

Estaca Space Odyssey

Rapport de Projet

Fusée Expérimentale

REVANCHE

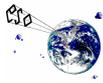


Le 02/03/2000



I. SOMMAIRE

I. SOMMAIRE	1
II. INTRODUCTION.....	2
III. BUT ET OBJECTIFS DU PROJET	2
IV. L'EQUIPE	2
V. LA PARTIE MECANIQUE	3
V.1. Introduction.....	3
V.2. Les données générales sur la fusée.....	3
V.3. Le propulseur	3
V.4. Les pièces mécaniques	3
V.5. La peau extérieure.....	3
V.6. Le système de séparation	4
VI. LES AMELIORATIONS APORTEES A LA SEPARATION PNEUMATIQUE.....	4
VII. LA STABILITE.....	4
VIII. L'EXPERIENCE EMBARQUEE ET LA TELEMESURE.....	5
VIII.1. Les points de contrôle	5
VIII.2. Les capteurs	5
VIII.3. Traitement et émission	6
VIII.4. VCO.....	7
VIII.5. Séquenceur.....	7
IX. DES CARTES ET DES LIAISONS.....	8
IX.1. Connectique	8
IX.2. Connectique de chaque carte	8
IX.3. Liaisons inter-carte	9
IX.4. Liaisons inter-étage.....	9
X. RESULTATS	10
XI. REMERCIEMENTS.....	11
XII. CONCLUSION.....	12
XIII. ANNEXES	13



II. INTRODUCTION

Le projet REVANCHE est un projet de fusée expérimentale conçu et réalisé par les membres de l'Estaca Space Odyssey. Cette association loi 1901 nommée ESO est le club fusée de L'ESTACA (Ecole Supérieur des Techniques Aéronautiques et de Construction Automobile).

Ce projet fut conçu selon le cahier des charges de l'ANSTJ (Association Nationale des Sciences et Techniques Jeunesse) qui regroupe l'ensemble des clubs fusées de France en leur fournissant l'ensemble de l'encadrement nécessaire à la réalisation de tels projets. Pour cela l'ANSTJ fournit les propulseurs avec l'aide du CNES (Centre National d'Etudes Spatiales), les émetteurs, organise la campagne de lancement, encadre les clubs au cours de l'année, et apporte son aide de bien d'autres manières encore.

III. BUT ET OBJECTIFS DU PROJET

Le projet a pour but la validation du système de séparation pneumatique. L'échec de la fusée PIT (Bourges 1998) n'a malheureusement pu être expliqué. L'attention toute particulière portée à la conception, à la réalisation et surtout à la mise au point de la séparation a permis de révéler plusieurs points faibles de la fusée PIT tels que l'encastrement ou encore l'autonomie du système.

C'est pourquoi nous avons décidé de lancer le projet REVANCHE en améliorant le système de séparation pneumatique et en réalisant une expérience de suivi de cette séparation lors du vol. Ainsi, nous avons mis en oeuvre plusieurs capteurs sur la séparation nous permettant de vérifier chaque étape de celle-ci.

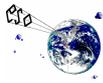
L'objectif final étant bien sûr de valider ce système novateur pour pouvoir l'utiliser sur nos futurs projets sans aucune appréhension quant à son fonctionnement.

IV. L'EQUIPE



L'équipe du projet se compose de 12 membres qui sont tous étudiants à l'ESTACA :

- Le responsable de projet : MAGNIEN Aurélien
- Le responsable de la partie mécanique : SIX Christophe
- Le responsable de la partie électronique : BAUDU Frédéric



- Les membres de la partie électronique : ENFANT Denis
GUEGEN Mathieu
ROBLIN Benoît
VAUCHEL Ludovic
DE CHEZELLES Antoine
- Les membres de la partie mécanique : PELLIER Sébastien
BONNESOEUR Alexandre
TAUDIERE Guillaume
HENRI Yoann

V. LA PARTIE MECANIQUE

V.1. Introduction

Pour réaliser la partie mécanique de la fusée, les membres ont utilisé les techniques ayant fait leurs preuves sur d'autres fusées de l'ESO. Ainsi, seul le système de séparation pourra être mis en cause lors d'un éventuel crash.

V.2. Les données générales sur la fusée

Masse 11 kg

Diamètre 110 mm

Longueur 2300 mm

Envergure 290 mm

V.3. Le propulseur

Pour ce projet d'une taille et d'un diamètre assez élevés (respectivement 2.3 m et 110 mm), nous avons décidé de choisir le propulseur chamois.

Le diamètre de la fusée était élevé car nous avons pour but de valider la séparation et non de la réduire au maximum, sachant qu'il est possible de réduire ce diamètre pour les projets suivants.

V.4. Les pièces mécaniques

Celles-ci sont conçues sous AUTOCAD (logiciel de dessin industriel) et réalisées en aluminium par les membres (cf. les dessins de définition en annexe).

Pour la réalisation des pièces, les membres disposent à l'école d'un tour, d'une fraiseuse et d'une perceuse sur colonne permettant la réalisation de la plupart des pièces.

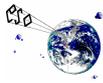
V.5. La peau extérieure

Elle est réalisée en CARBONE pour l'ensemble de la fusée exceptée pour l'ogive qui est en KEVLAR de façon à être transparente aux ondes électromagnétiques émises par l'antenne.

Ces coques forment la partie structurale de la fusée puisque l'ensemble des efforts passent par elles. Cette technique nous permet de séparer l'ensemble des éléments tels que les plaques électroniques de la partie structurale et donc de ne pas faire passer d'efforts dans ceux-ci.

En ce qui concerne la réalisation de ces coques, elles sont constituées de fibre de CARBONE pré imprégnées moulées sur des moules intérieurs légèrement coniques pour faciliter le démoulage. L'opération a été réalisée dans l'entreprise Hurel Dubois qui nous fournit la matière première et les moyens techniques nécessaires (autoclave, etc.).

Pour la touche finale, elles sont peintes par la société Neubauer, cette peinture nous apportant un meilleur Cx et un aspect esthétique non négligeable.



V.6. Le système de séparation

Le système de séparation pneumatique est composé d'un réservoir, d'une électrovanne et d'un vérin (fournis par Parker Pneumatic), le tout fonctionnant sous une pression d'utilisation de 10 bars.

L'ensemble permet une séparation transversale de la fusée libérant ainsi le parachute qui est relié aux deux parties de la fusée. Les deux parties sont donc récupérées sous un unique parachute.

VI. LES AMELIORATIONS APPORTEES A LA SEPARATION PNEUMATIQUE

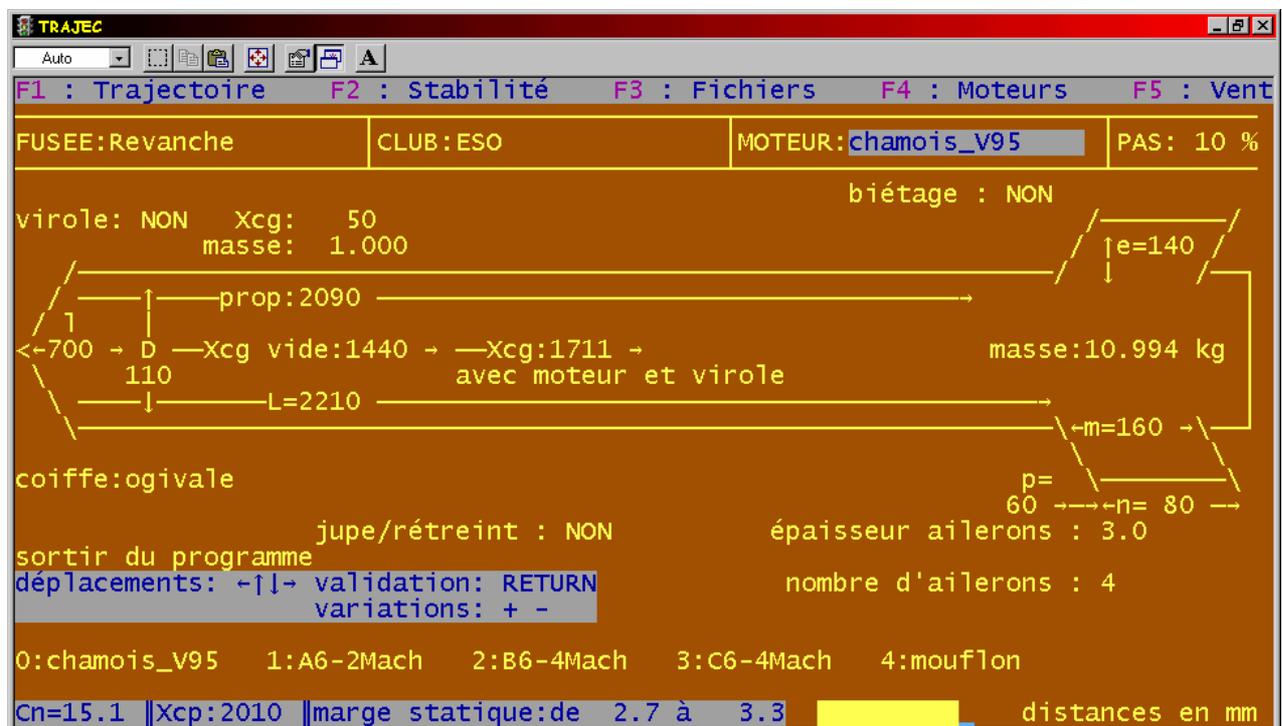
L'encastrement droit appliqué sur PIT pouvant rester bloquer suivant l'inclinaison de la fusée, nous avons décidé de la modifier en effectuant un cône de 5° et en réduisant sa longueur.

Un soin particulier a aussi été apporté à l'ajustement des logements de billes. Ce logement ne permettant plus la chute des billes à l'intérieur de la fusée, le montage de celle-ci en a été simplifié. De plus, les billes étant en acier, le nombre d'ouvertures et de fermetures avant le vol a été réduit au maximum pour ne pas user la gorge en aluminium de la bague de séparation basse.

L'autonomie du système a nettement été améliorée et sécurisée. La réalisation d'un réservoir en aluminium démontable nous a autorisé une pression d'utilisation de 10 bars en toute sécurité. Ce réservoir ainsi que l'ensemble des composants pneumatiques ont été liés par des raccords instantanés simples d'utilisation et fiables même après de nombreux montages et démontages. Enfin, l'étanchéité du système a été minutieusement vérifiée avant le lancement de REVANCHE.

VII. LA STABILITE

La stabilité du projet a été étudiée sous le logiciel Trajec fournit par l'ANSTJ. En rentrant toutes les données sur les formes et les masses de la fusée, les résultats du logiciel nous permettent d'avoir une idée assez exacte de la trajectoire de la fusée :



De façon à avoir une fusée stable lors du vol, nous concevons totalement notre fusée suivant certaines règles empiriques, ces règles nous permettant d'avoir une conception de base assez bonne et une stabilité maîtrisée.

Ces règles sont guidées par la logique, par exemple il va de soit de placer les masses élevées telles que les piles au sommet de la fusée de façon à contrecarrer l'excès de poids du au moteur en son pied.



Lorsque la fusée est totalement définie, nous déterminons la forme des ailerons, ceux-ci assurant la stabilité et en modifiant leur forme nous réglons les facteurs de stabilité du vol qui sont la marge statique et le coefficient de portance.

L'autre facteur pris en compte lors du dimensionnement des ailerons, est la capacité que possède la fusée à rester stable lorsque son centre de gravité change d'abscisse. Le dimensionnement étant réalisé sur des estimations de masse, les changements ultérieurs de la position du centre de gravité dus à la réalisation ne doivent pas influencer sur la stabilité.

Lors de nos essais, via des itérations sur les dimensions des ailerons nous avons obtenu la forme ci-dessus.

Enfin nous obtenons les résultats de trajectographie suivants :

décollage								
t= 0.000s	z-z0= 0m	v= 0m/s	x= 0m	y= 0m	g= 0m/s ²	A= 80°		
sortie de rampe								
t= 0.340s	z-z0= 4m	v= 24m/s	x= 1m	y= 0m	g= 68m/s ²	A= 80°		
fin de propulsion								
t= 2.810s	z-z0= 257m	v= 161m/s	x= 57m	y= 0m	g= 20m/s ²	A= 77°		
culmination								
t= 15.25s	z-z0= 1114m	v= 26m/s	x= 425m	y= 0m	g= 10m/s ²	A= 0°		
impact								
t= 31.51s	z-z0= 0m	v= 120m/s	x= 780m	y= 0m	g= 4m/s ²	A= 82°		

Le logiciel nous permet aussi de répondre à certaines spécifications techniques telle que la vitesse de sortie de rampe supérieure à 20m/s.

VIII. L'EXPERIENCE EMBARQUEE ET LA TELEMESURE

Le but du projet Revanche étant la validation du système de séparation pneumatique, nous avons mis en place un certain nombre de tests, dont les résultats sont envoyés au sol pour nous permettre de vérifier le bon fonctionnement de la séquence d'ouverture.

VIII.1. Les points de contrôle

Nous contrôlons trois points sur cette fusée : le bon fonctionnement du séquenceur, l'action de l'électrovanne et la course du vérin.

VIII.2. Les capteurs

Nous disposons à bord de Revanche de quatre capteurs pour contrôler les trois points énoncés ci-dessus.

Vérification du séquenceur :

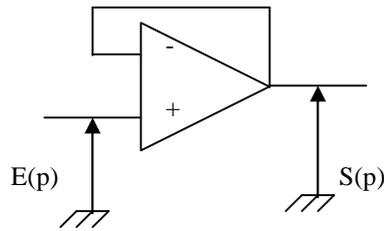
Pour vérifier le bon fonctionnement du système de minuterie commandant l'ouverture du parachute, nous avons placé en sortie du séquenceur, c'est à dire dans la partie commandant le système d'ouverture, un optocoupleur qui nous permet de récupérer un signal, sans altérer le reste du circuit. De plus, l'optocoupleur permet de séparer la partie mesure de la commande du séquenceur et donc de les protéger l'un de l'autre.

La sortie de l'optocoupleur alimente un diviseur de tension, ce qui nous permet de régler la tension que l'on obtient comme signal utile. La tension « utile » du diviseur est envoyée dans un amplificateur opérationnel (AO) monté en suiveur. Le suiveur présente l'avantage de fournir en sortie la même tension qui lui est appliquée en entrée, mais de par son impédance d'entrée infinie, il ne « modifie » pas la valeur des résistances composant le diviseur de tension.

Le signal délivré par le comparateur étant assimilable à un créneau, le signal en sortie d'AO l'est lui aussi.



Suiveur

**Vérification de l'action de l'électrovanne :**

L'action de l'électrovanne est vérifiée grâce à un capteur situé entre elle et le vérin. Ce capteur est en réalité une résistance variable, sensible à la pression. Nous avons monté cette résistance dans un diviseur de tension, la tension « utile » variant alors avec la valeur de la résistance variable. De la même façon que pour le séquenceur, nous avons placé un AO en suiveur entre les deux résistances composant le diviseur de tension. Il y a en fait trois résistances, mais l'une d'elle est placée entre la « sortie » du diviseur de tension et la masse, de même que le capteur et est en réalité une résistance de protection.

Vérification de l'état du vérin :

Nous disposons de deux capteurs pour nous indiquer l'état du vérin : en effet, nous avons disposé un microswitch (mini-interrupteur) à chaque extrémité de la course du vérin ; nous pouvons donc savoir si la tige du vérin est sortie, rentrée, ou entre les deux. Ces deux microswitchs sont chacun placés dans un diviseur de tension, afin de générer une tension créneau. De même que précédemment, nous avons intégré dans les diviseurs de tension des AO montés en suiveur. Les diviseurs de tension nous permettent de régler l'amplitude du créneau de sortie.

VIII.3. Traitement et émission

Pour pouvoir envoyer les signaux que nous venons de décrire au sol, il faut les traiter. Pour cela, il faut dans un premier temps transformer le signal qui nous intéresse – ce signal est quelconque – en un signal assimilable par un émetteur. L'émetteur est chargé d'envoyer au sol, via une antenne les renseignements permettant de valider notre système de séparation. Afin d'être assimilable par l'émetteur *Toucan*, fourni par l'ANSTJ, le signal doit d'abord passer par un élément appelé VCO qui transforme un signal dont l'amplitude est variable en un signal en fréquence variable (en modulation de fréquence ou FM).

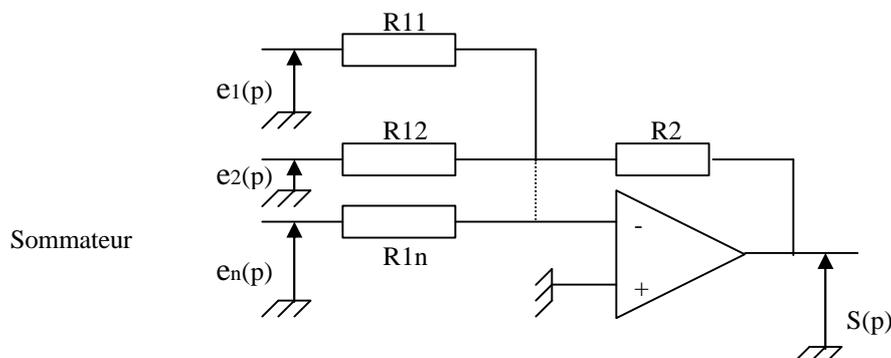
Chaînes :

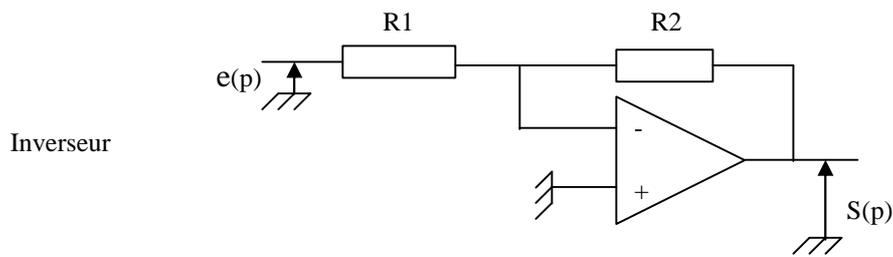
Comme nous disposons de trois signaux ayant une forme de créneau, nous pouvons les regrouper sur une seule voie (cf. VCO) pourvu qu'aucune combinaison (somme) d'un ou plusieurs d'entre eux ne donne la même valeur.

L'addition de ces trois signaux est effectué par un AO monté en sommateur (cf. figure). Le problème du sommateur est qu'il inverse aussi le signal, en effet la valeur de sortie est donnée par :

$$S = -R_2 \cdot \left(\frac{e_1}{R_{11}} + \frac{e_2}{R_{12}} + \dots + \frac{e_n}{R_{1n}} \right).$$

microswitchs donnant la position de la tige du vérin avec une tension négative d'une part et en plaçant un AO en inverseur entre la sortie de l'optocoupleur et le suiveur.





VIII.4. VCO

Nous disposons sur cette fusée de deux VCO car nous avons besoin, du fait de nos chaîne de mesure, de deux voies d'émission : une pour le capteur de pression et une pour les trois autres signaux, sommés.

Les VCO que nous utilisons sont basés sur le XR2206, selon le schéma fournit par l'ANSTJ. De plus, les voies sont affectées selon la norme IRIG.

VCO#1 :

Le premier des deux VCO est consacré aux trois signaux sommés : position de la tige et sortie du séquenceur. Nous l'avons calé sur la voie 12 car c'est celle qui présente la bande passante la plus large.

Selon les formules fournies, nous obtenons les valeurs de composants suivantes :

- Valeur de sortie : $R_3=83 \text{ k}\Omega$
- Fréquence centrale : $C=10 \text{ nF}$
 $R=9.5 \text{ k}\Omega$
- $R_c=127 \text{ k}\Omega$

VCO#2 :

Le second VCO est consacré au capteur de pression. Nous l'avons calé sur la voie 11 car elle présente la deuxième bande passante la plus large.

De même, nous obtenons :

- Valeur de sortie : $R_3=83 \text{ k}\Omega$
- Fréquence centrale : $C=10 \text{ nF}$
 $R=13.6 \text{ k}\Omega$
- $R_c=181 \text{ k}\Omega$

Bandes IRIG :

Voie 11 : $F \in \{6799 \text{ Hz}, 7901 \text{ Hz}\}$ $F_0=7350 \text{ Hz}$
Voie 12 : $F \in \{9712 \text{ Hz}, 11288 \text{ Hz}\}$ $F_0=10500 \text{ Hz}$

Somme :

Comme il est impossible d'envoyer plusieurs signaux sur l'émetteur, il nous faut associer les deux signaux sortant des VCO afin de n'en n'obtenir qu'un seul. Cette fonction est réalisée à l'aide d'un AO monté en sommateur ; cela est possible car les deux signaux n'ont pas la même bande IRIG (cela signifie qu'il n'ont pas de fréquence en commun, on peut donc aisément séparer les deux signaux à partir de la somme en utilisant des filtres. C'est le principe du multiplexage en fréquence.

VIII.5. Séquenceur

Sur la fusée revanche, est monté un séquenceur à charge de capacité linéaire. Ce type de montage présente l'intérêt d'être simple de conception mais aussi de permettre un réglage facile du moment auquel est souhaité l'impulsion. Le rôle de cette carte est tout d'abord de piloter directement l'électrovanne (par l'utilisation du 24 V, sur la carte), au moyen d'un transistor de puissance NPN BD243C, puis de renvoyer à la carte chaîne l'information nécessaire (une tension négative préalablement réglée) à la validation de la commande de l'électrovanne.



Pour éviter que les phénomènes de court-circuit, provenant soit de la carte chaîne (Surtension ...) soit de l'électrovanne (mauvais fonctionnement ...), endommageant la minuterie ainsi que son bon fonctionnement, nous avons pris la précaution de mettre en place des optocoupleurs en sortie de comparateur, qui à ce moment là, isolent les différentes parties du circuit électrique.

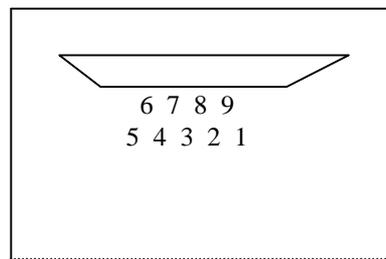
IX. DES CARTES ET DES LIAISONS

Le paragraphe suivant traite des liens existants entre les différentes cartes (carte de séquenceur, cartes de chaîne, carte de VCO et carte d'alimentation). Dans un premier temps nous verrons la façon dont sont réalisées ces liaisons, puis le câblage de chaque connecteur et enfin les liaisons inter-carte.

IX.1. Connectique

Dans un but de sécurité accrue, nous avons décidé de limiter au maximum le nombre de connecteurs ; nous avons besoin de bons contacts, tout en conservant une facilité de montage et de démontage. Pour répondre à un tel cahier des charges, nous avons choisi des connecteur sub-D, de type DB (DB9, DB15, DB25).

Les pins de ces connecteurs sont numéroté de 1 à n (n=9;15;25), les cartes étant tenues connecteurs vers le haut, et regardées du côté composants, de la façon suivante (ex. d'une DB9) :



IX.2. Connectique de chaque carte

Carte de séquenceur :

Carte de chaîne :

- | | |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1. 0V (masse) | 8. 0V |
| 2. +5V (+9V) | 9. +12V (+18V) |
| 3. Capteur de pression | 10. -8V (-9V) |
| 4. -12V (-18V) | 11. Course #1 |
| 5. 0V | 12. NA |
| 6. Sortie #2 | 13. 0V |
| 7. Course #1 (microswitch pour la course du vérin) | 14. Séquenceur (signal de déclenchement) |
| | 15. Sortie #1 |

Carte de VCO :

- | | |
|----------------------|--------------|
| 1. -12V (-18V) | 6. Entrée #1 |
| 2. Sortie (émetteur) | 7. Entrée #2 |
| 3. NA | 8. NA |
| 4. 0V | 9. 0V |
| 5. +12V (+18V) | |

Carte d'alimentation :

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------------|
| 1. +12V émetteur (émetteur) | 14. -9V chaîne (capteurs) |
| 2. +18V émetteur (piles) | 15. +9V chaîne (capteurs) |
| 3. +24V électrovanne (séquenceur) | 16. +9V chaîne (piles) |
| 4. +27V électrovanne (piles) | 17. -9V chaîne (piles) |
| 5. 0V (masse) | 18. NA |
| 6. -18V VCO (piles) | 19. NA |
| 7. -18V VCO (VCO) | 20. NA |
| 8. +18V VCO (piles) | 21. NA |
| 9. +18V VCO (VCO) | 22. -18V (ou -9V) séquenceur (séquenceur) |
| 10. -18V chaîne (chaîne) | 23. +18V (ou +9V) séquenceur (séquenceur) |
| 11. +18V chaîne (chaîne) | 24. +18V (ou +9V) séquenceur (piles) |
| 12. +18V chaîne (piles) | 25. -18V (ou -9V) séquenceur (piles) |
| 13. -18V chaîne (piles) | |

sous réserve : des « destinataires » peuvent être inversés

IX.3. Liaisons inter-carte

Liaison Séquenceur-Chaîne

Séquenceur	Signal	Chaîne
9	Signal de déclenchement d'ouverture	14

Liaison Chaîne-VCO

Chaîne	Signal	VCO
6	Signal #1 : pression (voie 11)	6
15	Signal #2 : position vérin + séquenceur (voie 12)	7

Liaison Alimentation-Chaîne

Alimentation	Signal	Chaîne
5	0V (masse)	1 ; 5 ; 8 ; 13
15	+9V (+5V) : alim. capteur de pression	2
10	-18V (-12V) : alim. AO	4
11	+18V (+12V) : alim. AO	9
14	-9V (-8V) : alim. position vérin	10

Liaison Alimentation-Séquenceur

Alimentation	Signal	Séquenceur
5	0V (masse)	4 ; 7 ; 8
3	+24V : déclenchement ouverture	6
22	-18V :	5
23	+18V :	1

Liaison Alimentation-VCO

Alimentation	Signal	VCO
7	-18V (-12V) : alim. AO	1
5	0V (masse)	4 ; 9
9	+18V (+12V) : alim. AO + VCO	5

IX.4. Liaisons inter-étage

Liaison Séquenceur-bas

Séquenceur	Signal	Bas
2 ; 3	Jack stéréo : masse, CC	

Liaison Chaîne-bas

Chaîne	Signal	Bas
--------	--------	-----



11	Microswitch #1	
Aucun	Microswitch #1	
7	Microswitch #1	
Aucun	Microswitch #1	
3	Pression	

Liaison Alimentation-haut

Alimentation	Signal	Haut
5	0V (masse)	
1	+12V : alim. émetteur	
2	+18V : piles émetteur	
4	+27V : piles électrovanne	
6	-18V : piles VCO	
8	+18V : piles VCO	
13	-18V : piles chaîne	
12	+18V : piles chaîne	
17	-9V : piles capteurs	
16	+9V : piles capteurs	
25	-18V (ou -9V) : piles chaîne	
24	+18V (ou +9V) : piles chaîne	

Liaison VCO-haut

VCO	Signal	Haut
2	Signal vers émetteur	

X. RESULTATS

Nous allons maintenant analyser les résultats de la télémesure. Les signaux émis par la fusée ont été réceptionnés par le CNES qui a séparé les signaux de la porteuse et nous les a fournis sous forme de fichier WAVE.

Le logiciel Cool Edit nous a permis de réaliser simplement des filtres qui ont ainsi séparés les deux voies de télémesures.

Sur chacune de ces voies, nous avons observé des variations de fréquence ; nous les avons aussi entendues. Ces variations de fréquence nous indiquent d'une part que le séquenceur a bien envoyé un signal, que le microswitch de début de course a été relâché et que le microswitch de fin de course a été enfoncé. Et d'autre part que le vérin a reçu de l'air en provenance du réservoir, donc que l'électrovanne a fonctionné correctement.

Sur la bande son, nous pouvons aussi entendre le décompte précédent la mise à feu, ainsi que le bruit produit par la fusée lors de son vol. Cette bande son nous permet de connaître l'instant du décollage et donc de mesurer le temps séparant le décollage de l'ouverture de la fusée et de la libération du parachute. Grâce au logiciel, nous avons mesuré un temps de 14 secondes, ce qui confirme ce qui a été vu lors de la campagne, à savoir que la fusée s'est ouverte juste au moment de l'apogée.



XI. REMERCIEMENTS

Enfin, pour terminer ce rapport de projet, nous nous devons de remercier toutes les personnes et entreprises nous ayant aidés et soutenus durant le déroulement de ce projet :

Les organisateurs qui nous apportent chaque année une organisation de qualité et des moyens techniques conséquents :



L'**ANSTJ** sans qui l'activité aérospatiale n'aurait pas lieu en France.



Le **CNES** qui fournit gracieusement les propulseurs sans lesquels notre activité serait impossible.

Nos sponsors financiers qui nous permettent de subvenir à nos moyens :



L'**ESTACA** qui nous apporte le soutien matériel et financier nécessaire à de telles réalisations. Plus spécialement Mrs Bouttes et Deunf qui sont nos interlocuteurs privilégiés au cours de l'année.

Le **BDE ESTACA** qui supporte nos actions en apportant son aide financière et morale.



Le **Crédit Lyonnais** et plus spécialement Mr Verot qui nous fournissent un support financier.

Et **nos sponsors matériels** qui sont pour nous les plus conséquents et les plus importants puisqu'ils nous apportent un niveau de technologie exceptionnel qui ne nous serait pas permis sans leur aide :



Parker pneumatic qui nous accompagne pour la troisième année consécutive. Merci à Mr Zalewski pour ses précieux conseils et pour le temps qu'il nous a consacré et qu'il continue à nous consacrer.

Hurel Dubois et Mr Pochon dont l'accueil et l'aide nous ont permis d'avoir une structure en CARBON de qualité qui apporte à notre fusée des capacités importantes de tenue mécanique et une réduction de masse, cette structure étant l'un des éléments faisant de l'ESO l'un des clubs les plus avancés techniquement.



Union Thermique qui nous suit depuis la création du club, qui nous écoute et qui nous offre des matériaux de qualité et plus spécialement notre interlocuteur, Mr Hourcade.



Neubauer et spécialement Mr Cadran et le peintre Jean-Michel qui nous met la dernière touche la plus remarquée et la plus appréciée du public lors des forums, salons et campagnes de lancement.



Aérazur qui nous réalise des parachutes qui n'ont jamais faillis à leur tâche : accompagner délicatement notre fusée vers le sol. Merci à Mr Lecomte de nous accueillir et de nous écouter chaque année.



XII. CONCLUSION

Ce projet fut pour l'ESO un franc succès puisque le vol fut nominal et que l'ensemble des paramètres de la séparation nous ont confirmés sont bon fonctionnement.

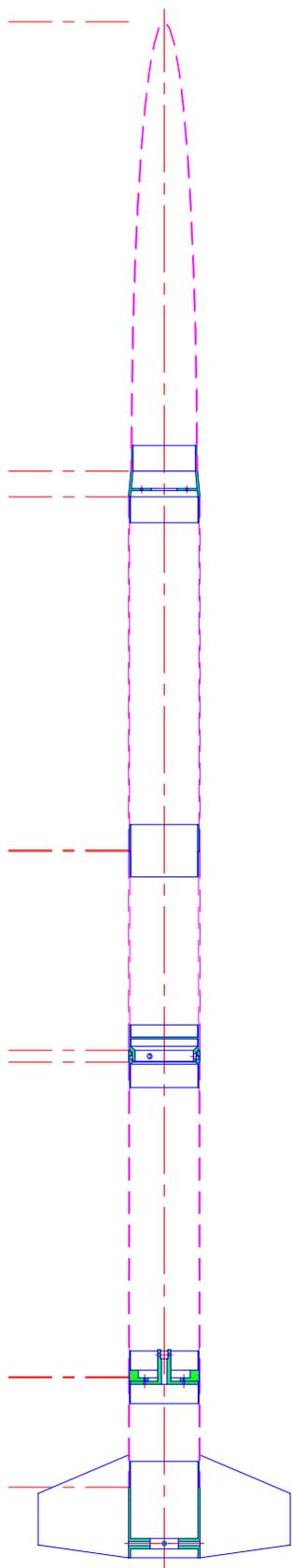
Après avoir passé de longues heures de conception et de réalisation, nous sommes fiers d'avoir réussi un tel défi, et nous envisageons déjà de lancer un nouveau projet de fusée pneumatique. Ce nouveau projet est une Bi-étage contenant une séparation pneumatique et un ensemble de capteurs permettant le contrôle des conditions de vol lors de la séparation du deuxième étage.

Ce projet nous a permis de nous épanouir dans un domaine qui nous tiens tous à coeur, nous tenons donc à remercier encore toutes les personnes ayant aidé ou participé au projet de près ou de loin sans lesquelles une telle aventure ne serait possible.

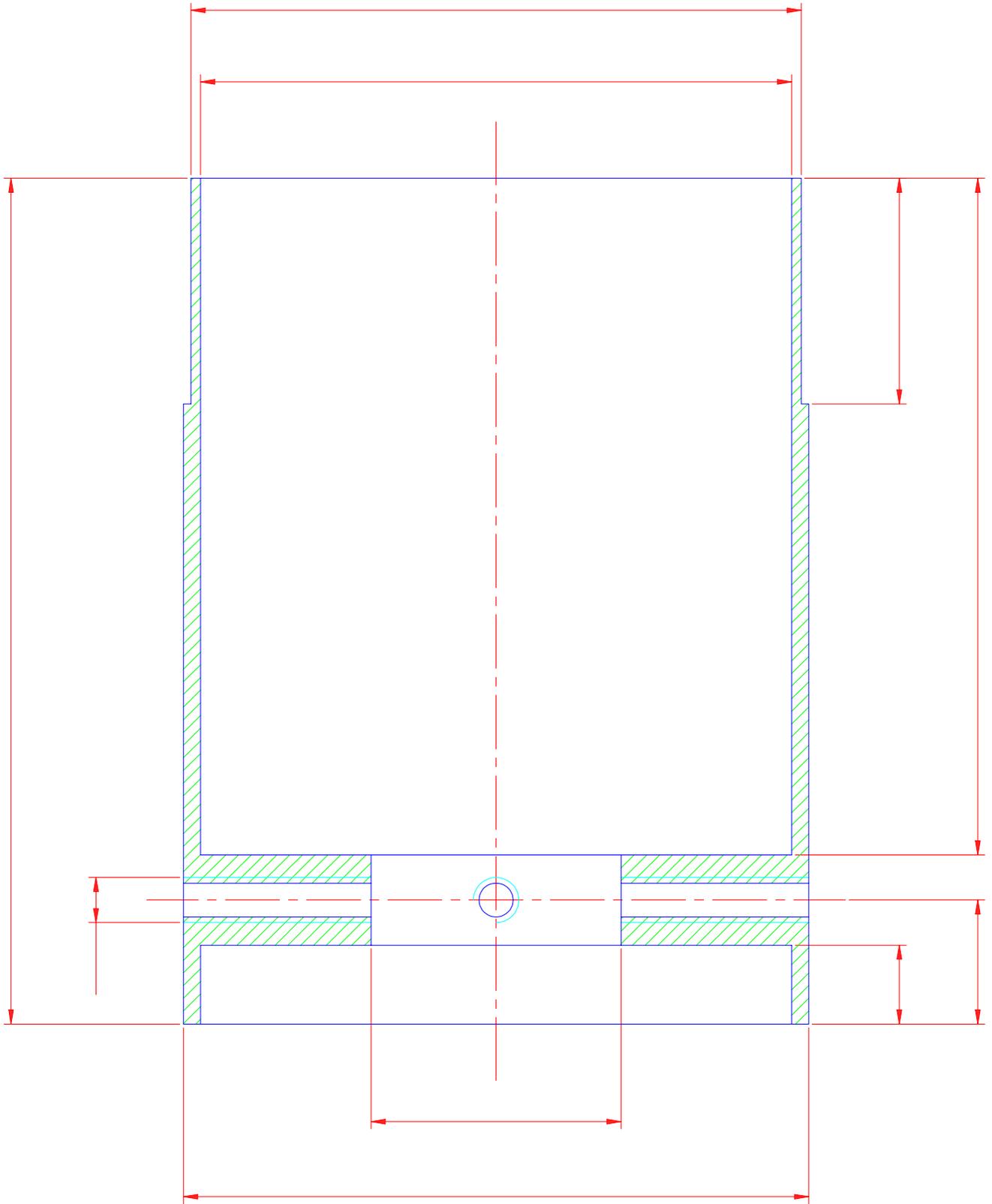


XIII. ANNEXES

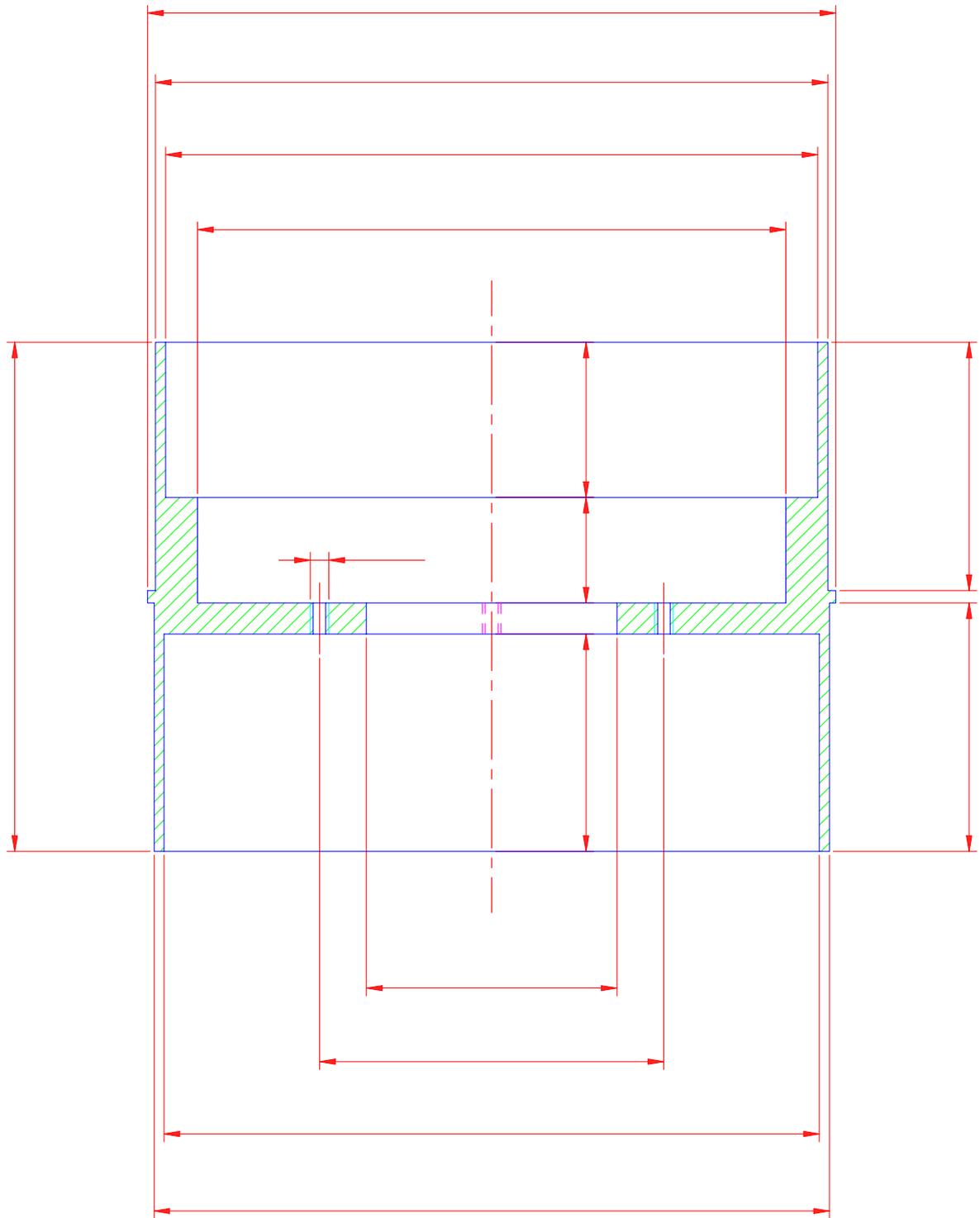
Ensemble des dessins de définition de la structure et des systèmes mécaniques de Revanche :



	Quantité: 1	Echelle:	
	Date: 10/09/99	PROJET: REVANCHE	
	Dessiné par: ESO	Matériau:	
	Désignation: Fusée		

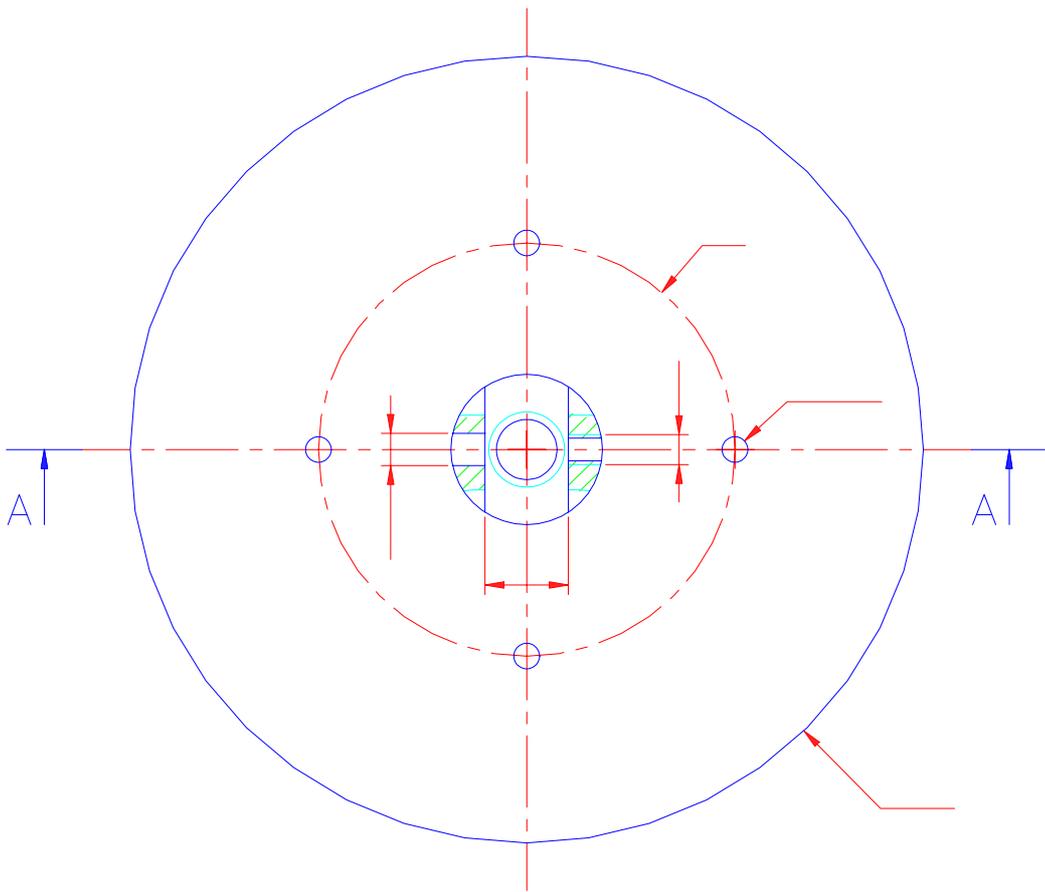
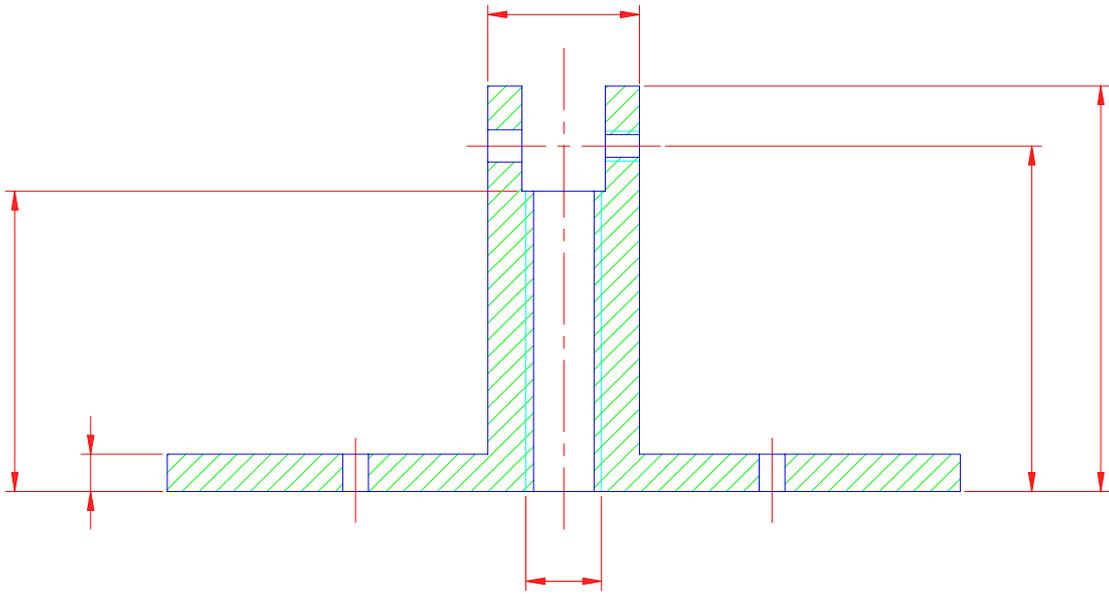


	Quantité: 1	Echelle: 1/1	
Date: 16/05/99	PROJET: REVANCHE		
Dessiné par: ESO	Désignation: Bague ailerons		Matériau: Aluminium

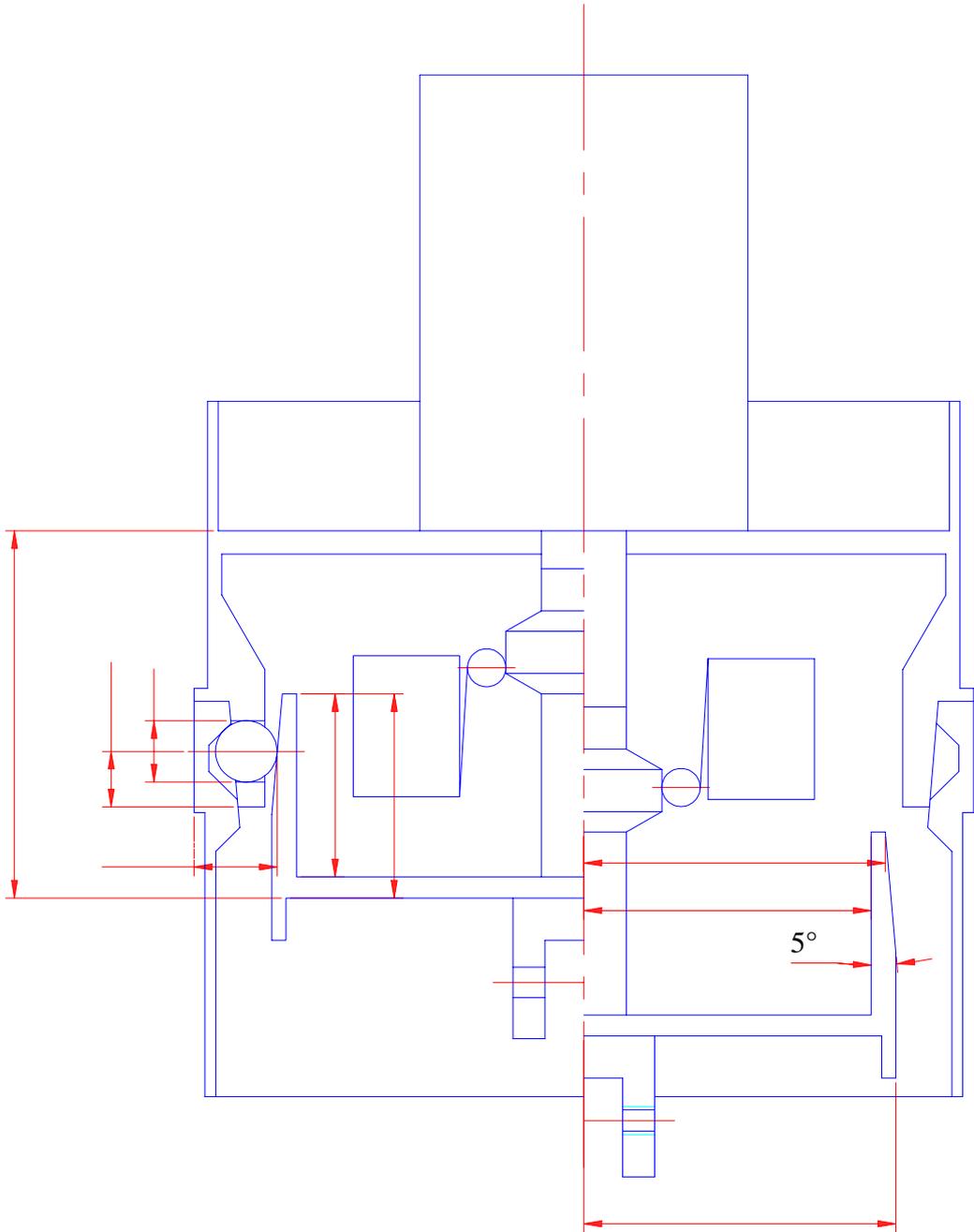


	Quantité: 1	Echelle: 1/1	
	Date: 15/05/99	PROJET: REVANCHE	
	Désignation: Bague de poussée		
	Dessiné par: ESO	Matériau: Aluminium	

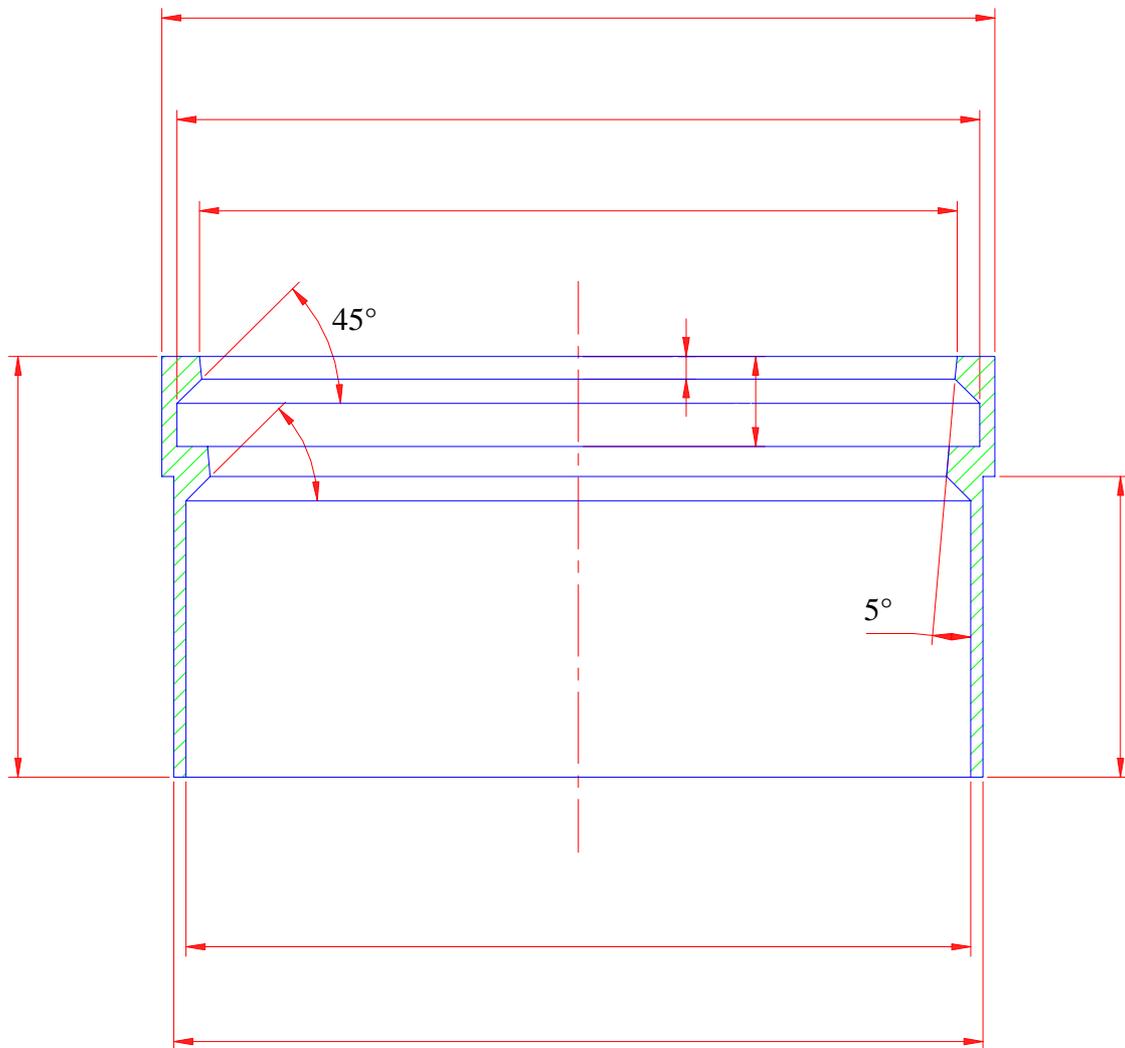
Coupe A-A

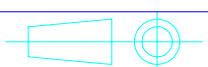


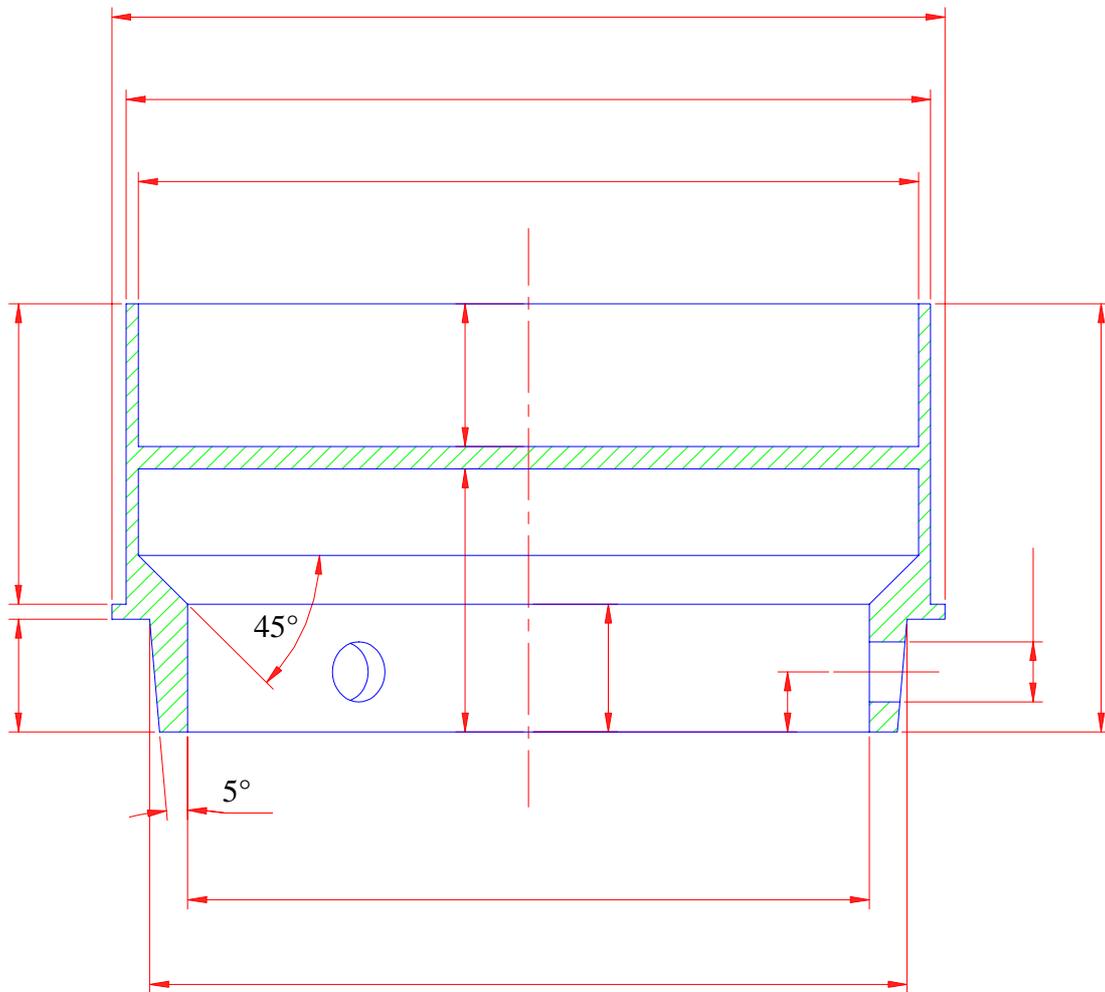
	Quantit?: 1	Echelle: 1/1	
	Date: 19/05/99	PROJET: REVANCHE	
	D?ssin? par: ESO	D?signation: Plaque de pouss?e	
		Mati?re: Aluminium	



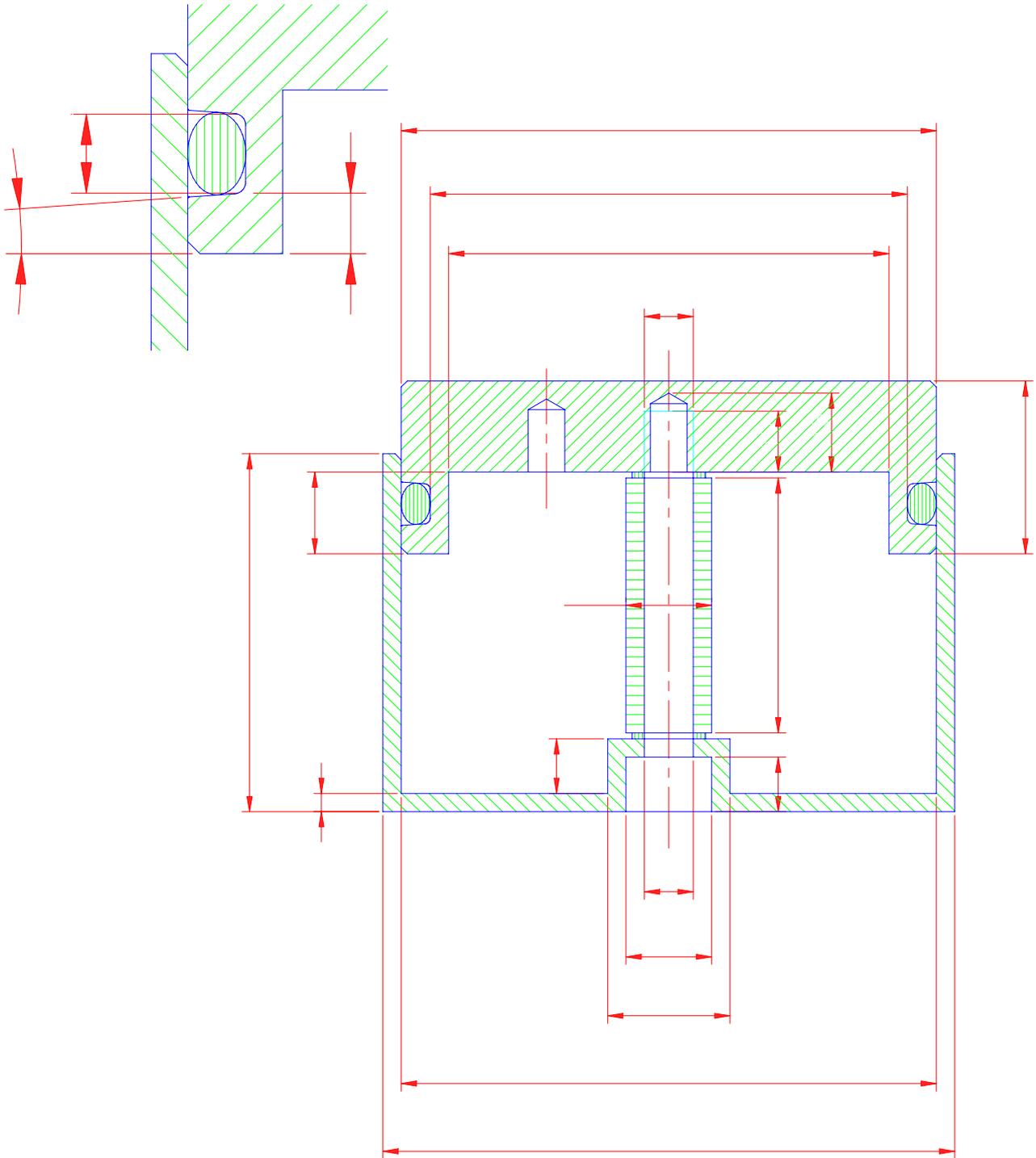
	Quantité: 1	Echelle: 1/1	
Date: 21/06/99	PROJET: REVANCHE		
Dessiné par: ESO	Désignation: Couronne		Matériau: Aluminium

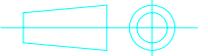


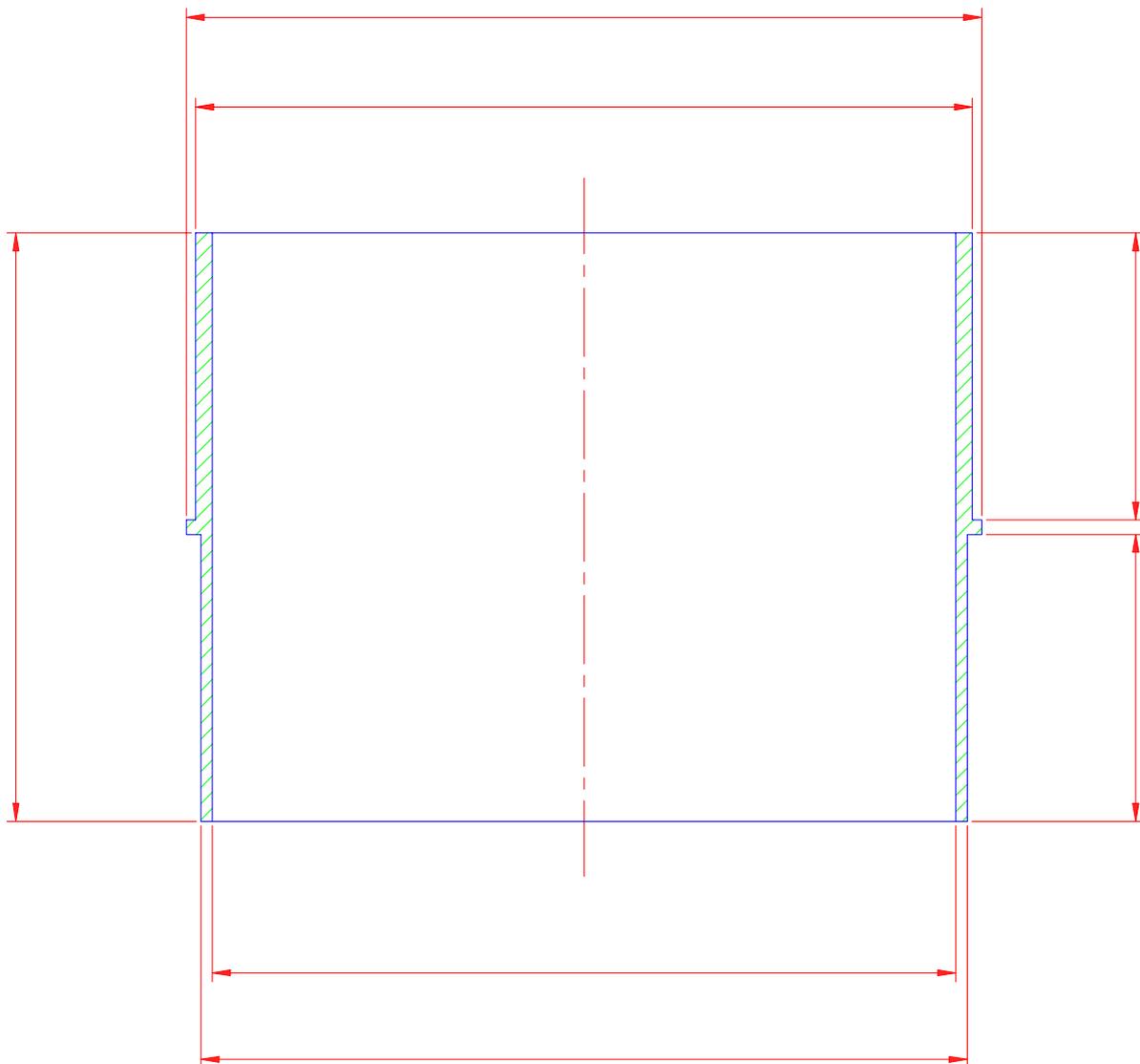
	Quantité: 1	Echelle: 1/1	
Date: 08/02/99	PROJET: REVANCHE		
	Designation: Séparation basse		
Drawn by: ESO	Material: Aluminium		



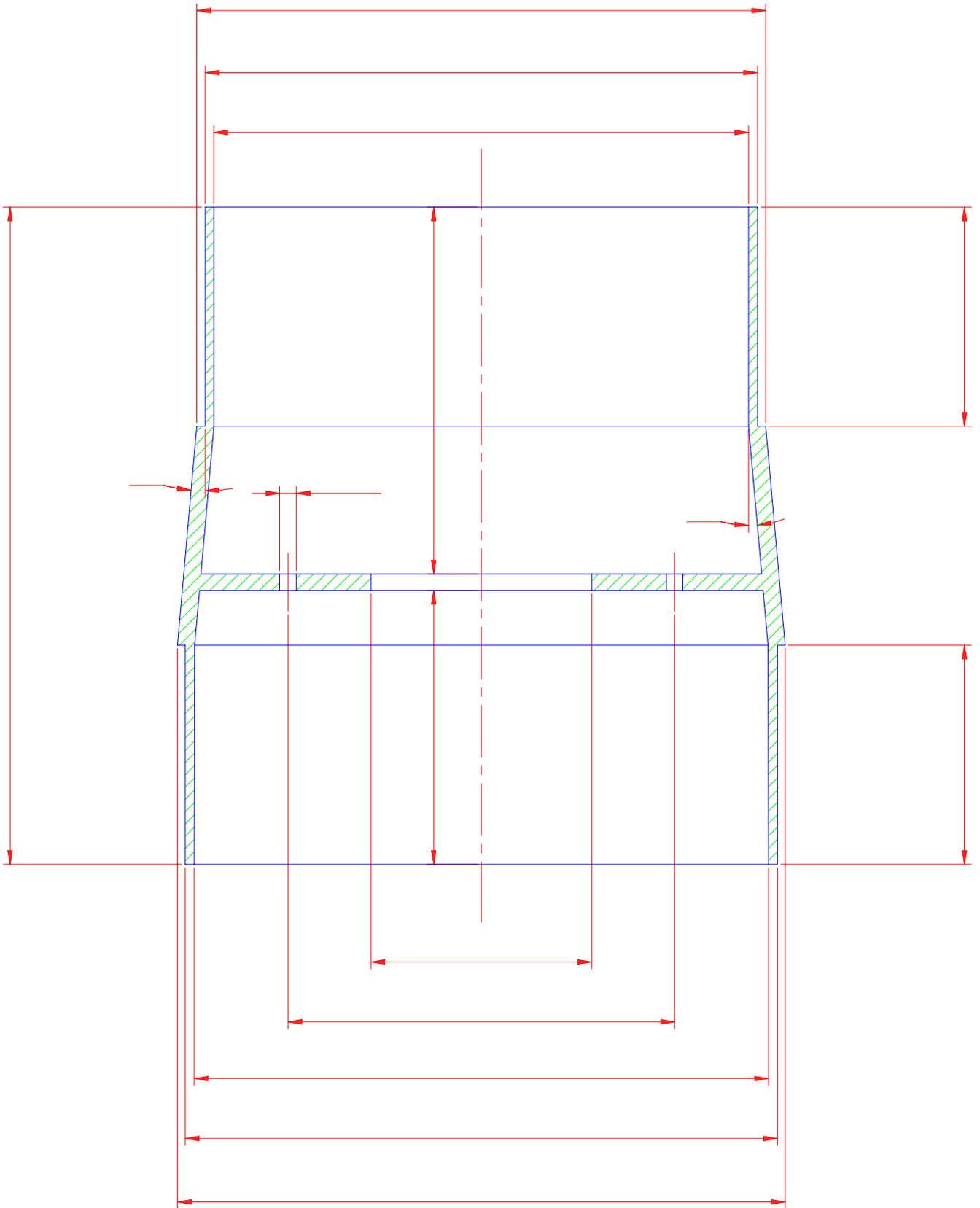
	Quantité: 1	Echelle: 1/1	
Date:	PROJET: REVANCHE		
08/02/99	Désignation: Séparation haute		
Dessiné par: ESO	Matériau: Aluminium		



	Quantité: 1	Echelle: 1/1	
Date: 29/06/99	PROJET: REVANCHE		
Dessiné par: ESO	Désignation: Réservoir		
	Matériau: Aluminium		



	Quantité: 1	Echelle: 1/1	
Date: 16/05/99	PROJET: REVANCHE		
Dessiné par: ESO	Designation: Bague électronique-pneumatique		
	Matière: Aluminium		



	Quantité: 1	Echelle: 1/1	
Date: 16/05/99	PROJET: REVANCHE		
Dessiné par: ESO	Désignation: Bague ogive-électronique		Matériau: Aluminium