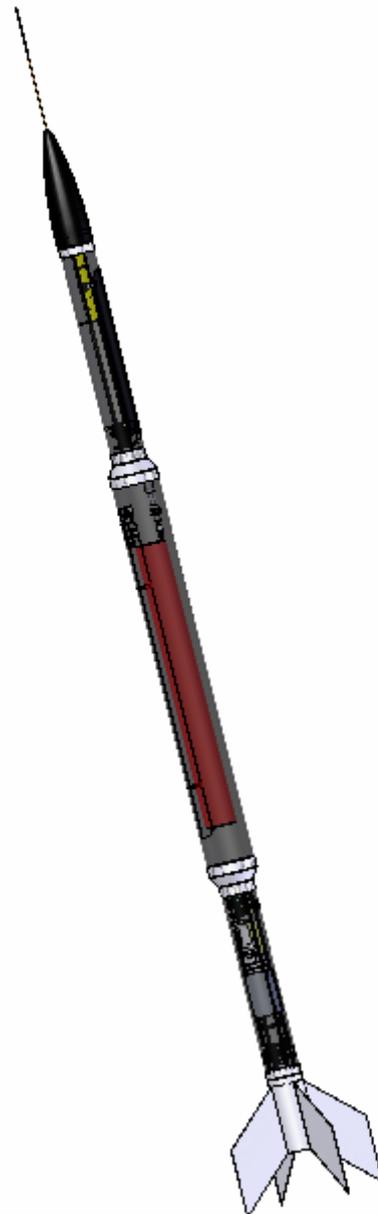




GLLIDER



Remerciements

Nous remercions vivement nos sponsors et partenaires qui nous ont aidé cette année encore à réaliser nos projets. Ceux-ci sont principalement :

- CNES : Propulseur, Déroulement de la campagne de lancement
- Planète Sciences : Organisation de la campagne de lancement, suivi.
- PARKER Pneumatics : vérin et composants pneumatiques
- Zodiac : Parachute
- ESTACA : aide financière, facilités techniques et mise à disposition de machines et d'un local.
- FUSION ARGON : Soudure des Ailerons
- ELMO : Caméra vidéo embarquée

On remercie tout particulièrement toutes les personnes qui nous aidées sur la campagne : les contrôleurs, le plan d'op, les bénévoles Planète Sciences, les pyros, le personnel CNES, les permanents et l'assistance médicale ;-)

N'oublions pas non plus Mr Mailly, le responsable de l'atelier de l'ESTACA, qui nous a aidé à faire certaines pièces et qui nous a donné accès au tour et à la fraiseuse ainsi que la PV3E qui est toujours présente pour nous soutenir.

Un dernier grand merci à tous les membres de l'ESO, anciens comme actifs (de métropole ou pas) qui nous ont aidés et supportés durant ces deux années de travail et en particulier dans les moments les plus cruciaux comme les pré-qualifs et les campagnes.

Sommaire

1. Introduction	4
1.1. Présentation de l'ESTACA	4
1.2. Présentation de l'ESO	4
1.3. Présentation de l'équipe Gllider.....	5
2. Présentation du projet	6
2.1. Concept.....	6
2.2. Le planeur.....	6
2.3. La fusée	11
3. Dimensionnement des organes de la fusée	12
3.1. Le planeur dans la fusée	12
3.2. Système d'ouverture de la porte planeur.....	13
4. Expériences	25
4.1. Vol nominal de la fusée.....	25
4.2. Expérience principale : Largage d'une charge utile (planeur) à l'apogée.....	25
4.3. Expérience secondaire.....	26
4.4. Paramètres étudiés.....	28
4.5. Phases de vol attendues et conditions de fonctionnement des systèmes.....	31
5. Intégration.....	32
5.1. Plan de câblage général	32
5.2. Intégration Elec/Méca	33
6. Stabilité.....	34
7. Sécurité.....	34
7.1. Largage du planeur :	34
7.2. Gabarit :	34
7.3. Vitesse verticale :	35
7.4. Systèmes de sécurité :	35
8. Résultats des expériences.....	36
8.1. L'expérience : le largage du planeur	36
8.2. Résultats de capteurs :	37
9. Conclusion.....	41
10. Annexes	42

1. Introduction

Ce document regroupe toutes les données et informations qui nous ont permis de concevoir la fusée expérimentale Gllider.

Le projet, qui a débuté en octobre 2006, a été lancé le 31 juillet 2008 à 12h53 pour atterrir à 12h54 (vol nominal), lors de la campagne de lancement nationale organisée par le CNES et Planète Sciences. Celle-ci c'est déroulée du 27 au 3 juillet 2006 sur le terrain militaire de La Courtine dans la Creuse (23).

1.1. Présentation de l'ESTACA

L'Ecole Supérieure des Techniques Aéronautiques et de Construction Automobile forme des ingénieurs en 5 ans. Elle recrute ses étudiants en grande majorité après un baccalauréat scientifique.

Les études, axées autour des mathématiques, de la mécanique et des sciences physiques, préparent aux métiers des transports grâce à quatre dominantes : Automobile, Ferroviaire, Aéronautique et Espace.

Elle délivre un diplôme reconnu par la commission des titres d'ingénieurs, dans quatre filières : Structure et Matériaux, Commande et Systèmes, Fluides et Energétique et Vibrations et Acoustique.

Chaque année, environ 160 élèves sont diplômés et sont embauchés par les grands noms de l'industrie des transports comme Renault, PSA, Airbus, Dassault Aviation ...

1.2. Présentation de l'ESO

L'ESO (ESTACA Space Odyssey) est une association loi 1901 dont l'objectif est de promouvoir l'activité aérospatiale au sein de l'école et du grand public. Elle y parvient en réalisant, notamment, la conception, la fabrication et le lancement de fusées ou de ballons expérimentaux, grâce à l'encadrement du CNES et de Planète Sciences. L'association a réalisé une trentaine de fusées et de ballons depuis sa fondation en 1991. Elle compte aujourd'hui une quarantaine de membres, tous étudiants à l'ESTACA, travaillant sur plusieurs projets.

Adresse postale : ESO
34 rue Victor Hugo
92300 Levallois Perret

Adresse électronique : eso@estaca.fr
Site Internet : www.eso.online.fr

Pour l'année 2007-2008, le Conseil d'Administration comprenait :

Président :	Loïc CHAPPAZ
Vice-président :	Arnaud BOUARD
Trésorier :	Rémi GRANDADAM
Vice trésorier :	Yvan MADEC
Secrétaire :	Mathieu FILHON
Vice secrétaire :	Thibaut GABRY

1.3. Présentation de l'équipe Gllider

L'équipe de conception de la fusée Gllider la première année était composée de :

Rémi Grandadam	(2 ^e année)
Loïc Chappaz	(2 ^e année)
Thibaut Gabry	(2 ^e année)
Mathieu Filhon	(2 ^e année)
Ghislain Pelieu	(3 ^e année)
Florent Dauphin	(3 ^e année)
Kim Nguyen	(3 ^e année)
Vincent Tolomio	(3 ^e année)
Yvan Madec	(3 ^e année)
Alexandre Malidin	(3 ^e année)
Quentin Bourgeteau	(2 ^e année)
Thimothée Chrétien	(3 ^e année)

La seconde année, les membres du projet étaient :

Rémi Grandadam	(3 ^e année)
Loïc Chappaz	(3 ^e année)
Thibaut Gabry	(3 ^e année)
Mathieu Filhon	(3 ^e année)
Kien Nang Huynh	(3 ^e année)

2. Présentation du projet

2.1. Concept

La fusée expérimentale aura une hauteur d'environ 3.5m. Celle-ci est imposée par le projet, qui a pour objectif le largage d'un planeur à l'apogée. Celui-ci sera muni d'une caméra permettant de filmer ce qu'il survolera. Enfin, la fusée redescendra sous parachute, après le largage du planeur.

2.2. Le planeur

Le planeur est réalisé en coopération avec l'association de modélisme de l'ESTACA, l'ESTACA Modélisme.

2.2.1. Le fuselage

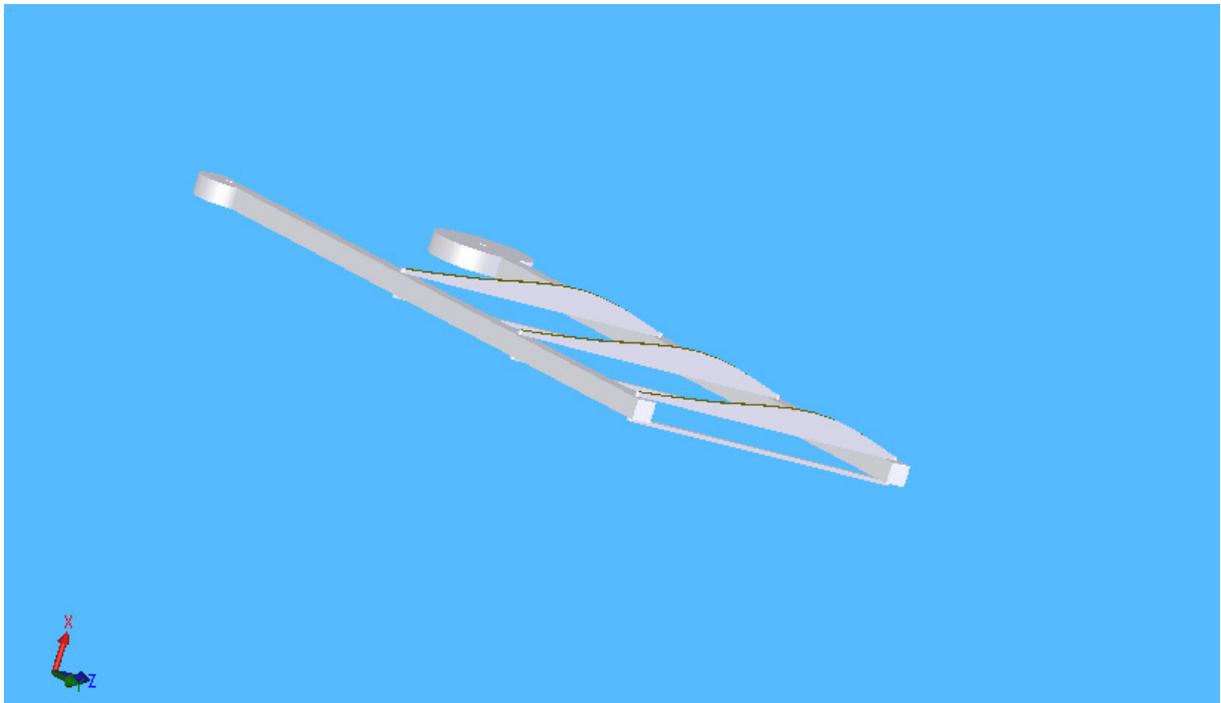
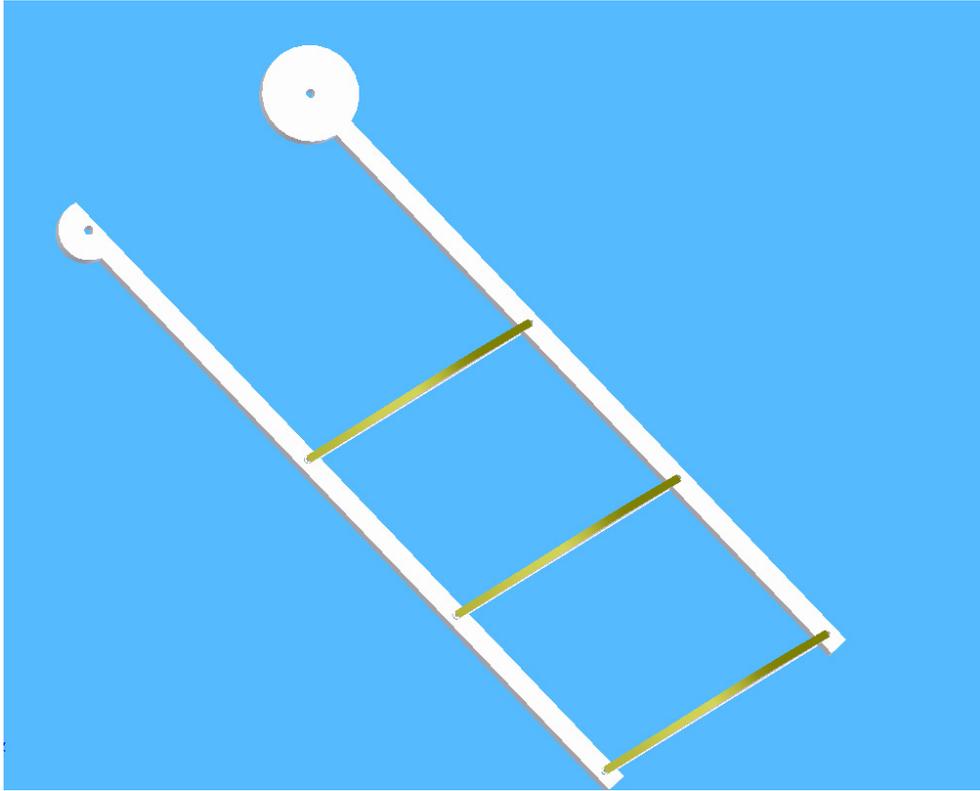
Le fuselage est composé de deux parties :

- une poutre en aluminium de section carrée creuse de 20 mm qui sert d'âme du planeur. Sur cette âme sont fixées les autres parties du planeur (empennage, ailes, électronique, système d'ouverture des ailes, ...)
- une coque en fibre de verre permettant la protection des équipements du planeur, qui ne recouvrira que l'avant de planeur

2.2.2. Les ailes

Le planeur est équipé d'ailes droites qui se déploient suivant le modèle du parallélogramme déformable. Les bords d'attaque et bords de fuite sont des longerons en bois stratifiés de carbone unidirectionnel en liaison pivot au niveau de l'âme du planeur et sont maintenus entre eux par des nervures en corde de piano, en liaison pivot dans les longerons permettant ainsi le mouvement de rotation des longerons pour le déploiement des ailes.

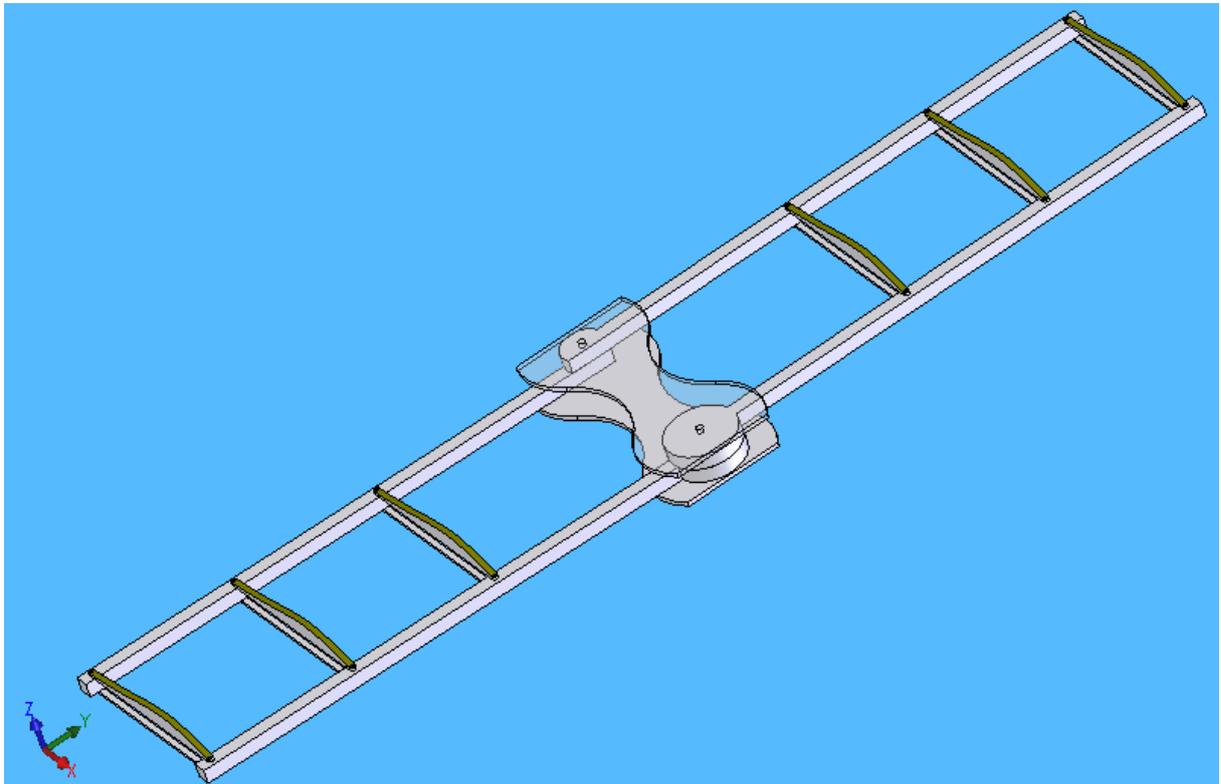
Les longerons des ailes sont en deux segments. Un premier dans un plan parallèle à celui de l'âme du planeur, un deuxième dans un plan incliné de quelques degrés vers le haut pour créer du dièdre. Cela permet d'améliorer la stabilité du planeur.



(Le dièdre n'est pas représenté sur cette CAO, les longerons sont inclinés à partir de la deuxième nervure en réalité)

La fixation des longerons au niveau de l'âme du planeur est supportée par deux plaques en aluminium, une sous l'aile et l'autre au dessus.

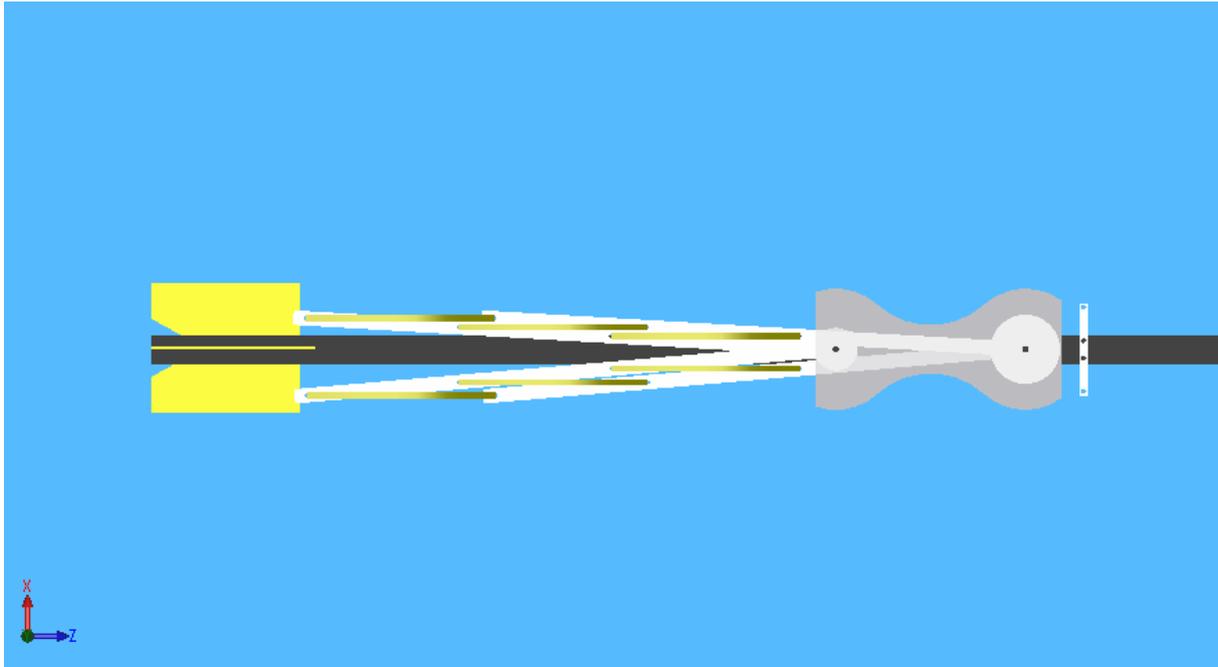
La géométrie de ces plaques permet de reprendre une partie des efforts que va subir l'aile lors de son déploiement dus aux efforts aérodynamiques.



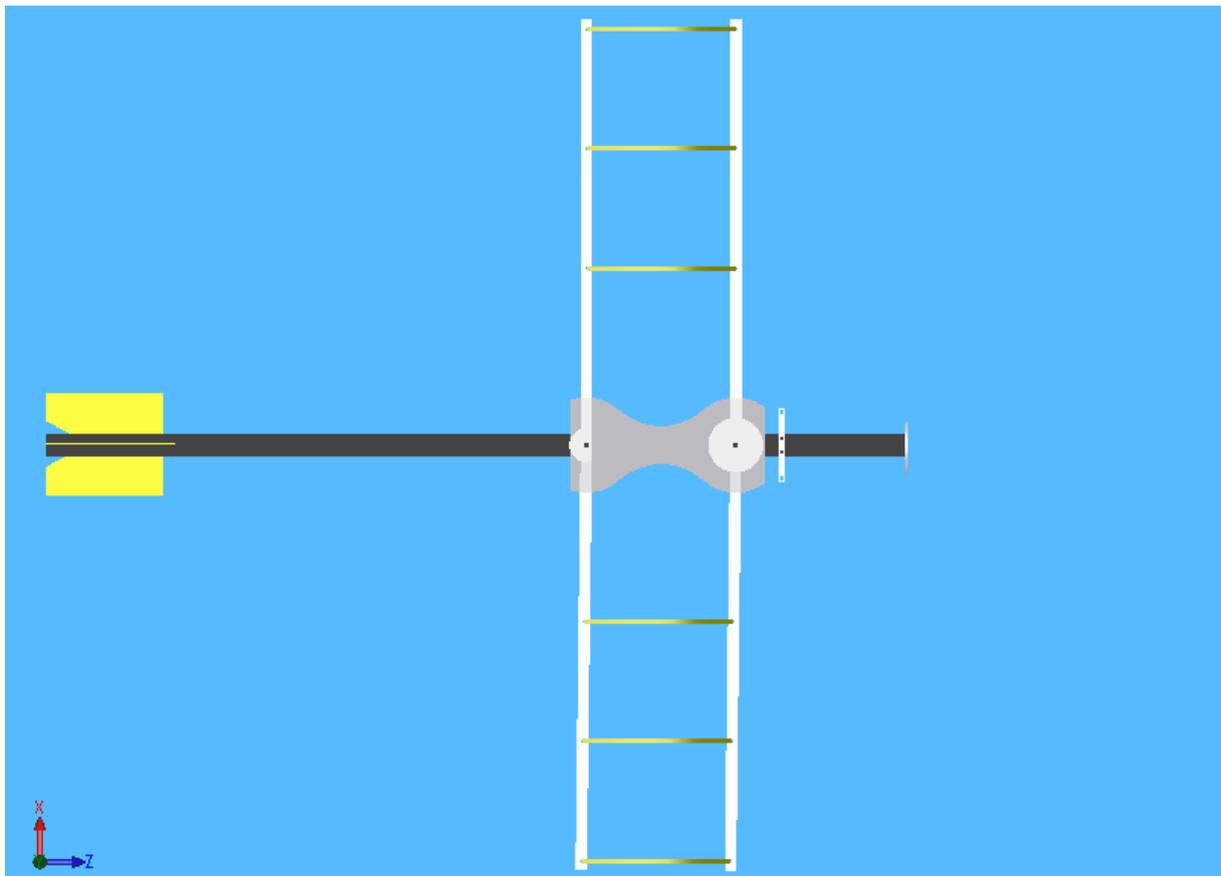
2.2.3. Déploiement des ailes du planeur

En amont de la fixation des ailes sur l'âme du planeur, deux ressorts de traction fixés d'une part sur l'âme du planeur et d'une autre part sur le longeron de bord d'attaque permettront le déploiement des ailes.

A l'état replié,



Lors du largage du planeur, un jack audio branché dans le nez du planeur s'arrache, ce qui lance une petite temporisation (env. 1 à 2s grâce à un séquenceur programmable par PIC). Une fois la temporisation effectuée, le servomoteur est commandé et libère la goupille qui empêche les ailes de se déployer sous l'effet des ressorts de traction. Les ailes se déploient. L'effort exercé par ces mêmes ressorts garantit la bonne ouverture des ailes au cours du vol.



2.2.4. Descente du planeur

Le centre de gravité du planeur se trouve sous son axe longitudinal, ainsi le planeur va se remettre sur le ventre si jamais il s'était retourné pendant la phase de largage.

Le planeur a ensuite deux phases de vol :

Phase non commandée : Le planeur est à haute altitude, il n'est alors pas commandé. Les organes de direction sont bloqués dans une position forçant le planeur à spiraler.

Phase commandée : A partir du moment où on a une visibilité correcte du planeur, on peut reprendre le contrôle du planeur. Si on arrête de contrôler le planeur ou si l'on perd le contrôle pour une raison ou une autre, les organes de contrôle se remettent en position de « vol spiralé ».

2.2.5. Electronique embarquée

Une caméra sera placée dans le planeur. Elle sera entièrement autonome, et enclenchée avant la mise en rampe de la fusée. L'enregistrement se fera sur carte SD.

Le planeur sera également équipé de l'électronique nécessaire à son contrôle d'attitude : un récepteur et deux servomoteurs, ainsi qu'un troisième servomoteur pour le dépoilement des ailes.

La fréquence prévue du récepteur est de 41 MHz. Le récepteur sera inactif pendant la phase propulsée du vol tout comme les phases au sol.

- dimensions :

Masse : 800-1000 g env.

Fuselage : Longueur : 850mm environ.

Diamètre : 80mm environ.

Ailes : Envergure : 750mm avec dièdre.

2.3. La fusée

2.3.1. Architecture

La fusée sera composée de :

- 1 ogive et 4 tubes : les deux tubes supérieurs et le tube inférieur sont de diamètre classique (100mm), et le central plus large (140mm). Les tubes ont été réalisés en fibre de carbone, l'ogive en fibre de verre.

- le tube supérieur : Ø100mm longueur 65cm

Ce tube abritera le parachute, « étage para »

- Le second tube : Ø100mm longueur 30 cm

Ce tube abrite un module pneumatique permettant de mettre en œuvre l'ouverture de la porte pour la libération du planeur.
« étage pneumatique »

- le tube central : Ø140 mm longueur 100cm

Ce tube abritera le tube planeur, « étage planeur »

- le tube inférieur : Ø100mm longueur 60 cm

Ce tube abritera l'électronique, « étage élec »

- 6 bagues en aluminium :
 - Liaison ogive : étage para
 - Liaison étage para / étage pneumatique
 - Liaison étage pneumatique / étage planeur
 - Liaison étage planeur/ étage élec
 - Bague plaque de poussée
 - Bague aileron

2.3.2. Séparation

Nous avons opté pour une séparation à porte sur le tube du haut. La porte sera maintenue fermée en haut par une ventouse électromagnétique. La libération de la ventouse sera commandée par un séquenceur.

La porte s'ouvrira « face au vent » pour assurer le décrochage rapide de la porte et donc l'extraction du parachute.

3. Dimensionnement des organes de la fusée

Les calculs et description ci-dessous ont été réalisés l'année dernière pour le planeur prévu à l'époque. La masse estimée du planeur était alors de 1,5 kg. Le planeur étant différent cette année, sa masse change : elle est estimée à environ 800g. Ce ci résulte de la conception et de la réalisation planeur en coopération avec des modélistes. Les organes de la fusée ont été conservés, on se retrouve donc avec une marge de sécurité supplémentaire sur le dimensionnement des différents organes.

Cette partie détaille le fonctionnement de l'étage planeur : le système d'ouverture de la porte et le largage du planeur.

3.1. Le planeur dans la fusée

Le planeur est localisé dans le tube central de la fusée, le tube planeur, celui de diamètre 140 mm. Une porte de 950 mm de long est usinée dans ce tube. Un tube de 860 mm de long en fibre de verre est fixé sur cette porte, de sorte que, quand la porte est en position sur le tube planeur, ce dernier et le tube en fibre de verre soient presque concentriques.

Le planeur est placé dans ce tube le nez vers le haut de la fusée, qui lui sert de rampe. Le planeur, stocké dans le tube de fibre de verre, est retenu en haut de ce dernier par une ventouse électromagnétique.

La masse du planeur est estimée à environ 1,5 kg. En prenant une accélération max au décollage de 10 G (majoration), le planeur va exercer une force de :

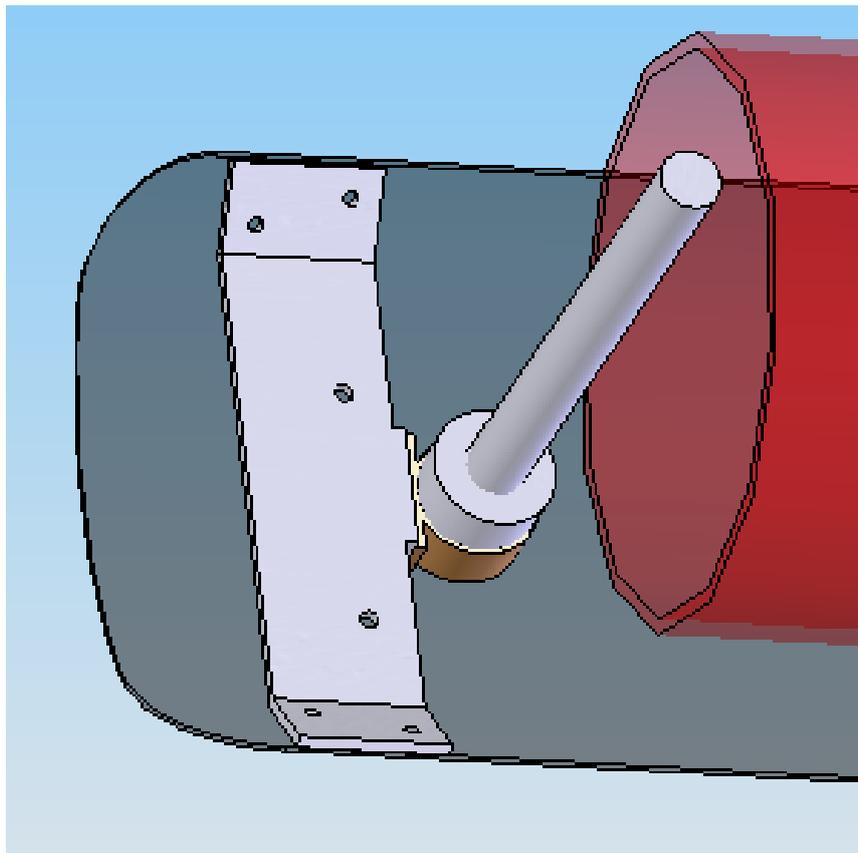
$$P=M*a=10*M*g=15 \text{ DaN en prenant } g=10\text{m/s}^2$$

La ventouse utilisée a une force de maintien de 20 DaN. Cette ventouse est fixée sur une bielle en aluminium, introduite ci-dessous.

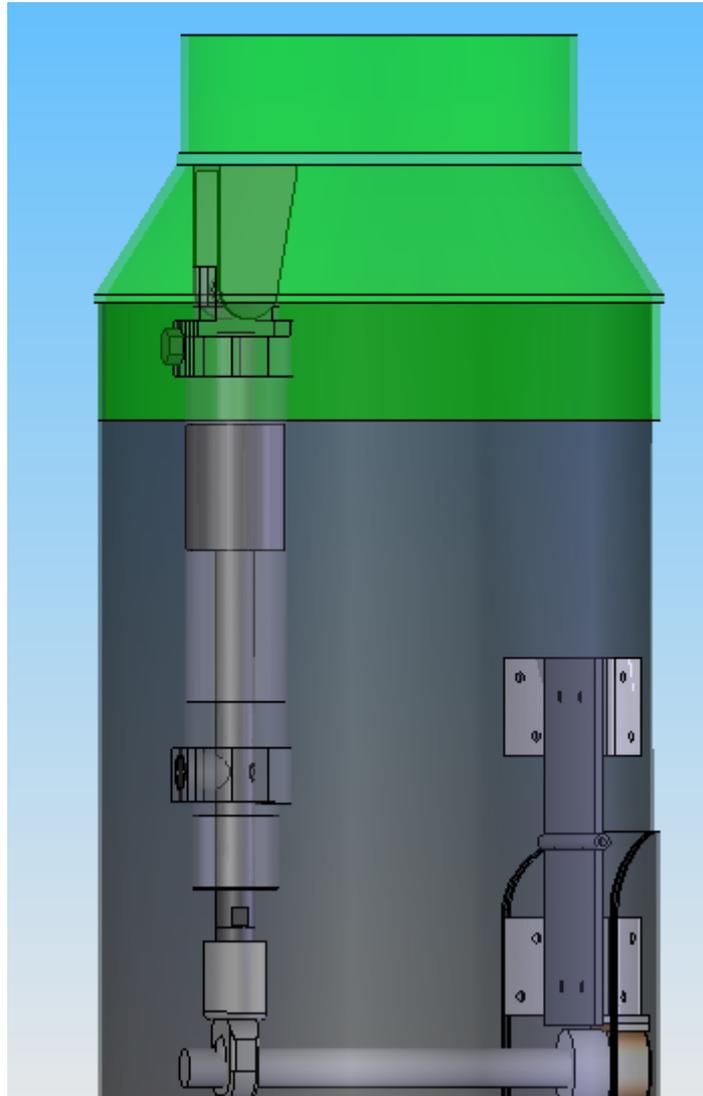
Le principe de largage du planeur est simple : à $t=t_{\text{voulu}}$, la porte du tube planeur s'ouvre, la ventouse n'est plus alimentée ce qui coupe l'aimantation, le planeur est donc éjecté grâce au ressort, enroulé autour de la ventouse.

3.2. Système d'ouverture de la porte planeur

La porte planeur est fixée au tube planeur par le haut grâce à une charnière métallique. La charnière est fixée sur la porte, comme sur le tube par l'intermédiaire d'une plaque en aluminium, elle même fixée sur la porte (respectivement sue le tube). La plaque d'aluminium « porte planeur » reçoit également une bielle en alu.



Un vérin est fixé sur la flasque de la bague rétreint supérieure, et vient se reprendre sur la bielle pour permettre l'ouverture de la porte. Le vérin est fixé sur la flasque grâce à une chape arrière, et se reprend sur la bielle par un œillette à rotule, vissé sur la tige du vérin.



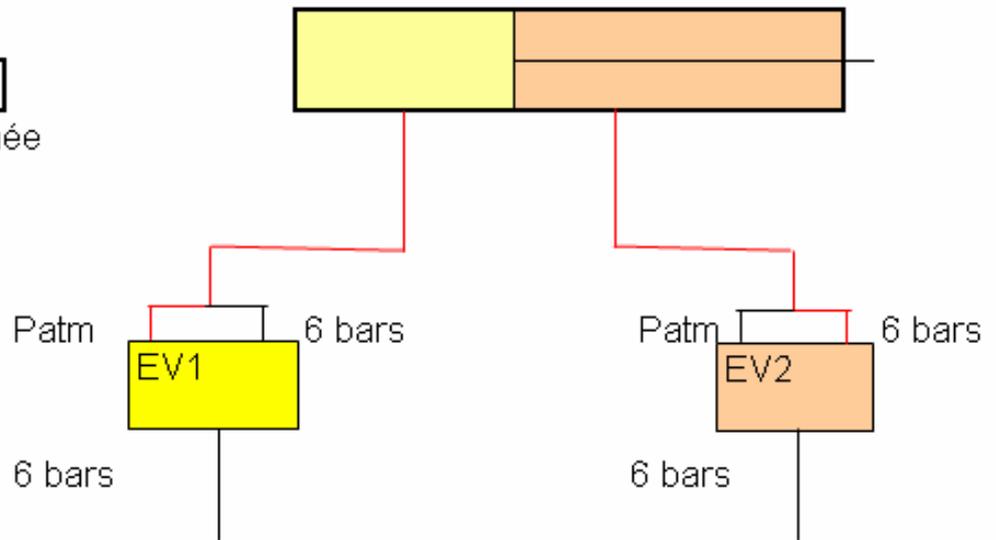
Un circuit pneumatique muni de deux électrovannes permet d'actionner le vérin double effet utilisé. Ce circuit permet donc d'ouvrir et de fermer la porte planeur pour le largage du planeur, mais aussi de maintenir fermée la porte durant le vol avant la phase de largage et après celle-ci, pour une séparation et un déploiement du parachute dans les meilleures conditions possibles.

Les différents états du vérin sont définis par les états des électrovannes, eux-mêmes définis par l'alimentation en courant ou non de ces dernières.

Le cycle pneumatique est décrit par les schémas ci-dessous.

CYCLE PNEUMATIQUE POUR L'OUVERTURE ET LA FERMETURE DE LA PORTE PLANEUR

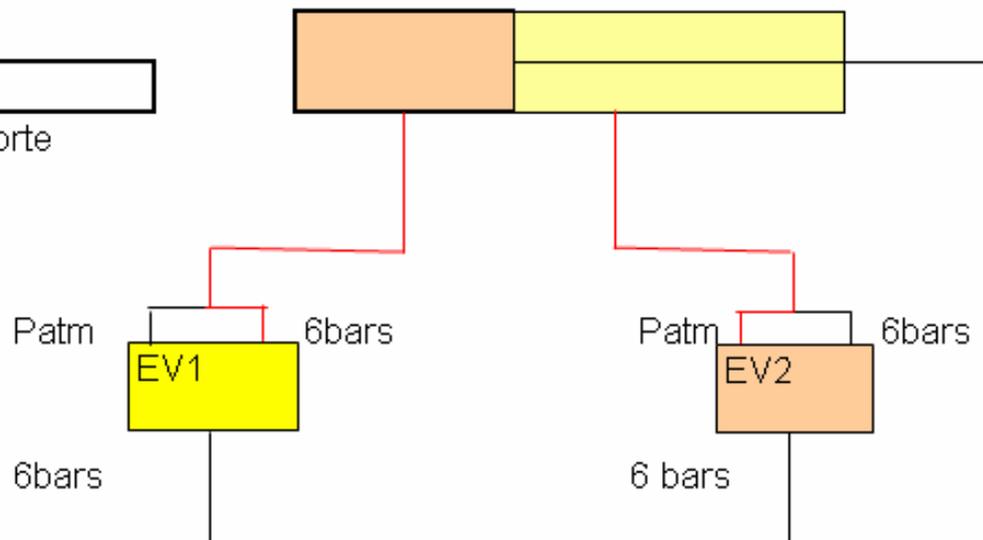
ETAT INITIAL
tige rentrée-->porte fermée



LARGAGE PLANEUR

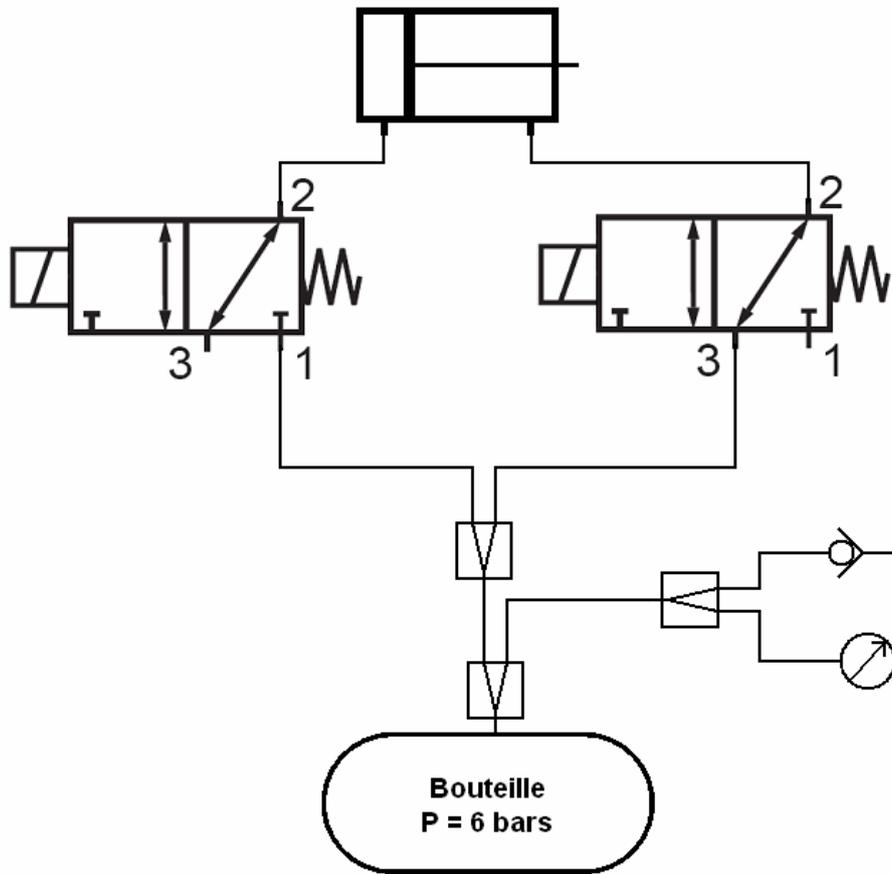
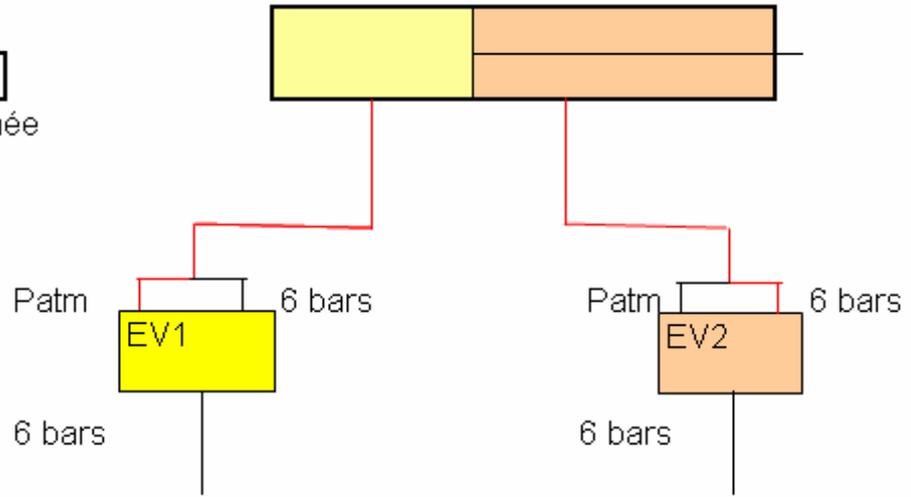
Tige sortie-->ouverture porte

>> alimentation en courant
des electrovannes



ETAT FINAL

tige rentrée-->porte fermée



- Dimensionnement du vérin :

CALCUL DES EFFORTS SUR LA PORTE À L'OUVERTURE

Efforts aérodynamiques :

Formule : $F = 0.5 \rho C_x \cdot S V^2$

Avec : $C_x = 0.8$ $V_{\text{largage}} = 30 \text{ m/s}$ (d'après Trajec)

$\rho = 1.3$

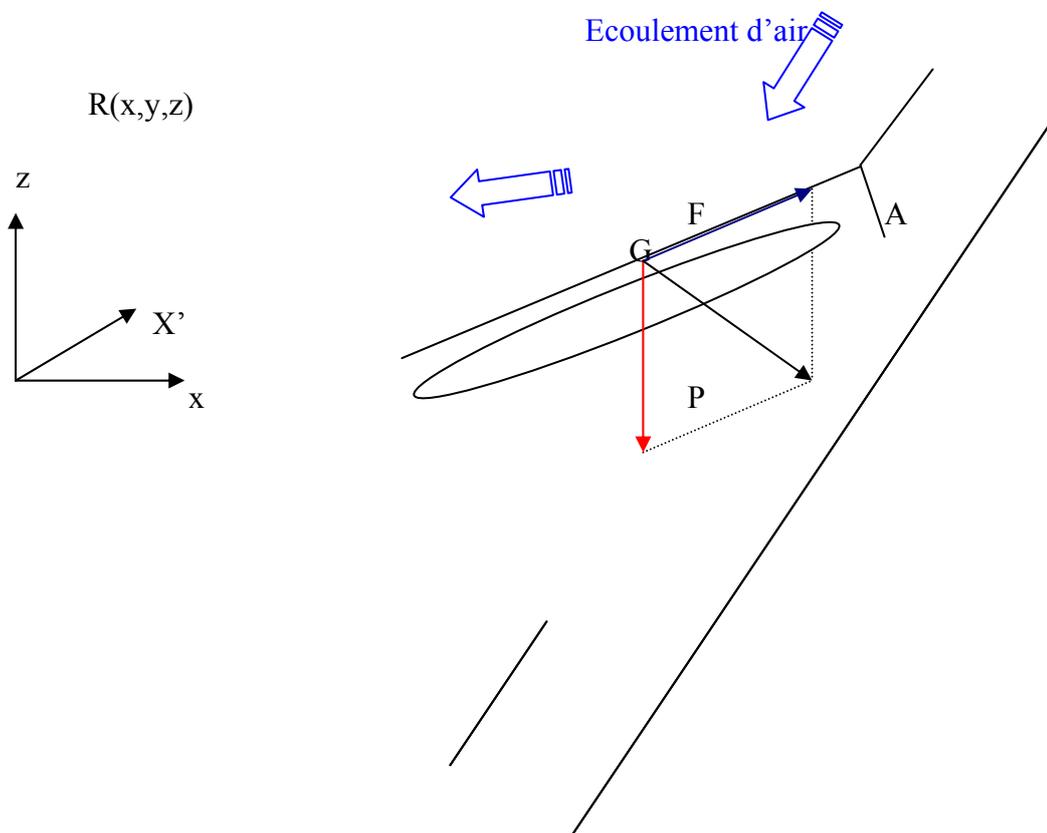
angle d'ouverture : $\alpha = 20^\circ$

longueur porte env. 950mm

largeur porte env. 105mm $\rightarrow S = 950 \cdot 105 \cdot \sin(20) = 0.1 \text{ m}^2$

Soit : $F = 16 \text{ N}$

CAS CRITIQUE :



Poids du planeur :

Formule : $P=m.g$ avec $m=2\text{kg}$ $g=10\text{m/s}^2$

Soit : $P= 20 \text{ N}$

Soit effort total= 36N

COUPLE EXERCE EN A PAR Ftot :

longueur porte D : env. 950 mm

position du centre de gravité G : env. à al moitié de la porte, un peu plus bas
(planeur centré avant)

$$\rightarrow GA = 500 \text{ mm}$$

longueur de la bielle (= bras de levier)

Etat initial d : 90 mm

Etat final d : 72 mm

Soit F_v la force du vérin nécessaire pour compenser l'effort F_{tot} au point A, point d'application du vérin.

Pour avoir équilibre, on a : $F_{tot}.D = F_v.d$
 $F_v = (D/d).F_{tot}$

Soit :

a. $F_v = (500/90)*36$
 $F_v = 200 \text{ N}$

b. $F_v = (500/72)*36$
 $F_v = 250 \text{ N}$

CALCUL DE LA COURSE

angle d'ouverture de la porte α : 15°

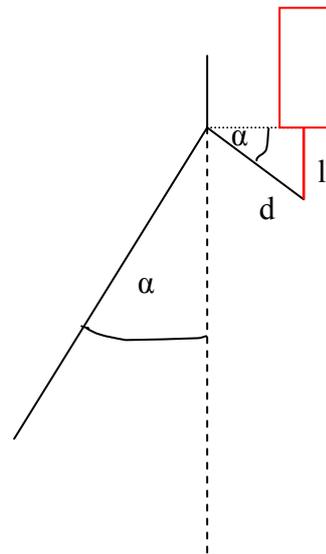
l : course à déterminer

$d = 90$ mm (longueur de la bielle)

On a : $\sin \alpha = l/d$

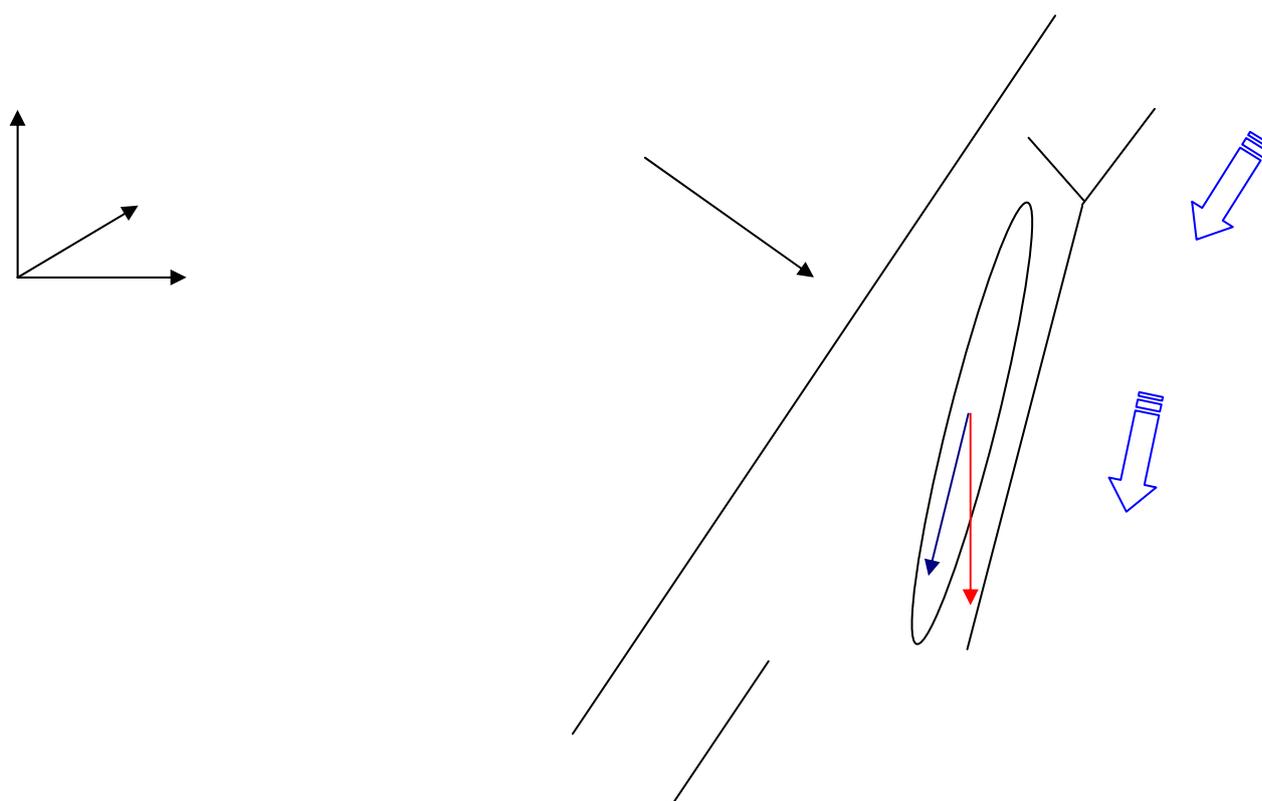
D'où : $l = d \sin \alpha$

$l = 23,29$ mm



VERIFICATION POUR LA FERMETURE DE LA PORTE

CAS CRITIQUE



Les efforts aéro ne participent pas à la résistance à la fermeture de la porte, on a donc $F_v \ll 250\text{N}$ pour refermer la porte après largage du planeur.

VERIFICATION POUR LE MAINTIEN EN POSITION FERMEE AVANT LARGAGE

Contrairement aux deux cas précédents où on n'a pas pris en compte l'accélération dans le calcul des efforts intervenant dans l'ouverture de la porte, celle-ci étant proche de zéro, pendant la phase propulsée et juste après l'accélération n'est plus négligeable.

Il faut donc vérifier que l'accélération ajoutée aux autres efforts ne va pas entraîner l'ouverture de la porte malgré le vérin qui s'y oppose.

En fait l'accélération est suivant l'axe longitudinal de la fusée, donc suivant l'axe longitudinal du planeur et de la porte également. De ce fait, l'accélération n'exerce pas de couple sur la porte, donc pas de risque d'ouverture due à l'accélération ou décélération.

De plus, pendant cette phase de vol, la vitesse de la fusée est élevée, elle atteint d'ailleurs son maximum. Donc les efforts aéro proportionnels au carré de la vitesse sont plus importants que ceux calculés au moment du largage du planeur, sachant que ces efforts s'opposent à l'ouverture de la porte. (cf. plus haut)

On peut donc en conclure pour cette phase de vol, que F_v pour le maintien de la porte fermée est très inférieur aux précédentes valeurs. Ce cas n'est donc pas dimensionnant.

Au final, $F_v = 250 \text{ N}$

DIMENSIONNEMENT DU VERIN

Verin	ref	longueur tot	course	effort fourni (N)	effort necessaire (N)	marge
mini iso 25	PIA-S 025M	216	25	295	250	1,18

	iso
longueur verin	140
course	30
longueur embout rotulaire	30
longueur chapechape	16
total	216

	iso
angle porte	15
course th	23,29371406
course parker	25

	iso
Masse planeur	20
Effort aero	16
effort tot	36
G porte=planeur	500
bras de levier verin max	90
bras de levier verin min	72
couple porte	18000
effort max verin necessaire	250
effort min verin necessaire	200

- **Largage du planeur :**

Comme introduit plus haut, une fois la porte ouverte, la ventouse ne reçoit plus d'alimentation ce qui coupe l'aimantation. On va donc s'intéresser au dimensionnement du ressort, sachant que la longueur à vide est contrainte par l'espace disponible entre la bielle et le nez du planeur, soit environ la hauteur de la ventouse. On fixe $l_{\text{compressée}}=40$ mm

Pour le diamètre du ressort, il est prévu que ce dernier s'enroule autour de la ventouse, on va donc prendre au moins le diamètre de la ventouse. On fixe $D=$ mm.

Sont à déterminer la constante de raideur et la longueur à vide

Calculs :

On néglige les frottements pour les calculs.

L'accélération du planeur est l'accélération du ressort lors de sa décompression, soit :

$F = k(x_f - x_i) = m \cdot a$ avec a : accélération en $m \cdot s^{-2}$

X_f : élongation finale du planeur

X_i : élongation initiale du ressort

K : constante de raideur du ressort en N.m

DIMENSIONNEMENT RESSORT

t	accélération planeur	vitesse	déplacement
0	0	0	0
0,01	10	0,1	0,001
0,02	10	0,2	0,004
0,03	10	0,3	0,009
0,04	10	0,4	0,016
0,05	10	0,5	0,025
0,06	10	0,6	0,036
0,07	10	0,7	0,049
0,08	10	0,8	0,064
0,09	10	0,9	0,081
0,1	10	1	0,1
0,11	10	1,1	0,121
0,12	10	1,2	0,144
0,13	10	1,3	0,169
0,14	10	1,4	0,196
0,15	10	1,5	0,225
0,16	10	1,6	0,256
0,17	10	1,7	0,289
0,18	10	1,8	0,324
0,19	10	1,9	0,361
0,2	10	2	0,4
0,21	10	2,1	0,441
0,22	10	2,2	0,484
0,23	10	2,3	0,529
0,24	10	2,4	0,576
0,25	10	2,5	0,625
0,26	10	2,6	0,676
0,27	10	2,7	0,729
0,28	10	2,8	0,784
0,29	10	2,9	0,841
0,3	10	3	0,9
0,31	10	3,1	0,961

m	1500	kg
a	10	m/s ²
longueur comprimée	40	mm
k	250	N/m
longueur à vide	100	mm

Le tube qui sert de rampe au planeur mesurant 860 mm, on voit donc qu'avec ces valeurs pour les caractéristiques du ressort, le planeur est totalement éjecté du tube rampe au bout de 0,3s

En prenant un coefficient de sécurité de 2, pour assurer le largage on prendra un ressort dont les caractéristiques sont les suivantes :

Longueur à vide : 100 mm
 Longueur comprimée : 40 mm
 Constante de raideur : 500 N.m
 Diamètre intérieur : 46 mm

4. Expériences

4.1. Vol nominal de la fusée

Les phases de vol sont les suivantes :

- Phase de propulsion
- Contrôle de l'ouverture de la porte du planeur
- Largage du planeur
- Contrôle de la fermeture de la porte du planeur
- Ejection du parachute
- Stockage en mémoire des données de vol pendant tout le vol
- Télémessure des données de vol (expérience secondaire) pendant tout le vol

4.2. Expérience principale : Largage d'une charge utile (planeur) à l'apogée

4.2.1. Contrôle de l'ouverture de la porte du planeur

Si on se trouve dans la fenêtre temporelle adéquate, on commande les électrovannes et l'électroaimant pour ouvrir la porte planeur. Le fenêtrage temporel est géré par un PIC qui commence à compter dès l'arrachage du jack planeur. Un potentiomètre de joystick est raccordé à la porte du planeur et permet de mesurer le degré d'ouverture de la porte.

4.2.2. Largage du planeur

Une fois la porte ouverte, on désactive l'électroaimant retenant le planeur. Il coulisse à l'intérieur de son tube et est éjecté de la fusée. Un capteur infrarouge donne la position du planeur en centimètres dans le tube et permet ainsi de détecter l'éjection ou un éventuel problème.

4.2.3. Contrôle de la fermeture de la porte du planeur

Après l'éjection du planeur on commande les électrovannes pour fermer la porte planeur. On réactive l'électroaimant permettant de maintenir correctement fermée la porte planeur. Le potentiomètre de joystick continue de mesurer la variation d'angle de la porte, jusqu'à la fermeture totale de la porte. Un autre système est installé en parallèle, il permet uniquement de détecter l'ouverture et la fermeture (capteur tout ou rien).

4.2.4. Ejection du parachute

Lorsque le planeur a été correctement éjecté et que la porte est refermée, on commande l'ouverture de la porte parachute. L'instant auquel on commande l'ouverture de la porte parachute est séparé du fenêtrage temporel de l'ouverture de la porte planeur pour des raisons de sécurité.

4.2.5. Stockage en mémoire des données de vol

Les différents résultats fournis par les capteurs (accéléromètre (Accélero), potentiomètre (Potar), capteur infrarouge (CIR)...) sont enregistrés. Les données analogiques sont converties en numérique à l'aide de PICs puis écrites sur l'EEPROM de ceux-ci (PIC18F2680 pour l'Accélero, PIC12F683 pour le Potar et le CIR). L'enregistrement est lancé par l'arrachage du jack au lancement. Les résultats des capteurs sont enregistrés chacun en fonction d'une tension de référence au niveau du PIC.

On enregistre aussi les informations/états logiques du vol (jacks, ouverture porte para, ouverture porte planeur, EV1, EV2, TOR porte para (capteur d'état de la porte)... On utilise pour cela un PIC18F2680.

4.3. Expérience secondaire

4.3.1. Télémétrie

Les données des différents capteurs sont par ailleurs envoyées pendant le vol grâce à une télémétrie numérique FSK répondant à la norme SNR. On obtient des trames informatiques de 8bits + bit de start + bit de stop (fig.1). Ces trames sont envoyées l'une derrière l'autre, toutes séparées par des bits 0xFF pour former la trame complète (fig. 2). Le PIC réalisant cette tâche est un PIC 18F677A.

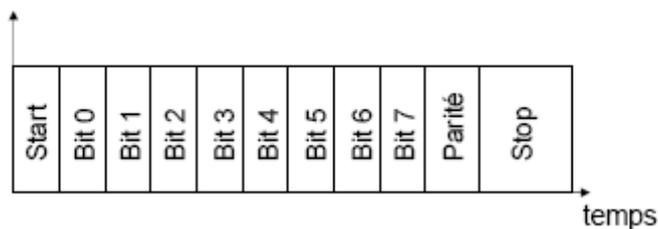


fig. 1

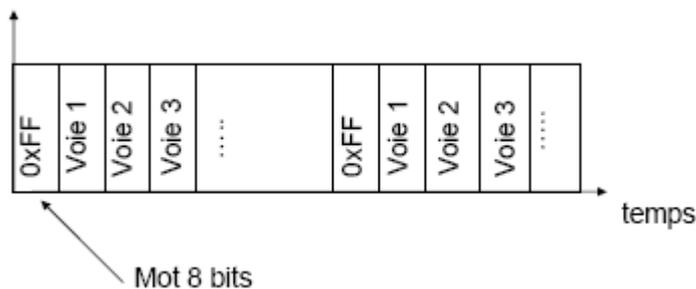


fig. 2

Ces trames sont des tensions continues (par intervalles) qui ne sont pas comprises par l'émetteur fourni, le Kiwi. Il faut donc moduler en fréquence ces tensions. Pour effectuer cette opération on utilise un XR2206, c'est un VCO (Voltage Control Oscillator). En fonction de la tension d'entrée, on a une fréquence de sortie. En numérique, il n'y a que deux fréquences possibles en fonction de l'état haut ou bas du bit de la trame.

4.3.2. Phase de propulsion

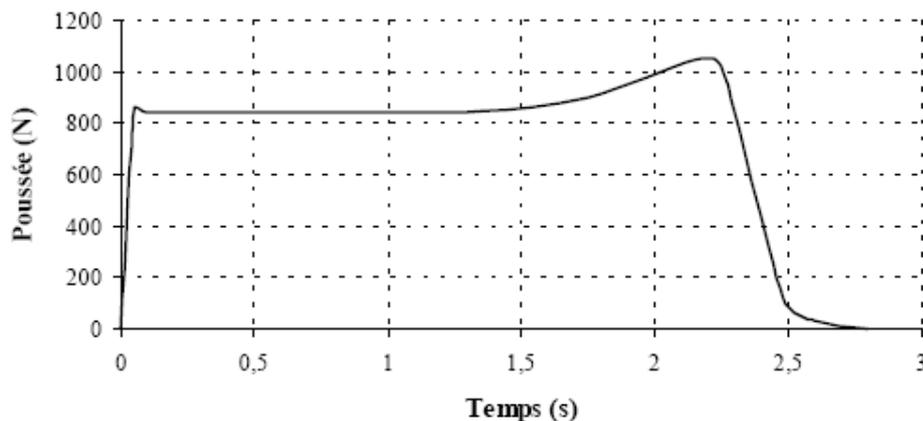
L'accéléromètre permet de détecter la fin de la propulsion. (On peut obtenir la vitesse de la fusée en m/s en intégrant l'accélération en m/s^2). Une équivalence de g à m/s est nécessaire, puisque le capteur donne l'accélération en V/g. La détection de la fin de propulsion permet de nous confirmer le bon choix de la fenêtre temporelle de largage.

Théoriquement, la poussée du propulseur Chamois est :

Poussée Moyenne : 840 N
Impulsion Totale : 2060 N.s
Temps de combustion : 2.45 s

PERFORMANCES

Courbe de poussée du moteur Chamois



4.3.3. Etude de la trajectoire du planeur :

Le planeur possède une caméra embarquée, qui nous permettra de visualiser les détails du vol. Des options supplémentaires avaient été envisagées, comme le guidage du planeur à l'aide d'un gyroscope, malheureusement on a dû faire au plus simple par manque de temps.

4.3.4. Contrôle de la descente du planeur

Il est prévu que le planeur descende en spirale dans un premier temps, il sera ensuite radiocommandé quand les conditions d'altitude et de visibilité le permettront.

4.4. Paramètres étudiés

4.4.1. Accélération de la fusée

Domaine de variation attendu

Variation de +10 à -3 g attendue. L'accéléromètre est un ADXL210E d'Analog Devices. C'est un 2-axes mais on ne servira que d'un seul, puisque uniquement l'accélération suivant l'axe de la fusée représente celle de son accélération. Sa plage de mesure est ± 10 g, ce qui nous permet de mesurer notre variation attendue avec un maximum de précision.

Précision attendue

L'ADXL210JE-8 a une sensibilité de 4%/g, soit 100mV/g sous une alimentation de 5V.

Dans le cas général, la sensibilité vaut $(20\text{mV} \times V_{\text{dd}})/\text{g}$.

Par ailleurs, en nominal, la tension correspondant à 0g vaut $V_{\text{dd}}/2$; dans notre cas 2,5V.

Formule de conversion

La sortie est linéaire, ce qui conduit à une proportionnalité entre la tension de sortie et l'accélération. Accélération = $a \times \text{tension de sortie} + b$, avec a et b des constantes déterminées par étalonnage.

Méthode d'étalonnage

On extrapole les résultats de trois mesures. Une mesure à 0g (accéléromètre horizontal), une mesure à 1g (accéléromètre vertical) et une mesure à -1g (accéléromètre vertical dans l'autre sens).

4.4.2. Eloignement du planeur

Domaine de variation attendu

Variation de 0 à 100 centimètres attendue. Le capteur de distance est un capteur infrarouge Sharp GP2Y0A02YK mesurant une plage de 0 à 150 centimètres.

Précision attendue

On attend pour ce capteur une précision permettant de calculer la vitesse d'éjection et de savoir si le planeur est pressent ou non dans le tube. Une dérive de 10% est tout à fait acceptable dans notre cas.

Formule de conversion

Le capteur n'est pas linéaire, nous avons donc utilisé Excel pour connaître l'équation de la courbe. Elle se distingue selon 2 intervalles. Soit x la distance.

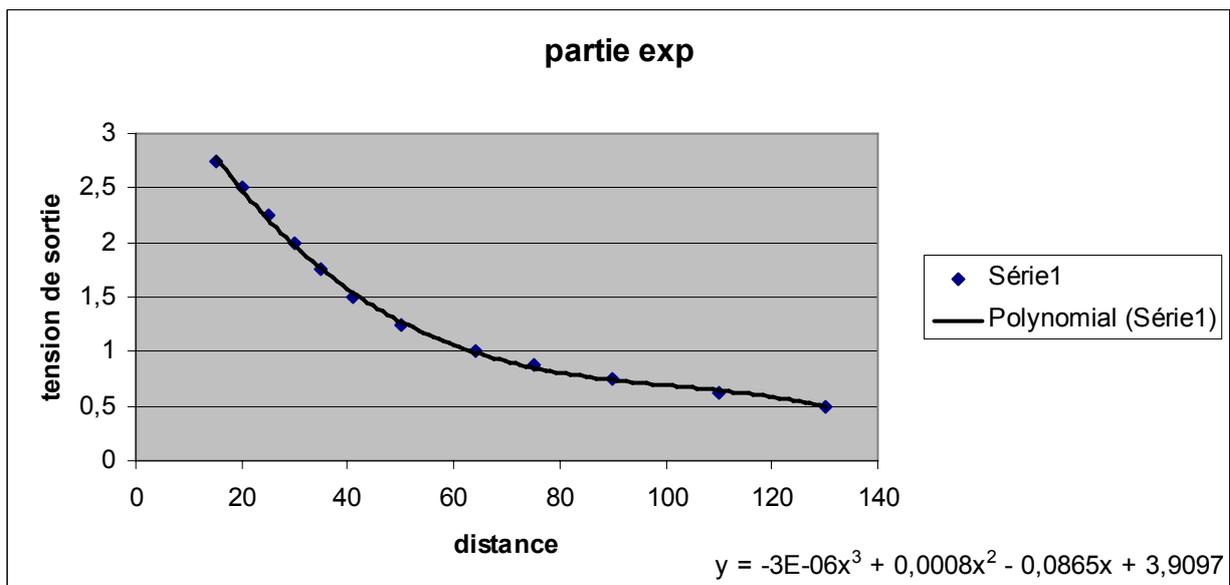
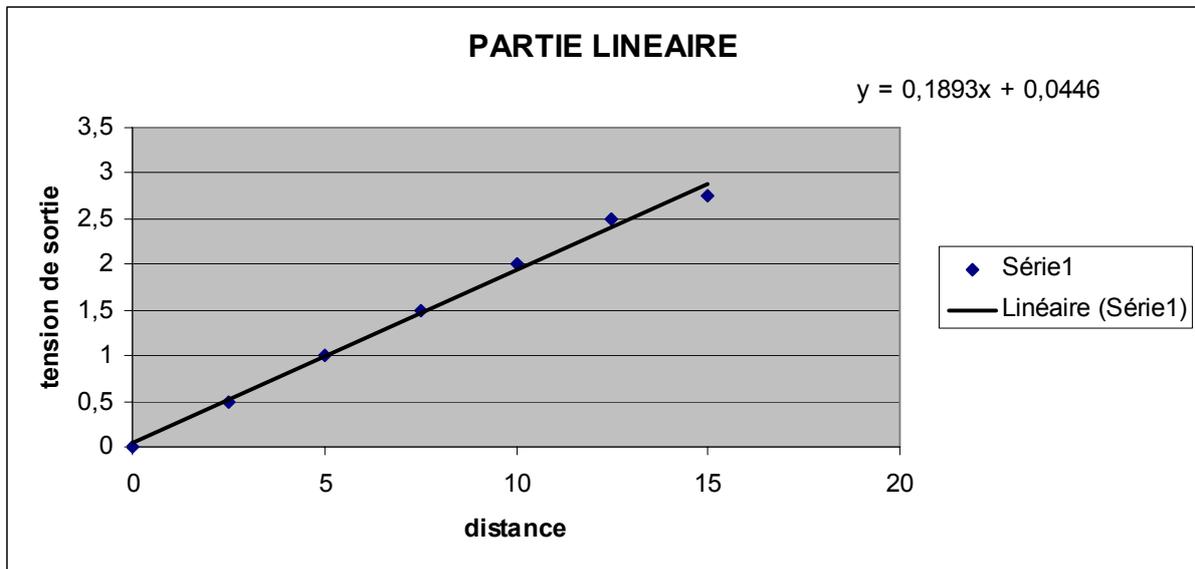
De 0 à 15 cm : tension de sortie = $0,189 * x + 0,045$

De 15 à 150 cm : tension de sortie = $-3E-06 * x^3 + 0,001 * x^2 - 0,087 * x + 3,910$

Soit x la distance et v la tension de sortie du capteur.

De 0 à 15 cm : distance = $5,255$ tension de sortie = $0,1948$

De 15 à 150 cm : $x = -23,303 * v^3 + 141,57 * v^2 - 297,37 * v + 244,86$



Méthode d'étalonnage

On place le planeur dans le tube a d centimètres du capteur. On lance l'acquisition des valeurs. Puis on fait varier d ; on recommence l'acquisition. On mesure 5 distances 3 fois, puis on fait la moyenne de ces 3 essais.

4.4.3. Ouverture de la porte du planeur

Domaine de variation attendu

Variation de 0° à 20° attendue. Le capteur d'angle est un potentiomètre de joystick. Sa plage de mesure est ±30°, et 2-axes. Nous n'utilisons qu'un côté d'un axe.

Précision attendue

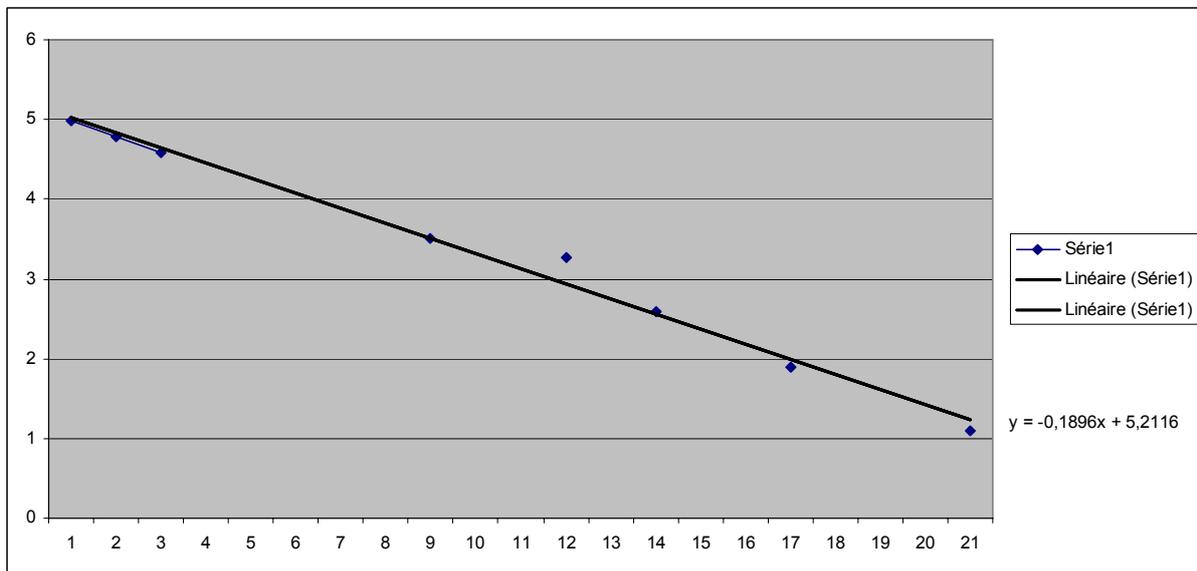
On attend pour ce capteur une précision permettant de calculer l'angle d'ouverture de la porte planeur et savoir si la porte est ouverte ou fermée. Une dérive de 10% est tout à fait acceptable dans notre cas, puisque l'information de porte ouverte et de porte fermée est aussi recueillie par des capteurs tout ou rien. Expérimentalement le capteur ne dérive pas de plus de 0,2V ; sur 5V d'alimentation. D'où une erreur max de $e=0,2/5 = 4\%$. Le potentiomètre est donné précis à 5% près par le constructeur.

Formule de conversion

La sortie est linéaire, ce qui conduit à une proportionnalité entre la tension de sortie et l'accélération. Angle = a * tension de sortie + b, avec a et b des constantes déterminées par étalonnage.

Ici : tension de sortie = $-0,1896 * \text{angle} + 5,2116$

Donc angle = $(5,2116 - \text{tension de sortie}) / 0,1896$



Méthode d'étalonnage

On ouvre la porte d'un certain angle que l'on mesure à l'aide d'un rapporteur. On procède à l'acquisition des données. On 3 fois pour 8 valeurs différentes. On fait la moyenne des valeurs obtenues pour le même angle. On trouve la courbe ci-dessus avec Excel.

4.5. Phases de vol attendues et conditions de fonctionnement des systèmes

Rampe :

- Jacks mis en place

Alimentation :

- Alim actionneurs, puis cartes Capteurs+BN, minuterie para, minuterie planeur, buzzer, et le Kiwi

h-n :

- alim OK && jacks présents
 - minuterie planeur Stand by
 - minuterie para Stand by
 - EEPROM Stand by
 - Telem active
 - Buzzer Stand by

h-0 : décollage

- arrachage des jacks
 - minuterie planeur compte
 - minuterie para compte
 - EEPROM active
 - Telem active
 - Buzzer compte

Fenêtre temporelle largage OK

- ouverture porte planeur (EA + EVs)

Fenêtre temporelle largage OK (&& accélération finie) + deltaT :

- déclenchement de l'EA planeur

Fenêtre temporelle largage OK (&& accélération finie) + deltaT largage :

- fermeture porte planeur (EVs + EA)

Tseparation :

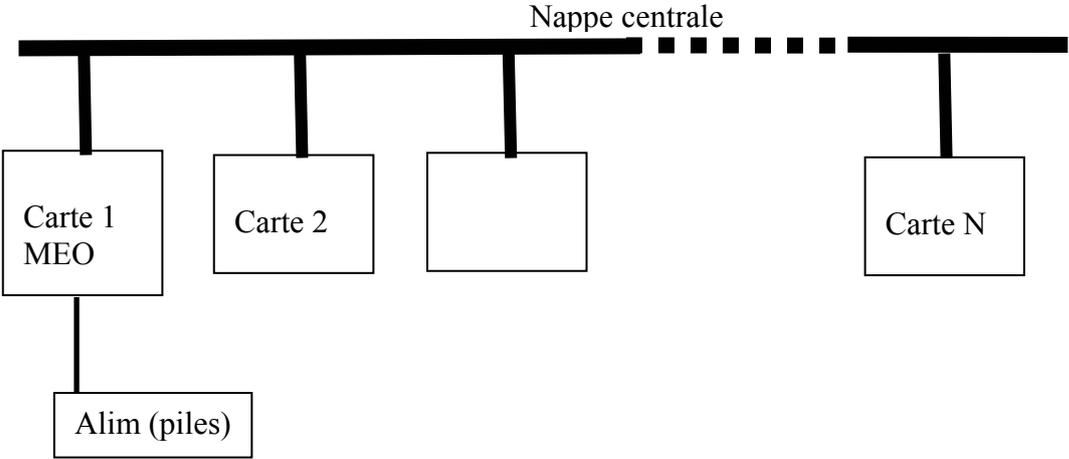
- ouverture porte para

Tbuzzer :

- déclenchement du buzzer

5. Intégration

5.1. Plan de câblage général



5.2. Intégration Elec/Méca

Ogive :

- Kiwi millénium

Etage pneumatique :

- Carte minuterie para
- Carte buzzer

Etage Planeur :

- Capteur de position de la porte planeur (capteur infrarouge)
- Capteur de détection d'ouverture de la porte (potentiomètre joystick)

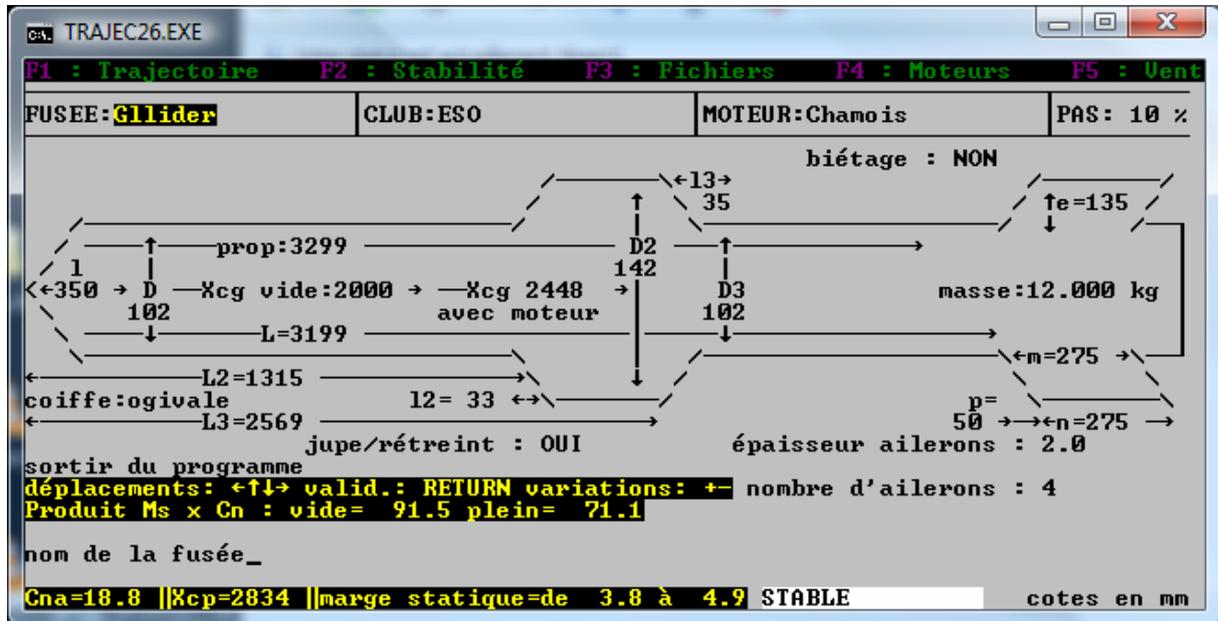
Etage Elec :

- Carte minuterie planeur
- Carte Telem
- Carte Capteur + Boite Noire
- Carte Inter

Planeur :

- Caméra embarquée
- Séquenceur

6. Stabilité



7. Sécurité

7.1. Largage du planeur :

Le largage du planeur est prévu pour une vitesse de la fusée inférieure à 30m/s. Cet instant est déterminé par le logiciel Trajec.

Si le planeur ne sort pas totalement du tube et ne permet donc pas son largage, ou s'il ne sort pas du tout, la porte est quand même refermée par le vérin.

Le risque d'arc-boutement est limité par l'éjection rapide du planeur et le fait que le planeur dépasse presque du tube avant même le largage du planeur.

7.2. Gabarit :

Le planeur descend en spirale et n'est pas radiocommandé. Grâce à ces spirales, on s'assure que le planeur ne sorte pas du gabarit. Pour permettre au planeur de virer, aucun système n'a encore été retenu. Il pourrait s'agir d'un déséquilibre volontaire de la répartition des masses, une dissymétrie de la voilure, un peu de dérive à l'arrière pour le mettre en virage. L'autre solution est d'envisager une commande des ailerons de l'empennage par microcontrôleur, en fonction de l'attitude du planeur, mesurée par accéléromètre et gyromètres. Cette partie ne sera effectuée que si une solution mécanique ne peut être déterminée. Des essais sont prévus dès qu'on aura une maquette du planeur, avec vidéo si besoin pour démontrer le rayon de virage.

7.3. Vitesse verticale :

La portance fournie par les ailes garantit une vitesse verticale inférieure à 15 m/s. Il est d'ailleurs probable que la vitesse de descente soit inférieure à 5m/s, afin de limiter les efforts sur le planeur, et de garder l'intérêt du projet.

7.4. Systèmes de sécurité :

- Fermeture de la porte du tube central après largage du planeur pour éviter que le parachute ne s'emmêle dedans. (les portes étant également diamétralement opposées sur les tubes)
- Pas de largage en phase descendante (T_{max} pour séquenceur où il n'essaie plus d'actionner les actionneurs, calcul du T_{max} à partir de Trajec)
- Inhibition de système de largage du planeur dès que le signal d'ouverture de la porte pour le parachute de la fusée a été donné.
- Largage du parachute de la fusée pour la descente coûte que coûte à T_{max} , et donc inhibition du système de largage du planeur à partir de cet instant.
- Demande de tir rampe opposée au public pour éradiquer tout risque pour le public.
- Organes de contrôle du planeur bloqués en butée au largage pour assurer un vol en spirale sauf en cas de problème de transmission / réception ou visibilité.

8. Résultats des expériences

8.1. L'expérience : le largage du planeur

8.1.1. Éjection du planeur

L'éjection du planeur s'est faite de manière optimale. Le séquenceur a commandé les différents actionneurs au bon moment ; à savoir, le déclenchement de l'électroaimant retenant la porte, les deux électrovannes permettant d'actionner le vérin ouvrant la porte. Ensuite, l'électroaimant de retient du planeur a été actionné, libérant le planeur. Grâce au ressort en compression poussant sur le nez du planeur, celui-ci a pu être éjecté. Puis, le séquençage inverse a été mené afin de refermer la porte.

8.1.2. La descente du planeur

L'objectif était d'une part de larguer une charge utile, à savoir le planeur, mais aussi de lui permettre de descendre en le radioguidant. Malheureusement, après l'éjection, le planeur a pris le chemin le plus court vers le sol. Comment expliquer ce phénomène ? Newton a mis en évidence, grâce à une pomme, la gravité. Au fur et à mesure des siècles, on a essayé de créer une portance à des objets en rajoutant des ailes. C'est justement ce petit détail qui nous a posé quelques problèmes. En effet, d'après ce que l'on a pu observer, les ailes du planeur ne se sont pas déployées après son éjection de la fusée. Ceci peut s'expliquer par les hypothèses suivantes :

- un blocage entre la transmission de l'effort et le servomoteur commandant le système d'ouverture des ailes.
- ou plus vraisemblablement, le vent s'engouffrant dans les manchons des ailes et empêchant l'ouverture de celles-ci, les élastiques n'étant peut être pas assez fort pour contrer cette effet aéro.

Malheureusement, nous n'avons pas pu retrouver le planeur, et par conséquent retrouver la vidéo embarquée, qui nous aurait peut être permis de déterminer les causes de l'accident.

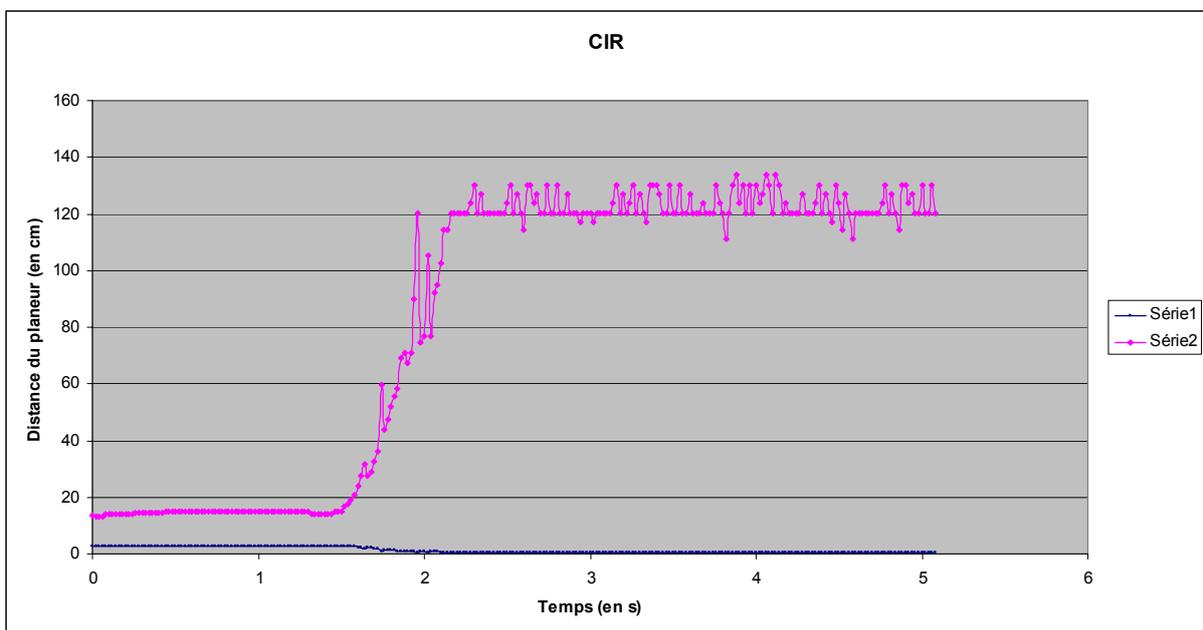
8.2. Résultats de capteurs :

Les différentes valeurs issues des capteurs ont été sauvegardées sur de l'EEPROM. On souhaitait également envoyer les données par télémétrie, mais malheureusement celle-ci ne fonctionnait pas correctement. La partie modulation était correcte, mais la trame en sortie du PIC n'était pas cohérente. Nous avons donc décidé de voler sans télémétrie.

Nous nous appuyons donc uniquement sur les résultats enregistrés sur l'EEPROM des PICs. Voici ces résultats :

8.2.1. Capteur CIR

Ce capteur infra rouge a permis de voir l'éjection du planeur. En effet, ce capteur a mesuré l'éloignement du planeur lors de sa sortie du tube. La courbe après le vol est la suivante :



La série 1 correspond à la tension issue du capteur.

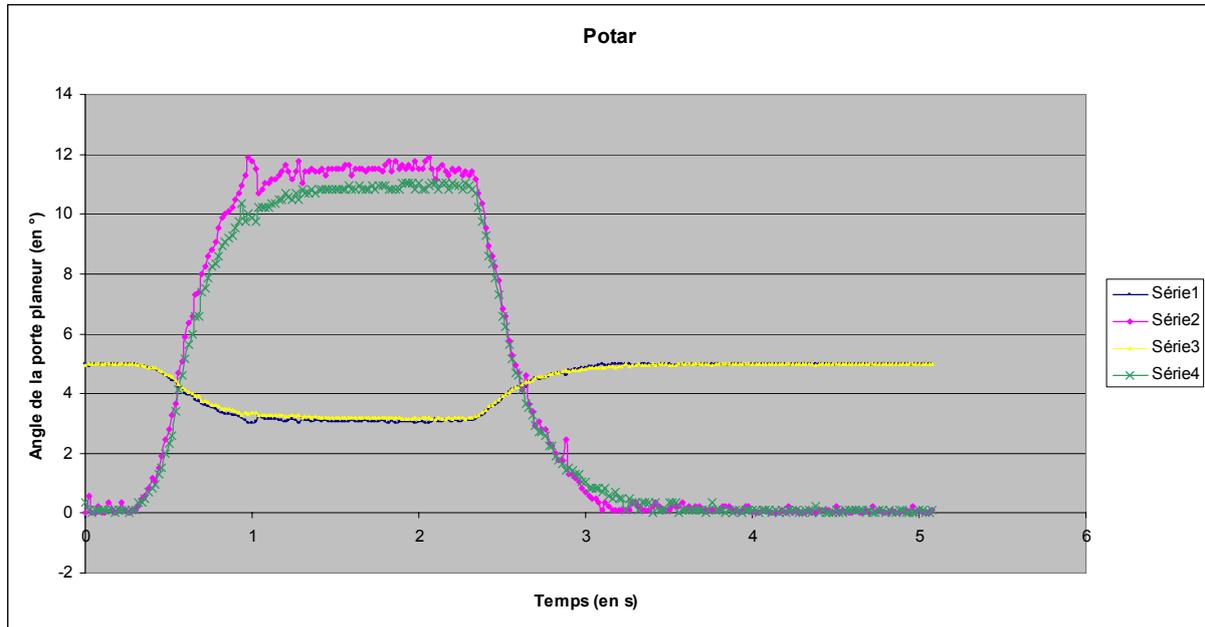
La série 2 correspond à la distance du planeur (en cm).

Le début de l'enregistrement commence lors de la désactivation de l'électroaimant bloquant la porte. Une seconde et demie plus tard, on désactive l'électroaimant retenant le planeur. Ceci correspond au moment où la courbe croit. En environ une demie seconde, le planeur est éjecté, conformément aux essais réalisés au sol. On en déduit donc que les vibrations et les efforts dus au vol de la fusée n'ont guère d'influence sur les frottements lors de l'éjection du planeur.

On remarque une saturation du capteur quand le planeur n'est plus présent dans le tube ; l'étendue de mesure du capteur étant de 10cm à 150cm, on constate une légère différence sur notre courbe (120cm). Peut être qu'un meilleur étalonnage/conditionnement aurait permis d'avoir des résultats plus en adéquation avec la courbe théorique. Par ailleurs, une fois que le planeur est loin (ou pas présent), on remarque que la mesure est un peu perturbée. Il semblerait que ça ne soit pas un problème de fréquence d'échantillonnage, car le début de la courbe (planeur proche du capteur) ne met pas d'incohérence ou de bruit en évidence.

8.2.2. Capteur Potar

Ce capteur permet de déterminer l'angle d'ouverture de la porte. Voici la courbe du vol.



La série 1 correspond à la tension issue du capteur.

La série 2 correspond à l'angle de la porte.

Les séries 3 et 4 correspondent à un essai au sol.

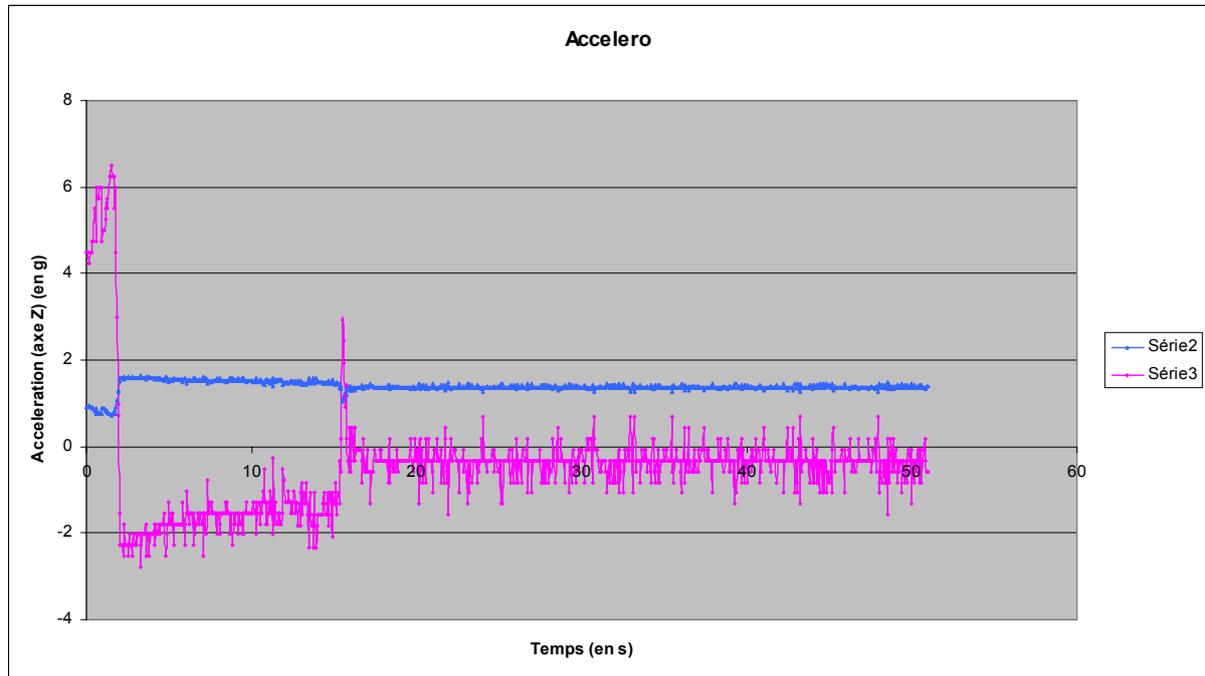
On remarque qu'il y a des différences d'amplitude entre la 2 et la 4 notamment. Celle-ci correspond probablement à une différence de réglage au niveau de la course du vérin. En effet, lors des différents montages de la fusée, il est impossible d'obtenir la même position de l'écrou maintenant la tige du vérin sur la bielle transmettant l'effort d'ouverture à la porte.

Par ailleurs, on remarque des variations lors du palier supérieur. On pense qu'il peut s'agir des efforts aérodynamiques variables sur la porte, et de la composante verticale du Poids variable, due au roulis de la fusée.

On constate également un premier pic lors de l'ouverture, au sol, comme en vol. Ceci doit s'expliquer par le fait, que l'ouverture est arrêtée de manière brusque, lors de l'arrivée en fin de course du vérin.

8.2.3. Capteur Accéléro

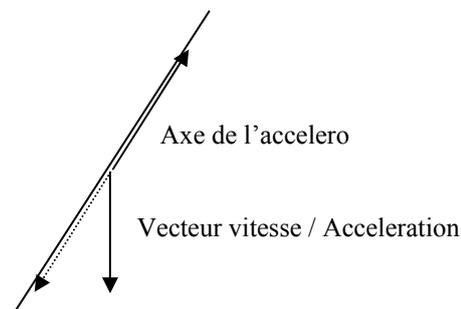
Ce capteur permet de déterminer l'accélération longitudinale de la fusée. Voici la courbe du vol.



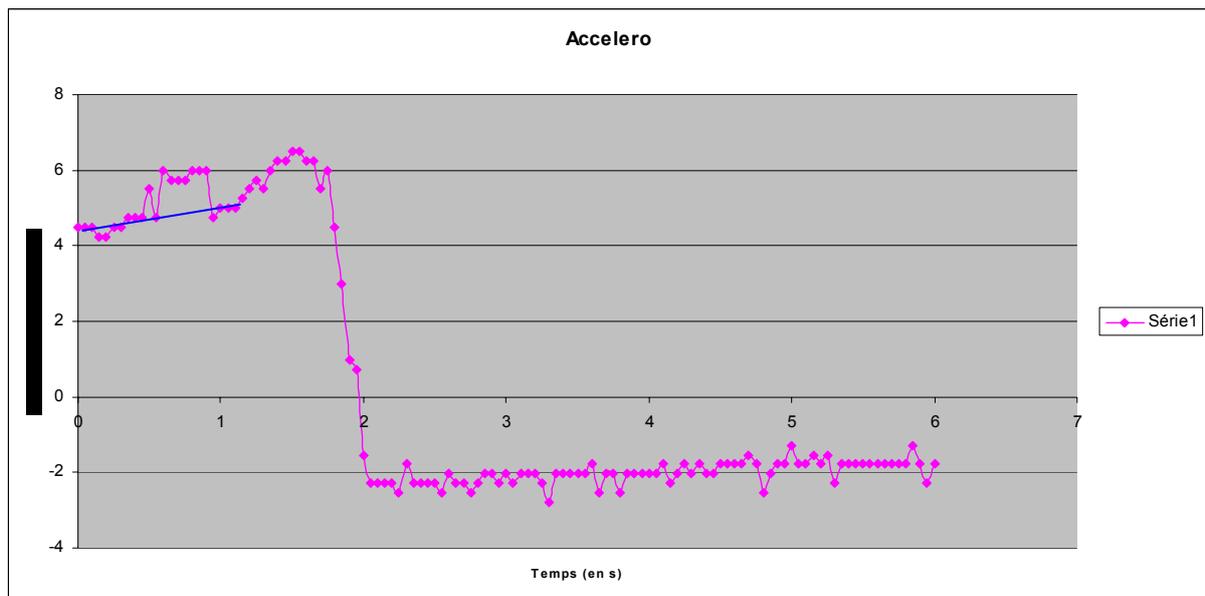
La série 2 correspond à la tension issue du capteur.

La série 3 correspond à l'accélération longitudinale de la fusée.

On remarque que l'accélération dure environ 2 secondes ; puis on a une phase de décélération d'environ 13 secondes. A 15 secondes, on peut constater un pic, qui correspond à l'ouverture du parachute. La commande d'ouverture de la porte para est à 13s, mais le temps que le parachute sorte et s'ouvre, environ 2s se sont passées. Une fois le parachute ouvert, on remarque que le régime permanent est très vite établi. (2s environ). Ensuite il s'agit de la phase de descente. La fusée descend tête-en-haut avec une inclinaison. C'est pourquoi lors de la phase de descente, l'accélération vaut entre 0 et -1g. En effet, le capteur est tel qu'on en sort 1g quand son axe est vertical vers le haut, et -1g verticalement vers le bas (cf. étalonnage)



Voici un zoom sur le décollage :



On constate que la fin de poussée est à 2s. D'après la courbe de poussée du Chamois, la fin de poussée est à environ 2,5s. Entre 0,5s et 1s, on remarque une poussée supérieure à ce qu'on pourrait attendre (courbe bleue). La poussée est proportionnelle au débit massique de poudre éjectée (et donc brûlé). Peut-être que notre surplus de poussée représente une surconsommation qui se paie en temps total de combustion, tout du moins en partie.

8.2.4. Enregistrement des informations/états logiques du vol.

On n'a pas pu récupérer les informations dans l'EEPROM du PIC dédié à l'enregistrement des états logiques. (Jacks arraches, déclenchement EV, commande d'ouverture porte planeur / para, TOR porte planeur...). Un bug s'est produit lors de la lecture du PIC. Après avoir retenté plusieurs fois, nous nous sommes rendu à l'évidence qu'on ne pourrait pas récupérer ces données. Le problème nous était déjà arrivé avant la campagne de lancement. Nous avons alors du changer le PIC.

Le fait de ne pas récupérer ces informations liées au vol n'est pas catastrophique. Le vol étant nominal, les informations ont donc toutes été correctes au cours du vol. L'enregistrement nous aurait permis de déterminer la cause d'un problème (vol balistique, non ouverture de la porte planeur...) s'il y en avait eu un.

9. Conclusion

Au final, Gllider a donc fait un très beau vol nominal à La Courtine et a réussi à larguer avec succès le planeur embarqué. Malheureusement, le planeur a chu et nous n'avons pu le récupérer. Du point de vue des capteurs embarqués, l'enregistrement des données est un succès et les résultats décodés sont en adéquation avec les phases de vol observées lors du vol.

Après deux années de travail sur le projet et deux campagnes de lancement, dont une sans lancement évidemment, on se rend compte avec le recul à quel point le projet était inabouti lors de la première campagne. L'année supplémentaire de travail nous a permis de mûrir, de corriger et d'améliorer la fusée en bien des manières. Après une première campagne, surtout marquée par un travail d'acharné nuit et jour et de bugs à répétition, on apprécie le déroulement, non sans accros évidemment, d'une campagne avec un projet abouti.

Pour le mot de la fin, on a mis 2 « L » à Gllider pour que ça vole mieux, on aurait mieux fait de laisser qu'un seul L, ...ou d'en mettre trois !

Loïc CHAPPAZ

Rémi GRANDADAM

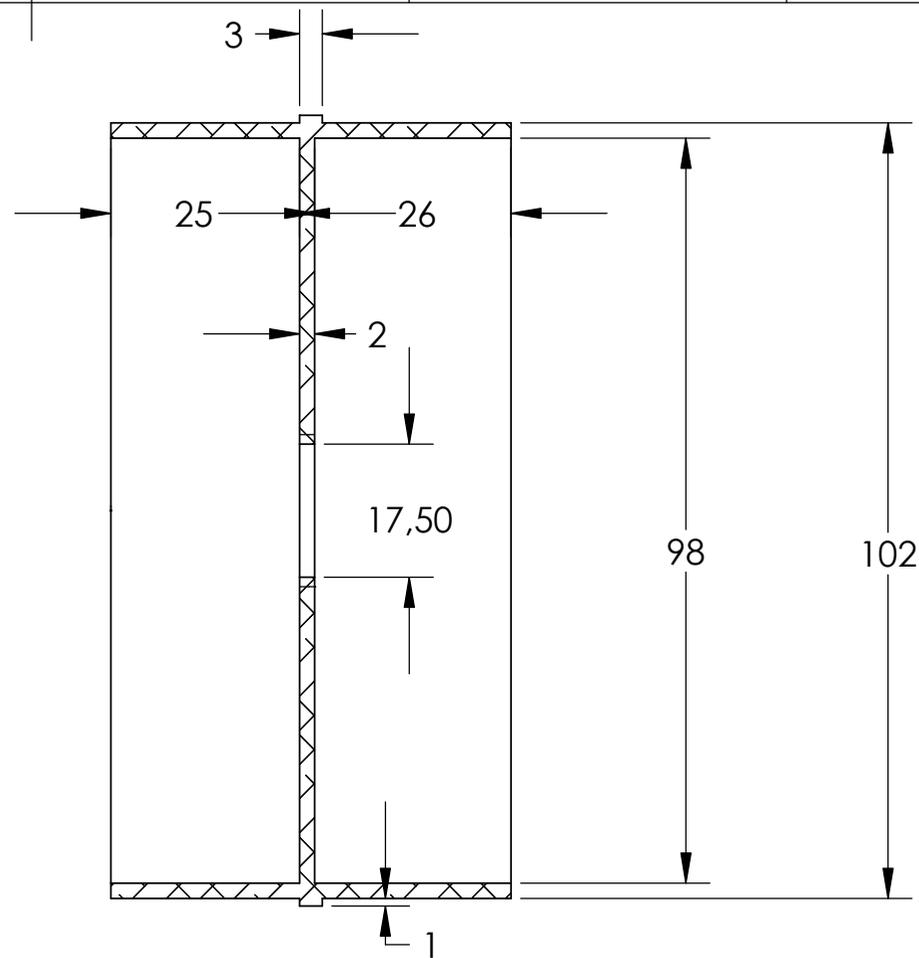
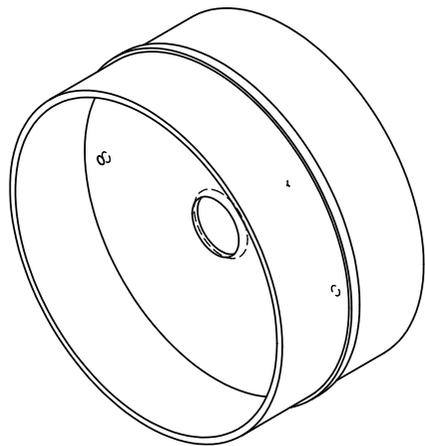
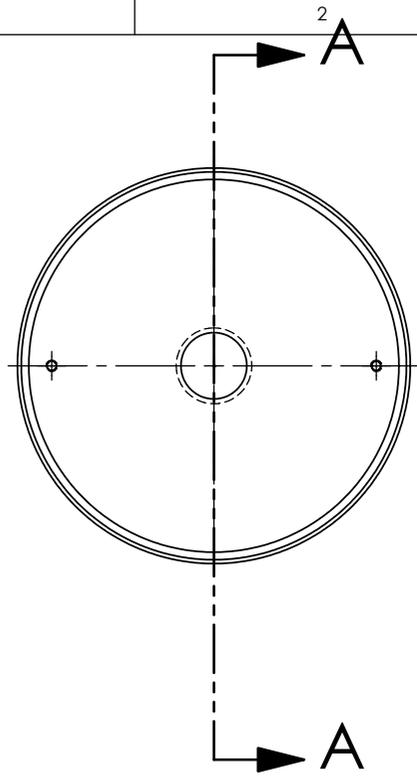
Thibaut GABRY

10. Annexes

(Penser à prendre la...) Chronologie GLLIDER

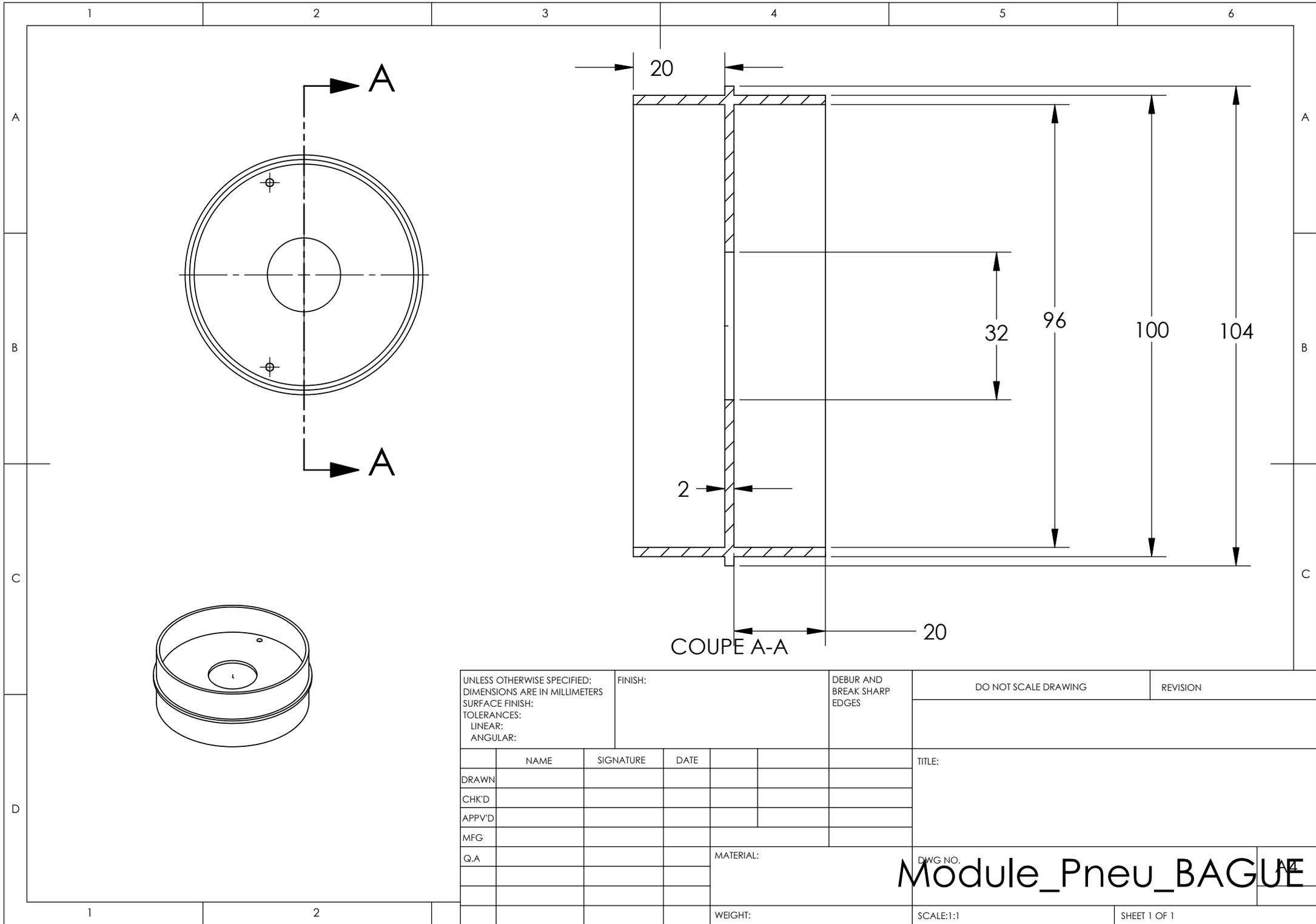
Temps	Tache	Personne
Au R3 avant Xh	<p><u>La veille</u> : Charger batteries : caméra fusex, caméra planeur, batterie planeur, radio</p> <p><u>Le jour même</u> :</p> <p>Mise en place du jeu de piles neuves</p> <p>Attention : Pile MN21 à condamner</p> <p>Reprogrammation PIC capteurs (Vérification états des interrupteurs DIL rouges affleurant le premier étage de Gllider)</p> <p>Fixation et pliage du parachute</p> <p>Montage de la fusée, case para non fermée « vol », scotchée, électroaimant protégé</p> <p>Montage du planeur sauf bulbe de protection</p> <p>Vérification aspect extérieur (ailerons, vis, fixation propulseur)</p> <p>Vérification pile 9V GBox</p>	Thibaut Rémi Loïc
H-85 min :	<p>Arrivée en tente club</p> <p>Vérification aspect extérieur (ailerons, vis, fixation propulseur)</p> <p>Vérification états des interrupteurs DIL rouges affleurant le premier étage de Gllider</p>	Thibaut Rémi Loïc
H-75 min :	<p>Descente sur rampe sans oublier le matériel suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clé BTR de 3 et vis - Les deux Jacks - La pompe à vélo - le planeur - supports en V (x6) - coques compatibilité rampe - GBox + connectique : nappe 	Thibaut Rémi Loïc
H-65 min : 13 mn	<p>Arrivée en tente rampe</p> <p>Réglage en gisement de la rampe</p> <p>Réglage des patins (Ø 142)</p> <p>Compatibilité rampe (mise en rampe avec coques PVC)</p> <p>Sortie de la fusée de la rampe</p>	Thibaut Rémi Loïc
H-52 min :	<p>Retour tente rampe</p> <p>Branchement batterie planeur (suite page suivante)</p>	Thibaut Rémi

20 mn	Mise en place du bulbe de protection du planeur Vérifier les servos et gouvernes + check radio Mise en place des élastiques de maintien des ailes Mettre réservoir d'air sous pression modérée (3 bars) Ouverture porte planeur avec carte Manu Alimentation caméra planeur et début enregistrement Mise en place planeur et branchage du jack planeur Fermeture porte avec carte Manu Mise Hors tension de la fusée Mettre réservoir d'air sous pression nominale (5 bars) Mise sous tension caméra fusex Début enregistrement caméra Fermeture porte para « vol », électroaimant descotché Vérification états des interrupteurs DIL rouges affleurant le premier étage de Gllider	Loic
H-32 min :	Mise en place du propulseur par l'artificier	Pyro
H-27 min :	Mise en rampe fusée avec coques externes	Tous
H-22 min :	Mise en place des jacks et fixation du cordon sur la rampe	Thibaut Rémi Loic
H-17 min :	Mise sous tension des interrupteurs dans l'ordre inscrit sur la plaque de mise en œuvre (2, 3, 4, 6, 5) (1→ interrupteur bas, 6→ interrupteur haut) (le 1 (telem) reste en position off) Vérification des diodes (les vertes sont allumées) Vérification de la pression Loïc, Rémi et Thibaut rejoignent le poste de lancement	Thibaut Rémi Loic
H-13 min :	Mise en place de la canne d'allumage	Pyro
H-11 min :	Erection de la rampe	Thibaut Rémi Loic
H-4 min :	Armement du propulseur par l'artificier Evacuation de la rampe	Pyro
H-10 s :	Compte à rebours	
H-0 :	On appuie sur le bouton de mise à feu	Loic



COUPE A-A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:					
DRAWN											
CHK'D											
APPV'D											
MFG											
Q.A					MATERIAL:	DWG NO.		bague_ogive			A4
					WEIGHT:	SCALE:1:1		SHEET 1 OF 1			



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

 DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN					
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

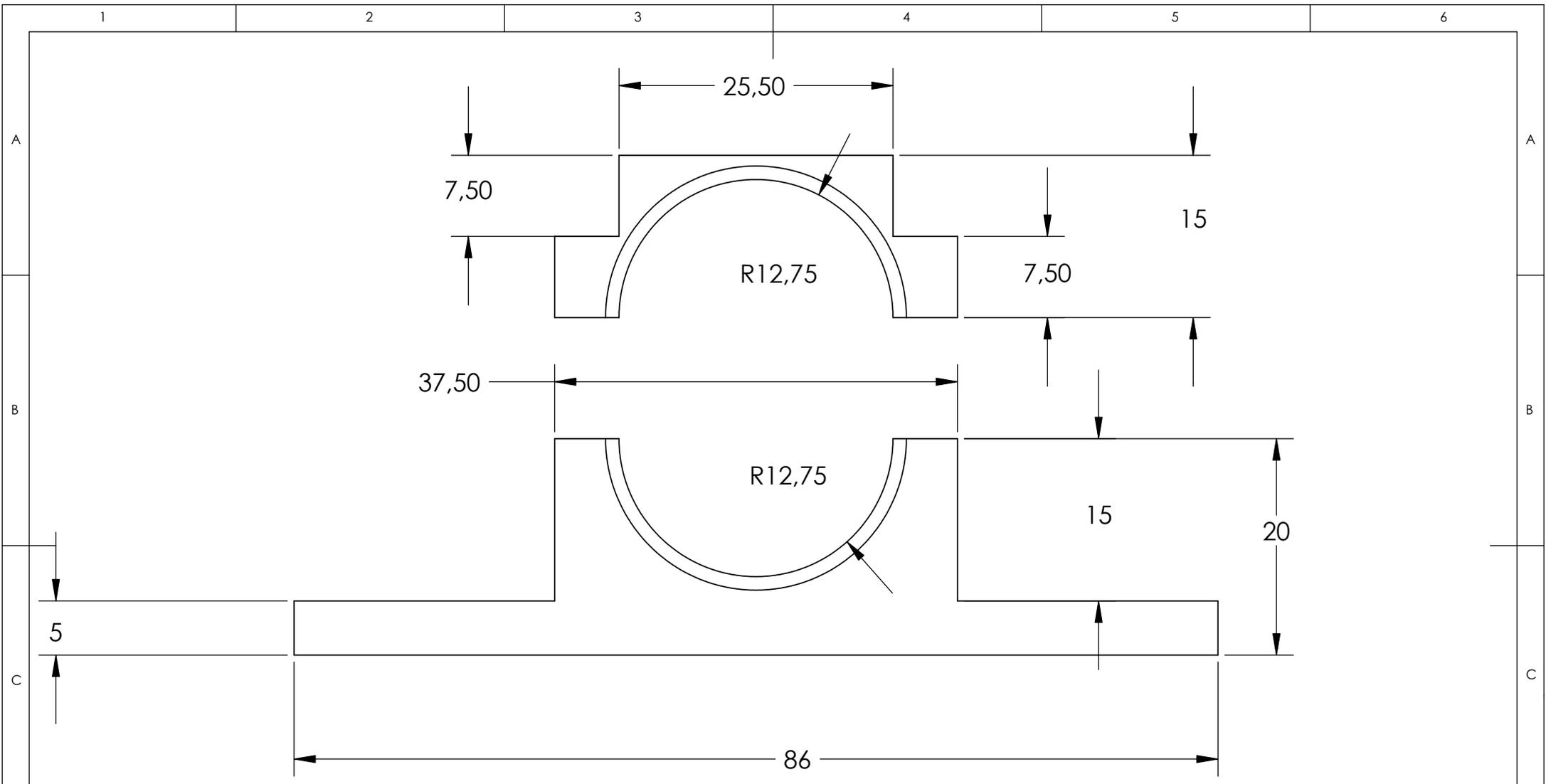
TITLE:

 DWG NO. **Module_Pneu_BAGUE**

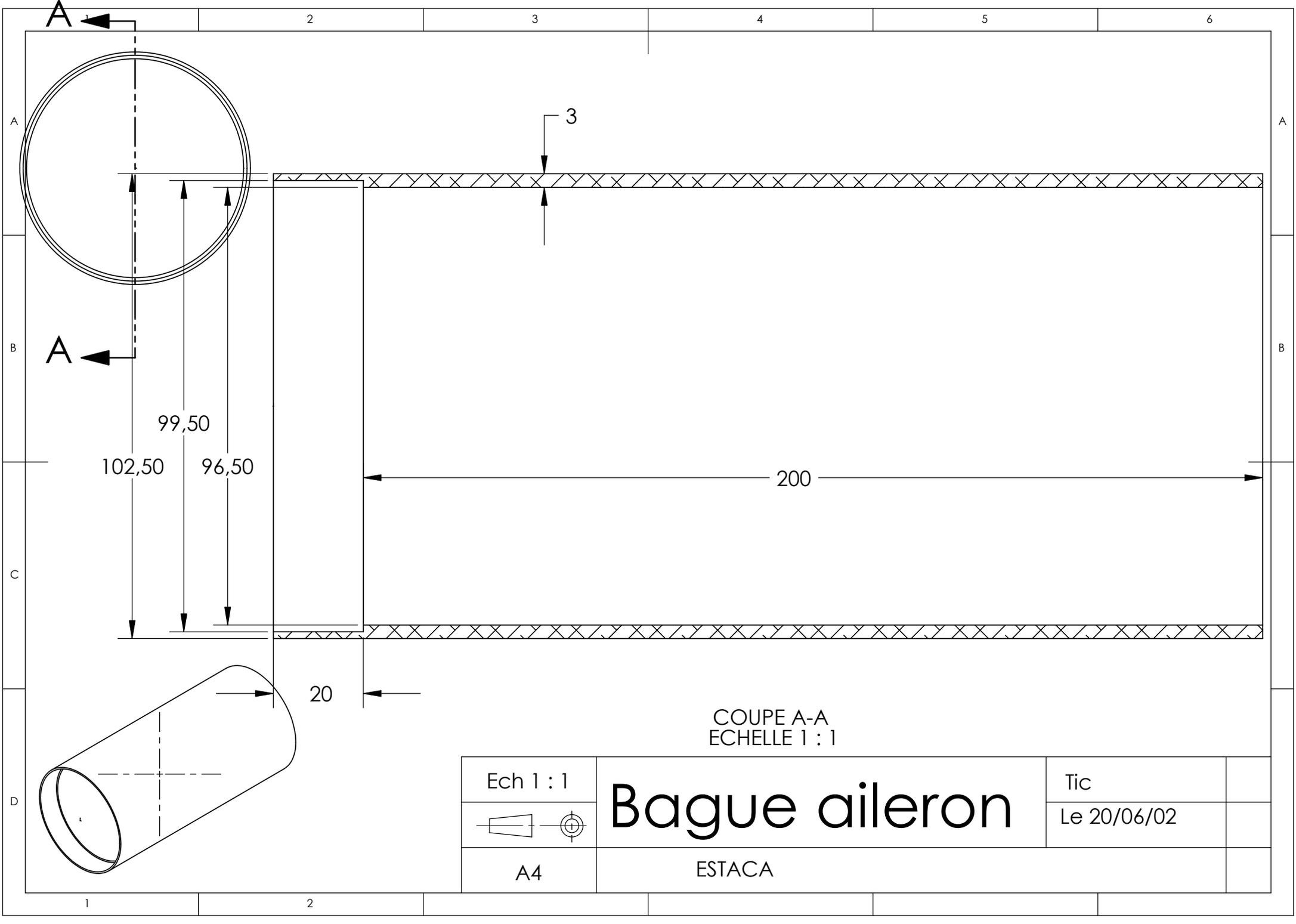
WEIGHT:

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:			FINISH:			DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:					
DRAWN						DWG NO. Bridebouteille A4					
CHK'D											
APPV'D											
MFG											
Q.A											
MATERIAL:						SCALE:2:1		SHEET 1 OF 1			
WEIGHT:											



A

2

3

4

5

6

A

A

B

B

A

3

99,50

102,50

96,50

200

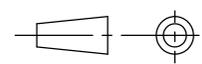
C

20

COUPE A-A
ECHELLE 1 : 1

D

Ech 1 : 1



Bague aileron

Tic

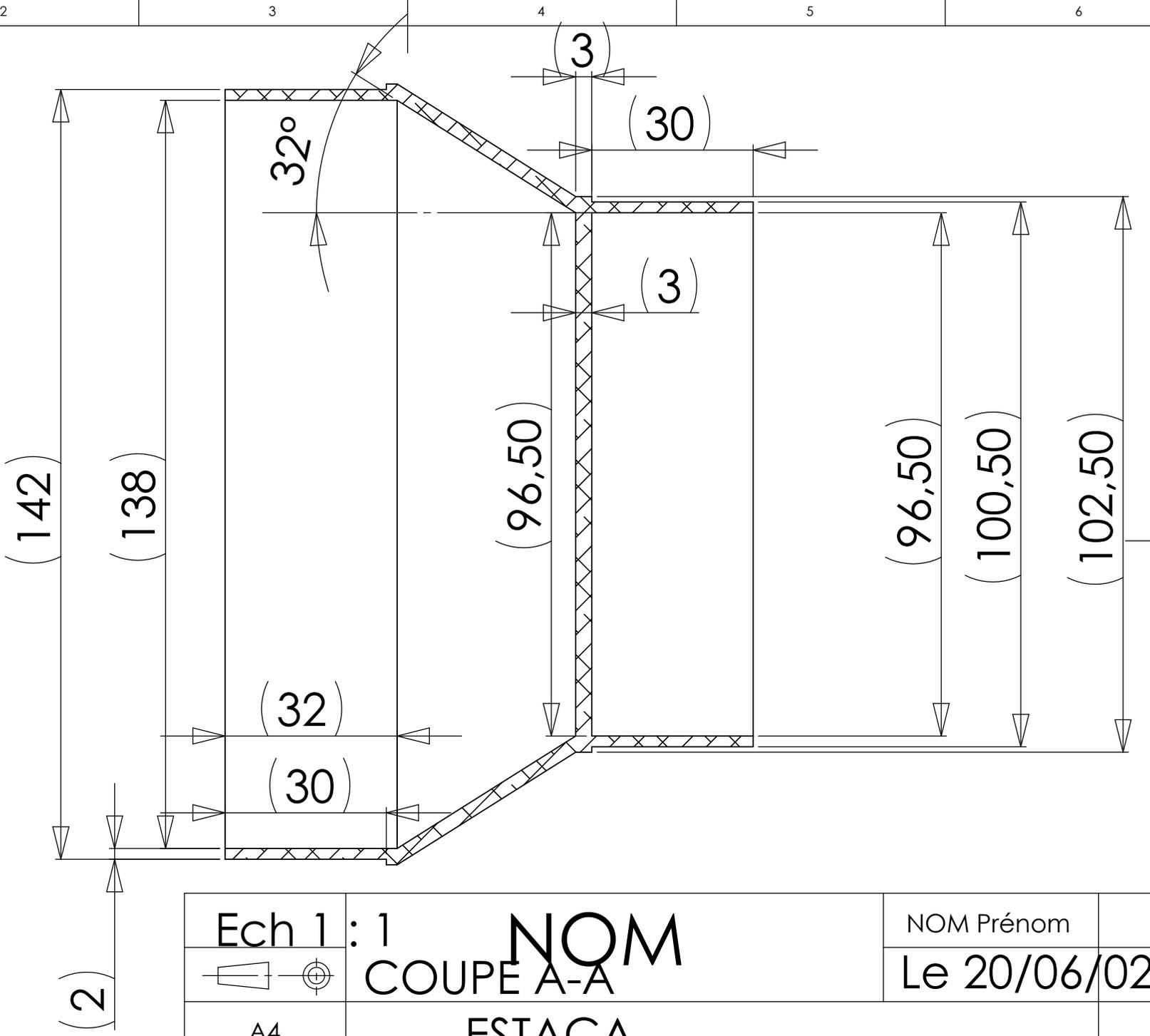
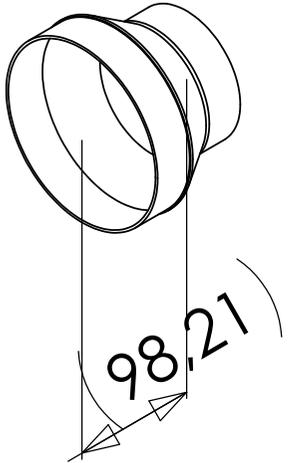
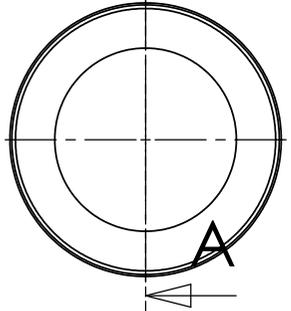
Le 20/06/02

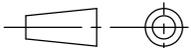
A4

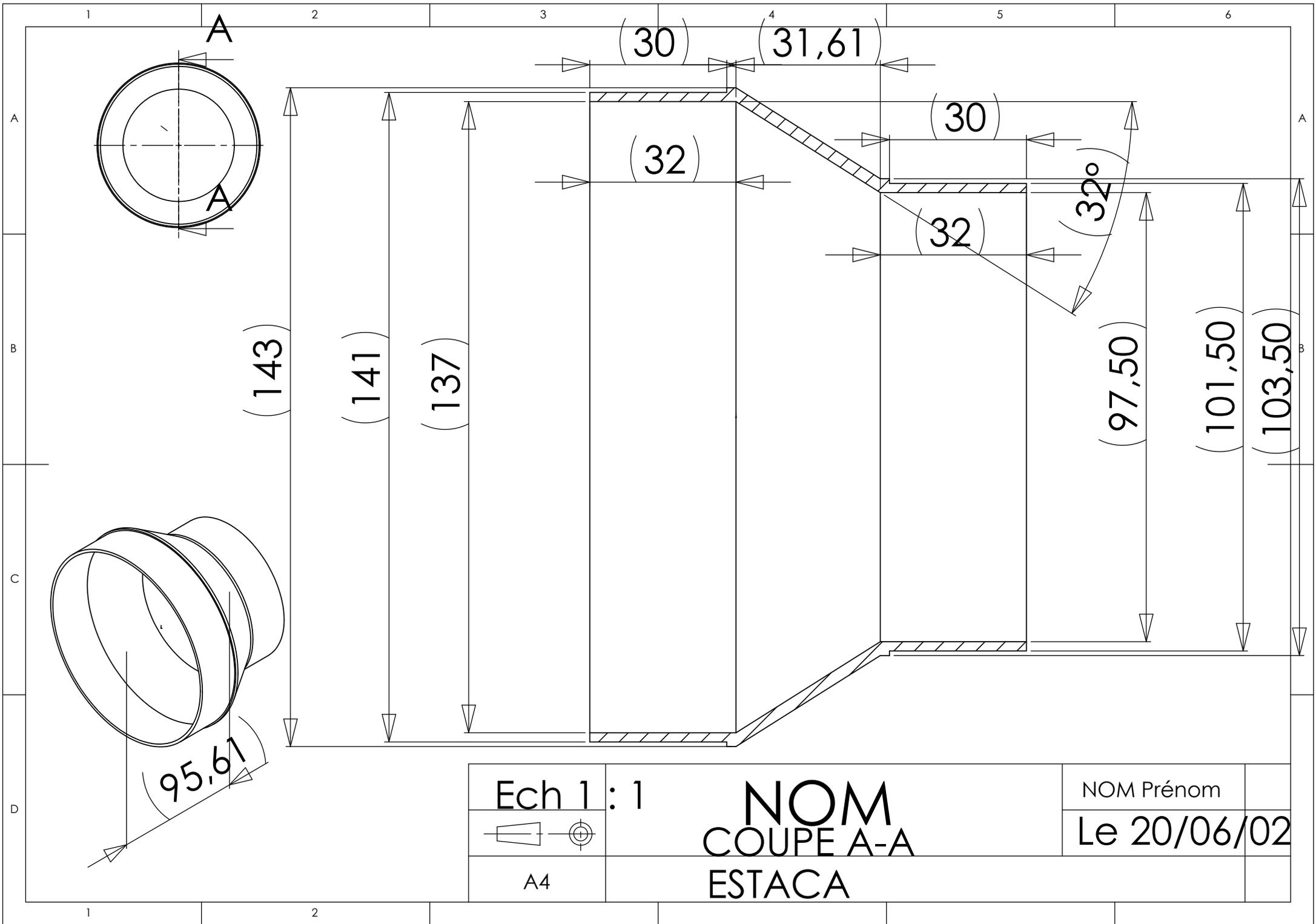
ESTACA

1

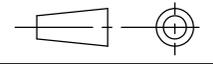
2



Ech 1 : 1	NOM	NOM Prénom
 COUPE A-A		Le 20/06/02
A4	ESTACA	



Ech 1 : 1



A4

NOM
COUPE A-A
ESTACA

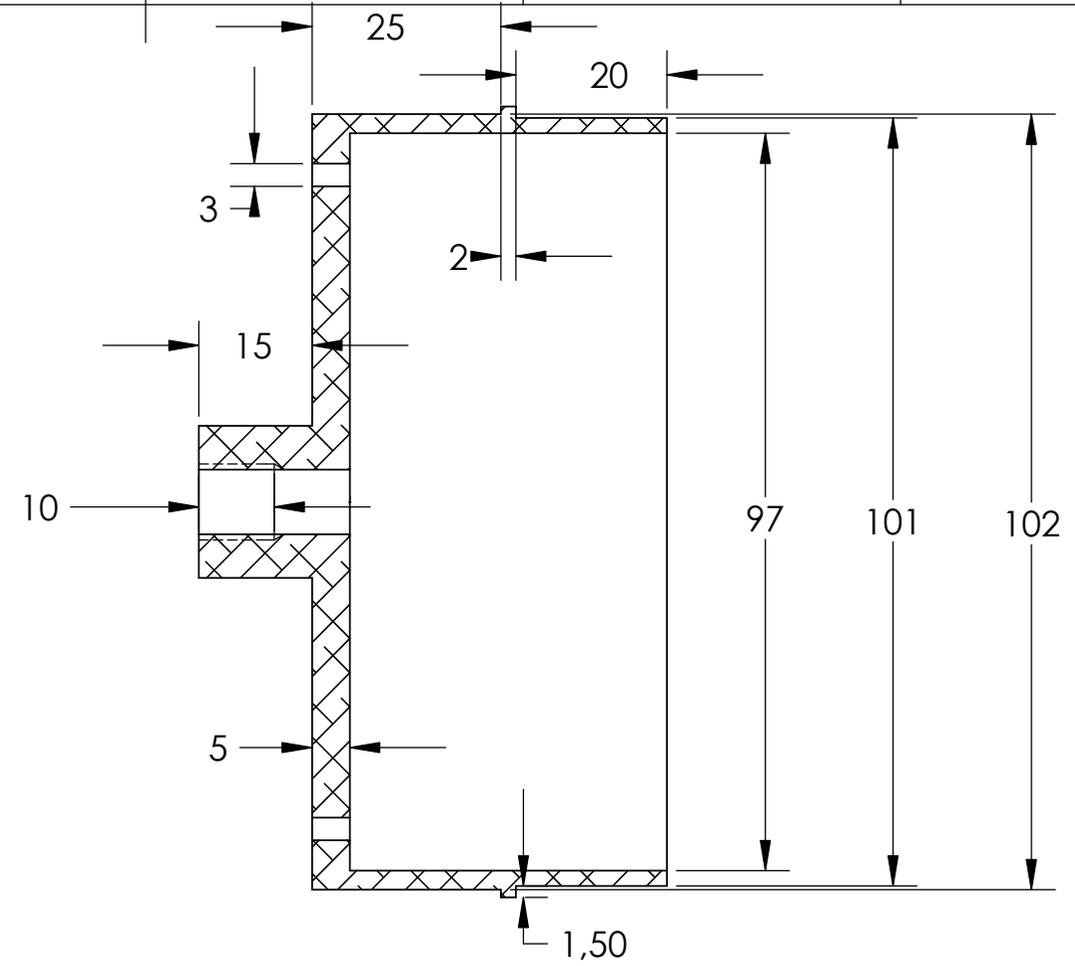
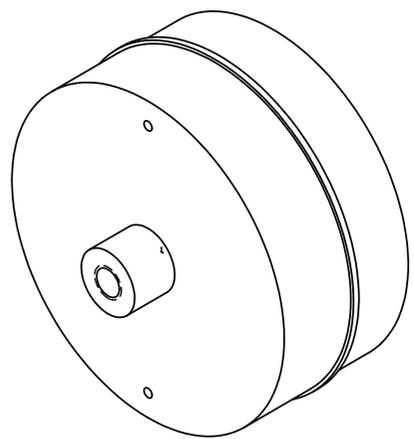
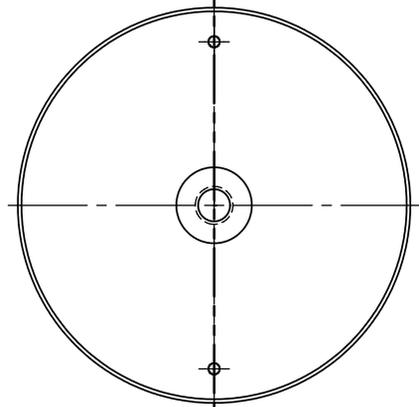
NOM Prénom

Le 20/06/02

1 2 3 4 5 6

A ←

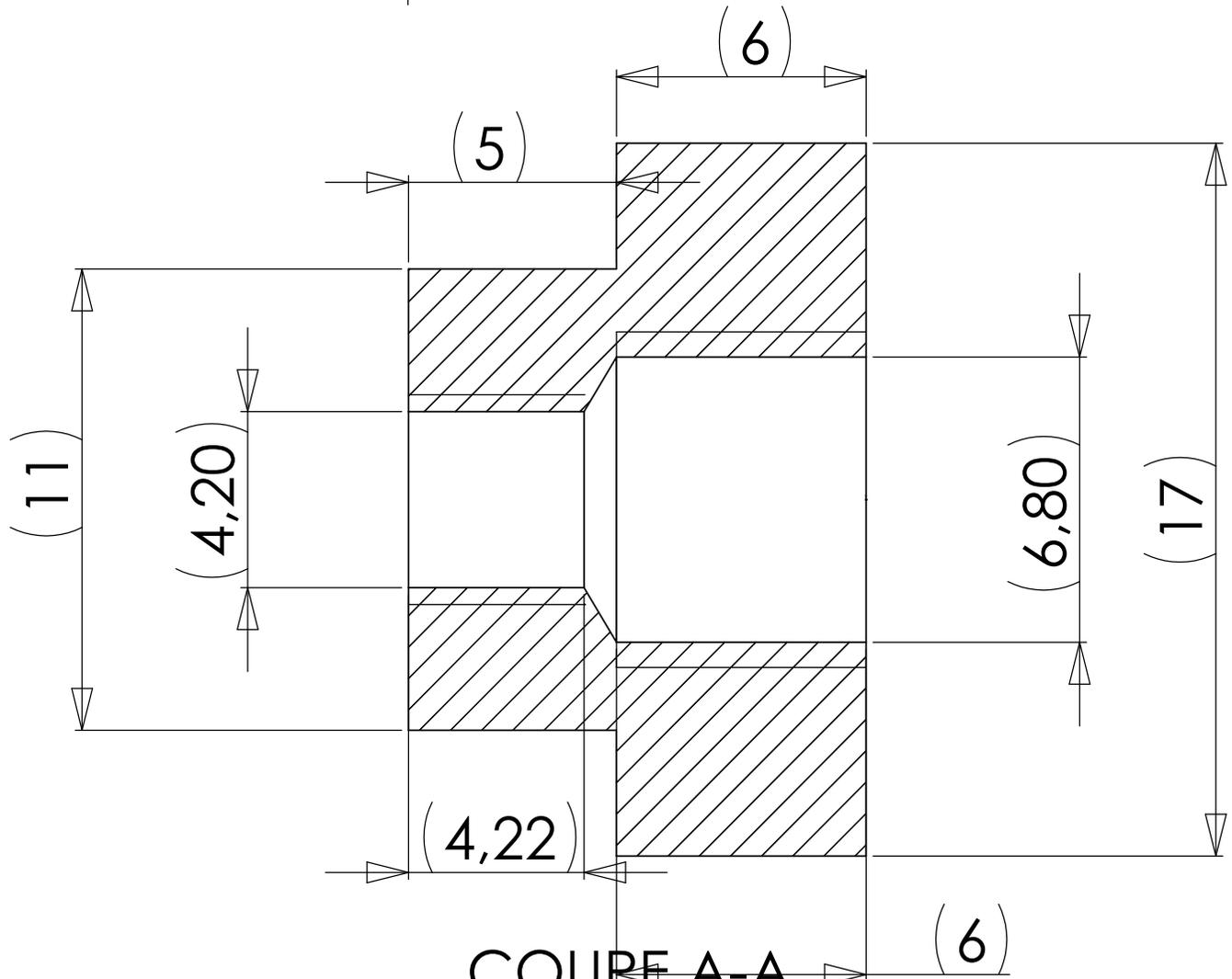
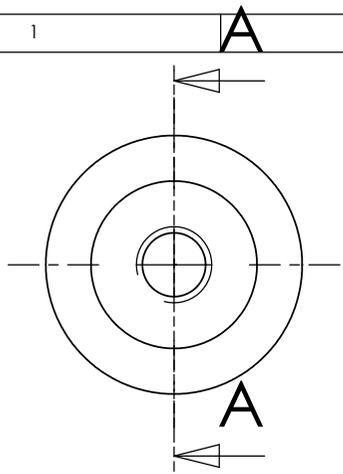
A ←



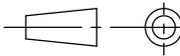
COUPE A-A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
	NAME	SIGNATURE	DATE					TITLE:			
DRAWN											
CHK'D											
APPV'D											
MFG											
Q.A					MATERIAL:			DWG NO.		A4	
								bague_pousee2			
					WEIGHT:			SCALE:1:1		SHEET 1 OF 1	

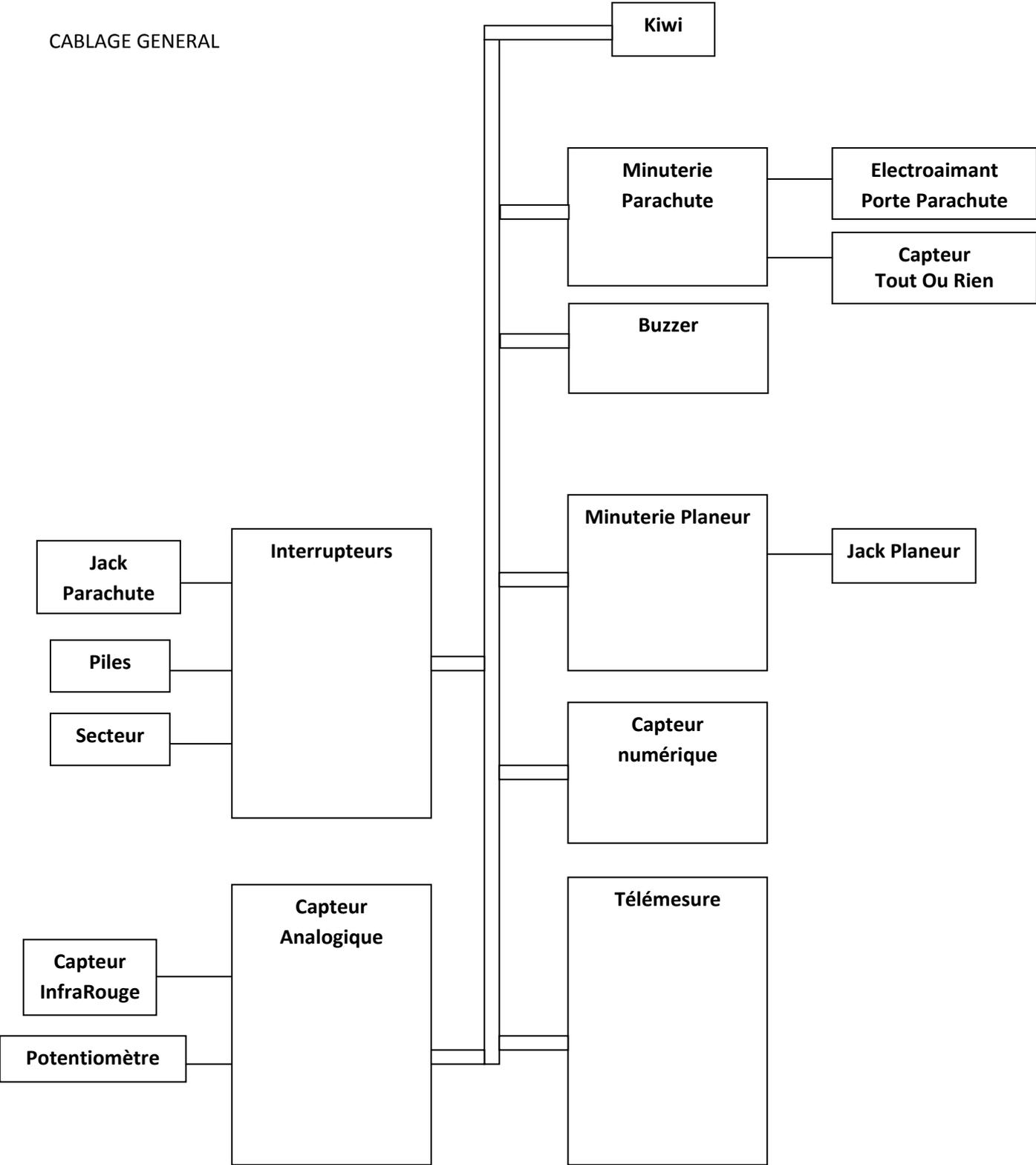
1 2



COUPE A-A
ECHELLE 6 : 1

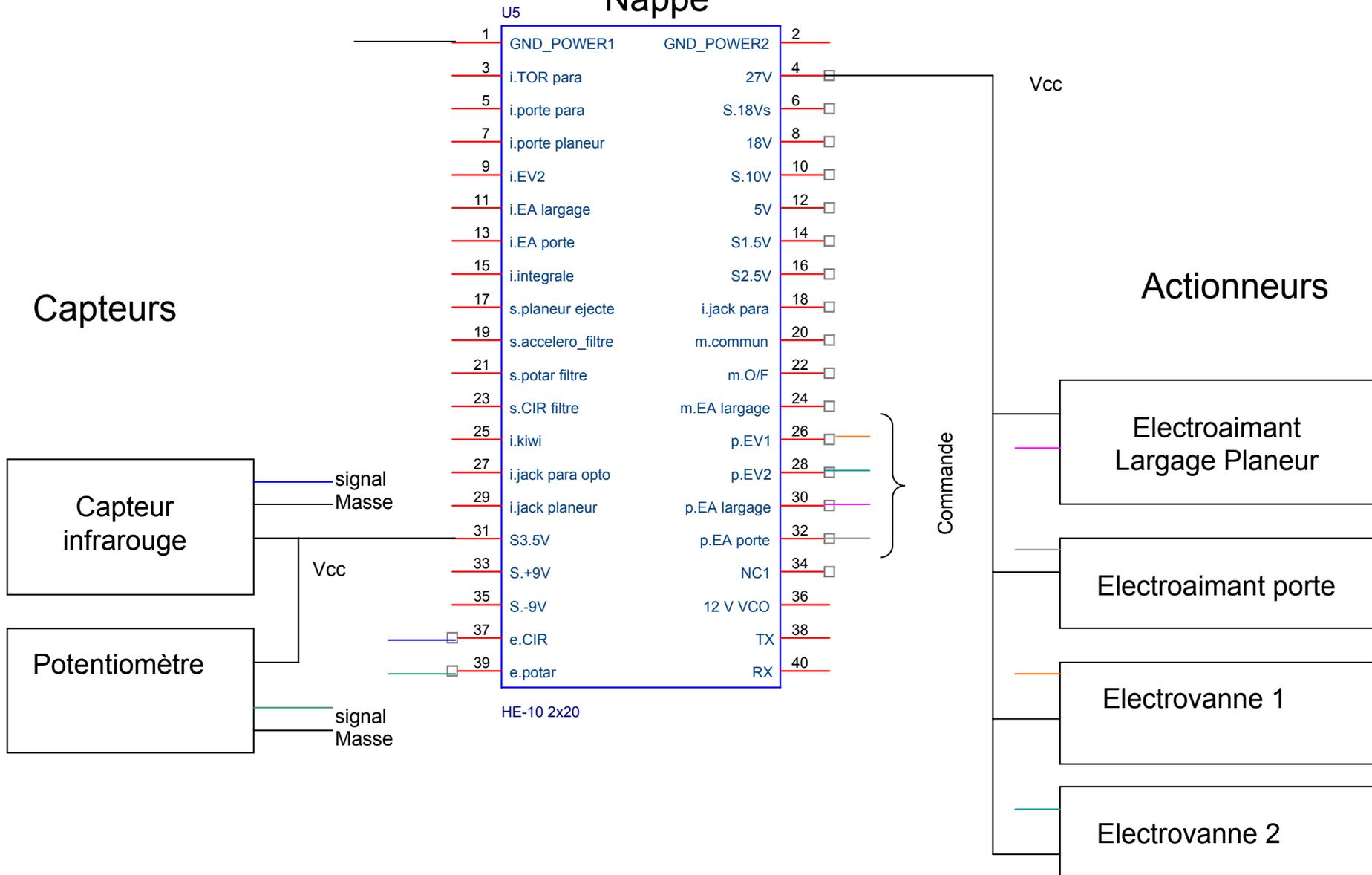
Ech 1 : 1	ADAPT MANO	Tic
		Le 20/06/02
A4	ESTACA	

CABLAGE GENERAL



CABLAGE TUBE CENTRAL

Nappe



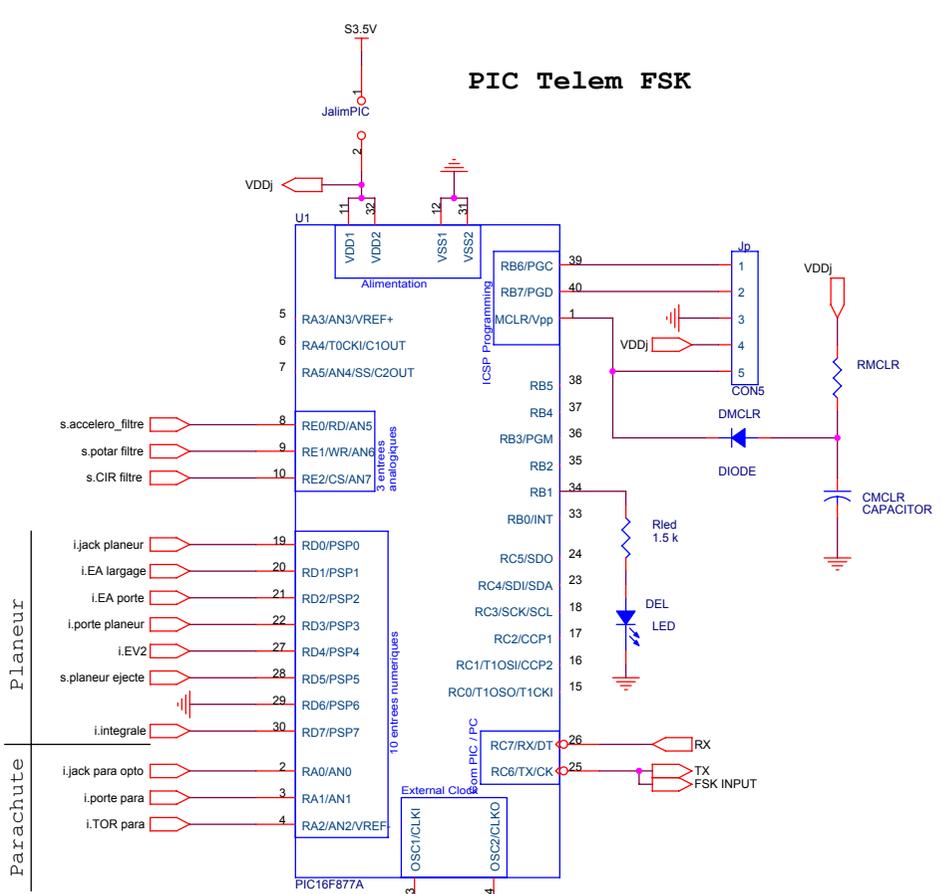
U5			
1	GND_POWER1	GND_POWER2	2
3	i.TOR para	27V	4
5	i.porte para	S.18Vs	6
7	i.porte planeur	18V	8
9	i.EV2	S.10V	10
11	i.EA largage	5V	12
13	i.EA porte	S1.5V	14
15	i.integrale	S2.5V	16
17	s.planeur ejecte	i.jack para	18
19	s.accelero_filtre	m.commun	20
21	s.potar filtre	m.O/F	22
23	s.CIR filtre	m.EA largage	24
25	i.kiwi	p.EV1	26
27	i.jack para opto	p.EV2	28
29	i.jack planeur	p.EA largage	30
31	S3.5V	p.EA porte	32
33	S.+9V	NC1	34
35	S.-9V	12 V VCO	36
37	e.CIR	TX	38
39	e.potar	RX	40

HE-10 2x20

Connecteur Nappe

Commun à toutes les cartes

PIC Telem FSK

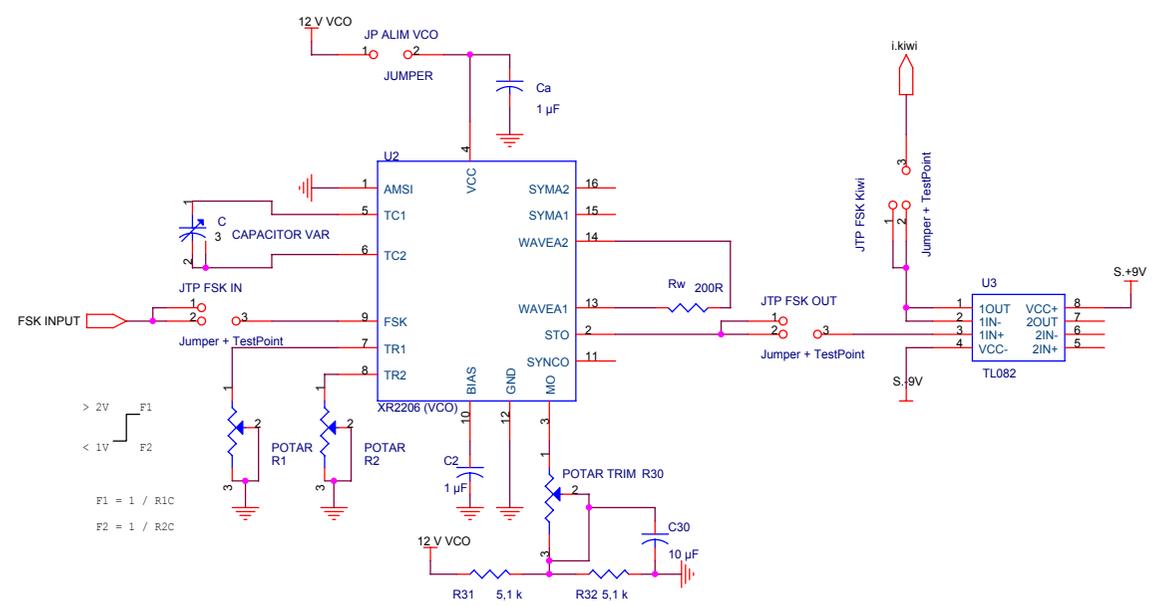


Parachute

Planeur

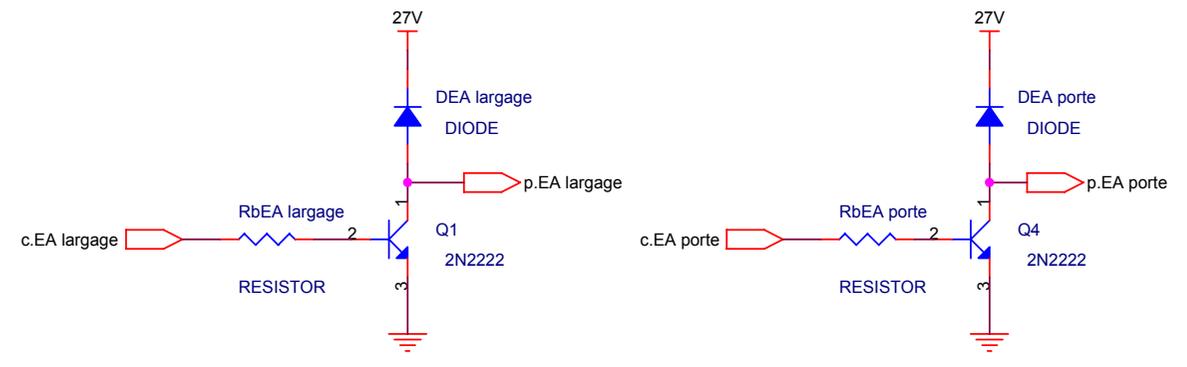
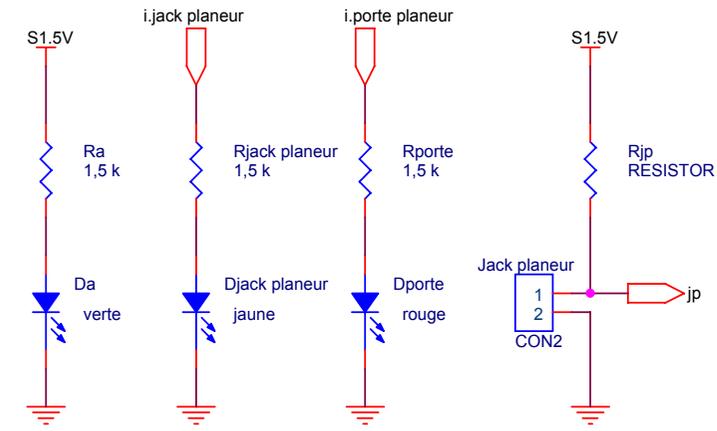
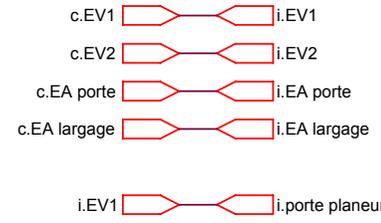
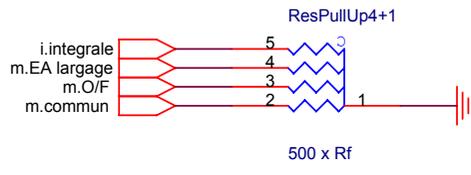
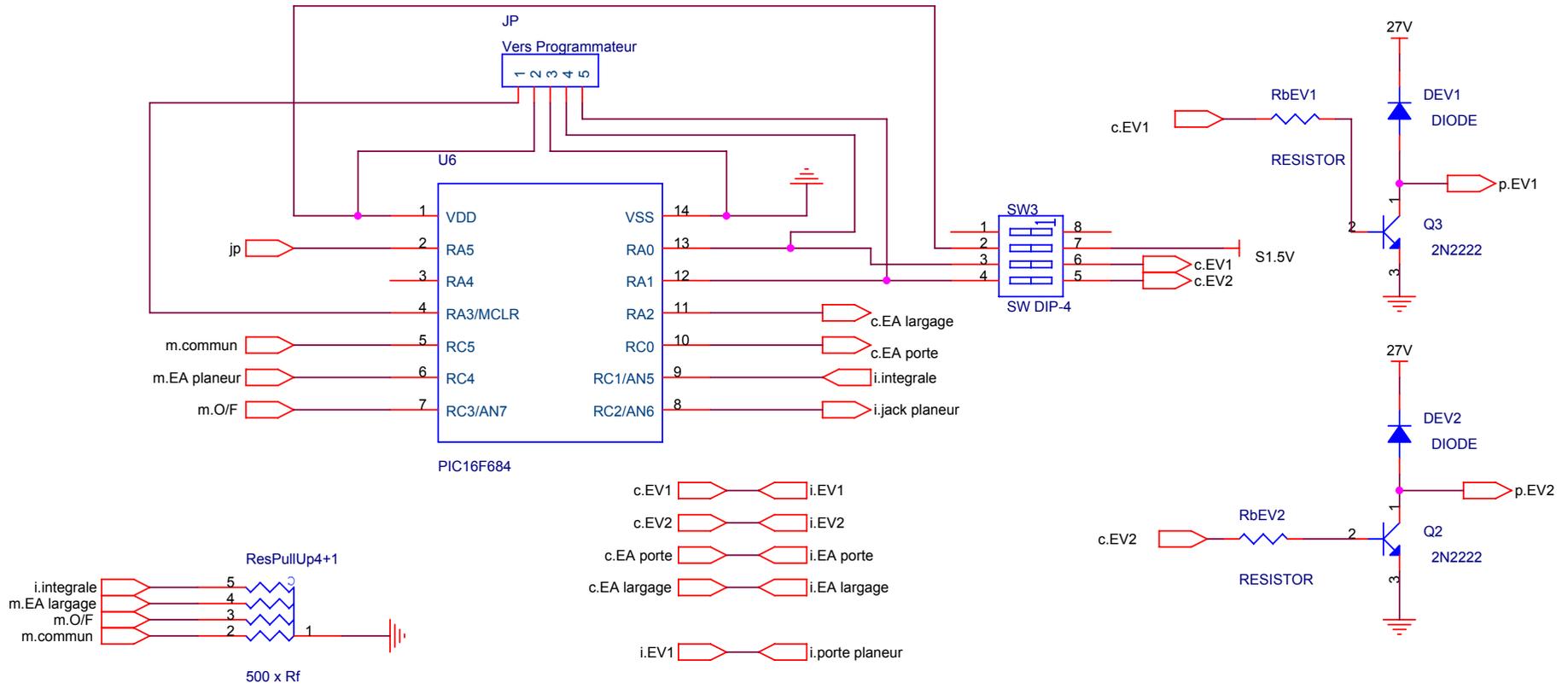
- s.accelero_filtre
- s.potar filtre
- s.CIR filtre
- i.jack planeur
- i.EA largage
- i.EA porte
- i.porte planeur
- i.EV2
- s.planeur ejecte
- i.integrale
- i.jack para opto
- i.porte para
- i.TOR para

VCO

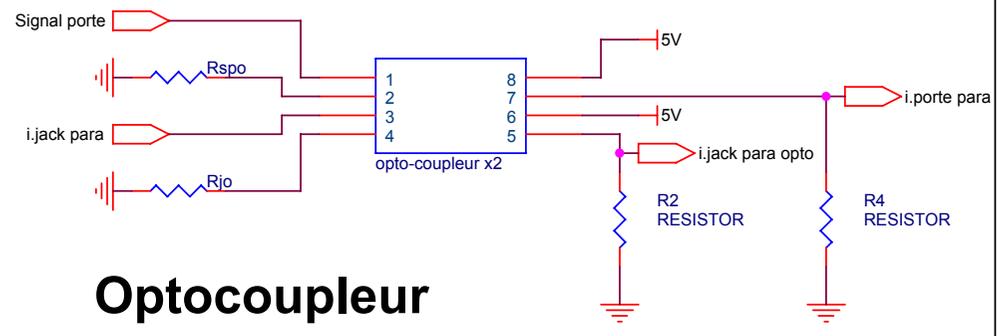


> 2V F1
 < 1V F2
 F1 = 1 / R1C
 F2 = 1 / R2C

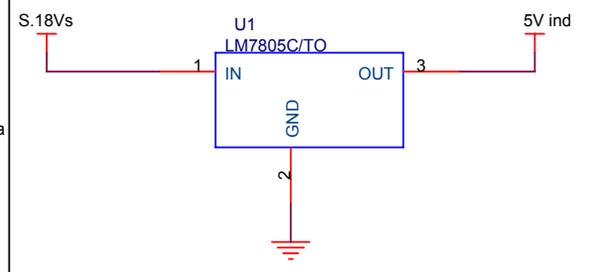
Title		Telem FSK	
Size	Document Number	Glider	
A3		Date:	Sunday, May 18, 2008
		Sheet	1 of 1



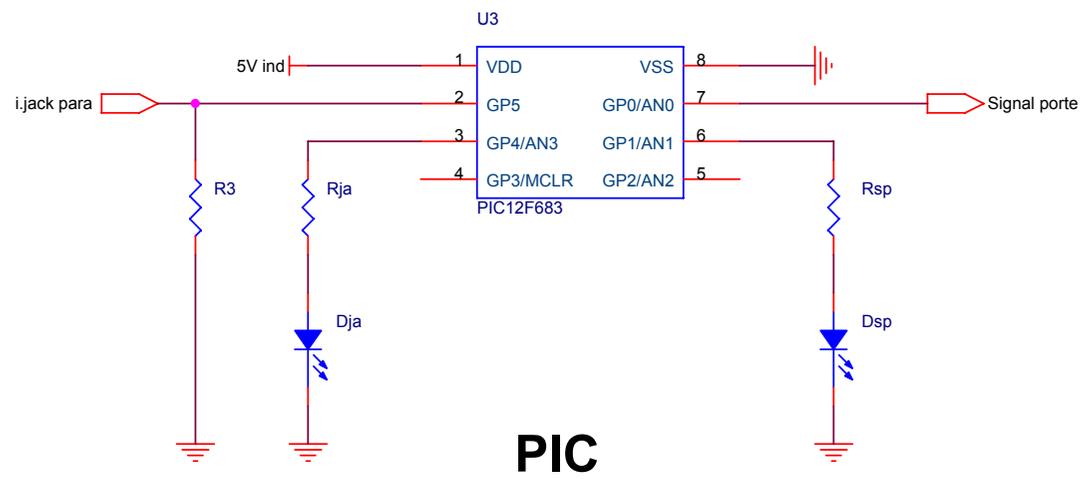
Title			Minuterie Planeur		
Size	Document Number	Rev		A	
A4	GLLIDER				
Date:	Monday, June 30, 2008	Sheet	1	of	1



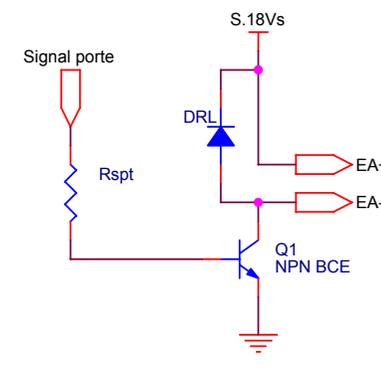
Optocoupleur



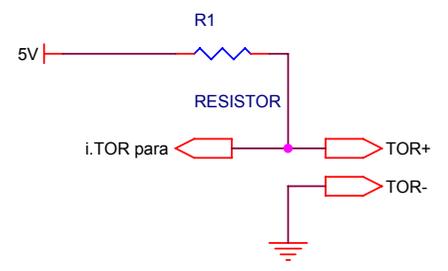
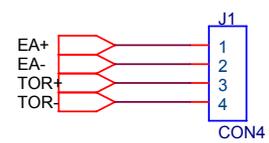
Régulation



PIC



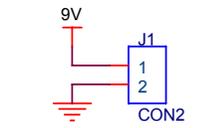
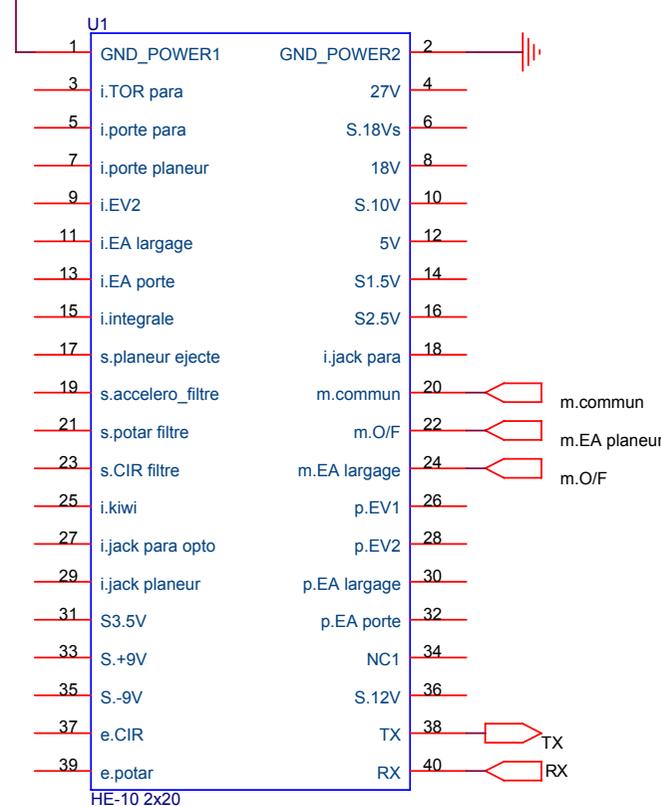
Electro-aimant



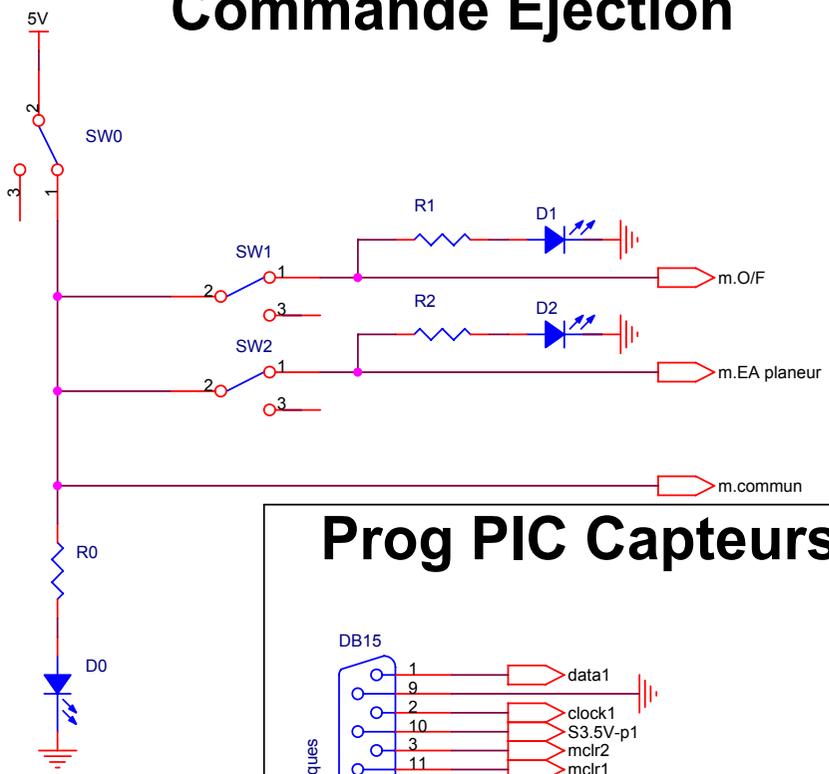
TOR

Title			Minuterie Para		
Size	Document Number	Rev		GLLIDER	
A4					
Date:	Monday, March 24, 2008	Sheet	1	of	1

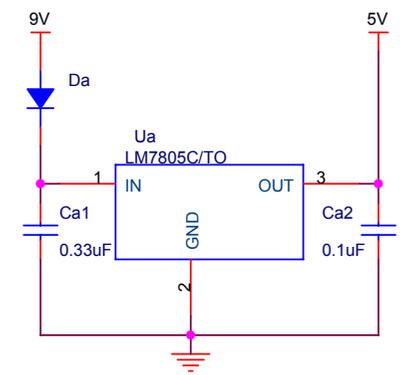
Connecteur Nappe



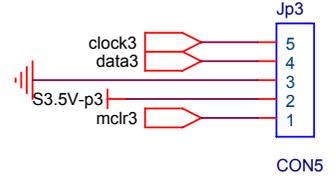
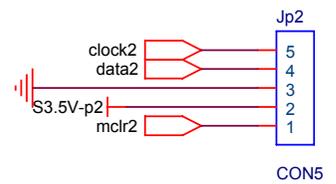
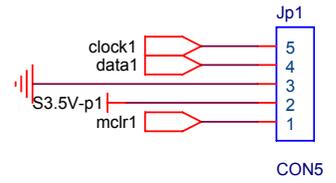
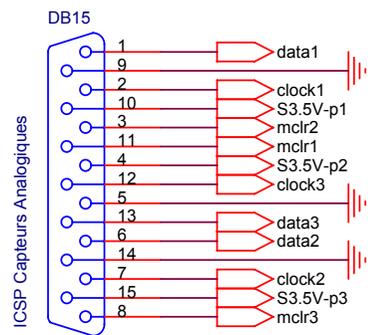
Commande Ejection



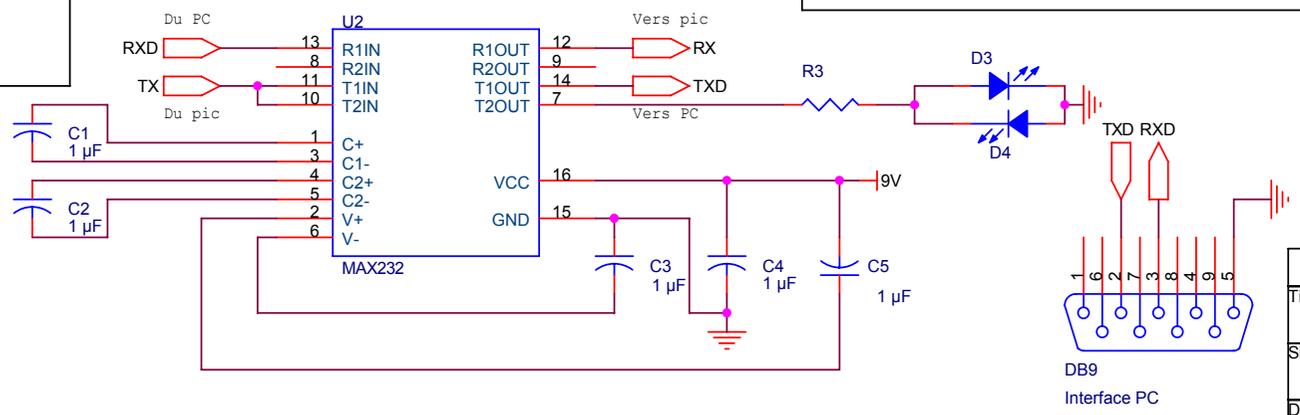
Régulation

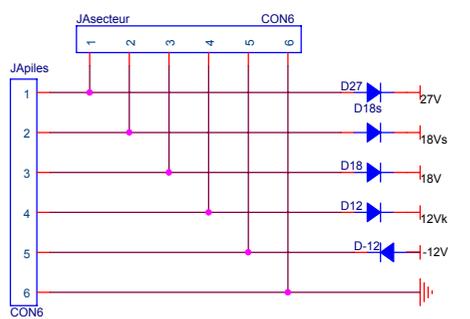
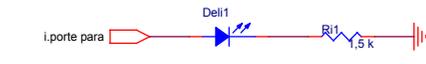
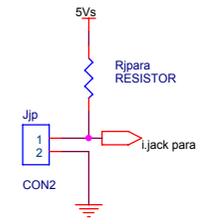
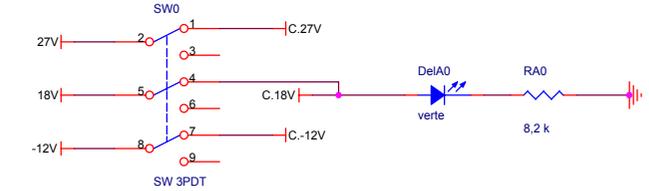
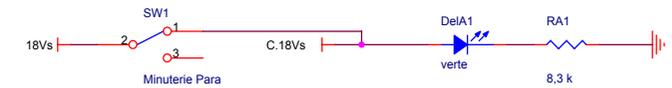
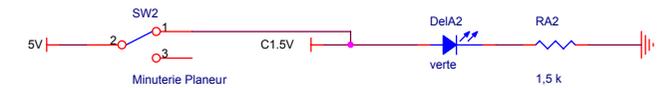
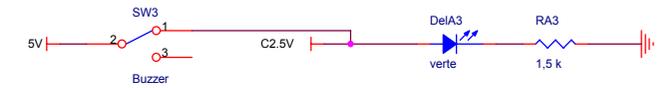
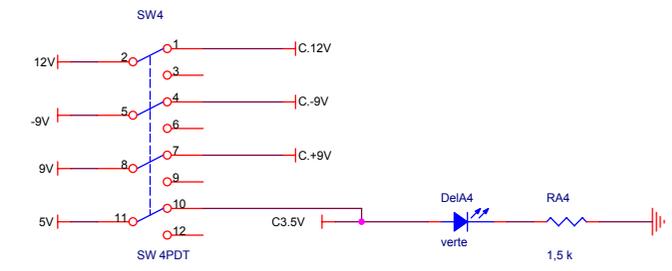
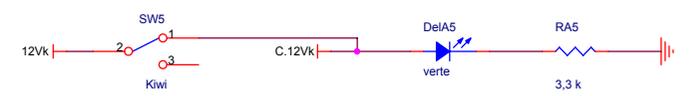
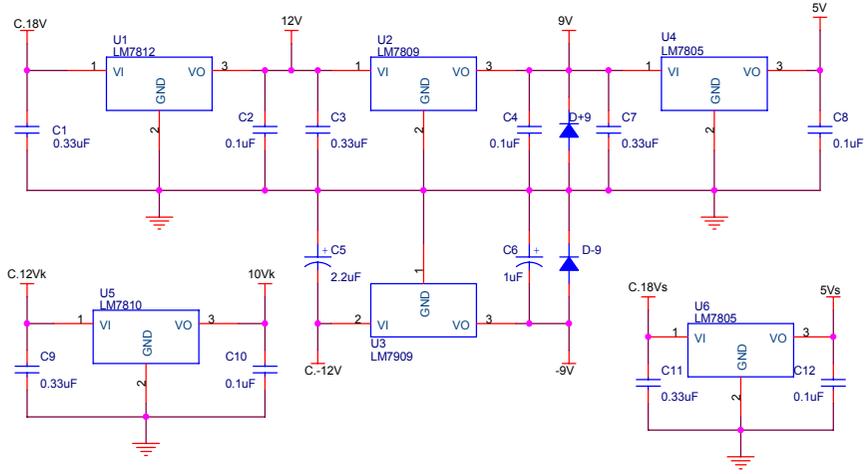


Prog PIC Capteurs Analogiques

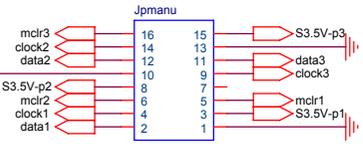
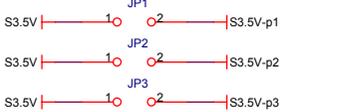


RS 232





Title			Inter + Alim		
Size	Document Number		Rev		
A3	GLLIDER				
Date:	Monday, May 05, 2008	Sheet	1	of	3

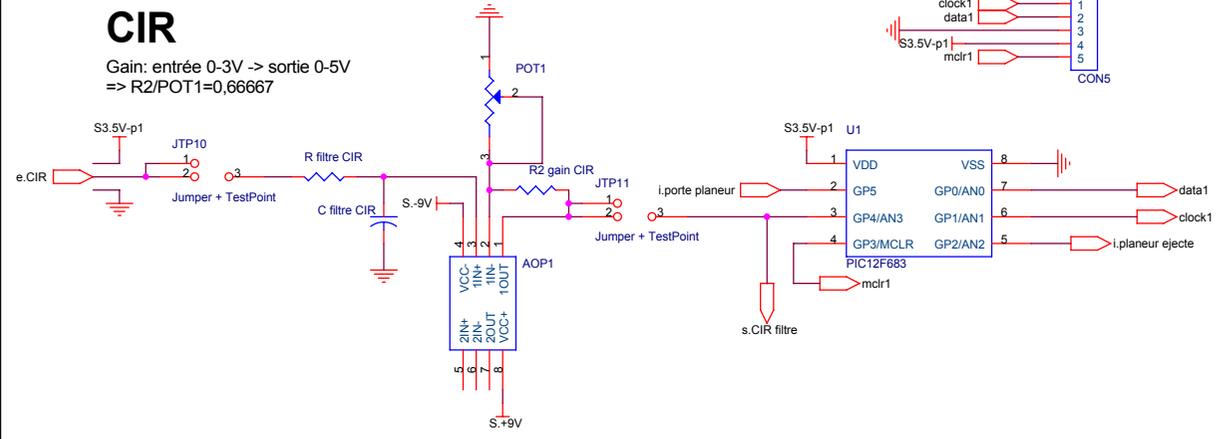


Liste composants

- R filtre CIR
- C filtre CIR
- R1 gain CIR
- R2 gain CIR
- R filtre Potar
- C filtre Potar
- R1 gain Potar
- R2 gain Potar
- R filtre Accel
- C filtre Accel
- R1 gain Accel
- R2 gain Accel

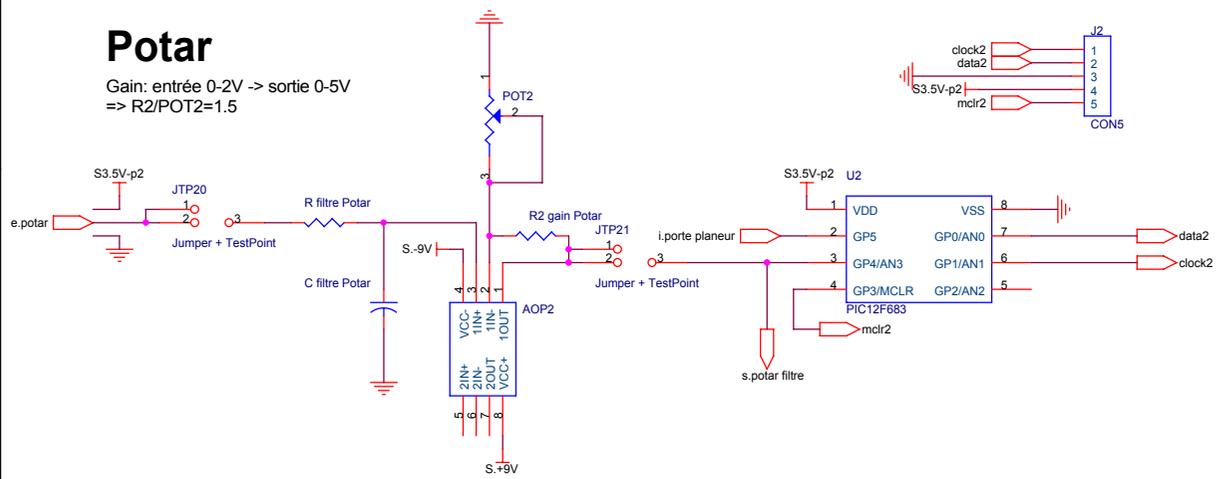
CIR

Gain: entrée 0-3V -> sortie 0-5V
=> R2/POT1=0,66667



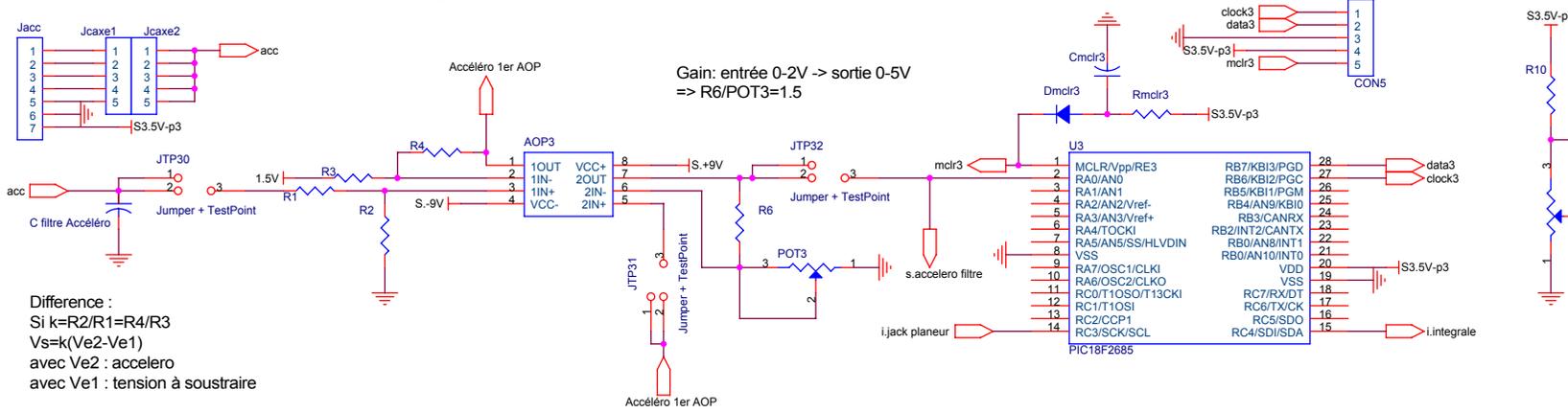
Potar

Gain: entrée 0-2V -> sortie 0-5V
=> R2/POT2=1.5



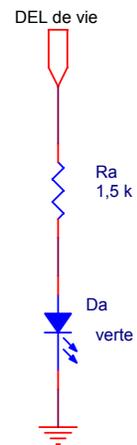
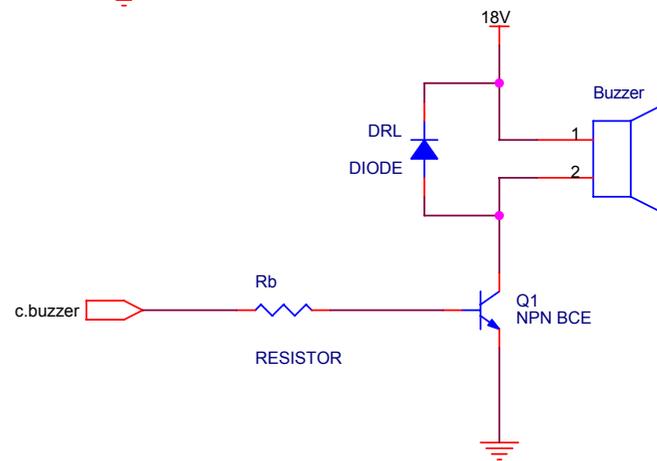
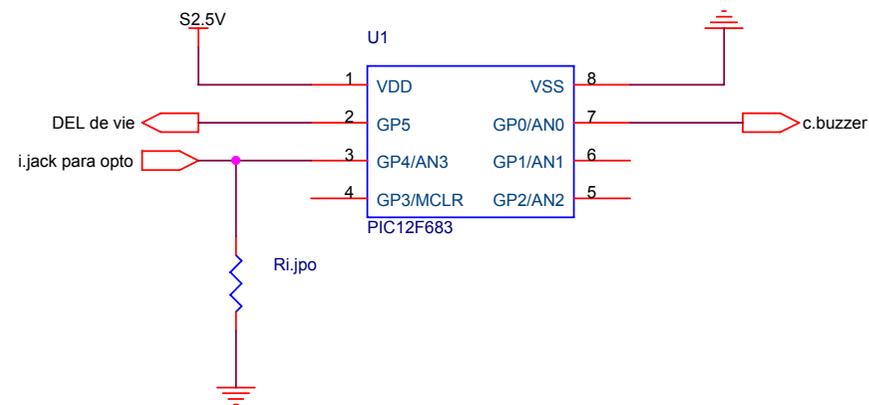
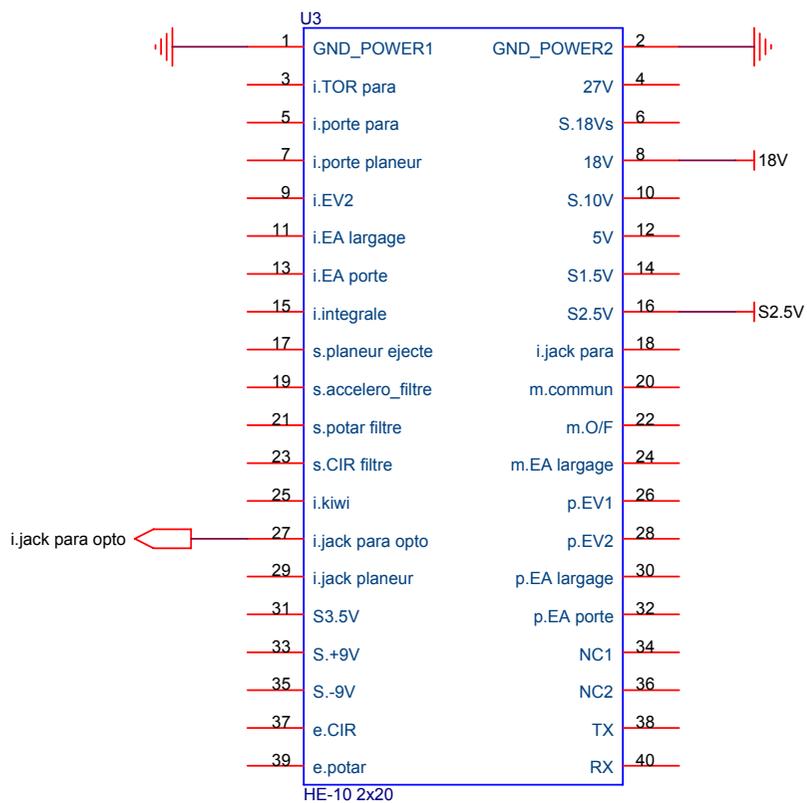
Accelero

Gain: entrée 0-2V -> sortie 0-5V
=> R6/POT3=1.5



Difference :
Si $k=R2/R1=R4/R3$
 $Vs=k(Ve2-Ve1)$
avec $Ve2$: accelero
avec $Ve1$: tension à soustraire

exemples :
R10 pour R11 --> coeff 3,33333 - 1
230 pour 100
470 pour 200
700 pour 300



Title			Buzzer		
Size	Document Number	GLLIDER		Rev	
A4					
Date:	Thursday, January 24, 2008	Sheet	1	of	1