

# Projet Bobineuse

Appel d'offre : Bobiner le fil sortant de l'extrudeuse de l'ECAM



MAILLARD, NAHMIAS, DAVAL, BRULÉ,  
BRASSET, DANJEAN, MOUTIN, GAIGE

Année 2019 S1

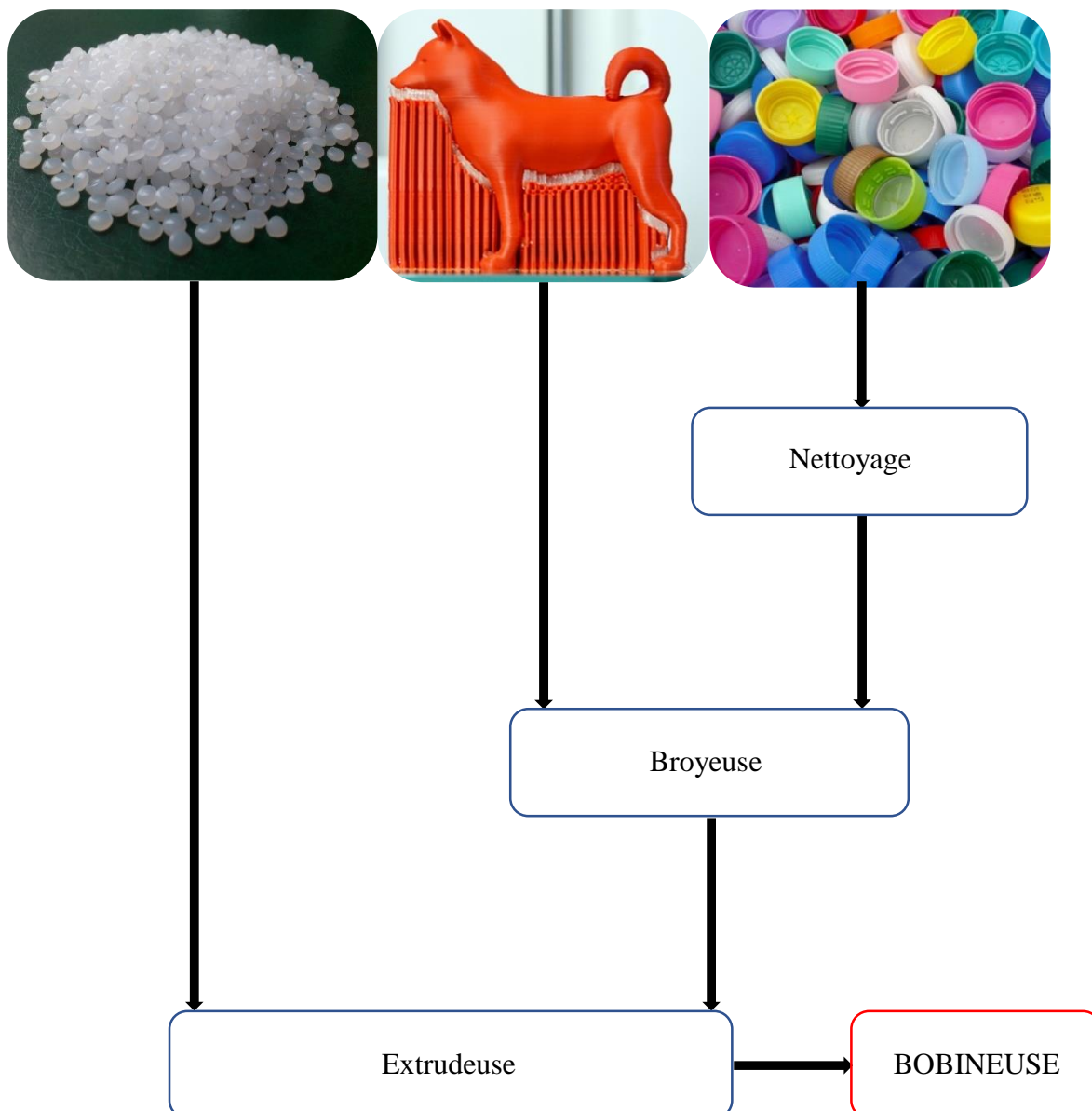
# Table des matières

Introduction :	2
I. Objectifs et contraintes :	3
II. Fonctionnement et structure :	4
1. Arrivée du fil par l'extrudeuse :	4
2. Fixation de la bobine et rotation de son support :	6
3. Guidage du fil sur la bobine :	9
4. Anti-retour et potentiomètre	19
Conclusion :	21

## Introduction :

Les imprimantes 3D consomment beaucoup de fil plastique dont une partie est jetée directement après impression à cause des supports et des échecs. L'ECAM a donc décidé de produire son propre fil plastique à partir de granulés achetés dans le commerce ou du plastique issu des déchets du campus dans une optique environnementale et de réduction des coûts. L'an dernier, un appel d'offre a été porté aux étudiants d'ECAM 3 consistant à réaliser une extrudeuse produisant le fil plastique. Cette année un nouvel appel d'offre a été proposé. Il s'agit de concevoir une bobineuse enroulant le fil en sortie de l'extrudeuse afin de le stocker dans des bobines et de l'utiliser pour l'impression 3D.

Les étudiants d'ECAM 3 disposent des outils présents au FabLab avec notamment des outils de découpe laser et d'impression 3D, les matériaux principalement utilisables sont le bois et le plastique.



## I. Objectifs et contraintes :

Pour répondre à cet appel d'offre le groupe C1 propose une machine composée de 4 pôles principaux. La partie réception du fil en sortie d'extrudeuse, une autre sur le guidage du fil pendant la rotation de la bobine, puis une partie d'anti-retour du fil pour le garder tendu et enfin la partie de fixation et rotation de la bobine lors de son remplissage. Ces 4 pôles permettent la prise en compte des contraintes suivantes.

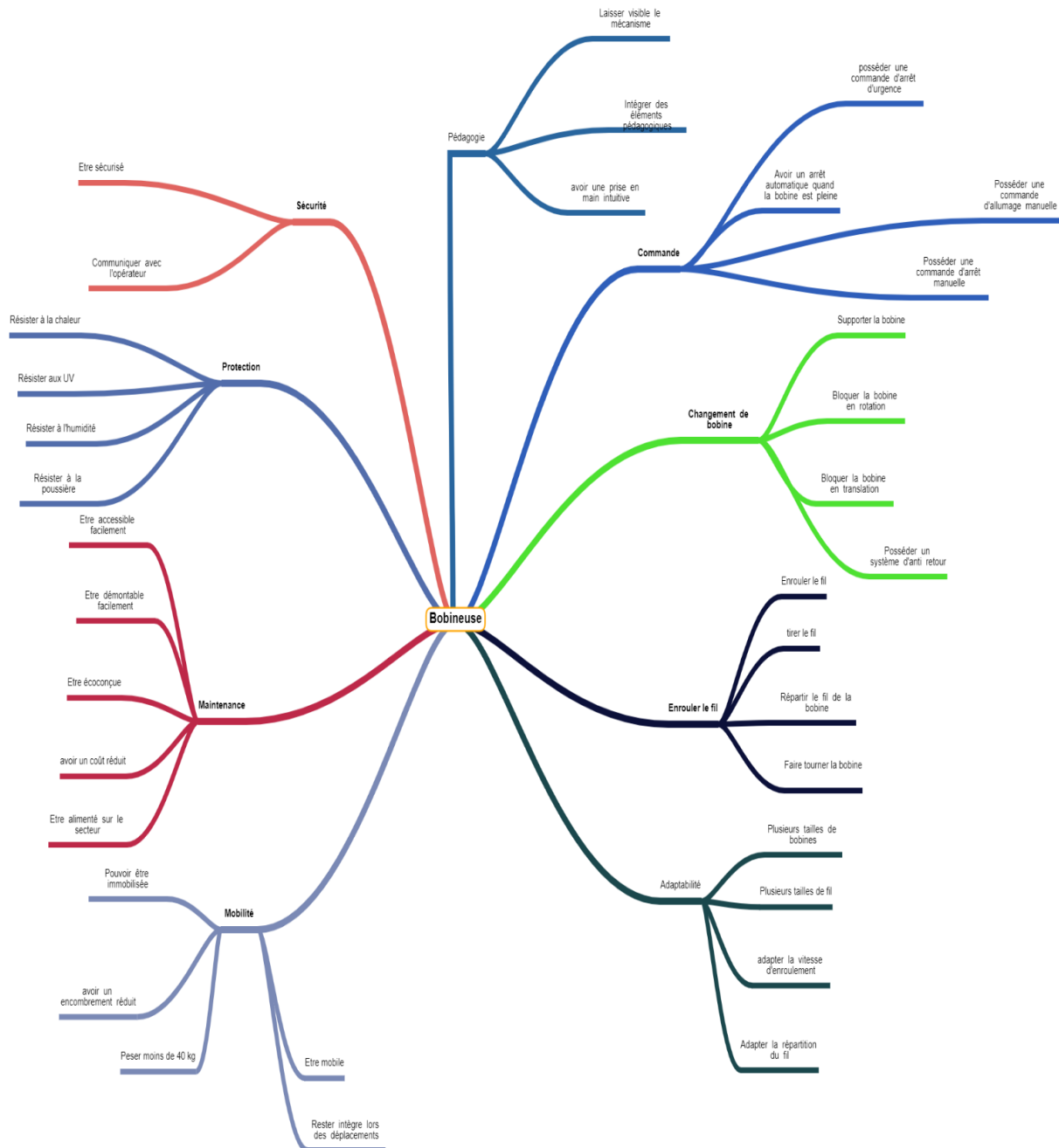


Figure 1-Schéma pieuvre de la bobineuse

## II. Fonctionnement et structure :

### 1. Arrivée du fil par l'extrudeuse :

Ce sous-ensemble a pour fonction d'amener le fil au reste du système sans tirer sur le fil. Le système entraîne donc le fil à la même vitesse qu'il sort de l'extrudeuse, soit 15mm/s.

Le sous-ensemble est indépendant de l'enroulage du fil autour de la bobine et possède donc sa propre motorisation puisque la vitesse de rotation du moteur ne sera pas modifiée tout au long du remplissage de la bobine.

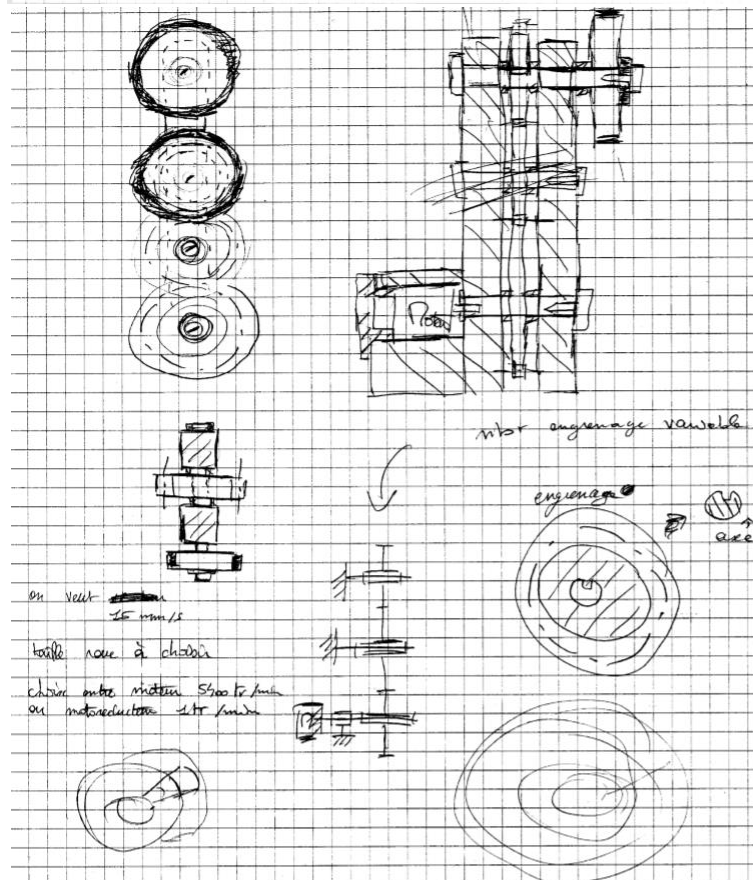
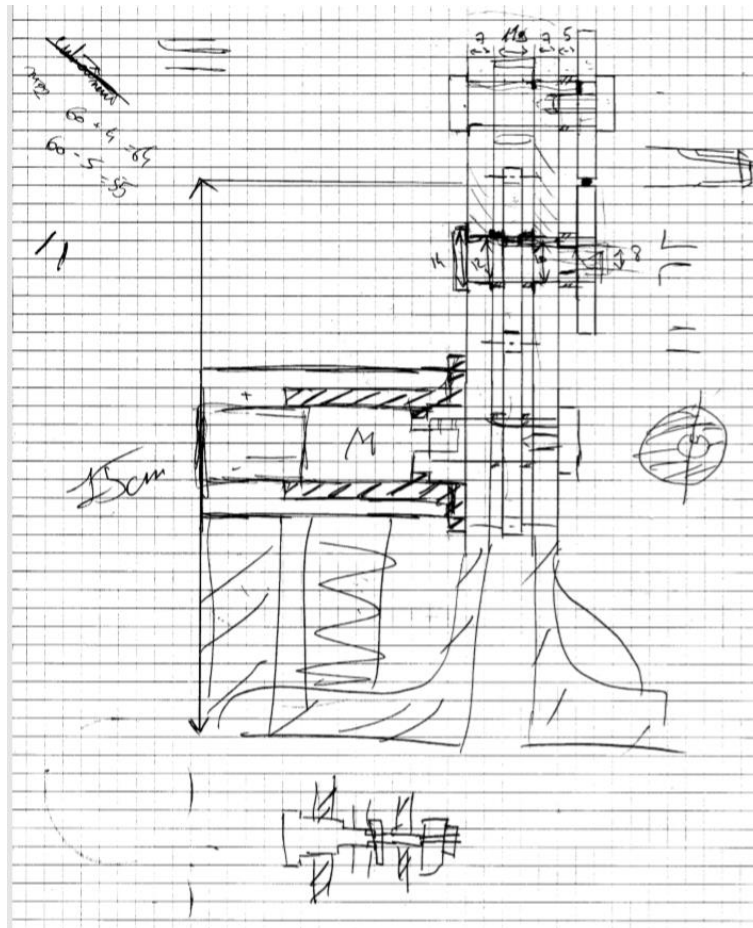
Nous avons tout d'abord dimensionné le moteur. Pour cela nous avons estimé que l'effort nécessaire pour entraîner le fil était de 3kg, nous avons aussi estimé les pertes du système à 50%. En nous basant sur une alimentation à 12V et sur des roues d'entraînement de 40mm de diamètre, nous avons choisi un moteur de 9tr/min et de puissance 8W de référence RH158-12-630.

Nous avons donc un moteur de 9tr/min et nous voulions que les roues entraînent le fil à 7,1 tr/min. Nous avons donc besoin d'un rapport de réduction de 0,78 que nous avons arrondi à 0.8. Nous avons choisi un module de 2 pour les roues dentées afin d'assurer leur résistance aux efforts, certes peu élevés mais sans doute irréguliers, qu'elles vont subir. Nous avons donc conçu deux roues dentées de diamètres respectifs 48mm et 60mm pour limiter l'encombrement.

Nous avons ensuite dessiné la potence de l'ensemble, elle doit contenir tous les éléments du système et doit constituer un bloc solidaire. Le fil sortant de l'extrudeuse à 15cm de hauteur, le point de contact des roues doit être à 15cm de hauteur. Seule une des roues est motorisée.

Référence moteur : <https://fr.rs-online.com/web/p/motoreducteurs-a-courant-continu/4095276/>

Vitesse de sortie d'extrudeuse mm/s	15			
Rayon roue d'entraînement mm	20			
Force max kg	3			
Couple résistant max N.m	0,5886	force max *rayon*g		
Vitesse de rotation max rad/s	0,75	vitesse de sortie/rayon		
Vitesse de rotation max tour/min	7,165605096	vitesse rotation/pi		
Puissance nécessaire W	0,44145	couple rotation*vitesse rotation		
rendement	0,5			
Puissance du moteur W	0,8829	puissance nécessaire/rendement		
Tension du moteur V	12			
Intensité du moteur A	0,073575	puissance moteur/tension		



## 2. Fixation de la bobine et rotation de son support :

Les bobines de fil à impression 3D sont cylindrique. C'est pour cela que nous avons choisi une fixations par deux cônes : un de support qui est encastré à l'arbre, grâce à une goupille, permettant de poser la bobine dessus et un deuxième de pression qui touche la tête d'une vis à main M6-80. L'avantage des cônes est de pouvoir supporter plusieurs types de bobines dont les dimensions du cylindre intérieur sont de 40 à 70 mm en hauteur et en diamètre. Ces cônes ne peuvent qu'être imprimés en plastique car une fabrication par enlèvement de matière serait impossible à cause du tour manuel du FabLab qui ne permet pas de créer des surfaces coniques lisses.

Il faut ensuite trouver comment faire tourner la bobine afin d'y enrouler le fil autour. Deux modes de fonctionnement sont prévus, l'un enroule le fil sortant de l'extrudeuse à une vitesse de 15mm/s maximum avec une vitesse de rotation variable selon l'enroulement du fil autour de la bobine. L'autre mode de fonctionnement concerne l'enroulement d'un fil déjà formé à une vitesse d'enroulement plus élevée et constante d'environ 50cm/s. Nous avons estimé le rendement global du système aux environs de 0.5 en considérant les frottements au niveau de la réduction du moteur et des liaisons pivots.

La bobine ayant un rayon minimal de 20mm on a  $\omega = \frac{15}{20} = 0.75 \text{ rad.s}^{-1} = 7.162 \text{ tr.min}^{-1}$  pour un mode de fonctionnement lent et  $\omega = \frac{500}{20} = 25 \text{ rad.s}^{-1} = 239 \text{ tr.min}^{-1}$

En prenant un bras de levier de 10cm et un poids de 1.5kg au niveau de la bobine on obtient un couple nécessaire  $C = 10 \times 10^{-2} \times 1.5 \times 9.81 = 1.5 \text{ N.m}$ . Donnant une puissance moteur de sortie de 75W.

Le cahier des charges impose une tension d'alimentation de 12V en courant continu. Il est donc possible de choisir un moteur à courant continu avec un grande vitesse de rotation et un faible couple ou un motoréducteur avec un plus faible vitesse de rotation mais proposant un plus grand couple en sortie d'arbre moteur. Le site <https://fr.rs-online.com/web/> ne proposant des moto réducteurs n'allant qu'à une puissance de 41.3W nous nous sommes tourné vers un moteur de 63W proposant une vitesse de sortie relativement faible de 2800tr/min (<https://fr.rs-online.com/web/p/moteurs-a-courant-continu/8496232/>). En conséquence nous avons choisi de baisser la vitesse de rotation en mode rapide de 50cm/s à 40cm/s afin d'avoir une puissance nécessaire réduite à 60W.

Nous avons choisi un arbre de 10 mm de diamètre pour des raisons de coût. En effet les diamètres plus élevés sont progressivement plus coûteux et augmentent le poids de la bobineuse. Un arbre plus fin n'aurait pas permis de réaliser des taraudages et des filetages. Les arbres sont donc en acier inoxydable. Il n'est cependant possible que d'acheter des lots de 5 barres de 1m au minimum. (<https://fr.rs-online.com/web/p/barres-et-tiges-en-acier-inoxydable/0682832/>)

Chaque liaison pivot est réalisée par deux coussinets respectant la formule  $L/D > 1.5$  soit un écartement minimum de 15mm. (<https://www.123roulement.com/accessoire-bagues-BNZ-BNZ10-12-10.php>) (Bagues bronze BNZ10-12-10 Générique, Diamètre intérieur 10 mm, Diamètre extérieur 12 mm, Epaisseur 10 mm, Poids 0.002 kg)



Le choix des engrenages sur le site RS-components est assez restreint et le prix n'est pas assez avantageux, il est donc plus rentable de les imprimer en 3D au FabLab. De plus, les engrenages étant en plastique le choix des dimensions des clavettes en métal est sans conséquence.

Ainsi, le blocage en rotation est réalisé par une clavette et le blocage en translation par des systèmes d'écrou contre-écrou et des entretoises. Dans cette configuration les écrous doivent être serrés ou non afin de permettre dans certains cas la rotation des éléments apposés.

Afin d'avoir un système robuste avec des engrenages en plastique nous avons choisi un module de 3.

### 1<sup>ère</sup> solution :

Une première solution apportée était de réduire la vitesse de rotation du moteur jusqu'à la vitesse du mode de fonctionnement rapide avec des trains épicycloïdaux dont la couronne est fixe puis d'utiliser un train épicycloïdal avec une couronne mobile. Il aurait alors été possible d'obtenir un rapport de réduction de 1 en rendant solidaires le planétaire et le porte-satellite afin d'avoir le mode de fonctionnement rapide ou de bloquer la couronne et en rendant le planétaire et le porte-satellite indépendants permettant d'avoir un rapport de réduction nécessaire afin d'obtenir le mode de fonctionnement lent. Soit un rapport de réduction  $k = \frac{7.162}{191} = 0.0375 = \frac{1}{26.7}$

Ainsi pour un train épicycloïdal avec la couronne fixe et les porte-satellite et planétaire mobiles on a  $k = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}$  avec  $Z_1$  le nombre de dents du Planétaire et  $Z_2$  le nombre de dents de la couronne. Nous avons fixé le nombre de dents de  $Z_1$  à 10 et obtenu  $Z_2$  avec la formule  $Z_2 = \frac{Z_1(1-k)}{k}$ .

Cette solution n'a pas été retenue pour des raisons de pédagogie. En effet, des trains épicycloïdaux ont déjà été utilisés dans l'extrudeuse.

### 2<sup>ème</sup> solution :

Nous utilisons toujours un train épicycloïdal pour réduire la vitesse du moteur jusqu'à celle du mode de fonctionnement rapide mais utilisons un système de réduction roue et vis sans fin pour passer d'une rotation rapide à lente. Ce système offre un grand rapport de réduction dans un minimum de place mais transmet le mouvement à un arbre de sortie perpendiculaire à l'arbre d'entrée. Il faut donc utiliser un engrenage conique avec un angle de 45° sans rapport de réduction pour le mode de fonctionnement rapide.

Il est à noter que sur le dessin d'ensemble, un seul satellite est représenté pour des raisons de clarté mais 3 doivent être utilisés.

Pour le mode de fonctionnement rapide, le rapport de réduction égal à se fait avec des paires d'engrenages de même diamètre ainsi les deux engrenages droits auront un diamètre de 87mm, les engranges conique un diamètre de 105mm.

Le mode de fonctionnement lent utilise une roue de 27 dents soit un diamètre de 81mm et une vis sans fin avec un seul filet sur une longueur de 33mm et avec un diamètre de 30mm.

Afin de changer le mode de fonctionnement à l'arrêt nous avons choisi de faire translater l'arbre afin d'engrainer soit une la roue et vis sans fin soit l'engrenage conique. Ce changement est



réalisé à l'arrêt grâce à un système de verrou. En effet un anneau est logé dans une gorge de l'arbre avec assez de jeu pour permettre à l'arbre de tourner en limitant les frottements. Cet anneau est relié à une tige qui venant se mettre dans des fentes selon le mode de fonctionnement. Ces fentes réalisent le blocage en translation de l'arbre et sont espacées de 30 mm. Ces fentes sont placées dans une boîte que l'on appellera verrou, réalisée en impression 3D.

La bobine ne devant pas bouger, l'arbre de sortie du système, celui qui coulisse, aura des cannelures extérieures et l'arbre où se situe la bobine aura des cannelures intérieures. Ces cannelures, longues de 50 mm permettent de transmettre la rotation peu importe le mode de fonctionnement.

Le blocage en translation des engrenages est réalisé par des entretoises s'appuyant elles-mêmes sur les coussinets montés serrés dans des anneaux reliés au bâti. Ces anneaux pouvant être de tout type de matériau.

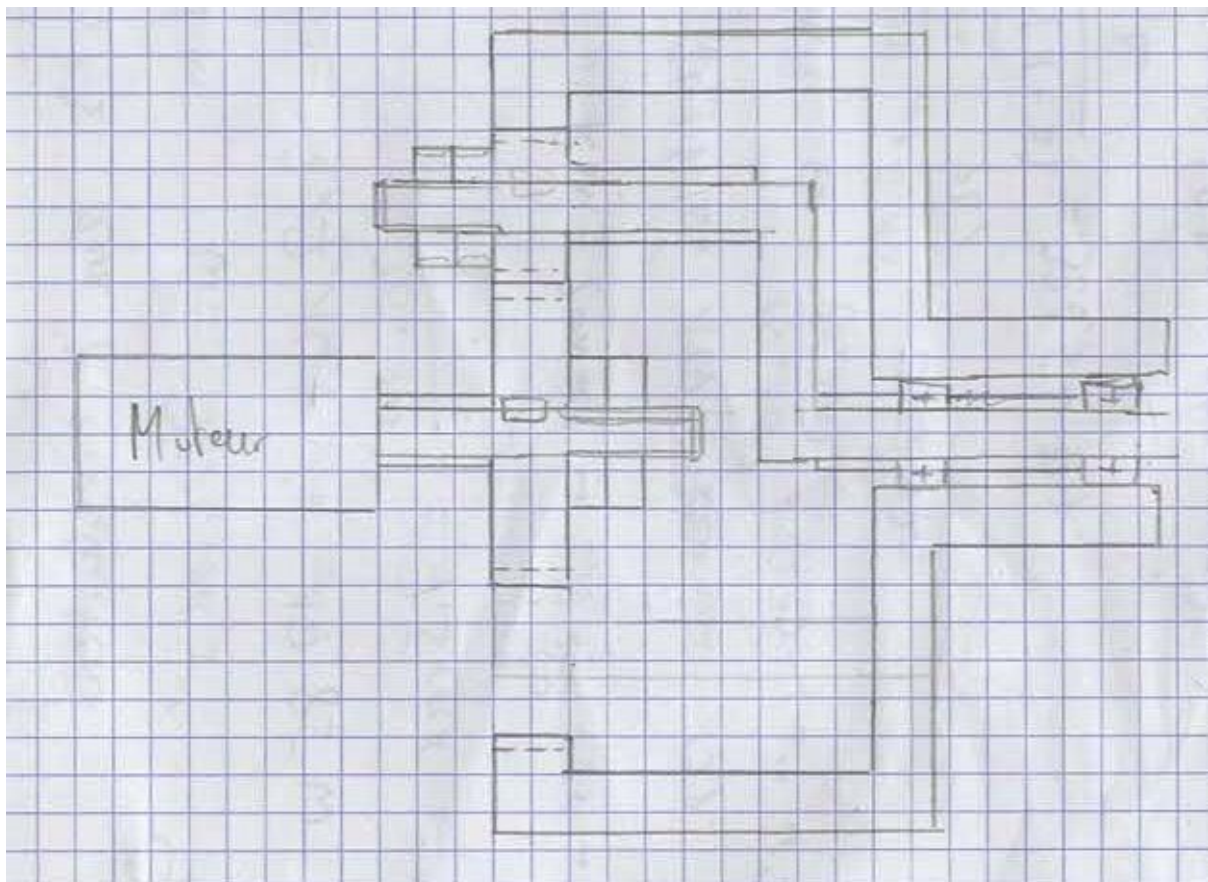


Figure 2: schéma du train épicycloïdal à couronne mobile (solution 1)

### 3. Guidage du fil sur la bobine :

Dans cette partie, nous allons détailler notre système de guidage du fil sur la bobine pour permettre un bobinage homogène et optimisé.

Dans un premier temps nous allons mettre en évidence les procédés mis en place dans la conception de ce guidage, dans un second temps les dimensionnements de chacun des composants, puis dans un troisième temps l'adaptation du moteur aux caractéristiques du système et sa conception, enfin dans une dernière partie sur les dessins des composants du système.

Notre guidage est basé sur la rotation partiel d'un tube permettant de distribuer le fil de manière homogène le long de la bobine.

L'arrêt en rotation du guidage pour les différentes bobines n'est pas nécessaire car la variation de l'angle de balayage est trop petite pour être pris en compte.

Nous fixons en prenant en compte les tailles des différentes bobine un angle de balayage maximum à  $26^\circ$  cela permet à notre bobineuse d'être polyvalente à plusieurs types de bobines.

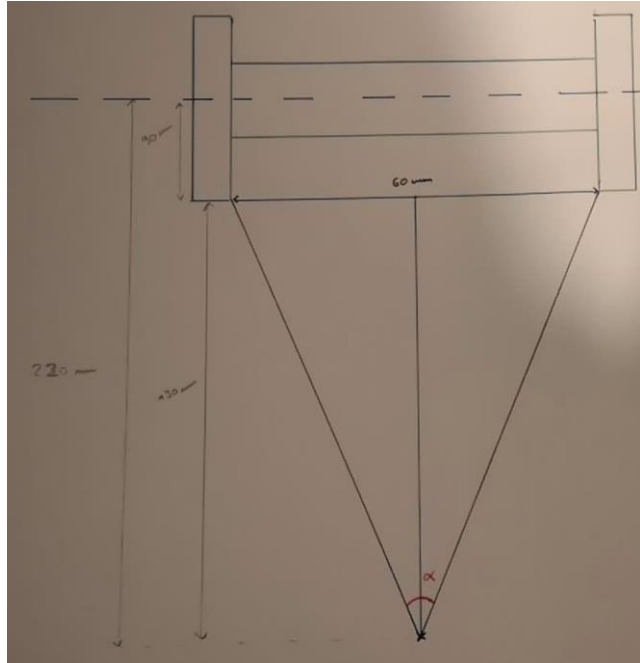
Pour mettre ce procédé en place il nous faut une solution technique permettant la rotation du guidage dans un sens puis dans l'autre sans arrêt et grâce à un seul moteur.

Nous avons donc mis en place un système de deux engrenages (partiellement coupés) pouvant engrainer seulement sur certaines sections (ces deux engrenages étant complémentaires l'un par rapport à l'autre).

La sécurité et la protection est assurée par des plaques de plexiglass fixées entre elles et démontable disposer tout autour du système permettant un accès facile et une bonne visibilité du mécanisme à l'utilisateur. Les plaques seront fixées les unes aux autres grâce à des équerres et des vis, permettant ainsi de démonter le système.

Il y aura une plaque de plexiglass fixée d'un seul côté avec des charnières, cela permettra d'avoir tout de même accès au système.,

Le système doit pouvoir s'adapter à deux vitesses, rapide pour de l'enroulage de fil et lent pour du bobinage en sortie de l'extrudeuse, c'est pour cela que nous avons mis en place deux configurations de mécanisme (annexes 14,15,16,17):



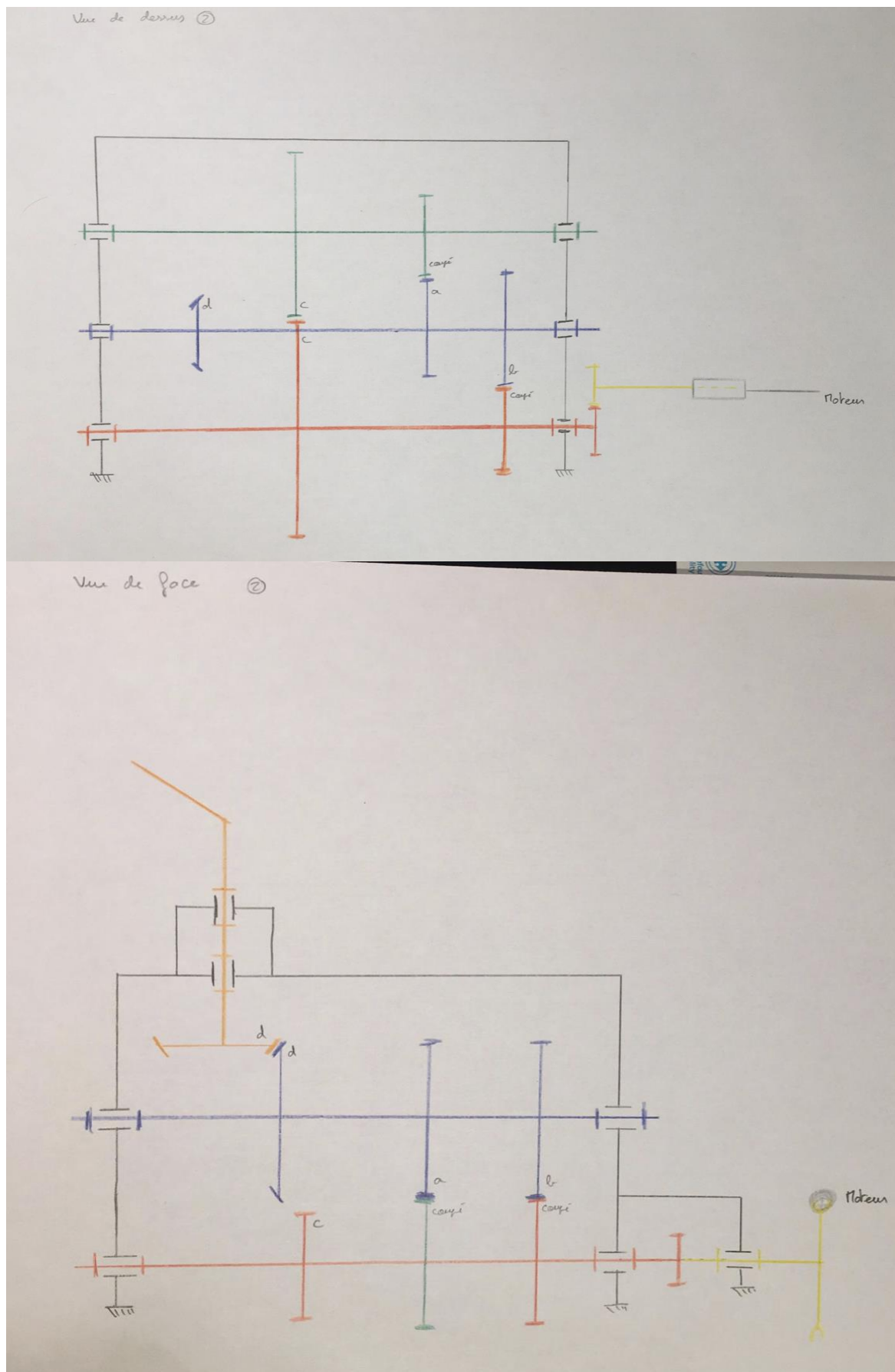


Figure 3-Fonctionnement rapide

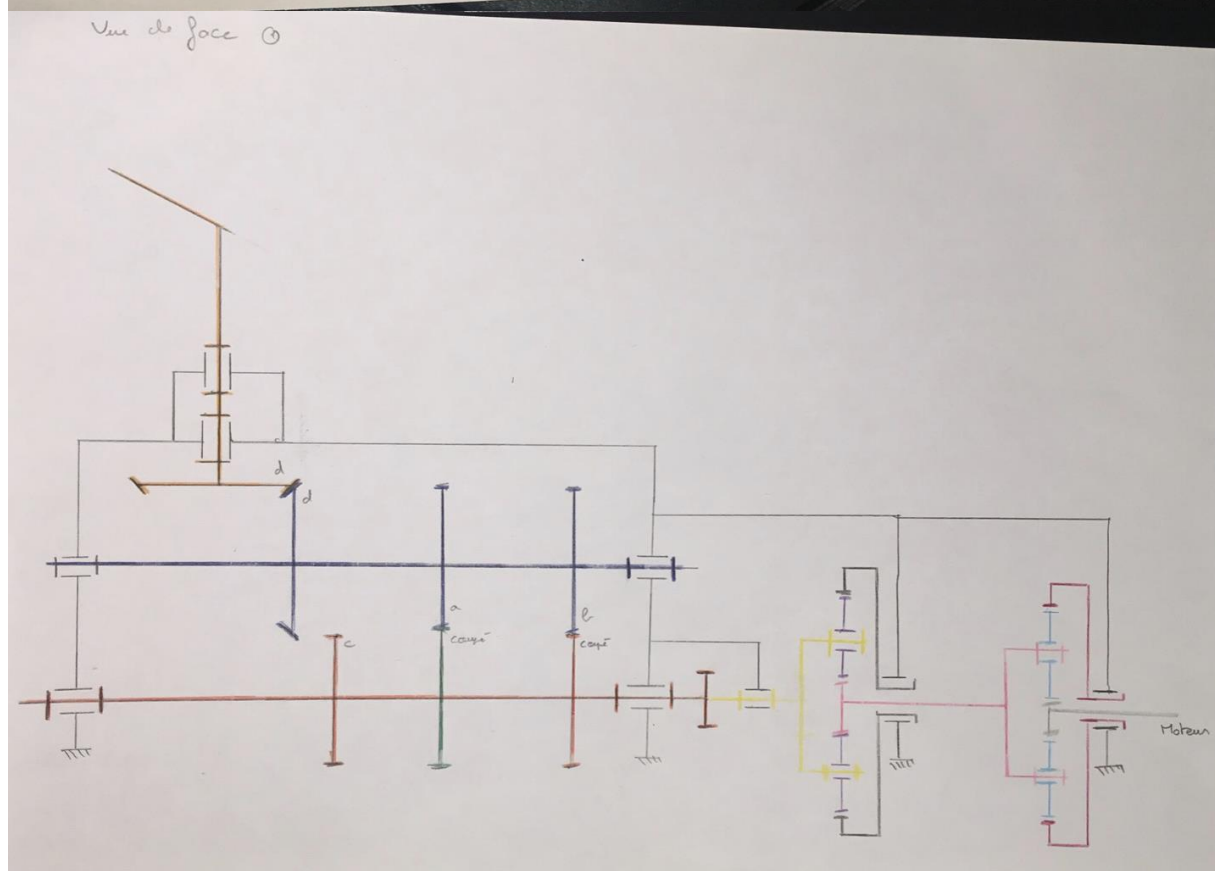
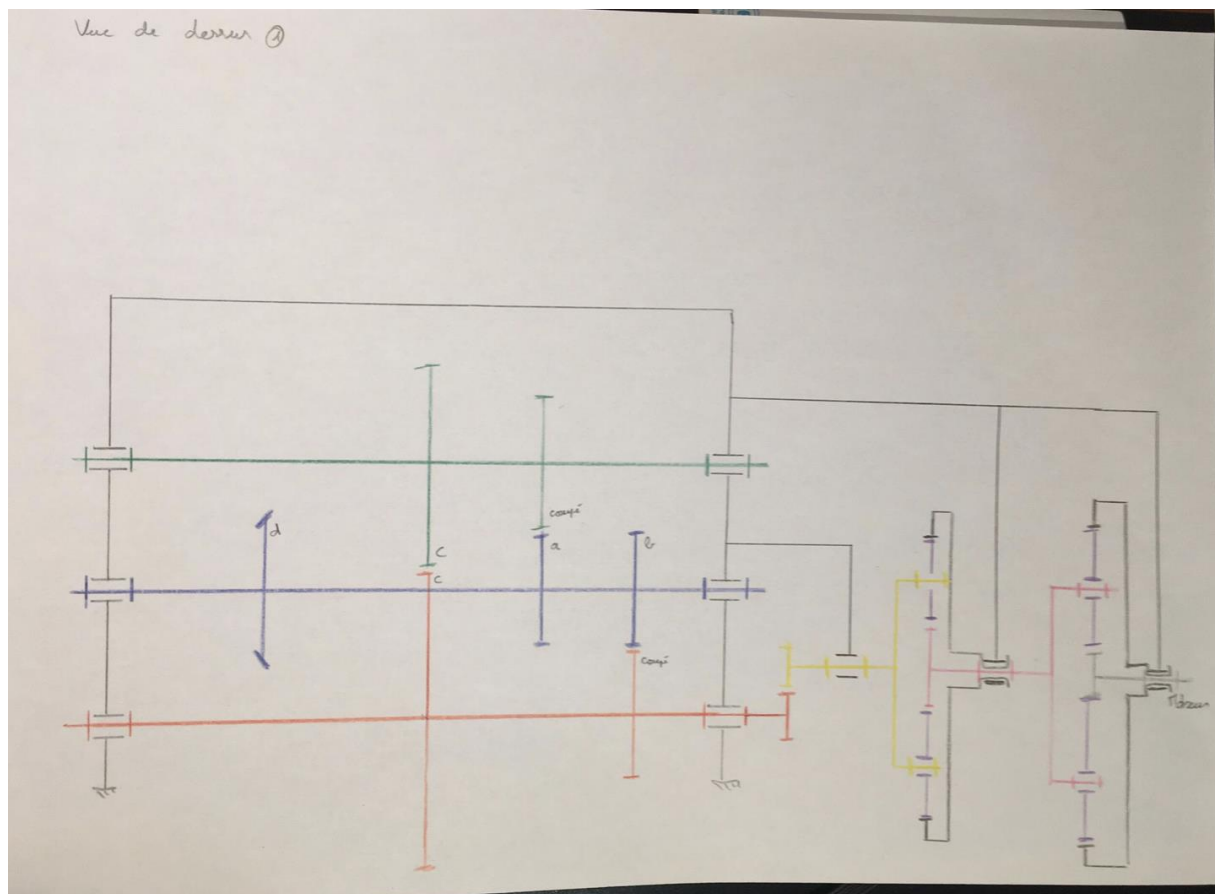


Figure 4-Fonctionnement lent

### **Engrenages coupés (sectionnés)**

Angle à balayer :  $26^\circ$  cependant nous cherchons un nombre de sections pair :

$$\frac{360}{25,7} \approx 14$$

On obtient 19 sections, seulement la moitié de ces 14 sections seront dotés de dents ; soit 7 sections de  $25,7^\circ$ .

On cherche à transmettre le même couple et la même vitesse donc on utilise les même engrenages (ils seront décalés de  $25,7^\circ$  lors de la fixation sur les arbres).

Il y aura 2 dents toutes les deux sections de  $25,7^\circ$ .

### **Engrenages pleins (récepteurs, entre les roues dentées coupées et pleines) roues a (pleines) et b (coupées)**

**Module : 2**

Diamètre intérieur 15mm

Alpha =  $20^\circ$

Le nombre de dents doit être égal car le rapport de vitesse est 1

On a ici  $a = mZ$  avec a entraxe et Z nb de dents ;

$D = mZ$  (**Diamètre primitif**)

Ici on prend  $Z=28$

$a=D= 56$  mm

$D_a = D + 2m = 60mm$  (Diamètre de tête)

$D_f = D - 2,5m = 51mm$  (Diamètre de pied)

Hauteur de dent : 4,5 mm

Largeur de la denture  $b = km$  avec k valeur fixée entre 6 et 10, on prend  $k=6$

$b = 12mm$

Épaisseur de l'engrenage : 15 mm

### **Engrenages arbre transmetteur et d'entrée : roues c**

**Module : 2**

Diamètre intérieur 15mm

Alpha =  $20^\circ$

Le nombre de dents doit être égal car le rapport de vitesse est 1

On a ici  $a = mZ$  avec a entraxe et Z nb de dents ;

$D = mZ$  (**Diamètre primitif**)

Ici on prend  $Z=30$

$a=D= 60$  mm

$D_a = D + 2m = 64mm$  (Diamètre de tête)

$D_f = D - 2,5m = 55mm$  (Diamètre de pied)

Hauteur de dent : 4,5 mm

Largeur de la denture  $b = km$  avec k valeur fixée entre 6 et 10, on prend  $k=6$

$b = 12mm$

Épaisseur de l'engrenage : 15 mm

## **Engrenages coniques : pignons d**

### **Module : 2**

Diamètre intérieur 15mm

Angle primitif  $\delta = 45^\circ$

Le nombre de dents doit être égal car le rapport de vitesse est 1

$D = mZ$  (**Diamètre primitif**)

Ici on prend  $Z=30$

$D = 60$  mm

$D_a = D + 2m \cos \cos 45^\circ \approx 62,8$  mm (Diamètre de tête)

$D_f = D - 2,5m \cos \cos 45^\circ \approx 56,5$  mm (Diamètre de pied)

Hauteur de dent : 4,5 mm

Largeur de la denture  $b = 10$  mm

Épaisseur de l'engrenage : 15 mm

### **Axe :**

15mm de diamètre en aluminium (léger et suffisamment résistant)

### **Carter en plexiglass :**

Dimensions 130 (hauteur) x 100 (largeur) x  $\approx 140$  (longueur : dépend des axes)

Épaisseur de la plaque :  $\approx 8$  mm

### **Roulements :**

On considère que les roues dentées à dents droites seront découpées au laser dans du bois, pour les roues coniques, elles seront fabriquées en plastique grâce à une imprimante 3D. La masse volumique du bois variant beaucoup nous prendrons une moyenne de  $590 \text{ kg/m}^3$

L'axe choisi est une barre circulaire d'aluminium de 15 mm de diamètre. La masse volumique de l'aluminium est de  $2700 \text{ kg/m}^3$  les axes auront une longueur d'environ 165 mm donc le poids de l'axe en lui-même sera de  $\pi \times (7,5 \times 10^{-3})^2 \times 165 \times 10^{-3} \times 2700 \times 9,81 = 0,77$  c'est-à-dire environ 1N (négligeable).

On approxime les roues à des cylindres de diamètre le diamètre primaire et d'épaisseur 15 mm (c'est le maximum).

Axe 1 : supporte 2 roues dentées : Une roue dentée entière et une roue semi-dentée de diamètres primitif 56 mm et d'épaisseur 15 mm, elles ont donc un volume de  $1,3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ , poids :  $1,3 \times 10^{-3} \times 590 = 0,778 \text{ kg}$  donc elles exercent sur l'axe chacune un effort d'environ 7,8 N soit 15,6 N.

Le poids de l'axe étant négligeable l'effort sur les roulements sera de 15,6 N environ.

Axe 2 : Idem axe 1

Axe 3 : Supporte 3 roues dentées : Deux roues à denture droite et un pignon conique

Les deux roues sont de même diamètre primitif 56 mm et d'épaisseur 15 mm donc elles vont exercer une force de 15,5 N en tout.



Le pignon conique sera fabriqué à partir d'une imprimante 3D donc soit en ABS ( $1080 \text{ kg/m}^3$ ), soit en PLA ( $1250 \text{ kg/m}^3$ )

On fera les calculs pour le PLA (masse volumique plus importante)

Pour le volume du cône on prend une hauteur de 15mm et le diamètre de 62,8 mm (très surdimensionné)

On obtient un effort sur l'axe de 18,15N

On obtient donc en tout 33,5 N qui devront être supporté par les roulements.

Les plus petits roulements à billes que nous avons trouvé et donc choisis pour le système sont parfaitement apte à supporter ces efforts.

### **Moteur :**

Le moteur que nous avons choisi est un motoréducteur ayant une vitesse de rotation de 2 tr/min, celui-ci nous permettant de réaliser les deux vitesses nécessaires à notre guidage : 15 mm/s pour la sortie d'extrudeuse et 40 cm/s pour l'enroulage du fil.

Ayant comme référence : [https://fr.rs-online.com/web/p/products/8347666/?fbclid=IwAR1ek3hdayiS7\\_o26-1ScPIPRVVOjFgGZBPjWOvYlv5KBiCRT2FUzqdLef4](https://fr.rs-online.com/web/p/products/8347666/?fbclid=IwAR1ek3hdayiS7_o26-1ScPIPRVVOjFgGZBPjWOvYlv5KBiCRT2FUzqdLef4)

- Pour réaliser le guidage en sortie d'extrudeuse (vitesse du fil 15 mm/s) :

moto-réducteur	2tr/min	
vitesse max utile	1,22E-03	rad/s
	0.01165	tr/min
Il faut une réduction de 1/172		

Figure 5-Détermination du rapport de réduction

Le rapport de réduction à mettre en place est de 1/172, cependant pour faciliter le raisonnement et la bonne mise en place du système nous avons imposé le rapport de réduction à 1/170. Pour le réaliser nous avons décidé de mettre en place un système de trains épicycloïdaux, cela permet d'avoir un bon rapport de réduction tout en étant assez compact.

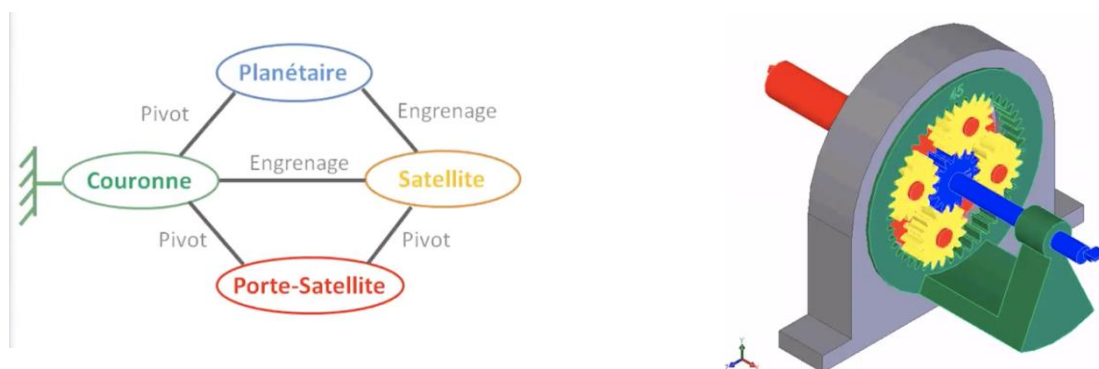


Figure 6-Représentation d'un train épicycloïdal



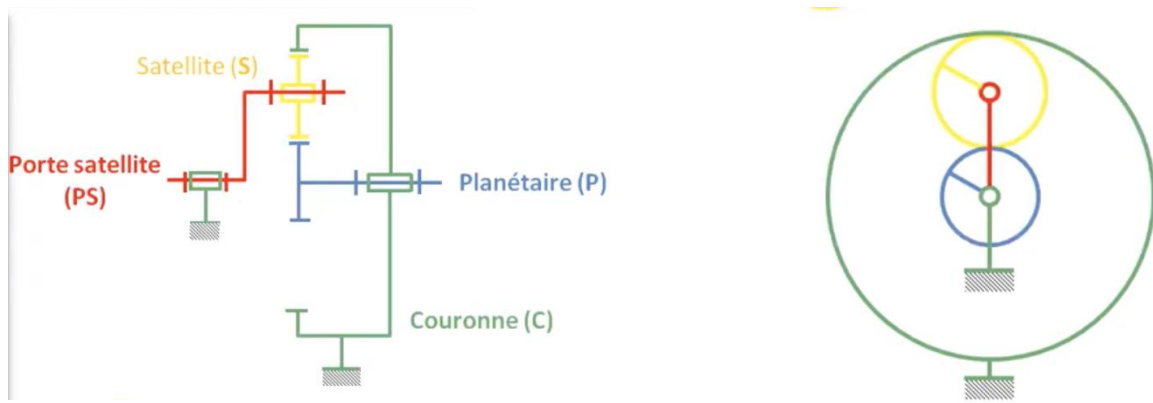


Figure 7-Schéma cinématique d'un train épicycloïdal

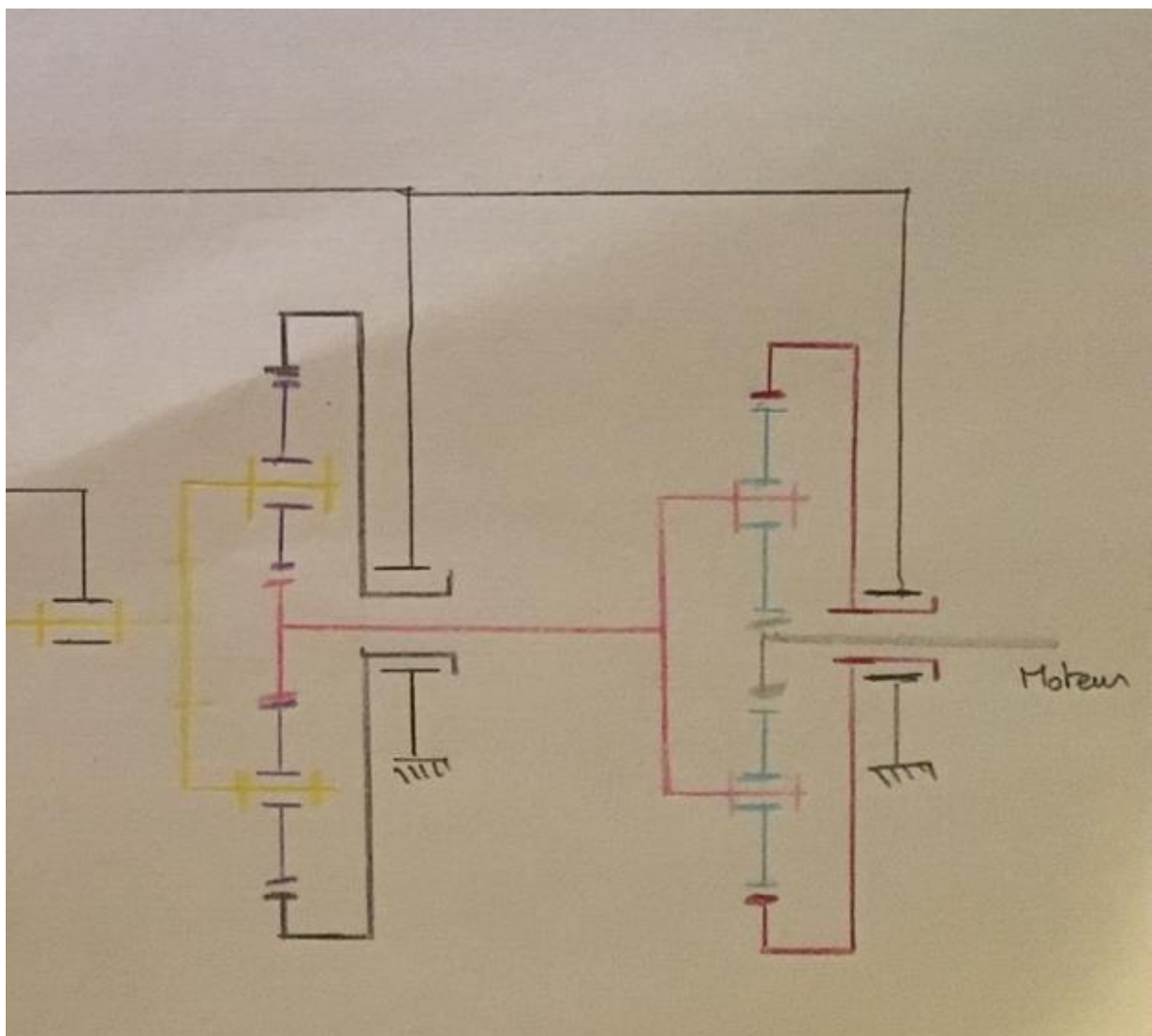


Figure 8-Schéma cinématique de deux trains épicycloïdaux en série

Dimensionnement du train épicycloïdal :

Pour atteindre le rapport de réduction souhaité nous avons envisagé 2 trains épicycloïdaux en série.

Le premier permettant un rapport de réduction de 1/10.

Le second de 1/17.

-Premier train épicycloïdal :

Calcul des nombres de dents de chaque engrenage :

Engrenage simple extérieur  
(axes de rotation fixe par rapport au bâti)

$$\frac{\omega_{\text{sortie}}}{\omega_{\text{entrée}}} = \frac{-Z_e}{Z_s}$$

On a : 
$$\frac{\omega_{C/PS}}{\omega_{P/PS}} = \frac{-Z_p}{Z_s} \times \frac{Z_s}{Z_c} = \frac{-Z_p}{Z_c} = \lambda$$

En bloquant le **porte-satellites**, le train épicycloïdal se ramène à un **train simple**

$$\frac{\omega_{C/PS}}{\omega_{P/PS}} = \frac{-Z_p}{Z_s} \times \frac{Z_s}{Z_c}$$

$$\frac{\omega_{PS/C}}{\omega_{P/C}} = \frac{\lambda}{\lambda - 1} = \frac{Z_p}{Z_p + Z_c}$$

Pour obtenir le premier rapport de réduction de 1/10 on choisit donc  $Z_p=4$  et  $Z_c=36$  :

En prenant un module  $m=3$  on obtient :

Rapport de multiplication entre le pignon planétaire et le porte-satellites :

**0,10**

Soit un rapport de démultiplication de **10,00** à **1**

Pour **1** tour du pignon planétaire, le porte-satellites fait **0,10** tour

**Diamètres primitifs**

Couronne planétaire : **108,00** mm

Satellites : **48,00** mm

Pignon planétaire : **12,00** mm

**Pignons satellites**

Nombre de dents des pignons satellites : **16**

Nombre de pignons satellites : **2**

-Second train épicycloïdal :

Nous devons obtenir un rapport de réduction de 1/17, on impose donc  $Z_p'=4$  et  $Z_c'=64$  :  
Avec  $m=2$

Rapport de multiplication entre le pignon planétaire et le porte-satellites :

**0,06**

Soit un rapport de démultiplication de **17,00** à **1**

Pour **1** tour du pignon planétaire, le porte-satellites fait **0,06** tour

**Diamètres primitifs**

Couronne planétaire : **128,00** mm

Satellites : **60,00** mm

Pignon planétaire : **8,00** mm

**Pignons satellites**

Nombre de dents des pignons satellites : **30**

Nombre de pignons satellites : **2**

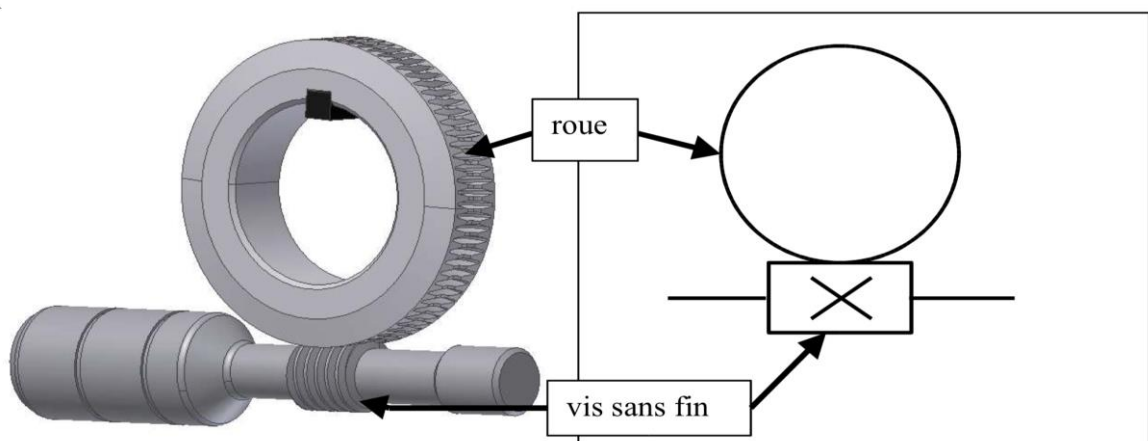
- Pour réaliser le guidage lors de l'enroulage du fil (vitesse du fil 40 cm/s):

Grâce à un produit en croix on détermine le rapport de réduction à mettre en place, en effet on a :

15mm/s  $\rightarrow r=1/172$

400mm/s  $\rightarrow r=0,15=3/20$

Pour réaliser ce rapport de réduction de 3/20 nous avons mis en place un système de roue et vis sans fin.



Le rapport de réduction de la roue et vis sans fin:

$$r = \frac{N_{\text{roue}}}{N_{\text{vis sans fin}}} = \frac{\text{nombre de filets de la vis sans fin}}{\text{nombre de dents de la roue}}$$

On choisit donc une vis composé de 3 filets et une roue ayant 20 dents trouvé dans le commerce.

La roue ayant comme référence: BW10/20/2R <https://fr.rs-online.com/web/p/roues-et-vis-sans-fin/5216935/>

La vis ayant comme référence: SWD102R

<https://fr.rs-online.com/web/p/vis-sans-fin/5216907/>

- Liaison entre l'arbre de sortie du réducteur et les deux différents réducteurs:

Pour réaliser cette liaison nous avons décidé de placer 3 engrenages du même type.

### Module : 2

Diamètre intérieur 15mm

$\alpha = 20^\circ$

Le nombre de dents doit être égal car le rapport de vitesse est 1

On a ici  $a = mZ$  avec  $a$  entraxe et  $Z$  nb de dents ;

$D = mZ$  (**Diamètre primitif**)

Ici on prend  $Z=30$

$a=D=60\text{ mm}$

$D_a = D + 2m = 64\text{ mm}$  (Diamètre de tête)

$D_f = D - 2,5m = 55\text{ mm}$  (Diamètre de pied)

Hauteur de dent : 4,5 mm

Largeur de la denture  $b = km$  avec  $k$  valeur fixée entre 6 et 10, on prend  $k=6$

$b = 12\text{ mm}$

Épaisseur de l'engrenage : 15 mm

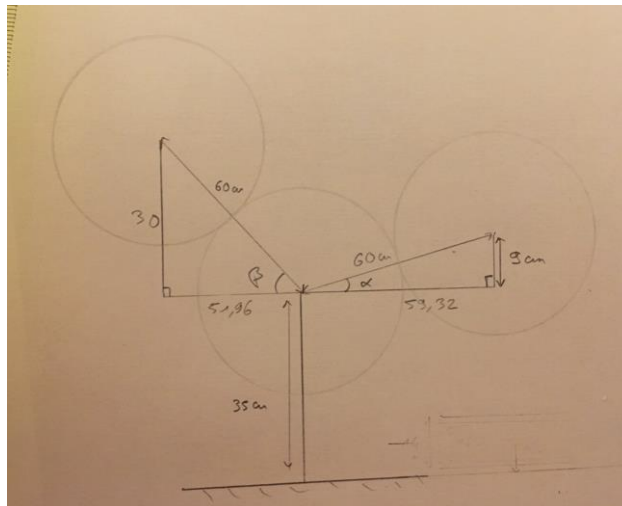


Figure 9-Disposition générale des 3 axes principaux du réducteur dans l'espace

#### 4. Anti-retour et potentiomètre

Pour finir de répondre aux exigences il faut encore prévoir deux éléments.

Le premier est la mise en place d'un potentiomètre permettant d'estimer le remplissage de la bobine afin de pouvoir ajuster la vitesse d'enroulement et l'arrêter au moment voulu.

Le second est d'insérer un dispositif d'anti-retour. En effet, lorsque l'utilisateur coupe le fil, il ne faudrait pas que celui-ci se déroule avant que l'utilisateur ait eu le temps de l'accrocher.

Ces deux éléments n'étant pas primordiaux et étant principalement présent pour le confort de l'utilisateur, il est nécessaire qu'ils aient le moins d'influence possible sur les contraintes de poids et d'encombrement et qu'il n'influencent pas le bon fonctionnement du reste de la bobineuse.

Afin de gagner de la place, les deux éléments seront mis sur une même potence. Les forces à supporter étant faibles (moins de 2N) nous pouvons nous permettre d'utiliser principalement du plastique.

Nous avons choisi de placer notre potentiomètre au-dessus de la bobine afin que la gravité suffise à l'entraîner sur la bobine. Nous avons choisi de mettre les deux éléments au-dessus de la bobine pour faciliter l'accès à l'utilisateur. le potentiomètre doit être placé le plus possible au-dessus du centre de la bobine pour qu'il soit toujours en contact avec les fils enroulés. Cela impose au dispositif anti-retour de laisser de la place, pour cela la tête de l'anti-retour ne sera que d'un demi arc.

Le centre de la bobine est situé à 200 mm du support de la bobine et le rayon maximal étant de 90 mm les éléments doivent être placés suffisamment en hauteur pour ne pas gêner la mise en place et l'enlèvement de la bobine.

Le potentiomètre n'est pas en contact direct avec la bobine, mais par l'intermédiaire d'une plaque. Notre choix de potentiomètre s'est donc tourné vers ce type de potentiomètre à arbre fendue permettant de fixer une plaque de forme complémentaire sur un côté :



Figure 10-Mini potentiomètre CTS 250K à arbre fendu

(<https://www.woodbrass.com/pièces-detachées-potentiomètres-cts-cts-mini-potentiomètre-250k-audio-split-shaft-p215600.html>)

Référence marque : EP5485

Afin de réaliser le système anti-retour, deux vis à oreille sont installées de part et d'autre des plaques et permettent de maintenir une pression suffisante entre ces deux dernières, bloquant ainsi le mouvement de la barre verticale en position haute (libre) ou basse (servant de frein anti-retour de la bobine) (ici ce sont les pièces A-4 et A-5)



Figure 11-Vis à oreille

Le jeu entre les pièces A-3 et A-4 devra être faible voire trop fin afin que les vis à oreille puissent exercer une pression suffisante et que la pièce A-1 ne glisse pas.

La pièce A-8 devra être usinée dans un type de plastique qui tout en restant léger à une bonne adhérence. Pour cela nous avons choisi d'utiliser du polyuréthane (matériau qui est notamment utilisé pour les roues et les roulettes) afin d'avoir une adhérence sur le fil optimale, l'empêchant ainsi de se dérouler.

Toutes les autres pièces seront usinées à l'aide d'une imprimante 3D. Les vis sont trouvables dans le commerce et seront achetées. et on trouvera de la même façon des équerres de bonne taille pour les liaisons entre la pièce A-2 avec le support global et la pièce A-2 avec le support du potentiomètre A-7.

Afin de permettre à l'utilisateur de couper le fil, nous avons défini que le plus simple et le mieux en terme de sécurité est de mettre à disposition une pince reliée au bâti par une chaînette clouée. En effet, insérer un dispositif coupant aurait été encombrant et dangereux lors de la mise en place du fil au début de chaque bobine.

## Conclusion :

Le système proposé par notre groupe possède de nombreux avantages. En effet il a l'avantage d'une bonne faisabilité, mêlé à un prix faible et à une ergonomie sans pareille.

Il est facile de réalisation puisque de nombreuses pièces seront réalisées en plastique et découpée au FabLab. Cela permet aussi une maintenance aisée puisque ces pièces peuvent être reproduites comme cela.

Le système propose deux choix de fonctionnements au cas ou un fil ait mal été raccroché à sa bobine pour le garder tendu, pour éviter de devoir le rembobiner à la main.

Le système de transmission de puissance offre la possibilité de passer d'une vitesse d'enroulement du fil rapide à lente.

Tout ceci est réalisé sans faire appel à de la programmation, ou à un système numérique qui pourrait se révéler instable et complexe, cela le rend donc pérenne et indépendant.