

## Projet Timex



Chef de projet : Gisèle Bareux

Groupe d'étudiants BSP2 :

Boucherikha Nassim

Barzasi Thomas

Ober Nicolas

Kistler Jules

Objectif :  
Contrôle d'une roue dentée

## Introduction

La société Timex est une industrie d'horlogerie américaine créée en 1854. Depuis 1962, Fralsen développe son savoir-faire pour l'industrie horlogère. Son parc machines actuel lui permet la fabrication complète des pièces d'horlogerie en interne. Grâce à un outil de production performant, Fralsen qui est une filiale de la société Timex produit jusqu'à 1 million de pièces d'horlogerie par jour, du prototype à la grande série.

La société Timex, basée à Besançon, fabrique en petite série des roues dentées. Actuellement, le contrôle de ces roues dentées est effectué par un technicien de façon manuelle, à travers un oculaire. Cette méthode n'est pas fiable et entraîne une fatigue visuelle du technicien.

Le but de ce projet est de contrôler ces pièces à l'aide d'un système automatique de détection de défauts. Le temps de contrôle ne doit pas excéder 7 secondes et être non destructif. Ces roues ont un diamètre de 10 mm.

Pour cela, nous créerons un système automatisé qui permettra de contrôler chaque roue à l'aide d'une caméra, qui détectera la pièce si elle est conforme ou non à être utilisée. Ensuite elle sera éjectée dans des bacs grâce à un aiguillage automatique suivant la réponse de la caméra.

# Sommaire

I.	Remerciements.....	4
II.	Cahier des charges.....	5
	1) Cas d'utilisation.....	5
	2) Diagramme des exigences.....	6
III.	Vue d'ensemble du projet.....	7
IV.	Planification et répartition des tâches.....	8
	1) Planning.....	8
V.	Justification du choix des solutions de mise en œuvre.....	9
	1) Acheminements des pièces (Boucherikha).....	9
	2) Détection de pièces par caméra (Ober).....	14
	3) Ejection de pièces (Kistler).....	23
	4) Assemblage final (Barzasi).....	26

# Remerciements

Nous tenons à remercier l'équipe pédagogique de la section système photonique du lycée Jean MERMOZ à Saint-Louis pour leur aide apportée durant tout le projet.

- Mme BAREUX G. professeur d'informatique
- Mr SIEGRIST C. professeur d'électronique
- Mr SIGWARTH O. professeur de physique et d'optique

Nous remercions également l'entreprise Fralsen de Besançon pour nous avoir fourni ce projet.



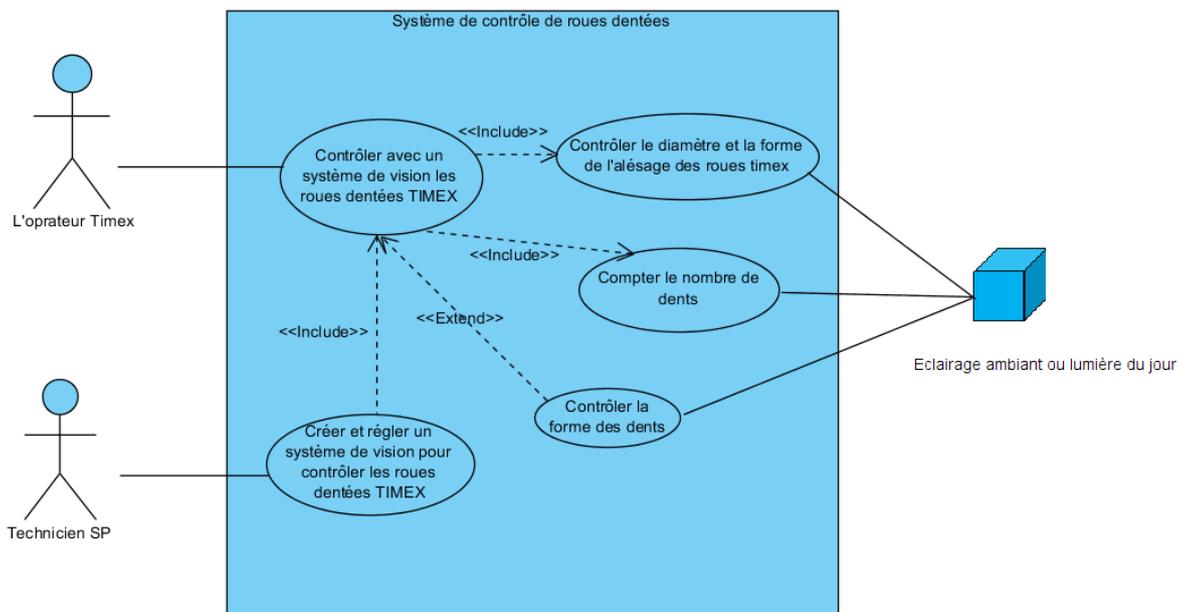
# Cahier des charges

## 1) Cas d'utilisation

Ils sont utiles pour des présentations auprès de la direction ou des acteurs d'un projet, mais pour le développement, les cas d'utilisation sont plus appropriés.

Un cas d'utilisation représente le lien entre un utilisateur et un système. Les utilisateurs sont appelés acteurs, ils interagissent avec les cas d'utilisation.

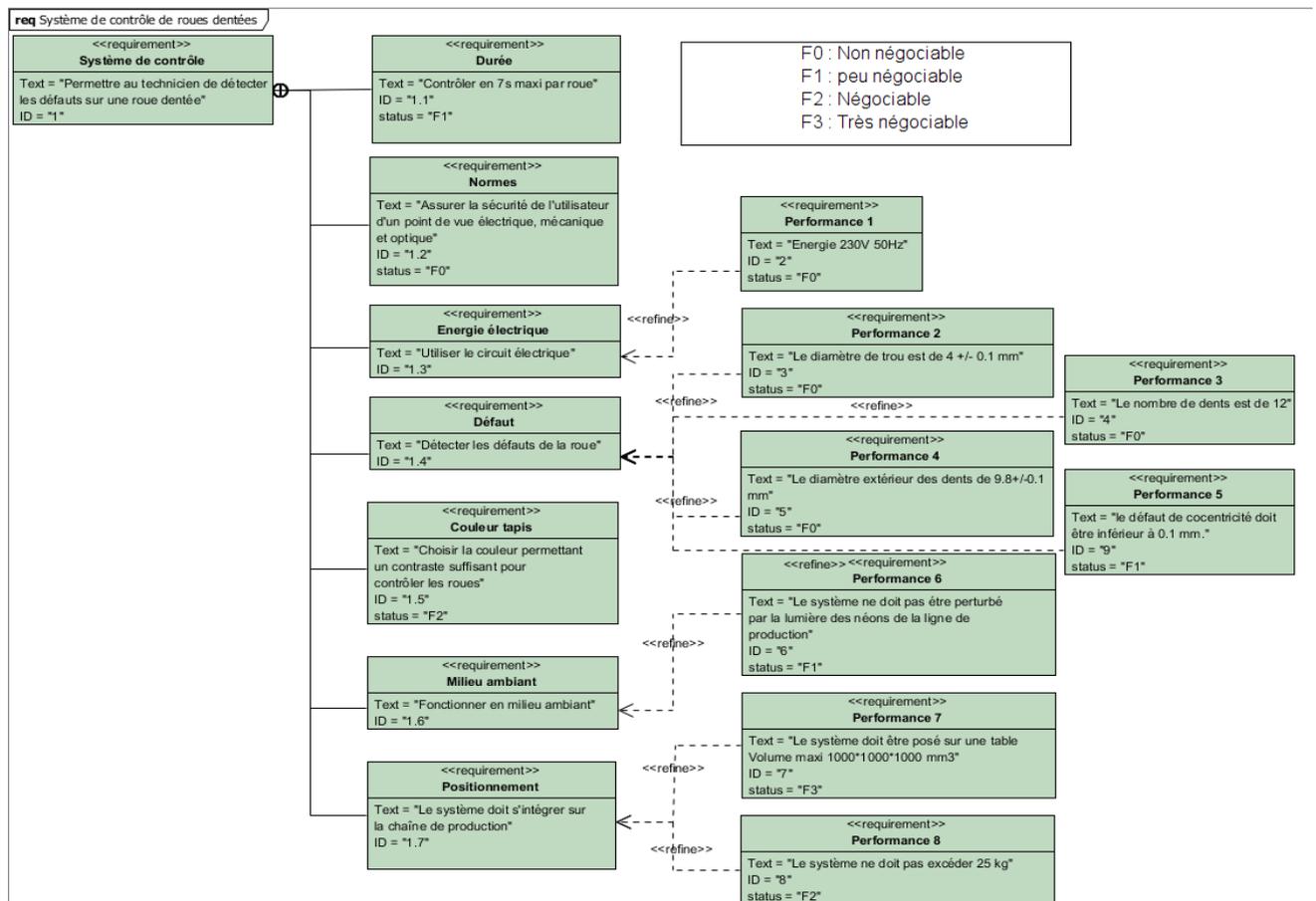
## Cas d'utilisation



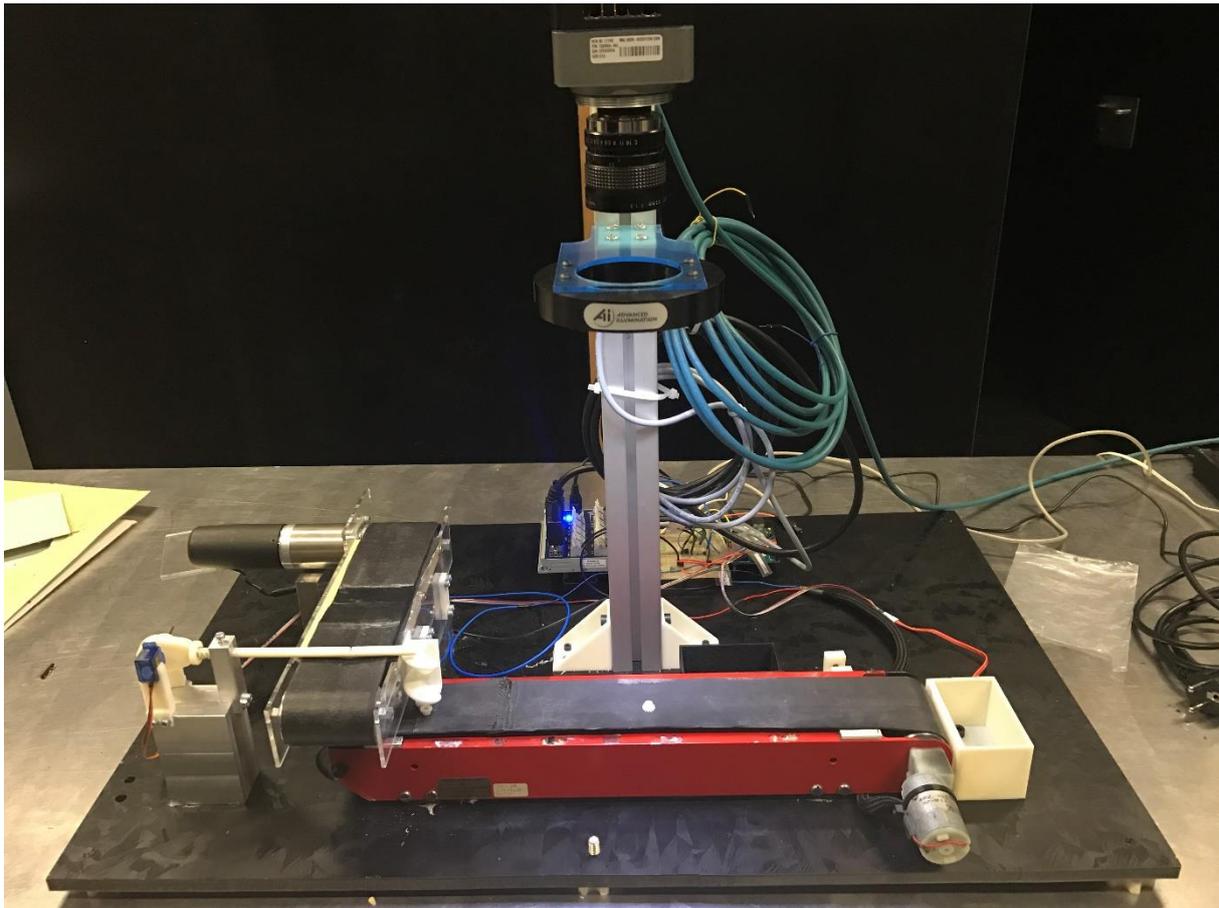
## 2) Diagramme des exigences

Un diagramme des exigences est un moyen qui permet d'exposer les différentes contraintes que doit respecter le système. L'objectif est de respecter les différentes exigences du cahier des charges.

### Diagramme des exigences



## Vue d'ensemble du projet



Voici la maquette complète du système. Nous avons eu l'idée de créer un deuxième tapis roulant en utilisant du plexiglas, des tambours en aluminium que nous avons usiné d'une chambre à air de scooter pour le tapis. Cela permet d'acheminer plus facilement sur le deuxième tapis. Nous avons réalisé plusieurs de nos idées en impression 3D tel que la came, la tige coulissante, la spirale, des équerres et les bacs d'évacuation des pièces. Les roues dentées passent par le premier tapis (gauche de l'image) pour atteindre la tige coulissante qui poussera les unes aux autres dans la spirale pour afin finir sur le deuxième tapis situé au pied de la spirale.

# Planification et répartition des tâches

## 1) Planning

	dates tâches	Analyse du système	Recherche de solutions	Test de solution	Etude des fonctions	RC1 Acheminement	Evacuation	Camera	Support camera	RC2 Assemblage final	Test RC3	Etude de coût	nomenclature	Partie électrique
Kistler Jules	21/11/16 au 25/11/16													
Ober Nicolas	28/11/16 au 02/12/16													
Boucherikha Nassim	05/12/16 au 09/12/16													
Barzani Thomas	12/12/16 au 16/12/16													
Tous	09/01/17 au 13/01/17													
	16/01/17 au 20/01/17													
	23/01/17 au 27/01/17													
	30/01/17 au 03/02/17													
	06/02/17 au 10/02/17													
	27/02/17 au 03/03/17													
	06/03/17 au 10/03/17													
	13/03/17 au 17/03/17													
	20/03/17 au 24/03/17													
	27/03/17 au 31/03/17													
	03/04/17 au 07/04/17													
	24/04/17 au 28/04/17													
	01/05/17 au 05/05/17													
	15/05/17 au 19/05/17													
	22/05/17 au 26/05/17													
	29/05/17 au 02/06/17													
	05/06/17 au 09/06/17													
	12/06/17 au 16/06/17													

# Justification du choix de solution de mise en oeuvre

## Acheminement des pièces

### I) Introduction

L'acheminement des pièces a pour but d'amener les pièces jusqu'à la caméra. Pour réaliser cela, avec les moyens dont nous disposons il fallait créer un système qui permet d'amener les pièces à plat sur le tapis et avoir une distance suffisante entre elles pour qu'elles puissent être détectées une par une par la caméra.

Pour ce faire, j'ai eu plusieurs idées de système à mettre en place et que j'ai modélisé sur notre logiciel.

J'opterais alors à plusieurs solutions pour ensuite décider laquelle est plus apte à être utilisée pour ce projet.

### II) Solutions proposées

#### La première solution :

A l'aide d'un entonnoir vibrant les roues dentées seront sélectionnées automatiquement sur le tapis roulant. Mais l'inconvénient de l'entonnoir c'est qu'il laisse passer plusieurs roues dentées à la fois.

#### La deuxième solution :

Un système celui du tube pour les billes homéopathiques. La forme de la fente de sortie qui est demi-circulaire et le milieu du tube en forme de pointe permet aux billes de sortir une par une.

Le problème est que les roues passaient toujours à travers les fentes dans n'importe quelle position.

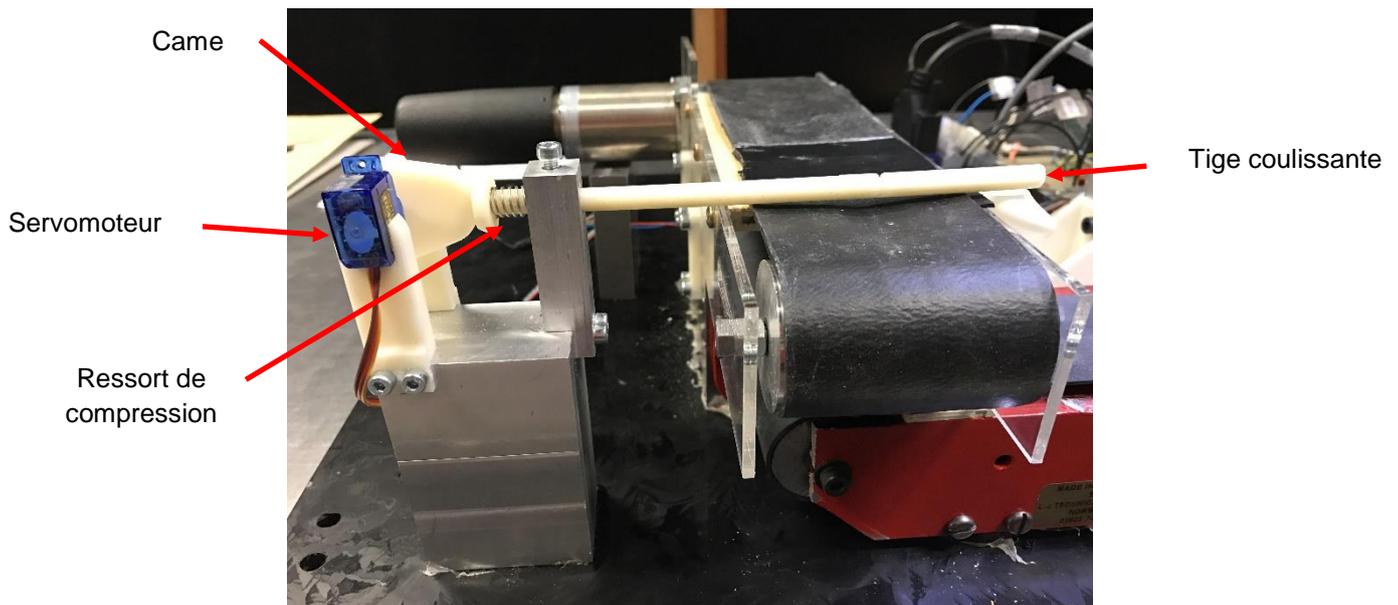
#### La troisième solution :

Création d'un deuxième tapis roulant ayant à l'entrée un système de came qui poussera une tige coulissante dotée d'une cale qui permettra de pousser les pièces une à une dans une spirale en 3D. La fonction de cette spirale sera d'espacer les roues dentées entre elles pour avoir un écart suffisant afin que la caméra puisse n'en détecter qu'une seule.

### III) Création de la maquette d'acheminement

J'ai choisi le système de came car elle est plus performante à l'utilisation et permet vraiment d'aboutir au but qui est d'amener les roues dentées une à une à la caméra.

#### Assemblage acheminement



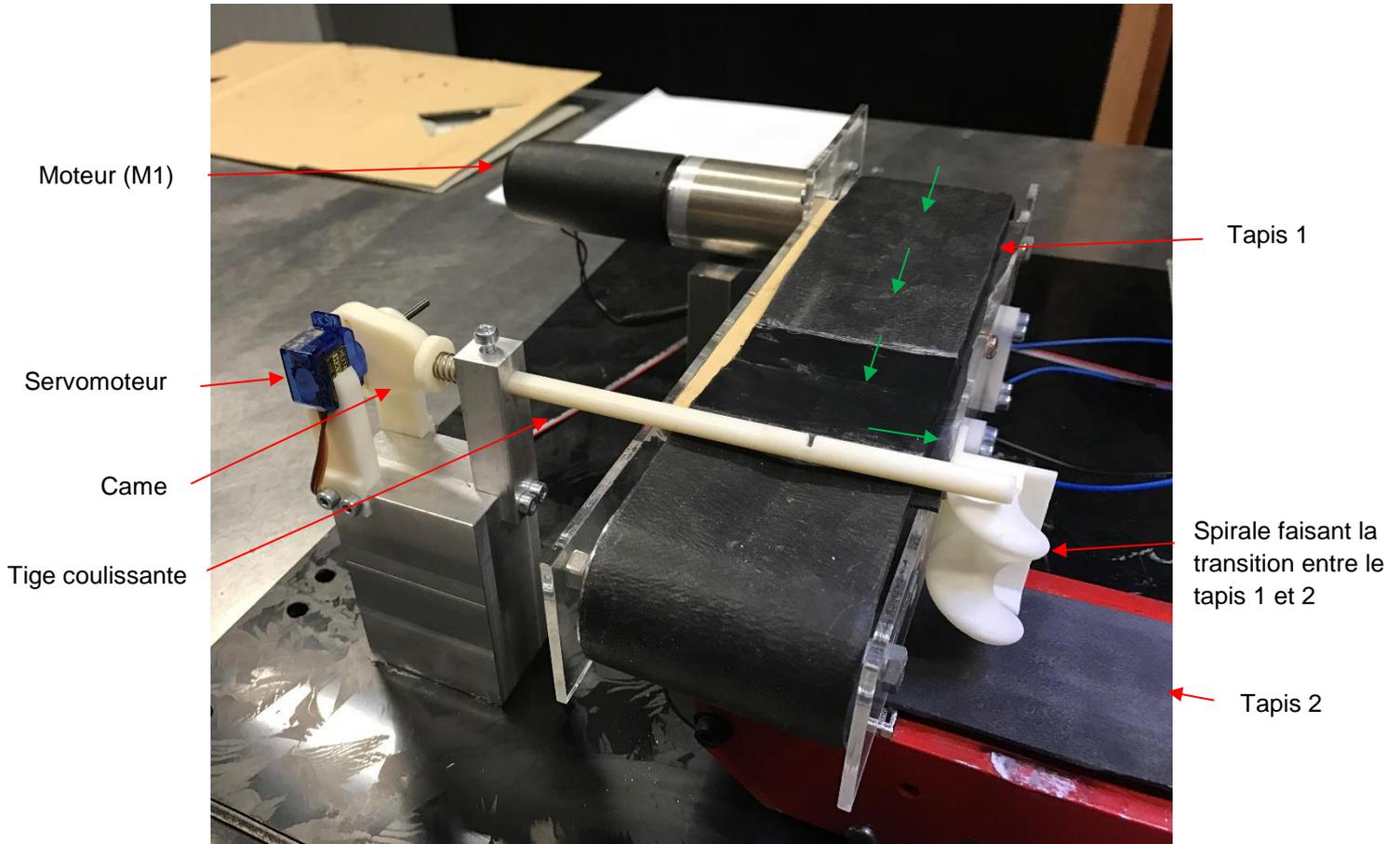
#### 1) Éléments utilisés

L'assemblage acheminement est composé de différentes pièces et de types de matériaux choisis. La came tournera grâce au servomoteur qu'on fixera avec celle-ci.

Constitution du système : - spirale, arrêt roues, tige, équerres, came en 3D

- Deux blocs, deux tambours en aluminium, paroi en plexiglas
- Ressort de compression

## 2) Descriptif du fonctionnement du système

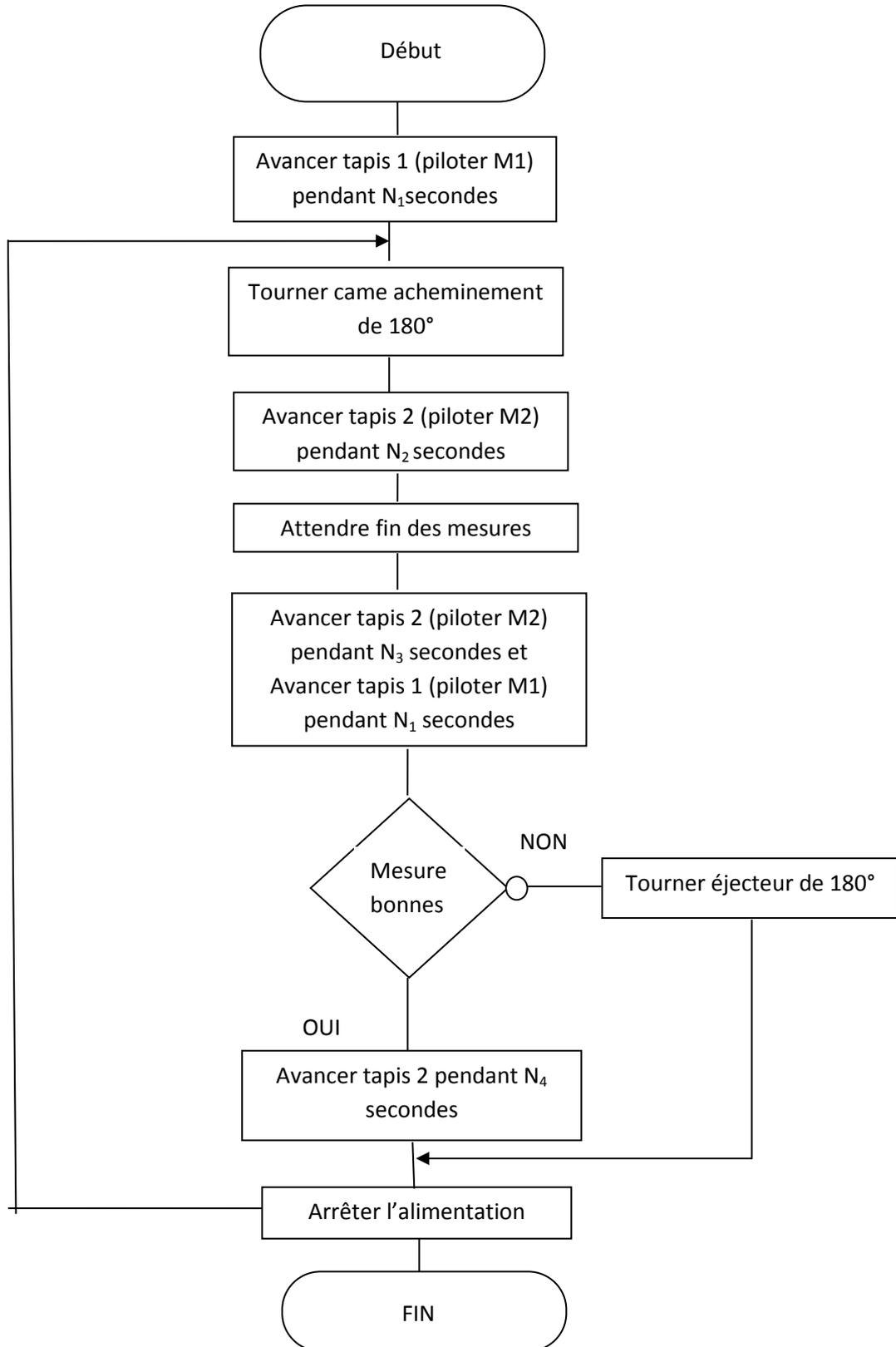


Remarque :

La caméra se situe au milieu du tapis 2, moteur (M2) et l'éjecteur sont au bout qui ne sont pas observable sur la photo ci-dessus.

### 3) Programmation

#### Algorithme



# Détection des pièces par la caméra

## I) Introduction

Dans un premier temps, nous avons deux caméras et nous avons dû faire des tests afin de déterminer les caractéristiques de chacune afin de savoir laquelle choisir pour notre projet.

J'ai commencé à chercher les caractéristiques des deux caméras dans leurs documentations techniques disponibles sur internet (voir Annexe)

Tableau comparatif des deux caméras :

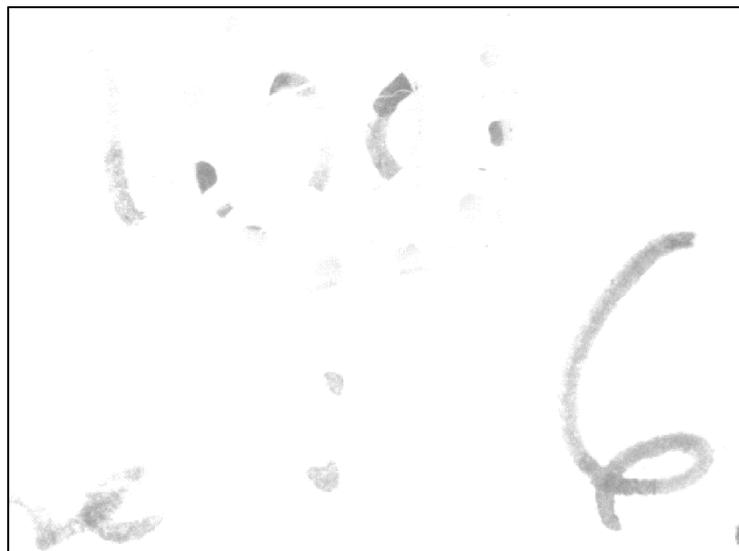
Caméra	NI-1742	NI-1774-C
Résolution	1280*1024	1280*1024
Rapidité	13 images/s	17 images/s
Taille capteur	1/3	1/3
Taille d'un pixel	4.65*4.65 $\mu$ m	3.75*3.75 $\mu$ m

## II) Caméra NI-1742

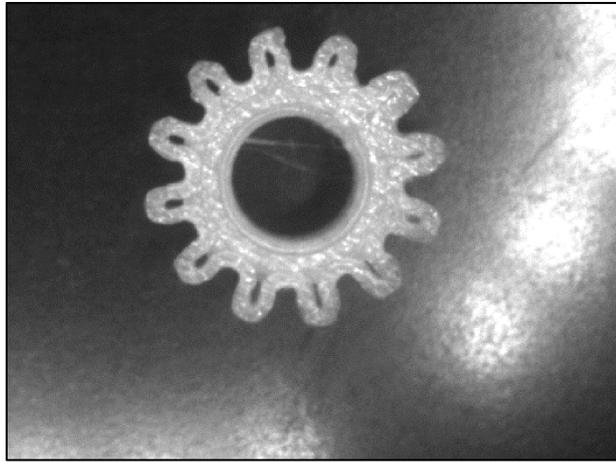
J'ai dû réaliser les tests sur la première caméra en procédant de la manière suivante : j'ai pris plusieurs objectifs afin de déterminer lequel des objectifs sera le plus efficace dans notre projet.

Premiers tests : Avec un objectif de 25mm et deux couleurs de fond pour la caméra :

### 1) Objectif 25 mm avec un éclairage rouge sur fond blanc

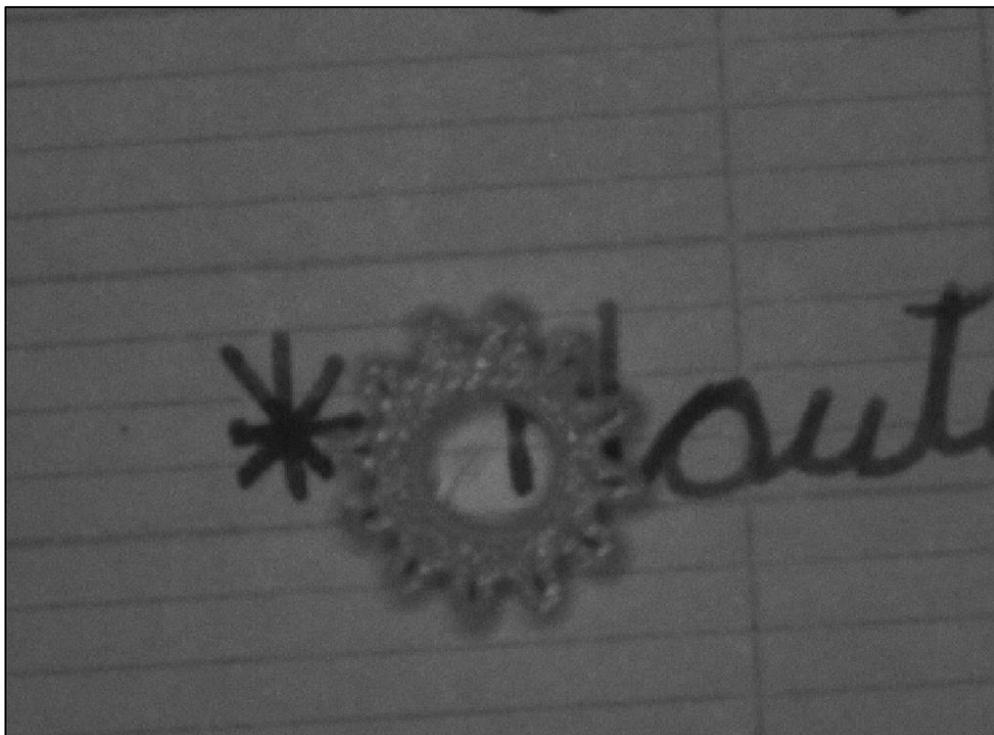


2) Objectif 25 mm avec un éclairage rouge sur fond noir

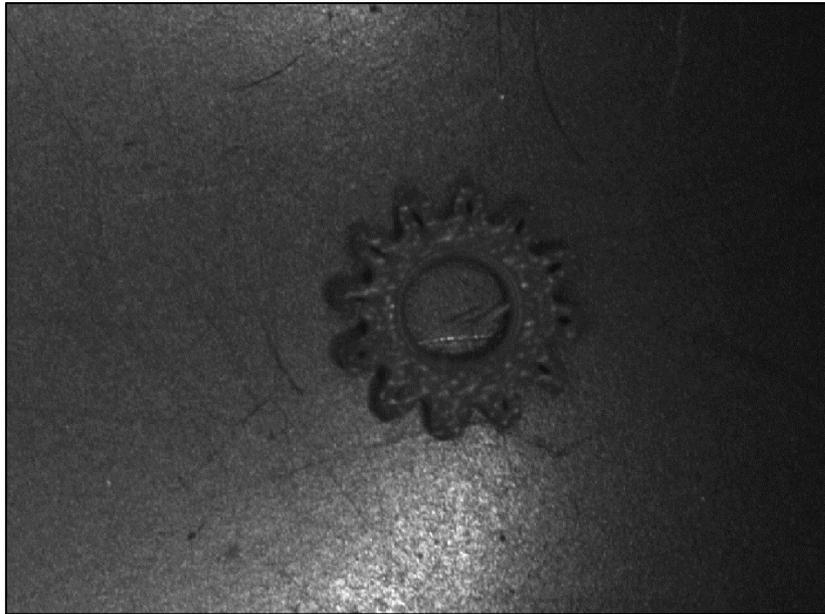


Second test avec un objectifs de 50 mm et deux couleurs de fond :

3) Objectif 50 mm avec un éclairage rouge sur fond blanc



#### 4) Objectif 50 mm avec un éclairage rouge sur fond noir

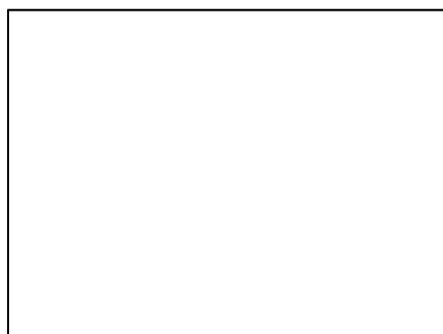


J'ai fini par conclure de ces précédents tests que l'ancienne caméra avait un meilleur contraste mais, une moins bonne vitesse d'acquisition. J'ai ensuite réalisé les mêmes tests dans les mêmes conditions de travail avec la nouvelle caméra qui est en couleur afin de déterminer si le contraste et la vitesse d'acquisition est meilleure ou non sur une caméra couleur

### III) Caméra NI-1774C

Il s'agit d'une caméra couleur avec laquelle nous avons effectués les mêmes tests que l'ancienne caméra non couleur. Ainsi que de nouveaux tests avec un nouvel éclairage blanc fonctionnant avec cette caméra.

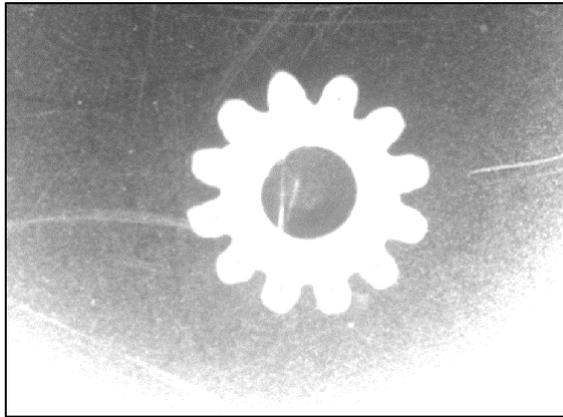
#### 1) Objectif 25 mm avec un éclairage blanc sur un fond blanc



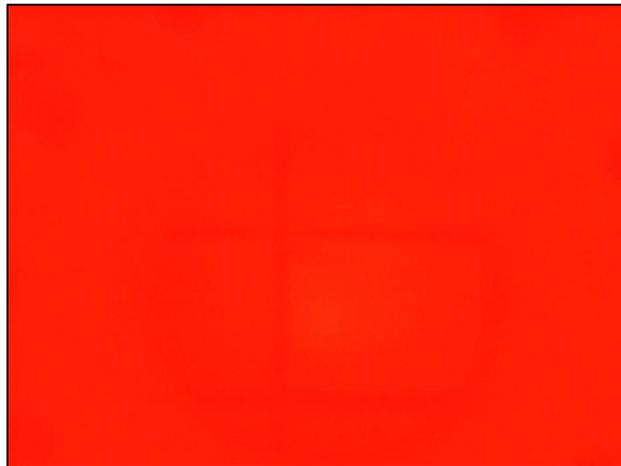
Pièce blanche sur fond  
blanc

On ne voit rien avec un éclairage blanc sur fond blanc.

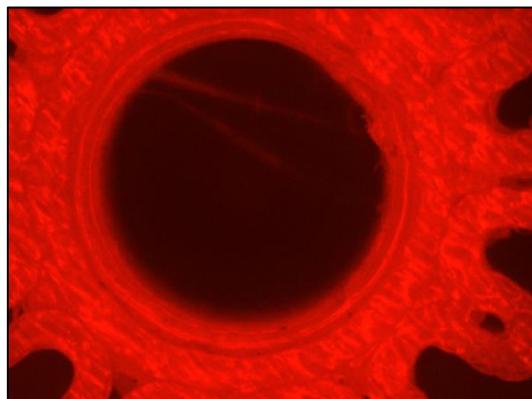
2) Objectif 25 mm avec un éclairage blanc sur un fond noir



3) Objectif 25 mm avec un éclairage rouge sur un fond blanc



4) Objectif 25 mm avec un éclairage rouge sur un fond noir



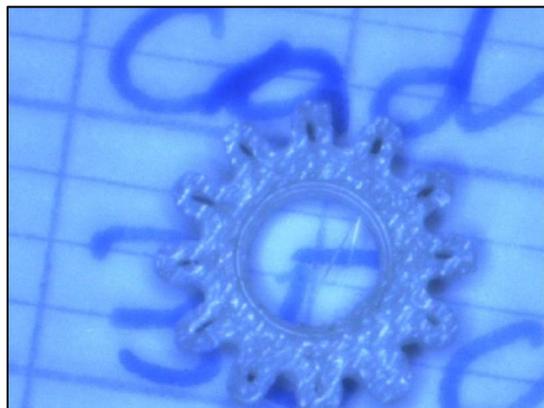
5) Objectif 50 mm avec un éclairage rouge sur un fond blanc



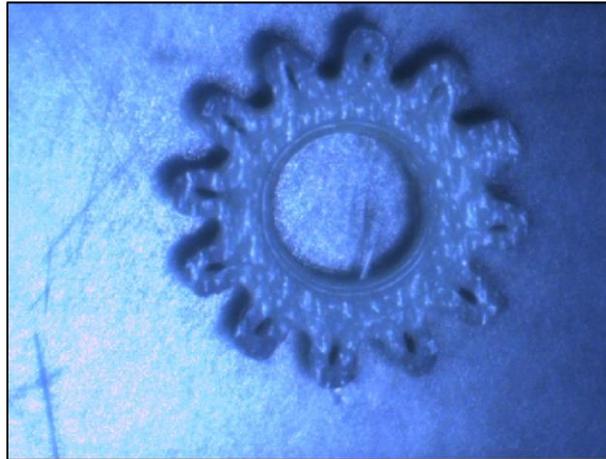
6) Objectif 50 mm avec un éclairage rouge sur un fond noir



7) Objectif 50 mm avec un éclairage blanc sur un fond blanc



## 8) Objectif 50 mm avec un éclairage blanc sur un fond noir



Au final j'ai choisi de garder la caméra couleur qui a une meilleure vitesse d'acquisition mais, un moins bon contraste entre roue dentée et fond du futur tapis. Mais j'ai privilégié cette caméra pour la vitesse d'acquisition qui est meilleure, comme la roue dentée doit être validée en moins de 7s par le système, c'est un critère important dans notre projet.

## IV) Détermination de l'objectif retenue pour le système final.

J'ai commencé à déterminer comment bien choisir cet objectif en fonction de la profondeur de champ. J'ai commencé par définir ce qu'est la profondeur de champ : il s'agit de la zone ou doit se trouver l'objet pour obtenir une image que l'œil accepte comme nette.

J'ai pu remarquer que dans notre cas il faut une petite profondeur de champ pour obtenir la roue dentée le plus nette possible car il isolera le sujet (la roue dentée) et rendra flou l'arrière-plan.

Exemple avec deux images d'argumentation :



Petite profondeur de champ.



Grande profondeur de champ.

Ensuite, j'ai remarqué que du coup pour obtenir une petite profondeur de champ, il faut avoir une grande distance focale et une grande ouverture du diaphragme.

Donc j'ai défini ce qu'était l'ouverture numérique d'un système optique. Il s'agit de l'ouverture du diaphragme qui est caractérisé par le nombre d'ouverture. Donné, par la formule suivante :  $N$  (ouverture) =  $f$  (distance focale) /  $d$  (diamètre de la pupille d'entrée notée sur l'objectif). J'ai fait le calcul pour les deux objectifs le premier pour 25 mm :  $N = 50 / (1/3) = 16$ mm. L'ouverture est donc de 16 mm pour cet objectif.

Même principe de calcul pour l'objectif de 25 mm :  $N = 25 / (1/4) = 6,25$ mm. L'ouverture est donc de 6,25mm pour cet objectif. Comme annoncé plus haut, dans notre projet j'ai voulu isoler le plus possible la roue dentée et donc l'ouverture la plus grande possible. Donc j'ai fini par prendre l'objectif de 50 mm, qui a une petite ouverture, grande distance focale et donc une petite profondeur de champ.

Pour finir j'ai réalisé le calcul du grandissement de l'image c'est-à-dire de combien est agrandi l'image entre la réalité et le logiciel. Pour cela j'ai la formule :  $G$ (grandissement) =  $A' B'$  (taille de l'image) /  $AB$  (taille de l'objet) = 70 mm / 3mm = 23.

Le grandissement de ce système optique est de 23 (sans unité).

Enfin j'ai dû rajouté des bagues optiques, car la distance entre l'objet de l'image étant au départ trop grand pour le pied de la caméra dans le système. Elle permet de diminuer la distance de travail la bague. Donc j'ai déterminé expérimentalement et j'ai finis par trouvé qu'il fallait une bague optique de 5 mm pour obtenir une distance de travail correct de 38 cm.

L'objectif choisie est donc le 50mm avec une bague de 5mm car il a une distance de travail de 38cm. Il a une petite profondeur de champ et donc la roue dentée sera isolée. Il a une grande distance focale et une grande ouverture du diaphragme.

Je peux maintenant commencer la partie suivante.

## V) Programmation

### 1) Choix de deux pièces de référence

Pour tester le programme qui décide de la conformité des roues dentées, nous avons besoin de deux roues dentées de référence. L'une doit être conforme et reconnue comme telle par le programme. La deuxième doit être non-conforme et reconnue comme telle par le programme. Leur caractère conforme ou non-conforme a été déterminé par un examen visuel.

Muni de ces deux pièces, je peux commencer la réalisation du programme.

## 2) Principe et mise en œuvre de l'étalonnage

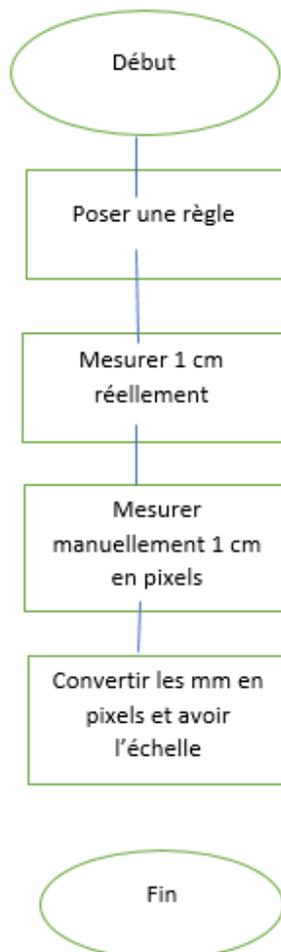
Pour effectuer l'étalonnage, j'ai pris une règle puis j'ai mesuré 1 cm réel, puis à combien de pixels cela correspond sur l'écran et avec l'échelle on convertit de la façon suivante :

On a 375 pixels pour une distance réelle de 10mm.

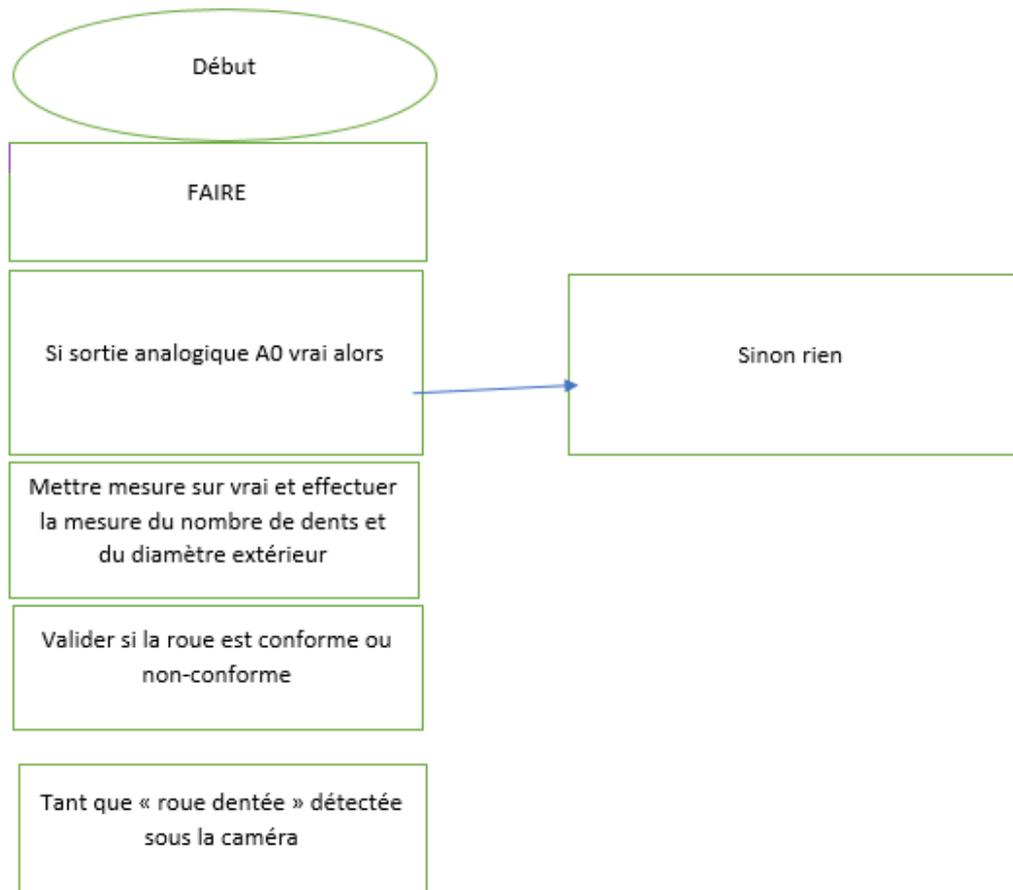
Donc on applique le produit en croix :  $375/10 = 37,5$  pixels.

L'échelle d'étalonnage de la caméra est donc de **37,5 pixels/mm**.

## 3) Programme d'étalonnage



#### 4) Programme de détection



#### 5) Comment bien régler la caméra de façon optimale ?

Temps d'exposition : 11.51

Le gain qui désigne le rapport entre une grandeur électrique en entrée et en sortie d'un circuit : 98

Intensité lumineuse qui traverse les Leds de l'éclairage blanc : 35 mA

## 6) Mesure du diamètre sur le pied à coulisse puis le logiciel.

J'ai effectué cinq mesures du diamètre extérieur d'abord au pied à coulisse puis avec le programme de détection et comparé les deux afin de déterminer l'incertitude entre un outil de mesure et le programme et j'ai conclu en effectuant une moyenne.

Mesure n°1 : Pied à coulisse : 9,5mm. Logiciel : 9,4mm.  
Incertitude : 0,1mm.

Mesure n°2 : Pied à coulisse : 9,3mm. Logiciel : 9,3mm.  
Incertitude : 0,0mm.

Mesure n°3 : Pied à coulisse : 9,6mm. Logiciel : 9,5mm.  
Incertitude : 0,1mm.

Mesure n°4 : Pied à coulisse : 9,3mm. Logiciel : 9,3mm.  
Incertitude : 0,0mm.

Mesure n°5 : Pied à coulisse : 9,4mm. Logiciel : 9,3mm.  
Incertitude : 0,1mm.

Moyenne :  $0,1 + 0 + 0,1 + 0,1 + 0 = 0,3 / 5 = 0,06\text{mm}$ .

L'incertitude entre le logiciel et le pied à coulisse est de 0,06mm.

## Evacuation des pièces

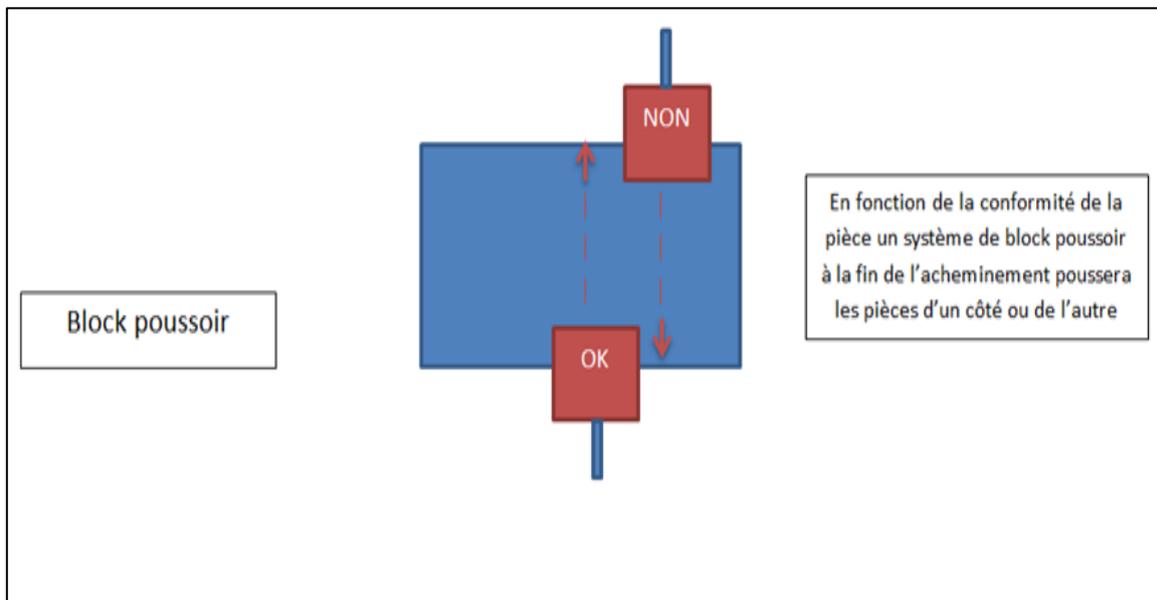
### I) Introduction

Le système d'évacuation des pièces permet de trier les pièces dans deux bacs différents en fonction de la réponse de la caméra qui dira si la pièce est conforme ou non. On a réfléchi à différentes solutions permettant de réaliser cette fonction puis nous avons choisi celle qui paraissait la plus cohérente à notre système et qui ne soit pas trop dure à réaliser.

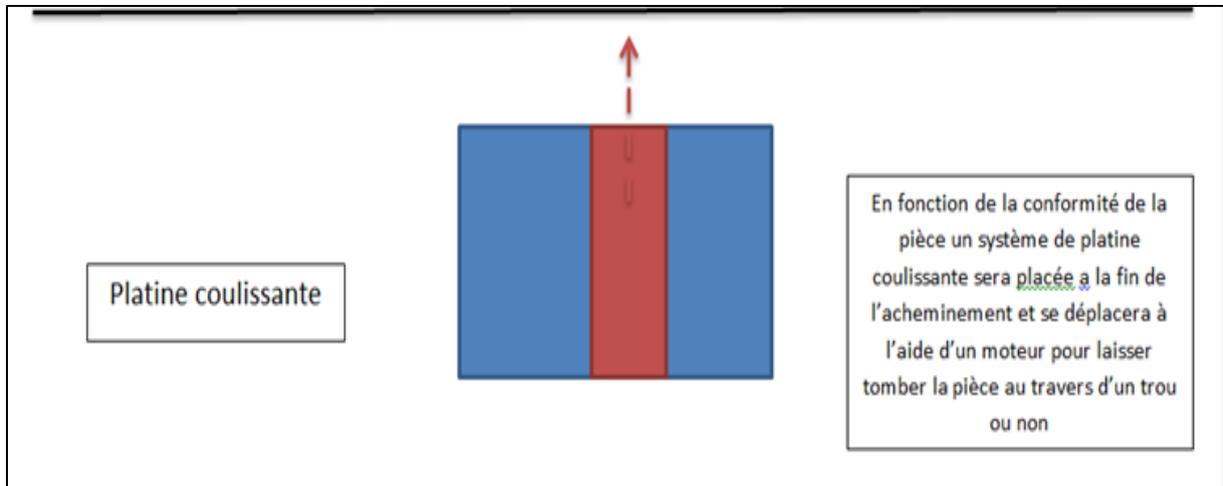
### II) Solutions proposées

Nous avons réfléchi à trois solutions différentes :

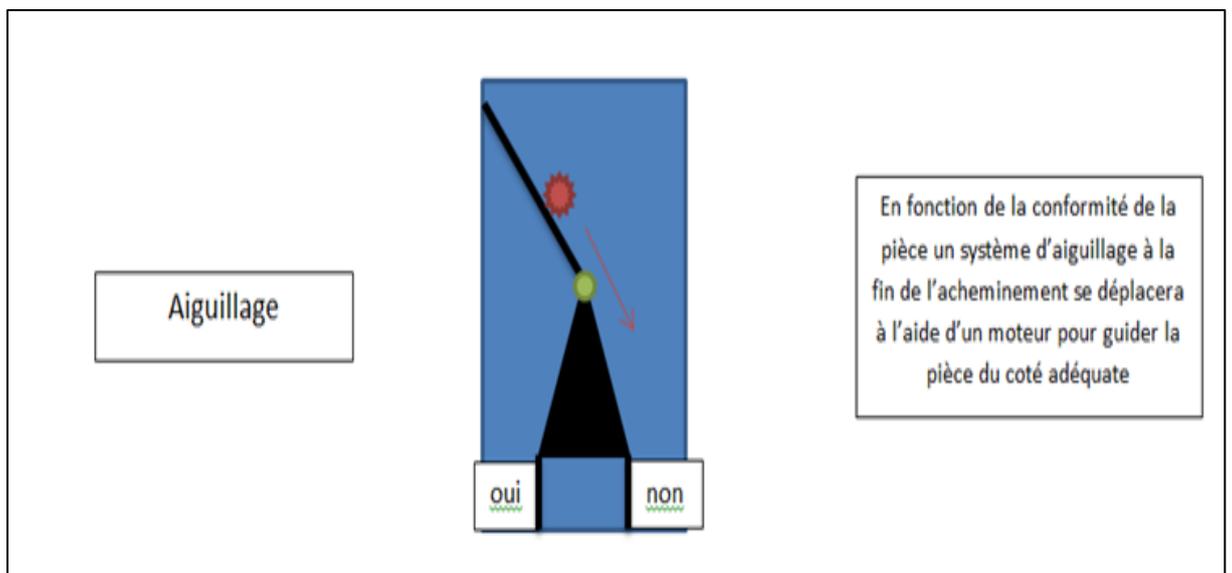
- Un système de 2 blocks poussoirs ou l'un pousserait les pièces conformes d'un côté dans un bac et l'autre les pièces non conformes de l'autre côté dans un autre bac, tout ceci en fonction de la réponse de la caméra.



Un système avec une platine coulissante qui en fonction de la réponse de la caméra fait coulisser la platine pour mettre les pièces non conformes dans un bac ou laisse passer la pièce conforme qui atterrira dans un bac à la fin du tapis.



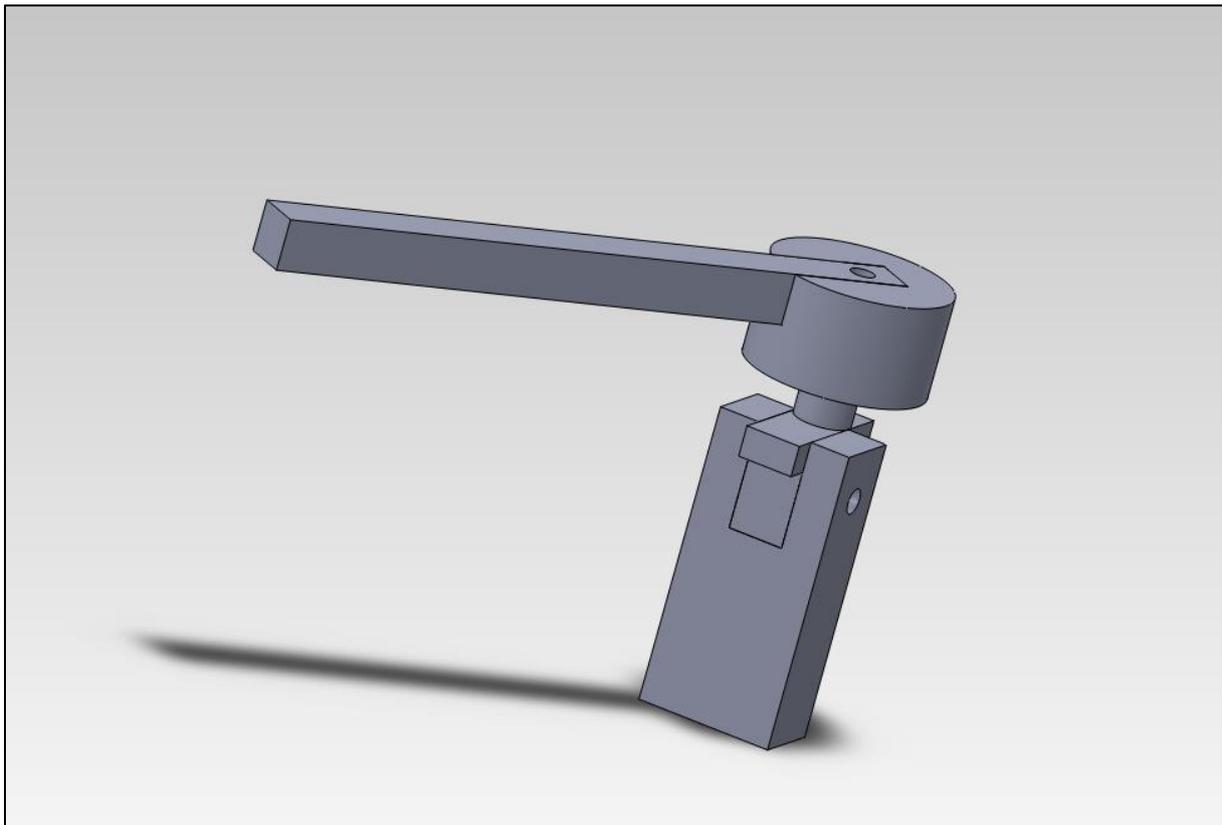
Un système d'aiguillage qui en fonction de la réponse de la caméra pousse les pièces non conformes dans un bac sur le côté ou ne fait rien si les pièces sont conformes puis ils atterriront dans un bac à la fin du tapis.



C'est finalement ce dernier système que nous avons choisi de réaliser pour l'éjection des roues dentées qui seront triés dans deux bacs différents selon si les pièces sont conformes ou non par rapport au cahier des charges. Nous avons choisi le système d'aiguillage car il était plus facile à fabriquer et à programmer comparé aux deux autres systèmes notamment par le fait de l'utilisation d'un servomoteur. La principale difficulté aura été l'installation de ce système sur la maquette car il faut choisir la bonne hauteur afin que l'aiguille ne passe pas au-dessus des roues dentées lorsqu'elle doit être éjecter. Lorsque la pièce est conforme, le système n'intervient pas et laisse simplement passer la pièce tout le long du tapis jusqu'au bac.

### III) Modélisation du système

Avant de réaliser le système, nous avons d'abord fait une modélisation de celui-ci sur SolidWorks afin d'avoir une première approche et de voir si cela fonctionnerait. Voici la modélisation obtenue :



Une grande partie de ce système a été imprimé directement en 3D à partir de la modélisation SolidWorks comme le support pour le servomoteur, le support de l'aiguille et l'aiguille.

La version finale de ce système d'éjection des pièces est présentée sur la photo de l'ensemble du projet présente en annexes ainsi que les différentes cotations de ce système.

# Assemblage final

## I) Partie électronique

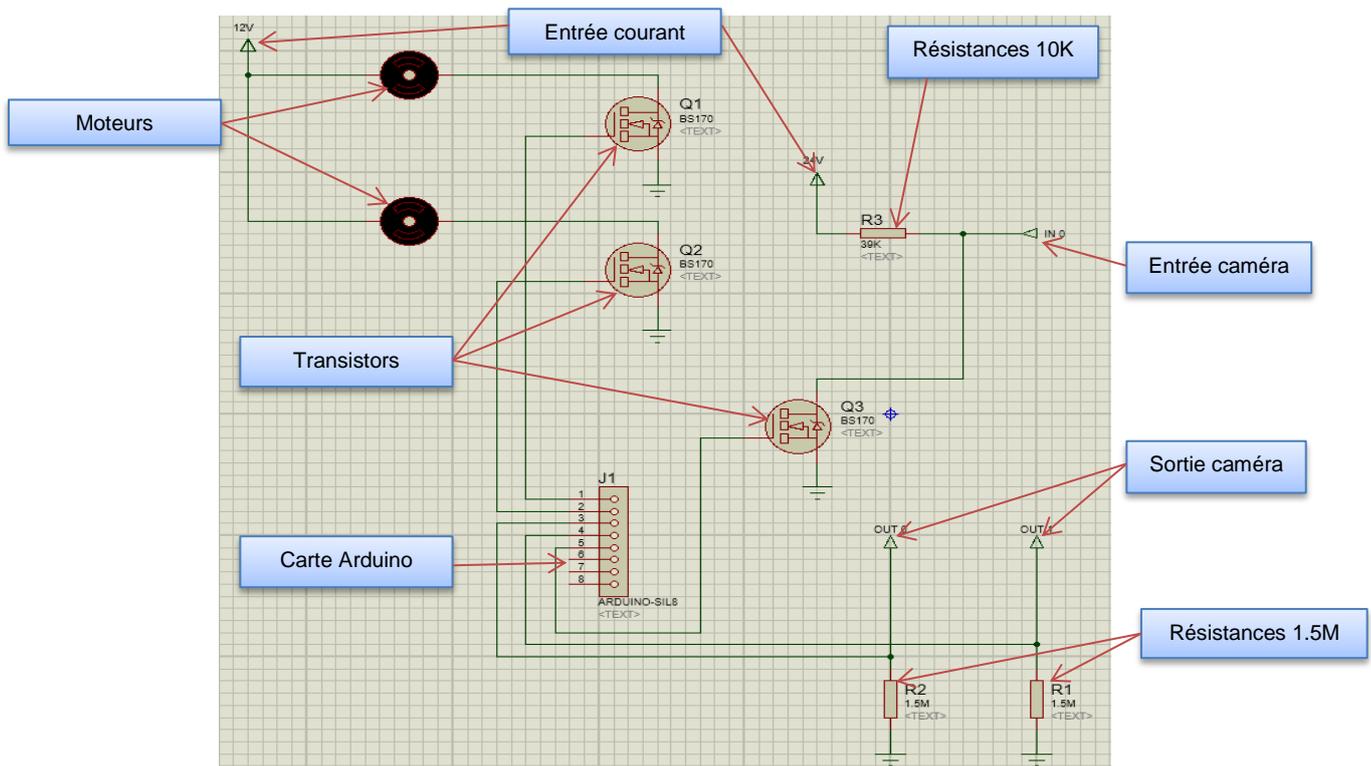
Le système se compose d'une partie électronique permettant d'alimenter les deux moteurs, les deux servomoteurs (de la came et pour l'éjection) et la caméra. La carte Arduino UNO ainsi que les deux moteurs fonctionnent en 12V, la caméra en 24V et les deux servomoteurs eux fonctionnent en 5V.

Il a fallu créer un système permettant de faire la liaison entre tous les éléments, ceux fonctionnant en 24V, en 12V et en 5V.

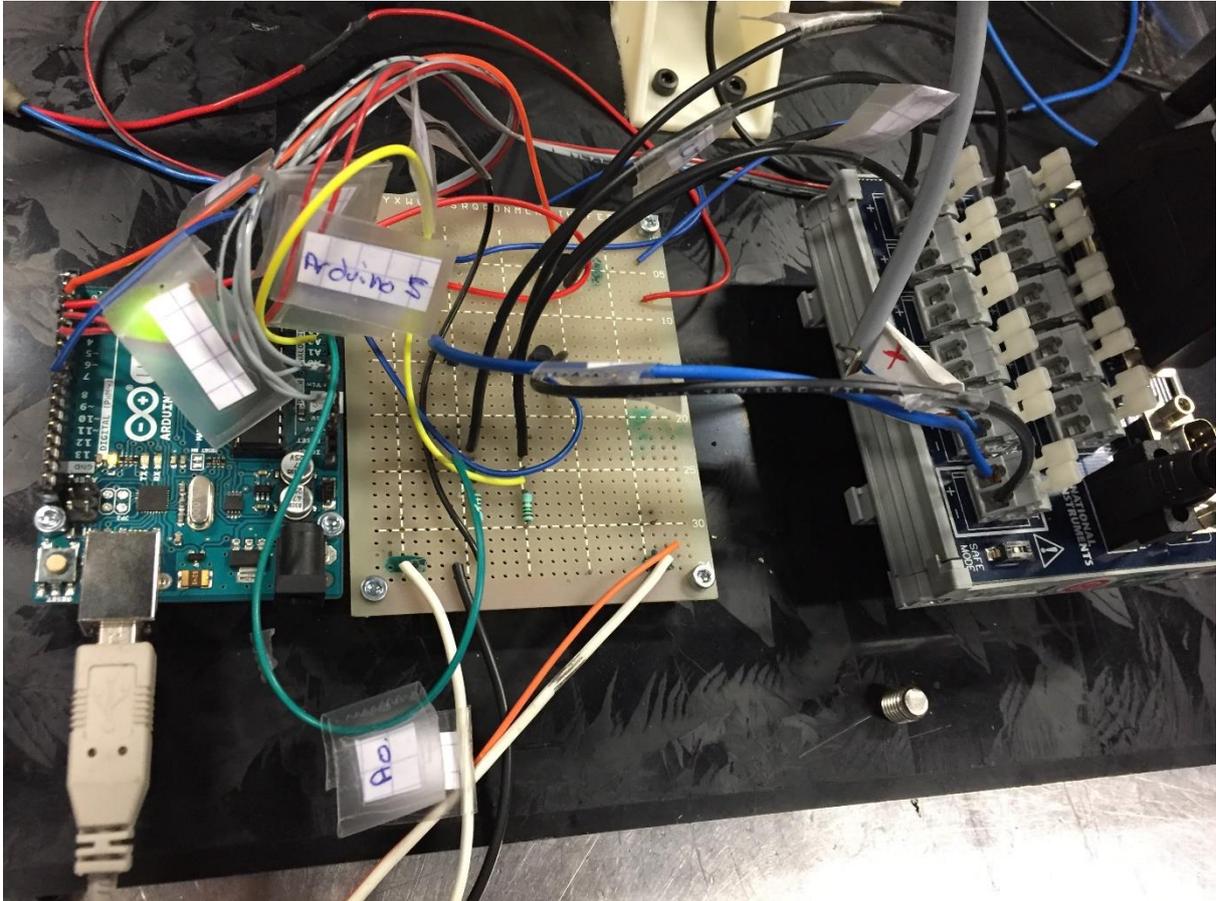
Pour cela j'ai choisi les composants électroniques adéquats :

- Transistors BS170 (fonctionne à l'aide d'une tension et n'est pas obligé d'avoir un courant pour devenir saturé ou bloqué).
- Résistances de 1.5MΩ pour la transition des 24V en sortie de caméra au 5V de la carte Arduino (pont diviseur de tension).
- Résistance de 10KΩ pour la transition des 5V de la carte Arduino à l'entrée de la caméra.

Puis j'ai fait un schéma de principe à l'aide d'un logiciel (Proteus)



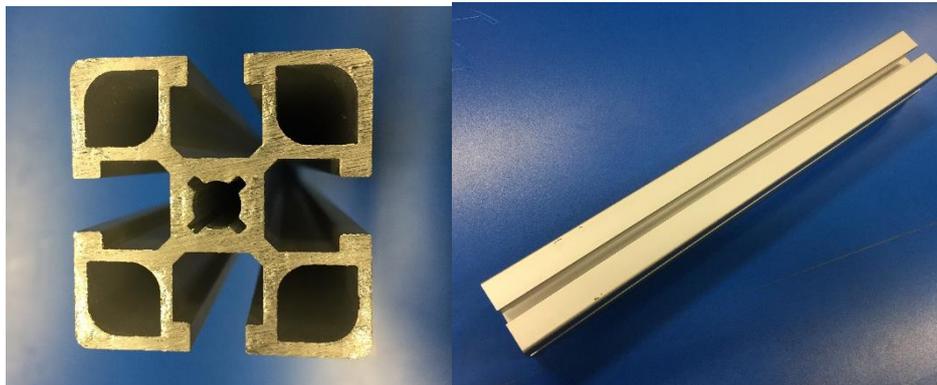
Puis sur une plaque de prototypage nous avons fait la mise en place de tous les composants, que nous avons soudé puis nous avons lancé les tests de fonctionnement.



## II) Pied de caméra

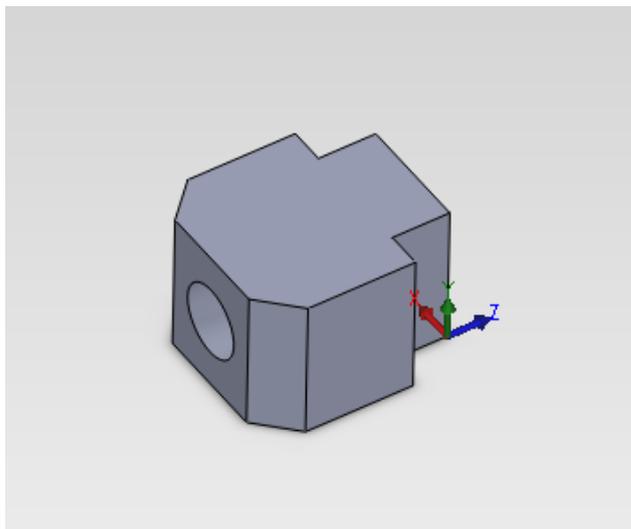
Il a également fallu fabriquer un pied pour maintenir la caméra. En effet cette dernière doit avoir une distance de 38cm entre son objectif et la pièce.

J'ai donc utilisé un profilé en aluminium carré d'une hauteur de 50cm car il faut prendre en compte la hauteur du tapis et les dimensions de la caméra.

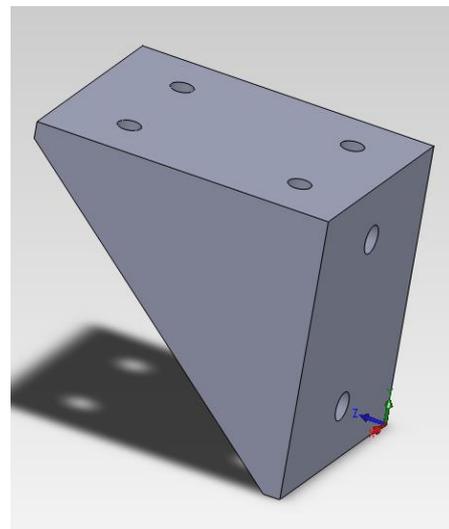


(Profilé en aluminium : annexe )

Le pied est fixé sur le socle à l'aide de trois équerres faite en impression 3D et 6 coulisseaux qui permettent de maintenir le profilé contre elles, la caméra et la lumière LED chacun fixés sur un support eux même maintenu au profilé par une équerre et 2 coulisseaux chacun.

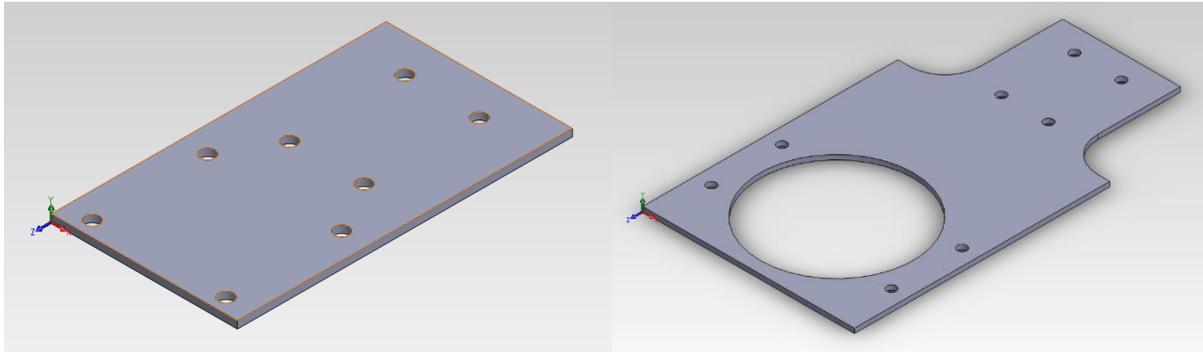


(Coulisseaux : annexe)



(Équerres : annexe)

Le support de la caméra est fait en métal car nous avons remarqué que le plexiglas ne résistait pas au poids et à la chaleur dégagée par la caméra, le support LED quand à lui est réalisé en découpe laser sur un morceau de plexiglas.

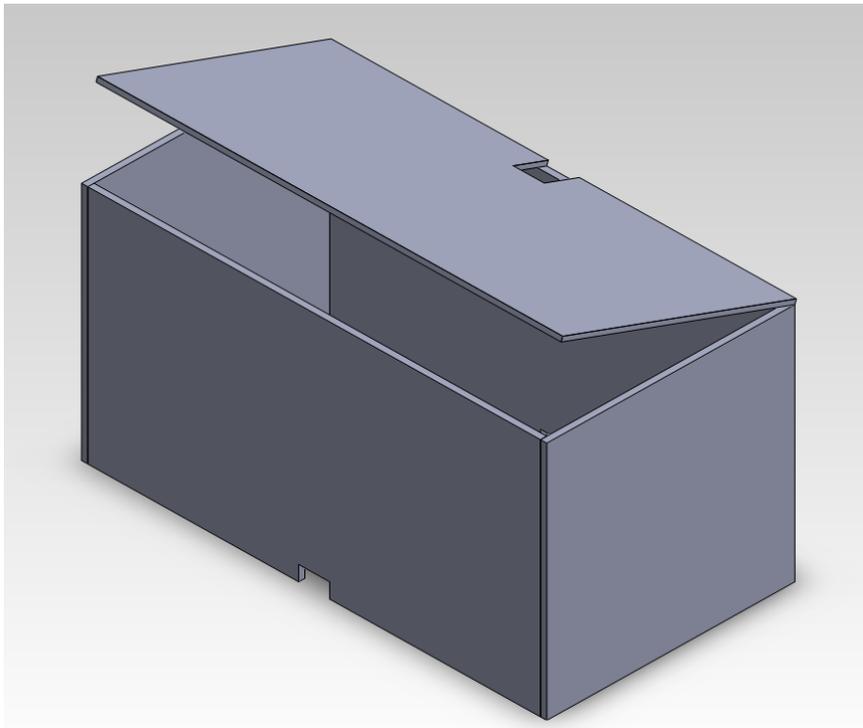


(Support caméra : annexe)

(Support lumière : annexe)

Une fois tous les éléments à notre disposition nous avons pu passer à l'assemblage final. Nous avons percé le socle et vissé tous les éléments selon notre modèle informatique réalisé au préalable grâce au logiciel SolidWorks.

Nous avons également du créé une protection électrique pour protéger l'utilisateur et le circuit en lui-même des perturbations extérieures.



(Protection électrique : annexe )

### Comparatif cahier des charges

Traitement en 7 secondes maximum	Non tester
Assuré la sécurité de l'utilisateur	Validé
Utiliser un circuit électrique (230V, 50Hz)	Validé
Détecter les défauts de la roue <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le diamètre de trou est de 4+/- 0.1mm</li> <li>- Le diamètre extérieur des dents de 9.8+/- 0.1mm</li> <li>- Le nombre de dent doit être égale à 12</li> </ul>	Défectueux Validé Validé
Choisir la couleur du tapis permettant un contraste suffisant pour contrôler les roues	Validé
Le système est sur une table (volume maximum 1000x1000x1000 mm <sup>3</sup> )	Validé
Le système n'excède pas les 25 kg	??????????

### Conclusion

N'ayant pas pu effectuer des tests avant la remise du rapport, ceux si seront présenter lors de la présentation orale devant le jury.

Nomenclature

36	1	Aiguillage pivotant	Impression 3D	
35	1	Support servo-moteur	Impression 3D	
34	6	Vis HC M8-20	Z6C13	
33	1	Plaque	A	101x51x4
32	1	Plexiglass		Fixation des Led's
31	8	Vis HC M4-10	Z6C13	
30	8	Vis HC M4-5	Z6C13	
29	2	Moteur		12 Volts continu
28	8	Ecrous M4	Z6C13	
27	2	Maintien came	Impression 3D	Permet la rotation de la came
26	1	Caméra Ni-1334C		
25	20	Vis HC, M4-10	Z6C13	
24	1	Objectif de caméra		50 mm
23	1	Spirale	Impression 3D	
22	1	ressort de compression		
21	24	Vis HC M6-20	Z6C13	
20	5	Equerres	Impression 3D	Fixation du profilé
19	1	Carte arduino		
18	2	Servo-moteur		
17	2	Rondelles	Z6C13	
16	6	Vis HC, M4-20	Z6C13	
15	1	Tige coulissante	Impression 3D	d= 7mm ; longueur = 164mm
14	6	Pied de la plaque	Impression 3D	d=39mm ; épaisseur=10mm
13	2	Ecrous M6	Z6C13	
12	2	Cylindre	A	d=40mm ; épaisseur=61mm
11	1	Bac éjection blanc	Impression 3D	80x?x53
10	1	Bac éjection noir	Impression 3D	48x80x53
9	1	Profilé	A	503x46x46
8	2	Cales	Bois	170x27x14
7	2	Paroi tapis	Plexiglass	70x290x3
6	1	Support came	A	85x56x36
5	1	V du moteur	A	71x52x21
4	38	Vis HC, M4-10	Z6C13	
3	4	Equerres	Impression 3D	41x15x5
2	1	Support tapis	A	69x132x78
1	2	Tapis	Caoutchouc	Morceau de chambre a air
Rep	Nb	DESIGNATION	Matière	OBSERVATION

## Etude de cout

- Support aiguillage : 9.80 euros
- Tige aiguillage : 7.70 euros
- Support servomoteur : 12.25 euros
- Servomoteur : 5 euros
- Caméra : 5500 euros
- Objectif : 270 euros
- Eclairage : 1150 euros
- Tous les câbles et boîtier d'alimentation : 600 euros
- Came : 4.45 euros
- Equerre support caméra : 11,30 euros
- Equerre petit tapis : 1.60 euros
- .
- Bac des pièces conformes : 16.92 euros
- Coulisseau support caméra : 0.77 euros
- Pied de la plaque : 5.16 euros
- Spirale système d'acheminement : 1.26 euros
- Tige coulissante : 4.20 euros
- Carte arduino : 20 euros

**Total : 7630 euros**

---

# Transistor

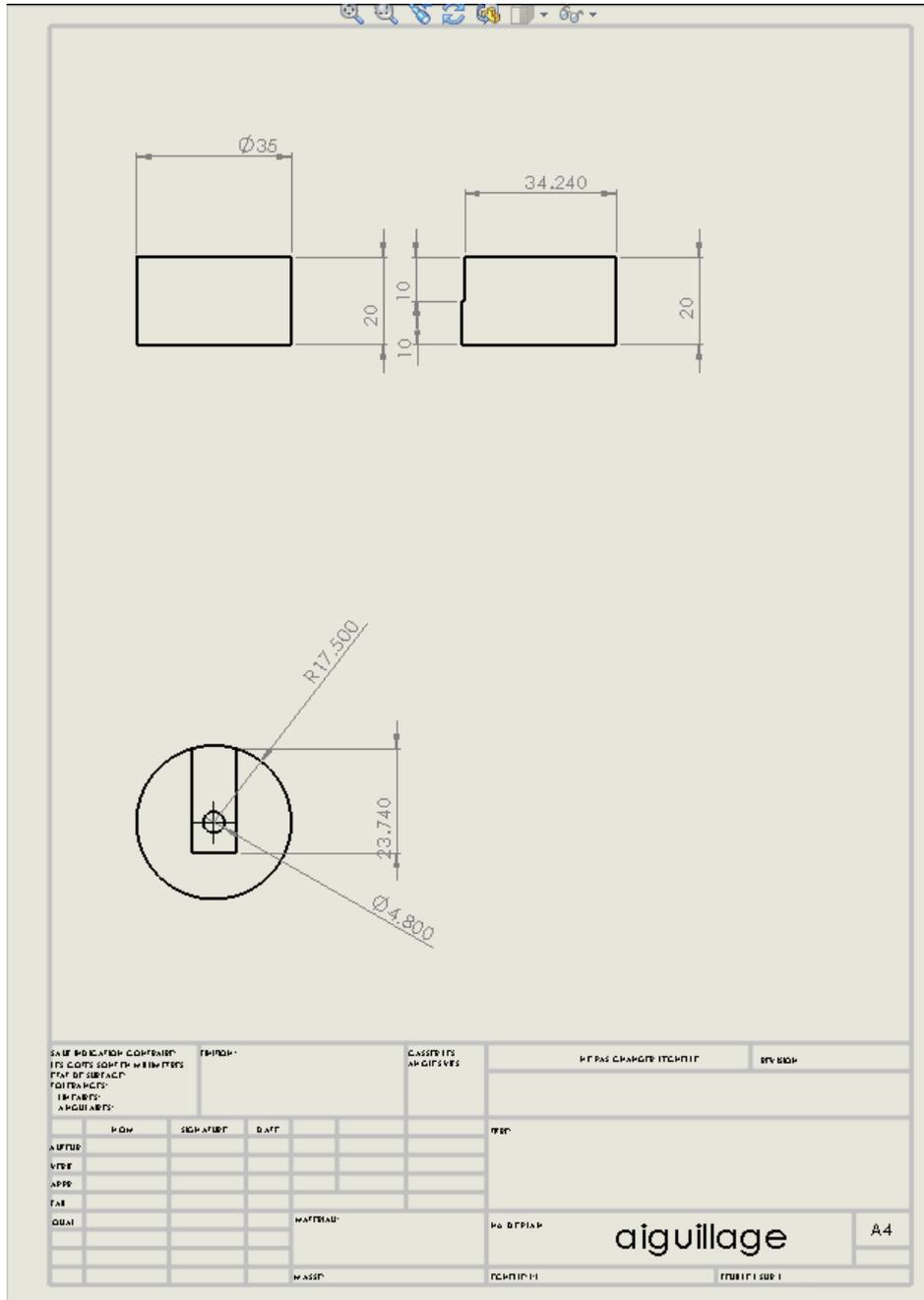
## BS170G

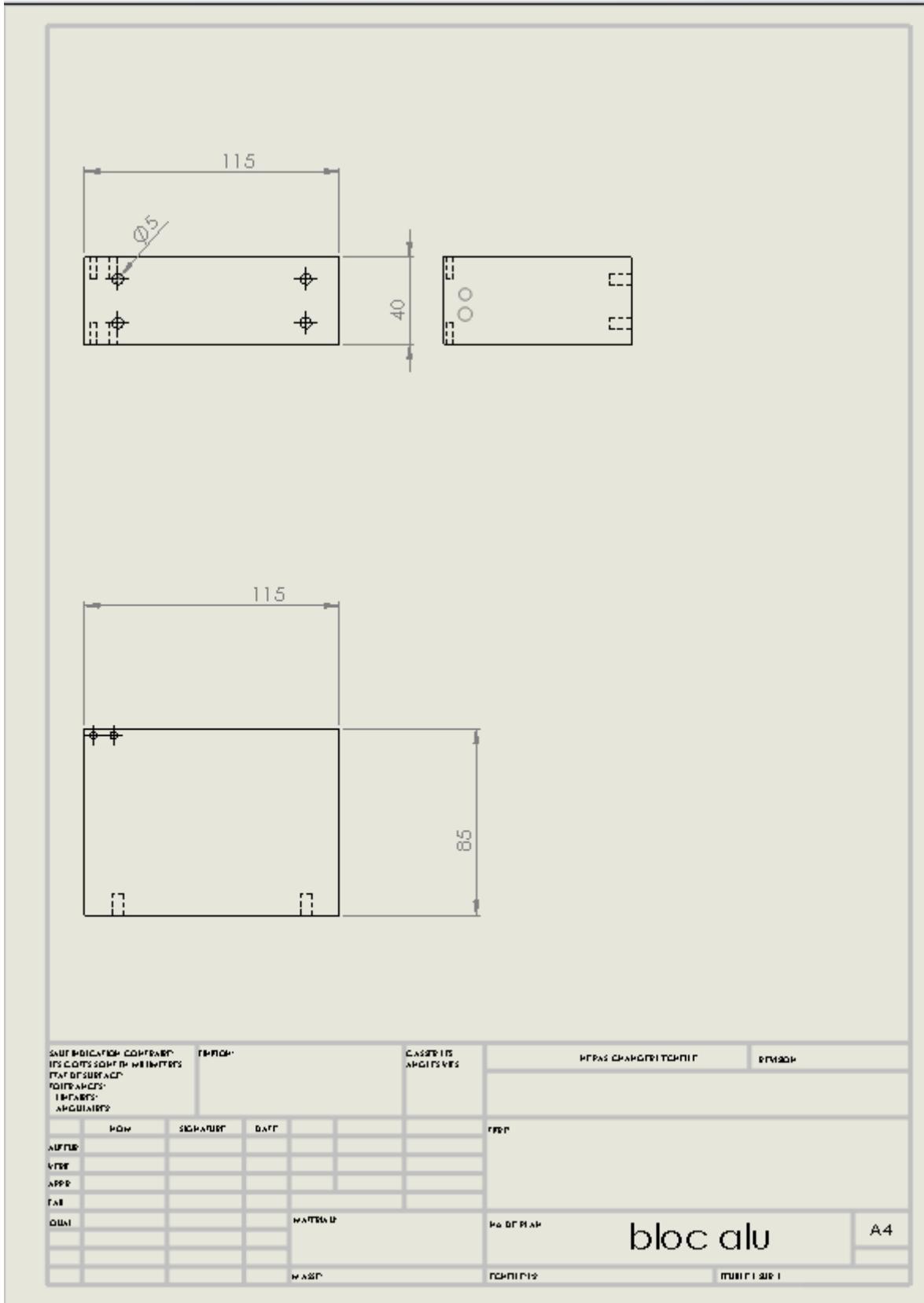
### ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

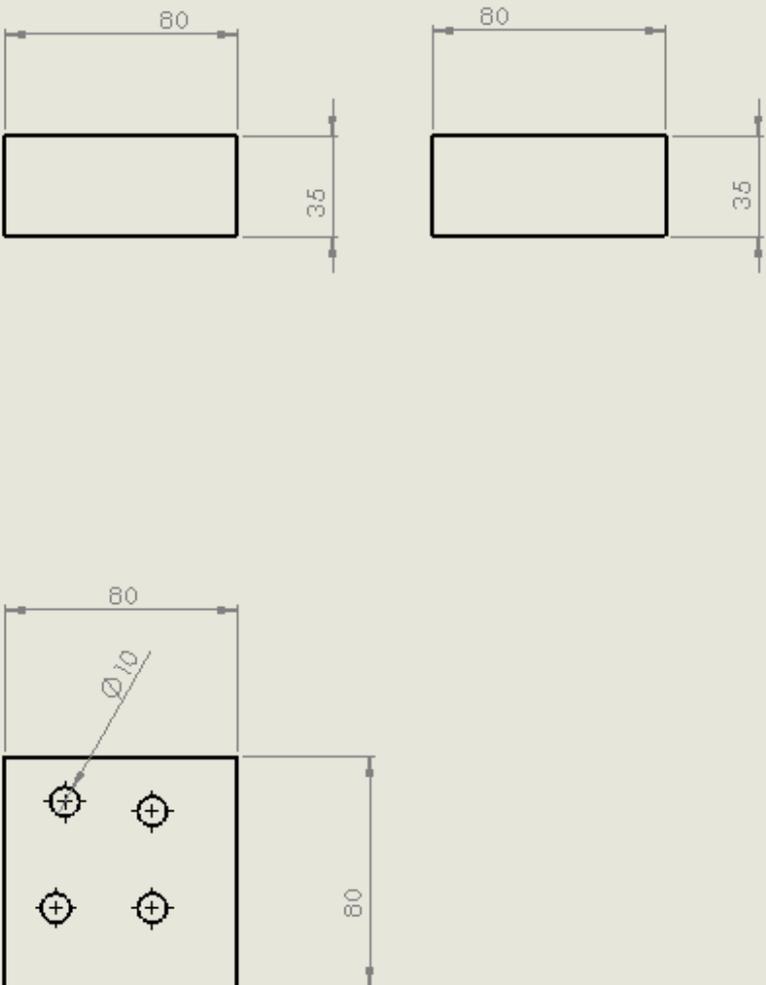
Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
<b>OFF CHARACTERISTICS</b>					
Gate Reverse Current ( $V_{GS} = 15\text{ Vdc}$ , $V_{DS} = 0$ )	$I_{GSS}$	-	0.01	10	nAdc
Drain-Source Breakdown Voltage ( $V_{GS} = 0$ , $I_D = 100\ \mu\text{Adc}$ )	$V_{(BR)DSS}$	60	90	-	Vdc
<b>ON CHARACTERISTICS (Note 1)</b>					
Gate Threshold Voltage ( $V_{DS} = V_{GS}$ , $I_D = 1.0\ \text{mAdc}$ )	$V_{GS(Th)}$	0.8	2.0	3.0	Vdc
Static Drain-Source On Resistance ( $V_{GS} = 10\ \text{Vdc}$ , $I_D = 200\ \text{mAdc}$ )	$r_{DS(on)}$	-	1.8	5.0	$\Omega$
Drain Cutoff Current ( $V_{DS} = 25\ \text{Vdc}$ , $V_{GS} = 0\ \text{Vdc}$ )	$I_{D(off)}$	-	-	0.5	$\mu\text{A}$
Forward Transconductance ( $V_{DS} = 10\ \text{Vdc}$ , $I_D = 250\ \text{mAdc}$ )	$g_{fs}$	-	200	-	mmhos
<b>SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS</b>					
Input Capacitance ( $V_{DS} = 10\ \text{Vdc}$ , $V_{GS} = 0$ , $f = 1.0\ \text{MHz}$ )	$C_{iss}$	-	-	60	pF
<b>SWITCHING CHARACTERISTICS</b>					
Turn-On Time ( $I_D = 0.2\ \text{Adc}$ ) See Figure 1	$t_{on}$	-	4.0	10	ns
Turn-Off Time ( $I_D = 0.2\ \text{Adc}$ ) See Figure 1	$t_{off}$	-	4.0	10	ns

1. Pulse Test: Pulse Width  $\leq 300\ \mu\text{s}$ , Duty Cycle  $\leq 2.0\%$ .

## Mise en plan

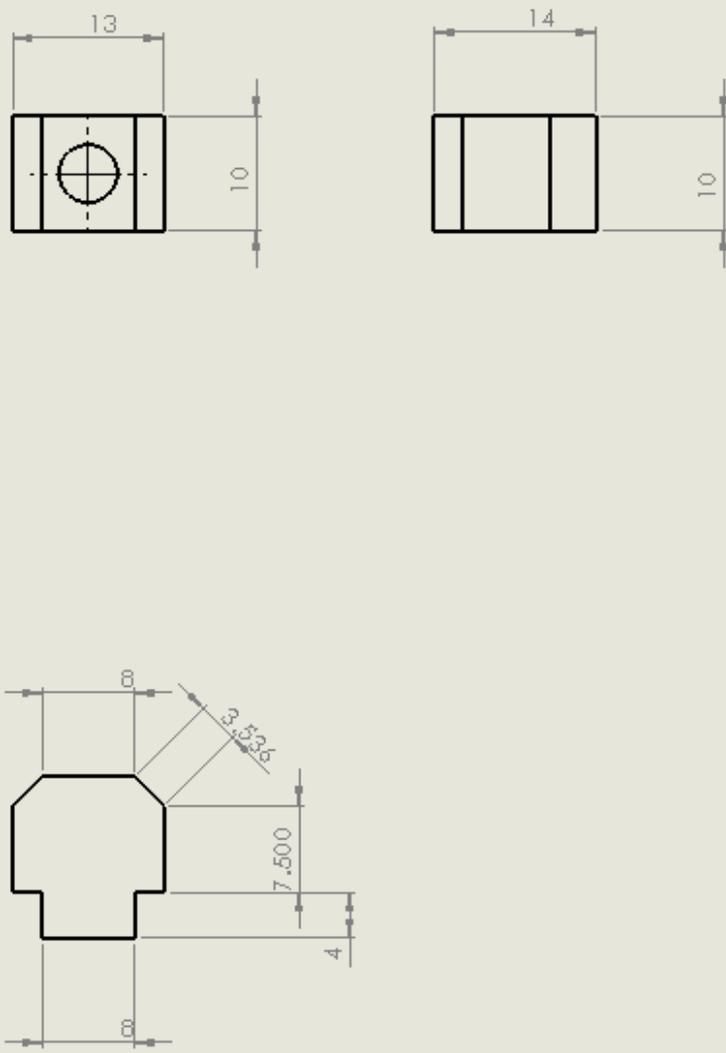




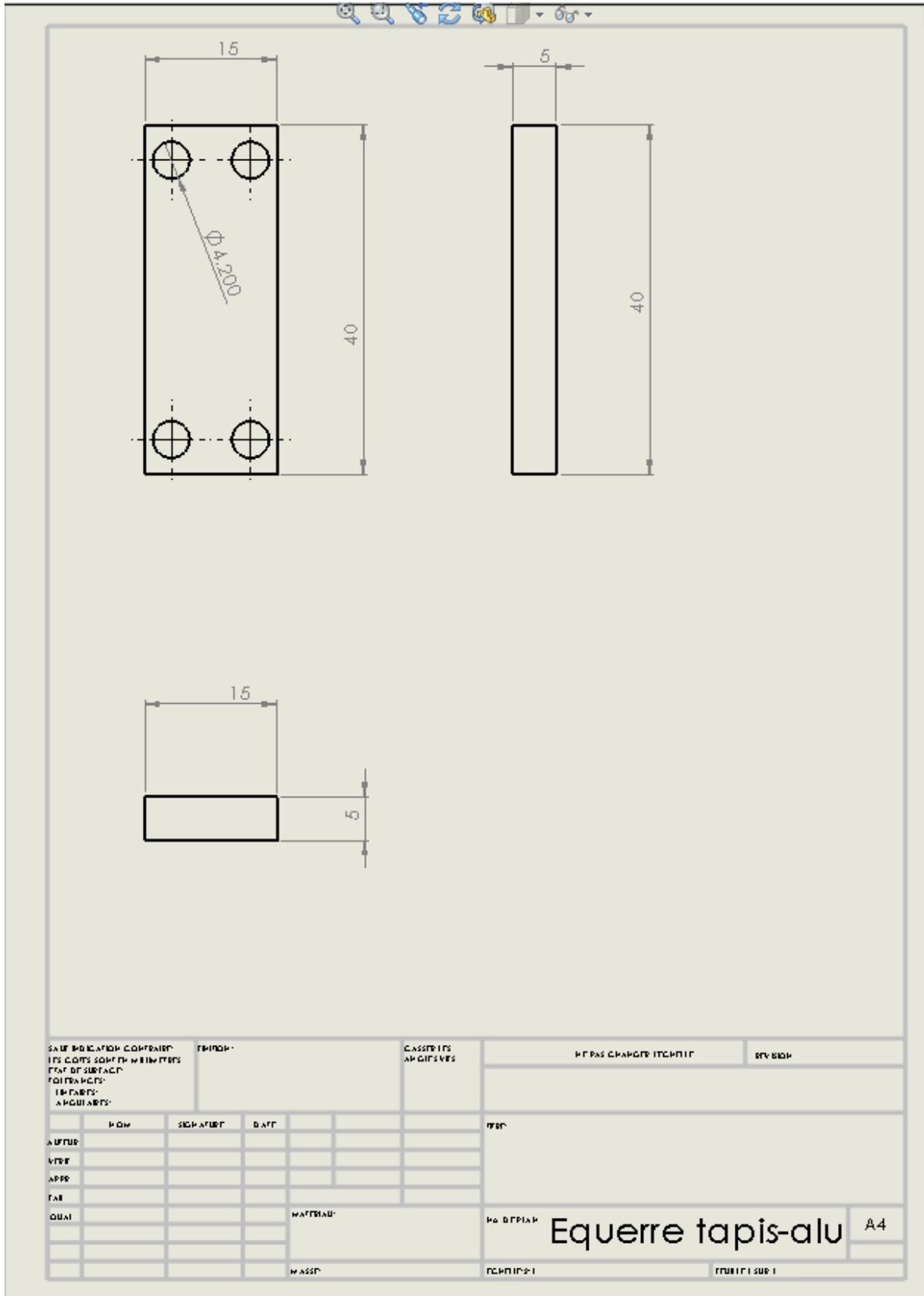


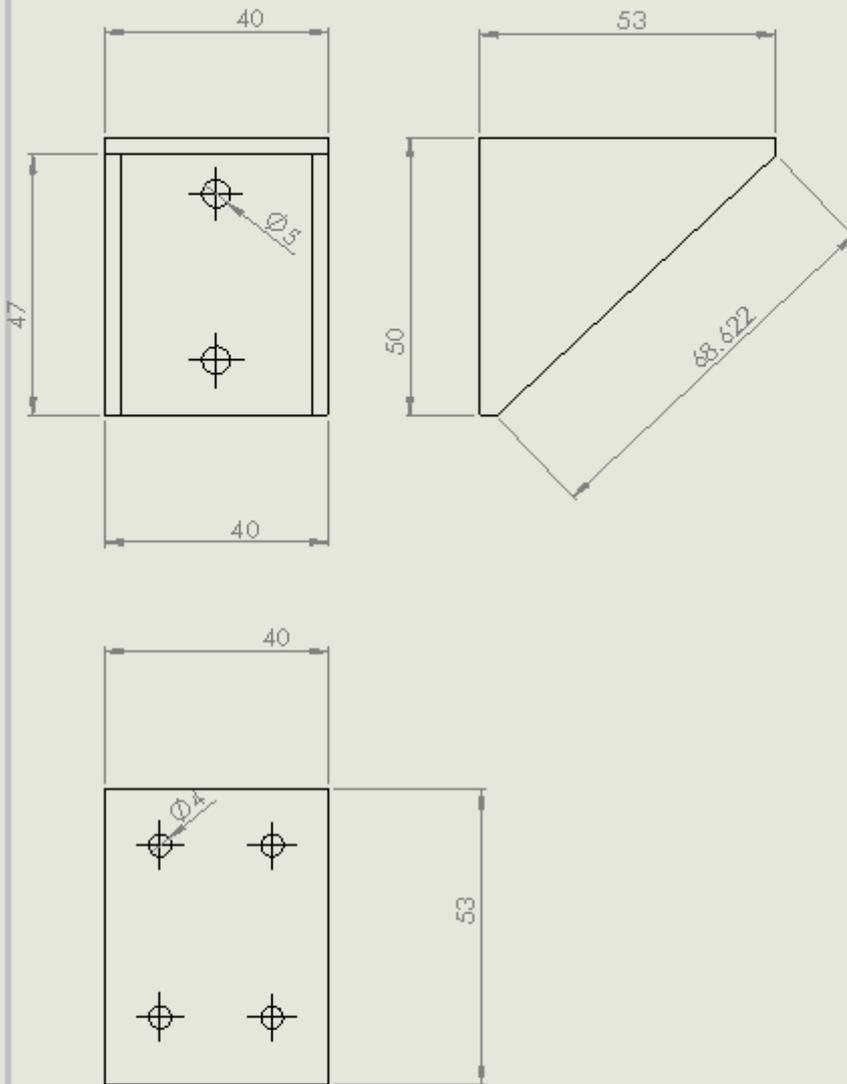
SAUF INDICATION CONTRAIRE Tous cotes sont en millimètres État de surface: Finitions: Tolérances: Angles: 45°		FINISH:		CLASSIFICATION ANGLES VUS		NE PAS CHANGER IDENTIF		REV BOM	
NOM		SIGNATURE		DATE		REF:			
AUFUS									
VTEP									
APPR									
FAB									
QUAI				MATRIAU:		No. DE PLAN		boitier elec	
				MATERIAU:		REVISION		A4	
				MATERIAU:		REVISION		REVISION	



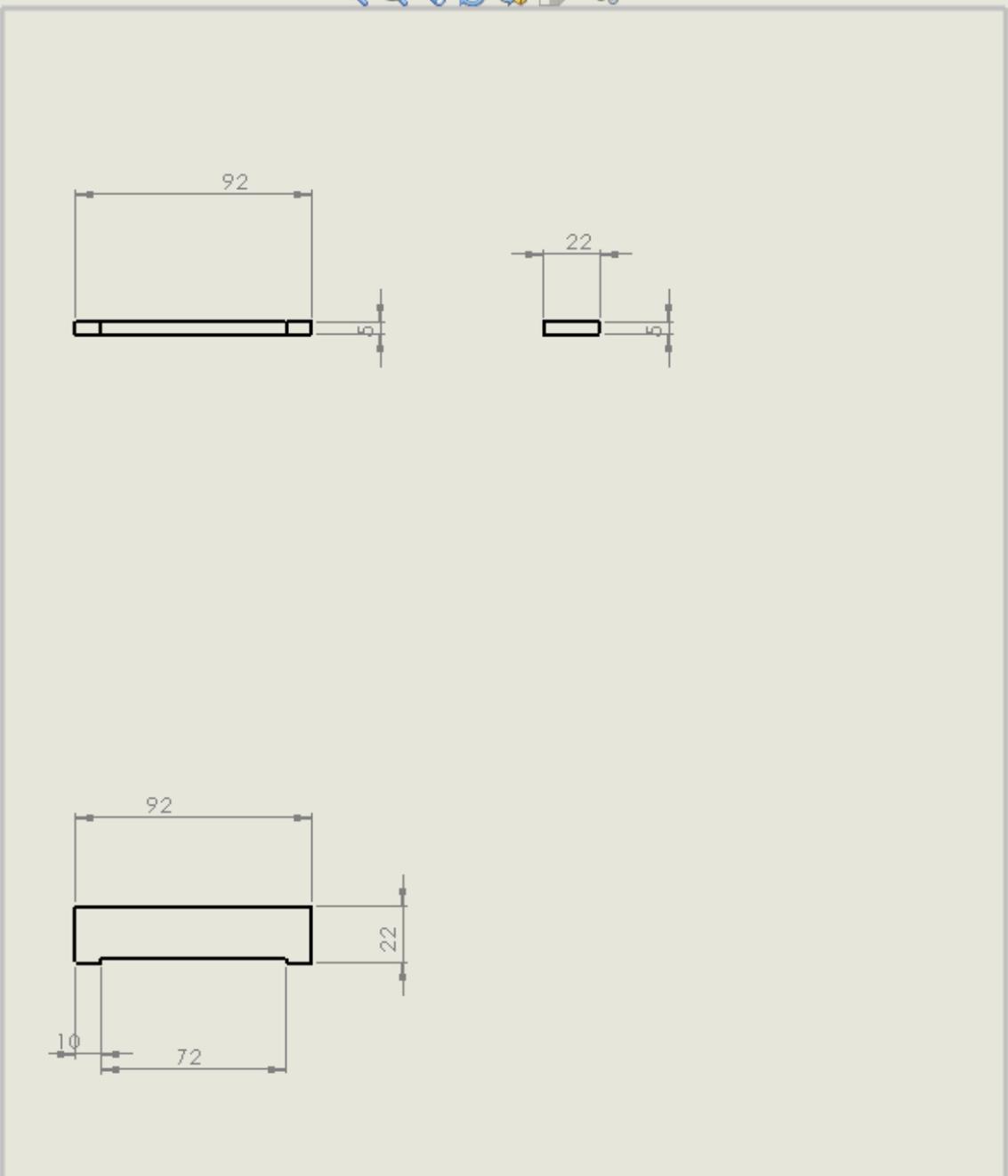


SAUF INDICATION CONTRAIRE Tous cotes sont en millimètres État de surface: Finitions: Tolerances: Angles:		FINITION:		CLASSIFICATION AR GDS VES		N° PAS CHANGÉ ITCR 111		REV B004	
	POW	SIGNATURE	DATE			REV			
AUTRES									
NOTE									
APP									
FAI									
QUAI					MATRIAU:	N° DÉTAIL		coulisseau n°2	
						N° DÉTAIL		A4	
					MASSE:	FORMES		FIGURE 1 SUR 1	





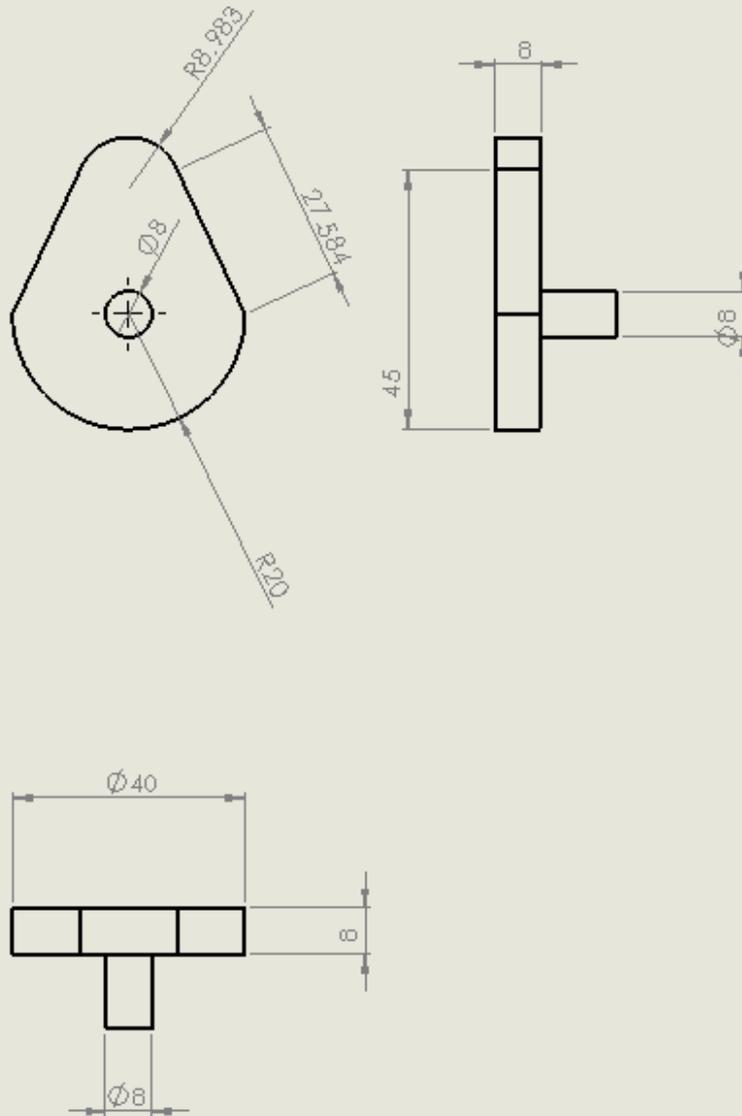
SANS INDICATION CONTRAIRE LES COÛTS SONT EN MILLIMÈTRES PLAN DE SURFACE POINTS ANGLES POINTS ANGLES		DÉFINITION	CARACTÉRISTIQUES ANGLES MES	N° DE CHANGEMENT IDENTIFIANT	RÉVISION
NOM AUFUS VILLE APPR TAIL QUAI	SIGNATURE	DATE	MATÉRIEL	N° DE PLAN <b>equere</b>	A4
MASSIF		DÉTAIL N°	ÉCHELLE 1/1		



Technical drawing of a carpet wall (mur du tapis) showing three views with dimensions:

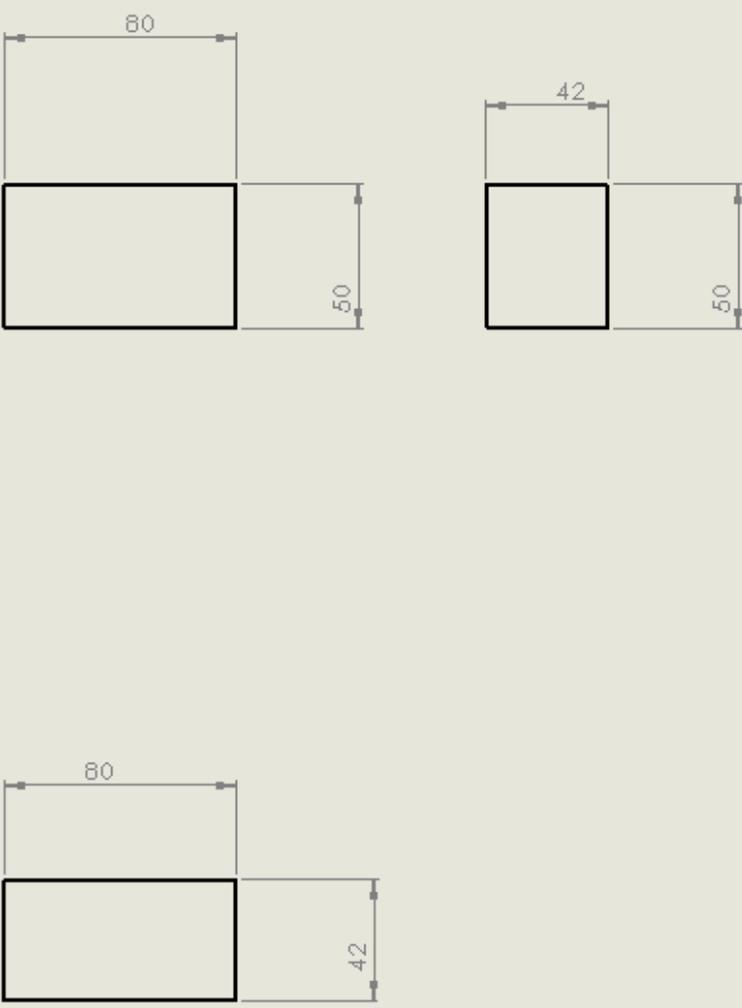
- Top view: width 92, height 6
- Side view: width 22, height 6
- Perspective view: width 92, height 22, depth 72, and a small offset of 10

DATE INDICATION CONTENU: LES COTES SONT EN MILLIMETRES ÉTAT DE SURFACE: POLYÉTHYLENE IMPACTS: A QUARTS:		FINITION:		CLASSIFICATION ANGLAIS VES		NE PAS CHANGER IDENTIFI		REV BISH	
	POW	SIGNATURE	DATE			REV			
AUTOUR									
VUE									
APP									
FAI									
QUAI					MATÉRIAU:	No DÉPIER		mur du tapis	
								A4	
					MASSE:	TEMPERATURE		FRUIT SUR 1	



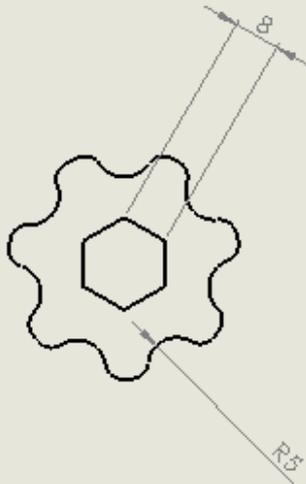
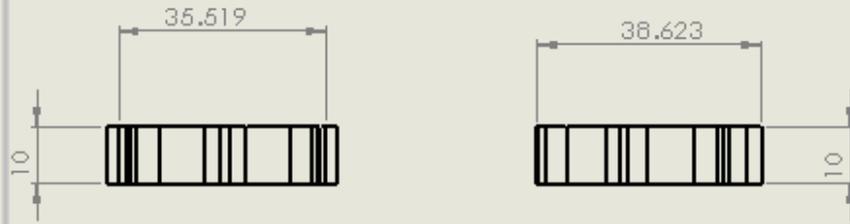
SAUF INDICATION CONTRAIRE Tous cotes sont en millimètres État de surface: Finitions: Tolerances: Angles arrondis:		FINITION:		CLASSIFICATION ALGÈS VES		NE PAS CHANGER IDENTIF		REV B00	
NOM		SIGNATURE		DATE		TYPE			
AUFUS									
VTRF									
APPR									
TAL									
QUAI				MATÉRIAU		No DÉPÔT		A4	
				M. ASSP		TECHNICH		FOURTE SUR 1	

**Came**



SAUF INDICATION CONTRAIRE Tous cotes sont en millimètres État de surface: 1 - lisses 2 - rugueux		FINITION		CLASSIFICATION ARÇONS VES		NE PAS CHANGER IDENTITÉ		REVISION	
	PRO	SECHEUR	DATE			REF			
AUTOUR									
NOTE									
APPRE									
TAI									
QUAI				MATRIAU		N° DEPIEC		Pièce d'évacuation <sup>A4</sup>	
				MASSE		REVISIONS		ETAT DE SURT	





SAUF INDICATION CONTRAIRE  
Tous cotes sont en millimètres  
État de surface:  
F01 F04 F05  
T01 T02 T03  
A01 A02 A03

FINITION

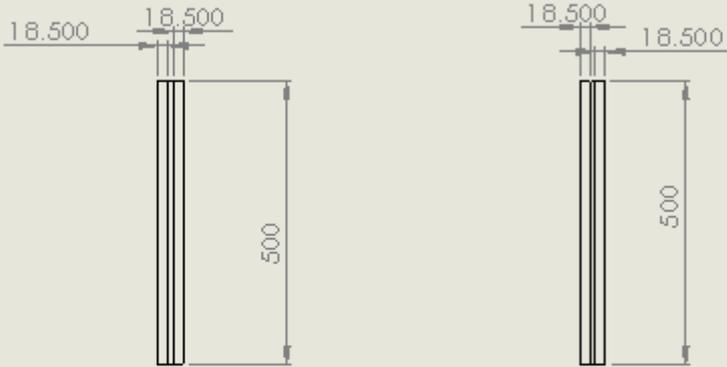
CLASSIFICATION  
ANCIENNES

NE PAS CHANGER ITCHÉPIT

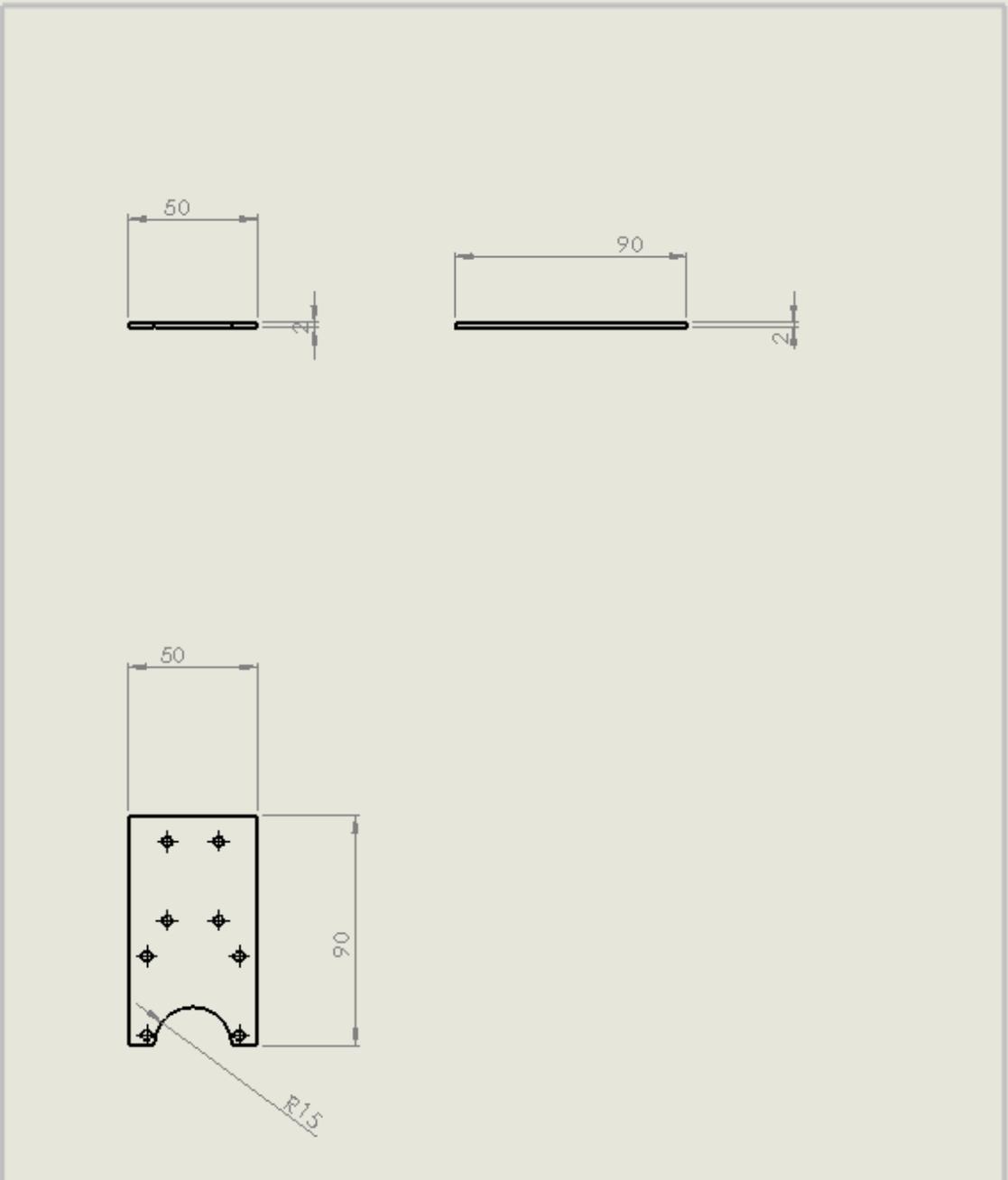
REV BISH

	NOM	SIGNATURE	DATE		
AUTR					
VER					
APP					
FAB					
QUAL				MATRIAL	
				MASSE	

REF	
PO DEPIAN	<b>ped de la plaque</b> A4
RECHERCH	
PROJET SUR I	

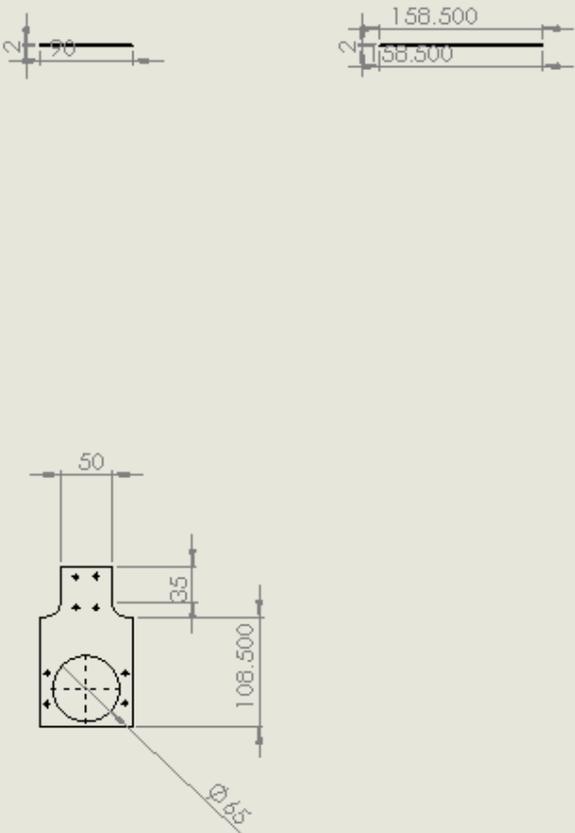


SAUF INDICATION CONTRAIRE LES COTES SONT EN MILLIMETRES PLAN DE SURFACE FOLTES TOLERANCES ANGULAIRE		EN POIN	CLASSIFICATION ANGLES VUS	REPARATION REVISION
NOM AUTEUR VUE APPR TAIL QUAI	SIGNATURE	DATE	REF	No DE PLAN <p style="font-size: 24px; font-weight: bold;">pylone</p> A4
MATRIAL		No DE PLAN		
MATRIAL		REVISION		



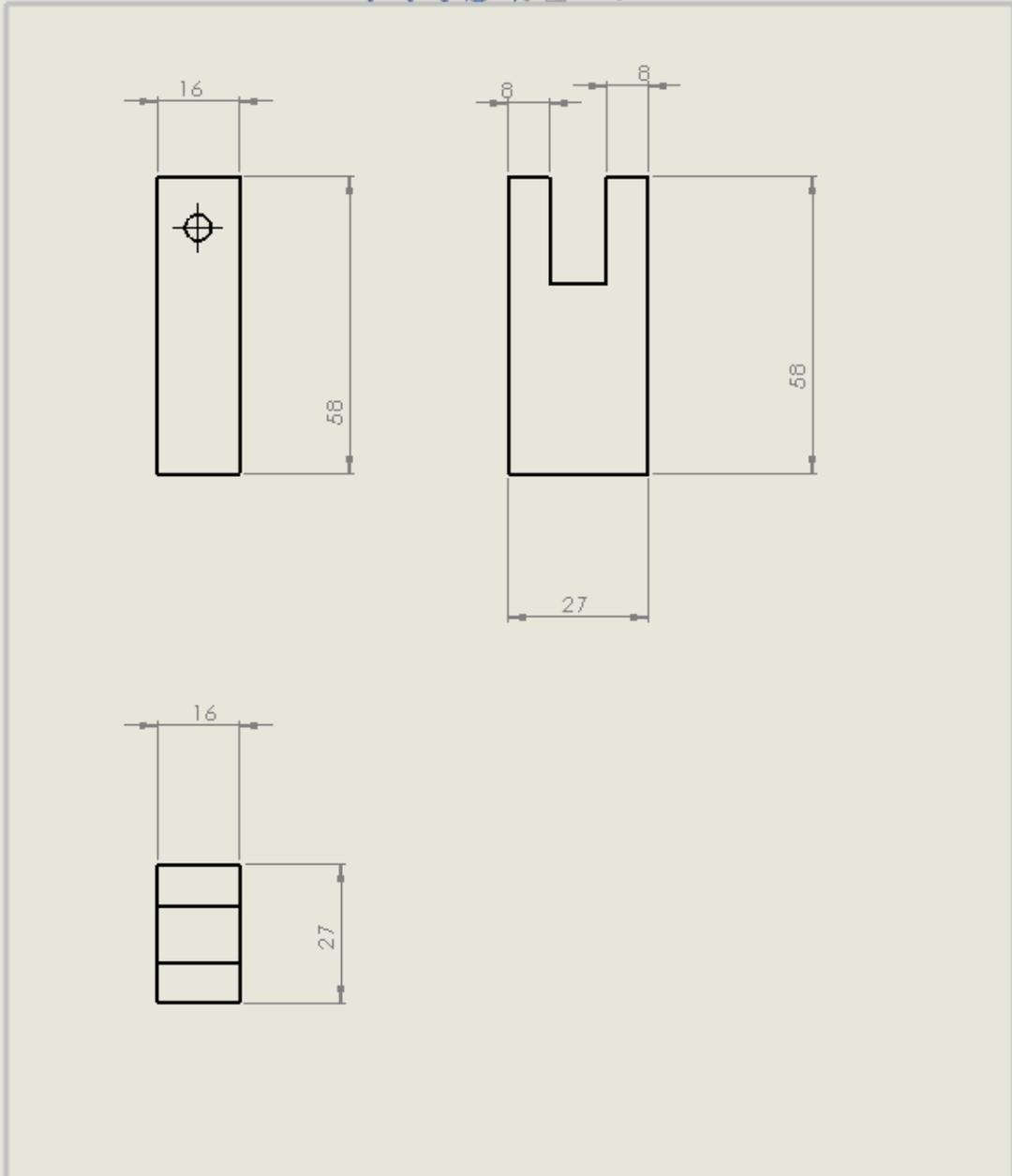
SAUF INDICATION CONTRAIRE Tous cotes sont en millimètres Tous les surfaces sont à tracer à l'aide d'un compas à l'exception des angles		NOM		CASSES DES ANGLES DES		N° DE CHANGEMENT		REVUE	
NOM		SIGNATURE		DATE		PROF			
AUTRES									
VITE									
APP									
FAB									
QUAL				MATÉRIAU					
				MÉTIER					
				MÉTIER					

support caméra à découper



SANS INDICATION CONTRAIRE Tous cotes sont en millimètres État de surface: Finitions: Angles arrondis		PROFONDEUR		CLASSE DES ANGLES VUS		NOM DE LA CHANGÈRE TECHNIQUE		REVISED	
NOM		SIGNATURE		DATE		REVISION			
ALF									
VER									
APP									
TEL									
DIR									
				MATERIAU		No. DEPIAN			
				MASEP		REUTILISÉ		FINI F1 SUR 1	

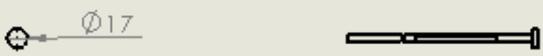
support lumière blanche à découper 2

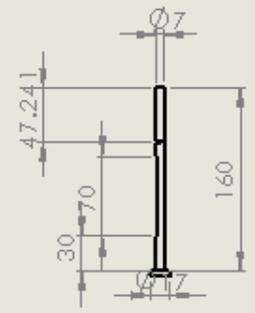


SAUF INDICATION CONTRAIRE Tous cotes sont en millimètres État de surface Tolérances ISO 2768 A pour les cotes linéaires		ÉCHELLE :		CASSERIES ANGLAISSES		NE PAS CHANGER ITC/PIE		REVISION	
APPR	POW	SIGNATURE	DATE			REF:			
VDFE									
APPB									
TAR									
QDAI					MATÉRIAU :	No. DE PIÈCE		A	
					MASSIF	RECHIFFRE		GROUPES SUB 1	

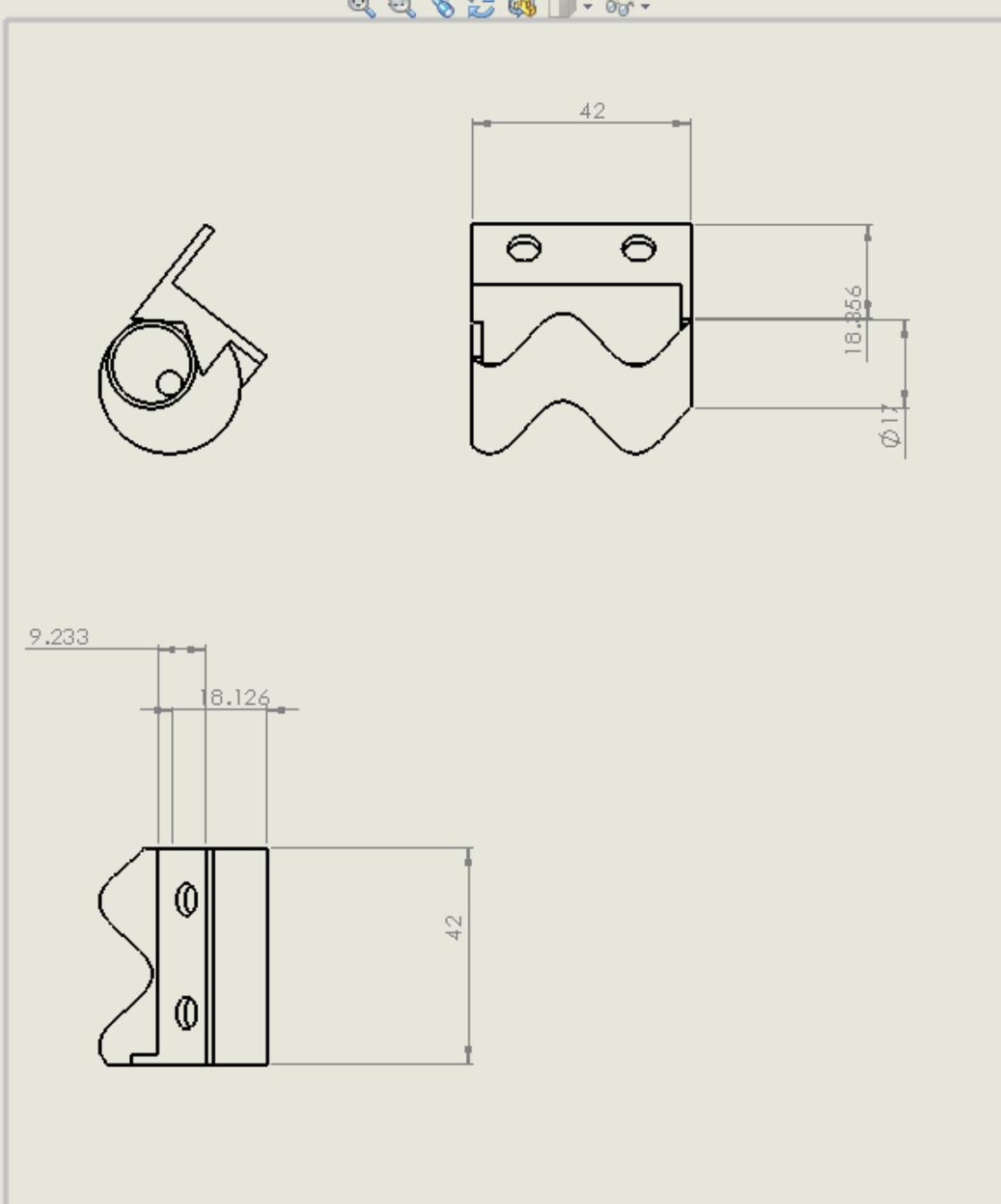
support servo moteur aigüilage







SAUF INDICATION CONTRAIRE Tous droits sont réservés Tous droits réservés Tous droits réservés Tous droits réservés Tous droits réservés	PROJET	CLASSIFICATION ANCIENS VES	N° PROJET CHANGEMENTS REVISION																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">NOM</th> <th style="width: 10%;">SIGNATURE</th> <th style="width: 10%;">DATE</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	NOM	SIGNATURE	DATE																																																																											PROJET	N° PROJET CHANGEMENTS REVISION	N° PROJET CHANGEMENTS REVISION	N° PROJET CHANGEMENTS REVISION	N° PROJET CHANGEMENTS REVISION
NOM	SIGNATURE	DATE																																																																																
MATÉRIEL		N° DE PLAN		<h2 style="margin: 0;">tige coulissant</h2>	A4																																																																													
N° SÉRIE		N° DE PLAN		FIGURE 1 SUR 1																																																																														



9.233

18.126

42

42

18.356

Ø17

SAUF INDICATION CONTRAIRE Tous cotes sont en millimètres État de surface: Finitions: 1/4 parts: Aiguilles:		TOLERANCE		CASSES ET APPROFONDIS		N° PAS CHANGÉ (TOUTE Fois)		REV B00	
NOM		SIGNATURE		DATE		REF			
AUFUS									
VTRF									
APPR									
FAB									
QUAL				MATRIAL		N° DE TRIAL		toboggan_equerre <sup>A4</sup>	
				MASSE		FORME ET		TOUTE SUR	

