

EXPERIENCE PAPARAZZI

Rapport d'expérience

GP-0609-A-100

Révision 1.1

06 Décembre 1998

Rédigé par : Alexandre Netchaïeff

Approuvé par :

SOMMAIRE

0.	EVOLUTION DU DOCUMENT	1
1.	DESCRIPTION DE L'EXPERIENCE	2
1.1.	Objectif	2
1.2.	Synoptique	3
1.3.	Plan Nacelle	4
1.4.	Modules électroniques.....	5
1.4.1.	Batteries	5
1.4.2.	Récepteur GPS	5
1.4.2.1.	Antenne GPS	5
1.4.3.	Emetteur de télémessure	5
1.4.4.	Antenne d'émission	6
1.4.5.	Carte Concentrateur, séquenceur	6
1.4.6.	Carte température	6
1.4.7.	Capteurs température	6
1.4.8.	Carte acquisition	6
1.4.9.	Capteur pression absolue	7
1.4.10.	Appareil photo numérique	7
1.5.	Equipements sol	8
1.5.1.	Réception	8
1.5.2.	Pointage de l'antenne	8
1.5.3.	Réception des données et enregistrement:.....	8
2.	DEROULEMENT DE L'EXPERIENCE	9
3.	ETUDE DE L'EMISSION-RECEPTION	11
3.1.	Principe de l'émission des trames	11

3.2.	Tableau des réceptions de Paparazzi	12
4.	DEPOUILLEMENT ET RESULTATS.....	13
4.1.	Mesures de pression	13
4.2.	Mesures de température	14
4.2.1.	Analyse de l'ensemble des températures	14
4.2.2.	Petite Sonde Externe	15
4.2.3.	Grande Sonde Externe.....	16
4.2.4.	Petite Sonde Interne.....	16
4.2.5.	Grande Sonde Interne	17
4.3.	Mesures de tension batteries.....	18
5.	PHOTOGRAPHIES.....	19
5.1.	Photographie n°2.	19
5.2.	Photographie n°6.	19
6.	PANORAMA PHOTOGRAPHIQUE.....	21
7.	CONCLUSION GENERALE.....	23

0. EVOLUTION DU DOCUMENT

version 1.0	6 décembre 1998	création
version 1.1	12 Aout 2024	variations mineurs mise en page

1. DESCRIPTION DE L'EXPERIENCE

1.1. Objectif

Ce ballon-sonde nommé **Paparazzi** a été étudié et réalisé par le GAREF AEROSPATIAL dans le but d'être lancé lors de la campagne nationale de lancement de fusées expérimentales et ballons-sondes se tenant entre le 31 juillet et le 2 août 1998 à Bourges.

Nous avons un objectif très précis : apprendre à une nouvelle équipe durant une durée très limitée (2 mois) tous les aspects d'un projet, à savoir :

- L'organisation d'une équipe pour la réalisation d'un projet.
- La maîtrise des techniques informatiques de programmation et de réalisations électroniques.

Nous avons donc conçu une nacelle pesant 2.5kg, qui a atteint 30km d'altitude durant un vol de 2H30. Celle-ci a pris des photos numériques et a transmis en temps réel des mesures de température, de pression atmosphérique, la tension bloc batteries ainsi que sa position GPS.

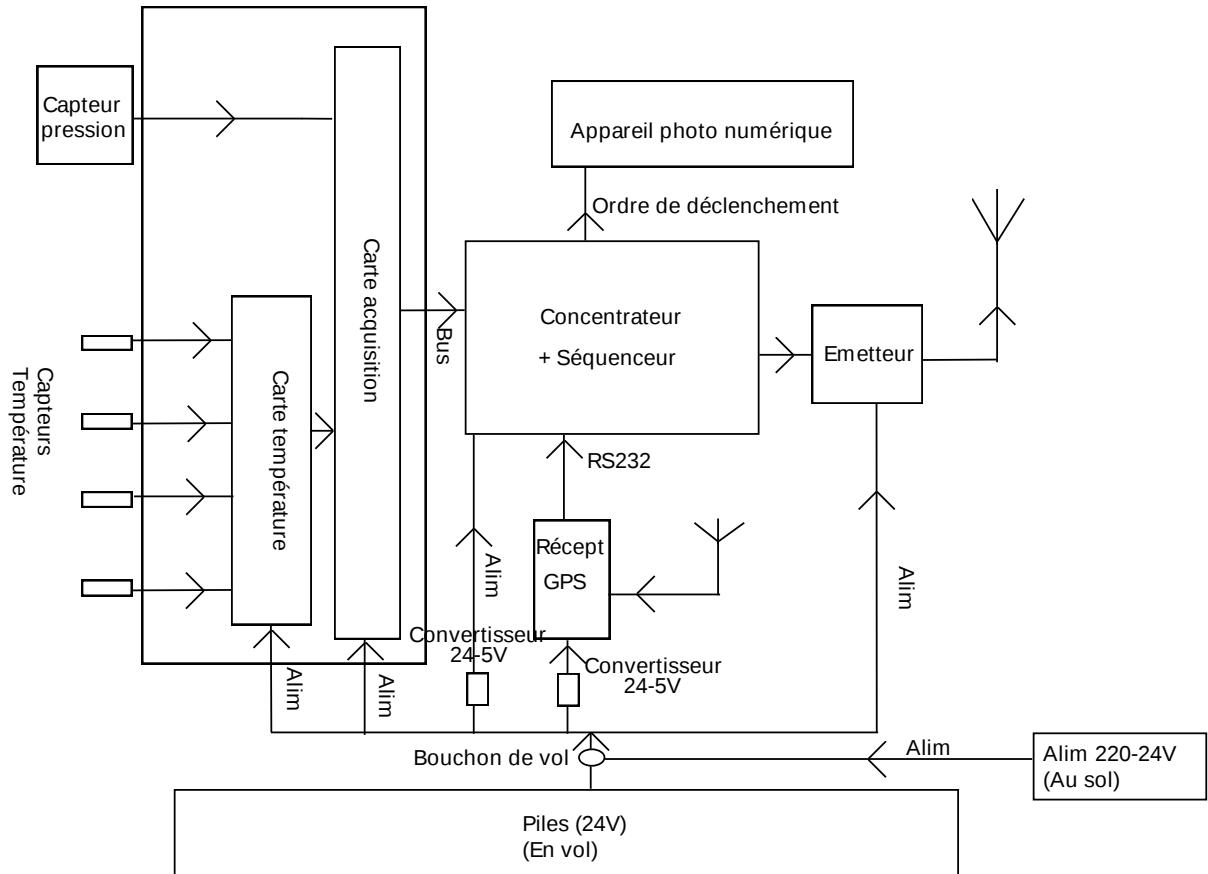


Une minute avant le lancement (la bâche servant à retenir le ballon et limiter la prise au vent.)

1.2. Synoptique

Voici le schéma-principe de notre expérience ballon-sonde Paparazzi.

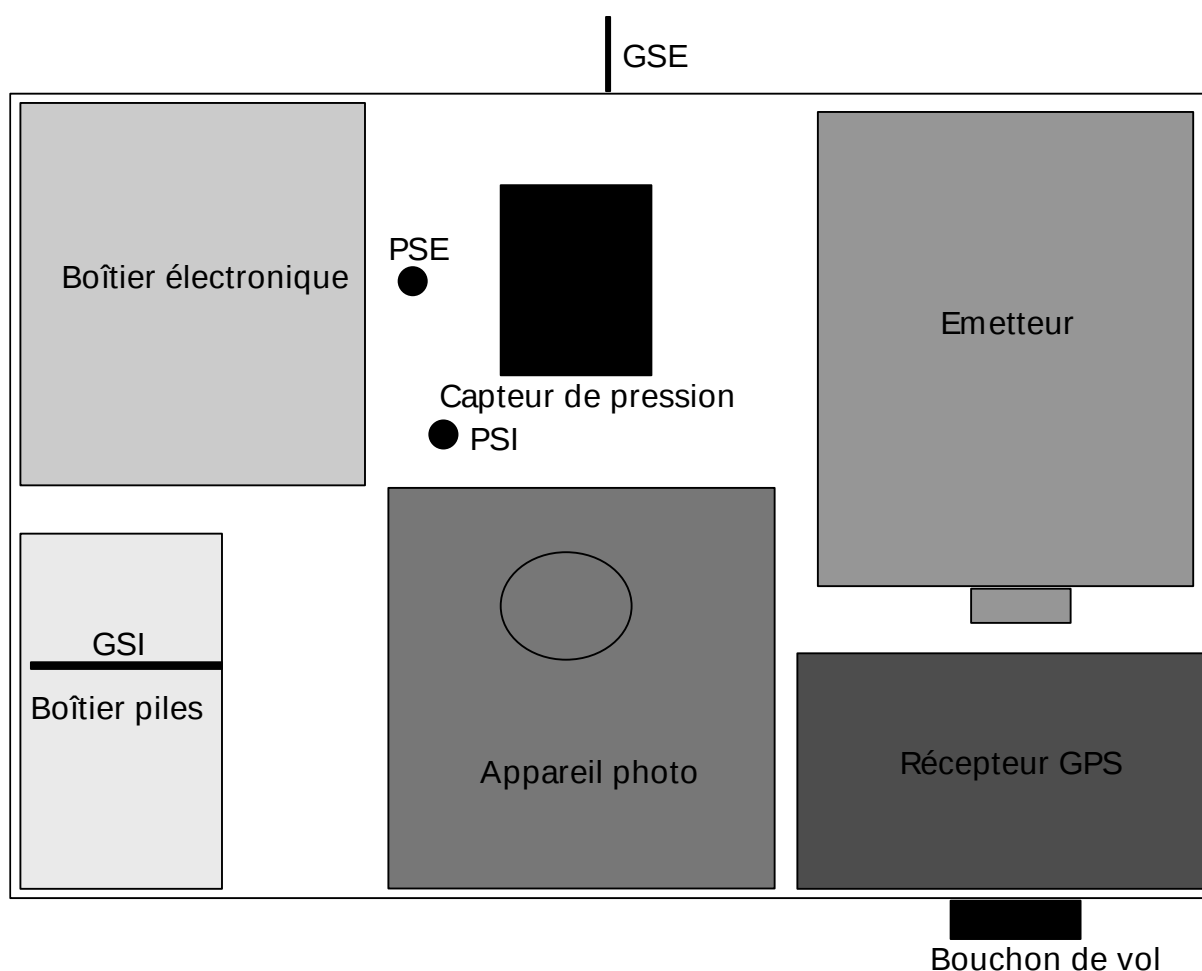
On y découvre l'architecture logique intérieure de la nacelle.



1.3. Plan Nacelle

Voici l'organisation intérieure finale de la nacelle de Paparazzi. On voit que nous avons positionné la petite sonde de température interne au point le moins chaud de la nacelle : éloigné du bloc piles et de l'émetteur.

Le boîtier de la nacelle est fait d'une mousse solide d'environ 1cm d'épaisseur maintenue avec du Scotch Alu 425 3M, la mousse a été choisie pour sa légèreté et nous a prouvé sa résistance (voir p8).



N.B : PSI est la Petite Sonde Interne ; GSI la Grande Sonde Interne ; PSE est la Petite Sonde Externe et GSE la Grande Sonde Externe.

Taille finale (après de nombreux raccourcissements pour rester en dessous de la masse de 2.5kg) : 90x29x40 mm.

1.4. Modules électroniques

L'électronique embarquée dans la nacelle a été conçue spécialement ou récupérée sur d'anciennes réalisations du GAREF AEROSPATIAL.

1.4.1. Batteries

Après avoir comparé les différentes offres du marché (différents types de batteries ou de piles), nous avons décidé de choisir des piles lithium pour leur résistance aux basses températures, leur faible masse, et leur haute capacité électrique.

Ensemble de 21 piles lithium Energizer ref L91 Type AA.

Ø 14mm, longueur : 50mm, masse : 14.5g chacune

Tension nominale : 1.5V en utilisation ; 1.7 à vide ; de 3 A à un courant de décharge de 1.4A maximum.

Tension mesurée : 1.3V en utilisation sous 1.5 Ohm à $t=0$, 1.1V en moyenne ; 1.8V à vide.

Masse totale avec câblages de 295g, Tension de sortie : de 23.1 à 37.5V avec 21 piles.

Les piles n'étant pas munies de pattes à souder et les tests de l'utilisation de colle électro-conductrice s'étant révélés négatifs, nous avons soudé ces piles au fer, en procédant rapidement.

1.4.2. Récepteur GPS

C'est une carte électronique dont nous avons réalisé l'interface. Mais nous nous sommes aperçus après le vol qu'elle était bridée pour ne pas pouvoir mesurer une position à une altitude de plus de 18 000m.

Modèle : SK8 de Trimble.

Le récepteur GPS se présente sous la forme d'une carte.

Dimensions : 82.6x31.2x10.2mm, masse : 110g avec son convertisseur (mesurée).

Consommation : 200mA sous 5V (mesurée).

Fonctionne de -10 à 60°C et entre -10 000 et +18 000m d'altitude

Fréquence de rafraîchissement de 1Hz, 8 voies (capte les informations de 8 satellites simultanément).

1.4.2.1. Antenne GPS

Antenne plate " active micropatch antenna " de Trimble.

Dimensions : 40.6x48.3x13.9mm

Masse : 130g.

1.4.3. Emetteur de télémesure

L'émetteur est celui d'Eurydice (avant dernière fusée réalisée par le GAREF AEROSPATIAL). Il fonctionne sous une fréquence de 2235 MHz , bande habituellement réservée aux essais d'engins. Il chauffe beaucoup en émission.

Masse : 362g, il fonctionne sous une tension d'alimentation de 28V +-4V. Consommation : 680mA sous 24V (consommation mesurée : 680mA sous 24V, 600mA sous 22V, 530mA sous 20V et 630 mA entre 28 et 36V). Fréquence d'émission : 2235 MHz. 2W(33dBm) modulation FM.

Dimensions : 92.71x63.5x34mm

Température d'utilisation : -25 à +70°C

Emetteur T-102SE de AYDIN VECTOR

1.4.4. Antenne d'émission

Cette antenne est capable d'émettre sur un angle de 140° (70° dans toutes les directions par rapport à la verticale de l'antenne).

Masse : 110g, 2100 à 2300 MHz, Gain: 8dBi, Polar circulaire droite, Impédance: 50 Ohms.

HUBER+SUHNER 1322.19.006

Dimensions : 95x107.8x32mm

1.4.5. Carte Concentrateur, séquenceur

La carte concentrateur est une carte électronique qui envoie à l'émetteur les informations du GPS, celles de la carte acquisition et la tension du bloc piles tout en commandant la prise de photos. Elle a été construite par le GAREF AEROSPATIAL spécialement pour le projet Paparazzi.

Dimensions : environ 117.5x11.5x17

Masse : 608 g avec la carte acquisition et la carte température ainsi que leur boîtier commun.

1.4.6. Carte température

C'est la même carte électronique que celle d'Atalante (dernière fusée réalisée par le GAREF AEROSPATIAL). Elle récupère les informations venant des capteurs de température et les envoie à la carte acquisition.

Dimensions : 117.5x11.5x17

Consommation : 160mA avec la carte acquisition sous 28V.

Masse : 608 g avec la carte acquisition et la carte concentrateur ainsi que leur boîtier commun.

1.4.7. Capteurs température

Nous avons choisi des sondes au platine type PT100. La résistance est de 100 Ohms quand la température est de 0°C. Nous avons eu un problème avec ces sondes : voir le dépouillement des mesures de température page 14.

Nous avons placé 4 capteurs température type PT100.

Deux sont des HERAEUS KN 3026 classe A (un à l'intérieur dans le boîtier piles et un à l'extérieur sur le côté du ballon). Ø 2.5, L 30mm.

Deux autres sont des HERAEUS CM 0126 classe A FK220 1/3 DIN (l'un à l'intérieur entre l'appareil photo numérique et le capteur de pression : le point le moins chaud possible de l'intérieur de la nacelle, et l'autre à l'extérieur en dessous du ballon).

Dimensions des capteurs 2x2.5mm. Ce sont les mêmes que sur Atalante (dernière fusée réalisée par le GAREF AEROSPATIAL).

1.4.8. Carte acquisition

C'est la même carte électronique que celle d'Atalante (dernière fusée réalisée par le GAREF AEROSPATIAL). Elle récupère les informations venant de la carte température et du capteur pression puis les envoie à la carte concentrateur.

Dimensions : 117.5x11.5x17

Consommation : 160mA avec la carte température sous 28V.

Masse : 608 g avec la carte température et la carte concentrateur ainsi que leur boîtier commun.

1.4.9. Capteur pression absolue

Nous avons choisi un capteur de pression avec électronique dont la tension varie en fonction de la pression. Voir dépouillement des mesures de pression page 11.

Capteur piézorésistif de pression absolue Honeywell, série 142PC15A

Tension d'alimentation : 7 à 16 V C.C. 8V pour 5V en sortie

Dimensions : L :59.8, l :30, h :18.5

1.4.10. Appareil photo numérique

Nous avons choisi un appareil photo numérique pour pouvoir transférer les photos directement sur un ordinateur. Nous avons pu stocker 10 photos sur une carte SmartMédia en résolution 1280x1024 pixels.

Appareil photo : Fuji MX700 ; 1.5M pixels.

Taille des photos :50 à 300 ko en 1280x1024 ou 640x480 pixels.

Carte SmartMédia 2Mo pour 3 à 38 photos et une 8Mo pour 10 à 155 photos.

102.5x83.7x36mm pour 275g, batterie rechargeable incluse.

Autonomie avec batterie complètement chargée: 250 photos avec écran LCD désactivé et utilisation du flash pour une photo sur deux (Selon constructeur).

Les photos sont stockées sur la carte 8M en taille 1280x1024.

1.5. Equipements sol

1.5.1. Réception

Cette antenne est capable de recevoir sur un angle de 35° (17.5° dans toutes les directions par rapport à la verticale de l'antenne). Elle a été utilisée pour la réception d'Atalante (dernière fusée réalisée par le GAREF AEROSPATIAL).

Antenne TECOM 401022R polar circulaire droite 35° $G=12$ dBi.

Filtre passe bande 2210-2245MHz (-3dB) ; 2220-2235MHz (-0.8dB) 60dB à 2100 et 2280 MHz

Préampli : JCA 12-203 21dB NF=1.3dB

Gain global de réception : 32dB

Récepteur BELL ARS 354-19A 2235MHz.

Bilan de liaison -70dBm après -145dB (200km d'espace libre)

1.5.2. Pointage de l'antenne

Le pointage de l'antenne s'est fait manuellement en fonction de la qualité de la liaison.



Pointage de l'antenne durant le vol.

1.5.3. Réception des données et enregistrement:

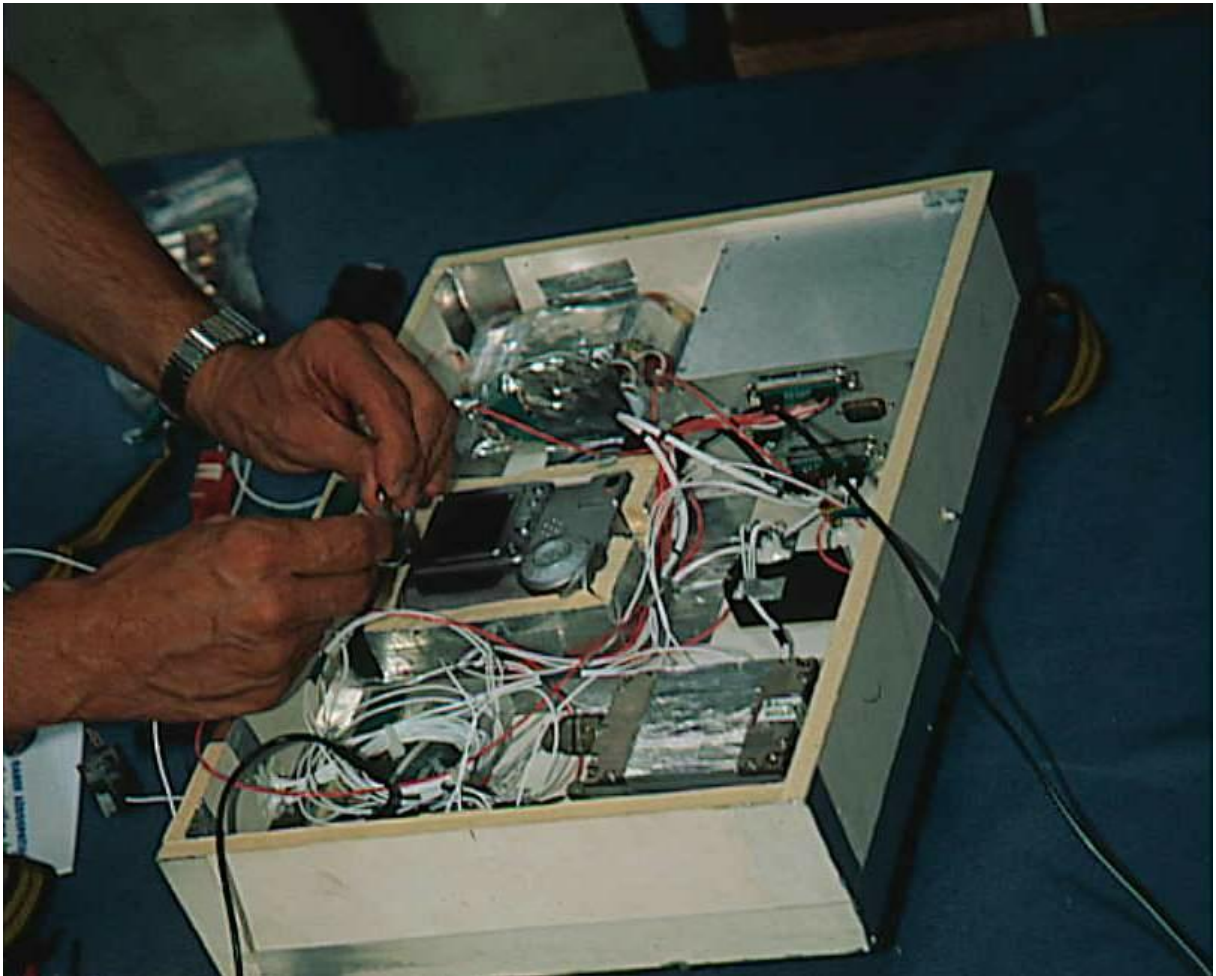
Les informations ont été reçues avec un récepteur 2235 MHz et enregistrées en temps réel sur un ordinateur PC (logiciel GAREF).

Le ballon a été localisé par un GPS dont les positions étaient affichées et enregistrées elles aussi en temps réel sur l'ordinateur PC.

2. DEROULEMENT DE L'EXPERIENCE

Nous sommes partis de Paris le jeudi 30 juillet 1998 et installé a Bourges le même jour.

L'assemblage du ballon s'est terminé vendredi et samedi lors de la campagne de Bourges, au Parc des expositions. Nous avons procédé à des essais de télémesures qui se sont révélés concluants (bilan de liaison satisfaisant).



Vue de l'intérieur de la nacelle et dernières mises au point.

Le lancement a eu lieu le dimanche 2 août 1998, à 13h56mn, à l'ETBS (terrain militaire près de Bourges) lors de la campagne de lancement CNES-ANSTJ.

Le ballon a été gonflé à l'hélium, le vol a duré 2h30, alors que nous avions souhaité un vol d'une heure à peine. La maîtrise du sur-gonflage et du temps de vol d'un tel ballon semble délicate à réaliser.



L'équipe lancement transporte le ballon sur le site de lancement.

Le vol a duré jusqu'à 16h27mn19s, heure à partir de laquelle nous n'avons plus reçu aucune trame. Nous avons alors perdu tout contact avec le ballon, ce dernier étant au sol.

Le vol et la réception des télémesures se sont parfaitement déroulés jusqu'à l'atterrissage du ballon, malgré la perte du signal GPS à 18 000 m d'altitude. En effet, nous avons découvert que le GPS était bridé, et nous ne recevions plus que l'heure (ce qui nous a permis de constater que le récepteur GPS fonctionnait).

Le ballon a été découvert à Ouzouer sur Trezée le 23 octobre 1998 dans un champ de maïs à environ 70km au nord du lieu de lancement par Mr Jean Mendak, propriétaire du champ que nous remercions vivement. Celui-ci a prévenu le N°Vert du CNES et l'ANSTJ a récupérée la nacelle.

La nacelle a été retrouvée en parfait état, sans aucune infiltration d'eau. Nous avons ainsi pu récupérer les photos numériques. Après tests au sol nous avons pu constater que toute la chaîne fonctionnait correctement malgré les 82 jours où le ballon a été exposé aux intempéries.

3. ETUDE DE L'EMISSION-RECEPTION

3.1. Principe de l'émission des trames

Etant donné que nous n'avons qu'une autonomie limitée (batteries) et que le plus gros consommateur est l'émetteur, nous avons alterné des phases d'émission de 2 minutes avec des phases de repos de 3 minutes.

1. Emission des trames de mesures durant 1mn.
2. Envoi de l'ordre de prise de photo à l'appareil photo (seulement 10 fois).
3. Emission des trames de position GPS durant 1mn.
4. Temps de 3 mn durant lesquelles rien n'est émis par le ballon.

Ce cycle est ensuite répété jusqu'à épuisement des batteries.

Les trames de mesures sont codées sur 22 octets chaque mesure étant codée sur 12 bits et composées de :

4 Octets de début de message Mot de synchro.	2 octets inutilisés	2 octets de tension batteries	2 octets de T° (Petite sonde externe)	2 octets de pression	2 octets de T° (Petite sonde interne)	2 octets inutilisés	2 octets de T° (Grande sonde interne)	2 octets de T° (Grande sonde externe)	2 octets inutilisés
---	---------------------	-------------------------------	---------------------------------------	----------------------	---------------------------------------	---------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------

3.2. Tableau des réceptions de Paparazzi

Nous avons lâché la nacelle 54 secondes après le branchement du bouchon de vol (connecteur permettant à la nacelle de s'auto-alimenter et lui donnant l'ordre de débiter la première émission). En effet l'appareil se déclenchant une minute après le début de chaque émission la première image a été prise 6 secondes après le décollage, lorsque le ballon était encore à faible altitude.

T0 est l'heure de décollage de la nacelle.

Le branchement bouchon de vol a eu lieu à 13h56mn46s, le décollage à 13h57mn40s.

Voici le tableau des résultats comprenant : les heures de début d'émission (temps depuis le décollage et heure locale) ; les heures de fin d'émission ; la position et l'altitude donnée par le GPS et enfin l'altitude selon la valeur donnée par le capteur pression.

N°	Temps de début d'émission	Heure de début d'émission	Heure de fin d'émission	Latitude (N) GPS	Longitude (E) GPS	Altitude de (m) GPS	Altitude (m) Capt. P°
1	-0h00mn54s	13h56mn46s	13h58mn34s	?	?	?	100
	0h00mn00s	Décollage de la nacelle	13h57mn40s	46°59'57.5''	2°38'41.7''	?	
2	0h03mn58s	14h01mn38s	14h03mn34s	46°59'52.0''	2°37'44.0''	1660	1650
3	0h08mn52s	14h06mn30s	14h08mn21s	46°59'33.9''	2°37'26.2''	3064	3050
4	0h13mn40s	14h11mn20s	14h13mn13s	46°59'40.6''	2°37'33.7''	4412	4450
5	0h18mn33s	14h16mn13s	14h18mn06s	47°02'12.0''	2°38'47.9''	5812	5800
6	0h23mn26s	14h21mn06s	14h22mn59s	47°22'45.0''	2°41'06.0''	7273	7300
7	0h28mn17s	14h25mn57s	14h27mn52s	47°21'53.0''	2°43'59.6''	8903	8900
8	0h33mn11s	14h30mn51s	14h32mn45s	47°14'19.3''	2°47'10.6''	10478	10450
9	0h38mn04s	14h35mn44s	14h37mn37s	47°17'59.9''	2°50'09.5''	11967	12000
10	0h42mn58s	14h40mn38s	14h42mn31s	47°20'23.7''	2°52'45.5''	13483	13450
11	0h47mn51s	14h45mn31s	14h47mn24s	47°22'24.8''	2°55'15.7''	14779	14800
12	0h52mn43s	14h50mn23s	14h52mn17s	47°24'03.3''	2°56'57.1''	16006	15950
13	0h57mn36s	14h55mn16s	14h57mn17s	47°25'12.3''	2°58'16.6''	17252	17150
14	1h02mn36s	15h00mn16s	15h02mn16s				18275
15	1h07mn36s	15h05mn16s	15h07mn16s				19850
16	1h12mn36s	15h10mn16s	15h12mn17s				20800
17	1h17mn37s	15h15mn17s	15h17mn17s				22150
18	1h22mn36s	15h20mn16s	15h22mn17s				23600
19	1h27mn36s	15h25mn16s	15h27mn17s				24750
20	1h32mn36s	15h30mn16s	15h32mn18s				26450
21	1h37mn36s	15h35mn17s	15h37mn18s		GPS Bridé		27500
22	1h42mn36s	15h40mn17s	15h42mn18s				28350
23	1h47mn37s	15h45mn18s	15h47mn18s				29800
24	1h52mn37s	15h50mn18s	15h52mn18s				26450
25	1h57mn37s	15h55mn18s	15h57mn18s				19600
26	2h02mn39s	16h00mn19s	16h02mn19s				15050
27	2h07mn38s	16h05mn18s	16h07mn18s				11500
28	2h12mn38s	16h10mn18s	16h12mn18s				8550
29	2h17mn38s	16h15mn18s	16h17mn19s				6250
30	2h22mn39s	16h20mn18s	16h22mn19s				4250
31	2h27mn39s	16h25mn19s	16h27mn19s				1900

Rappelons pour usage personnel que : Heure réelle = Heure vidéo Bétacam -7s

4. DEPOUILLEMENT ET RESULTATS

4.1. Mesures de pression

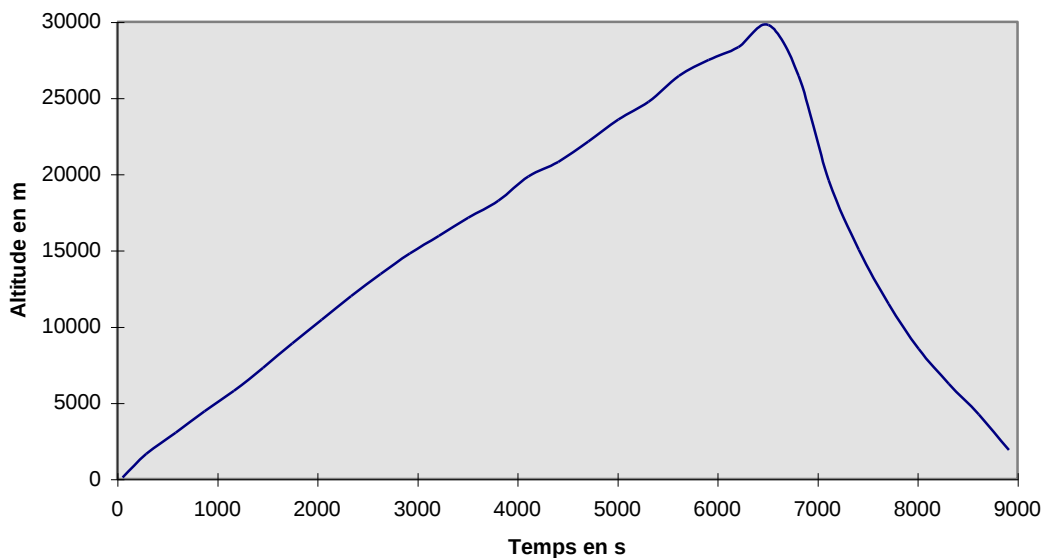
Grâce aux mesures de pression et en utilisant la norme ISO 2533 (table de l'atmosphère standard, donnant l'altitude en fonction de la pression), nous avons pu déterminer l'altitude en fonction de la pression mesurée, (l'altitude n'étant plus donnée par le GPS au delà de 18 000 m).

La courbe ci-dessous a été tracée grâce à la formule obtenue par l'étalonnage du capteur pression : $\text{Pression(mbars)} = (1004/2039) * n$ où n est la valeur reçue convertie en décimal. Rappelons que cette formule a été vérifiée après récupération de la nacelle.

On découvre donc que le ballon est monté au moins jusqu'à 29 800m, il était à cette altitude T0+1h47mn38s (6458s) soit 15h45mn18s à l'heure locale (T0 est l'heure de décollage de la nacelle).

Le capteur pression est situé sous la nacelle (voir ses caractéristiques techniques p7), et la mesure de pression est émise entre deux mesures de températures (voir p9).

Altitude de la nacelle



4.2. Mesures de température

4.2.1. Analyse de l'ensemble des températures

Sur ces courbes on découvre que la température descend jusqu'à environ 10 000m d'altitude. Elle remonte ensuite lentement jusqu'à culmination (environ 30 000m). Elle suit ensuite la courbe inverse pendant la phase de descente.

Cette courbe est identique sur toutes les températures sauf sur celle du bloc batteries où nous voyons la température monter continuellement jusqu'à environ 51 °C.

Après avoir consulté un météorologue du CNES à Aire-sur-l'Adour : Mr Dedieux, nous avons conclu que la forme des courbes était correcte, mais les valeurs de celles-ci étaient invraisemblables : si les températures du début du vol sont justes, celles durant le vol sont beaucoup trop élevées.

Une fois la nacelle retrouvée nous avons vérifié en novembre 1998, l'étalonnage des sondes en passant la nacelle dans un caisson climatique, pour nous assurer du résultat car il pouvait y avoir une erreur dans la conversion (dans les formules ci-dessous).

Les résultats étant sensiblement les mêmes que ceux du vol. L'invraisemblance des températures ne vient pas de l'étalonnage ou de la transmission.

Nous supposons que les sondes (parcourues avec un courant de mesure de 5mA) s'échauffent et que si cet échauffement est dissipé par convection naturelle en présence d'un courant d'air, il en est tout autrement en altitude où il n'y a plus d'air. On aurait donc reçu des valeurs de température qui seraient en fait en fonction de la température et de la pression. Ce point est à confirmer par expérimentation sous vide.

Les courbes ci-dessous ont été tracées grâce aux formules obtenues par l'étalonnage des sondes de température (voir leurs caractéristiques techniques p6) :

Petite Sonde Externe : Température = $(90/1297) * (n - 1191)$

Grande Sonde Externe : Température = $(90/1309) * (n - 1191)$

Petite Sonde Interne : Température = $(90/1216) * (n - 937)$

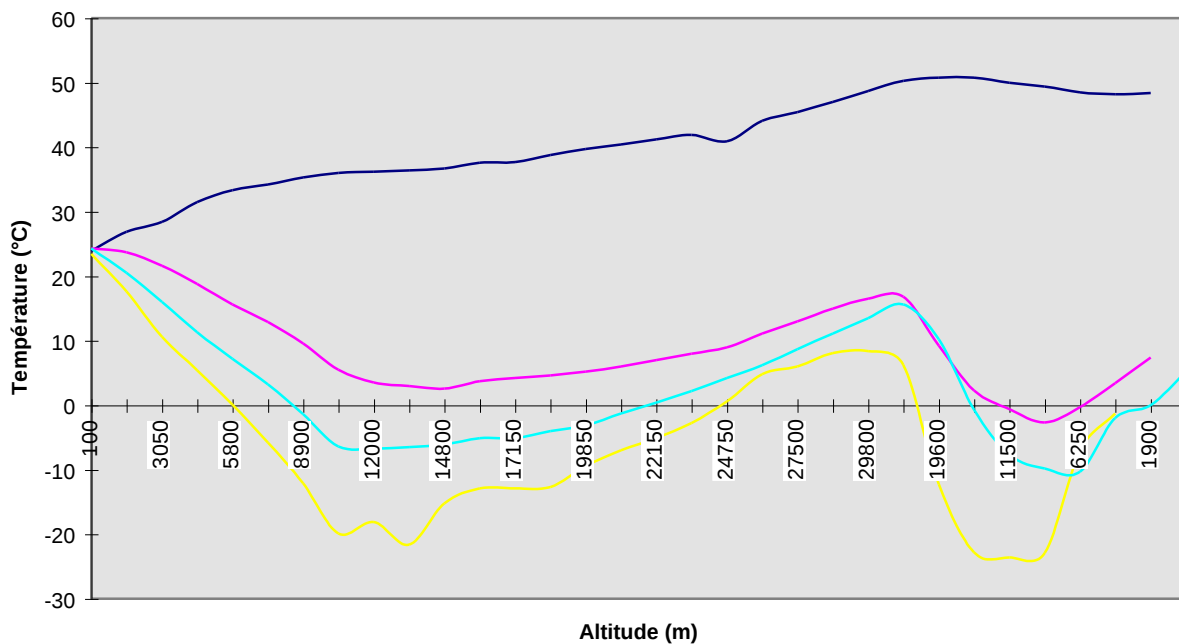
Grande Sonde Interne : Température = $(90/1222) * (n - 942)$

N.B. : n est la valeur reçue convertie en décimal.

Rappelons que ces formules ont été vérifiées après récupération de la nacelle.

(Voir page 9 pour la position des mesures de température au niveau de l'émission.)

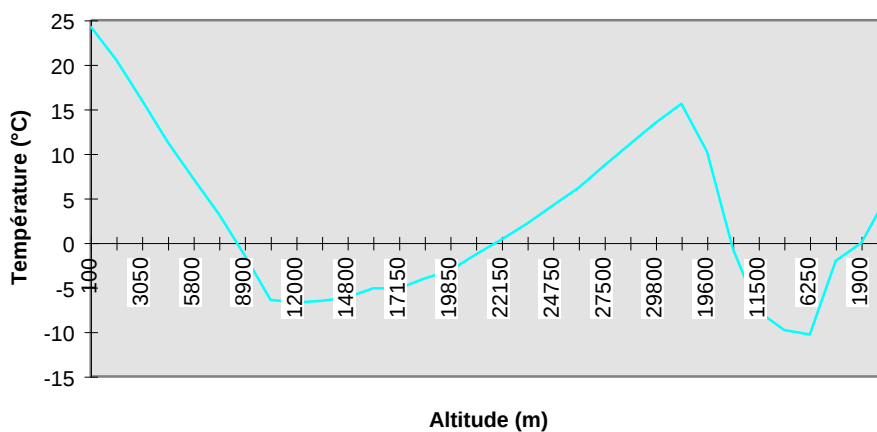
Températures en fonction de l'altitude



4.2.2. Petite Sonde Externe

Cette sonde est placée en dessous de la nacelle, à l'extérieur.

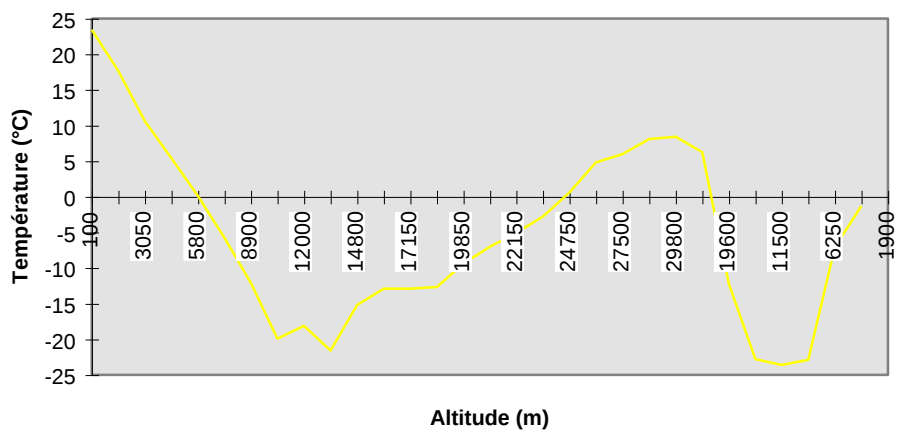
Petite Sonde Externe



4.2.3. Grande Sonde Externe

Cette sonde est placée à l'extérieur, sur le côté du ballon.

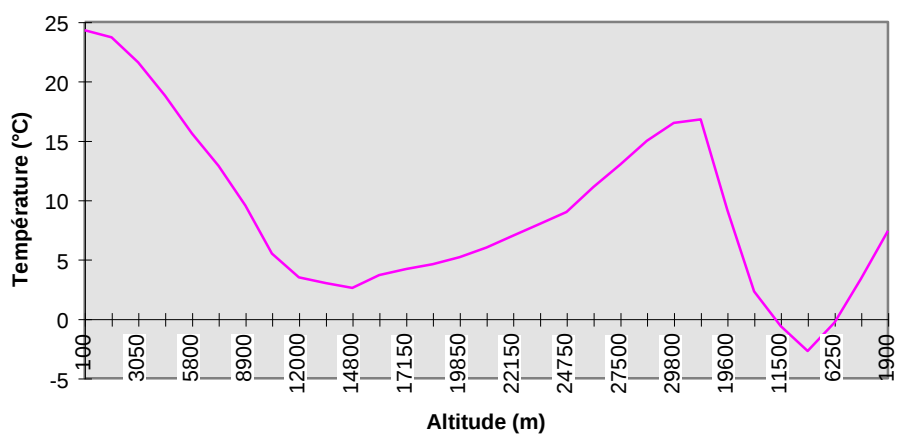
Grande Sonde Externe



4.2.4. Petite Sonde Interne

Cette sonde est placée à l'intérieur, entre l'appareil photo numérique et le capteur de pression (le point le moins chaud possible de l'intérieur de la nacelle).

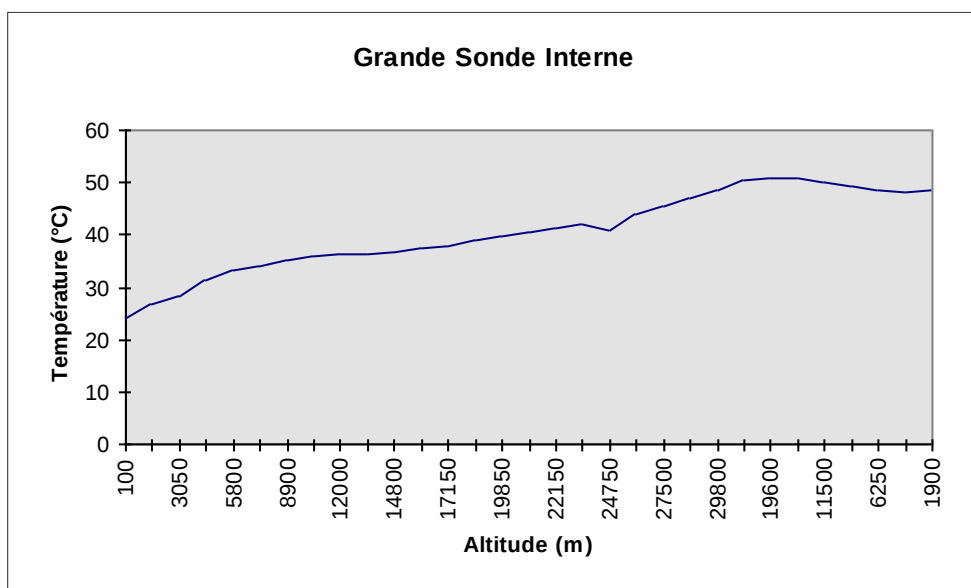
Petite Sonde Interne



4.2.5. Grande Sonde Interne

Cette sonde est placée l'intérieur, dans le boîtier piles.

On y voit qu'il n'était pas important de tenir compte de la résistances aux basses températures pour ce type de piles dans l'utilisation qu'on en a faite.

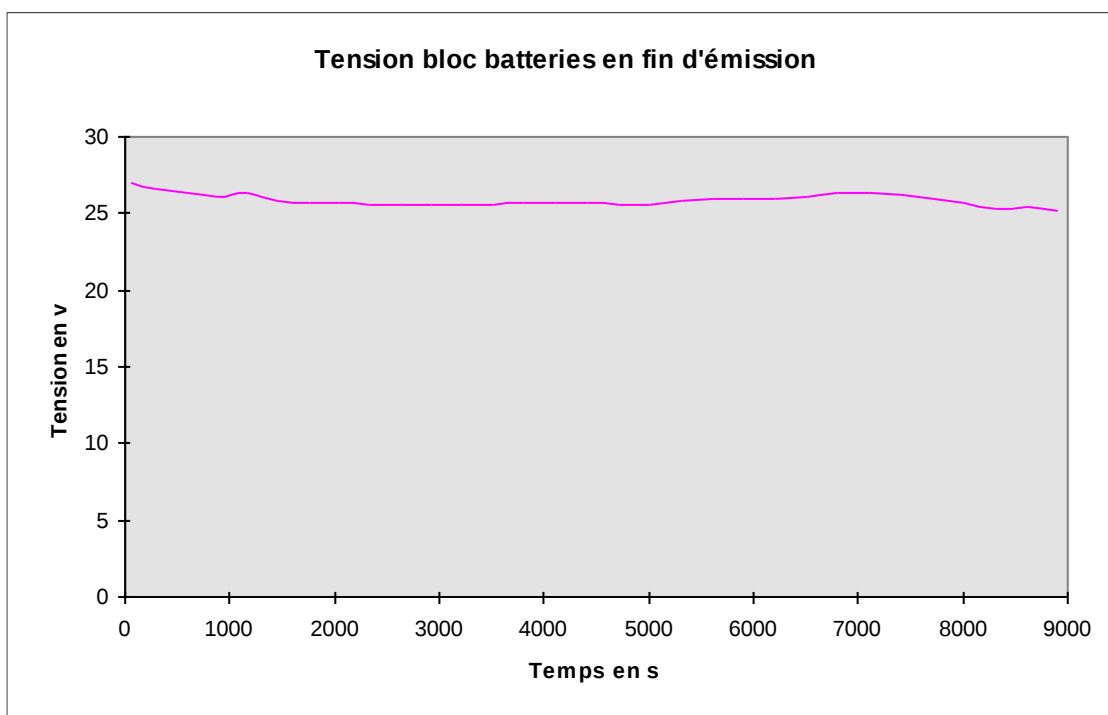
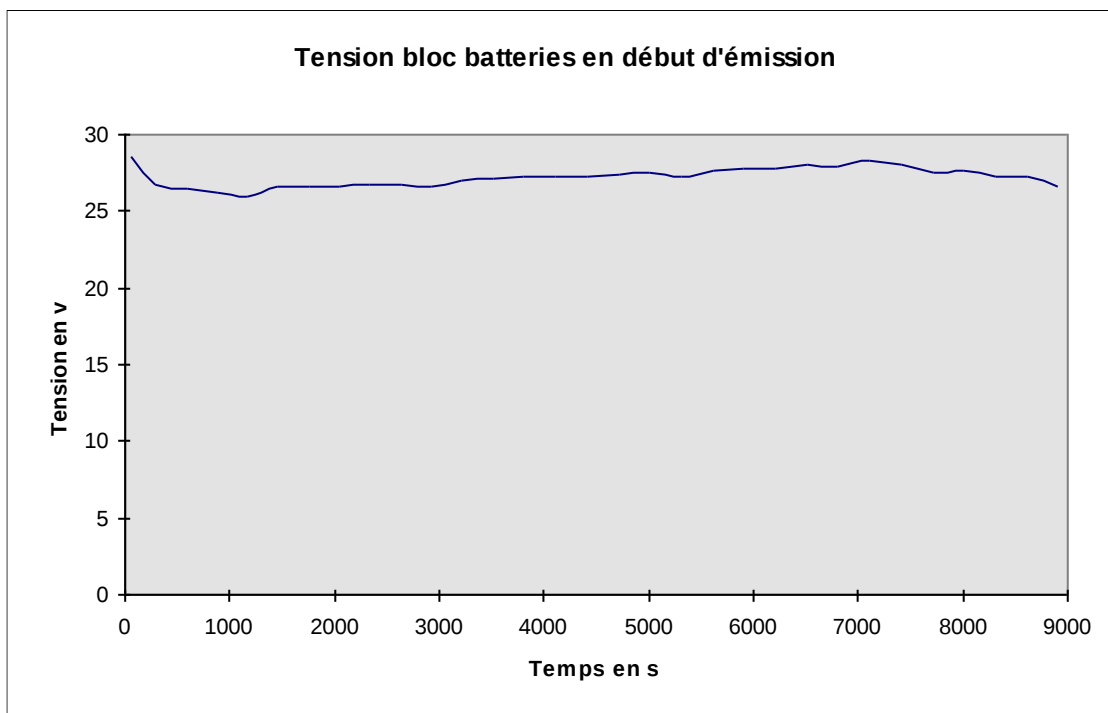


4.3. Mesures de tension batteries

Le bloc batteries a tenu en tension pendant tout le vol (environ 2h30). La tension a été au minimum de 25V en fin d'émission (soit 1.2V par élément), on remarque une sensible diminution de la tension dans les deux dernières minutes.

La courbe ci-dessous a été tracée grâce à la formule obtenue par l'étalonnage des mesures :
 $Tension = ((15/758) * (n - 1515)) + 30$ où n est la valeur reçue convertie en décimal.

Voir caractéristiques techniques du bloc batteries p5.



5. PHOTOGRAPHIES

Les dix photographies ont été prises une minute après chaque prise de mesures (au dessus de dix photos, l'unité de stockage des photos était pleine).

On découvre des nuages sur l'image dès la seconde photographie (5mn après le lancement soit 1900m d'altitude), un brouillard rend la photo difficile à observer dès la septième image (29mn20s après le lancement soit 9200m) et on ne voit qu'un amas de nuages dès la huitième photographie (34mn10s après le lancement soit 12000m).

5.1. Photographie n°2.



Prise à 5mn00s du décollage de la nacelle. Le ballon était donc à 1900m d'altitude.

5.2. Photographie n°6.

Prise à 24mn30s du décollage de la nacelle. Le ballon était donc à 7600m d'altitude.



6. PANORAMA PHOTOGRAPHIQUE



Photographie n° 1 (



Photographie n° 2 (1900m)



Photographie n° 3 (3330m)



Photographie n° 4 (4700m)



Photographie n° 5 (6100m)



Photographie n° 6 (7600m)



Photographie n° 7 (9200m)



Photographie n° 8 (10800m)



Photographie n° 9 (12300m)



Photographie n° 10 (13700m)

7. CONCLUSION GENERALE

Ce projet court et simple nous a permis d'organiser une équipe tout en apprenant à maîtriser l'informatique et l'électronique nécessaires à la réalisation d'un projet.

Il a donc tout à fait rempli ses objectifs premiers.

Quelques points négatifs sont quand même apparus :

- GPS bridé empêchant de connaître la position au dessus de 18 000m.
- Pas de dépouillement des mesures en temps réel.
- Mesures de températures inexactes
- Bilan de liaison télémessure un peu limite

Les points forts restent :

- Réception exploitable tout au long du vol, bon dépouillement
- Toutes les photos prévues ont été prises et sont techniquement parfaites
- Bon fonctionnement de toute la chaîne électronique
- Bonne adaptation de la structure mécanique pour ce type d'expérience.
- Expérience facilement réalisable.

C'est pourquoi nous avons décidé de recommencer une expérience similaire : **Paparazzi2** qui sera lancé au printemps prochain sur Paris reprenant la plupart du contenu de **Paparazzi1** mais avec quelques améliorations et ajouts notamment :

- GPS débridé permettant de connaître la position au dessus de 18 000m.
- Une balise ARGOS pour récupérer la nacelle plus facilement et rapidement.
- De nouvelles mesures : notamment des capteurs de pollution et d'humidité.

Parallèlement à Paparazzi2, nous étudions un projet de petit satellite de mesures, mais c'est naturellement à plus long terme.



L'équipe du GAREF AEROSPATIAL avec la chaîne de vol récupérée par l'ANSTJ .