



HRR LEADER

Equipe :

Robin Martinelle
Alice Viot
Léo Bardouillet
Hendrick Nubéron
Edouard Singer
Romain Santucci
Rafael Martinez
Dimitri Senin
Elio Salameh

ENSIAME, 2018

Résumé : Ce projet de fusée expérimentale a pour but de mettre en œuvre la mesure de vitesse par deux méthodes différentes et de les comparer. D'autre part, l'objectif est de mener à bien la conception et la réalisation de la fusée en elle-même. Nous avons aujourd'hui une fusée entièrement assemblée et une expérience qui fonctionne. Il nous faut encore retravailler sur la carte parachute pour qu'elle soit opérationnelle.



1 : l'équipe projet avec la fusée



Document de fin de projet

1 Introduction

Dans le cadre de notre formation d'ingénieurs à l'ENSIAME de Valenciennes, nous avons en dernière année un module plateau-projet, deux jours par semaine. Nous avons donc choisi le sujet « Réalisation d'une fusée expérimentale ». Une équipe a déjà travaillé dessus en 2016/2017 mais ils ne sont cependant pas parvenus à mener à bien la réalisation de la fusée. Nous avons cependant des éléments sur lesquels s'appuyer pour démarrer le projet.

Le club ENSIAME est séparé en deux équipes : celle s'occupant de la partie mécanique, composée de quatre personnes) et celle s'occupant de la partie électronique (5 personnes). Un responsable a été choisi dans chaque équipe, ainsi qu'un responsable de communication entre les deux groupes. Nous avons de plus deux tuteurs académiques (un pour la méca et un pour l'élec), et nous avons eu trois soutenances de projet devant un jury de professeurs de l'école.

Concernant le travail à réaliser, une CAO de la fusée était partiellement faite, l'expérience avait déjà été trouvée et une réflexion à propos de l'électronique à embarquer avait été réalisée.

2 Description mécanique



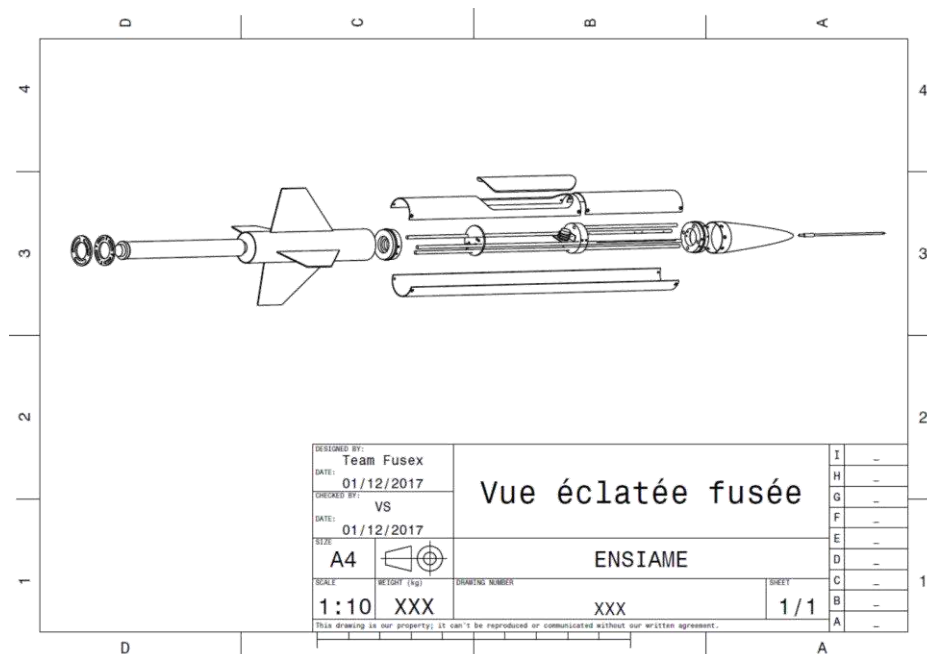
2 : fusée



Document de fin de projet

Caractéristiques de la fusée :

- Hauteur : **1,95m**
- Masse : **7,615 kg à vide**
- Diamètre : **100mm**
- Envergure : **395mm**
- Matériau : **Aluminium pour le corps et fibre de verre pour le nez**
- Treillis et peau porteurs



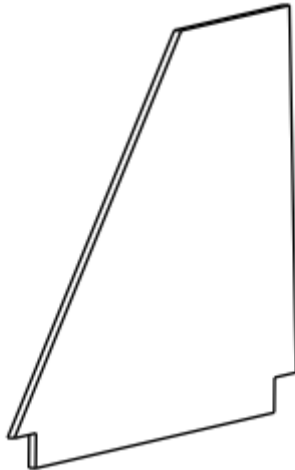
3 : Structure du corps de la fusée




Document de fin de projet

Ailerons et StabTraj

Les ailerons sont fixés sur le tube propulseur, et leur forme est présentée sur la figure suivante. Dans ce tube se trouvent les anneaux de centrage pour le moteur comme spécifié dans le cahier des charges de Planète Sciences.



4 : ailerons



STABILITO

Stabilité de fusée à ailerons

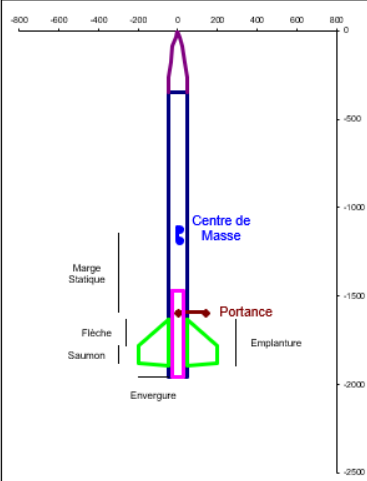
Remplir les cases jaunes

Fusée	
Nom	HRR LEADER
Club	ENSIAME
Type	Fusée expérimentale.
Masse	9800 g avec propu plein
Centre de Masse	1177 mm avec propu plein
Longueur totale	1958 mm

Propulseur	
Type	Barasinga (Pro54.5G)
Position du bas	1958 mm

Coiffe	
Forme	Ogivale (pointue)
Hauteur	350 mm
Diamètre	100 mm

Ailerons	
Mono-empennage	
Emplanture 'm'	260 mm
Saumon 'n'	100 mm
Flèche 'p'	150 mm
Envergure 'E'	147,5 mm
Épaisseur 'ep'	3 mm
Nombre	4
Position du bas	1890 mm



Marge Statique, Flèche, Saumon, Envergure, Centre de Masse, Portance, Emplanture

Language/Langue Français

Fusée mono-diamètre,

	Propu plein	Propu vide	Sans propu
Masse propu	1 685 kg	0 652 kg	-
CdM propu	250 mm	240 mm	-
Masse fusée	9,8 kg	8,767 kg	8,115 kg
CdM fusée	1177 mm	1112 mm	1064 mm

	XCp	Cna
Coiffe	163 mm	2,0
Ailerons	1742 mm	18,6

14/05/2018	Min	Résultats	Max
Finesse	10	19,6	35
Portance	15	20,6	40
Marge Stat.	2 D	4,11 D	4,76 D
Couple	40	84,6	97,9
XCp		#####	#####
MS JL		21% L	24% L

STABLE

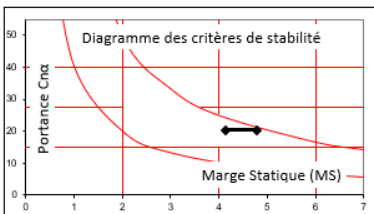


Diagramme des critères de stabilité, Portance Cna, Marge Statique (MS), Checksum : propu OK v3.4

Commentaire libre :



Document de fin de projet



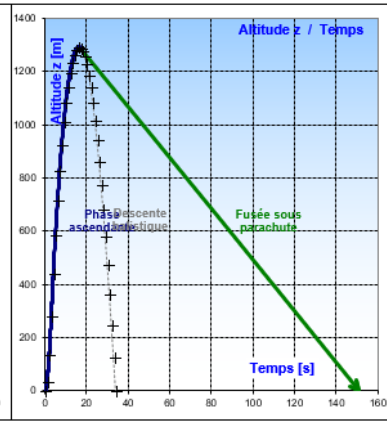
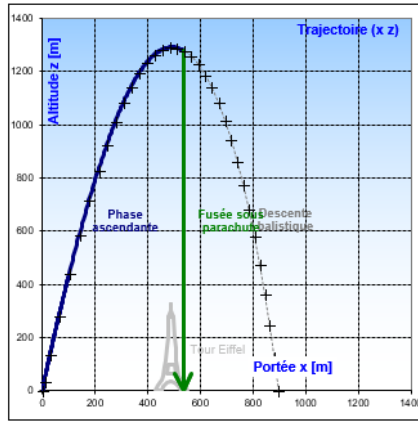
TRAJECTO

Trajectographie de fusée

Remplir les cases jaunes

Fusée	
Nom	HRR LEADER
Club	ENSIAME
Masse totale	9,8 kg
Propulseur	Barasinga (Pro54-5G)
Trainée Aérodynamique	
Surface Réf.	0,009624 m ²
Cx	0,6
Rampe de Lancement	
Longueur	4 m
Élévation	80 °
Altitude	0 m

Descente Sous Parachute	
Fusée	0 satellite
Masse	8,767 kg
Dépotage	autre
Ouverture para	18 s
Surface para	1,52 m ²
Cx parachute	1
Vitesse du vent	5 m/s
Vitesse descente	9,6 m/s
Durée descente	133 s
Durée du vol	151 s
Déport latéral	± 666 m



14/05/2018						
	Temps	Altitude z	Portée x	Vitesse	Accélération	Efforts
Sortie de Rampe				24,7 m/s		
Vit max & Acc max				171 m/s	81 m/s ²	
Culmination, Apogée	16,3 s	1292 m	489 m	28 m/s		
Ouverture parachute fusée	18,0 s	1279 m	536 m	31 m/s		913,2 N
Impact balistique	34,1 s	~0 m	897 m	127,5 m/s		71215 J

Pour localiser la fusée	
Couleur fuselage/coiffe	Rouge...
Couleur parachute fusée	Rouge et blanc

Commentaire libre :

propu OK
v3.4

Système de récupération

Le système de récupération est un parachute hémisphérique, de surface 1.52 m². L'éjection se fait par une porte latérale, fixée au corps avec un électroaimant. Un ressort est présent pour assurer une éjection optimale.



5 : parachute



Document de fin de projet



Support des cartes électroniques



7 : logement électronique

Les deux cartes électroniques seront fixées dans le logement supérieur de la fusée, entre la coiffe et le logement parachute. Celles-ci seront directement attachés aux quatre barres cylindriques.



Document de fin de projet

Coiffe :



8 : Ogive

Nous avons réalisé la coiffe de la fusée en fibre de verre. Nous sommes partis d'un moule en bois, sur lequel nous avons appliqué des couches successives de tissu de fibre de verre et de résine. Après séchage et démoulage, nous avons appliqué du mastic pour carrosserie, poncé et peint le nez pour obtenir un résultat final très satisfaisant. Pour terminer le nez a été percé pour le fixer au corps et pour faire passer le tube de Pitot.



9 : ogive avec le tube de Pitot



Document de fin de projet

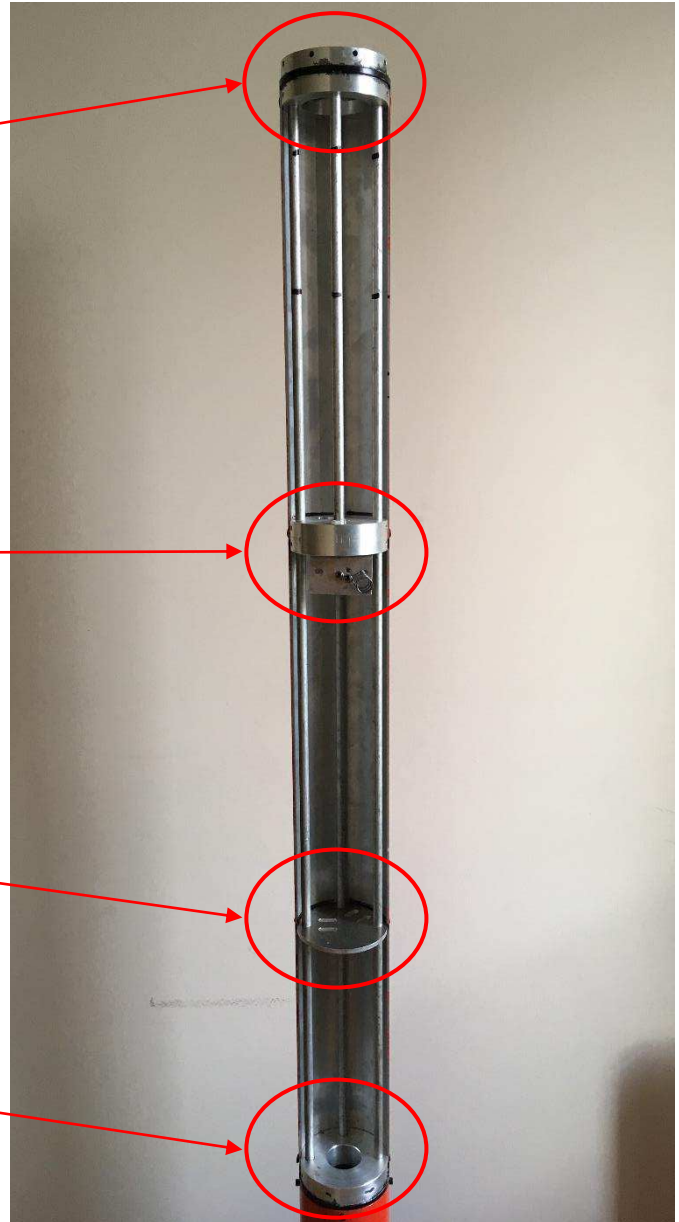
Le corps de la fusée est composé d'une peau, de bagues de maintien et de barres cylindriques, le tout en aluminium.

Palier supérieur : maintien des barres et de la peau, liaison entre la structure et la coiffe. Percée au milieu pour faire passer le tuyau en silicone pour le tube de Pitot.

Bague intermédiaire : maintien des barres et de la peau, séparation entre logement électronique et parachute. Percée pour faire passer les câbles d'alimentation de l'électroaimant et le support est fixé dessus.

Bague parachute : fixée sur les barres et la peau, elle sert à attacher le parachute avec quatre rainures oblongues où les sangles passeront.

Bague de poussée : le moteur vient s'appuyer dessus pour fournir la poussée. Elle est fixée à la peau, aux barres et au logement propulseur.



Remarque : Les plans complets de la fusée sont tous visibles en annexe de ce document pour une meilleure lisibilité.



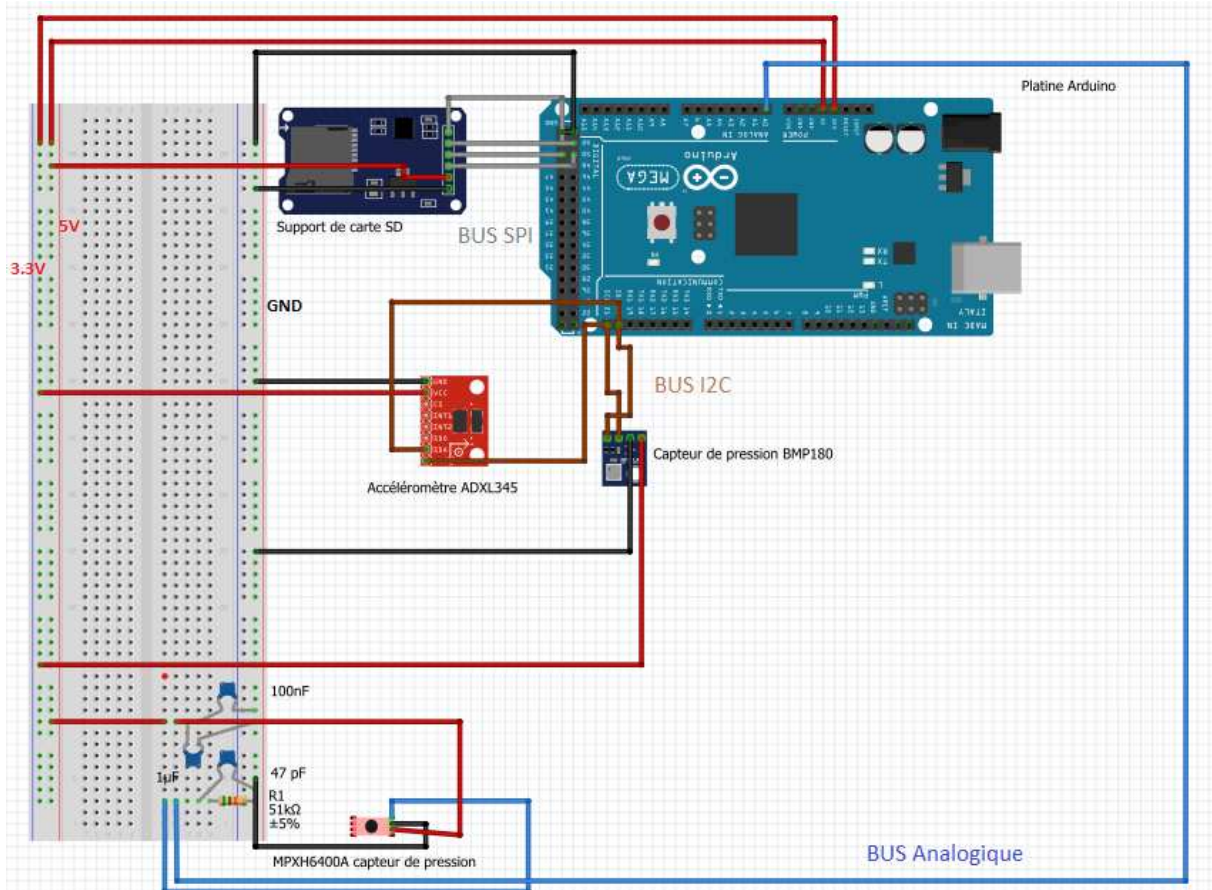
Document de fin de projet

3 Description électronique et informatique

Aperçu de l'électronique dans la fusée :

Nous avons 2 cartes électroniques, indépendante l'une vis-à-vis de l'autre.

Carte n° 1 : carte expérimentale



10 : schéma de câblage de la carte expérimentale.

Elle est située dans la partie supérieure de la fusée et est alimentée par une batterie lithium-ion 5v.

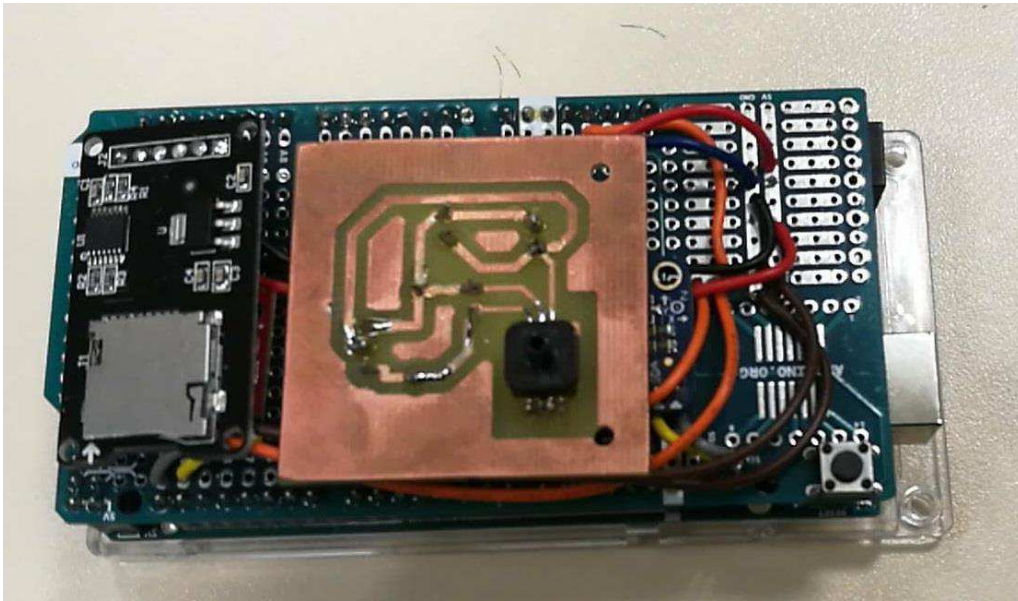


Batterie 5v d'alimentation



Document de fin de projet

Photo de la carte une fois terminée :



Cette carte stocke ces informations sur carte micro SD.

Il n'y a PAS de télémétrie et PAS de communication à distance.

Carte n°2 : carte parachute

Il s'agit d'une carte de type arduino Uno.



Elle est équipée d'un accéléromètre adxl345 afin de détecter le décollage. Elle commande un transistor qui lui-même alimente l'électro-aimant en 12v.

Principe de fonctionnement :

- On allume la carte sur la rampe de lancement, les LED clignotent puis restent en vert fixe.
- Dès que le décollage est détecté par l'accéléromètre, la LED verte clignote : le compte à rebours est en cours.



Document de fin de projet

- Si l'accéléromètre détecte l'apogée, on déclenche l'ouverture du parachute (LED rouge allumée)
- Si pas de perte d'apogée détectée, le parachute sera tout de même ouvert grâce au compte à rebours -> LED rouge allumée

En conclusion : On a bien 2 moyens d'ouverture du parachute commandés par la même carte.

Alimentation de la carte :

- Batterie lithium-ion (semblable à celle de la carte expérience : avantage : rechargeable, bouton marche arrêté, inconvénient : cout élevé)

OU

- Pile 9V (avantage : cout faible, poids léger, inconvénient : Non rechargeable, autonomie plus faible)

Alimentation de l'aimant :

Actuellement, le montage est à base de pile 9v et de réduction de la tension par des diodes. Problème : Fiabilité du système : la tension varie grandement entre 2 essais, mise en place compliqué.

Solution : ajouté un régulateur de tension (mais mise en place compliquée et durée de vie du système faible dû à l'autonomie des piles)

OU

Achat d'une batterie 12v NimH permettant une alimentation plus fiable et rechargeable.

Avantage : mise en place plus simple dans la fusée

Inconvénient : Poids plus élevé et cout plus élevé.

Actuellement, la carte doit être refaite, en conséquence d'un mauvais câblage provoquant des courts-circuits. Cependant un test a été réalisé pour vérifier la bonne ouverture de la trappe et il a été concluant, donc la méthode reste correcte.

4 Expérience

L'objectif est simple, au terme d'une phase de post-traitement des données récupérées pendant le vol, il s'agit d'effectuer un comparatif de mesure de vitesse de la fusée entre deux méthodes différentes.

Première méthode : accéléromètre

Un accéléromètre 3 axes va effectuer diverses mesures d'accélération qui une fois traitées par des méthodes d'intégration appropriées donneront une image de la vitesse instantanée de la fusée à plusieurs instants donnés.

Etalonnage du système :



Document de fin de projet

Procédé : Afin de tester l'accéléromètre, nous le fixons à un cube que nous changerons de face afin de vérifier la mesure sur l'axe Z.

Résultat attendu : Nous attendons bien entendu une valeur similaire à 9.81 m/s^2 sur chaque rotation qui représente l'accélération de la pesanteur

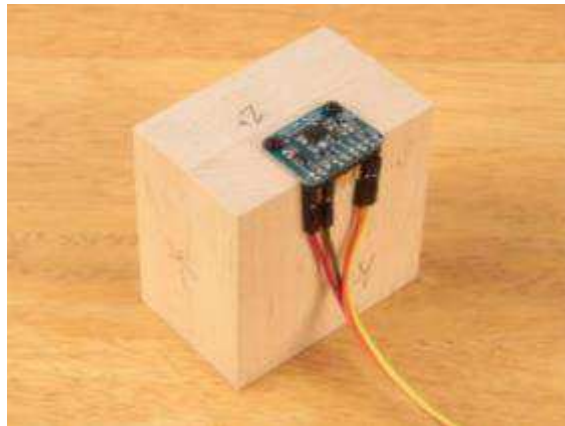
Résultat du Test :

Axe X : 8.43 m/s^2

Axe Y : 8.59 m/s^2

Axe Z : 8.96 m/s^2

Validation : Les valeurs trouvées sont très cohérentes et assez proches de la valeur attendue.

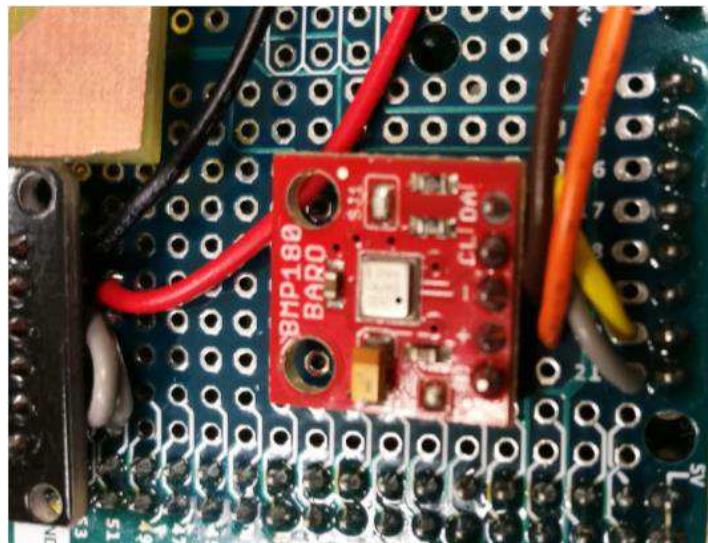


Deuxième méthode : tube de Pitot

L'objectif est de déterminer avec ce système la vitesse de la fusée par une mesure de pression.

Tests des capteurs :

Capteur de pression atmosphérique :



Capteur de pression atmosphérique bmp180



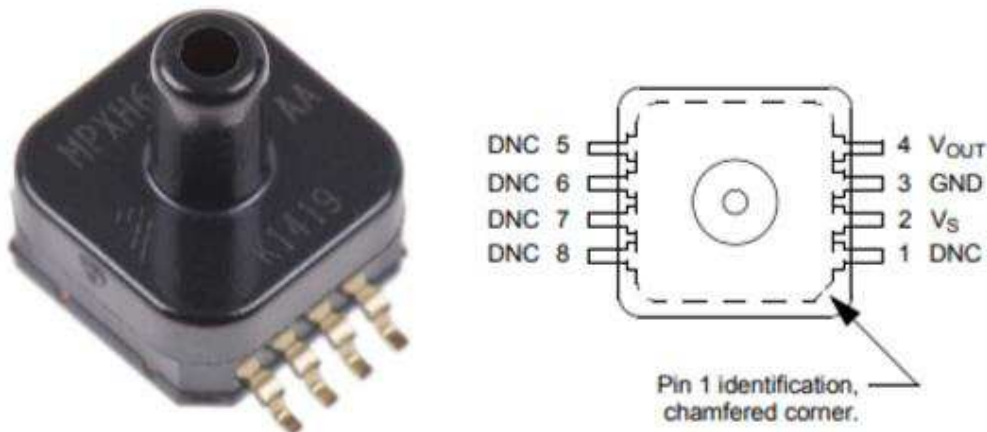
Document de fin de projet

Procédé : Nous avons commencé par regarder les conditions atmosphériques de la région qui nous donnait une pression autour des 1010 hPa, le but du test sera donc dans un premier temps de valider cet ordre de grandeur dans une cage d'escalier à l'étage 0 puis dans un second temps de monter d'un étage en observant la variation de pression mesurée.

100935.84	0.5		ETAGE 0 : Pression stabilisée autour de 1009,3 hPa Altitude qui oscille autour de 0.5m
100932.16	0.8		
100935.78	0.5		
100934.70	0.6		
100937.96	0.3		
100938.29	0.3		
100934.98	0.6		
100933.55	0.7		
100933.89	0.7		
100933.15	0.7		
100937.88	0.3		
100938.64	0.3		
100898.96	3.6		
100892.78	4.1		
100890.17	4.3		
100887.64	4.5		
100892.37	4.2		
100887.98	4.5		
100892.05	4.2		
100888.71	4.5		
100894.21	4.0		
100888.73	4.5		
100896.04	3.8		
100886.88	4.6		
100892.33	4.2		

Validation : La pression atmosphérique est très proche de celle annoncé par météo France à ce jour et la montée d'un étage nous donne une variation d'environ 1 mbar ce qui est plutôt proche de la réalité.

Capteur de pression dynamique :



Capteur MPXH6400A



Document de fin de projet

Procédé : Nous avons commencé par relier le capteur CMS au tube de Pitot à l'aide du tuyau pneumatique prévu à cet effet. Puis nous avons simulé une accélération (et une décélération) en soufflant dans le tube de Pitot.

Résultat attendu : Un Souffle humain standard au repos oscille autour de 1000mbar (= 1000Pa), en soufflant (ou en aspirant) dans le tube.

Nous avons obtenu des résultats cohérents, 4000 Pa pour le souffle et 10000 Pa pour l'aspiration.

Concernant la sauvegarde des données, nous choisissons une carte SD avec une capacité de 4GB (ce qui peut contenir plusieurs millions d'événements). Nous effectuons 15 mesures par seconde, donc pour un vol de 3min, il y aurait 2700 mesures.

Cette carte échangera en temps réel avec la Arduino via BUS SPI pour la rapidité de traitement que cela offre ainsi que pour la sécurité des données.

En conclusion, tous les systèmes sont, ou sont proches d'être opérationnels. Il reste du travail sur la carte parachute, mais nous avons tout de même pu tester l'ouverture de la trappe avec succès. La structure est entièrement finie et l'intégration de la partie électronique est également finie.

Pour finir, nous souhaitons remercier notre école, l'ENSIAME, qui nous a accordé le financement nécessaire, ainsi que nos encadrants académiques qui nous ont suivis tout au long de l'année. Un grand merci également à l'équipe de Planète Sciences qui nous permet de réaliser ce projet.

D

C

B

A

4

3

2

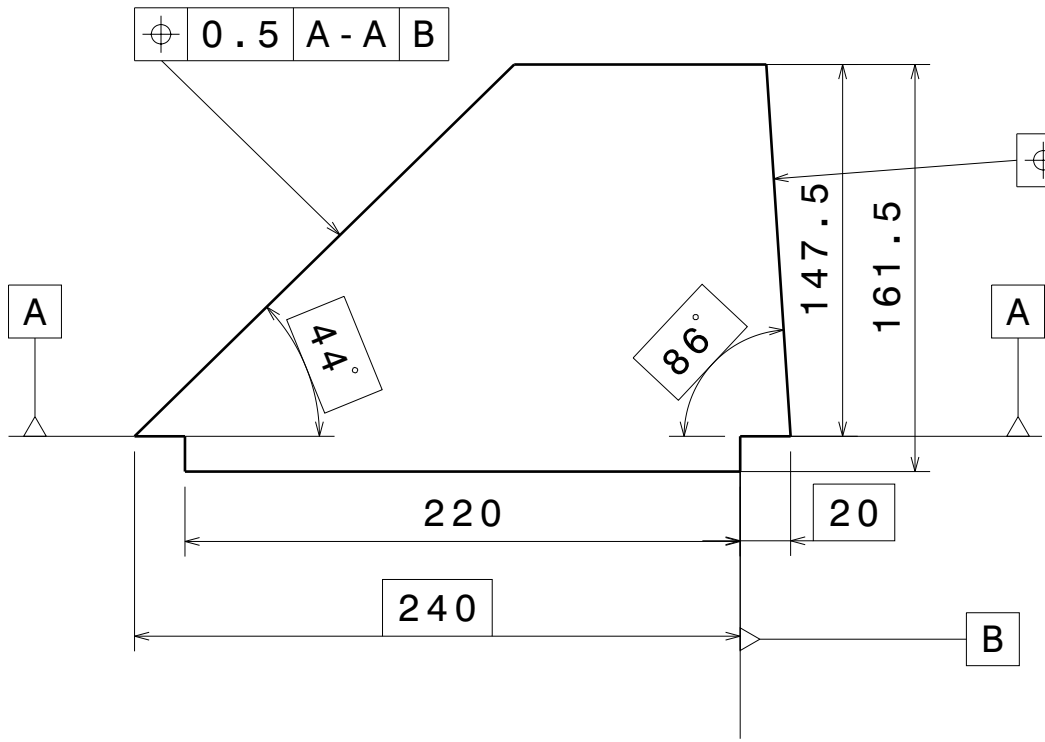
1

4

3

2

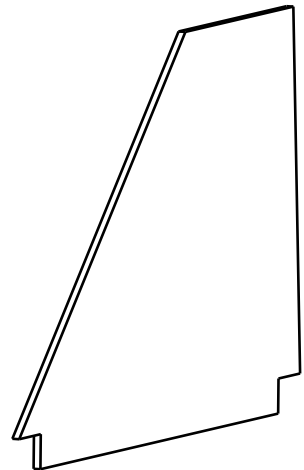
1



Plan en correspondance avec le plan "Tube propulseur", l'épaisseur de l'aileron définira la taille des encoches en fonction des tôles utilisées

NB : pièce à réaliser 4 fois

Norme iso 2768 ck



DESIGNED BY: Team Fusex	
DATE: 01/12/2017	
CHECKED BY: VS	
DATE: 01/12/2017	
SIZE A4	
SCALE 1:3	WEIGHT (kg) 0.241

<h1>Aileron</h1>			
		ENSIAME	
DRAWING NUMBER		SHEET	
		1 / 1	

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

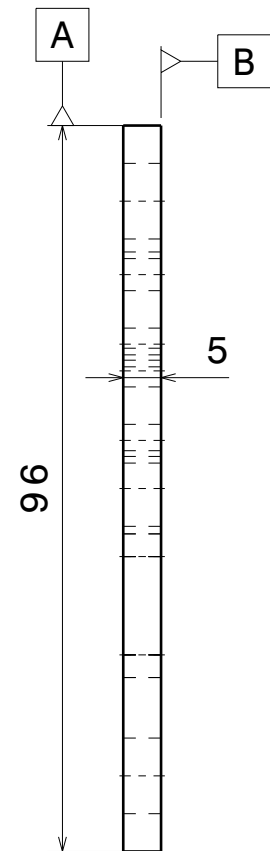
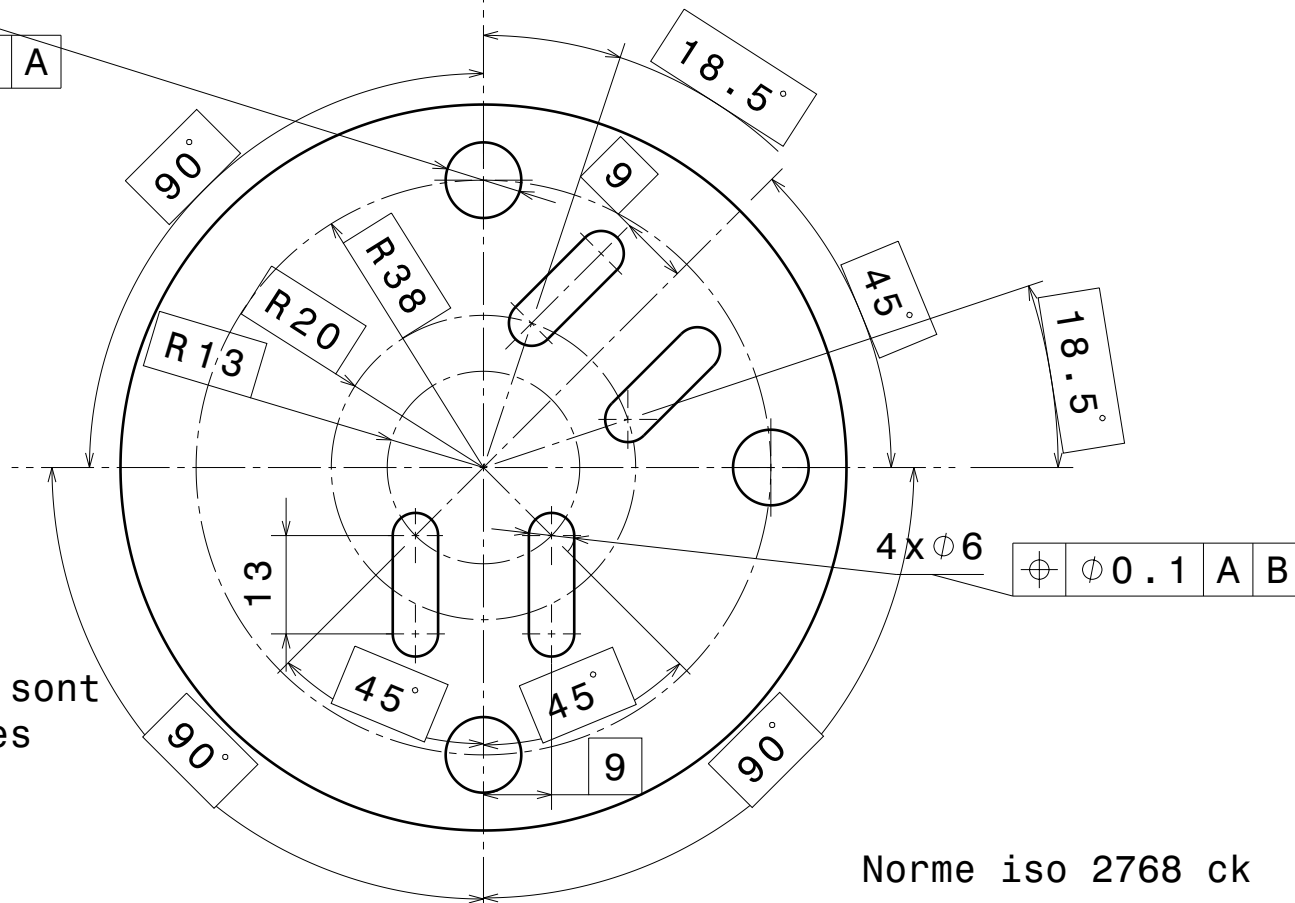
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

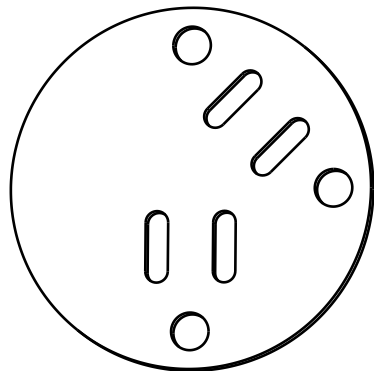
3x ϕ 10

ϕ 0.2 A



Les 4 rainures sont identiques

Norme iso 2768 ck



DESIGNED BY: Team Fusex	
DATE: 01/12/2017	
CHECKED BY: VS	
DATE: 01/12/17	
SIZE A4	
SCALE 1:1	WEIGHT (kg) XXX

Bague attache parachute		I	-
		H	-
ENSIAME		G	-
		F	-
DRAWING NUMBER XXX		E	-
		D	-
SHEET 1/1		C	-
		B	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.		A	-

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

D

C

B

A

D

A

4

3

2

1

4

3

2

1

D

C

B

A

4

4

3

3

2

2

1

1

3x M4

	$\phi 0.1$	A
--	------------	---

R38

R27.5

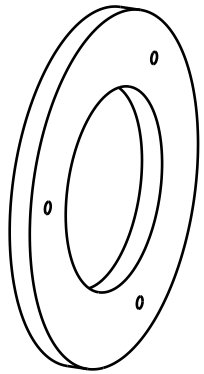
120°

R48

A

6

Norme iso 2768 mk



DESIGNED BY: Team Fusex	
DATE: 01/12/2017	
CHECKED BY: VS	
DATE: 01/12/2017	
SIZE A4	
SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0.079

Bague de centrage bas

DRAWING NUMBER ENSIAME	SHEET 1 / 1
----------------------------------	-----------------------

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

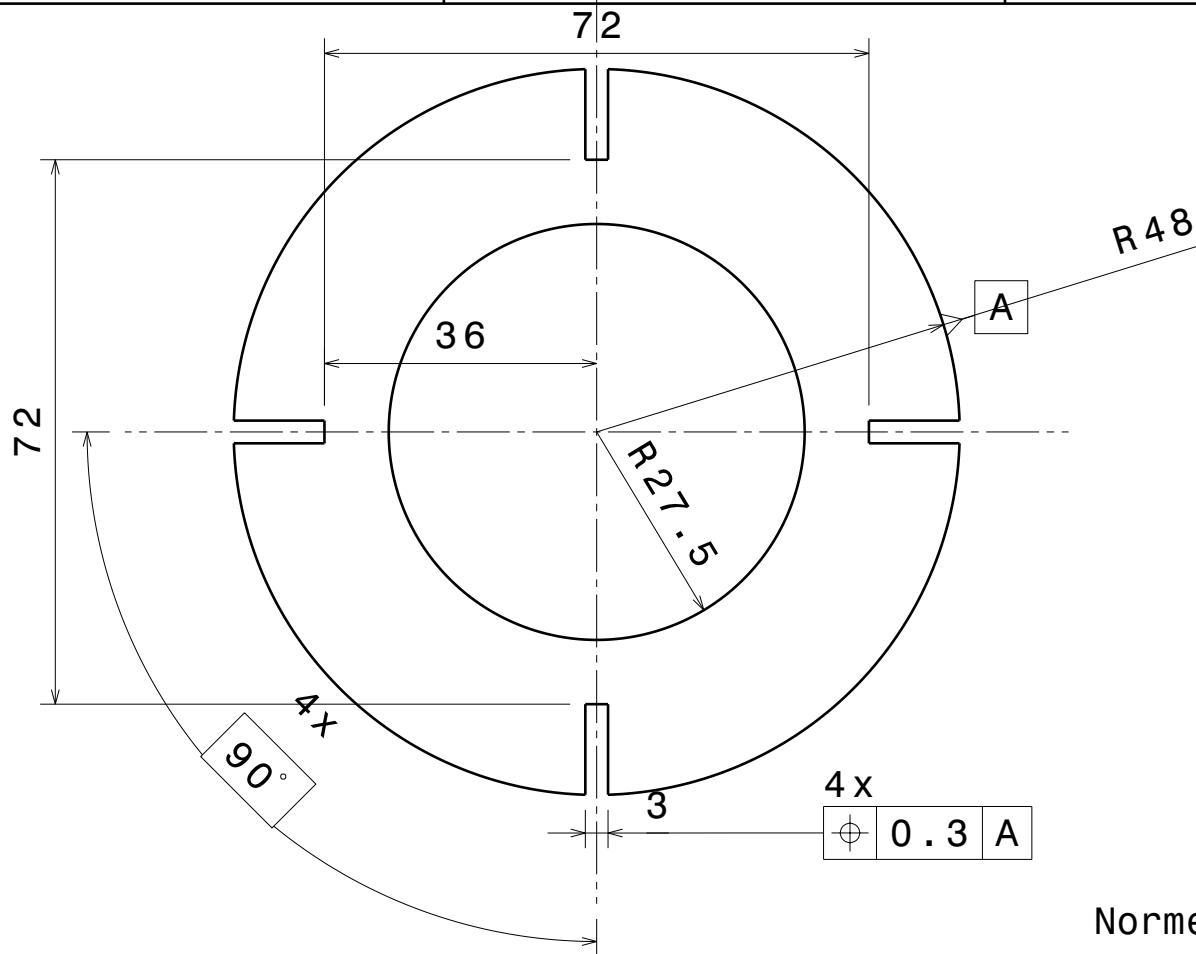
A

D

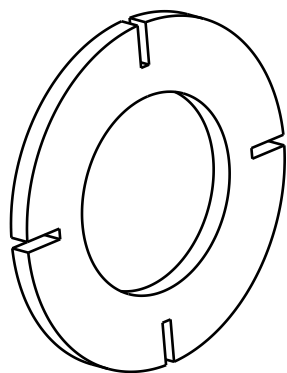
C

B

A



Norme iso 2768 mk



DESIGNED BY:
Team Fusex
DATE:
01/12/2017

CHECKED BY:
VS
DATE:
01/12/2017

Bague centrage haut

SIZE
A4

ENSIAME

SCALE
1:1

WEIGHT (kg)
0.077

DRAWING NUMBER
XXX

SHEET
1/1

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

H G F E D C B A

4

3

2

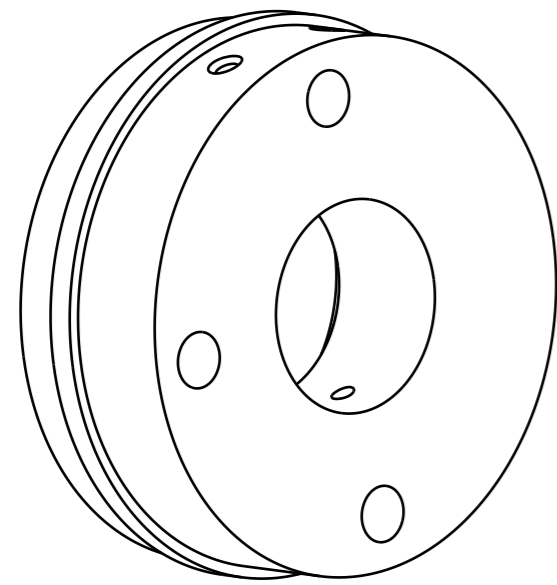
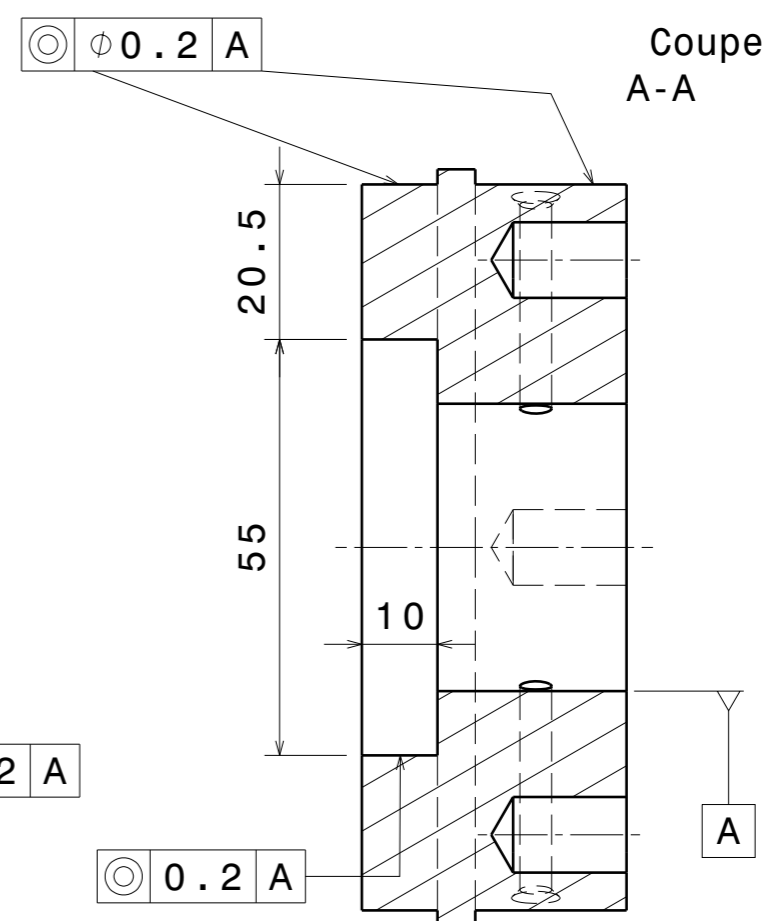
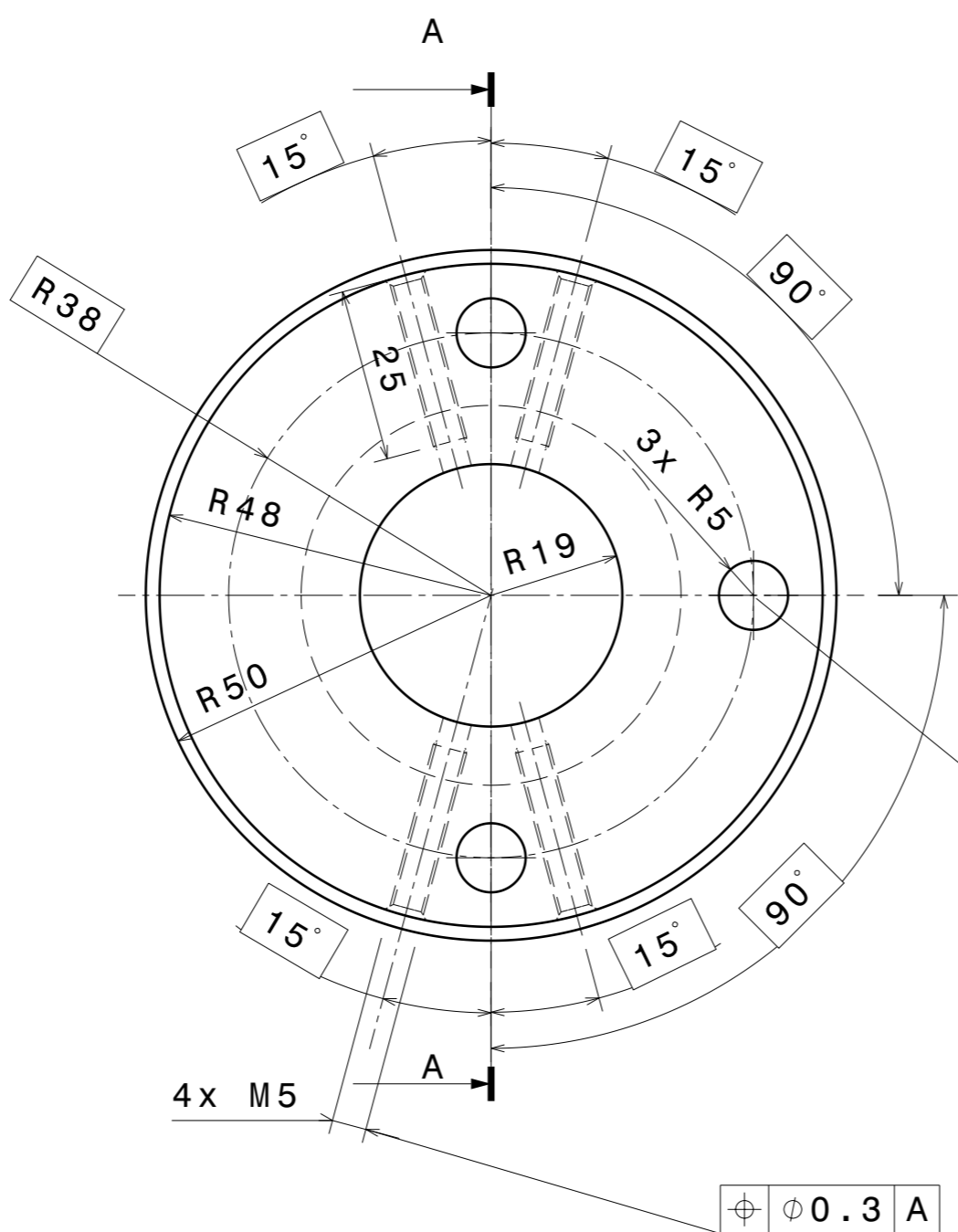
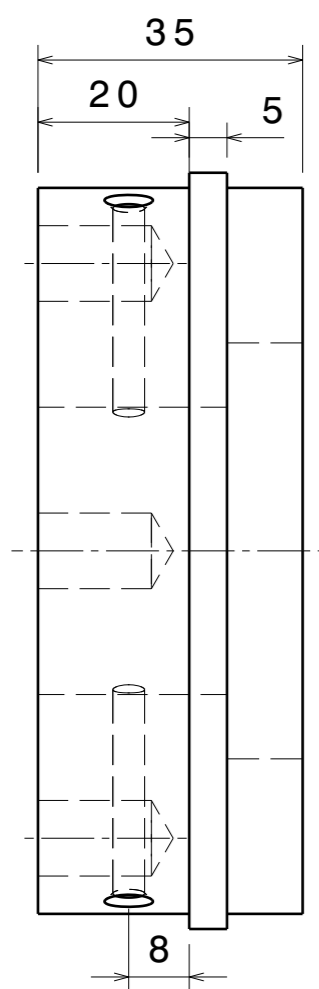
1

4

3

2

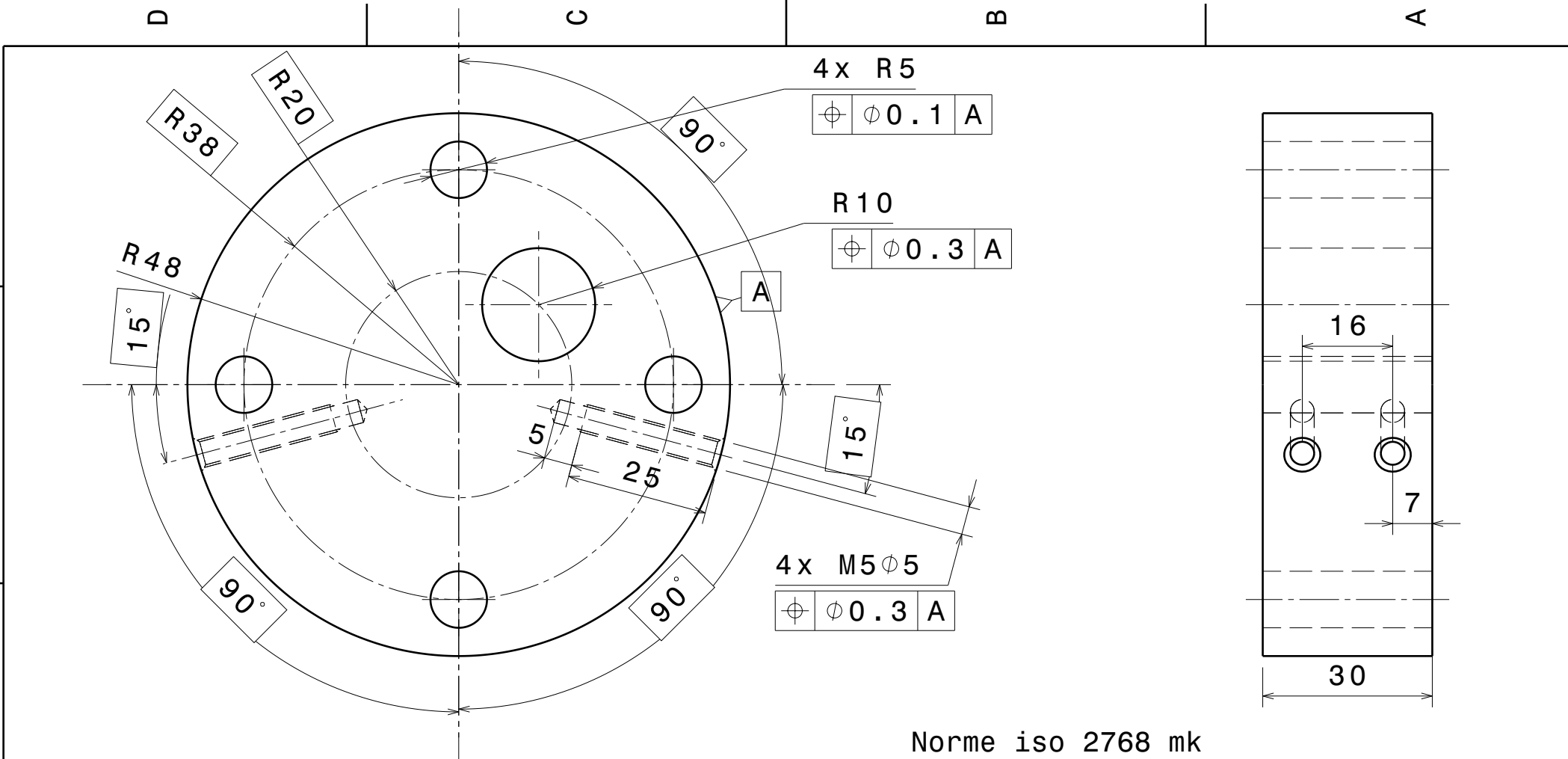
1



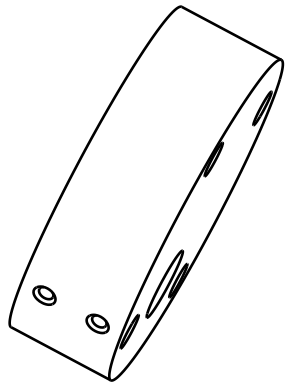
Norme iso 2768 mk

DESIGNED BY: Team Fusex	<h1>Bague de poussée</h1>		I	-
DATE: 01/12/2017			H	-
CHECKED BY: VS	ENSIAME		G	-
DATE: 01/12/2017			F	-
SIZE: A3		XXX	E	-
SCALE: 1:1	WEIGHT (kg): 0.511		D	-
DRAWING NUMBER:		1/1	C	-
SHEET:			B	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.			A	-

H G B A



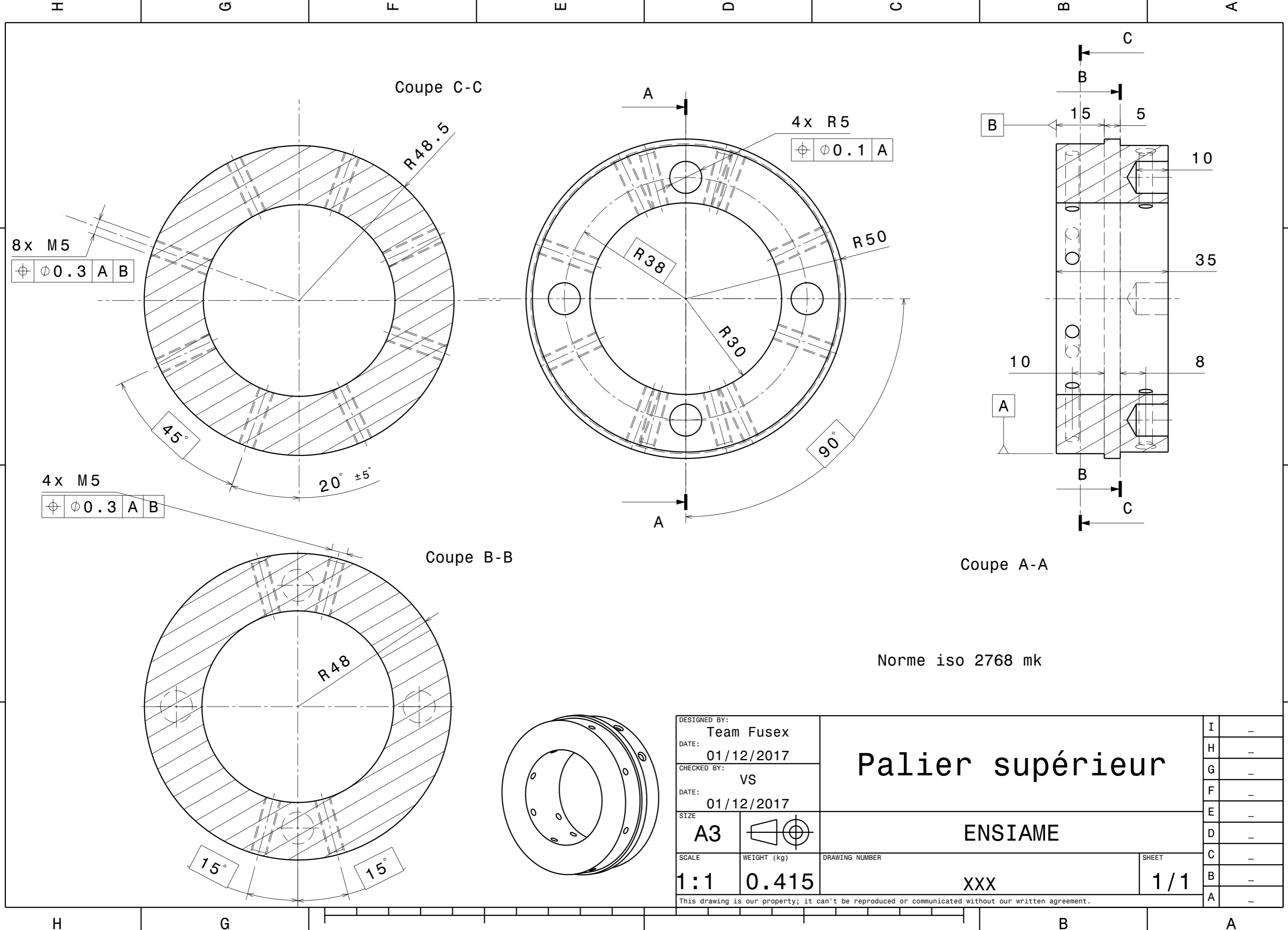
Norme iso 2768 mk



DESIGNED BY: Team Fusex	
DATE: 01/12/2017	
CHECKED BY: VS	
DATE: 01/12/2017	
SIZE A4	
SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0.534

<h1>Bague intermédiaire</h1>		I	-
		H	-
<h2>ENSIAME</h2>		G	-
		F	-
XXX		E	-
		D	-
1 / 1		C	-
		B	-
DRAWING NUMBER		A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.



Coupe C-C

Coupe B-B

Coupe A-A

Norme iso 2768 mk

DESIGNED BY: Team Fusex	<h1>Palier supérieur</h1>		I	-
DATE: 01/12/2017			H	-
CHECKED BY: VS	<h2>ENSIAME</h2>		G	-
DATE: 01/12/2017			F	-
SIZE: A3		XXX	E	-
SCALE: 1:1	WEIGHT (kg): 0.415		D	-
DRAWING NUMBER: XXX		SHEET: 1/1	C	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.			B	-
			A	-

D

C

B

A

1115

1099

B

2x R5

~

R50

A

R3

150°

15°

8

4 perçages pour vis tête fraisée M5

⊕ ⊕ 0.3 A B

Détail A
Echelle : 2:1

60°

15°


A

Norme iso 2768 ck

DESIGNED BY:
Team Fusex
DATE:
01/12/2017
CHECKED BY:
VS
DATE:
01/12/2017

Peau inférieure

SIZE
A4



ENSIAME

SCALE
1:1

WEIGHT (kg)
0.93

DRAWING NUMBER
XXX

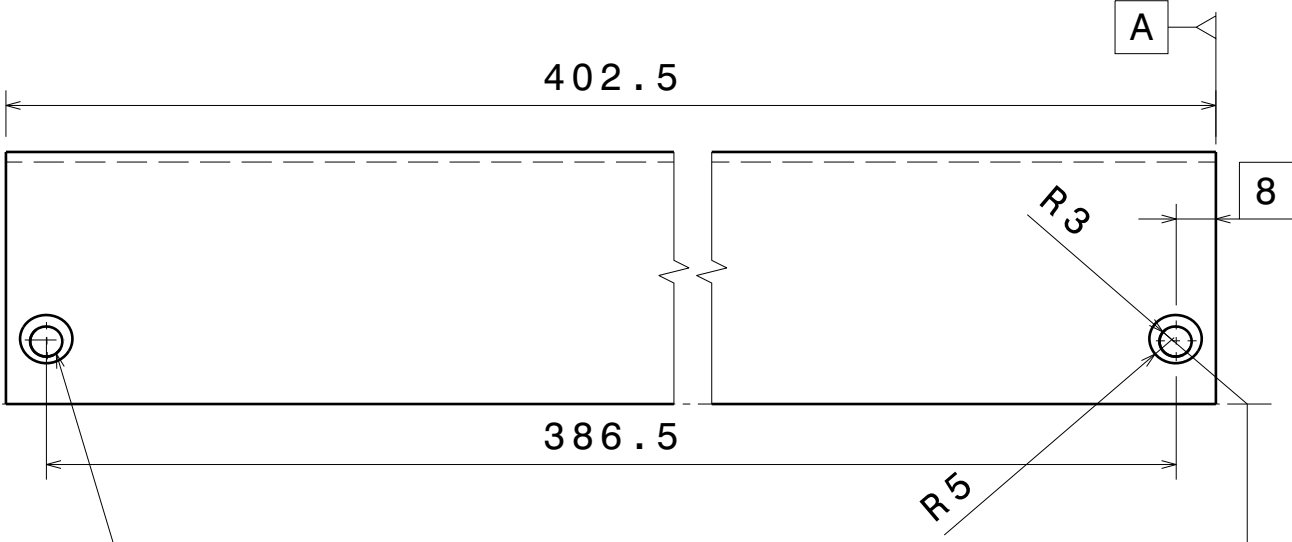
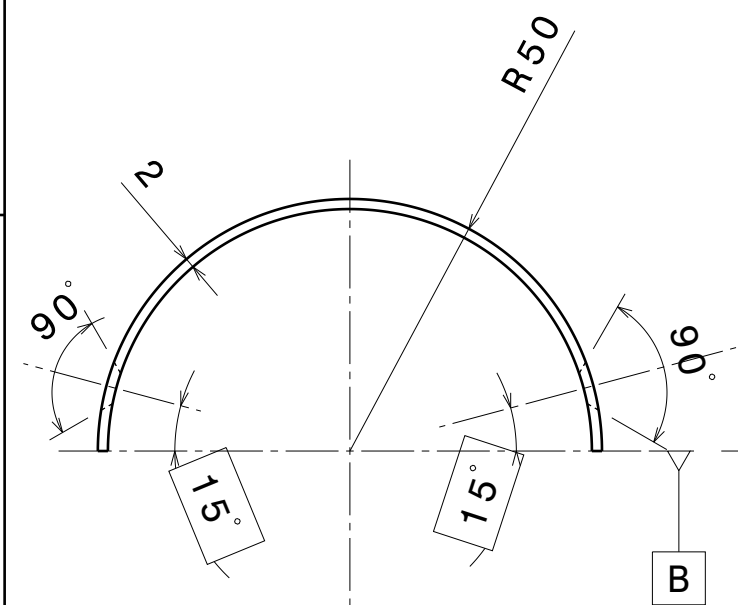
SHEET
1/1

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

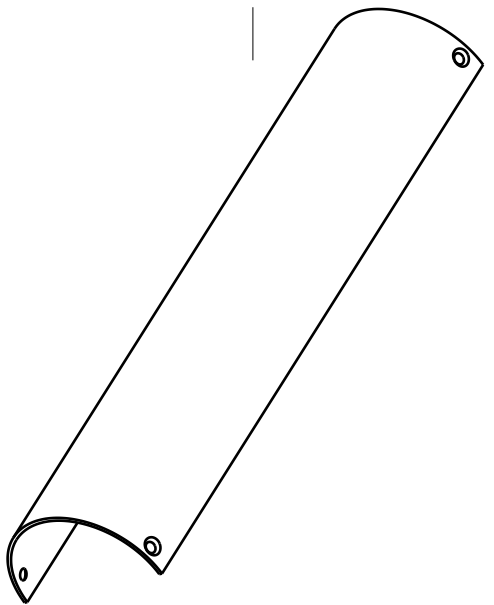
A



4 perçages pour
vis tête fraisée
M5

⌀ 0.3 A B

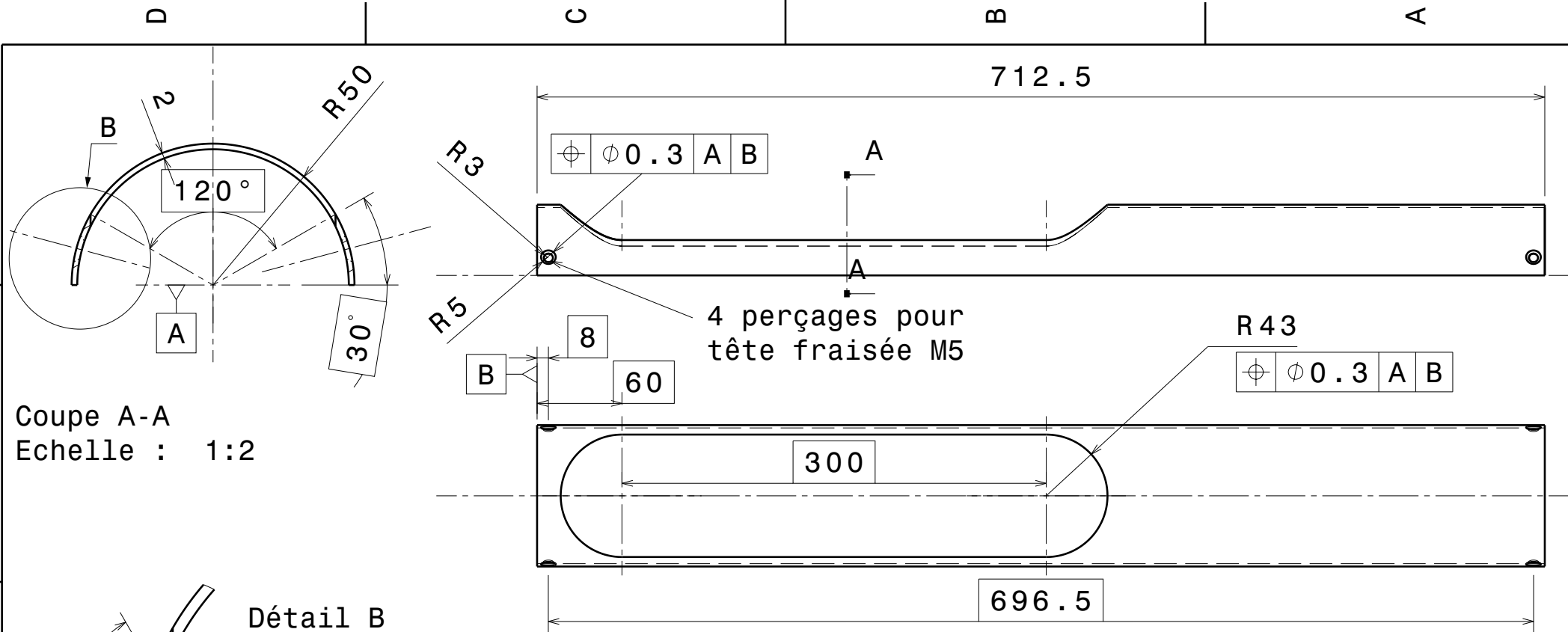
Norme iso 2768 ck



DESIGNED BY: Team Fusex	
DATE: 01/12/2017	
CHECKED BY: VS	
DATE: 01/12/2017	
SIZE A4	
SCALE 2:3	WEIGHT (kg) 0.335

Peau supérieure électronique		I	-
		H	-
ENSIAME		G	-
		F	-
XXX		E	-
		D	-
1/1		C	-
		B	-
DRAWING NUMBER		A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.



Coupe A-A
Echelle : 1:2

Détail B
Echelle : 1:1

4 perçages pour
tête fraisée M5

Norme iso 2768 ck

DESIGNED BY: Team Fusex		Peau supérieure parachute		I	-
DATE: 01/12/2017				H	-
CHECKED BY: VS		ENSIAME		G	-
DATE: 01/12/2017				F	-
SIZE A4		XXX		E	-
SCALE 1:4	WEIGHT (kg) 0.384			D	-
DRAWING NUMBER		SHEET		C	-
		1/1		B	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				A	-

D

C

B

A

4

4

3

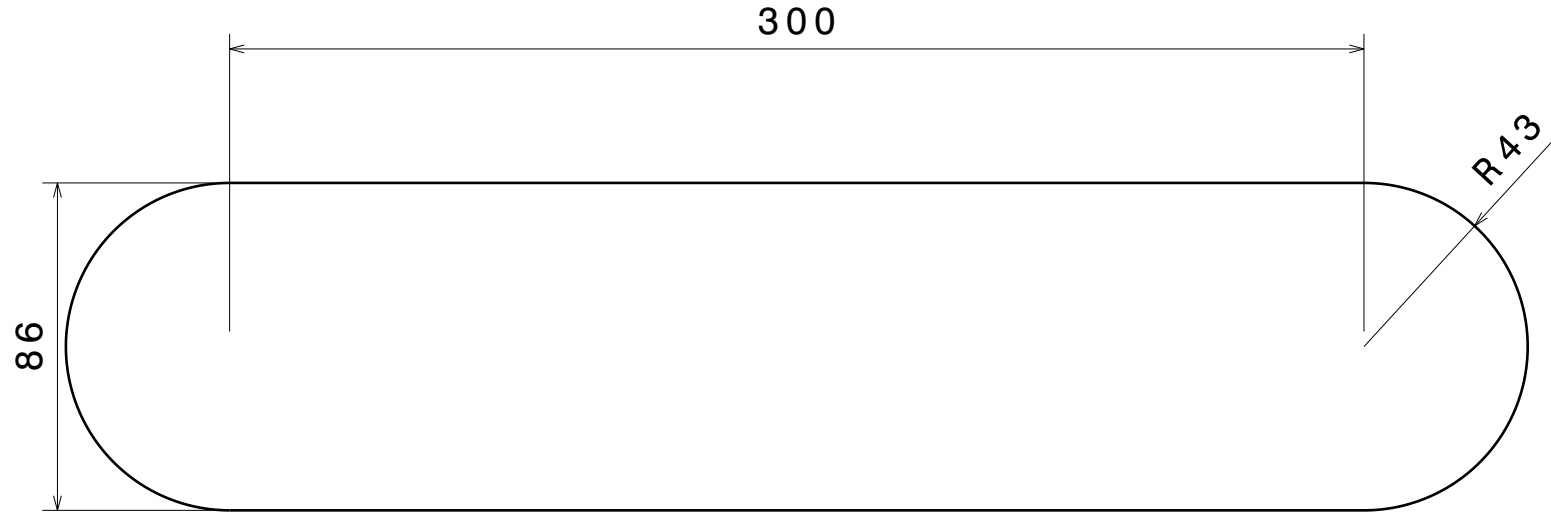
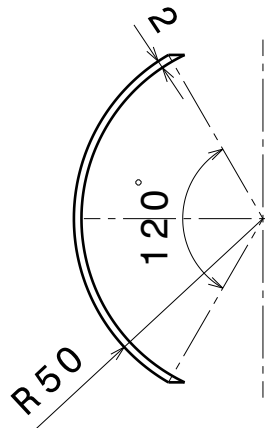
3

2

2

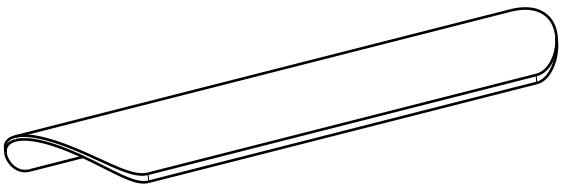
1

1



Remarque : cette pièce correspond à la découpe de la pièce "peau supérieure parachute"

Norme iso 2768 ck



DESIGNED BY: Team Fusex	
DATE: 01/12/2017	
CHECKED BY: VS	
DATE: 01/12/2017	
SIZE A4	
SCALE 1:2	WEIGHT (kg) 0.209

<h1>Trappe parachute</h1>		I	-
		H	-
<h2>ENSIAME</h2>		G	-
		F	-
XXX		E	-
		D	-
1 / 1		C	-
		B	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.		A	-

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

D

A

D

C

B

A

480

B

221

109

3

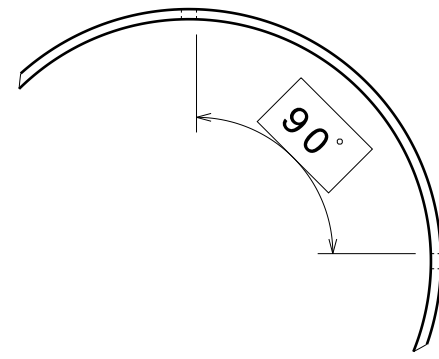
R50

2

4 x

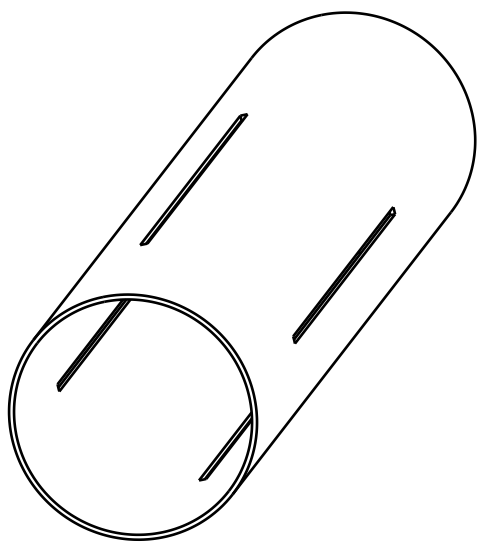
⊕ 0,3 A B

Ce plan est en correspondance avec le plan des ailerons, la taille de l'encoche est à définir en fonction de l'épaisseur des tôles utilisées pour la fabrication des ailerons



Détail A
Echelle : 2:3

Norme iso 2768 ck



DESIGNED BY: Team Fusex	
DATE: 01/12/2017	
CHECKED BY: VS	
DATE: 01/12/2017	
SIZE A4	
SCALE 1:3	WEIGHT (kg) 0.787

Tube propulseur		I	-
		H	-
ENSIAME		G	-
		F	-
DRAWING NUMBER XXX		E	-
		D	-
SHEET 1 / 1		C	-
		B	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.		A	-

D

A

D

C

B

A

4

4

3

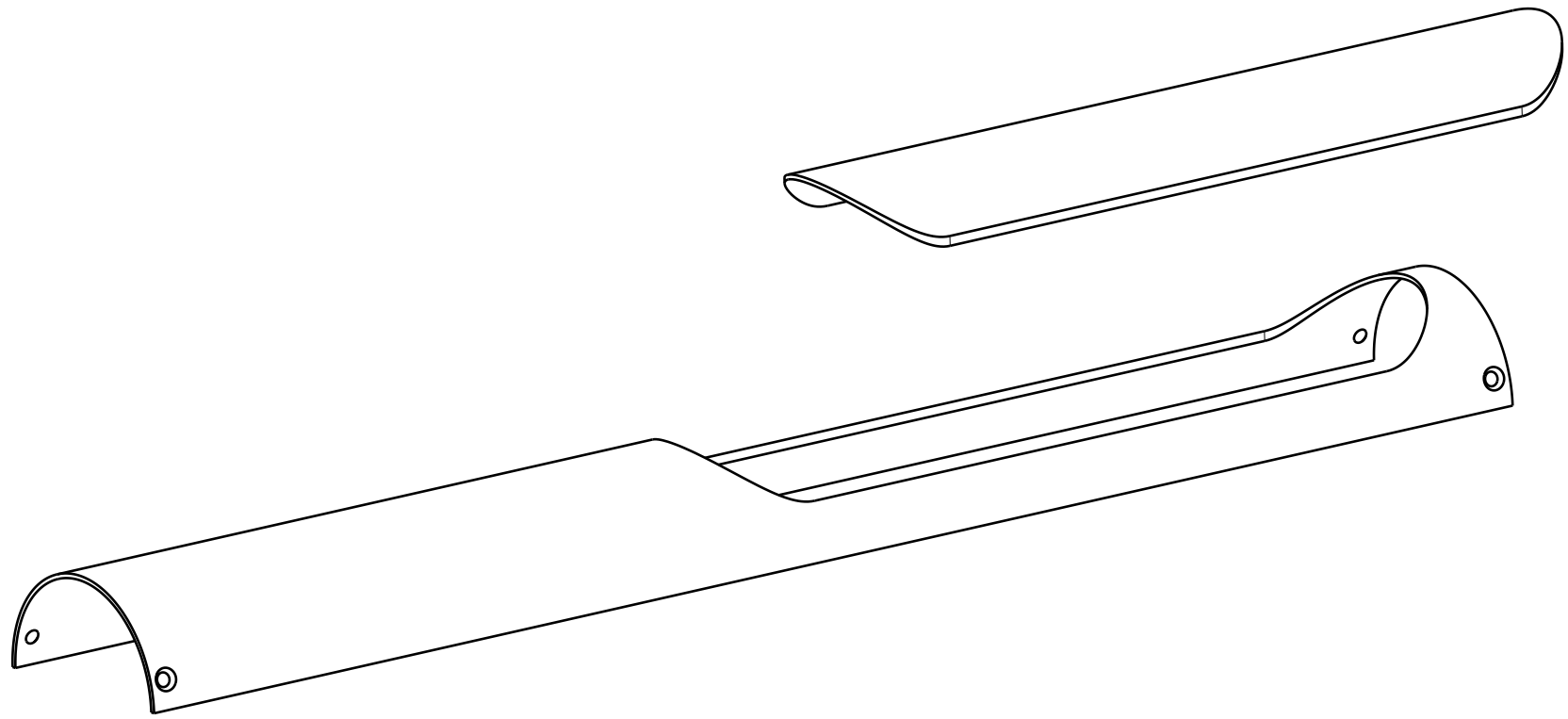
3

2

2

1

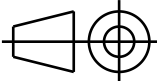
1



DESIGNED BY:
Team Fusex
 DATE:
01/12/2017

CHECKED BY:
VS
 DATE:
01/12/2017

SIZE
A4



**Peau supérieure
 parachute + trappe**

ENSIAME

SCALE
1 : 3

WEIGHT (kg)
XXX

DRAWING NUMBER
XXX

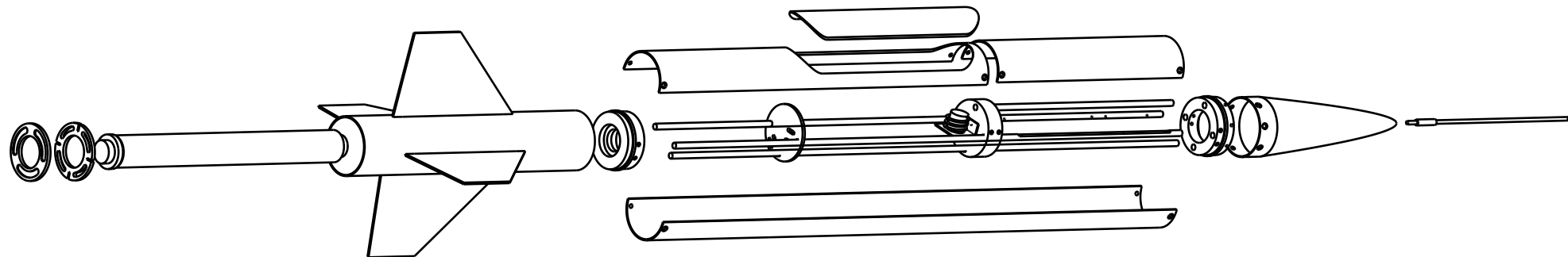
SHEET
1 / 1

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A



DESIGNED BY: Team Fusex	
DATE: 01/12/2017	
CHECKED BY: VS	
DATE: 01/12/2017	
SIZE A4	
SCALE 1:10	WEIGHT (kg) XXX

Vue éclatée fusée		I	-
		H	-
ENSIAME		G	-
		F	-
DRAWING NUMBER XXX		E	-
		D	-
SHEET 1/1		C	-
		B	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.		A	-

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

D

C

B

A

4

4

Classe de précision	Dimension linéaire					Angle cassé (chanfrein ou rayon)			Dimensions angulaire (angle le plus court)			
	>0,5 à 3 inclus	>3 à 6	>6 à 30	>30 à 120	>120 à 400	>0,5 à 3 inclus	>3 à 6	>6	≤10	>10 à 50 inclus	>50 à 120	>120 à 400
f (fin)	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,2	±0,5	±1	±1°	±30'	±20'	±10'
m (moyen)	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,2	±0,5	±1	±1°	±30'	±20'	±10'
c (large)	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±0,4	±1	±2	±1°30'	±1°	±30'	±15'
v (très large)		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±0,4	±1	±2	±3°	±2°	±1°	±30'

3

3

2

2

1

1

DESIGNED BY: Team Fusex		<h1>Norme iso 2768 usinage</h1>	I	-
DATE: 01/12/2017			H	-
CHECKED BY: XXX		<h2>ENSIAME</h2>	G	-
DATE: XXX			F	-
SIZE A4		XXX	E	-
SCALE 1:1	WEIGHT (kg) XXX		DRAWING NUMBER XXX	D
		1 / 1	C	-
			SHEET 1 / 1	B
			A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

Compte rendu de projet

ENSIAME – HRR Leader – FX23

Le projet HRR Leader a été mis en œuvre lors de la campagne C'Space 2018 au camp de Ger, à Tarbes.

L'équipe a été présente du samedi au mercredi seulement, il fallait donc passer les contrôles au plus vite pour espérer lancer la fusée. Celle-ci a nécessité encore beaucoup de travail pendant la campagne, notamment au niveau de l'intégration de l'électronique et du système de récupération (électroaimant et parachute). La partie mécanique ayant été presque entièrement finie et assemblée avant de venir, le travail a pu être concentré sur les deux points précisés plus haut.

Des tests d'aimantation de l'électroaimant ont été réalisés ainsi que des tests d'autonomie des batteries pour la carte expérience, le séquenceur et l'électroaimant. Nous nous sommes rendus compte lors des contrôles qu'il était impossible de simuler le décollage avec la solution de détection de décollage par accéléromètre. Nous avons cru dans un premier temps que le seuil de détection était trop élevé. Nous avons ensuite compris que l'accéléromètre était alimenté en 5V alors qu'il aurait dû l'être en 3V, ce qui a eu pour résultat de le griller. Nous avons alors décidé de changer de solution de détection et avons installé une prise jack qui s'arrache au décollage. Cette solution est plus simple à mettre en œuvre et également plus fiable.

La trappe parachute est maintenue lors du vol par l'électroaimant. Cependant, il y a un jeu nécessaire pour avoir une bonne accroche. Nous avons rajouté deux manchons de PVC pour maintenir la trappe quand elle subit des efforts de cisaillement. Le résultat permettait un bon maintien de la trappe.

Enfin, notre fusée a passé les contrôles avec succès et nous avons pu effectuer le vol simulé. Celui-ci a été un succès et notre fusée a été la première qualifiée, le mardi 17 juillet.



Sur la zone de lancement

Le lancement a eu lieu mercredi 18 juillet au matin. Nous avons beaucoup de chance puisqu'il fait un temps magnifique, sans aucun nuage à l'horizon. Après les dernières vérifications, le pliage du parachute, la mise en marche de la carte expérience, nous nous mettons en route pour la zone de

lancement à quelques km de là. La fusée est mise en rampe, la trappe parachute est fermée, le séquenceur allumé et nous quittons la zone pour laisser le champ libre aux pyrotechniciens. Ceux-ci mettent en place le moteur et reviennent à la tente pyrotechnique. Le décompte est lancé, le bouton d'allumage enfoncé et la fusée rouge et noire s'élance dans le ciel bleu. 16s plus tard, la trappe parachute s'ouvre, le parachute se déploie parfaitement et nous suivons la descente de notre fusée. Le vol est nominal, tout a fonctionné correctement. Seule ombre au tableau, elle est retombée dans la zone « interdite », où seuls les militaires peuvent pénétrer. Ils récupéreront la fusée le lendemain après-midi. Comme tous les membres de l'équipe ont dû partir le mercredi après-midi, l'association a ramené la fusée à Ris-Orangis. Cependant, celle-ci n'a pas encore pu être récupérée et les résultats de l'expérience n'ont pas encore été étudiés.



La fusée sur la rampe de lancement

Pour finir, nous sommes très fiers d'avoir pu mener ce projet à bien et encore plus fiers que notre fusée ait effectué un vol nominal, d'autant que c'était notre première fusée expérimentale. Nous allons pouvoir utiliser pleinement l'expérience que nous avons acquise cette année dans les projets futurs. Ainsi, des solutions que nous avons utilisées seront abandonnées, quand d'autres seront conservées : par exemple, il est certain qu'un électroaimant n'est pas très fiable et assez complexe à mettre en œuvre ; l'intégration de l'électronique doit être plus poussée que dans notre fusée de cette année. Malgré tout, il y a beaucoup de points très positifs notamment concernant la partie mécanique, qui était pleinement aboutie.

Nous tenons à remercier toute l'équipe de l'association Planète Sciences qui a tout mis en œuvre pour que notre projet réussisse, et grâce à qui nous avons vécu une expérience inoubliable. Nous remercions également les militaires du camp de Ger qui nous ont accueilli et notre école, l'ENSIAME, qui nous a soutenu tout au long de l'année.