



Notice d'utilisation de l'Altimètre Pnut



Traducteur : BESSON Sylvain

Traduction basée sur la notice d'utilisation en anglais PerfectFlite

Relecture/adaptation : GAUTIER Anthony

Diffusion : Équipes RC

Révision : 1

Date : 22/10/2019

Planète Sciences
16 place Jacques BREL
91130 Ris ORANGIS
Tél. : 01 69 02 76 10
Fax : 01 69 43 21 43

Introduction

Le Pnut est un altimètre pour fusée de haute qualité et précision qui collecte des données de vol en permanence durant le vol de la fusée pour une restitution et une analyse postérieure. Une mémoire interne stocke, l'altitude, la température et la tension de la batterie échantillonnée 20 fois par seconde sur une période pouvant aller jusqu'à 9 minutes, pour les 31 derniers vols. Il peut aussi donner, juste après un vol, l'altitude de culmination et la vitesse maximale sans l'aide d'un ordinateur.

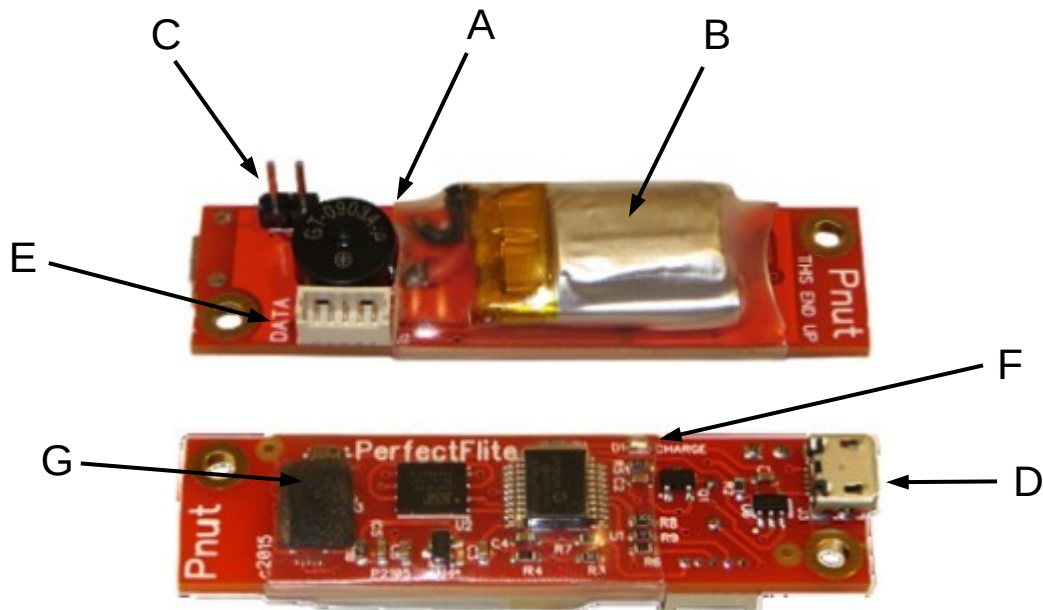
Le Pnut est installé à bord de votre fusée et activé avant le décollage. Quand vous récupérez votre fusée, le Pnut rapportera l'altitude de culmination en pied, jusqu'à 100 000 pieds¹ au-dessus du sol (30,5 km) et la vitesse maximale en miles par heures. Pour cela il utilise un système de rapport audible depuis l'extérieur de la fusée alternant entre les données et une alarme permettant de repérer plus facilement la fusée.

L'utilisation du kit de transfert de donnée USB optionnel, permet de récupérer toutes les données du vol (altitude, température, tension de la batterie) vers un ordinateur pour les sauvegarder et les analyser. Jusqu'à 31 vols peuvent être ainsi sauvegardé à bord de l'altimètre.

Le Pnut utilise un capteur de pression de précision et un convertisseur analogique numérique delta-sigma de 24 bits pour obtenir une mesure précise de la pression de l'air ambiant de la fusée. Quand il est allumé, l'altimètre mesure la pression ambiante afin de déterminer la pression atmosphérique au niveau du sol. A mesure que la fusée s'élève, la pression diminue et l'altimètre fait la différence avec celle mesurée au sol pour déterminer l'altitude relative. Tous les calculs sont faits par l'altimètre, aucune conversion ou ajustement ne sont nécessaires.

1 Toutes les altitudes sont données en pieds, 1 pied = 0,3048 m

Identification des éléments



A) Buzzer : Rapporte l'altitude et la vitesse après le vol.

B) Batterie : Batterie intégrée Lithium Polymère rechargeable.

C) Broches On/Off : Fermé avec un cavalier, il permet d'allumer l'altimètre.

D) Port de charge : charge l'appareil via USB, pas de liaison de données.

E) Connecteur de données : Permet de connecter l'altimètre à un ordinateur via le kit de transfert de données. Peut-être aussi utilisé pour faire de la télémétrie en vol.

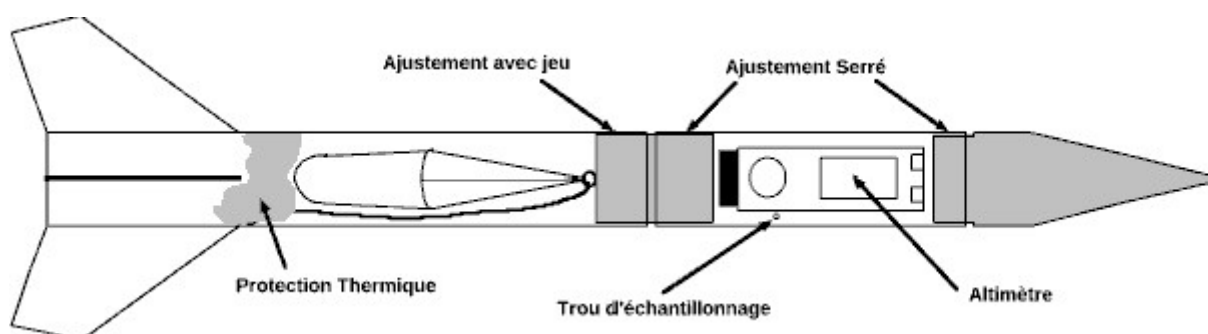
F) DEL de charge : s'allume pendant la charge, s'éteint quand elle est finie.

G) Capteur de pression : c'est le composant qui permet de mesurer l'altitude.

Installation

Pour de meilleurs résultats, l'altimètre doit être installé dans un compartiment de charge utile ne pouvant pas être atteint par la pression et la chaleur des gaz de la charge de dépotage. Bien que d'autres alternatives existent, isoler l'altimètre dans un compartiment protégé donnera les mesures les plus précises et protégera la précision du capteur à long terme contre les effets des hautes pressions et températures.

Une configuration typique d'un compartiment de charge utile consiste en une section de tube de corps derrière la coiffe scellé par un tube coupleur le raccordant au tube principal contenant le propulseur et le parachute. Vous devez faire attention à ce que l'altimètre ne puisse pas bouger pendant le vol à cause de l'accélération en utilisant par exemple des morceaux de mousse, ni qu'il puisse être éjecté lors de l'allumage de la charge de dépotage ou le déploiement du parachute.



Vous devriez faire des tests préliminaires sur votre fusée sans l'altimètre afin de vous assurer que le parachute soit éjecté et se déploie correctement et ainsi avoir un atterrissage doux et sûr. Si le parachute ne se déploie pas correctement, il peut en résulter une descente balistique à haute vitesse qui endommagera vraisemblablement l'altimètre (et votre fusée).

Trou de captation de la pression statique

Vous devez percer un ou plusieurs trous avec des bords propres dans le tube du compartiment où se trouve l'altimètre pour qu'il puisse capter la pression extérieure. (voir tableau pour les diamètres de trous recommandés). Ces trous doivent être le plus loin possible de la coiffe ou de toutes irrégularités sur le tube (à une distance égale à au moins 3 fois le diamètre du tube au-dessous de l'irrégularité) pour minimiser la pression parasite créée par un écoulement turbulent autour du tube.

La meilleure performance et la plus grande précision sont atteintes en utilisant 4 petits trous distribués à 90° autour de la circonférence du tube au lieu d'un seul gros trou. En utilisant 4 trous, chacun d'entre eux devra faire la moitié de la taille d'un seul trou tel que noté dans le tableau plus bas. Cela minimisera les variations de pression dus à la composante de l'écoulement perpendiculaire au tube.

Diamètre du Tube	Longueur du compartiment	Diamètre pour 1 trou	Diamètre pour 4 trous
<40 mm	150 mm	0,6 mm	0,3 mm (épingle)
40 mm	150 mm	0,6 mm	0,3 mm (épingle)
55 mm	150 mm	1 mm	0,5 mm
75 mm	200 mm	3 mm	1,5 mm
75 mm	300 mm	4 mm	2 mm
100 mm	200 mm	5 mm	2,5 mm
100 mm	300 mm	8 mm	4 mm

D'une manière générale :

$$\text{Pour 1 trou : } D_{\text{Trou}} = D^2 \times L \times 2,5 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Pour 4 trous : } D_{\text{Trou}} = D^2 \times L \times 1,25 \cdot 10^{-6}$$

Utilisation

Batterie

L'altimètre est alimenté par une batterie Lithium Polymère rechargeable intégrée qui ne devrait jamais avoir besoin d'être remplacée. La batterie est chargée en utilisant le câble fourni et une alimentation 5V USB. Quand le câble est connecté à l'altimètre et à une source d'alimentation 5V, la DEL de charge s'allume. Quand la charge est terminée la diode s'éteint. Une charge complète prend entre 2 et 3 heures si la batterie intégrée est entièrement déchargée. À partir du moment où l'altimètre est éteint entre chaque usage, une charge complète peut facilement tenir une année de lancement.

Shunt On/Off

Le shunt montré sur la figure la page 4 est utilisé pour allumer et éteindre l'altimètre. Installer le cavalier sur les deux broches du circuit imprimé de l'altimètre pour l'allumer et le retirer pour l'éteindre. Quand l'altimètre n'est pas en cours d'utilisation vous pouvez placer le cavalier sur l'une des deux broches pour le stockage.

Bips

Les valeurs d'altitude et de vitesse sont données par le buzzer après le vol par un long bip (séparateur) suivi d'une série de bips courts pour chaque chiffre. Il faut simplement compter le nombre de bips courts pour chaque chiffre et les assembler pour former un nombre. Vous allez entendre une première série de bips pour la décimale la plus élevée puis une pause, puis une autre série pour le chiffre suivant et ainsi de suite.

Les premiers zéros sont ignorés : 582 pieds sera représenté par trois chiffres tel que 5, 8 et 2 et non cinq tel que 00582.

10 bips sont utilisés pour donner le chiffre zéro.

Par exemple 12 510' serait donné par :

bip long – pause – **bip** – pause – **bip** – **bip** – pause – **bip** – **bip** – **bip** –
bip – **bip** – pause – **bip** – pause – **bip** – **bip** – **bip** – **bip** – **bip** – **bip** –
bip – **bip** – **bip** – **bip** – pause longue

Chiffre	Bips
0	bip – bip – bip – bip – bip – bip – bip – bip – bip - bip
1	bip
2	bip – bip
3	bip – bip – bip
4	bip – bip – bip – bip
5	bip – bip – bip – bip – bip
6	bip – bip – bip – bip – bip – bip
7	bip – bip – bip – bip – bip – bip – bip
8	bip – bip – bip – bip – bip – bip – bip – bip
9	bip – bip – bip – bip – bip – bip – bip – bip – bip

Allumage

Quand l'altimètre est allumé, il donne l'altitude de culmination du dernier vol et la tension de la batterie avant de se préparer pour le prochain vol. Voici ce que vous pourrez entendre :

- Un nombre de 3 à 6 chiffres représentant l'altitude de culmination du vol précédant.

Note : S'il y a eu une coupure d'alimentation durant le vol précédant, une sirène se fera entendre à la place de la dernière altitude maximale. Cette erreur disparaîtra après le vol suivant.

- Une pause de 2 secondes et 3 chiffres représentant la tension de la batterie en centième de Volt (p.-ex. 3 9 7 pou 3,97 V).
- Une pause de 30 s (vous donnant le temps de fermer la fusée après avoir allumé l'altimètre) et un gazouillis périodique toutes les secondes quand l'altimètre est prêt au décollage.

Tant que le gazouillis périodique se fait entendre, l'altimètre va suivre la pression au niveau du sol et continuellement actualiser cette valeur pour suivre les fluctuations éventuelles de la pression au niveau du sol jusqu'au décollage.

À ce point l'altimètre est prêt au décollage

Ne pas lancer la fusée avant d'entendre le gazouillis périodique au risque que l'altimètre ne fonctionne pas correctement.

Après le vol l'altimètre fera un rapport selon cette séquence :

- Un très long bip indiquant le début de la séquence de rapport.
- Un nombre de 3 à 6 chiffre représentant l'altitude de culmination en pieds.
- Un long bip de séparation suivi d'un nombre de 2 à 5 chiffres donnant la vitesse maximale en miles par heure. Ce nombre et le long bip qui le précède ont une tonalité plus haute pour faire la distinction avec l'altitude.
- Une pause de 5 s et une sirène de 10 s pour aider à retrouver la fusée.
- Après 10 s de silence la séquence se répète, jusqu'à ce que l'alimentation soit coupée. L'altitude maximale sera préservée après la coupure de l'alimentation, et sera redonnée à chaque allumage de l'altimètre jusqu'au prochain vol.

Astuces pour avoir la meilleure précision

- Percez 4 trous autour du corps de la fusée au lieu de n'en avoir qu'un seul, assurez-vous qu'ils soient bien positionnés et qu'ils aient la bonne taille tel qu'indiqué dans ce document. Tous les altimètres barométriques utilisent la pression de l'air autour de la fusée pour mesurer l'altitude, donc un échantillon propre et sans turbulence est essentiel. Un seul trou, surtout s'il est trop gros, introduira des fluctuations de pression à la moindre déviation de trajectoire. Utiliser quatre trous séparés uniformément minimisera cet effet.
- Avec une fusée conçue correctement, le parachute ne devrait pas être éjecté avant l'apogée (culmination). Si le parachute est ouvert avant, la fusée aura toujours de la vitesse, ce qui dégradera fortement la précision de toute mesure à cause des fortes variations de pression. Éjecter le parachute avant l'apogée dégrade aussi la répétabilité de l'altitude maximale, car elle est déterminée par la (non-)uniformité du délai de la charge de dépotage.
- Utilisez une *longue* suspente. Cela permettra à la fusée de ralentir un peu avant que le parachute ne se déploie et arrête violemment la fusée quand la suspente se tendra.

Précautions

- Ne pas toucher aux pistes ni aux composants quand l'altimètre est en marche et ne laisser aucun objet métallique les toucher.
- Ne pas charger la batterie si la température ambiante tombe en dessous de 0 °C ou est supérieure à 45 °C.
- Ne pas charger la batterie ou utiliser l'altimètre si la batterie a été percé ou montre des signes de dommages ; contacter PerfectFlite pour avoir des détails sur l'obtention d'une batterie de remplacement.
- Utiliser un rembourrage adéquat au-dessous et au-dessus de l'altimètre pour le protéger en cas de crash ou d'atterrissage dur.
- Ne pas mouiller l'altimètre. N'utiliser celui-ci que dans les conditions environnementales mentionnées dans la section spécifications.
- Ne pas percer le diaphragme du capteur de pression avec une pression excessive ou un objet tranchant.

Spécifications

Tension :	3,5 à 4,2 V (batterie Li-Po 3,7 V intégrée)
Consommation :	1,5 mA
Durée de vie de la batterie :	100 h
Détection du décollage :	40' à 300' AGL (défaut 100')
Altitude maximale :	100 000' MSL
Résolutions :	1' jusqu'à 38 000' MSL
	< 2' jusqu'à 52 000' MSL
	< 5' jusqu'à 72 000' MSL
Convertisseur Analogique Numérique :	24 bits Delta Sigma
Précision de la calibration :	$\pm 0,05 \%$
Précision de la mesure :	$\pm (0,1 \% + 1')$
Taux d'échantillonnage :	20 Hz
Température de fonctionnement :	- 10 °C à 60 °C
Température de charge :	0 °C à 45 °C
Dimensions :	63,5 x 15 x 11,4 mm
Poids :	7,4 g avec la batterie