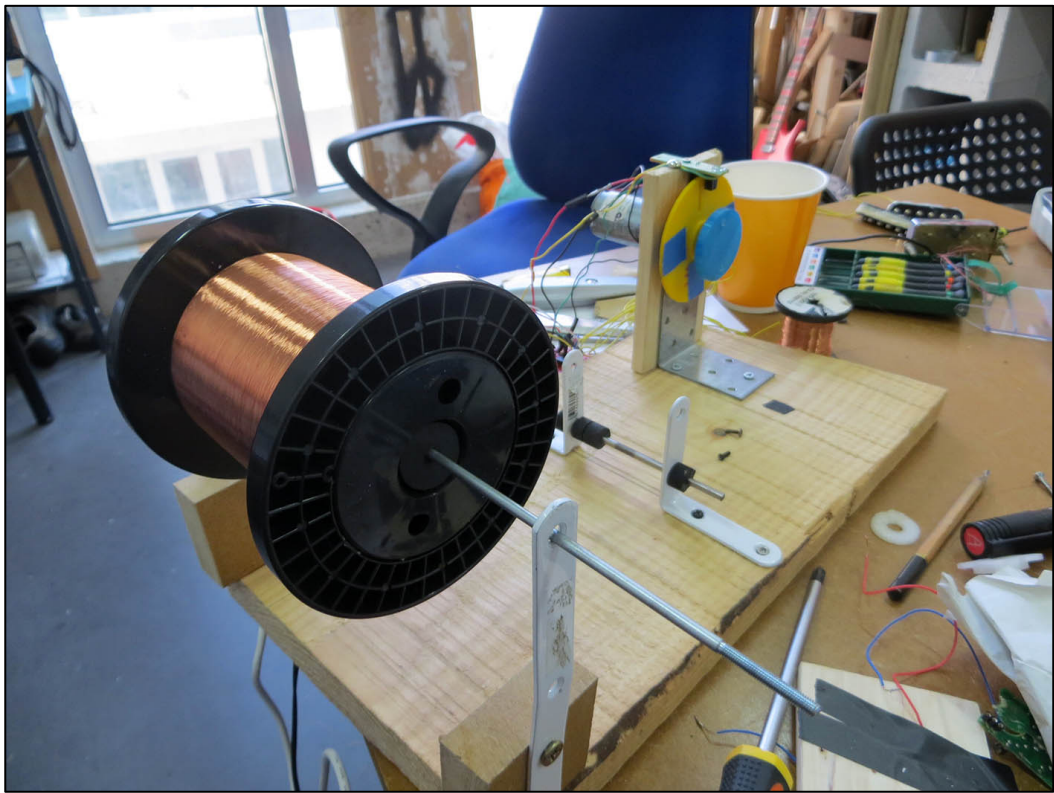


Réponse à l'appel d'offre :

Bobineuse



BROET Nicolas
DEIRMENDJIAN Raphaël
GRARDEL Nathan
GUFFLET Mathis
LOZÉ Nicolas
MARZIAC Milan
RICHARD Gaby
TRANCHANT Joris
VILLARD Louis

L1 | ECAM | 2019

Table des matières

Introduction.....	2
Analyse fonctionnelle	2
Solutions techniques	3
1) Guidage du fil	3
A) Mouvement d'avance (mouvement longitudinal)	4
B) Mouvement latéral	5
2) Bobinage	9
A) Mise en place des différents éléments.....	9
B) Mise en rotation de l'arbre.....	15
3) Découpe du fil	17
Coûts	22
Conclusion	23
Bibliographie	24
Annexes.....	25

Introduction

Nous sommes un groupe de 9 étudiants en troisième année à l'ECAM. Dans le cadre d'un projet de conception, nous simulerons une entreprise répondant à un appel d'offre. Nous serons par ailleurs en concurrence avec les autres groupes de notre promotion.

Ce rapport a pour vocation de répondre à la demande de l'ECAM Lyon de concevoir et de développer un prototype de bobineuse pour fil plastique d'imprimante 3D.

La bobineuse devra enrouler un fil plastique sortant d'une extrudeuse, existante, permettant le stockage sous forme de bobines.

Cette machine sera principalement utilisée par des élèves et des professeurs à l'ECAM, mais elle pourra être utilisée à l'extérieur, notamment pour des démonstrations lors d'expositions.

Nous nous demanderons comment faire du fil à partir de morceaux de plastique recyclés ou à partir de granules de plastiques.

Analyse fonctionnelle

La bobineuse est une machine rendant service à l'utilisateur, en agissant sur le fil extrudé dans le but de l'enrouler autour d'une bobine (Cf. Diagramme « bête à corne » en annexe).

Le diagramme des exigences suivant définit les attentes que la machine devra satisfaire.

Si la partie « Bobinage » est celle qui paraît être la plus importante, nous devons aussi satisfaire des exigences transportabilité, de sécurité et de pédagogie.

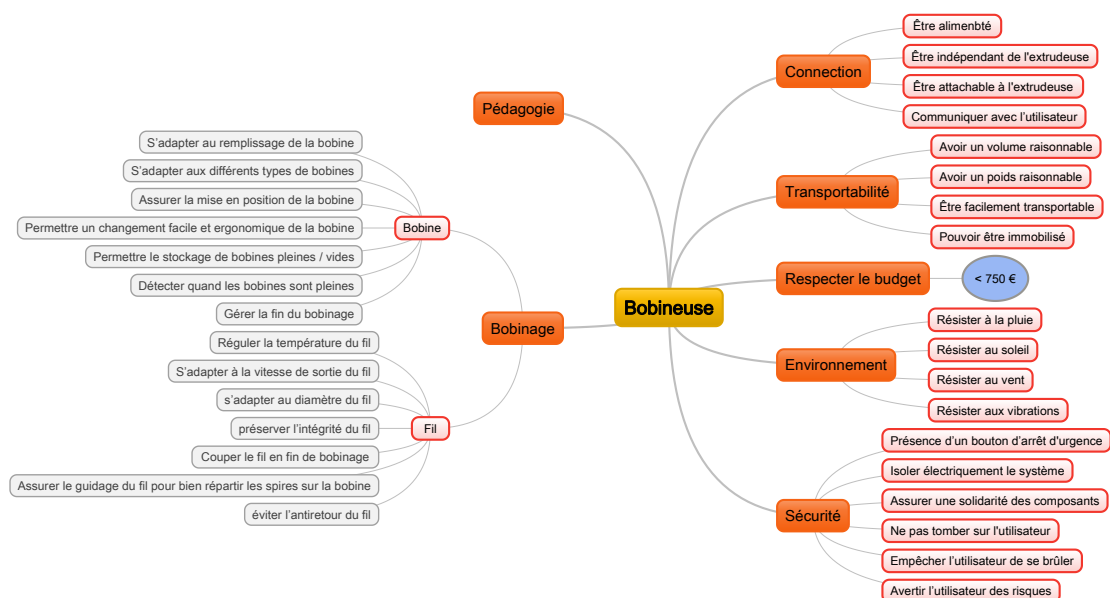


Figure 1 : Diagramme des exigences

Solutions techniques

Afin de répondre aux fonctionnalités étudiées lors de la phase « Analyse fonctionnelle », nous avons découpé le travail en 2 parties distinctes : une partie « guidage du fil » dont la finalité est de convoier le fil de l'extrudeuse jusqu'au système de bobinage en lui-même, et une partie « bobinage » où seront étudiées les solutions pour bobiner le fil. Les dessins de définitions des pièces et les dessins de sous-ensembles sont joints en annexe.

1) Guidage du fil

Cette partie se doit d'étudier les solutions techniques afin de garantir le guidage du fil et ainsi de répondre à la branche « Fil » du diagramme des exigences. Elle se découpe ainsi elle-même en deux parties : une première partie étudie les solutions techniques afin de convoier le fil de l'extrudeuse jusqu'à la bobine (mouvement longitudinal continu), et une seconde étudie les solutions techniques permettant un enroulage homogène sur la bobine (mouvement latéral alternatif), comme le montre le schéma ci-dessous.

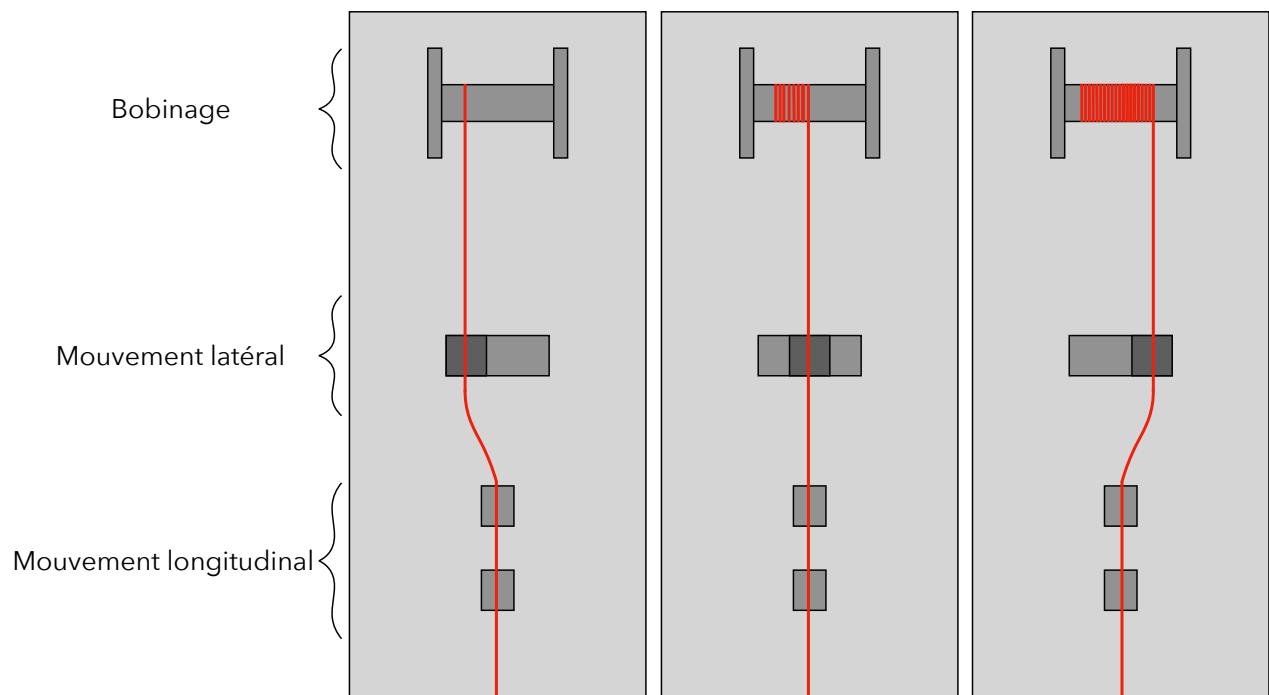


Figure 2 : Schéma global de la partie « guidage du fil »

A) Mouvement d'avance (mouvement longitudinal)

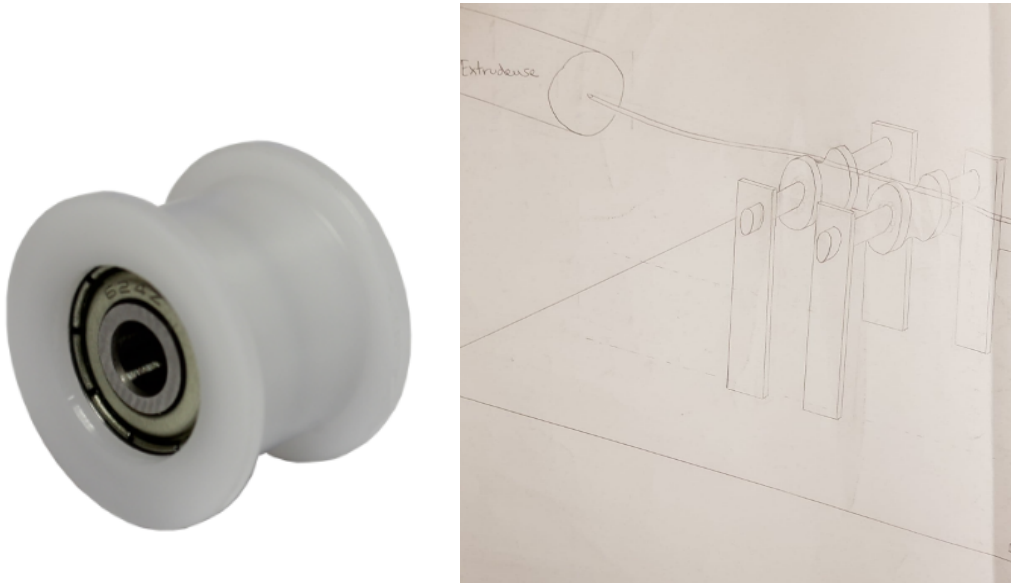


Figure 3 : Poulie roue libre et Dessin du sous ensemble

Objectifs :

Les attendus de ce système sont multiples, en effet il a pour objectifs de :

- Guider le fil depuis la sortie de l'extrudeuse jusqu'à l'ensemble enrouleur.
- Laisser suffisamment de temps au fil pour refroidir et se solidifier pour être manipulable.
- Assurer un guidage suffisamment plan pour que le fil encore chaud ne se déforme pas.

Difficultés :

Ce système de guidage bien qu'assez simple se voit confronté à différents problèmes. Il s'agit de :

- Prendre en compte la température de sortie de fil et son temps de refroidissement pour convenir à la bobineuse.
- Faire en sorte que le fil encore chaud en sortie ne prenne pas une forme alors inexploitable pour l'enroulement.
- Faire en sorte que le fil ne glisse pas sur les poulies.
- Le système ne doit pas étirer ou tasser le fil.

Démarche :

La première obligation pour permettre le bon fonctionnement de l'ensemble de la bobineuse est de garantir un fil sans courbure, le plus droit possible. Pour se faire il faut guider le fil le plus tôt possible à la sortie de l'extrudeuse et assurer un guidage le plus plan

possible, tout en restant à la hauteur de sortie du fil (9 cm par rapport au plan support de l'extrudeuse). De plus il faut que ce guidage dure un certain temps (environ 5 secondes) pour que le fil ait le temps de refroidir (200°C en sortie) pour être opérationnel. Un point clé qui permet d'éliminer un certain nombre de système de guidage et le fait que le fil ne doit pas être étiré ou tassé par le système sinon il n'est plus exploitable ensuite. Alors nous avons pensé que le meilleur moyen pour le fil d'être acheminé jusqu'à la bobine sans être déformé est d'exploiter sa propre vitesse en sortie de l'extrudeuse (15 mm/s).

On a vite compris que le fil ne pouvait pas simplement glisser sur une surface plane jusqu'à la vis de trancannage sinon les frottements induits avec la surface support tasserai le fil, le rendant inadapté à l'enroulage et à l'utilisation pour une imprimante 3D. Même si on réduisait les frottements grâce à de l'huile cela changerais la texture du fil ce qu'on ne souhaite pas. De ce constat nous avons opté pour un système avec plusieurs (4) poulie roue libre alignés et rapproché.

- Détermination du nombre de poulies : la vitesse du fil étant de 15 mm/s et il faut au minimum 5 secondes au fil pour être à bonne température alors $5 \times 15 = 75$ mm. Les poulies ont une largeur de 19 mm alors $75/19 = 4$. Il nous faudrait donc 4 poulies alignés, la marge que l'on va prendre par rapport aux résultats théoriques sera l'écart entre les poulies (entre 3 mm et 5 mm), ainsi que la distance (la plus faible possible) entre l'extrudeuse et la première poulie. Cela nous garantis un fil à la bonne température à la sortie du système.

Une dernière indétermination reste encore, il s'agit de savoir si les frottements entre le fil (PLA) et la courroie (POM) seront suffisant pour mettre en rotation la poulie et ainsi avoir un roulement sans glissement entre les deux, ce que l'on souhaite. La difficulté à connaître le coefficient de frottement entre ces deux matériaux, ajouté à l'écart entre le résultat théorique et expérimental nous pousse à déterminer directement de manière expérimentale un tel résultat pour savoir s'il est satisfaisant.

B) Mouvement latéral

Afin d'assurer un enroulement homogène du fil, celui-ci doit être distribué de manière égale sur l'ensemble de la bobine. Afin de réaliser cela, nous avons opté pour un système de trancannage, détaillé ci-dessous.

Objectif :

Le but de cette partie est d'assurer une bonne mise en place et une bonne répartition du fil sur la bobine.

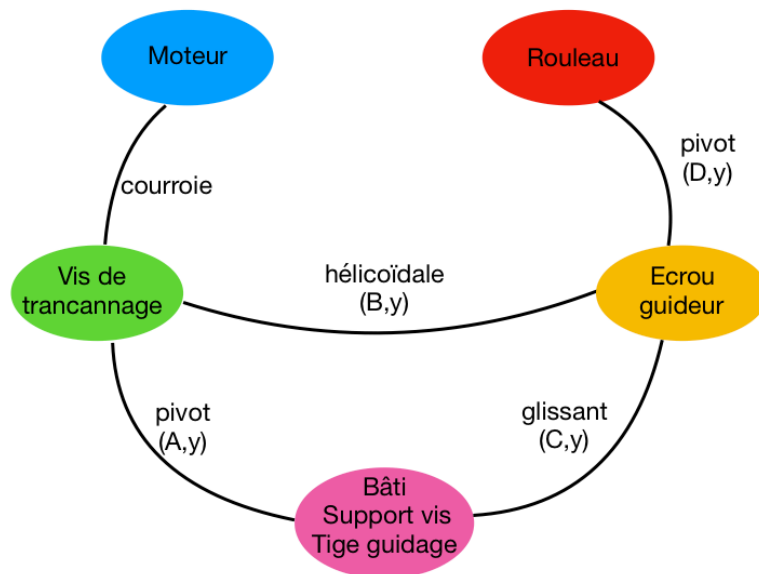


Figure 4 : Schéma des liaisons

Contraintes :

- La largeur de la bobine impose la longueur de la vis de trancannage
- Diamètre du fil
- Synchronisation du mécanisme

Démarche :

Assurer la bonne mise en place du fil sur la bobine est primordial car le fil doit être enroulé de manière uniforme sur la bobine. Afin d'assurer cette bonne mise en place nous avons fait le choix d'utiliser une vis de trancannage.

Cette vis permet, à partir d'une seule rotation, de créer un mouvement d'aller-retour (va et vient) d'un support sur cette dernière. Ce système est notamment utilisé dans les enrouleurs automatiques de tuyaux d'arrosage.

La vis sera montée sur un support fixe (bâti) à l'aide d'un montage de roulement à billes monté en X car l'arbre est tournant (voir schéma ci-dessous). La vis est mise en rotation par un moteur.

Notre système possède aussi une tige de guidage qui permet au support d'être guidé en translation. De plus, la tige bloque la rotation du support ce qui permet donc la translation de ce dernier sur la vis. Un pallier lisse est aussi mis en place afin de limiter les frottements et de permettre au support de glisser au mieux sur la tige.

Concernant le dimensionnement de la vis, nous n'avons pas réussi à la dimensionner de manière optimum. Durant nos recherches, nous avons vu que des fabricants proposent des simulations qui donnent des valeurs censées être proche de la réalité mais les valeurs obtenues sont aberrantes. Il serait donc nécessaire de faire des tests avec des vis de différents diamètres et de différentes longueurs. Pour cela nous avons fait un pré-dimensionnement. Le diamètre du fil est de 3mm. La largeur d'une bobine est de 60mm et donc le filetage de la vis de trancannage doit être de 60 mm aussi. Il faut qu'en 1 tour, le support de guidage se déplace

de 3mm (=diamètre du fil). Ainsi le pas de la vis est de 3mm. En 20 tours, le support de guidage réalise un allé et le fil aura recouvert la bobine.

Dans les abaques, pour un pas de 3mm, on prend un diamètre de vis de 24mm.

Cependant le support de la vis est fileté sur 10mm. Afin d'assurer le déplacement de 60mm il faut donc rajouter 20mm de filetage à notre vis. La vis est donc filetée sur 80mm.

Concernant le support de la vis de trancannage, il fait office d'écrou qui translate sur la vis quand cette dernière est en rotation. Il possède un rouleau qui est libre en rotation et qui permet de guider le fil sur la bobine.

La vis est mise en rotation à l'aide du même moteur que celui de la bobine. Ils sont reliés par un système de poulie/courroie cranté.

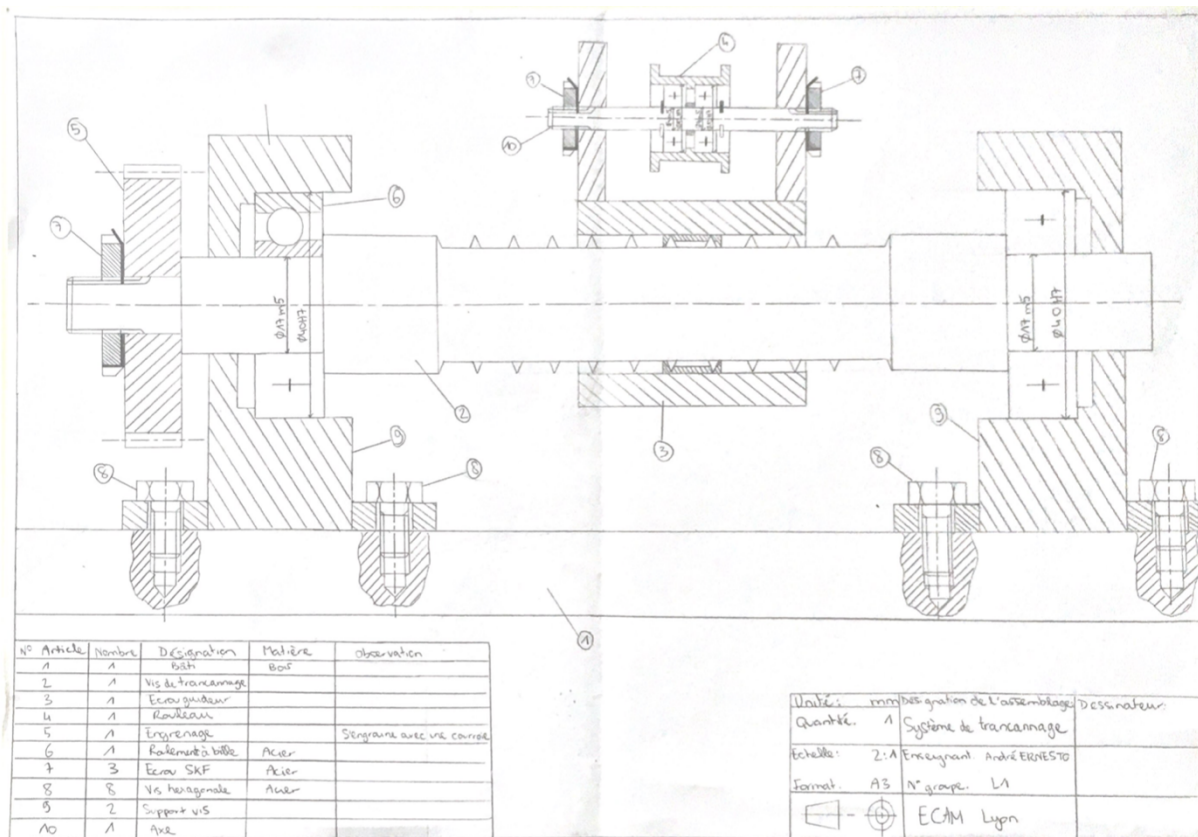
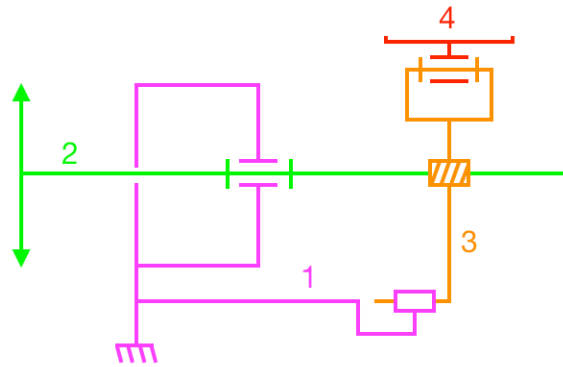


Figure 5 : Dessin d'assemblage du système de trancannage



- 1 Bâti
- 2 Vis de trancannage
- 3 Ecoux guideur
- 4 Rouleau

Figure 6 : Schéma cinématique

Pour réaliser notre système nous avons besoin des éléments normalisés ci-dessous :

-Rouleau

https://www.reprap-france.com/produit/1234568480-poulie-roue-libre?fbclid=IwAR1es2IJot169G1O4abG0cVzdyto-LzoGM9R_ibkTiuph0l_7wKRbX9hJtU



-Roulements à billes \varnothing int. 17mm, \varnothing ext. 40mm, larg. 12mm

<https://fr.rs-online.com/web/p/roulements-a-billes/6190317/>



2) Bobinage

Objectif :

Le but de cette partie est de créer un système permettant d'enrouler le fil sortant de l'extrudeuse autour d'une bobine en fonction du type de fil et en fonction de la bobine qui peuvent tous deux changer.

Contraintes :

- S'adapter au diamètre et à la largeur de différentes bobines
- S'adapter à des diamètres de fils différents
- Enrouler le fil à une allure convenable, afin que le fil ne soit pas trop tendu ni trop lâche lors de la partie « guidage »

Démarche :

Le bobinage du fil est la partie principale de notre projet, en effet, après que le fil soit sorti de la partie « guidage », le fil devra être enroulé autour d'une bobine. Pour cela, on utilisera un arbre tournant qui entrainera la bobine qui sera placée dans le sens de l'extrudeuse afin d'assurer l'enroulage.

Cet arbre sera lui-même entraîné par un moteur à l'aide d'un système de courroie.

Le schéma cinématique suivant et la figure 11 (annexe) détaillent cette partie.

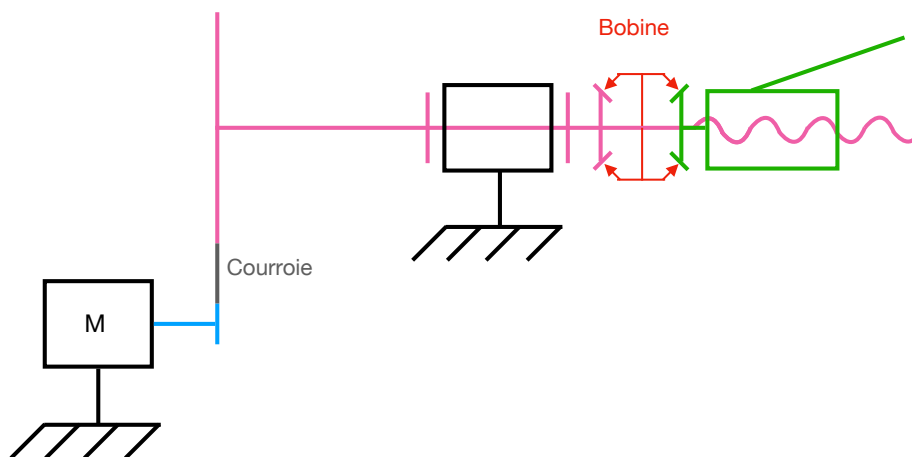


Figure 7 : Schéma cinématique

A) Mise en place des différents éléments

1. Fixation de la bobine

Objectifs :

Cette partie a pour objectif de maintenir la bobine en place tout au long du processus de bobinage mais aussi de permettre à l'opérateur d'intervenir facilement les bobines vides et pleines.

Contraintes :

- La solution choisie doit tout d'abord assurer la coaxialité entre la bobine et l'axe de rotation afin d'avoir la même vitesse tangentielle en tout point pour ne pas étirer le fil.
- La solution choisie doit aussi pouvoir s'adapter à des bobines différentes.
- Finalement la solution choisie doit être ergonomique

Démarche :

Pour répondre à ces contraintes nous avons opté pour un système constitué de deux cônes en opposition sur un axe fileté, un des deux cônes est fixe tandis que l'autre se visse sur l'axe. Quand les deux cônes se rapprochent ils maintiennent la bobine de manière coaxiale et l'empêchent de translater sur l'axe. Il ne reste alors qu'à bloquer la rotation de la bobine par rapport à la tige fileté, pour cela les cônes sont recouverts d'une couche de plastique mou qui, une fois les cônes en compression sur la bobine, rendra les cônes et la bobine solidaire grâce aux frottements. Pour s'adapter aux différentes tailles de bobines les cônes ont une longueur de 33 mm et une inclinaison de 45 degrés.

Ce système de fixation des bobines sera accueilli sur un arbre en rotation.
Nous détaillons ici les caractéristiques de cet arbre.

2. Éléments roulants

Choix des éléments roulants :

Le choix se porte ici entre les différents types d'éléments roulants qui existent (Roulements à bille à contact droit, contact oblique, coussinets, roulements à rouleaux ...).

Les efforts présents ici seront des efforts axiaux et des efforts radiaux. Les seuls efforts axiaux seront dû au serrage par l'écrou SKF et par les cônes. Aucun effort axial ne sera créé par le poids de la bobine. Ce poids créera cependant des efforts radiaux sur les deux éléments roulants.

Les efforts axiaux étant très faibles nous choisirons des roulements à bille à contact droit.

Dimensionnement des roulements :

Données :

Effort radial : F_r

Effort axial : F_a

$N = 15$ tr/mn (au maximum)

d = diamètre de l'arbre = 15mm

Hypothèse : On prévoit que la bobine tourne 6h par jour pendant 5 ans.

La vitesse de rotation représente donc 1 971 000 tr/an c'est-à-dire qu'il faut prévoir une durée de vie de 9 855 000 tours (qu'on approximera à 10 millions de tours).

Roulement 1 :

Il n'y a pas d'effort axial donc $F_a = 0$.

La masse de la bobine chargée est d'un maximum de 2kg.

Le roulement étant espacé de 150 mm de la bobine, l'effort radial sera donc de $40/3 N$.

d	D	B	C	C ₀	Designation
mm			kN		
15	35	11	7.41	1.76	► 1202 ETN9

Extrait du catalogue SKF pour un roulement rigide à bille de diamètre intérieur 15mm.

On a ici, un $C = 7.41 \text{ kN}$ et puisque on a $F_a/F_r = 0$ (car $F_a = 0$) ainsi que $F_a/C_0 = 0$, on a $P=F_r=40/3 \text{ N}$.

De plus $L_{10}=(C/P)^3$ (car roulement à bille).

Ici, $L_{10} = \left(\frac{7.41 \cdot 10^3}{\frac{40}{3}}\right)^3 = 1.72 \cdot 10^8 \gg 10 \text{ millions de tours}$

Donc ces dimensions sont correctes pour notre roulement.

On retiendra donc :

$$\begin{cases} d = 15 \text{ mm} \\ D = 35 \text{ mm} \\ B = 11 \text{ mm} \end{cases}$$

Roulement 2 :

Pour le deuxième roulement, le principe est le même mais l'effort radial $F_r = 20/3 \text{ N}$.

Ce F_r étant inférieur au précédent, on obtient une durée de vie supérieure.

On peut donc garder le roulement rigide à contact droit « 1202 ETN9 » pour les deux éléments roulants que nous utiliserons.

Montage des roulements :

Le choix se porte ici sur les différents types de montage de roulements (montage en X, en O ou « 4+2 ». Nous avons choisi ici un montage « 4+2 » avec 4 points d'arrêts sur roulement le plus éloigné de la bobine afin d'assurer une compensation de la charge et que le montage soit le plus économique possible.

3. Arbre

Objectifs :

- Accueillir une roue permettant l'entraînement par courroie de l'arbre, et le système de fixation de bobine.

Difficultés :

- Être réalisable à la fois en impression 3D, au FabLab de l'ECAM, et industriellement afin de reproduire le même système à chaque fois, et quelle que soit la phase (prototypage, DIY, production industrielle).

Par ailleurs, il devra se déformer le moins possible.

Après une longue étude, nous avons déterminé que le système détaillé sur le schéma ci-dessous serait retenu.

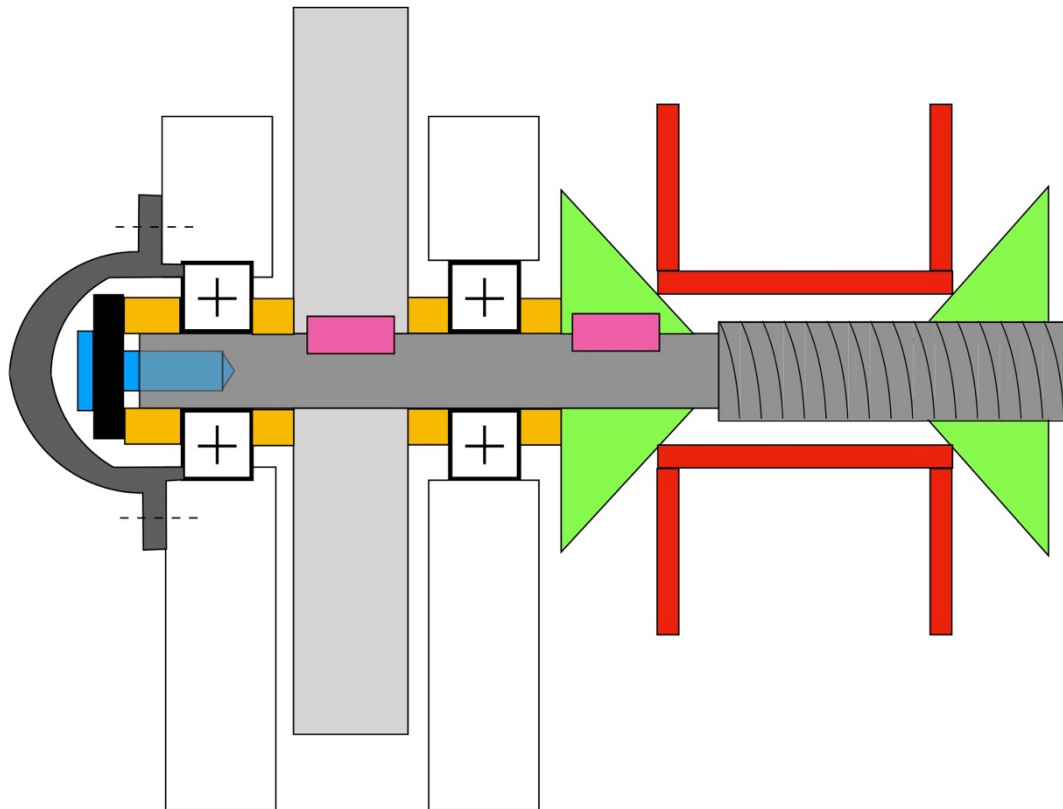


Figure 8 : Schéma de principe de mise en place des éléments sur l'arbre principal

Le couvercle (gris foncé) et le bâti (blanc) assure l'arrêt du roulement gauche sur sa bague extérieure. Une vis (bleu), en se vissant à l'intérieur de l'arbre taraudé appuie sur une entretoise (orange) par l'intermédiaire d'une rondelle (noir) assurant le l'arrêt du roulement gauche sur la bague intérieure. D'autres entretoises (orange) assurent les arrêts axiaux des roulements sur leur bague intérieure.

Lors du positionnement de la bobine (rouge), l'opérateur va serrer le cône (vert) droit, ce qui permettra au passage d'assurer les arrêts axiaux des roulements.

Le cône de gauche ainsi que la roue sont arrêtés en rotation par des clavettes dont le dimensionnement est détaillé dans la partie suivante.

L'arbre peut être obtenu en impression 3D, par usinage au FabLab de l'ECAM en partant d'une tige en acier fileté, ou encore par usinage industriel.

Le dessin de définition en annexe donne les côtes de l'arbre.

Vérification en RDM du choix de l'arbre :

DONNEES

Caractéristiques du profil

Le profil est un tube rond du commerce de hauteur 14 mm

La base est de mm

L'épaisseur est de mm

Il a pour moment d'inertie: $I_x = 171,00 \text{ cm}^4$

pour module d'inertie: $I_y = 34,20 \text{ cm}^3$

et pour masse linéaire 8,10 kg/m

la longueur du profil choisi est de $L = 150 \text{ mm}$

Les caractéristiques de la matière (acier) sont:

Masse volumique: $M_v = 7.85 \text{ kg/dm}^3$

Limite élastique: $R_e = 24 \text{ daN/mm}^2$

Module d'Young: $E = 21000 \text{ daN/mm}^2$

Le coefficient de sécurité appliqué est de: $s = 0.21$

Le poids propre de la poutre est de 1.22 kg

Nom	Valeur (en daN)	Type de charge	Distance/A (en mm)	Mf (en mm x daN)	I_x * flèche	Réaction en A (en daN)	couple en A (en mm x daN)
Poids propre	1.22	Charge répartie	0	121,20	24,41	1,62	121,20
Charges 1	2	charge décalée	149	298,00	105,01	2,00	298,00
Charges 2	0	charge isolée	150	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	-	-	-	419,20	129,42	3,62	419,20

La contrainte pondérée dans la poutre sera de $0,01 \text{ daN/mm}^2$

La contrainte maxi admissible est de $5,04 \text{ daN/mm}^2$

Il est donc vérifié que la contrainte dans la poutre est inférieure à la contrainte maximale admissible

La flèche réelle de la poutre sera de $0,00 \text{ mm}$

La flèche admissible pour la poutre est de $0,50 \text{ mm}$

Il est donc vérifié que la flèche est inférieure à la flèche maximale admissible

Le profil choisi est compatible pour cette application suivant les caractéristiques données

4. Clavette

Dimensionnement :

Données :

$D = 14 \text{ cm}$

$C = 20 \text{ Nm}$

$h = 5 \text{ mm}$

$P_{adm} = 100 \text{ MPa}$

$$\text{On a } \frac{F}{S} = \frac{2C}{P_{adm} \cdot D \cdot h} = 14.3 \text{ mm} \rightarrow l_{utile} > 14.3 \text{ cm}$$

En prenant une clavette de type A : on a $l = l_{utile} + a$

D'où :

$$\left\{ \begin{array}{l} a = 5 \text{ mm} \\ b = 5 \text{ mm} \\ l_{utile} = 15 \text{ mm} \\ l = 20 \text{ mm} \end{array} \right.$$

5. Support de l'arbre principal

Afin de supporter l'arbre principal, deux supports seront nécessaires afin de le supporter et de maintenir les roulements. Nous utiliserons des supports rectangulaires d'une hauteur de 156 mm et avec un trou intérieur à une hauteur de 120mm, où l'arbre passera afin que la bobine ne soit pas trop haute. En effet, la sortie de l'extrudeuse est plutôt basse et nous ne pouvons pas monter le fil d'une trop grosse hauteur au risque de le déformer. Afin de le déformer le moins possible, l'arrivée du fil se fera par en dessous de la bobine.

Afin d'assurer la mise en position de ces deux supports, nous avons rajouté une plateforme à la base des deux pièces qui nous permettra de les visser directement à la planche. Des chanfreins seront ajoutés afin de solidifier ces plateformes.

De plus, un portique entre les deux supports sera ajouté pour que les deux supports soient fixes l'un par rapport à l'autre et que les deux trous dans les supports soient bien coaxiaux pour que l'arbre puisse tourner correctement.

B) Mise en rotation de l'arbre

Afin d'enrouler le fil, il faut mettre en mouvement rotatif l'arbre accueillant les différents éléments.

L'étude suivante détaille le choix du moteur afin de mettre en mouvement l'arbre.

Données :

-Tension $U = 12 \text{ V}$

-Rayon de la bobine maximum $R_{b\max} = 200 \text{ mm}$

-Rayon de la bobine minimal $R_{b\min} = 60 \text{ mm}$

Hypothèses :

-On veut enrouler une fin de bobine (environ 10 mètres de fil) en 120 secondes d'où une vitesse en sortie : $V_s = 83 \text{ mm/s}$ soit une vitesse angulaire en sortie $\omega_s = V_s/R_{b\min} = 1,4 \text{ rad/s}$

-Dans le cas le plus défavorable la tension du fils sera de 10 Newtons ($T = 10 \text{ N}$) d'où un couple à la sortie du système : $C_s = R_b \cdot T = 2 \text{ N.m}$

-Le rendement total du système de réduction dû aux frottements étant élevés on prendra comme rendement global : $\eta = 60\%$

Dimensionnement :

Lors des calculs de dimensionnement initiale, on remarque que l'utilisation d'un moteur donne un rapport de réduction très faible (de l'ordre du millième) ce qui nécessite l'utilisation de plusieurs trains épicycloïdaux (déjà présent au niveau de l'extrudeuse). Pour un aspect pédagogique nous nous sommes donc intéressés à des motoréducteurs car cela permet d'utiliser un système de transmission différent de celui de l'extrudeuse.

Ainsi on prendra un motoréducteur avec une vitesse en sortie de 27 tours par minutes soit $\omega_e = 2,8 \text{ rad/s}$

On a alors un rapport de réduction $R = \omega_s / \omega_e \approx 0,5$

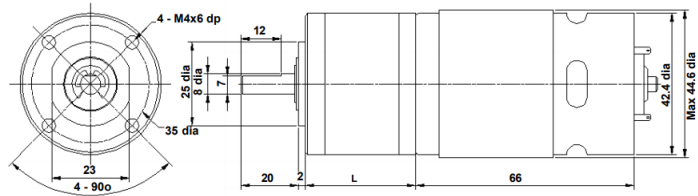
On recherche maintenant l'intensité du moteur :

Il faut d'abord calculons le couple d'entrée du motoréducteur, on sait que $\eta = \omega_s \cdot C_s / \omega_e \cdot C_e$ d'où un couple d'entrée $C_e = \omega_s \cdot C_s / \omega_e \cdot \eta = 1,4 \text{ N.m}$

Ensuite on utilise les formules de puissances sorties de moteur ($P_e = U \cdot I = \omega_e \cdot C_e$), ce qui nous donne $I = \omega_e \cdot C_e / U = 4,7 \text{ A}$

Conclusion :

- On prendra un motoréducteur série 975D avec un rapport de réduction de 1/212
(Code commande sur RS: 834-7650, Prix: 72,17 € TTC) :



MODEL	VOLTAGE		NO LOAD		MAX EFFICIENCY					STALL TORQUE	
	OPERATING RANGE	NOMINAL	SPEED	CURRENT	SPEED	CURRENT	TORQUE		OUTPUT	EFF	
			R.P.M.	A	R.P.M.	A	oz - in	g - cm	W	%	
RE975	6.0 - 12.0	12v CONSTANT	7000	0.9	5700	5.5		700	41.3	63	4290

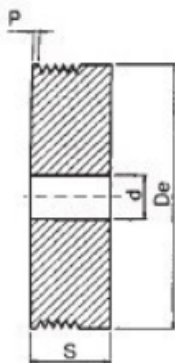
REDUCTION TABLE. R.P.M. (NO LOAD)

SUPPLY VOLTAGE		6.0v	9.0v	12.0v
975D2121		10	17.5	27

Ce moteur convient parfaitement aux exigences du système en termes de vitesse et de couple en sortie si l'on utilise un système de transmission avec un rapport de réduction de 0,5.

Pour la transmission nous utiliserons une courroie de section J entre l'arbre moteur et l'axe centrale de la bobine afin d'obtenir le rapport de réduction de 0,5.

Les deux poulies seront obtenue par impression 3D, la courroie sera commandé sur le site RS (Code commande RS: 136-5357, Prix 27,41€ TTC)



3) Découpe du fil

Une fois la bobine remplie, il est nécessaire de couper le fil extrudé.



Figure 9 - Guillotine à tuyau

Objectif :

Le but de cette partie est de créer un système capable de découper le fil dans la pire des situations (fil froid, diamètre maximum).

Contraintes :

- Exercer une force nécessaire pour couper le fil
- Maintenir le fil du côté extrudeuse à l'aide d'un système anti-retour
- Aspect pédagogique et sécuritaire du système

Démarche :

Le découpage du fil est une étape importante du processus car il doit mettre fin à l'enroulage d'une bobine complète. Pour assurer cette coupe, on utilise un système de guillotine.

Ce système est inspiré des découpeuses « guillottes » de tuyau utilisées sur les chantiers de réseaux d'eau par exemple, la vis de serrage étant juste changée par un simple axe en translation.

La lame de rasoir, fixée et guidée en translation verticale, doit découper le fil grâce à la force de pression appliquée par l'opérateur sur l'arbre de la guillotine. Cette force a été calculée grâce aux hypothèses de la résistance des matériaux. Cette méthode d'étude n'est peut-être pas la meilleure approche pour un fil de ce diamètre, mais elle nous permet d'obtenir une

force nécessaire élevée par le calcul, alors qu'elle est moins grande en réalité, ce qui nous permet d'assurer dans tous les cas la découpe du fil.

Un ressort permettra à l'arbre de remonter en position initiale à l'arrêt de la pression par l'opérateur. Le carter supérieur est conçu de manière à cacher entièrement la lame pour sécuriser le système. Il laisse un accès à la lame qui peut donc être changée ou aiguisée si elle est usée ou émoussée. Cette dernière est fixée par deux vis sur la plateforme qui translate verticalement.

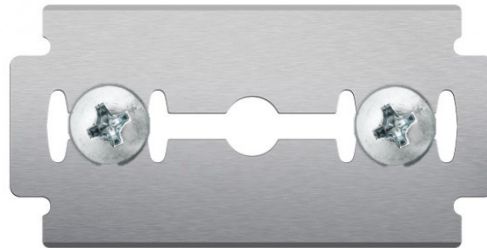
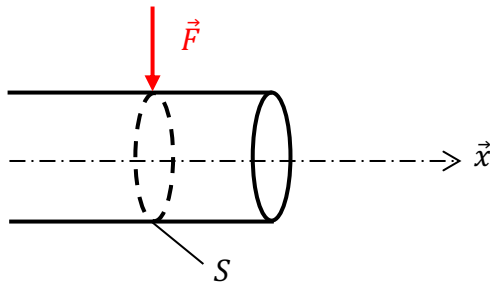


Figure 10 - Fixation de la lame de découpe

Enfin, un système de blocage situé coté extrudeuse est installé afin d'empêcher le retour élastique du fil et permettre à l'opérateur de récupérer ce fil pour le fixer à une nouvelle bobine.

Calcul de RdM :



Cisaillement simple

$$\tau = \frac{F}{S} \text{ avec } S : \text{surface tangentielle à la force } F.$$

$$S = \pi R^2 \text{ avec } R = 1,5 \text{ mm}$$

$$S = 7,07 \text{ mm}^2$$

On sait que $\sigma_{rupture} = 33,9 \text{ MPa}$ en compression.

Or $\tau_{rupture} = \alpha \times \sigma_{rupture}$ avec $\alpha < 1$

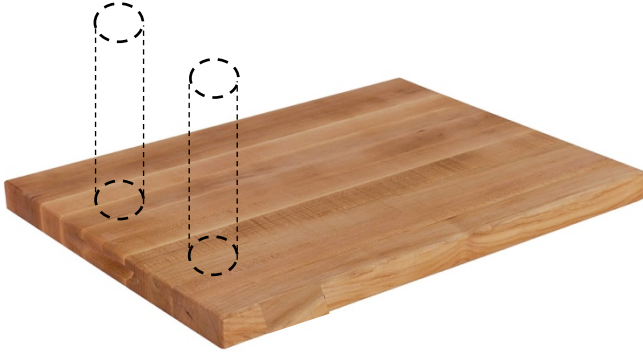
On prend $\alpha = 1$ pour avoir la pire situation.

$$\text{Finalement } \tau = \frac{F}{S} > \sigma_{rupture} \Leftrightarrow F > \sigma_{rupture} \times S = \boxed{239 \text{ N}}$$

Il faut donc appliquer une force de 239 N pour couper le fil.

4) Carter et support

Plateau et système de stockage



Cotation : 500 x 1000 x 10 mm

Matériau : bois contreplaqué

La planche qui va soutenir tous les éléments de la bobineuse est en bois contreplaqué, léger mais robuste, afin de limiter son impact dans le poids du système (qui doit rester inférieur à 40kg). Elle sera équipée de 4 roulettes et de 2 poignées pour le déplacement de la bobineuse.

Sur ce plateau, on fixe aussi deux cylindres verticaux de manière à stocker temporairement les bobines remplies ainsi qu'une réserve de bobines vides pour accélérer la manœuvre de changement de bobine par l'opérateur

Afin de satisfaire les exigences de transportabilité, nous intégrerons des roulettes de déplacements sur notre machine.



Référence RS : **828-6303**

Cotation : Ø 75mm

Les roulettes sont fixées sous le bâti (planche de support des éléments) pour déplacer facilement le système. Il y en a une placée dans les 4 angles de la planche. Chaque roulette supporte 50kg maximum, sachant que le système ne doit pas dépasser 40kg. Cela assure qu'elles résisteront à tous les efforts verticaux qui lui seront imposés dans son utilisation ou ses déplacements. Lors de l'utilisation de la bobineuse, les roulettes sont bloquées par les freins qui sont inclus. La machine est alors stabilisée et peut travailler sans risque de mouvement pouvant blesser l'opérateur ou endommager le système.

Pour les déplacements, la roulette est équipée d'un revêtement en caoutchouc gris anti-trace, et est adaptée à tout type de sol pour éviter aux opérateurs de déplacement du système de se faire mal en bougeant la bobineuse. Elles sont donc le principal élément de déplacement de la bobineuse avec les poignées latérales, d'où l'importance dans leur choix et leur présence sous le système.

Nous devons par ailleurs concevoir une coque de protection.

Système de protection



Objectif :

Le but de cette partie est de sécuriser le système, afin que l'opérateur ne se blesse pas lorsque la machine est en marche mais aussi afin de préserver l'intégrité de la bobineuse en cas d'intempéries (vent, pluie ...) si la bobineuse est placée en extérieure.

Contraintes :

- Protéger la bobineuse des éléments extérieurs
- Laisser l'entrée du fil venant de l'extrudeuse
- Laisser un accès au technicien qui devra enlever les bobines pleines et placer les bobines vides
- Permettre un contact visuel afin de vérifier si la bobine est pleine ou non

Démarche :

La sécurité de l'opérateur est primordiale lors de l'utilisation de la bobineuse. Ce système de protection sous forme de coque permettra à la fois de protéger l'utilisateur mais aussi de protéger la bobineuse. Le matériau afin d'assurer un contact visuel sera en plexiglass et sera aussi ludique pour les personnes venant voir l'utilisation de la bobineuse. La coque sera visible de tous et le système compréhensible pour tous à l'aide d'autocollants qui monteront le principe du système et le nom de certaines pièces importantes. Une trappe sera ajoutée sur le côté de la coque afin d'accéder facilement aux bobines.

Coûts

Le tableau suivant récapitule les coûts de la fabrication de notre machine.

Ainsi, nous sommes en mesure de respecter le budget.

Composant	Quantité	Prix unité	Prix total
Roulettes de déplacement	4	8,76 €	35,04 €
Vis CHC M4 4	4	0,24 €	0,96 €
Roulements à billes	2	3,35 €	6,70 €
Rouleaux	1	2,54 €	2,54 €
Ecrou SKF	3	0,35 €	1,05 €
Moteur	1	72,17 €	72,17 €
Courroie	1	27,41 €	27,41 €
Roulettes de convoyage	4	3,50 €	14,00 €
Vis CHC M 10	1	0,57 €	0,57 €
Vis CHC M 6	10	0,32 €	3,20 €
Plaque métallique	2	0,89 €	1,78 €
Ressort	1	1,80 €	1,80 €
Lame de rasoir (x10)	1	2,50 €	2,50 €
Potence	1	10,00 €	10,00 €
tige filetée	1	10,00 €	10,00 €
Vis CHC M4	8	0,24 €	1,92 €
Poulie	1	3,50 €	3,50 €
Planche support bois	1	40,00 €	40,00 €
Entretoise	4	10,00 €	40,00 €
Rondelle	1	5,00 €	5,00 €
Roulement à bille arbre principal	2	17,87 €	35,74 €
Clavette	2	2,00 €	4,00 €

Total (€)	319,88 €
-----------	-----------------

Une étude approfondie permettrait même d'améliorer notre machine, par exemple en choisissant des composants de meilleures qualité).

Nous pouvons ainsi fabriquer un prototype à prix réduit. Nous pourrions par la suite étudier des moyens de fabrication industriels.

Conclusion

L'étude précédente montre qu'il est possible de réaliser une bobineuse respectant le budget et les exigences définies par le cahier des charges.

Cependant nous n'avons pas eu le temps de concevoir le système de détection permettant de notifier l'utilisateur que la bobine était remplie.

Le mode de conception de notre bobineuse (étude découpée en parties distinctes) permet d'accorder une grande place ensuite à la pédagogie (il sera en effet possible d'apposer sur le carter de la machine les schémas réalisés afin d'en expliquer le fonctionnement et la conception).

Aussi, notre machine a été conçue de manière à ce qu'il soit possible de la réaliser dans différents contextes. Un particulier peut construire cette machine assez facilement, tout comme une entreprise voulant la commercialiser.

Bibliographie

Figure de page de garde : <http://trublion.org/img/projets/bobineuse/1.JPG>

Annexes

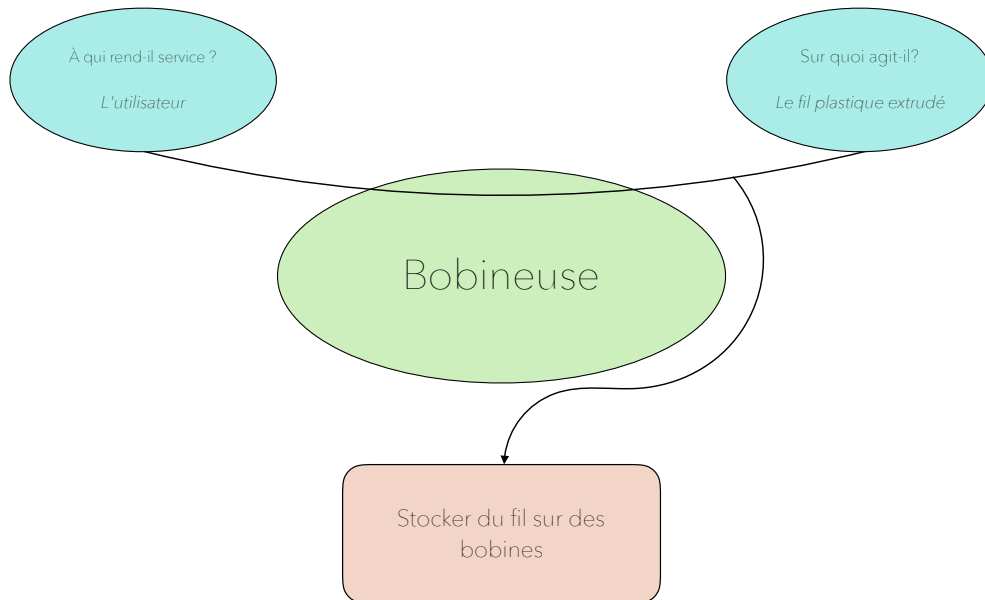


Diagramme bête à corne