(0)171/7542510
Web : **www.stratoflights.com**

Cordialement,
Votre équipe Stratoflights

8.11 Remarques générales sur une mission stratosphérique

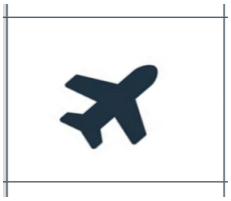
Stratoflights GmbH & Co. KG n'offre aucune garantie et n'assume aucune responsabilité quant à l'exactitude et à l'actualité des informations figurant ici ainsi que dans toutes les instructions, plateformes, sites web, etc. liés à Stratoflights !

- **Autorisation de vol :** note que l'ascension d'un ballon-sonde, et donc la réalisation de ta mission stratosphérique, doit être enregistrée auprès des autorités et que tu es personnellement responsable de l'ascension de ton ballon-sonde. Tu trouveras sur notre site, au **lien** suivant, où et comment enregistrer l'ascension de ton ballon-sonde dans ton pays et quelles informations te sont nécessaires. Tu trouveras des informations détaillées sur ce sujet dans le manuel.
- **Assurance responsabilité civile des exploitants aériens :** note que, dans la plupart des pays, l'ascension d'un ballon-sonde doit être assurée. Tu trouveras des indications à ce sujet sur notre site, au **lien** suivant, ou des informations détaillées dans le **manuel du ballon-sonde**.

9 Liste de contrôle : êtes-vous parfaitement préparé et avez-vous pensé à tout ?

Voici ce dont tu as besoin pour réussir une mission stratosphérique :

☐	§	**Autorisation de vol**	Pour pouvoir faire voler ton ballon-sonde météorologique, tu dois obtenir une autorisation de vol dans ton pays. Utilise pour cela notre formulaire d'enregistrement des ballons-sondes météorologiques.	→
☐		**Pack batterie**	À des températures pouvant atteindre -65 °C, la batterie interne de la caméra ne tient pas pendant toute la durée du vol. Tu auras donc besoin d'un pack batterie pour pouvoir filmer l'intégralité de ton vol stratosphérique.	→
☐		**Parachute 800**	Pour que ta charge utile revienne doucement et en toute sécurité sur Terre, tu as besoin d'un parachute. Le Parachute 800 est conçu pour des charges utiles allant jusqu'à 800 g.	→
☐		**Parachute 2500**	Pour des charges utiles plus importantes, tu as besoin d'un parachute plus grand. Le Parachute 2500 est idéal pour les charges utiles pesant plus de 800 g.	→
☐		**Réducteur de pression pour bouteille d'hélium**	Pour remplir ton ballon-sonde météorologique avec la quantité calculée d'hélium/gaz pour ballons à partir de la bouteille de gaz, tu as besoin d'un réducteur de pression pour bouteille d'hélium. Tu peux ainsi remplir le ballon avec la quantité calculée avec précision.	→
☐		**Emplacement de lancement approprié**	Les lieux de départ tels que les prairies, les parcs ou ton propre terrain, qui ne se trouvent pas à proximité immédiate de mâts ou d'immeubles de grande hauteur.	→

☐		**Traceur GPS STRATOfinder**	Le STRATOfinder transmet la position d'atterrissage de ta sonde stratosphérique avec une précision de 5 mètres. À l'aide de l'application Stratoflights, tu peux intégrer le STRATOfinder dans l'application et afficher les données de position actuelles.	➔
☐		**Paire de gants**	Afin de ne pas « endommager » l'enveloppe fragile du ballon-sonde météorologique, tous les membres de l'équipe travaillant sur le ballon-sonde météorologique doivent porter une paire de gants et retirer leurs bagues, boucles d'oreilles, etc. Évitez tout contact avec le sol !	➔
☐		**Hélium/gaz pour ballons**	L'hélium/gaz pour ballons génère une portance. Il est disponible chez les distributeurs de gaz de ta région ou dans les grands magasins de bricolage. Pour le calcul, tu peux utiliser notre calculateur d'hélium dans le tutoriel/l'application Stratoflights.	➔
☐		**Assurance responsabilité civile des exploitants aériens**	Pour obtenir l'autorisation de vol, tu dois souscrire une assurance responsabilité civile aéronautique. Tu trouveras des informations à ce sujet dans le tutoriel.	➔
☐		**Space Cam**	Caméra fiable pour conditions extrêmes. De nombreuses caméras et caméras d'action de fabricants renommés ont des problèmes dans les conditions qui règnent dans la stratosphère. La Space Cam est fiable et fournit des images exceptionnelles.	➔
☐		**Ficelle spéciale**	La plupart des pays de l'UE exigent, conformément au règlement SERA qui constitue la base juridique pour les ascensions de ballons-sondes, une résistance à la rupture maximale de 230 N. La ficelle spéciale répond à ces critères imposés par les autorités.	➔
☐		**Sonde polystyrène**	Ton équipement doit être protégé contre les conditions extrêmes afin d'éviter toute panne. La sonde polystyrène offre suffisamment d'espace et protège efficacement contre les températures extrêmes pouvant atteindre -65 °C.	➔

☐		**Ruban adhésif tissé Tesa**	Pour fermer ta sonde et ton ballon-sonde météorologique, tu as besoin d'un ruban adhésif fiable. Le ruban adhésif tissé Tesa est parfaitement adapté à cet usage.	→
☐		**Traceur GPS de secours**	En tant que traceur GPS de secours, un deuxième STRATOfinder ou SPOT Trace peut être utile pour offrir une sécurité maximale.	→
☐		**Enregistreur de données STRATO4**	Outre la position GPS, l'altitude de vol et la vitesse, le STRATO4 enregistre également la température, la pression atmosphérique, l'humidité de l'air et bien d'autres données afin d'analyser de manière exhaustive le vol stratosphérique.	→
☐		**SPOT Trace**	Si tu souhaites connaître ta position en temps réel ou si un atterrissage en mer n'est pas improbable, le traceur GPS SPOT Trace est le choix idéal pour réussir ton vol stratosphérique.	→
☐		**Séquence pédagogique : vol stratosphérique**	Une séquence pédagogique spécialement consacrée à la stratosphère ! Fiches d'exercices et de solutions pour 11 doubles cours, informations précieuses pour la préparation et aide à chaque étape d'un projet scolaire.	→
☐		**Manuel du ballon-sonde**	Avec plus de 80 pages illustrées de nombreuses photos et conseils d'experts, ce manuel te permettra de réussir toutes tes missions dans la stratosphère. C'est promis !	→

Pour une mise en œuvre optimale, tu dois avoir les outils suivants à portée de main :

☐		**Cutter / ciseaux**	Outil utile pour préparer ta sonde et ouvrir avec précaution le carton contenant le ballon-sonde météorologique.	→

☐		**Clé pour détendeur de bouteille**	La bouteille de gaz pour l'hélium/gaz pour ballons est vissée avec un bouchon. Le réducteur de pression pour bouteille d'hélium doit également être installé.	→
☐		**Pince coupante**	Utile pour éliminer les excédents du collier de serrage.	→
☐		**Stratoflights App**	Le compagnon fidèle dans ta poche : une liste de contrôle, tous les outils et toutes les informations à portée de main dès le départ !	→

10 About Stratoflights

Nous espérons avoir pu t'aider avec notre kit complet ballon stratosphérique ainsi qu'avec nos autres services gratuits, tels que l'application Stratoflights et les tutoriels et vidéos disponibles sur notre site web, et que tu vivras une aventure extraordinaire qui te permettra de réaliser des clichés sensationnels du bleu de notre planète.
Nous sommes toujours ravis de recevoir des suggestions et des commentaires constructifs, ainsi que des évaluations de nos produits dans notre boutique en ligne.
Nous aimerions également profiter de cette occasion pour souligner que ce projet est idéal pour les écoles, car il couvre toutes les disciplines scientifiques et permet aux élèves non seulement de se familiariser avec la théorie et la pratique des sciences naturelles, mais aussi de vivre une expérience d'apprentissage grâce au vol stratosphérique.
Encore une fois, merci beaucoup pour ta confiance en nous et en nos produits ! Nous serions très heureux que tu recommandes ce projet.

Ton équipe Stratoflights

Suis-nous sur Instagram, Facebook et YouTube
et identifie-nous sur ton projet !



www.stratoflights.com