



COMPTE RENDU DU PROJET ASSURANCETOURISK 2001



Remerciements

Toute l'équipe d'Assu souhaiterait remercier :
Alain Dartigalongue, pour le temps passé et son rhum
Le lapin, pour nous avoir laissé jouer avec son "jouet"
L'ESO, pour leur esprit et nous avoir supporté
Christelle, pour son accompagnement
Warner, pour son "ogive minute"

Et bien sûr, Le CNES et l'ANSTJ pour l'organisation.

SOMMAIRE

<u><i>L'histoire d'Assurancetourisk</i></u>	4
<u><i>Présentation d'Assurancetourisk</i></u>	5
<u>La virole, les ailerons et la plaque de poussée</u>	6
<u>La case parachute</u>	9
<u>Le Système d'ouverture de la porte.</u>	11
<u>La pièce inter-étage</u>	13
<u>La structure électronique</u>	15
<u>L'architecture</u>	17
<u>Le Séquenceur</u>	19
<u>Les expériences</u>	20
<u>Support télémesure</u>	24
<u>L'ogive</u>	25
<u><i>L'exploitation des données-vol</i></u>	27
<u><i>Annexe</i></u>	29
<u>Vue générale</u>	29
<u>Arrimage structure/inter-étage</u>	30
<u>Ensemble des mesures de cote</u>	32

L'HISTOIRE D'ASSURANCETOURISK

Assurancetourisk a vu le jour par une après midi de l'année 1997, de son père Tanguy Jeanne et de son lapin Stéphane Pierre-Jean. Durant 5 ans, cette fusée a pris de l'expérience tel un grand crû. L'expérience mise en œuvre sur cette fusée était la réalisation d'un bus intelligent permettant de "plugger" des cartes électroniques n'importe où dans la fusée sans gêner le fonctionnement du système tout entier. La première année, elle embarquait à son bord un capteur de pression, pour obtenir l'altitude et des jauges de contraintes permettant de mesurer les déformations subit par la structure lors du vol. Suite à un problème électrique lors de la campagne de lancement à Bourges en 1997, la fusée fut reconduite l'année suivante, et l'année suivante... jusqu'en 2001. Entre temps, la fusée a connu de nombreuses modifications tant mécaniques qu'électroniques.

En 2001, une équipe décide de réaliser une fusée un peu spéciale. Au départ bi-étage, cette fusée nommée NSNA, en référence au James Bond *Never Say Never Again*, doit à son apogée larguer quatre modules préalablement fixés sur le corps de la fusée. Ces modules sont censés embarquer des expériences. Pour plus de détail voir le dossier de NSNA. Cette équipe s'est rendu compte au mois d'avril qui lui serait impossible de lancer le projet lors du festival 2001. Ils décidèrent donc de reporter ce projet et de se faire la main sur une fusée plus simple. Il est à notée que la plupart des personnes de cette équipe n'avaient jamais réalisé de fusée. Ils décidèrent donc de reprendre Assurancetourisk avec cependant certaines modifications.

Dans ce document, nous vous présenterons techniquement ce qu'a été Assurancetourisk.

Voici les personnes ayant participé à ce projet durant ses cinq années d'existence :

- * Stéphane Pierre-Jean (1997-2001)
- * Tanguy Jeanne (1997-2000)
- * Emmanuel Seyman (1997-1999)
- * Ehouarn Le Pape (2001)
- * Nicolas Lorient (2001)
- * Matthieu Desplechain (2001)
- * Alexandre Laborie (2001)
- * Clément Marion (2001)

PRESENTATION D'ASSURANCETOURISK

La conception de mécanique de la version 2001 a été réalisée sur les bases de la structure existante.

Les éléments principaux de cette structure sont, de bas en haut :

- * Le propulseur Chamois, cerclé au milieu des supports d'ailerons.
- * Une plaque de poussée ;
- * La case parachute, dont l'ouverture se fait par une porte latérale ;
- * Une plaque d'inter étage, séparant la partie électronique de la case parachute ;
- * La case électronique, contenant l'ensemble des cartes projets, le séquenceur, les interrupteurs et les alimentations ;
- * Une plaque d'inter étage, séparant la partie émetteur de la partie électronique ;
- * L'ogive : chargée de contenir l'émetteur et la base de l'antenne de télémétrie ;

Les cotations principales de la fusée sont les suivantes :

- * Longueur générale (hors antenne) : 2010 mm
- * Diamètre : 100 mm
- * Poids : 11 kg

Sur cette structure, les pièces d'inter étages, ainsi que l'ensemble de la structure basse (en dessous de l'inter étage élec-para), ailerons exceptés, ont été conservées de la structure originelle d'Assurancetourisk.

Les éléments mécaniques ayant fait l'objet de re-conception sont la coiffe (ogive), la structure de la case électronique, le système de verrouillage de la porte de la case para, ainsi que les ailerons.

Nous présenterons cette fusée de bas en haut en détaillant à chaque fois les choix opérés, les problèmes rencontrés et les résultats obtenus.

La virole, les ailerons et la plaque de poussée

Au bas de la fusée se trouve le propulseur fournit par le CNES. C'est un Chamois. Ce propulseur se trouve au centre des ailerons.

En effet, contrairement à l'option d'installer les ailerons par le biais d'une virole (c'est à dire à l'arrière du propulseur), nous avons choisit de jupper le propulseur afin de l'intégrer à notre de diamètre de 100 mm.



La virole se compose uniquement de la plaque de poussée et d'un anneau placé au bas du propulseur. Ces deux anneaux sont fixés entre eux par 8 équerres qui permettent la fixation des ailerons. Cette virole fut réalisée lors de la première version de la fusée et ne fut jamais modifiée.

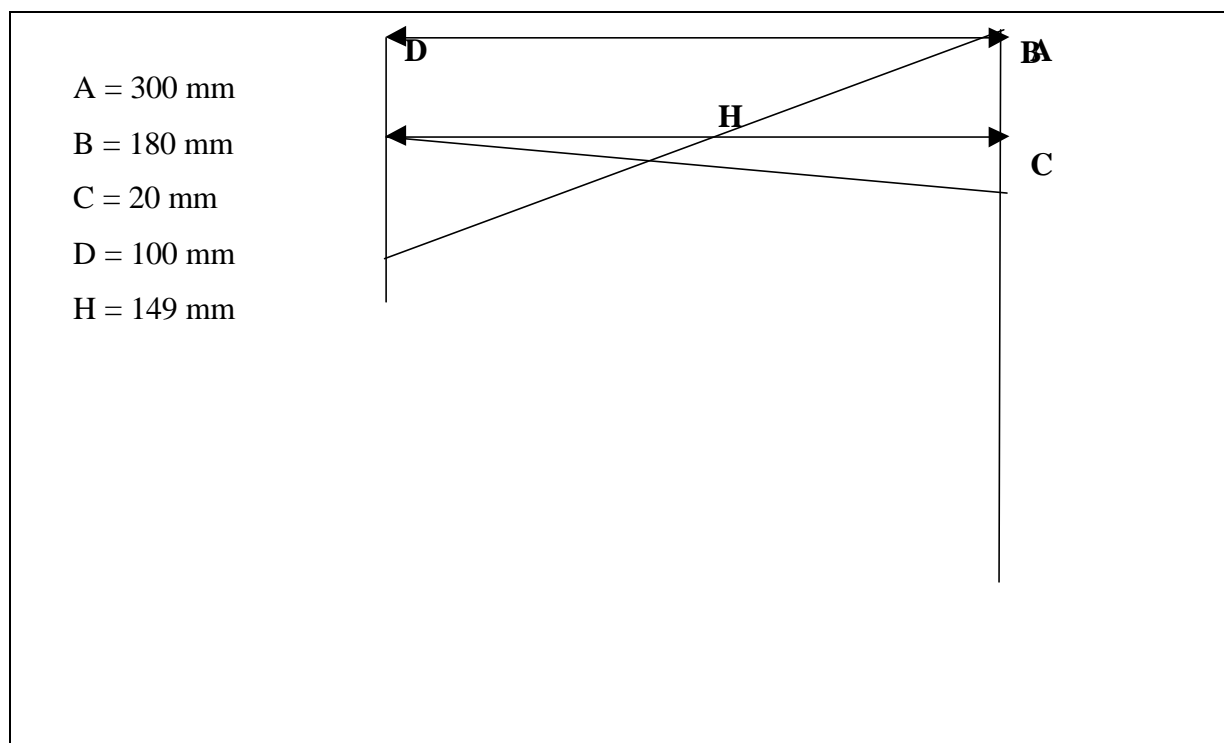


fig.1 première version des ailerons

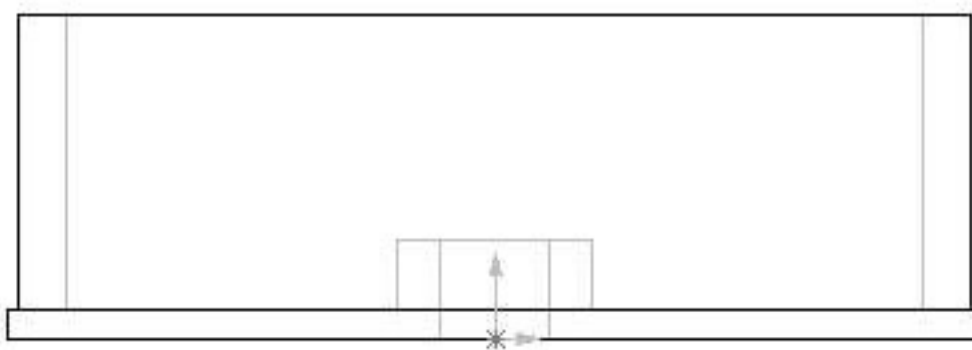


fig.2 version définitive des ailerons.

Voici les données concernant les ailerons :

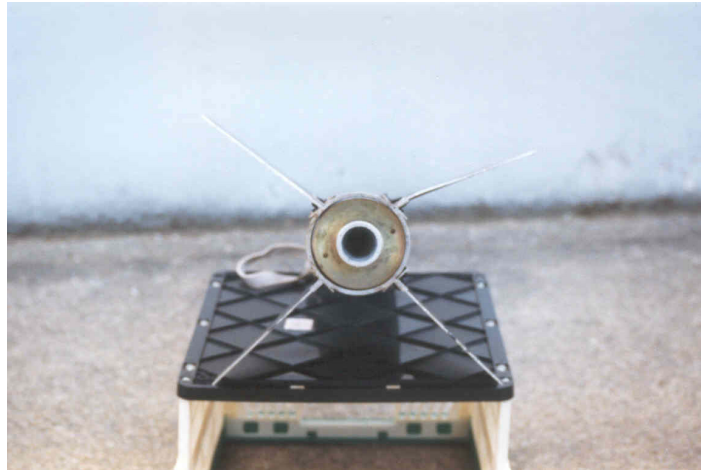


Le propulseur est fixé sur une plaque de poussée.



La plaque de poussée présente sur la version 2001 est celle de la première version.

- ? Lors du festival 2001, les ailerons ont dû être refait car les données mécaniques liées à la stabilité de la fusée avaient changé depuis 1997.
- ? Les ailerons ont parfaitement résistés au vol, moins à l'atterrissage !



La case parachute

La plaque de poussée est visée sur la case contenant le parachute. Cette case est réalisée selon un principe de peau porteuse fabriquée dans un tube d'aluminium de 100 mm pour 1 mm d'épaisseur, avec une porte en PVC découpée.

Cette structure supporte l'ensemble de la masse supérieure de la fusée (et ceci 10 fois lors de l'accélération maximale).

La résistance de l'aluminium assure, même après l'ouverture de la porte parachute (d'une largeur de 85mm à la corde), une parfaite tenue à la torsion et donc l'intégrité de cette même ouverture.



fig.3 Case parachute d'Assurancetourisk

Le parachute a été cousu dans de la toile de spi, de couleur orange afin de pouvoir mieux le visualiser dans le ciel bleu. Il est en forme de croix.

Il a un volume de : 1,4 m²

La vitesse de chute théorique obtenue est de : 9,9 m/s (poids de la fusée à vide 9,2 Kg)

- ? Le parachute s'est bien déployé et a freiné convenablement la fusée pour lui permettre un atterrissage en douceur.
- ? Le lien porte parachute-sustente a cassé lors de l'ouverture du parachute.
- ? Excepté un léger 'coup' sur la peau, obtenu à l'atterrissage, la case parachute a parfaitement résisté au vol.



Remarques :

- *La case parachute était surdimensionnée en hauteur. Il a fallu la combler par de la mousse.*

Taille utile pour le parachute 350 mm

Taille utilisée par le système d'ouverture 100 mm

Taille pour visser l'inter étage 50 mm

Taille de la case parachute 700 mm

→ Superflu environ 150 mm

Le Système d'ouverture de la porte.

Le système retenu est une ouverture transversale de la case parachute par une porte, actionnée par un servomoteur.



*Bon, là, y a un **schtroumf** ! il faut bien actionner la porte !*

fig.4 Vue de $\frac{3}{4}$ haut du système avec la porte fermée.

Nous pouvons apercevoir le servomoteur tête vers le bas et la platine en Balsa.

Le servomoteur est " standard ", Graupner.

La platine dans lequel est intégré le servomoteur est fait en balsa. C'est un disque de 10 mm d'épaisseur. Elle est fixée à la peau en aluminium par 3 vis (dans des chevilles pour ne pas éclater le balsa).

Le servomoteur est fixé à la platine par 4 vis à bois vissées en diagonales pour éviter l'arrachement dans l'axe de la poussée. (car le servomoteur à la tête vers le bas)

Le servomoteur actionne un disque ayant un crochet permettant de fixer la porte. Il est constitué de balsa de 5 mm d'épaisseur qui est pris en sandwich entre deux couches de fibre de verre.

Ce système d'ouverture n'est pas standard. Ceci constitue une des expériences d'Assurancetourisk 2001. En effet, ce principe de disque doit être réutilisé sur NSNA pour le largage des modules. Cela nous a permis de vérifier, dans des conditions de vol, si le principe était correct ou non.



- ? Faire attention au couple demandé par le disque. Le servomoteur est à choisir en conséquence.
- ? Ce disque a été validé. Il a résisté aux contraintes de vol et a parfaitement libéré la porte à l'apogée de la fusée. Nous avons cependant graissé le disque, avant le vol, afin d'être sûr que la porte serait bien ouverte.

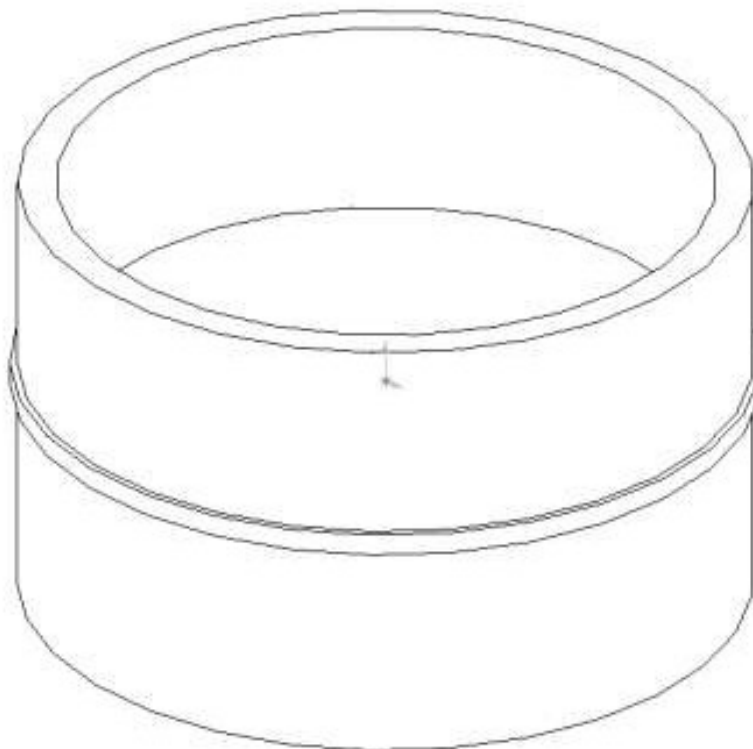
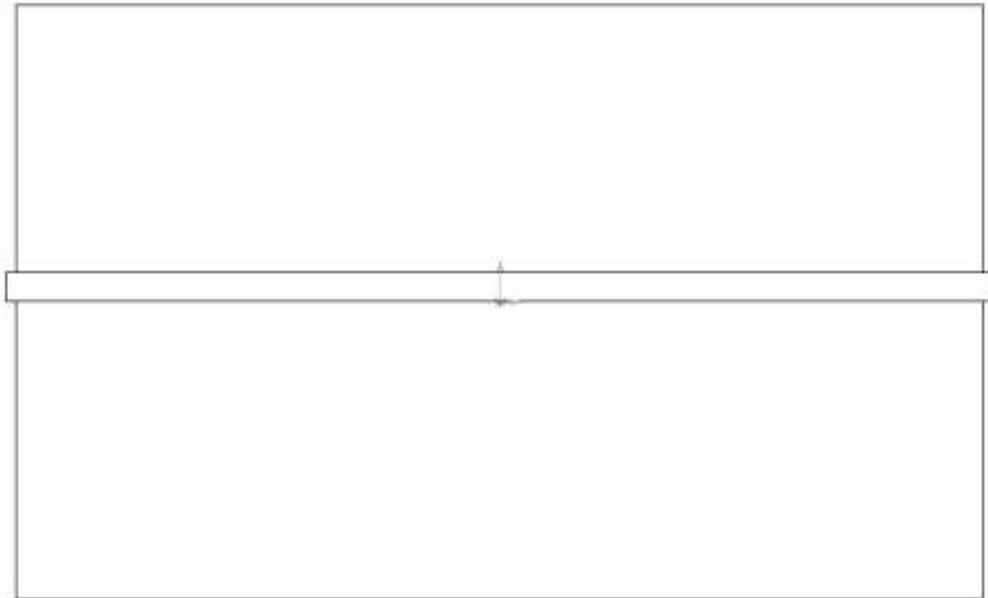
Remarques :

- *Ce système a pour inconvénient de demander du couple au servomoteur à cause de la distance crochet-centre de rotation (env. 45 mm).*
- *Le système doit être ajusté pour ne pas s'ouvrir en vol ou se faire arracher.*

- + *Il a pour avantage, du à sa forme de forcer l'ouverture de la porte lors de la rotation, la porte ne peut pas rester plaquée à la fusée à cause du vent.*

La pièce inter-étage

Au-dessus de la case parachute se trouve la case électronique qui contient toutes les cartes électroniques permettant le bon fonctionnement de la fusée et des ses expériences. C'est une pièce en aluminium, usiné par la SOFRER, qui fait la jonction entre les deux cases.



Remarques :

- *Pièce en plus à fabriquer*
- *Mise en œuvre plus longue (intégrer puis visser à chaque fois)*
- *Poids supérieur par rapport à une structure monobloc*

- + *Permet de travailler sur les 2 parties de la fusée facilement*
- + *Encombrement moindre/ transport facilité*
- + *Permet de séparer la structure basse et haute (peau porteuse / structure porteuse)*



fig.5 Photos des 2 cases d'Assurancetourisk

Nous passons maintenant à la case supérieure qui se trouve être la case électronique. Cette case contient toute l'électronique de la fusée. Examinons tout d'abord la structure de cette case.

La structure électronique

Cette partie de la structure de la fusée a été intégralement refaite. En effet, la précédente structure avait déjà beaucoup souffert des nombreux transports de la fusée, et l'intégration horizontale (en tiroir) des plaques électroniques était inadaptée selon nous.

Pour cela, nous avons re-conçu cette structure en partant sur la base de deux tiges d'aluminium en U placée sur la longueur pour former la base de cette structure. Ces tiges reprenaient l'ensemble de l'effort vertical et de torsion horizontale. Pour éviter la torsion hélicoïdale, des barres de renfort sont placées en travers de cette structure, afin d'empêcher le rapprochement des deux tiges alu.

Pour la jonction aux pièces d'inter étage, nous avons remplacé les T utilisés précédemment par des tiges filetées, fixées au creux des tiges en U (par l'intermédiaire de deux vis transversales) et traversant les fonds des pièces d'inter étages (épais de 10mm) pour être fixées par des boulons à frein nylon. A noter que ce type de boulon permet d'éviter le poids d'un second boulon d'arrêt.

Le schéma de cet arrimage est présent en annexe.

La fixation des cartes électroniques est relativement simplifiée par le choix des barres de structure. D'une part, la largeur de celles-ci (20mm) permet une certaine marge d'écart sur le positionnement latéral des points de fixation. D'autre part, l'écart de 12mm entre les deux faces du U nous a permis de placer les vis d'arrimage par l'intérieur.

Ces vis (au format de 4mm de diamètre, comme la quasi-totalité de la visserie de la fusée) sont découpées à la longueur strictement nécessaire à la fixation des cartes afin de pouvoir être insérées par l'intérieur.

Il est important de pouvoir isoler la structure des cartes électroniques. Cette isolation est réalisée en intercalant une rondelle sur les points de fixation entre la structure et les cartes électroniques. Bien entendu, les cartes ayant de nombreux contacts de soudure sur leur verso, il est possible que ces points soient plus importants que l'épaisseur des rondelles d'isolation. Il a donc été nécessaire, dans le cas d'une carte par exemple, de placer une épaisseur d'adhésif isolant pour empêcher ces points de soudure de se connecter par le biais de la structure.

- ? Les tiges de 12mm ont parfaitement joué leur rôle et ont correctement tenu la structure et lutté contre la flèche.
- ? Lors de l'atterrissage, une augmentation de la flèche au niveau de l'inter entre la case électronique et la case parachute a été décelée. Cette flèche est due à l'écrasement de l'extrémité des tiges en U, donnant un léger jeu à la fixation.

La peau recouvrant cette partie de la fusée a été réalisée à partir d'un tube de PVC de diamètre 100 mm sur 1 mm d'épaisseur. Ce format de tube est très léger, flexible, mais particulièrement fragile.

? La peau a subi des dégâts à l'atterrissage. En effet, la flèche dont on a parlé précédemment a exercé une traction sur la peau au niveau de ses vis de fixation aux pièces d'inter étages, qui a provoqué une fêlure dans la peau. Cela n'a été de toute manière sans conséquence grave, puisque l'ensemble des cartes électroniques du projet sont restées abritées.



Remarques :

- *La peau est relativement fragile.*
- + *Structure électronique : permet d'embarquer un grand nombre de cartes électroniques et est facile à mettre en œuvre.*
- + *La peau permet d'y ouvrir des fenêtres simplement et rapidement.*



L'architecture

Il y a au total 8 cartes:

- * 1 carte comprenant les piles 3V permettant d'alimenter toutes les cartes d'expériences de la fusée, en +9V/-9V (régulé en +5V/-5V).
- * 1 carte comprenant les piles 3V permettant d'alimenter le séquenceur et le servomoteur en 0V/+9V.
- * 1 carte comprenant les piles permettant d'alimenter l'émetteur en 12V.
- * 1 carte interrupteur comprenant un interrupteur pour les expériences, un interrupteur pour la télémesure et un interrupteur pour le système de récupération.
- * 1 carte séquenceur gérant l'ouverture de la porte parachute. Elle transmet aussi l'alimentation du servomoteur.
- * 1 carte expérience: la pression et le fenêtrage.
- * 1 carte expérience: la rotation.
- * 1 carte sommateur qui envoie les données issues des VCO de chaque expérience à l'émetteur. Elle transmet aussi l'alimentation de l'émetteur.
- * 1 carte dispatche qui est la carte maîtresse. Elle reçoit les données en sortie des cartes expériences et elle les renvoie à la carte sommateur. Elle renvoie aussi les alimentations aux cartes d'expériences et à la carte sommateur.

Les cartes communiquent entre elles via des fils électriques. Ces fils sont "pluggés" dans des supports de types autocom (cf. Radiospares/Farnell). Chaque carte est protégée par des fusibles auto-réarmables pour éviter de "griller" une carte lors d'une erreur de manipulation, en tente club par exemple.

Remarques :

- *Les fusibles : sur la carte pression n'ont pas fonctionné en tente club => mauvais modèle ?*
- *Pile 3V : prend de la place mais une très bonne autonomie et de la "patate" en courant. A garder pour les montages qui consomment !*
- *Carte dispatche : passage de beaucoup de fils dans la fusée.*

- + *La présence de la carte dispatche nous évite de nombreux problèmes de débogage. Elle nous permet d'enlever une carte du système sans le perturber, contrairement à un système où les données sont propagées de carte en carte.*
- + *L'utilisation d'autocom pour relier les cartes entre-elles : très facile d'utilisation. Existe en plusieurs tailles. Permet un débogage simplifié par l'utilisation d'autocom de test. Utilisation de fils classiques multibrins. Gain de place.*
- + *Les fusibles auto-réarmables : évite de griller une carte bêtement. Protège contre les courts-circuits. Petite taille.*

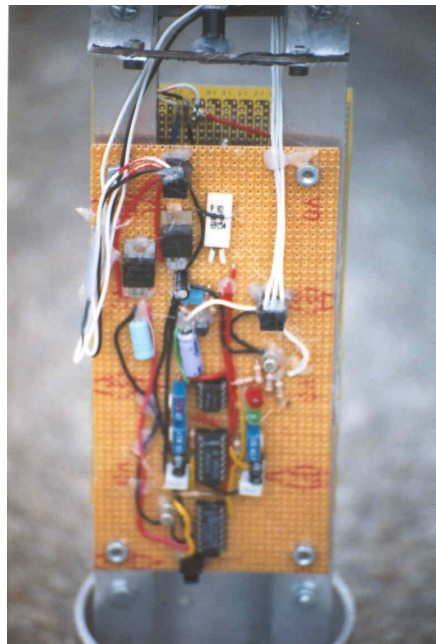
Le Séquenceur

Le séquenceur est le montage qui permet de commander l'ouverture de la porte parachute. Ce montage a été réalisé en analogique et en logique. Il est initialisé par un jack dont la partie femelle est dans la fusée et la partie mâle fixée à la rampe. En rampe, la partie mâle et femelle sont connectées. Lors du décollage il y a rupture du contact ce qui déclenche la minuterie du séquenceur. Une fois le temps fixé atteint, le système commande le servomoteur en lui envoyant un signal de contrôle synthétisé par 2 NE555. Le temps est fonction de la tension et est réglé par un potentiomètre.

Voici la formule permettant de déterminer le temps avant le déclenchement du système en fonction de la tension :

$$T = 115 * C * 10^4 / 1.9 K \Rightarrow 0.158 \text{ V/s}$$

- ? Système simple, fiable et précis à la seconde.



Remarques :

- *Nous avons rencontré des problèmes de puissance au niveau du servomoteur. Nous avons dû alimenter par des piles supplémentaires le servomoteur parce que le montage demandait trop de puissance.*

Les expériences

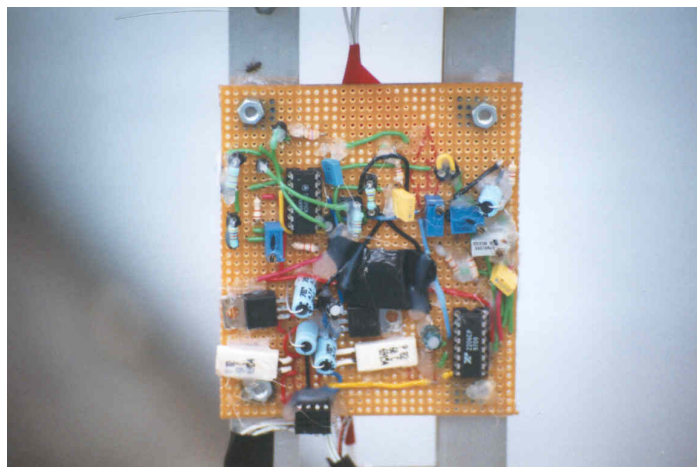
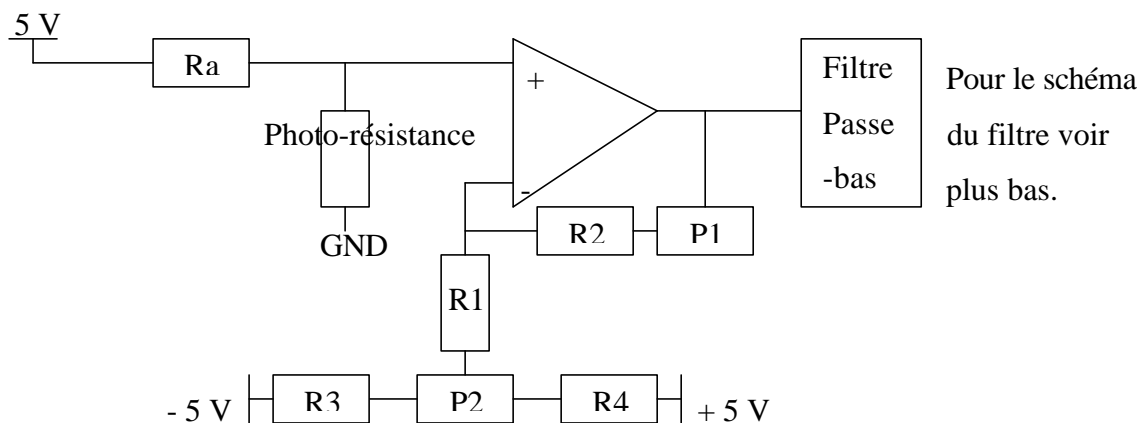
Les expériences électroniques embarquées dans la fusée, sont au nombre de trois :

- * Mesure de la rotation de la fusée sur son axe longitudinal
- * Mesure de l'altitude de la fusée au cours du vol grâce à un capteur de pression atmosphérique.
- * Un système « maison » de détection d'apogée

La rotation

La rotation est l'expérience principale. Nous voulions savoir si une fusée tourne sur elle-même et si oui à quel moment de son vol. Pour cela, nous avons mis en œuvre un "capteur" de rotation. Nous avons décidé de mesurer la luminosité reçue par la fusée en un point de la fusée. Si celle-ci tourne sur elle-même, la luminosité variera d'un minimum à un maximum. Il nous suffit de mesurer cette variation et nous saurons si la fusée tourne.

Nous avons donc utilisé une photo résistance. Voici le schéma électronique de la chaîne de traitement du capteur :

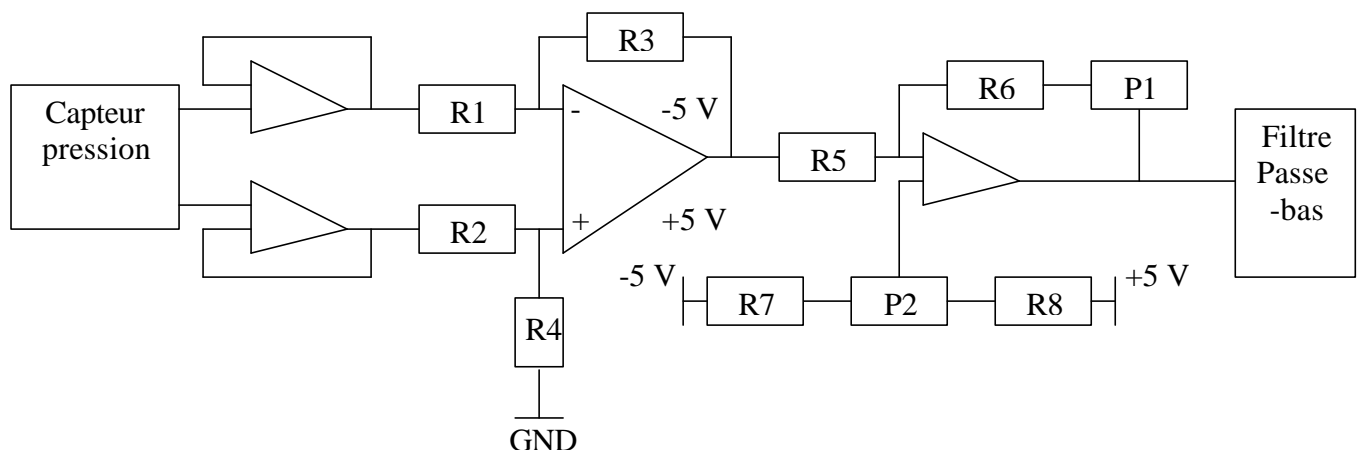


- ? Nous avons obtenu de très bon résultat, lors des tests.
- ? Nous avons cependant filtré la lumière du soleil, par le biais d'un scotch noir placé sur la photo-résistance. En effet lors de l'étalonnage, nous nous sommes aperçus que la lumière du soleil était trop importante par rapport à la sensibilité de la photo-résistance.

L'altitude

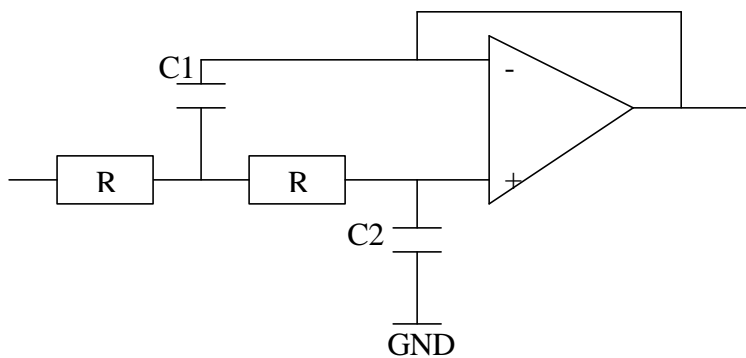
La mesure de l'altitude de la fusée représente une expérience secondaire. Pour cela, nous avons mis en œuvre un capteur de pression parce que la pression varie inversement proportionnellement à l'altitude. C'est à dire que plus on monte en altitude plus la pression diminue.

Voici le schéma électronique de la chaîne de traitement du capteur :



- ? Nous avons rencontré des problèmes avec le VCO lié à ce capteur qui nous a finalement contraint à ne pas émettre les données liées à ce capteur. La sortie du capteur a donc été mise à la masse. C'est dommage mais ce capteur ne constituait pas un axe majeur de notre expérience. Il nous restait la rotation et le détecteur d'apogée.

Voici pour les deux systèmes le schéma du filtre passe-bas utilisé :



Ce filtre nous permet de supprimer le bruit inhérent à chaque montage de ce type. Ce type de filtre est un filtre actif d'ordre 2. Actif veut dire que nous pouvons en même temps amplifier le signal. D'ordre 2 veut dire qu'il a une pente de 40dB/décade à partir de la fréquence de coupure. Nous avons décidé de couper tous les signaux supérieurs à un 1 kHz.

Voici les formules liées à ce filtre :

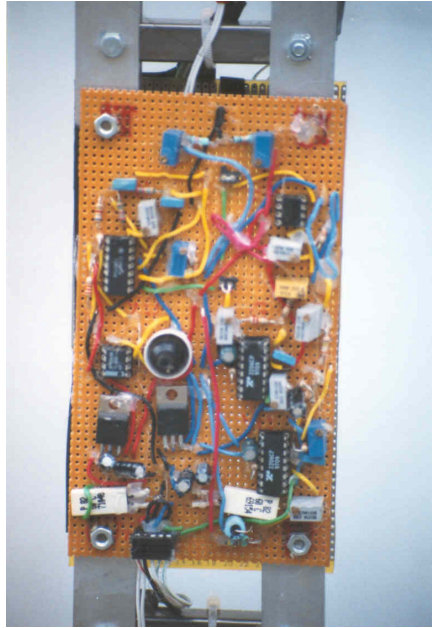
$$W_0^2 = 1/(R^2 C1 C2) ; m = \sqrt{C2/C1} \text{ si } m < \sqrt{2} / 2 \text{ il y aura résonance sinon non.}$$

La détection d'apogée

Le système "maison" de détection d'apogée consiste en un comparateur de tension. Nous comparons la tension en sortie du capteur pression avec une tension fixée au décollage. Cette tension correspond à la tension que nous pensons avoir lorsque la fusée atteindra son apogée, déterminé par Trajec.

Là encore nous voulions tester ce système afin de l'utiliser ultérieurement au sein de NSNA. Ce système permettrait un minutage plus rigoureux du largage des modules de NSNA. Nous voulions avant d'utiliser un tel système, vérifier son bon fonctionnement sans l'avoir relié au déclenchement du parachute.

Ce montage se trouvait sur la même carte que le traitement du capteur pression.



? Malgré le bon fonctionnement du montage, nous avons pu nous apercevoir que pour appliquer ce principe à une vraie détection d'apogée mettant en œuvre l'ouverture de la porte parachute, il nous faudrait un système plus fiable et surtout plus rapide. Ce système sera donc à étoffer pour l'employer sur NSNA (ou toute autre fusée).

Support télémesure

La pièce de support de l'émetteur de télémesure, ainsi que la plaque d'inter étage ont été conservées de la première structure d'Assurancetourisk. En effet, elles étaient déjà parfaitement adaptées à l'émetteur Toucan, et le centrage de la sortie antenne de celui-ci ne posait aucun problème.

La différence entre cette pièce et celle déjà vu auparavant est que celle-ci ne contient pas de rebord. Voir photo ci-dessous.



Les données des capteurs ont été envoyées durant le vol via l'émetteur standard de l'ANSTJ, le Toucan, de fréquence 137.100 MHz. Nous avons réalisé pour cela une télémesure analogique par voies irig. Nous avons utilisé deux canaux.

Voici la correspondance des canaux : rotation 7 800 Hz, apogée 2 700 Hz.

L'ogive



L'ogive originale d'Assurancetourisk, bien que fonctionnelle, se montrait peu esthétique et présentait des signes de vieillissement et de jeux à la fixation.

Il a donc été décidé, puisque du temps était disponible, de réaliser une nouvelle ogive pour la remplacer.

Plusieurs méthodes de façonnage ont été envisagées :

- * Effectuer une forme à partir d'un bloc de bois usiné à l'aide d'un tour afin d'obtenir la forme ogivale sur laquelle sera déposée une couche de fibre de verre résinée. Le tour à bois présent à l'EFREI étant défectueux, cette solution a dû être écartée ;
- * Effectuer la forme de départ grâce à un tour de potier et de l'argile. Le tour de potier étant trop faible pour supporter la masse d'argile correspondant au volume de l'ogive désirée, cette solution n'a pu non plus être exploitée.

Ces méthodes n'ayant pas pu apporter de résultats, nous avons reporté la réalisation de cette ogive au Festival. C'est lors de celui-ci qu'avec l'aide précieuse des membres de l'ESO, nous avons pu réaliser une ogive valable.

Celle-ci a été façonnée par l'assemblage de diverses bouteilles de soda. En effet, notre diamètre général étant de 100 mm, il correspond au format des bouteilles plastiques de 2L. La forme ogivale de l'extrémité a été obtenue par l'encastrement d'une bouteille d'1,5L, puis d'une demi-forme d'œuf 'Kinder' pour l'extrémité.

L'ensemble a été recouvert de fibre de verre résinée.

- ? La forme et la résistance de l'ensemble ont parfaitement répondu au besoin du vol.



Remarques :

- *Avoir des chti gars de l'ESO a porté de main !*

- + *Avoir des chti gars de l'ESO a porté de main !*

L'EXPLOITATION DES DONNEES-VOL

Le samedi 25 août 2001, la fusée Assurancetourisk a réalisé un vol **NOMINAL** !

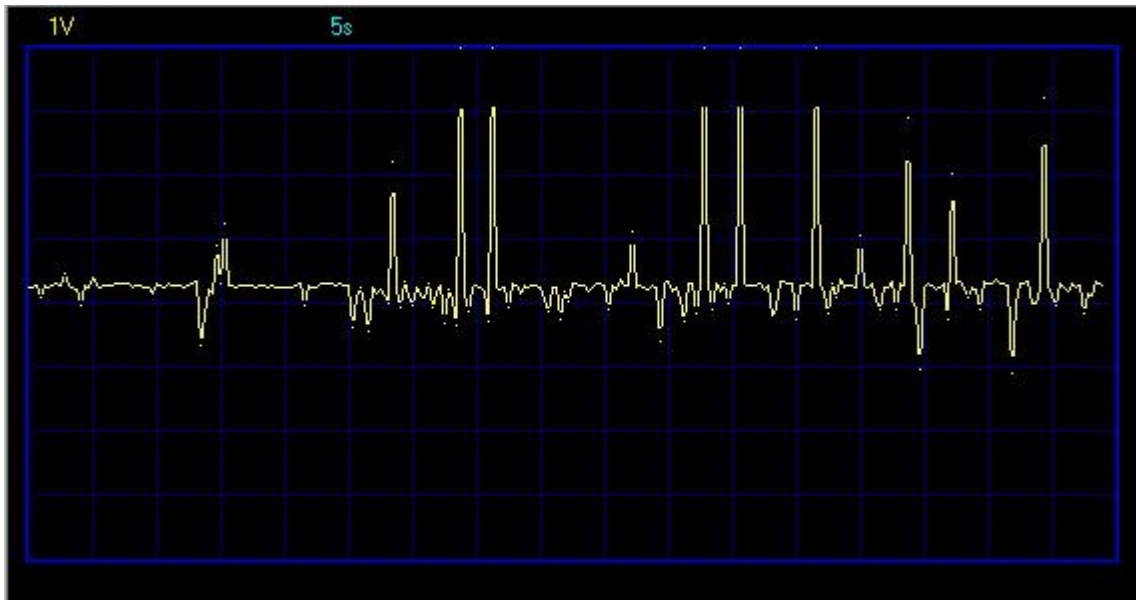


fig.7 Télémétrie du capteur de rotation de la fusée.

Voici la télémétrie reçue pendant le vol de Assurancetourisk. Nous pouvons dire avec certitude que les données ci-dessus sont celles liés à la rotation de la fusée. En effet, le signal du capteur " maison " de détection d'apogée nous renvoyait un signal tout ou rien. Il ne peut donc pas s'agir de ce capteur. Le capteur de pression ayant été abandonné avant le lancement il ne peut s'agir que de la rotation.

Analysons ces données phase par phase.

- * Phase 1 : 0 => +5 secondes. Nous détectons de très petite variation de la tension. La fusée a sûrement légèrement tourné sur elle-même. Cette phase correspond à la phase de poussé du moteur et à son extinction.
- * Phase 2 : +5 => +12.5 secondes. Nous ne remarquons aucunes variations. La fusée ne semble pas avoir opéré de rotation. Cette phase correspond à la phase de vol après extinction du moteur. Cela semble étonnant par rapport à ce que nous avons vu des vols de fusex. Soit la fusée n'a effectivement pas tourné sur elle-même, soit le capteur n'a pas enregistré la rotation, peut-être pour des raisons de sensibilité.
- * Phase 3 : +12.5 => +16 secondes. Nous observons un pic négatif de 1 volt suivit d'un positif de 1 volt. Cette phase correspond à l'ouverture parachute. En effet, nous avons

réglé le séquenceur sur 15 secondes. Le pic semble donc être la détection de l'ouverture parachute.

- * Phase 4 : +16 => 25 secondes. Là encore la fusée ne semble pas avoir tourné.
- * Phase 5 : +25 => fin de vol. De nombreux pics sont observables. La fusée a opéré plusieurs rotation. Cette phase est la phase de descente sous parachute. Il semble donc que la fusée est tournée durant la majeure partie de la descente.

En conclusion, nous pouvons dire que Assurancetourisk a tourné suivant son axe longitudinal lors de la descente sous parachute. Il est possible qu'elle ait aussi tourné lors de la phase propulsée mais nous ne pouvons rien affirmer au vue des mesures reçues.

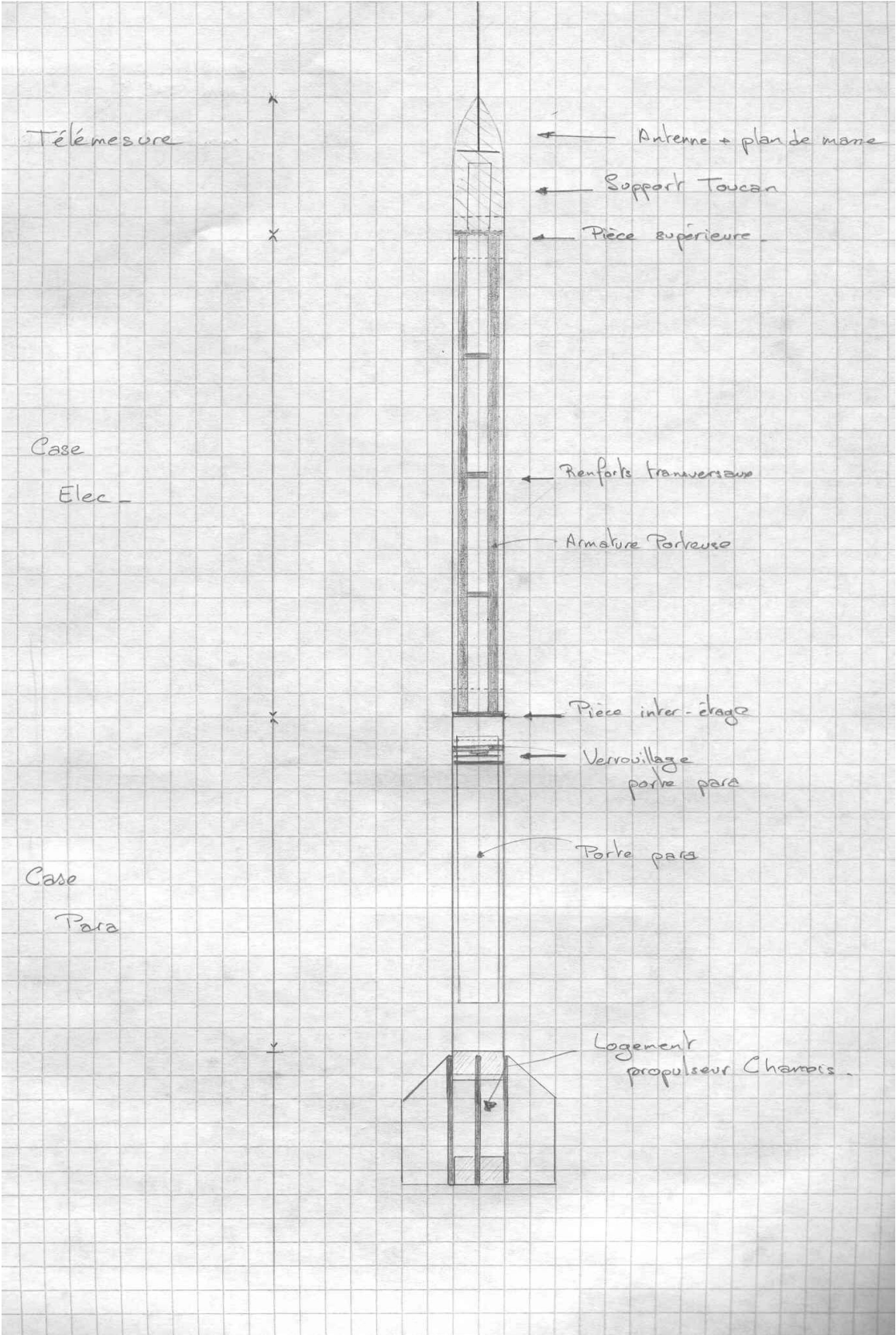
La détection "maison" de l'apogée ne semble pas avoir fonctionné, sûrement dû à une dérive concernant la tension de comparaison, celle fixée par trajec. En tout cas, lors de nos tests nous avons validé ce détecteur.

Voici comment nous avons récupéré la fusée à l'atterrissage :

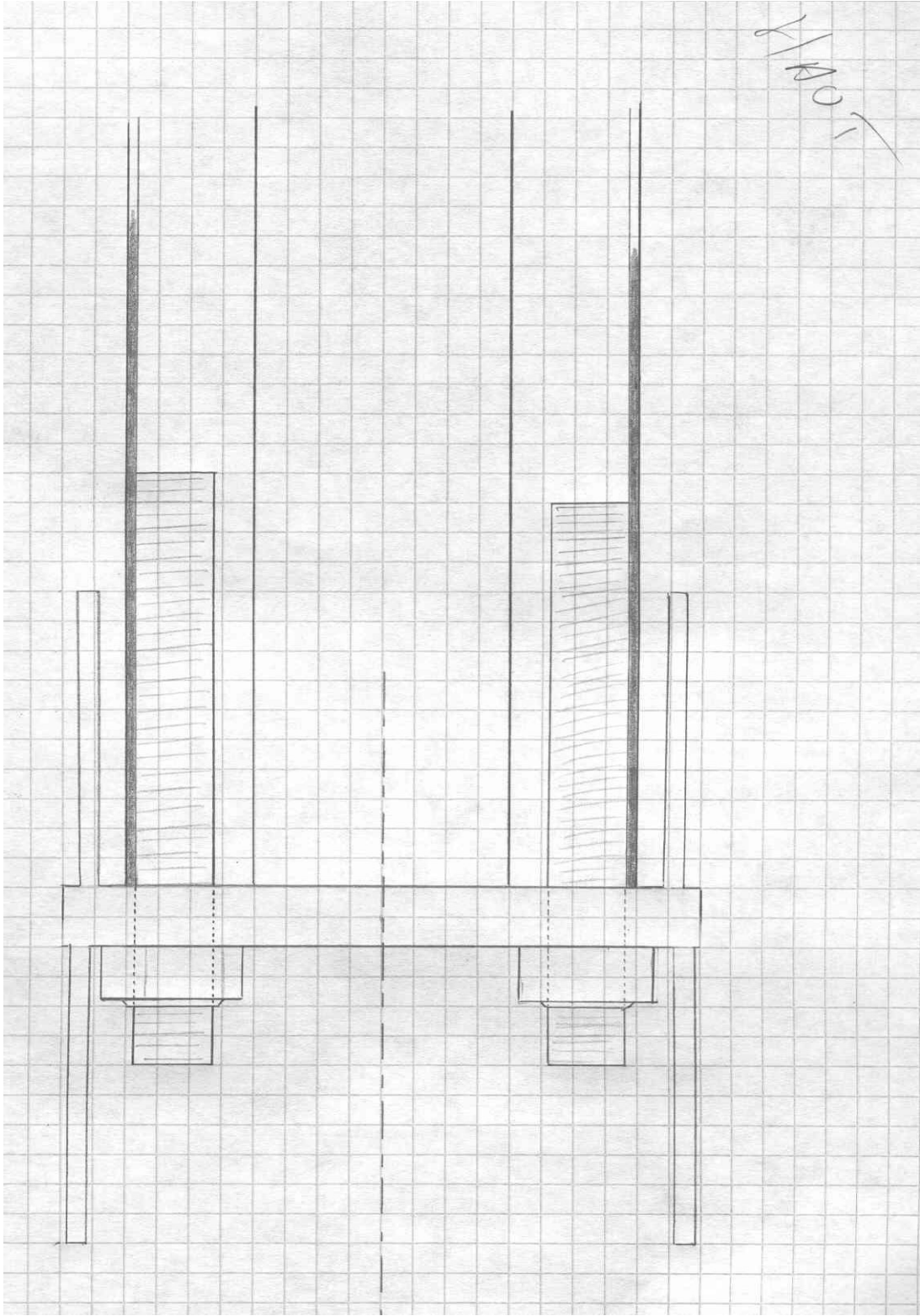


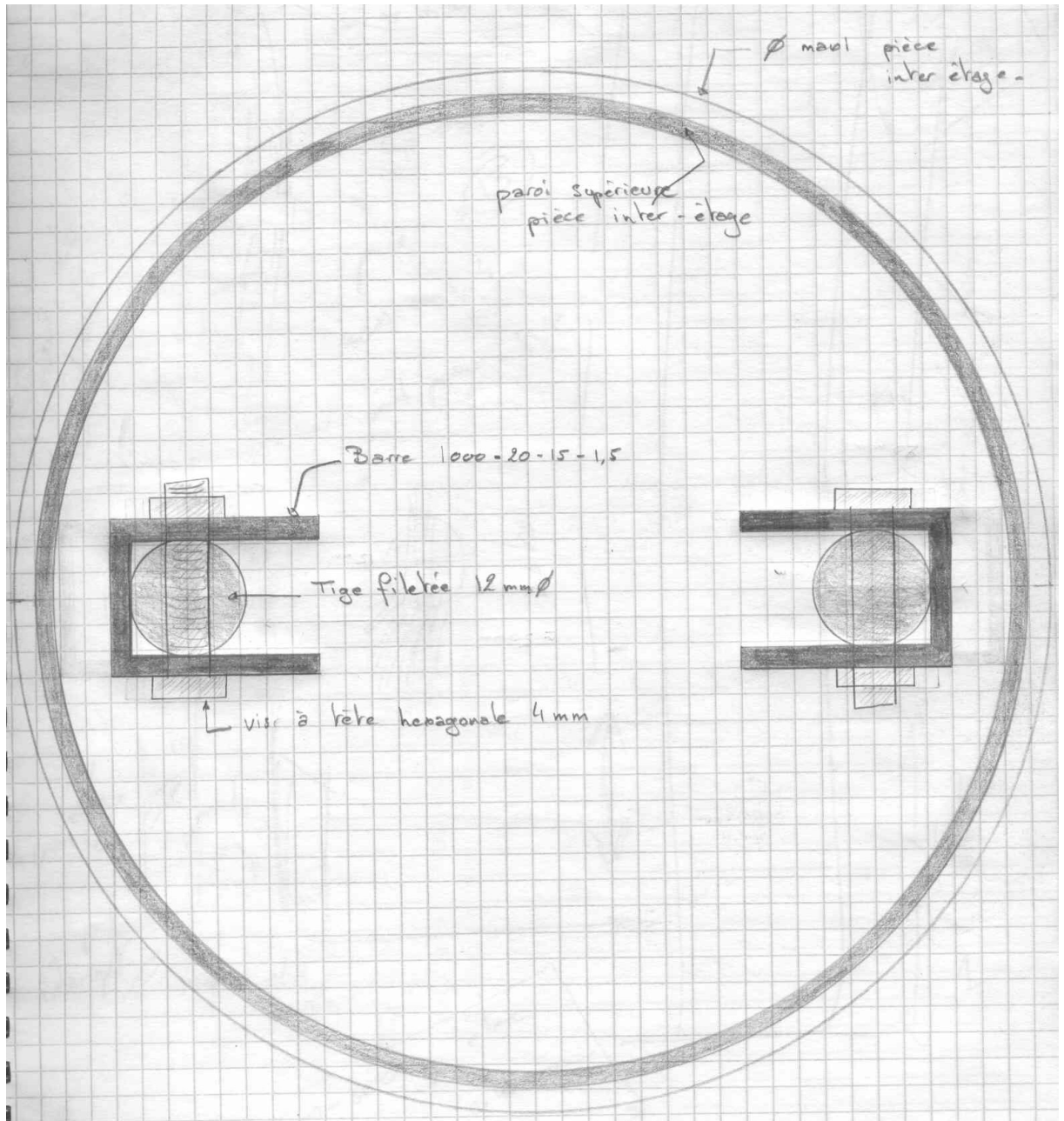
ANNEXE

Vue générale



Arrimage structure/inter-étage





Ensemble des mesures de cote

FIXATION EMETTEUR:

T: droit : hauteur: 20
 longueur: 55
 épaisseur: 2
 base: largeur: 20
 longueur: 55
 épaisseur: 2
plaque: hauteur: 140
 largeur: 40
 épaisseur: 2

PIECE HAUTE:

diamètre: 95
hauteurs: 30 - 10 - 50
épaisseur: 3

ARMATURES:

U: longueur: 1000
 largeur: 15
 profondeur: 20
 épaisseur: 3
écart mini: 40
écart maxi: 80

PIECE INTER-ETAGE:

diamètres : 95 - 100 - 98
hauteurs : 50 - 10 - 50
épaisseurs : 3 - 3

CASE PARA:

cylindre : diamètre extérieur = 100
 diamètre intérieur = 98
 hauteur = 700

porte : épaisseur = 1
longueur = 455
largeur = 85
hauteur seuil bas = 200
hauteur seuil haut = 655