

Club Swift-Tuttle-Space (S.T.S.)  
Chez M. Guillaume ROQUES  
12 rue Jean Jaurès  
91300 Massy

VOUS PRESENTE LE PROJET :



## Présentation du projet Flash CONTACT

Ce projet (le 16ème du club) a été réalisé pour plusieurs raisons par Samy BOUCHALAT :

- Le désir de lancer sa première fusée avec le club.
- La volonté de promouvoir le concept de " Super Minifusex " chère à notre chef de file.

L'utilisation d'une minifusée (nouveau au club : elle est propulsée par un Cariatou) présente de nombreux avantages :

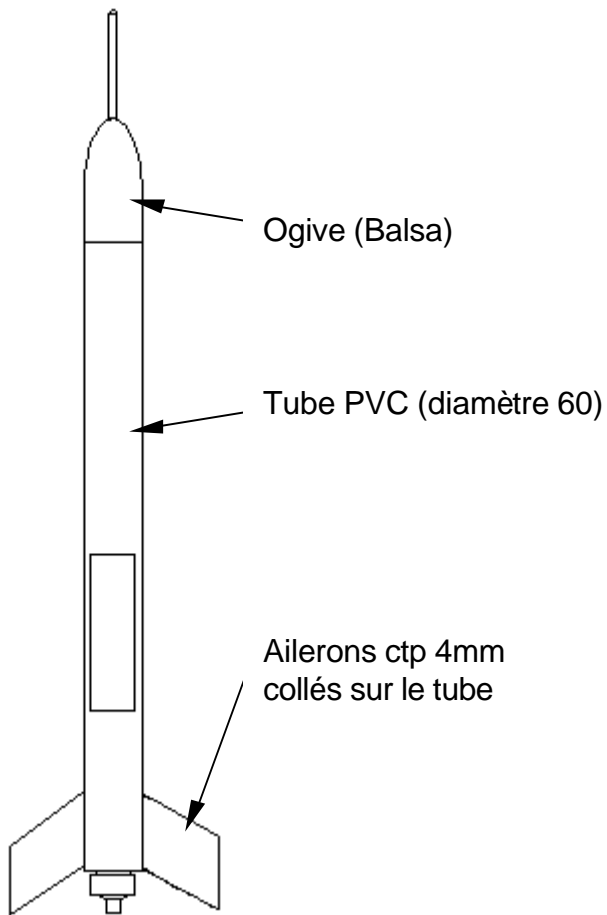
- Il permet de mettre en œuvre le projet rapidement (décollage prévu lors d'une campagne régionale, malheureusement annulée).
- C'est un vecteur à la fois facile à réaliser et peu coûteux (ce qui est très important pour un petit club comme le notre). Tout en offrant des performances intéressantes avec une capacité d'emport suffisante. Le projet Flash CONTACT est une minifusée moyenne d'environ 1 m de long pour 1.2 Kg au décollage) mais embarquant deux expériences :
  - L'évaluation d'une mesure de vitesse par une mesure différentielle de pression (la pression extérieure variant, en partie, en fonction de la vitesse au nez de la fusée). Elle est réalisée à partir du capteur MPX5100.
  - L'évaluation d'une mesure de rotation simple et peu coûteuse. Elle est réalisée à partir de 2 photorésistances qui mesurent la différence de luminosité entre 2 faces de la fusée. L'objectif de ce capteur n'est pas de mesurer précisément la rotation de la fusée mais plutôt de donner une information sur le comportement de la fusée (elle tourne pas, un peu, beaucoup ?) pour pouvoir compléter les mesures de l'expérience principale.
- La réutilisation en version améliorée de notre mini-enregistreur universel (microcontrôleur Atmel AT90S1200 combiné à une Eeprom I2C de 32 Ko). Il permet d'enregistrer les mesures effectuées par les deux capteurs lors du vol. La capacité mémoire nous permet d'avoir désormais 50 mesures par seconde (pour chaque capteur) pendant la totalité du vol. Par rapport à une télémessure il présente de nombreux avantages dans le cas d'une " minifusex " : il est plus compact, nécessite une alimentation plus faible et consomme infiniment moins. De plus il ne nécessite absolument pas d'infrastructure (récepteur, baie de télémessure, etc...).
- La validation d'un système de séparation de la fusée à goupille rentrante avec le Cariatou.



## SOMMAIRE DU DOSSIER

- Structure de la fusée
- Schéma d'intégration
- Description du système de récupération
- Description de la mesure de vitesse et de rotation
- Schéma général de l'électronique
- Schémas électroniques :
  - la minuterie
  - la mesure de vitesse
  - la mesure de la rotation
  - l'enregistreur de la fusée
  - + schéma du programme de l'enregistreur
- Chronologie
- Résultats des expériences

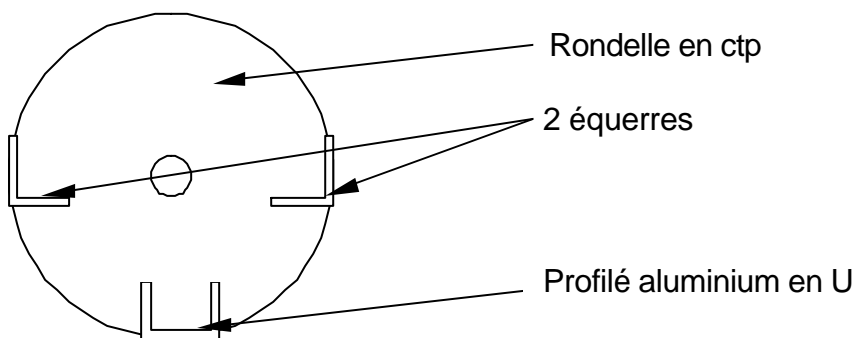
## Structure de la fusée



La structure de la fusée est réalisée simplement à l'aide de 2 profilés en équerre de 10x10 sur lesquels sont vissées des rondelles et d'un profilé en U en aluminium pour rigidifier l'ensemble.

Les rondelles sont toutes en ctp de 10mm sauf pour les rondelles de fixation des parachutes (et donc la plaque de poussée) qui sont en contreplaqué de 15mm.

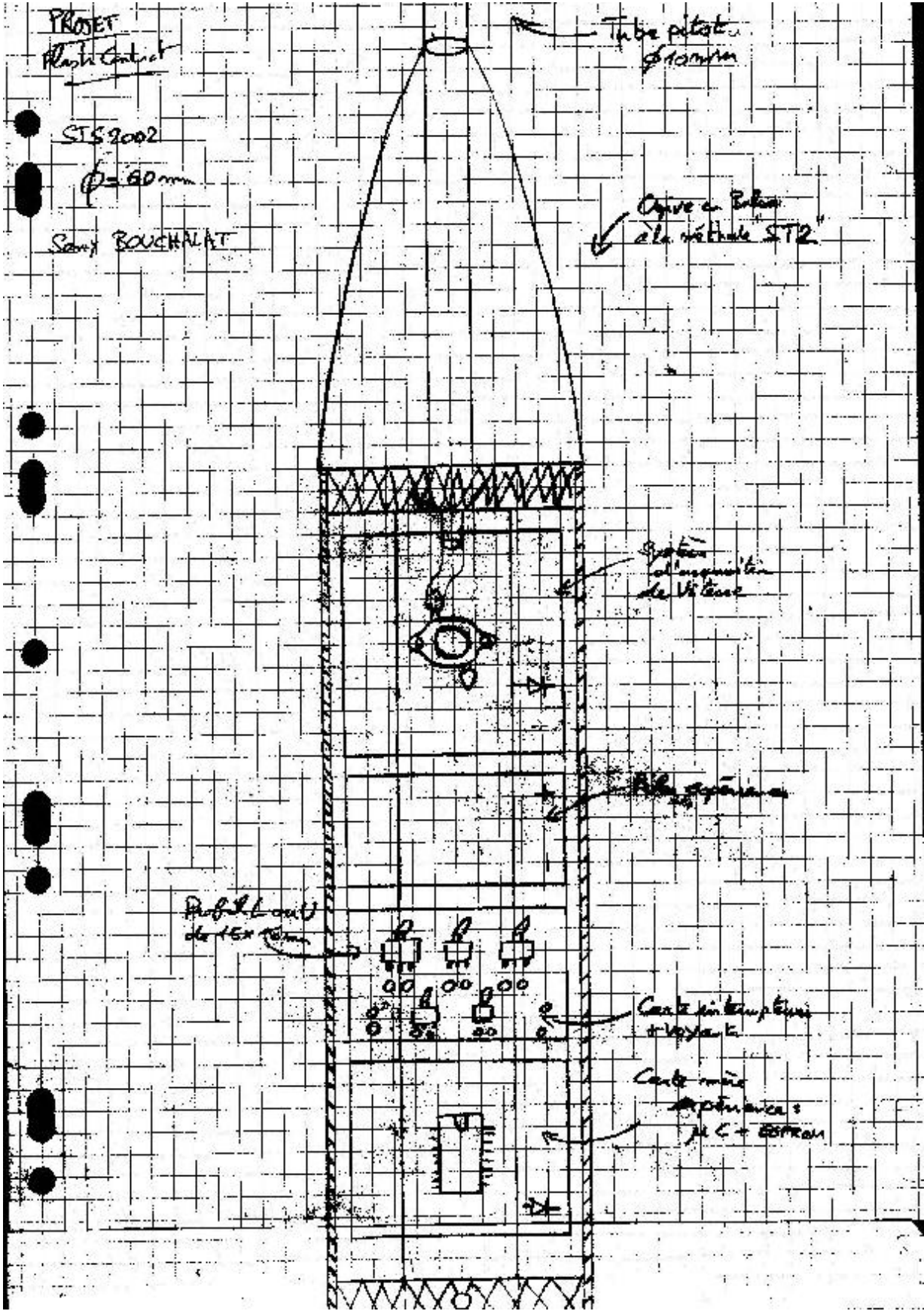
### Schéma d'une rondelle

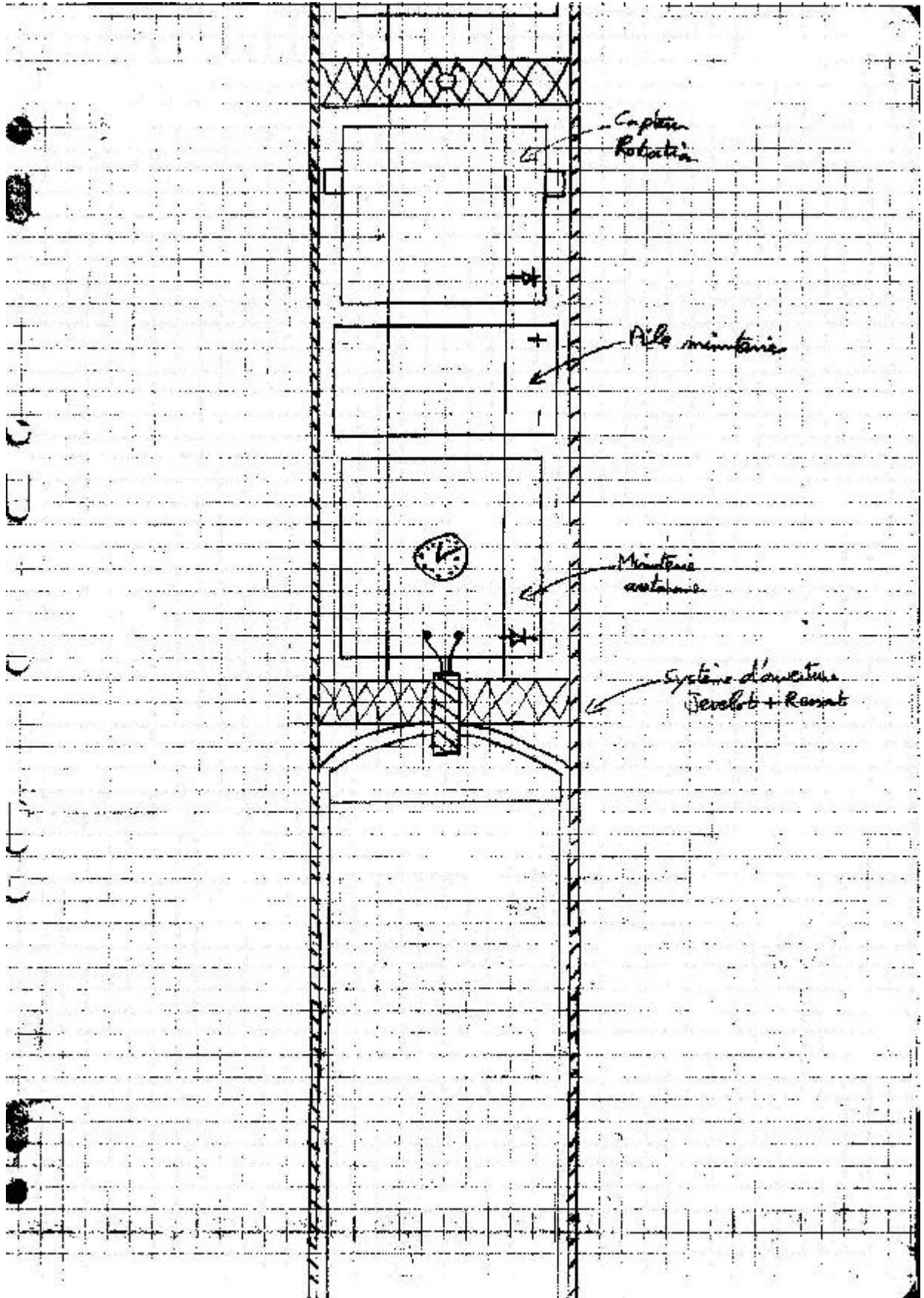


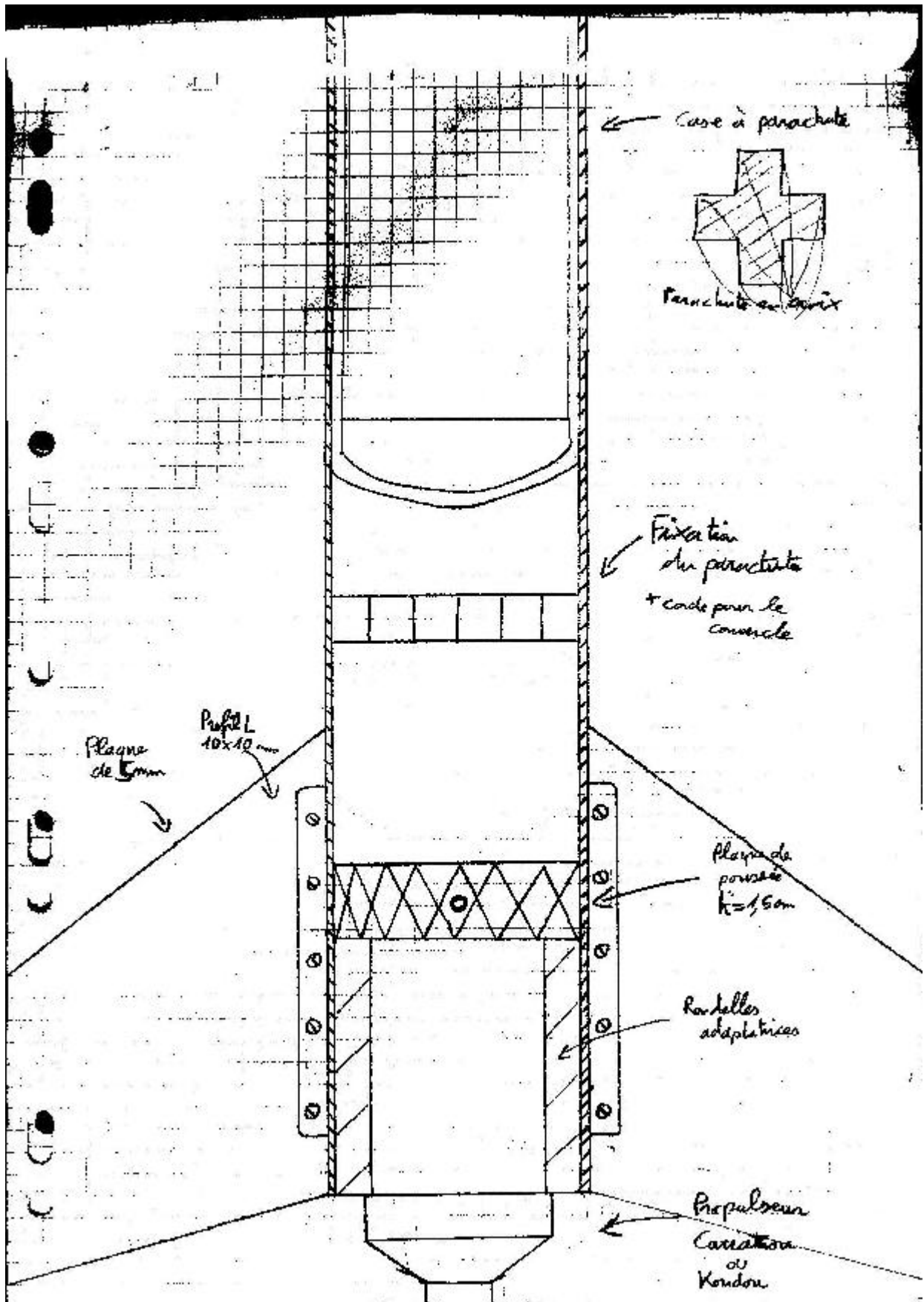


# Schéma d'intégration

Les 3 schémas suivants présentent l'intégration des cartes dans la fusée.



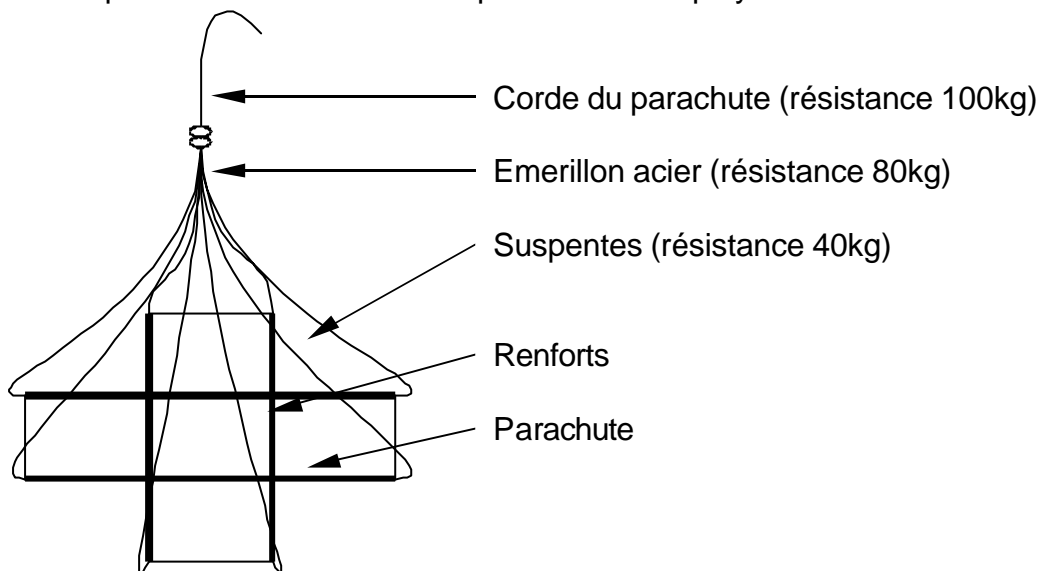






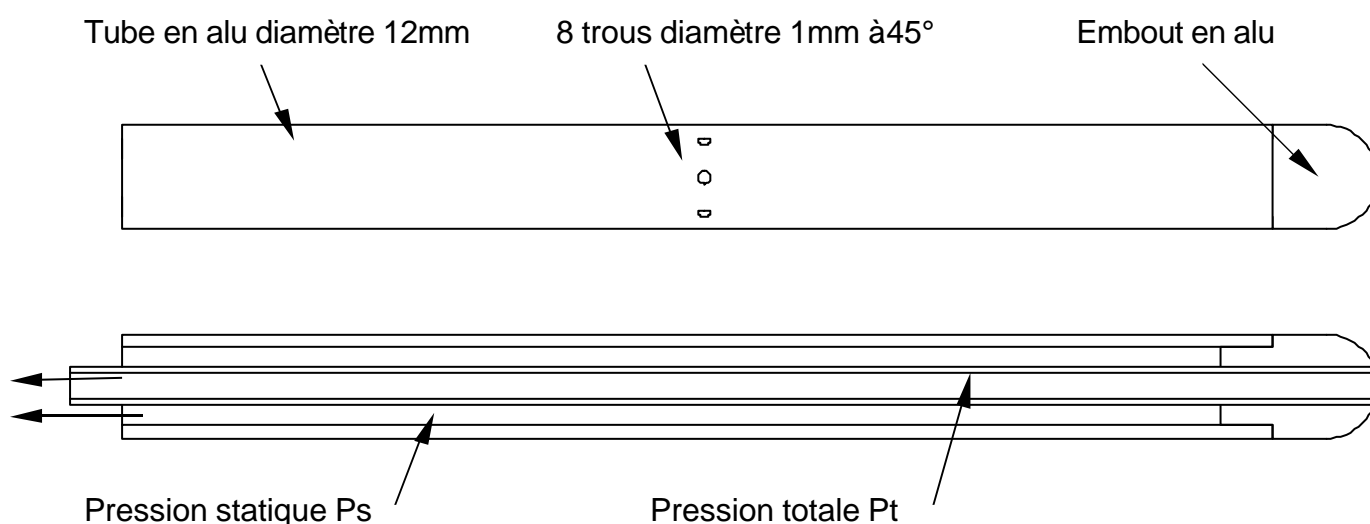
## Le parachute

Le parachute est cruciforme. Il est réalisé dans de la toile de Spi (toile pour les cerf-volant). Il est renforcés à l'aide de bande de tissus sur tous les cotés. Les suspentes ainsi que la corde sont réalisés à partir de drisse polyester.



## Description de la mesure de vitesse

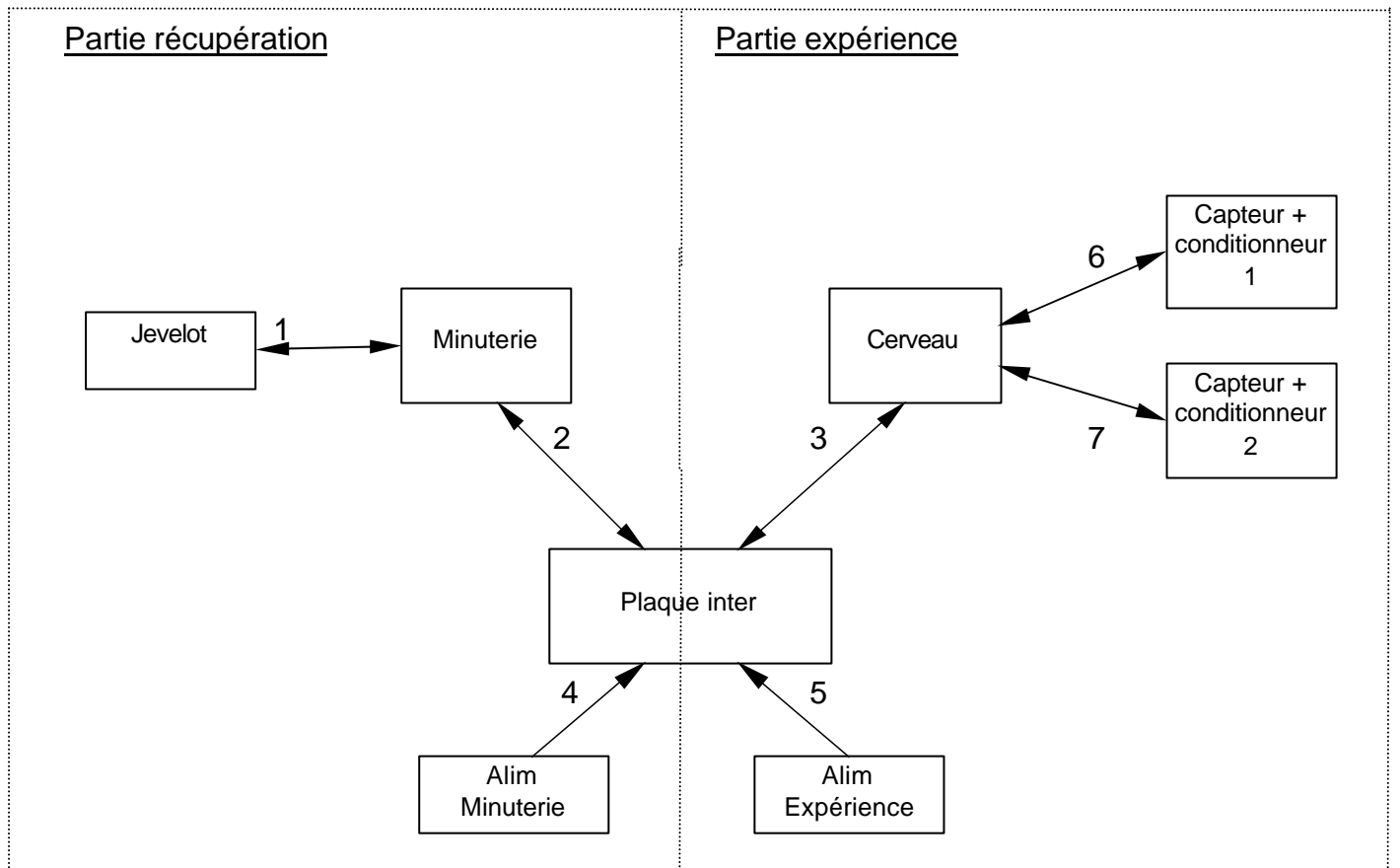
### Schéma du tube de pitot



La vitesse est en fonction de la pression dynamique  $P_d$  ( $P_d = P_t - P_s$ ) que l'on peut mesurer à l'aide d'un capteur de pression différentielle (ici Motorola MPX5100)

Bien qu'il ne soit pas nécessaire, un étalonnage nous permettra d'avoir la vitesse en fonction de  $P_d$ .

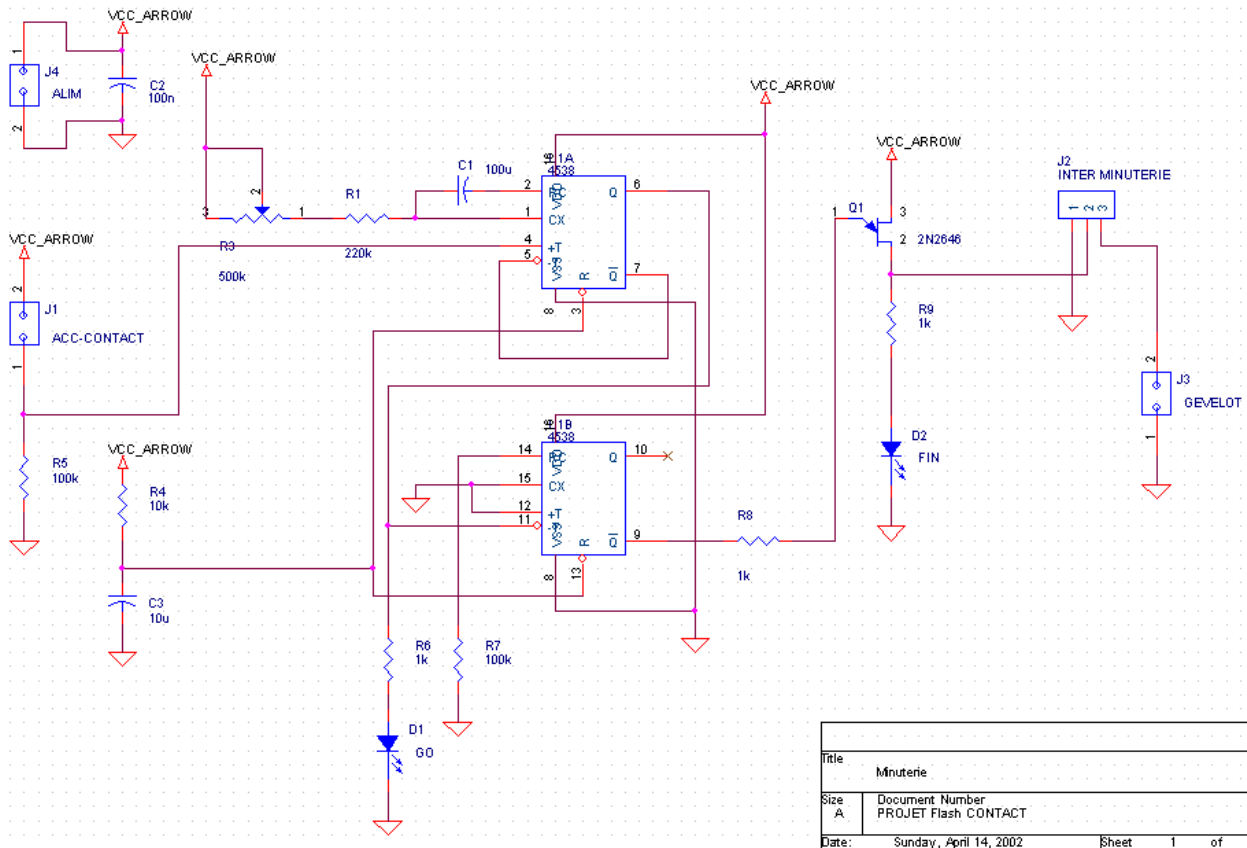
## Schéma générale de l'électronique



### Fonction des différents éléments

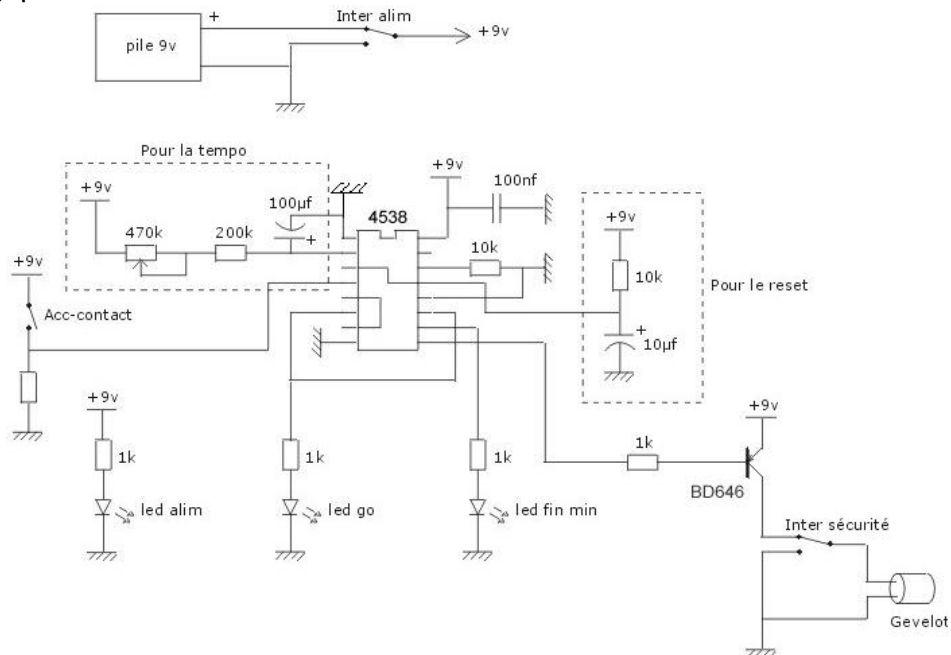
- La minuterie commande l'inflamateur (Jewelot).
- Les 2 capteurs avec leurs conditionneurs sont les capteurs qui mesure la vitesse et la rotation.
- Le cerveau génère la tension requise par les 2 chaines de mesures. Elle assure aussi l'isolation entre la partie récupération et la partie experience pour les signaux des phases de vol. Il comprend aussi l'enregistreur qui sauvegarde les mesures effectuées et les phases de vol.
- La plaque inter regroupe l'ensemble des inters destinés à piloter l'électronique ainsi que la visualisation pour connaître l'état de la minuterie et de l'enregistreur.
- Les 2 alimentations (présentes sur la carte inter) servent à alimenter l'ensemble de l'électronique.

## Schéma électronique de la minuterie

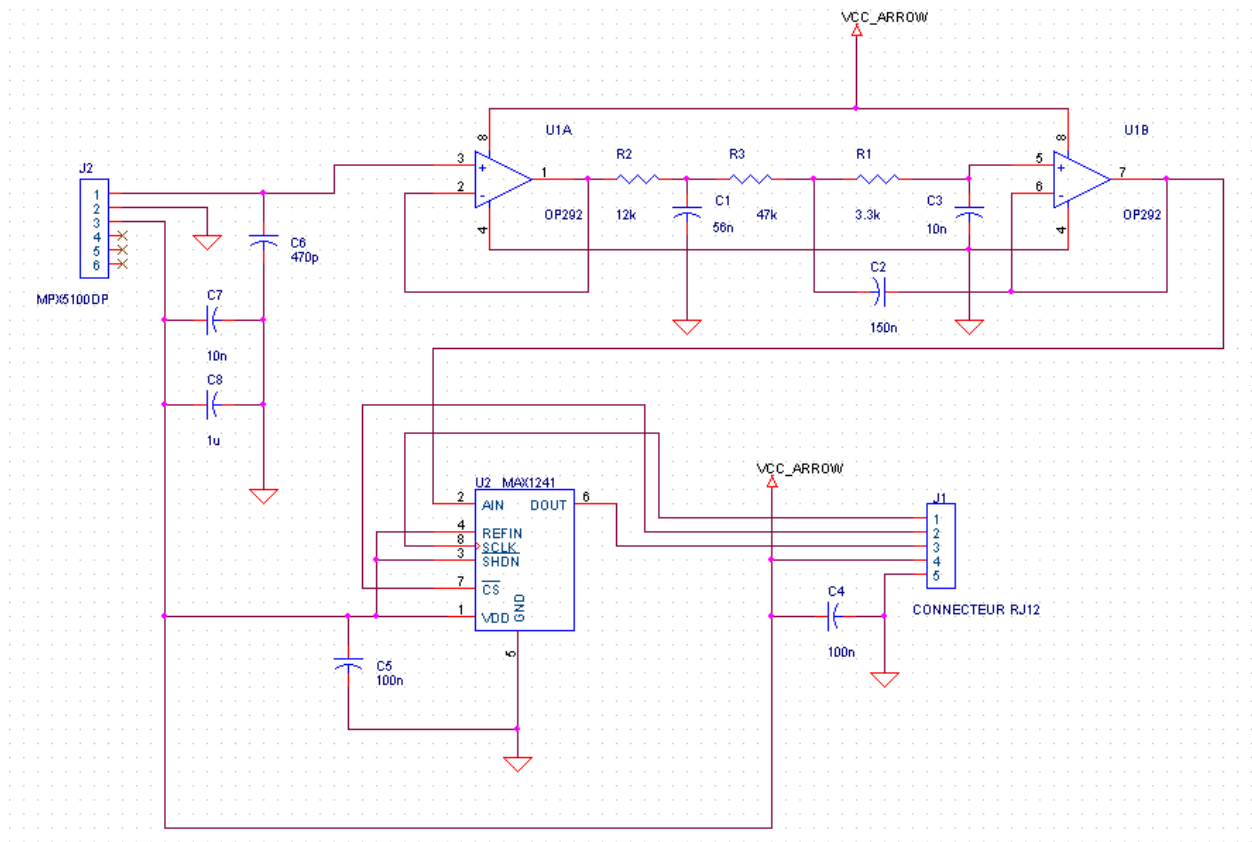


La minuterie se compose d'un circuit CMOS 4538 composé de deux monostables. Le premier monostable compte les charges et décharges d'un montage RC qui dure 8,8 secondes. Un fois ce temps atteint il valide sa sortie qui va valider l'entrée du deuxième monostable qui comptera avec une constante de temps infini (afin qu'aucun nouveau lancement du premier monostable ne viennent rallonger le temps de la minuterie).

Schéma logique initial :

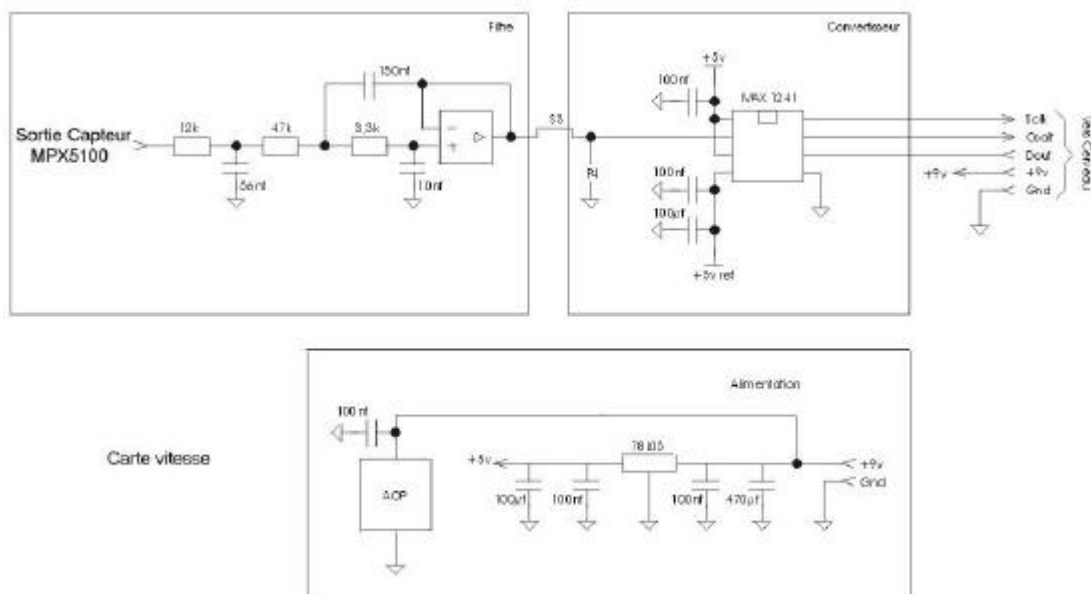


## Schéma électronique du capteur de vitesse

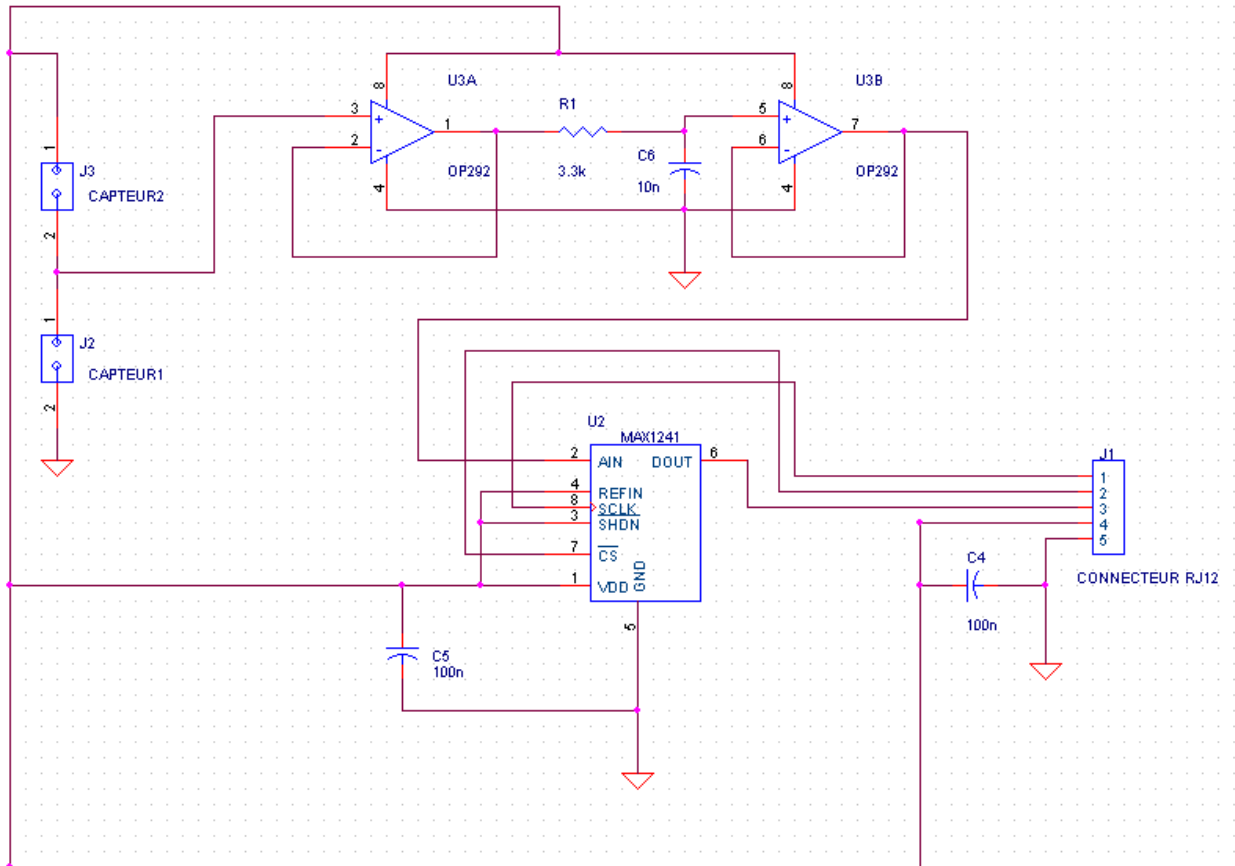


La carte du capteur de vitesse se compose essentiellement du capteur différentiel MPX5100DP d'un filtre passe-bas très sélectif pour filtrer le signal au maximum vers 15 Hz et enfin, d'un convertisseur analogique numérique MAX1241 commandé par la carte enregistreur pour enregistrer les données au cours du vol.

Schéma logique initial :

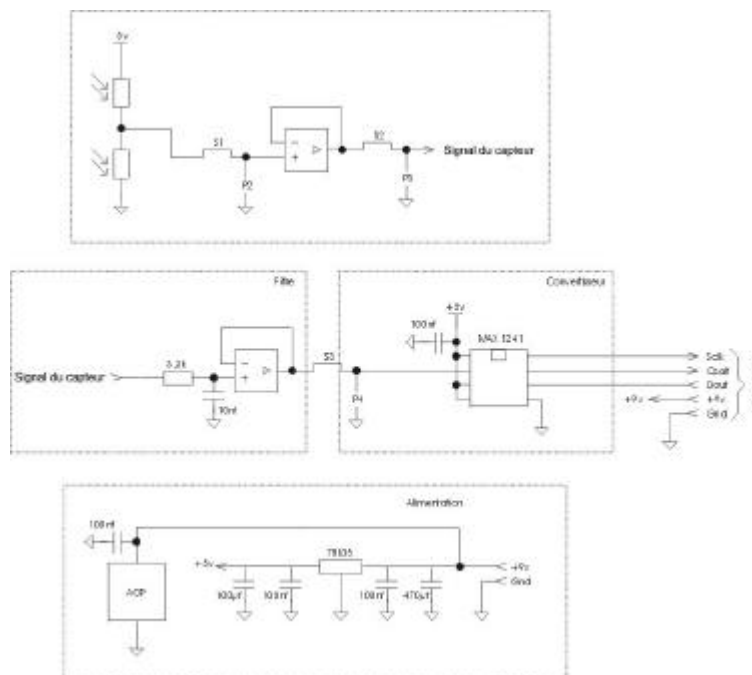


## Schéma électronique du capteur de rotation



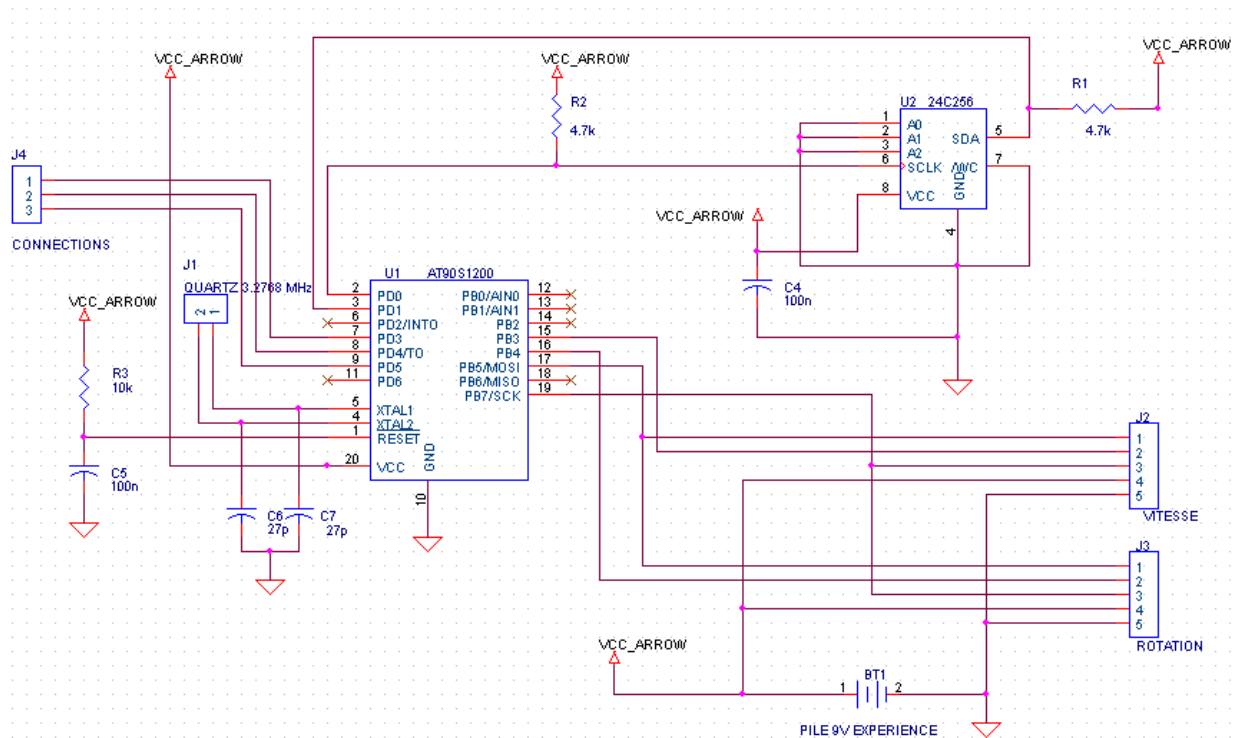
La carte du capteur de rotation se compose de deux photo-résistances câblées en pont diviseur qui donnent un niveau logique entre 0,2 et 4,5 Volts. Cette mesure est ensuite filtrée et numérisé par un convertisseur Analogique Numérique MAX1241 commandé par l'enregistreur de bord durant le vol.

Schéma logique initial :





# Schéma électronique de l'enregistreur de vol

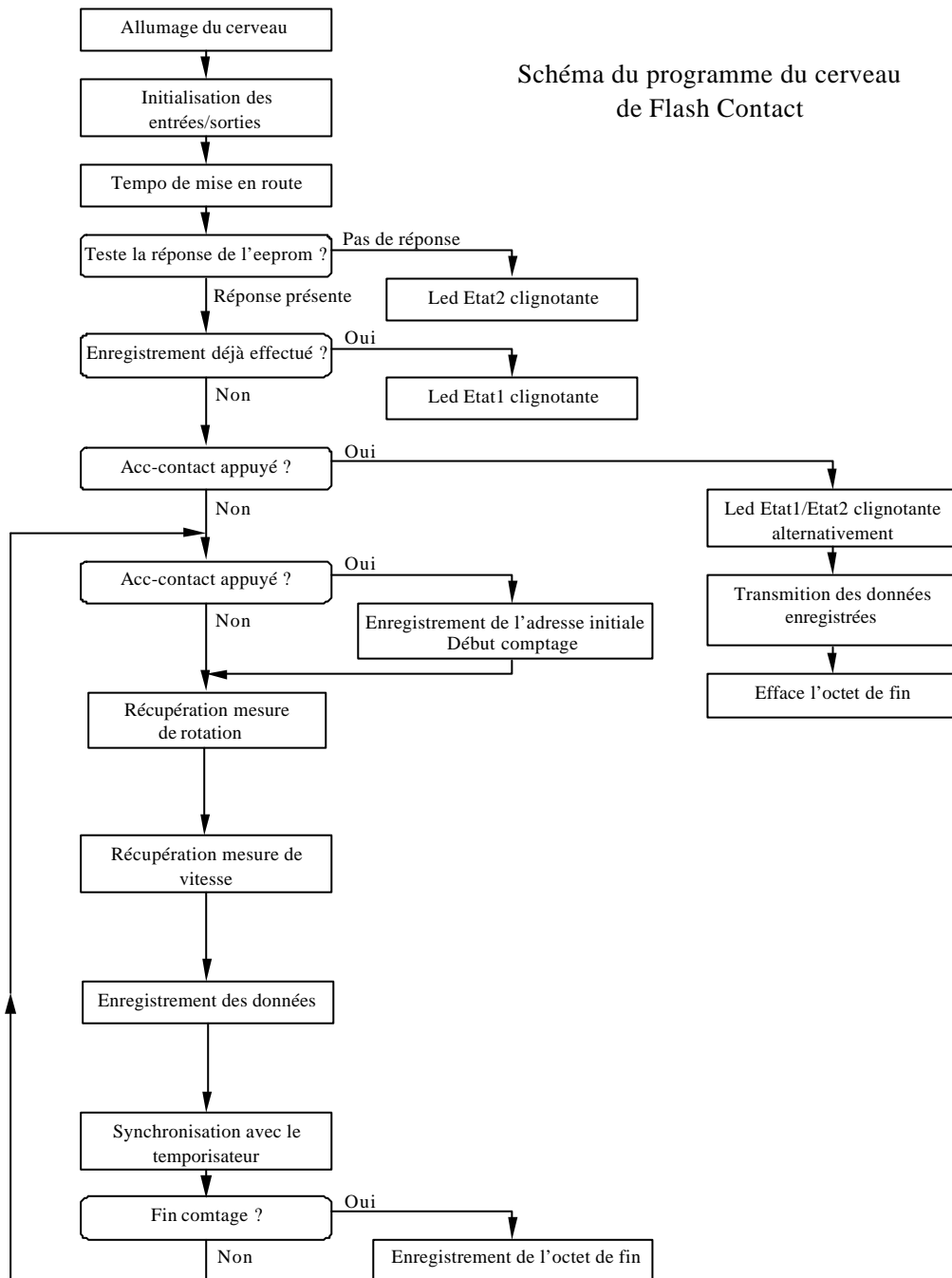


La carte enregistreur se compose d'un microcontrôleur ATMEL AVR AT90S1200P et d'une EEPROM I2C de 32 Ko. Cette carte est chargée d'enregistrer les données du vol en interrogeant les convertisseur Analogique/Numérique des cartes capteurs.

Pinouts du  $\mu$ C :

PD0 SCL Clock EEPROM (Pin 2)	SORTIE + PULL-UP
PD1 SDA Data EEPROM	SORTIE/ENTREE + PULL-UP
PD2 ---	
PD3 ETAT1	SORTIE + PULL-UP
PD4 ETAT2	SORTIE + PULL-UP
PD5 ACC-CONTACT	ENTREE
PB3 CsVIT	SORTIE + PULL-UP
PB4 CsROT	SORTIE + PULL-UP
PB5 SCLK	SORTIE
PB7 DOUT	ENTREE

# Schéma du programme de l'enregistreur



## Chronologie

Avant d'aller sur l'aire de lancement, changer les 2 jeux de piles (minuterie et expérience). De plus les composants devront être tous collés sur leurs supports par sécurité.

<u>Validée</u>	<u>Lieu</u>	<u>Temps</u>	<u>Durée</u>	<u>Opération</u>
	Aire de lancement	H-90min		Arrivée sur l'aire de lancement...
	Tente club	H-80min		Arrivée en tente club.
	Idem		1min	Ouvrir la fusée
	Idem		1min	Vérifier l'état câblage / fixations piles
	Idem		1min	Mettre l'inter Javelot en protection.
	Idem		2min	On allume les expériences.
	Idem		1min	On vérifie leurs bon fonctionnement.
	Idem		2min	On repli le ralentisseur. On met du talc dessus.
	Idem		1min	On ferme la case du ralentisseur.
	Idem		2min	On replie le parachute principal. On met du talc dessus.
	Idem		1min	On place le Javelot.
	Idem		1min	On revisse la case parachute
La fusée est prête pour le lancement.				
	Tente pyro	H-45min		Arrivée en tente pyro
	Idem		5min	Compatibilité propulseur.
	Rampe	H-30min		Arrivée en rampe
	Idem		5min	Compatibilité rampe
	Idem		2min	Mise en place du propulseur.
	Idem		2min	Mise en rampe.
	Idem		1min	Allumage des expériences. On attend 30s par sécurité. Seule Alim exp doit être allumée.
	Idem		1min	Allumage de la minuterie. On attend 30s par sécurité. Alim exp et min doivent être allumées.
	Idem		1min	On replace l'inter en mode Javelot. On attend 30s par sécurité.
	Idem		1min	Les membres du club évacuent la rampe.
	Idem	H-5min		Le pyro arme le propulseur.
	Idem	H-1min		Le pyro rejoint le poste de lancement
		H-10s		Décompte final.
		H-0s		Décollage !

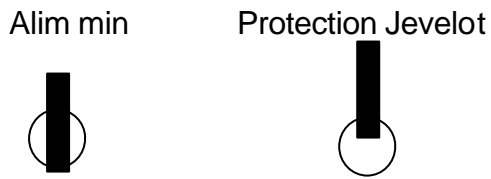
Plan de la plaque inter :

Partie minuterie

Leds:



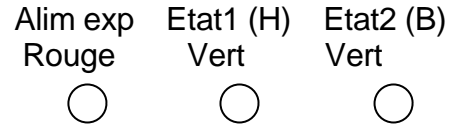
Inters:



Haut de la fusée



Partie expérience



Bas de la fusée



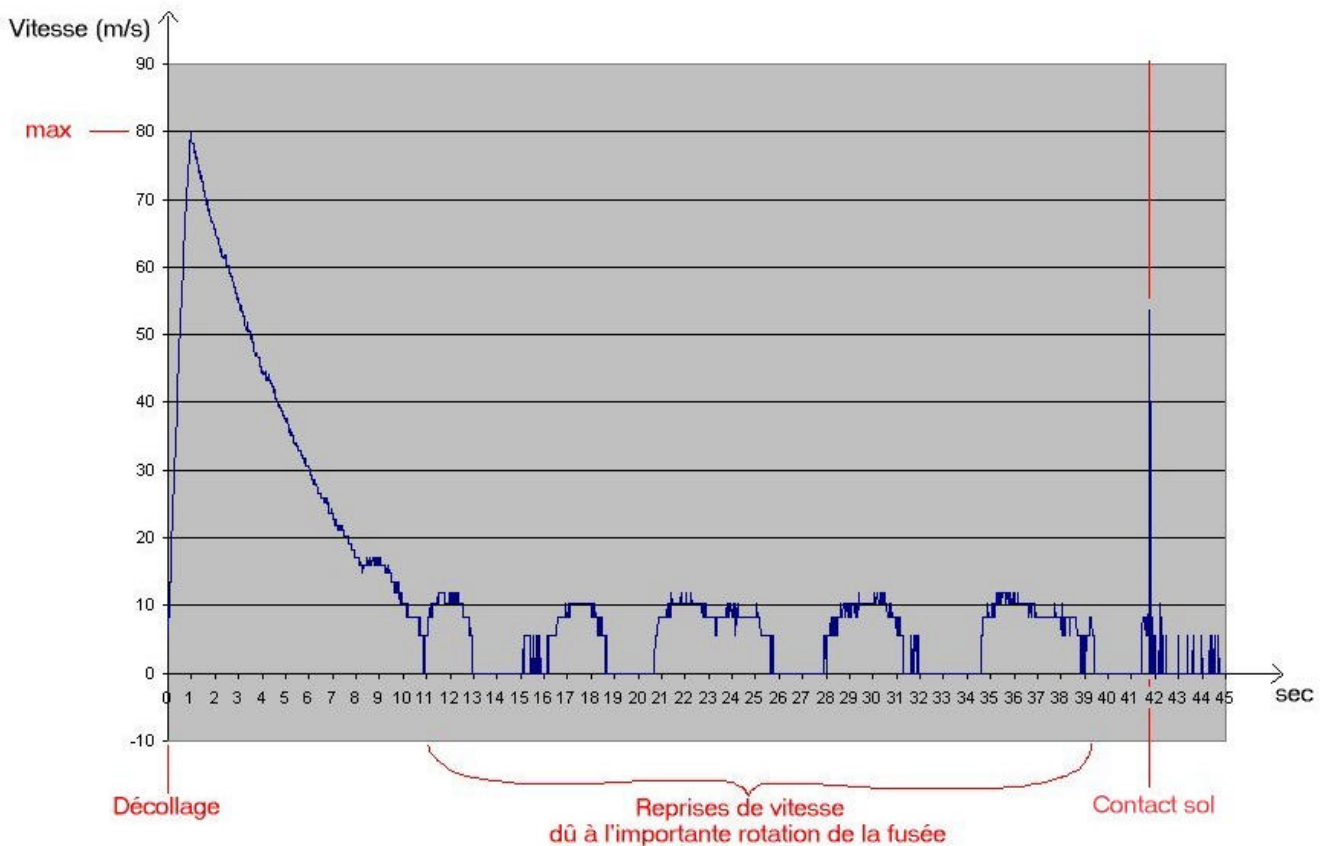
Partie experience : Signification des leds

Etat1	Etat2	Signification
Allumée	Allumée	Initialisation
Eteinte	Eteinte	Attente de décollage
Allumée	Eteinte	C'est parti
Eteinte	Allumée	C'est fini
Eteinte	Clignotante	Erreur Eeprom.
Clignotante	Eteinte	Enregistrement déjà effectué

## Résultats des expériences

La fusée Flash Contact embarquait deux expériences, rappelées ci-dessous :

- L'évaluation d'une mesure de vitesse par une mesure différentielle de pression (la pression extérieure variant, en partie, en fonction de la vitesse au nez de la fusée).
- L'évaluation d'une mesure de rotation simple et peu coûteuse. Elle est réalisée à partir de 2 photorésistances qui mesure la différence de luminosité entre 2 faces de la fusée. L'objectif de ce capteur n'est pas de mesurer précisément la rotation de la fusée mais plutôt de donner une information sur le comportement de la fusée (elle tourne pas, un peu, beaucoup ?) pour pouvoir compléter les mesures de l'expérience principale sur la vitesse.



Sur cette première courbe, on mesure une vitesse maximum de 80 m/s, résultat proche de la valeur donnée par Trajec (91 m/s).

On observe aussi clairement le contact du sol au bout de 42 secondes de vol, mais aussi des reprises de vitesse durant la descente sous parachute.

Les résultats de la mesure de rotation permettent d'expliquer ces reprises de vitesse. En effet, la sangle du parachute semble s'être enroulée autour de la fusée, et cette dernière a effectué un grand nombre de rotation non régulière.

On observe aussi ci-dessous clairement l'ouverture du parachute au bout d'environ 9 secondes (8.8s selon Trajec).



# Rotation de la fusée

