



2^{ème} partie du Projet S6

Professeurs référents :

M. Ibrahim

P. Dal Santo

Petrens Arnaud
Heraud Charles
Aliot Pierre
Dumail Bryan

Table des matières

Remerciements :	3
Introduction :.....	4
Architecture du système :	4
Matériaux recyclables et extrudables de notre procédé	4
I- Le broyeur :.....	6
a) Principe :.....	6
b) Nomenclature du l'extrudeuse :.....	6
1- Trémie.....	7
2- Le broyeur	8
3- Moteur.....	8
4- Récapitulatifs pièces et prix.....	9
II- Extrudeuse :.....	10
a) Fonctionnement	10
b) Estimation du volume de polymère récupérable par jour :	10
c) Nomenclature du l'extrudeuse :.....	11
1- Trémie.....	11
2- Moto-réducteur:.....	Erreur ! Signet non défini.
3- Roulement :	13
4- Vis :	13
5- Fourreau :	14
6- Collier chauffant :	15
7- Thermocouple :	16
8- Filière :	16
III- Système de refroidissement.....	21
IV- Système d'enroulement du système.....	23
a) S'adapter à a bobine : Système de fixation de la bobine sur une pièce tournante	23
b) Permettre la rotation de la bobine :	24
1- Entraîner la bobine en rotation.....	24
2- Vitesse prise en compte	24
3- Couple pris en compte	25
c)Repartir le fil sur la bobine	26

Remerciements :

Nous tenions à remercier **Precious Plastic** (<https://preciousplastic.com/>) qui est une communauté d'une centaine de personnes travaillant pour trouver une solution à la pollution plastique. Dans cet optique ils partagent connaissance, machine et techniques gratuitement pour tout le monde, afin que toutes personnes aient les moyens d'agir contre la pollution et puissent se lancer dans des projets.

Nous tenons également à remercier M. Dal Santos pour ses conseils avisés et son accompagnement tout au long de cette période de réflexions.

Introduction :

L'objet de ce projet est de créer un système de recyclage de rebuts plastique afin de diminuer le gaspillage de matière plastique dans le procédé d'impression 3D.

Nous avons déjà réalisé une analyse fonctionnelle ainsi qu'un état de l'art des systèmes existant. Dans ce livrable, nous présenterons la phase de conception et de dimensionnement de notre système de recyclage de matière plastique.

Nous détaillerons l'architecture du système final, puis sous ensemble par sous ensemble nous détaillerons le dimensionnement de chacun des composants, le procédé et les matériaux utilisés dans le cas d'une fabrication, ou si le composant est à acheter. Nous présenterons également les plans des pièces à fabriquer.

Architecture du système :

Voici l'architecture finale de notre système.



Nous avons décidé de séparer le système en 4 sous ensemble qui représentent 4 fonctions distinctes du système. Cette séparation nous a permis de nous répartir la charge de travail plus facilement mais également d'être plus efficace dans le dimensionnement de chacune de nos systèmes.

Matériaux recyclables et extrudables de notre procédé

Type	Nom	Propriétés	Usages commun	Embrasement	Photo
PET	Polytéréphtalate d'éthylène	Transparent, résistant, résistant aux solvants, barrière face au gaz et à l'humidité,	Bouteilles, plateaux de biscuit, Tupperware	Flamme jaune avec peu de fumée	

		se ramollit à 80 °			
HDP E	Polyéthylène haute densité	Dur à semi-flexible, résistant aux produits chimiques et à l'humidité, surface cireuse, se ramollit à 75 °.	Sacs à de course, sac de congélation, bouteilles de lait, bouteilles de jus, shampoing,	Dur à embraser, sent comme des bougies	
PVC	Polychlorure de vinyle	Fort, dur, peut être transparent et solvant, ramollit à 60 °	Récipients cosmétiques, conduits électriques, tuyaux de plomberie, plaquettes thermoformées, tuyaux d'arrosage	Flamme jaune et fumée verte	
LDPE	Polyéthylène basse densité	Souple, flexible, surface cireuse, s'amollit à 70°, se raye facilement	Sacs à ordures, bouteilles pressables	Dur à embraser, sent comme des bougies	
PP	Polypropylène	Dur mais encore souple, surface cireuse, translucide, résiste aux solvants, adoucit à 140 °	Bouteilles, tubes de crème glacée, pailles, pots de fleurs, vaisselle, meubles de jardin,	Flamme à pointe jaune bleue	
PS	Polystyrène	Clair, vitreux, opaque, semi-dur, se ramollit à 95 °	Étuis à CD, couverts en plastique, imitation verre	Fumée dense	

I- Le broyeur :

a) Principe :

Le broyeur est le premier maillon du process, dans notre cas il consiste à réduire des morceaux de plastiques de types bouteilles, pots en plastique ... de leur taille d'origine à une taille plus petite. Le principe est la fragmentation des morceaux par l'action mécanique de disques en acier à une ou plusieurs dents. Un broyage est caractérisé par différents paramètres :

- La capacité d'admission déterminé par la taille de la trémie.
- Le rapport optimal de réduction, c'est à dire le rapport de la taille des pièces à la sortie sur la taille des pièces à l'entrée. Comme toutes les pièces ne sont pas de même taille, on raisonne à partir d'une taille seuil, obtenue pour 85% des pièces.
- La distribution granulométrique en sortie.
- Le coefficient de forme moyen, qui permet de caractériser la sphéricité des particules à la sortie.
- Le coût de la maintenance.

b) Nomenclature du l'extrudeuse :

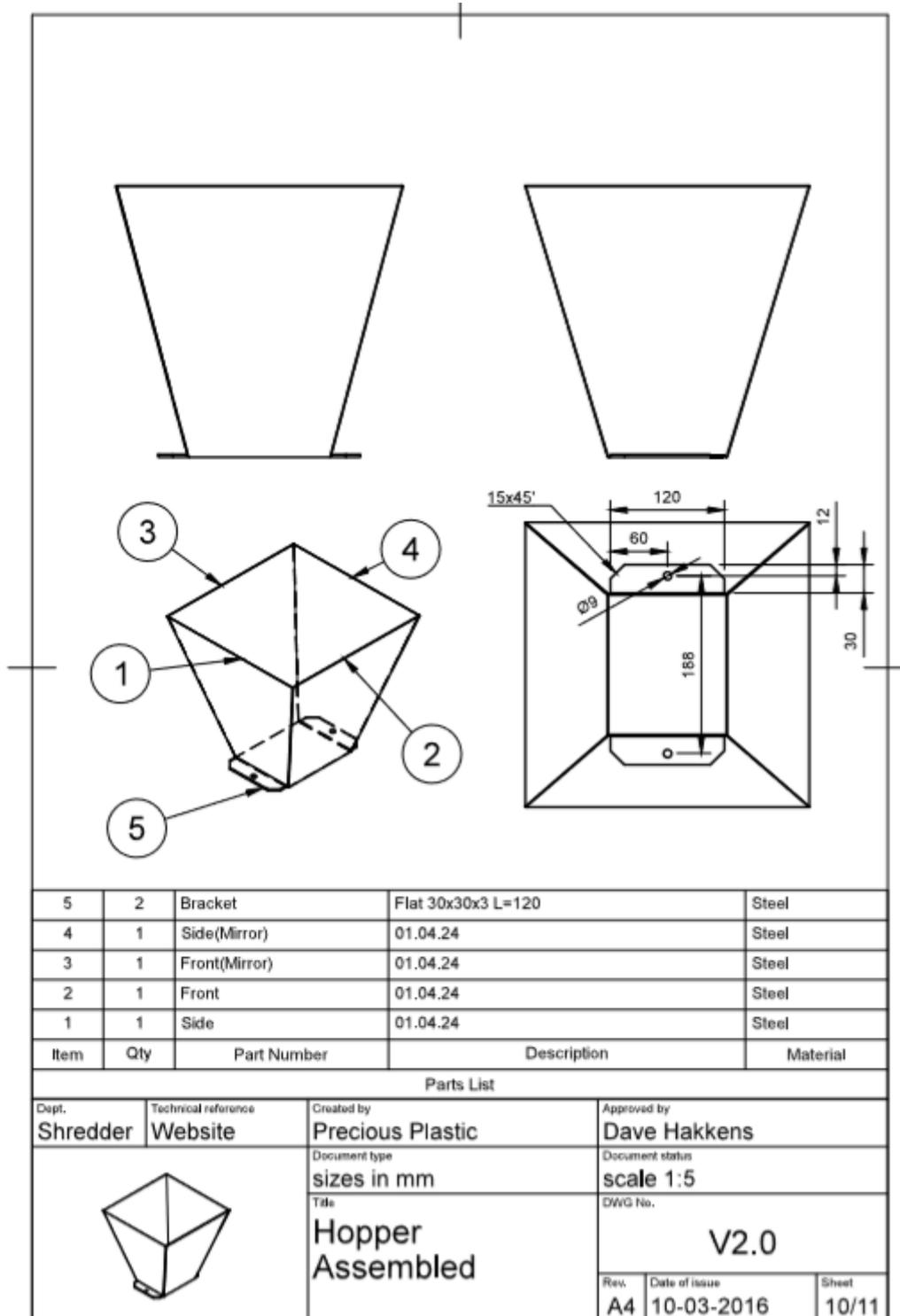
The technical drawing shows a shredder machine with various views: a perspective view with callouts 1-8, a side view with dimensions 600mm width and 1142mm height, a front view with a 200mm width, and a detailed view of the shredding mechanism with callout 2. The machine is mounted on a four-legged steel frame.

Item	Qty	Part Number	Description	Material
8	1		Geared Motor	
7	1		Motorcoupling	Steel
6	1		Wood	145x535 mm Plywood, Sheathing
5	1		Hopper Assembled	01.04.23 Steel
4	1		Electronics Box	
3	1		Framework	01.04.25 Steel
2	1		Shredding Sieve	01.04.10 Stainless Steel AISI 304
1	1		Shredding Overview	

Parts List			
Drawn	Technical reference	Created by	Approved by
Shredder	Website	Precious Plastic	Dave Hakkens
Document type		Document status	
SIZES in mm.		Scale 1:16 / 1:10	
Title		DWG No.	
Shredder Overview		V2.0	
Rev:	Date of issue	Sheet	
A3	Scale 1:?	0/11	

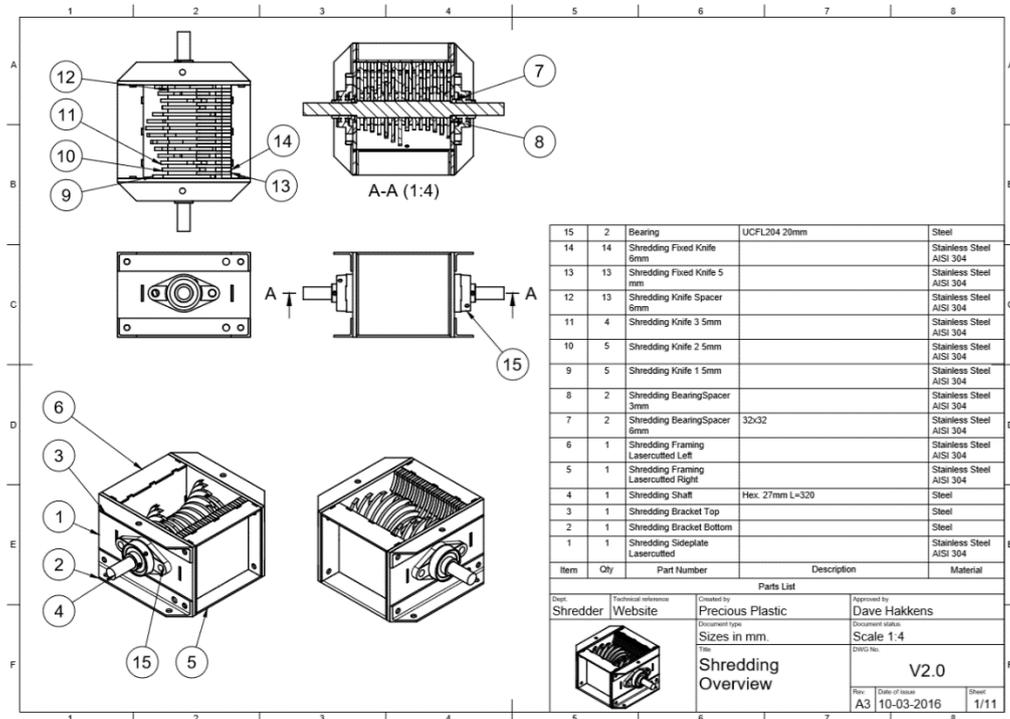
1- Trémie

L'objectif de la trémie est de pouvoir charger le broyeur avec plusieurs pièces de plastiques à la fois, mais aussi d'éviter l'intervention humaine direct avec le broyeur qui peut s'avérer fatale.



2- Le broyeur

Le broyeur est l'objet principal de cet assemblage, nous donnerons ci-dessous une vue générale du système.



Toutes les pièces interne au broyeur, ainsi que leur processus d'obtention seront détaillées dans le livrable final.

3- Moteur

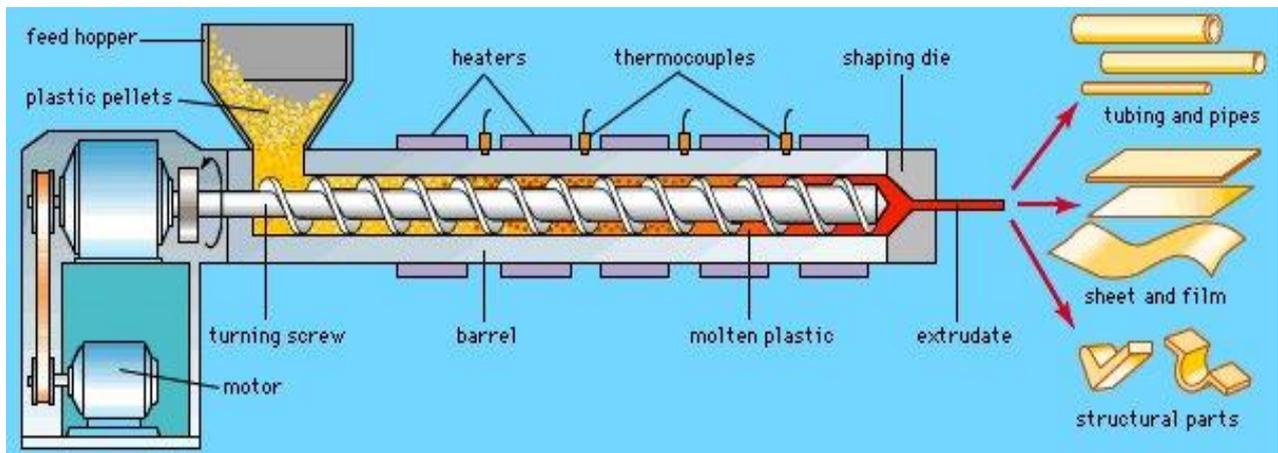
Dans le projet Precious Plastic, la vitesse du moteur préconisé doit être de 70 tr/min il n'y a pas d'indication sur le couple. Dans la littérature on trouve que pour un débit correspondant au nôtre, un moteur de 500W est suffisant. On choisit donc un motoréducteur d'une puissance minimum de 500W avec un réducteur permettant de diminuer la vitesse de rotation jusqu'à 70 tr/min (1 :50 par exemple). Il doit également être monophasé pour pouvoir être utilisé sur une prise secteur. On retrouvera le même moteur pour l'extrudeuse.

4- Récapitulatifs pièces et prix

Description	Matière	Détails	Quantité	Où l'acheter	Prix
Tôle de 1mm	Acier inoxydable	1m*2m	1	Internet/ Ou voir avec le magasin de l'école	10
Tôle de 3mm	Acier inoxydable	1m*2m	1		30
Tôle de 5mm	Acier inoxydable	1m*2m	1		40
Tôle de 6mm	Acier inoxydable	1m*2m	1		40
Bar hexagonale	Acier inoxydable	27M	32cm		15
Profilé en Angle	Acier inoxydable	30x30x3mm	100CM		6
Mesh	Acier inoxydable	150x180x1.5mm			7
Moteur					50
Interrupteur				10	
Led				10	
Câbles				10	
				Total	228

II- Extrudeuse :

a) Fonctionnement



Sur le schéma ci-dessus, est détaillé le principe de fonctionnement ainsi que les différents composants d'une extrudeuse plastique standard.

La trémie d'alimentation est remplie par le plastique sortant de notre broyeur. Le plastique est ensuite conduit à l'entrée du fourreau. Dans ce dernier, une vis d'extrusion à pas variable est entraînée par un motoréducteur et guidée en rotation par un roulement. Cette rotation induite de la vis conduit le plastique dans le fourreau chauffé par des colliers chauffant. La température dans le fourreau fait passer le plastique à l'état viscoélastique (la température des colliers chauffant est régulée à l'aide des thermocouples). Plus le plastique avance dans le fourreau plus le pas variable de la vis devient petit et plus le plastique est comprimé. En arrivant au bout, le plastique est à température et à pression d'extrusion, il passe par la filière qui lui donne sa forme.

b) Estimation du volume de polymère récupérable par jour :

On considère un FabLab de 4 imprimantes de volume utile 200 x 200 x 200mm qui fonctionnent 12h par jour et 30% de pertes de polymère dû aux supports et au rebuts. On fait l'hypothèse que ces machines impriment en moyenne des pièces d'un volume de 100 x 100 x 100mm en 3h ce qui nous donne :

Volume / jour : $10 \times 10 \times 10 \times 4 \times 0,3 \times 4 = 4\ 800\ \text{cm}^3$

Masse volumique ABS : 1.05 g/cm³

Masse / jour : $4800 \times 1,05 = 5,04\ \text{kg}$

Longueur d'une bobine d'ABS de 1 kg et diamètre 1,75 mm : **410 m**

Longueur à extruder par jour : $5,04 \times 410 = 2066\ \text{m}$

Vitesse d'extrusion : comprise entre 1,5 et 3 m/min

Temps d'extrusion minimum : $2066 / 3 = 688,7\ \text{min}$ soit **11h 29min**

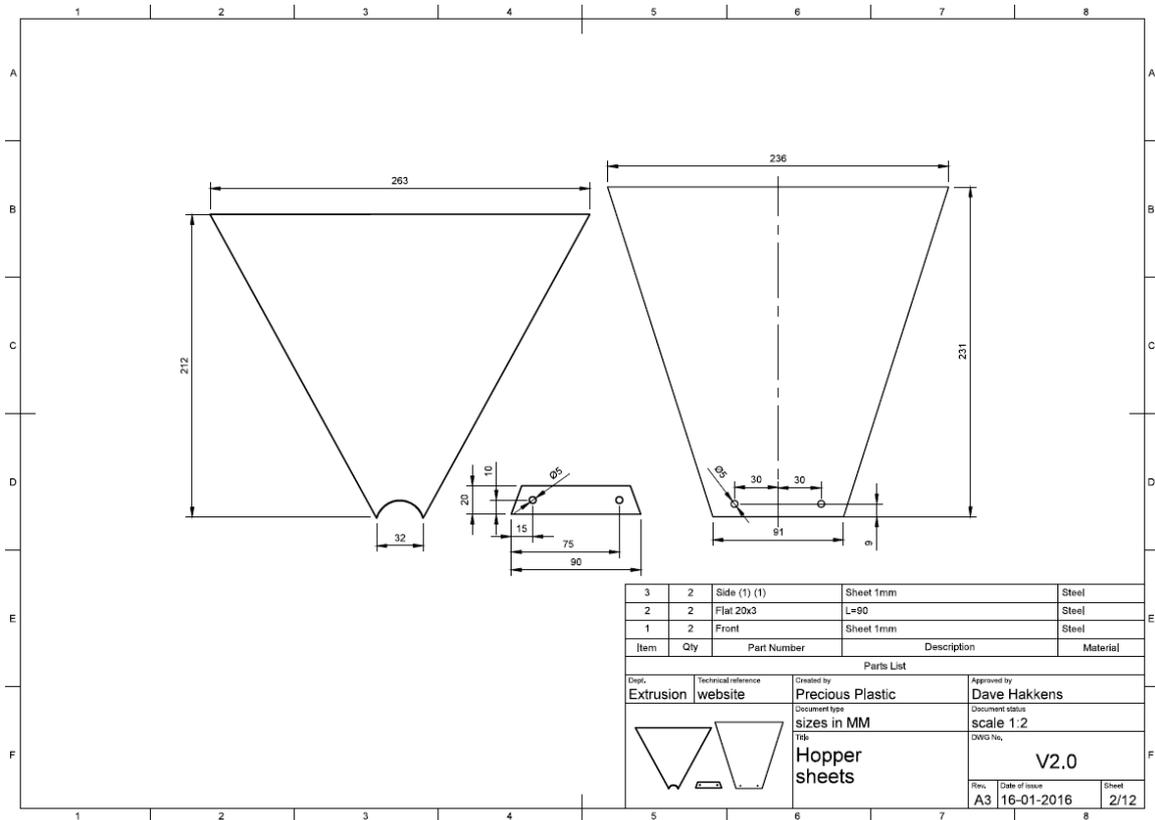
Temps d'extrusion maximum : $2066 / 1,5 = 1377,3\ \text{min}$ soit **22h 58min**

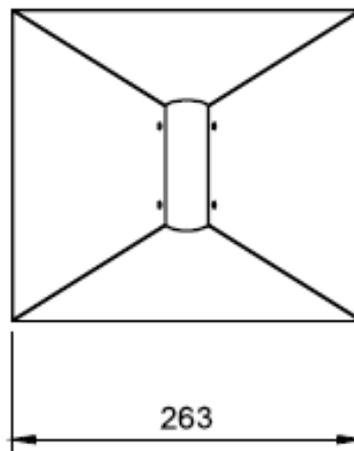
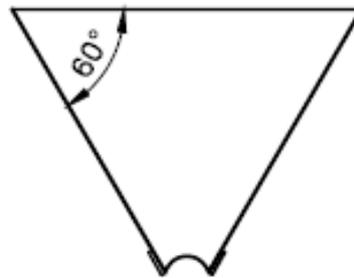
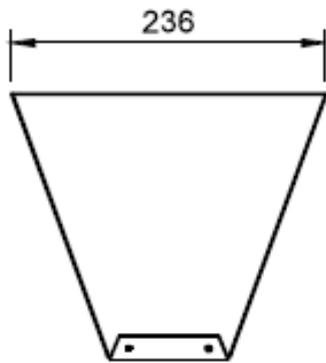
c) Nomenclature de l'extrudeuse :

1- Trémie

Il faut s'assurer que les dimensions de la trémie soit suffisante pour assurer le débit volumique nécessaire dans le fourreau. (Voir plan)

Il faut également acheter une plaque d'acier de 1mm d'épaisseur de dimension 1m².





Dept. Extrusion	Technical reference website	Created by Precious Plastic	Approved by Dave Hakkens
	Document type sizes in MM	Document status scale 1:5	DWG No.
	Title Hopper	V2.0	
	Rev. A4	Date of issue 16-01-2016	Sheet 1/12

2- Motoréducteur :

Dans le projet Precious Plastic, la vitesse du moteur préconisé doit être de 70 tr/min il n'y a pas d'indication sur le couple.

Le couple et la vitesse doivent être adaptées à la pression et la vitesse d'extrusion souhaitée.

Dans la littérature on trouve que pour un débit correspondant au nôtre, un moteur de 500W est suffisant.

On choisit donc un motoréducteur d'une puissance minimum de 500W avec un réducteur permettant de diminuer la vitesse de rotation jusqu'à 70 tr/min (1 :50 par exemple). Il doit également être monophasé pour pouvoir être utilisé sur une prise secteur.



3- Roulement :

Le roulement permet de diminuer les frottements et d'améliorer le guidage en rotation de la vis d'extrusion. On choisit un roulement à bride à deux boulons (UCFL 204) de diamètre intérieur 20mm dont la résistance et la durée de vie sont suffisante pour cette application.

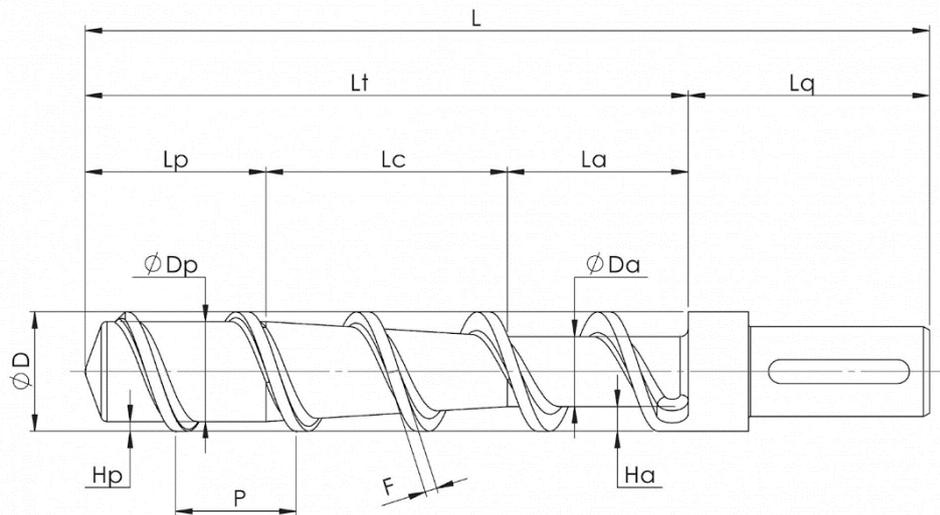


4- Vis :

Dans le projet Precious Plastic, la vis d'extrusion utilisée est un foret à bois de diamètre 26mm et de longueur 600mm, cette solution semble viable mais une vis d'extrusion offrirait de meilleure performance.

Une vis d'extrusion est une vis à pas variable qui permet de comprimer le polymère afin de l'amener à température et à pression souhaité pour réaliser l'extrusion. Dans le cas de l'ABS, les vis nitrurées sont idéales, la nitruration permet d'augmenter la dureté superficielle sur une profondeur de 0,3 à 0,7 mm selon les aciers.

On trouve dans la littérature que le taux de compression idéal pour l'extrusion d'un polymère ABS est compris entre 2,5 et 3,0.



Grâce au site mecano technique (http://www.mecano-technique.fr/taux_compression) il est possible de calculer le diamètre du noyau en entrée et en sortie afin d'obtenir un taux de compression favorable à l'extrusion de notre polymère, en se basant sur une vis de diamètre nominal 26mm, on trouve :

D : Diamètre nominal de la vis = **26 mm**
 D_a : diamètre noyau entrée = **16 mm**
 D_p : diamètre noyau sortie = **23 mm**
 T_c = taux de compression = **2,86**

5- Fourreau :

Dans le projet Precious Plastic, le fourreau est un simple tube en acier de diamètre extérieur 34mm et diamètre intérieur 26mm, si l'on souhaite utiliser une vis d'extrusion, il faut utiliser un fourreau adapté à cette vis.



Le fourreau remplit plusieurs fonctions, il assure le guidage de la vis, il supporte l'embout du fourreau, la buse, les éléments chauffants ainsi que la trémie d'alimentation. Couplé à la vis il assure également la pression d'injection.

Tout comme la vis, le matériau est nitruré pour augmenter sa dureté superficielle.

6- Collier chauffant :



Les colliers chauffants doivent permettre de chauffer le polymère de sa température initiale à sa température de fusion soit environ 250°C. On considère que la masse de matière comprise entre l'entrée et la sortie de la vis vaut 4g et que la capacité calorifique de l'ABS vaut 1,8 J/g/K. On peut calculer l'énergie des colliers chauffants à l'aide de la formule suivante :

$$E = m \times C \times (T_{fin} - T_{init})$$

$$E = 4 \times 1,8 \times (250 - 20) = \mathbf{1656 \text{ J}} \text{ soit } 0,46 \text{ Wh}$$

En considérant la vitesse maximum de 3 m/min, on sait que le polymère traversera l'extrudeuse en 12 secondes, la puissance des colliers chauffants doit alors être de :

$$W = E/t = 0,46/(1/300) = 138 \text{ W}$$

Dans le projet Precious Plastic, il est proposé d'acheter des Bandheater d'une puissance de 150 W, ils sont donc suffisants.

7- Thermocouple :



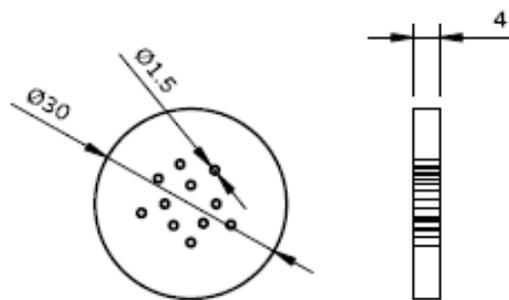
Deux thermocouples de type K permettent de connaître la température en 2 points de la vis d'extrusion et donc de réguler la température dans le fourreau en pilotant la chauffe des colliers.

8- Filière :

Dans le projet Precious Plastic, la filière est fabriquée, elle est composée :

- D'un filtre qui permet de s'assurer que l'ensemble du polymère est dans un état suffisamment visqueux pour être extrudé.
- D'une vis
- D'un régulateur de débit

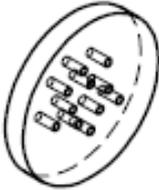
Ci-dessous on peut voir l'ensemble des plans de chacune des pièces et l'assemblage de la filière.



This filter is optionally.
 Its to make sure everything that comes out of the extrusion is smooth and molten.
 Use this as the output contains chunks of plastic.

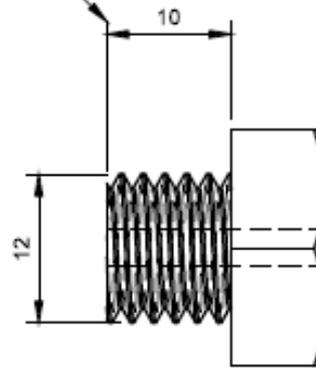
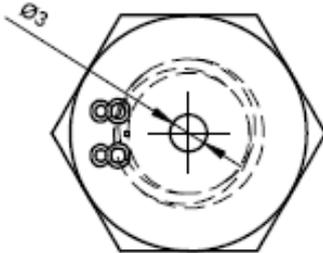
There is a 6mm Hole in in the Nozzle (equals 28 mm²)
 A 1.5 mm drilled filtering gap is 1.7mm².

This means you need at least 16 holes to not slow down your output

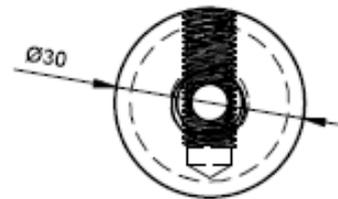
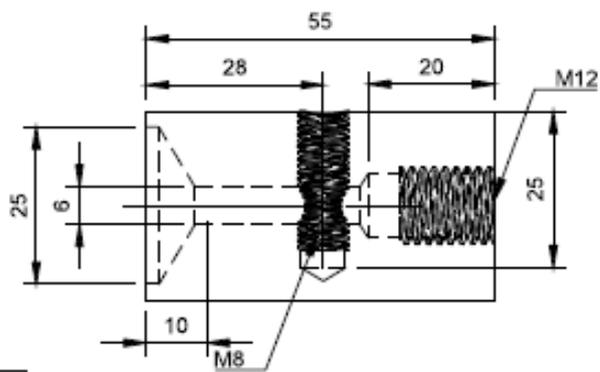
Dept. Extrusion	Technical reference website	Created by Precious Plastic	Approved by Dave Hakkens
		Document type sizes in MM	Document status scale 1:1
		Title Nozzle Filter	DWG No. V2.0
			Rev. A4

Cut a standard
Full threaded M12
as short as possible
10mm does the job

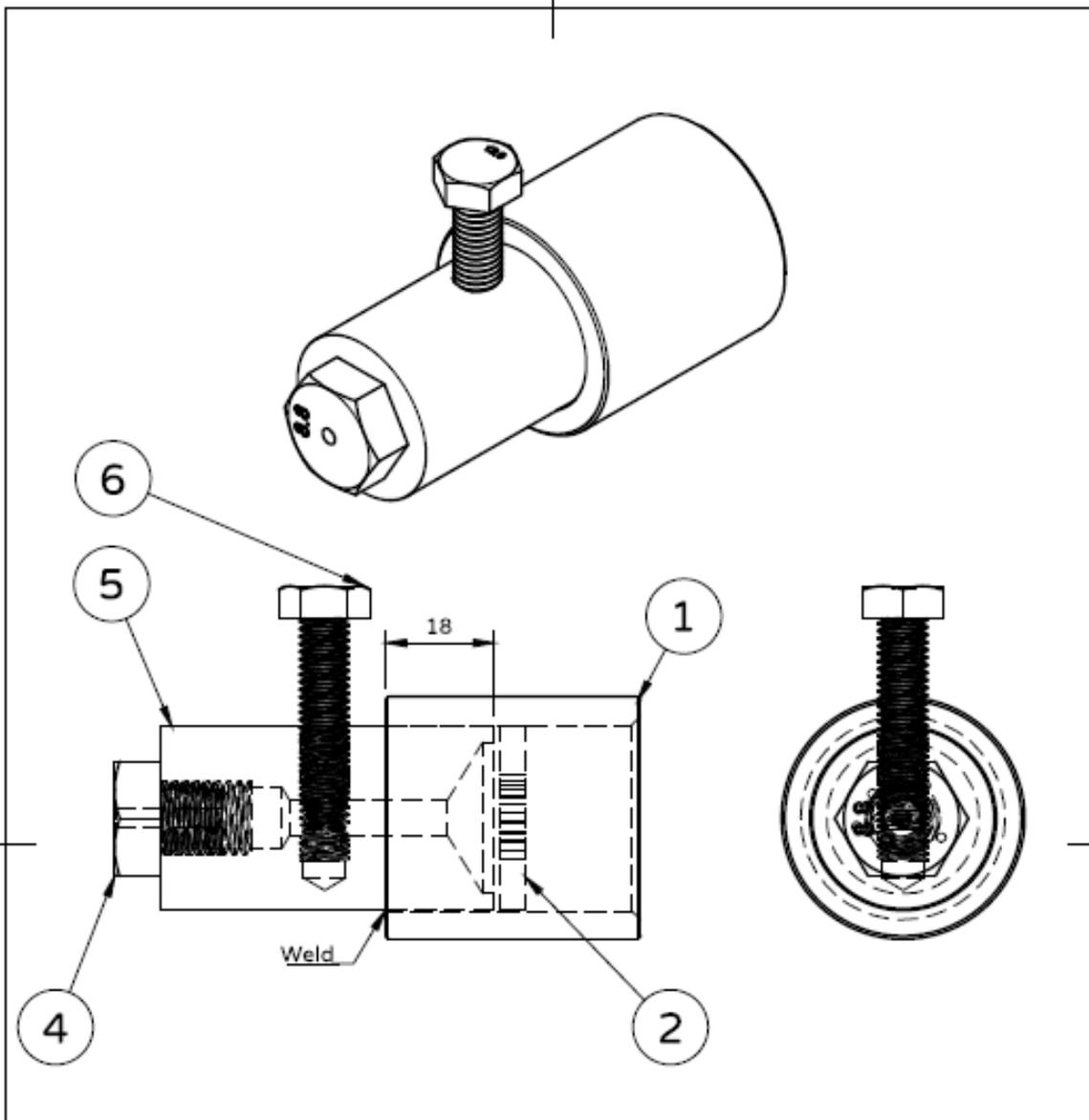
Open for Experiments in sizes and shapes



Dept. Extrusion	Technical reference website	Created by Precious Plastic	Approved by Dave Hakkens
	Document type sizes in MM	Document status scale 2:1	
	Title Nozzle Screw	DWG No. V2.0	
	Rev. A4	Date of issue 16-01-2016	Sheet 6/12



Dept. Extrusion	Technical reference website	Created by Precious Plastic	Approved by Dave Hakkens
	Document type sizes in MM	Document status scale 1:1	DWG No.
	Title Nozzle Flow Adjuster	V2.0	
	Rev. A4	Date of issue 16-01-2016	Sheet 7/12



6	1	M8x30		Steel
5	1	Round 30	L=55	Steel
4	1	M12x10		Steel
2	1	Filter Alu R.30	L=4	Aluminum
1	1	1" BSP fitting Female		Steel
Item	Qty	Part Number	Description	Material

Parts List

Dept. Extrusion	Technical reference website	Created by Precious Plastic	Approved by Dave Hakkens
	Document type sizes in MM	Document status scale 2:1	
	Title Nozzle assembled	DWG No. V2.0	
	Rev. A4	Date of issue 16-01-2016	Sheet 4/12

III- Système de refroidissement

On cherche à déterminer le système de refroidissement optimal afin d'atteindre la température de transition vitreuse du plastique et de pouvoir l'enrouler par la suite.

Nous comparerons pour cela un système de refroidissement par air forcé et un second par eau.

Calculons la température de refroidissement pour chacun de ces procédés avec ces données :

On a :

Coefficient convection air forcé avec 100 W/m²/K : cas idéal

Coefficient convection eau : 200 50W/m²/K

Température sortie de buse : 160°C

Sachant que le flux thermique est identique dans l'épaisseur du plastique on a :

$$hS(T_{\text{paroi}} - T_{\text{ambiante}}) = S \cdot k / e \cdot (T_{\text{fusion}} - T_{\text{paroi}})$$

Soit

$$T_{\text{paroi}} = (k/e \cdot T_{\text{f}} - h \cdot T_{\text{ambiante}}) / (h + k/e)$$

Avec le refroidissement par air forcé on obtient $T_{\text{paroi}} = 82^\circ\text{C}$ contre 52°C avec de l'eau.

Or on doit être à la température de transition vitreuse du plastique pour le manipuler qui sont les suivantes en fonction des plastiques employés.

Température transition vitreuse :

PLA: Tg:60-85°C

ABS : Tg :105 à 115°C

PET : Tg : 70°C

PA : Tg : 50-80°C

L'idéal est donc de refroidir en dessous de la température de transition vitreuse de tous les plastiques pouvant être extrudés soit à 50°C pour être sûr.

A 82°C on peut être sûr que l'ABS sera à sa température de transition vitreuse. En revanche pour le PET, le PLA et le PA on reste incertain. Le problème étant que notre machine doit recycler n'importe quel plastique de ces 4 catégories, et que dans chaque catégorie on trouve plusieurs variantes de PLA, d'ABS de PET et de PA, les températures de transition vitreuses varient de plusieurs °C.

Afin d'être sûr du bon déroulement du recyclage plastique, nous choisirons donc un refroidissement par liquide.

Pour cela notre système sera composé d'un réservoir en plastique, d'eau, d'une petite pompe à eau et de guidages pour guider le fil.

Pendant que le fil passera au-dessus du réservoir en étant guidé par nos deux guidages un jet d'eau s'écoulera sur le fil afin de le refroidir par convection.



Le diamètre du fil étant minime, une pompe à eau d'aquarium aura un débit suffisant pour refroidir ce dernier et atteindre la température de 50°C.

Cette catégorie de pompe peut être achetée sur internet pour environ 9€.

→ https://www.amazon.fr/TSSS-Brushless-Submersible-Amphibie-r%C3%A9servoir/dp/B01I9BN3CI/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1524037425&sr=8-1&keywords=mini+pompe+a+eau

IV- Système d'enroulement du système

a) S'adapter à a bobine : Système de fixation de la bobine sur une pièce tournante

Les bobines de fil plastique peuvent être de diamètre et de hauteur différente. On peut néanmoins se baser sur une taille de bobine qui jouera le rôle de référence. Le fil extrudé sera toujours enroulé sur cette bobine de référence.

Caractéristiques techniques :

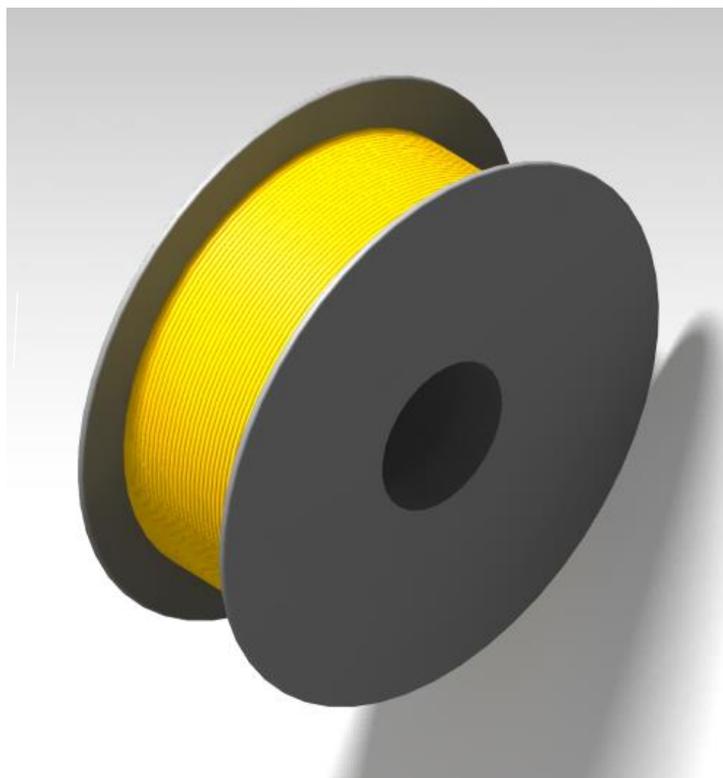
- Température d'impression : 220 - 260°C
- Température du 1er layer conseillée : 235°C

- Diamètre du fil : 1.75 mm
- Coloris : Blanc
- Conditionnement : 600g

- Diamètre de la bobine : 200 mm
- Diamètre de l'orifice central : 55 mm
- Epaisseur de la bobine : 66 mm

Il est maintenant nécessaire de créer un système de fixation de la bobine lui-même en rotation par rapport au bâti.

Voici la bobine pleine recréée sur Catia avec des dimensions exactes.

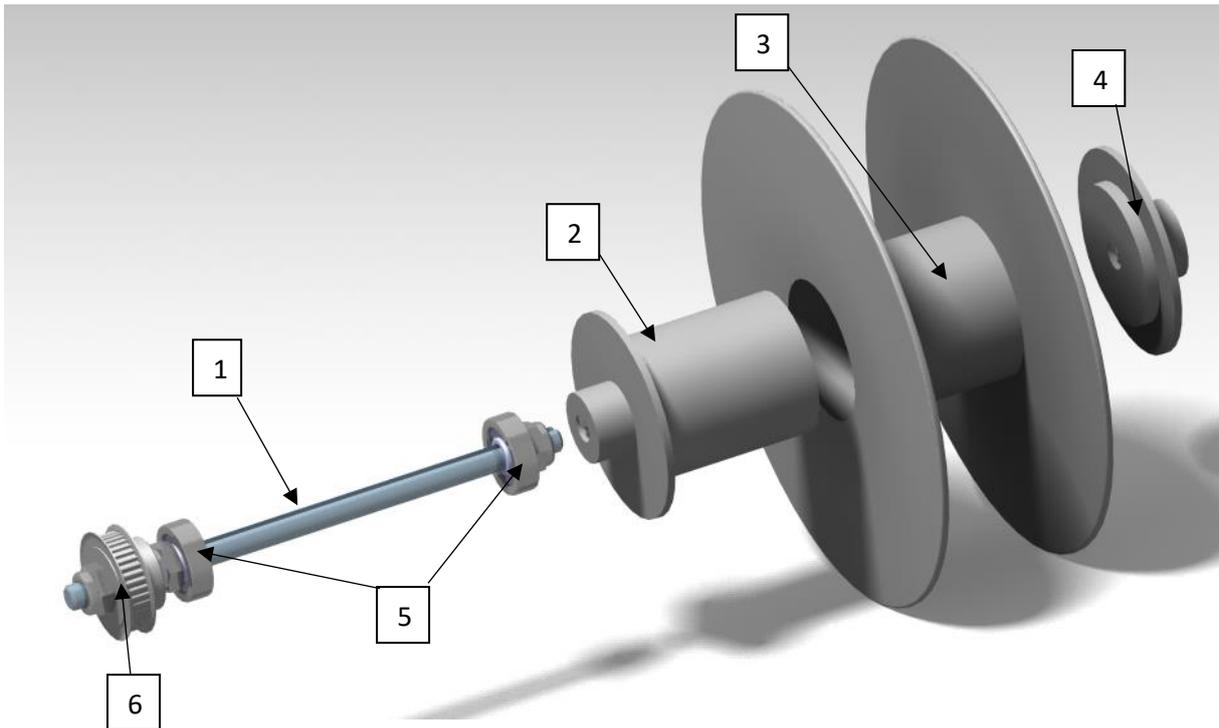


b) Permettre la rotation de la bobine :

1- Entraîner la bobine en rotation

La bobine doit être entraînée en rotation afin de permettre l'enroulement. La bobine doit également pouvoir être retirée du système pour être utilisée directement dans une imprimante 3D.

Voici la solution retenue :



La tige (1) est filetée sur ses 2 extrémités afin de pouvoir y visser des écrous et bloquer le système en translation. Elle possède également une rainure afin de pouvoir transmettre un effort. Une pièce axiale se glisse (2) se glisse dans la tige à l'intérieur de la rainure. Cette pièce sera recouverte d'une matière spéciale afin de transmettre l'effort à la bobine (3) par adhérence. Une rondelle (4) bloque la translation de la bobine. Les roulements (5) permettent une meilleure rotation du système. La poulie (6) transmet l'effort au système.

2- Vitesse prise en compte

En cours de l'enroulement, le diamètre de la bobine augmente car le fil se dépose peu à peu. On observe inévitablement une augmentation de la vitesse tangentielle, qui correspond à la vitesse la sortie de fil. Il faut donc diminuer la vitesse de rotation de la bobine au fur et à mesure que le fil s'enroule.

La vitesse du fil en sortie de buse est comprise entre 1.5 m/mn et 3 m/mn. On se place dans la situation de la vitesse la plus élevée. L'objectif est de choisir un moteur réglable en vitesse qui également fournir suffisamment de couple.

La transmission de puissance entre l'axe tournant et le moteur se fera par poulie courroie.

Vmax en sortie de buse = 3 m/mn

$$\omega = \frac{v}{r} \text{ Avec } v= 3 \text{ m/mn} = 0.05 \text{ m/s et } 0.031 < r < 0.1 \text{ (en mètre)}$$

Pour r=0.031, $\omega = 15.4 \text{ tr/min}$ (= 1.612 rad/s)

Pour r=0.1, $\omega = 4.77 \text{ tr/mn}$ (= 0.499 rad/s)

La vitesse de rotation de la bobine doit être compris dans cette échelle de vitesse. On doit donc choisir le moteur en fonction de ces vitesses.

3- Couple pris en compte

Le couple que le moteur doit délivrer dépend du moment d'inertie du système selon l'axe de rotation.

Nous avons appliqué des matériaux avec diverses masses volumiques aux pièces tournantes pour avoir le moment d'inertie de l'ensemble.

The screenshot shows a software window titled "Mesure d'inertie" with the following data:

Caractéristiques		Centre de gravité (G)	
Volume	1,592e+006mm3	Gx	-141,937mm
Aire	307239,281mm2	Gy	0mm
Masse	2,113kg	Gz	-5,595e-009mm
Masse volumique	Pas uniforme		

Matrice d'inertie / G					
IxxG	0,007kgxm2	IyyG	0,005kgxm2	IzzG	0,005kgxm2
IxyG	5,849e-015kgxm2	IxzG	4,365e-014kgxm2	IyzG	3,212e-022kgxm2

Moments principaux / G					
M1	0,005kgxm2	M2	0,005kgxm2	M3	0,007kgxm2

On se place dans la situation de fin de phase d'enroulement. La bobine est presque entièrement recouverte de fil ce qui augmente sa masse, donc son inertie et donc le couple à délivrer par le moteur.

D'après le tableau ci-dessus, on a $J=0.005 \text{ kg.m}^2$

$$C = J \cdot a \text{ et } a = \frac{N}{T} \text{ avec } a: \text{ accélération angulaire}$$

On estime le temps d'accélération à 0.1s car la bobine doit rapidement atteindre sa vitesse de rotation nominale (bien que cette vitesse varie au cours du temps).

$$a = \frac{1.612}{2} = 0.806 \text{ rad/s}^2$$

$$C = 0.005 \cdot 0.806 = 0.00403 \text{ N.m}$$

Puissance sortie moteur : P= 0.09 W

Puissance électrique moteur P= 0.1 W

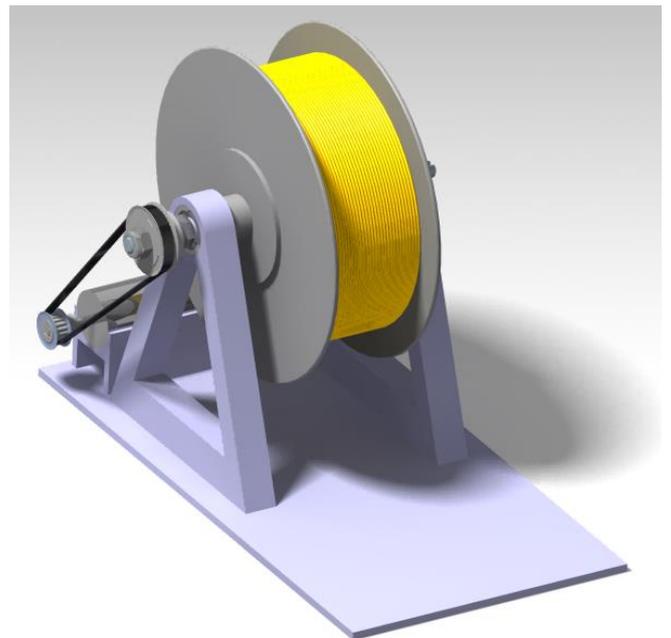
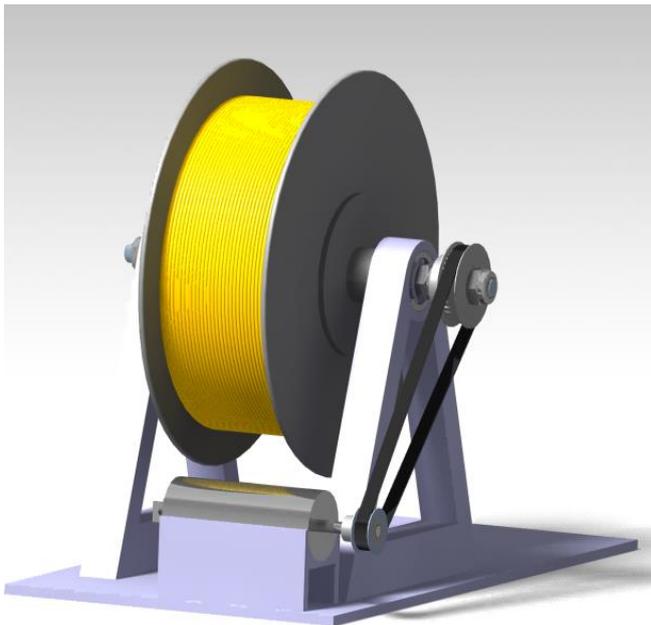
On remarque que les puissance mise en jeu sont faibles, on va donc choisir un moteur avec une puissance supérieure pour être sûr que le mécanisme fonctionne. En effet, les calculs ne prennent pas compte du rendement de la courroie, du rendement des roulements, des frottements et du moment d'inerties des poulies.

Exemple de moteur qui pourrait convenir :



200 TR/MIN 12V 2. 1 A 5.8Kg.cm Torque moteur à courant continu adapté

Assemblage système d'enroulement :

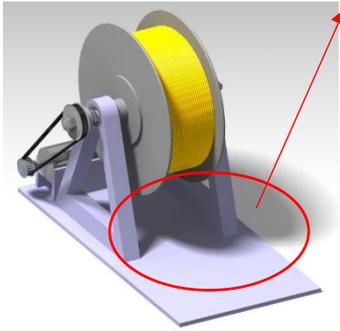


c)Repartir le fil sur la bobine

Un autre problème à résoudre est la répartition du fil sur la bobine. Il faut un système qui répartisse le fil sur la bobine au cours du temps pour que le fil ne s'accumule pas sur un seul endroit de la bobine.

Nous avons réfléchi à un système de crémaillère pour transformer le mouvement de rotation d'un moteur asservi en translation d'une pièce pour le guidage du fil.

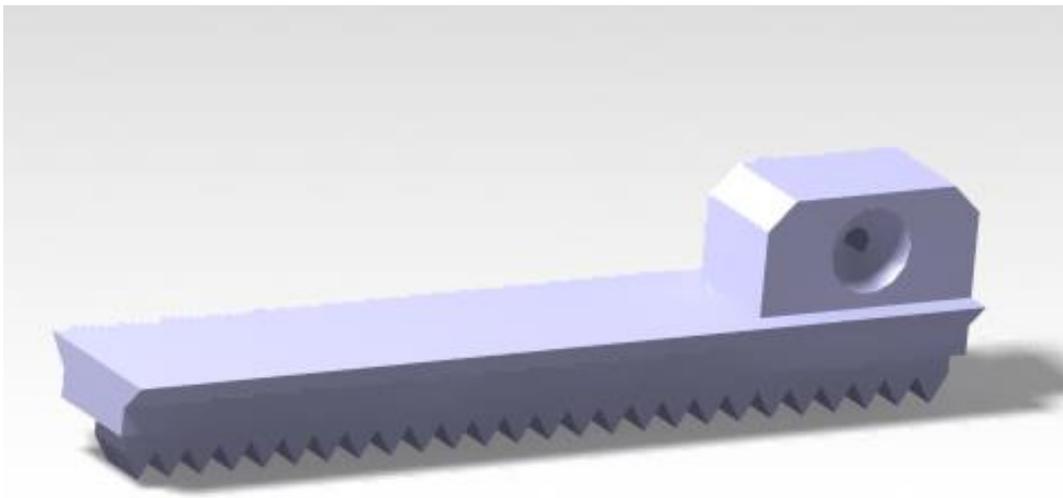
La pièce de guidage sera placée en amont de la bobine et son mouvement (vitesse constante) sera contrôlé par un module Arduino.



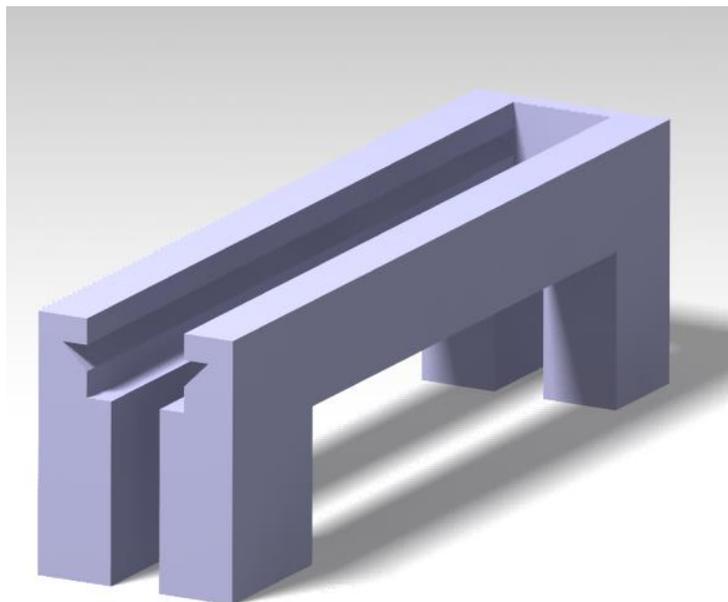
Positionnement du système de trancanage.

Le système de trancanage est constitué :

- D'une pièce mobile qui guide le fil :



- D'une pièce de guidage :



Assemblage global :

