

# **EXPERIENCE PAPAZZI II**

## **RAPPORT**

GP-4528-P-592

Révision 1.0

24 juin 2001

Rédigé par :

Approuvé par :

# SOMMAIRE

0. EVOLUTION DU DOCUMENT .....	1
1. INTRODUCTION.....	2
2. OBJET DE L'EXPERIENCE .....	3
3. MISSIONS PRECEDENTES .....	4
3.1 PREMIERE MISSION A AIRE SUR L'ADOUR .....	4
3.2 DEUXIEME MISSION A AIRE SUR L'ADOUR .....	4
4. INSTALLATION ET PREPARATION .....	5
4.1 Voyage depuis Paris .....	5
4.2 Arrivée au CNES et installation du matériel .....	5
5. DEROULEMENT DE L'EXPERIENCE .....	6
5.1 Préparation de la nacelle.....	6
5.2 Déroulement du vol .....	7
5.2.1 Préparation du ballon .....	7
5.2.2 Décollage .....	7
5.2.3 Phase d'ascension .....	8
5.2.4 Plafond .....	8
5.2.5 Séparation et descente .....	9
5.3 Récupération de la nacelle.....	9
6. EXPLOITATION DES RESULTATS.....	10
6.1 Mesures effectuées dans le ballon.....	10
6.1.1 Mesures de température.....	10
6.1.2 Mesure de pression .....	10
6.1.3 Mesure de tension des batteries.....	11

6.1.4 Position GPS.....	11
6.1.5 Prises de vue numériques .....	11
6.2 Réception des données au sol.....	12
6.2.1 Bilan de liaison .....	12
6.2.2 Traitement et stockage des informations.....	12
6.2.3 Suivi du ballon.....	12
7. CONCLUSION.....	13
7.1 Perspectives et prochains projets .....	13
7.2 Remerciements .....	13

## 0. EVOLUTION DU DOCUMENT

24 juin 2001 :

création.

# 1. INTRODUCTION

Ce document décrit les différentes missions qui ont conduit au lancement du ballon-sonde Paparazzi II, et les résultats de cette expérience. Le projet Paparazzi II est né de l'idée d'améliorer le précédent projet, Paparazzi I, qui avait volé le dimanche 2 août 98 à 13h 56. Après deux années de mise au point et de travail, en août 2000, une première version était prête à voler à Millau. Malheureusement, la météo nous refusa cette expérience et la nacelle fut ramenée à Paris, dans les locaux du GAREF Aérospatial. Elle subit alors diverses modifications et améliorations, entre autres une nacelle d'aluminium et un complexe de batteries plus performant. Au Printemps 2001, le Paparazzi II modifié était prêt à voler. Le GAREF Aérospatial organisa donc une mission de lancement à Aire sur l'Adour, avec le concours du CNES. Mais, encore une fois, le ciel empêcha le départ de l'expérience. Désirant profiter de la campagne de lancement du CNES et sur la foi de données météorologiques prometteuses, l'équipe du GAREF revint, la semaine d'après, sur le même site; mais un front nuageux ne permit pas le lancement. Dans le cadre de la campagne de lancement Gap-Tallard 2001, la date du 21 juin fut avancée par le CNES et cette fois, le ciel étant pur, et malgré un créneau horaire assez serré, Paparazzi II fut lancé avec succès accroché à l'expérience Saoz-Balodin du CNRS, emportant en son sein tous les espoirs d'une équipe qui lui avait consacré de très nombreux mois d'efforts.



*Une partie de l'équipe du GAREF Aérospatial.*

## 2. OBJET DE L'EXPERIENCE

Le but de l'expérience Paparazzi II, et c'est d'ailleurs ce qui a inspiré son nom, est de prendre, à intervalles réguliers, une série de photographies numériques du terrain survolé par le ballon. Ces photographies n'étant pas destinées à être transmises au sol, par l'intermédiaire de l'antenne, sont d'une qualité maximale pour l'appareil numérique utilisé.

Paparazzi II effectue également des mesures des paramètres définissant son environnement, tels que la température extérieure et intérieure ( 3 sondes distinctes: 2 à l'extérieur, 1 à l'intérieur), la pression atmosphérique.

En outre Paparazzi II contrôle à tout instant la tension aux bornes de ses batteries ce qui permet de surveiller leur décharge et ainsi de prévoir l'instant où l'expérience s'arrêtera, faute d'énergie

Enfin, la nacelle Paparazzi II est équipée d'une antenne GPS, ce qui permet sa localisation par satellite.

Les mesures de température, de pression, de tension et les positions GPS sont transmises, par l'intermédiaire d'une liaison radio de fréquence 2.235 GHz, à la station de réception du GAREF Aérospatial ce qui permet aux membres de l'équipe de suivre, instant par instant, l'évolution de l'environnement du ballon, l'état de charge de ses batteries et sa position géographique ainsi que son altitude. Les données GPS sont affichées sur écran par l'intermédiaire du programme AutoRoute Express©, tandis que les mesures le sont par le biais d'un programme, le DataDynamicProcessing©, créé par l'équipe de programmeurs du GAREF Aérospatial.

### 3. MISSIONS PRECEDENTES

#### 3.1 PREMIERE MISSION A AIRE SUR L'ADOUR

La première mission à Aire sur l'Adour s'est déroulée du mercredi 18 avril au mardi 24 avril 2001. L'objectif premier de cette mission était de pouvoir faire des tests sur la nacelle en conditions réelles, et d'affiner les logiciels de traitement de données. Ces tests s'étant révélés concluants, un lancement n'était pas exclu lors de cette mission qui a pris fin au commencement de la campagne de lancement du CNES d'Aire sur l'Adour. Mais suite à une météo défavorable, l'équipe du GAREF Aérospatial a décidé de reporter celui-ci de deux semaines.



*Derniers préparatifs sur la nacelle de Paparazzi II.*

#### 3.2 DEUXIEME MISSION A AIRE SUR L'ADOUR

La deuxième mission à Aire sur l'Adour a eu lieu du samedi 5 mai au mardi 8 mai 2001. Cette mission avait pour objectif de lancer l'expérience directement, sans plus attendre de tests complémentaires. Une fois encore, des conditions météorologiques inadaptées à des prises de vue ont fait reporter le lancement à la campagne de lancement du CNES de Gap-Tallard, en juin.



*Mise sous tension de la nacelle.*

## **4. INSTALLATION ET PREPARATION**

### **4.1 Voyage depuis Paris**

Le jeudi 21 juin 2001, à 6 heures du matin, l'équipe du GAREF Aérospatial est partie de Paris, en direction Gap par l'autoroute du sud, direction Lyon puis Grenoble. Au cours du voyage, l'équipe du CNES participant à la campagne Gap-Tallard 2001 nous a contacté afin de nous proposer de profiter du lancement de l'expérience Saoz-Balodin prévu pour 19 heures 45 pour effectuer le vol Papparazzi II. L'arrivée à Gap a eu lieu à 14 heures, et les bagages ont été juste déposés à l'hôtel. Arrivés à l'aérodrome de Gap-Tallard vers 14 heures 30, l'installation du matériel a commencé immédiatement.

### **4.2 Arrivée au CNES et installation du matériel**

Nos caisses de matériel, transférées par le CNES du site de lancement d'Aire sur l'Adour à Gap, sont immédiatement déchargées. Le matériel de télémessure et de traitement est installé dans la salle de réunion, mise à notre disposition par le CNES. Vers 16 heures 30, une fois le matériel installé, un dernier essai de télémessure est effectué, et il est concluant. A 17 heures 45, lors du briefing météo, nous sommes en mesure d'accepter l'offre de M. François, du Service d'Aéronomie du CNRS, responsable de l'expérience Saoz-Balodin, de fixer notre nacelle en dessous de la sienne, et nous nous préparons alors au lancement qui aura lieu à 19 heures 45.

## 5. DEROULEMENT DE L'EXPERIENCE

### 5.1 Préparation de la nacelle

Une fois prise la décision de lancer, la nacelle est préparée au lancement. Les amortisseurs sont vérifiés, on vérifie que le système de fixation est compatible avec celui du ballon, et on fait les dernières répétitions de fermeture de la nacelle après mise sous tension et installation de l'appareil photo numérique. En effet ces gestes devront être accomplis dans une durée très courte juste avant le décollage du ballon afin de ménager les batteries et d'éviter la prise de nombreuses photographies au sol.



*Acheminement de la nacelle sur son site de lancement.*

## 5.2 Déroulement du vol

### 5.2.1 Préparation du ballon

A 19 heures (17 heures TU), le ballon principal (modèle 10 ZL, capacité 10000 m<sup>3</sup>) est déplié sur une bâche, pour le protéger. A 19 heures 25, le camion contenant les bouteilles d'hélium comprimé arrive sur l'aire de lancement et le processus de gonflage commence alors. Après quelques minutes, le ballon est gonflé.



*Gonflage du ballon.*

### 5.2.2 Décollage

A 19 heures 45, l'ordre de lancement est donné, et le ballon se lève, entraînant avec lui les deux nacelles de l'expérience du CNRS (Saoz-Balodin), la nacelle Paparazzi II du GAREF Aérospatial, et les nacelles techniques du CNES.



*Première photo du vol. Altitude : 1000m, t = t<sub>0</sub> + 1'00''*

### 5.2.3 Phase d'ascension

Après le décollage, le ballon s'élève avec une vitesse ascensionnelle de 7 m/s environ pendant une heure et vingt minutes et reste visible pendant toute cette phase.



Troisième photo du vol. Altitude : 3350m,  $t = t_0 + 8'04''$

### 5.2.4 Plafond

Arrivé au plafond à une altitude de 29500 mètres, où il y reste pendant une durée de 45 minutes environ, le ballon, quasiment immobile sur le plan horizontal, tout en restant visible à l'œil nu, prend une teinte rougeâtre au moment du coucher de soleil, avant de disparaître peu après.



Quinzième photo du vol. Altitude : 17600m,  $t = t_0 + 46'56''$

### 5.2.5 Séparation et descente

Vers 22 heures, le centre d'opérations télécommande à la nacelle de servitude opérationnelle (NSO) de séparer les nacelles de l'enveloppe du ballon. Les nacelles tombent de 30 km en moins de 30 minutes, et c'est le radar d'Aix-en-Provence qui nous signale l'atterrissage, le centre d'opération du CNES ayant perdu le signal de télémétrie de la nacelle technique à une altitude de 6000 mètres environ.

### 5.3 Récupération de la nacelle

Le lendemain, vendredi 22 juin, à 5 heures 30, l'un des membres de l'équipe du GAREF Aérospatial prend l'hélicoptère de récupération. Pendant une heure, l'hélicoptère scrute la zone de retombée théorique du ballon, et trouve l'enveloppe du ballon vers 6 heures 45, et y dépose deux techniciens pour emballer l'enveloppe. Après un ravitaillement en kérosène, l'hélicoptère repart à 7 heures 30 à la recherche des nacelles. Les nacelles sont repérées vers 8 heures dans la garrigue, et l'hélicoptère retourne chercher les deux techniciens et le répondeur radar, en laissant l'enveloppe sur place pour une autre équipe de récupération qui arrivera plus tard en véhicule tout terrain. Vers 8 heures 30, les nacelles sont récupérées, et reviennent à Gap aux alentours de 10 heures 30.



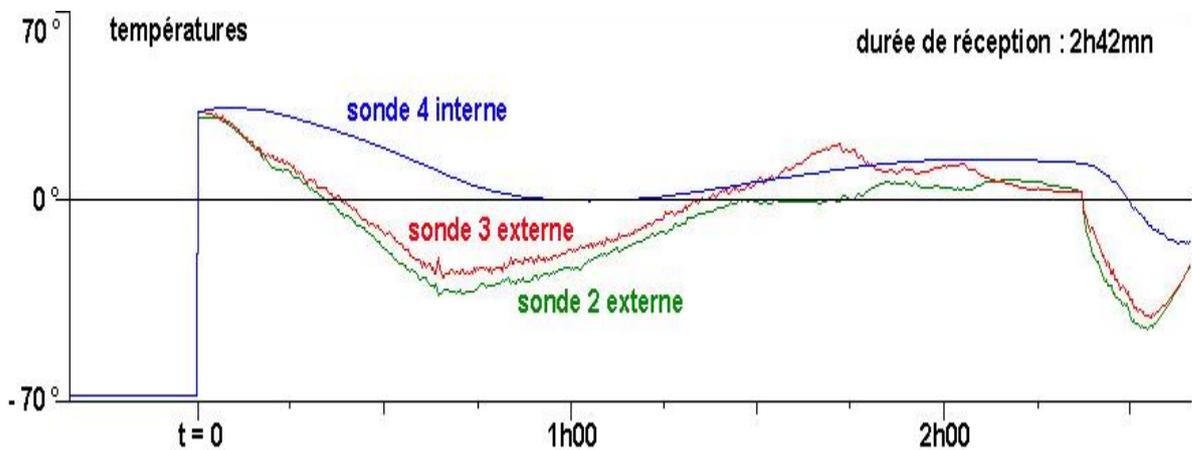
*L'équipe du GAREF Aérospatial décharge la nacelle de l'hélicoptère de récupération.*

## 6. EXPLOITATION DES RESULTATS

### 6.1 Mesures effectuées dans le ballon

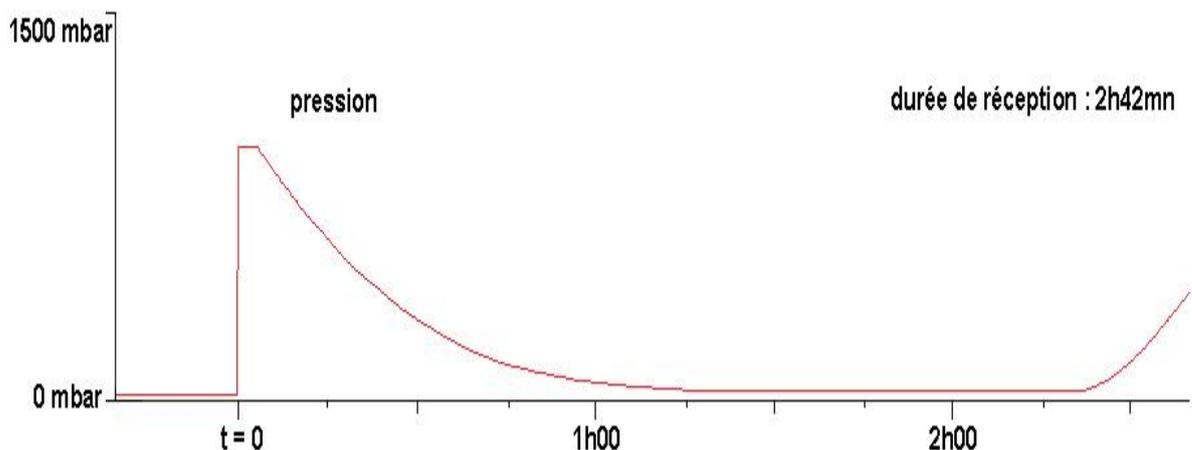
#### 6.1.1 Mesures de température

Les mesures de température ont été correctes à faible altitude mais elles ont commencé à diverger des valeurs réelles mesurées par le CNES quand la pression a baissé, faute d'assez d'air pour dissiper la chaleur qu'elles produisaient. La mesure était alors la température du capteur, et non celle de l'air environnant.



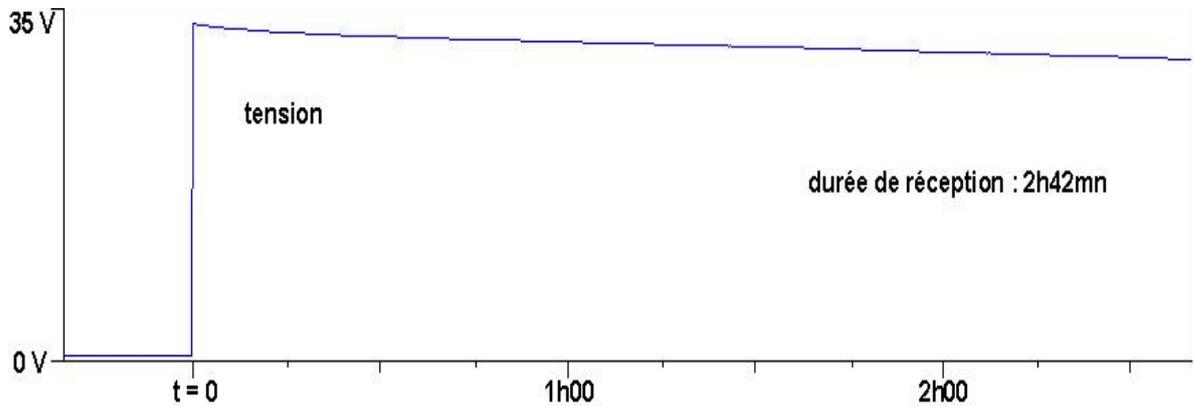
#### 6.1.2 Mesure de pression

Les mesures de pression se sont avérées exactes sauf aux basses pressions (< 20 mBar) où le capteur ne se comportait plus de façon linéaire.



### 6.1.3 Mesure de tension des batteries

La tension des batteries donne une indication de son état de charge.



### 6.1.4 Position GPS

Lors du vol, la nacelle transmettait sa position, qui était affichée sur une carte sous AutoRoute Express©.

### 6.1.5 Prises de vue numériques



Altitude : 1950m,  $t = t_0 + 4'32''$



Altitude : 4600m,  $t = t_0 + 11'36''$



Altitude : 11200m,  $t = t_0 + 29'16''$



Altitude : 15050m,  $t = t_0 + 39'52''$

Aperçu des photos prises en vol.

## **6.2 Réception des données au sol**

### **6.2.1 Bilan de liaison**

Pendant tout le vol, sauf pour la phase de descente, le signal reçu était de très bonne qualité, avec une puissance de signal élevée permettant une réception radio nominale. L'antenne hélicoïdale utilisée par le GAREF, bien que directionnelle, possède un cône de réception assez large (30 degrés environ) pour qu'un pointage approximatif permette une liaison très acceptable.

### **6.2.2 Traitement et stockage des informations**

Lors du vol, un PC s'occupait du traitement des données et de leur affichage à l'écran sous forme de courbes, alors qu'un autre stockait toutes les données reçues du ballon sur disque. Ce mode d'affichage permettait une lecture claire et rapide des différents paramètres mesurés par le ballon tandis que les données sauvegardées peuvent être réutilisées, après le vol, pour rejouer la séquence de vol et ainsi en analyser les différentes phases.

### **6.2.3 Suivi du ballon**

Le PC de traitement traduisait le signal GPS en données compréhensibles par le programme AutoRoute Express© qui affichait la position du ballon sur une carte. Le programme de traitement calculait également les angles en site et azimut pour pointer l'antenne de réception sur le ballon. Malgré cela, lors de la phase de descente, le signal reçu de la nacelle s'est brouillé et les positions GPS sont alors très imprécises. Il est cependant probable que ces deux événements soient indépendants, en effet lors de la descente, l'altitude donnée par le GPS s'est fixée à la valeur de 29 000 mètres tandis que le positionnement au sol ne semblait altéré que modérément et que les bribes d'informations claires reçues, mesure de pression, de tension et de température, après la perte du contact continu sont relativement cohérentes.

## 7. CONCLUSION

### 7.1 Perspectives et prochains projets

Toujours dans le domaine de l'imagerie, de nouvelles idées de projets sont en cours. Un projet futur pourrait inclure un appareil photo opérant dans le domaine infrarouge, et télécommandé en orientation, transmettant ses clichés en temps réel, ainsi que des prises de vue de l'horizon.

### 7.2 Remerciements

Nous remercions M. Dedieu, responsable météo, M. Lacogne, chef de mission du CNES, M. Lacourty, le laboratoire d'aéronomie du CNRS, le CNES de Gap-Tallard et d'Aire sur l'Adour, les pilotes d'hélicoptères de Gap, et les responsables du lancement et des opérations.



*Chaîne complète de vol.*