

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Ferhat Abbas- Sétif 1

Institut : Optique et Mécanique de Précision

Département : Optique et Mécanique de Précision

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Optique et Mécanique de Précision

Spécialité : Mécanique Fine

Mémoire de Master

Conception d'une extrudeuse à fil pour impression 3D

Etudié par : MADOUI Zakaria

Dirigé Par : Pr. BENALI Farouk

Devant le jury :

Bettine (Président)
Ariane (Examineur)
Benali (Examineur)

Soutenue le : 04/07/2023

Sommaire :

Introduction générale	1
Chapitre I Études bibliographiques sur l'extrudeuse.....	3
I .1 Introduction	3
I.2 Définition	3
I.3 La ligne de l'extrudeuse	3
I.3.1 Principe de fonctionnement extrusion.....	4
I.3.2 Les éléments essentiel la partie d'extrusion	4
I.3.2.1 La zone géométrique de la vis	5
I.3.2 Bac de refroidissement	6
I.3.2.1 Principe de fonctionnement.....	6
I.3.2.2 Les composants essentiels de bac de refroidissement	7
I.3.3 Bobinage	7
I.3.3.1 Principe de fonctionnement.....	7
I.3.3.2 Les techniques d'enroulements.....	7
I.3.3.3 Les composants de cette partie	8
I.4 Conclusion	8
Chapitre II Méthodologie de Conception	9
II .1 Introduction.....	9
II.2 Réalisation d'un cahier de charge	9
II.2.1 Objectif	9
II.2.2 Expression de besoin	9
II.2.2.1 validation du besoin	10
II.2.3 Analyse fonctionnelle	10
II.2.3.1 L'analyse fonctionnelle externe (AFE).....	10
II.2.3.2 L'analyse fonctionnelle interne (AFI)	13
II.2.4 Cahier des charges fonctionnelle	15
II.2.5 Schéma cinématique	15
II.2.6 Solutions existantes	16
II.2.6.1 Prototype Filabot EX2	16
II.2.6.2 Prototype WellzoomLine III	17
II.2.6.3 Prototype Filastruder	17
II.2.6.4 Prototype Noztek pro	18
II.2.7 Tableau de comparaison	19
II.2.7.1 Le choix de l'extrudeuse pour le projet	19
II.2.7.2 Justification du choix	19
II.2.8 Le choix des éléments de l'extrudeuse	20

II.2.8.1 Système transmission	20
II.2.8.2 La vis sans fin	20
II.2.8.3 Fourreau	21
II.2.8.4 La trémie	21
II.2.8.5 Filière	22
II.2.8.6 Collier chauffant	22
II.2.8.7 Système de refroidissement	22
II.2.8.8 L'enroulement du filament	23
II.3 Calcul théorique de production de l'extrudeuse	23
II.3.1 Choix de matériaux de filament	23
II.3.2 Systèmes Vis-fourreau	24
II.3.3 Volume du fourreau d'extrusion	25
II.3.4 Analyse de l'écoulement	25
II.3.4.1 Calcul de débit volumique	25
II.3.4.2 Calcul de débit massique	26
II.3.5 Calcule (RDM) et les éléments de la partie extrusion	26
II.3.5.1 Choix de moteur de la partie d'extrusion	26
II.3.5.2 Résistance mécanique de la vis à la torsion	29
II.3.6 Capacité de la bobine	31
II.3.6.1 La longueur de filament installée dans une bobine	31
II.3.6.2 Le poids de filament installée dans une bobine	32
II.3.6.3 La vitesse de rotation de la bobine	33
II.3.6.4 Calcule la durée d'installation de filament	33
II.4 Conception de la machine	34
II.4.1 Matériaux utilisés	35
II.4.2 Modélisation géométrique du dispositif	35
II.4.2.1 Conception de la partie d'extrusion	35
II.4.2.2 Conception bac de refroidissement	38
II.4.2.3 Conception de la partie bobinage	39
II.4.2.4 Assemblage finale de la machine	40
II.5 Flow SolidWorks	41
II.5.1 les étapes pour réaliser une simulation d'écoulement avec SolidWorks Flow Simulation	41
II.5.2 Interprétation des résultats.....	49
II.6 Conclusion	49
Conclusion générale	50
Références bibliographiques	51
Annexes	Erreur ! Signet non défini.

Liste des Figures :

Figure 1 : Le processus général de recyclage des déchets plastiques en filament pour l'impression 3D.....	1
---	---

Chapitre I

Figure I.1: la ligne de la machine extrudeuse.....	3
Figure I.2: Description schématique de l'extrusion.....	4
Figure I.3 : la vis sans fin.....	5
Figure I.4 : Les zones géométriques de la vis.....	5
Figure I.5 : principe de fonctionnement de la zone de refroidissement.....	6
Figure I.6 : système d'enroulement de filament.....	7
Figure I.7 : Enroulement circonférentiel.....	8

Chapitre II

Figure II.1 : diagramme de bête a corne.....	11
Figure II.2 : Diagramme des interacteurs.....	12
Figure II.3 : diagramme de SADT.....	13
Figure II.4 : diagramme de FAST.....	14
Figure II.5 : schéma cinématique 2D du dispositif.....	16
Figure II.6 : Extrudeuse Filabot EX2.....	16
Figure II.7 : extrudeuse WellzoomLine III.....	17
Figure II.8 : extrudeuse Filastruder.....	17
Figure II.9 : extrudeuse Noztek Pro.....	18
Figure II.10 : coupleur en aluminium	20
Figure II.11 : mèche à bois.	21
Figure II.12 : Caractéristiques de PLA.....	23
Figure II.13 : paramètres géométriques de la vis.....	21
Figure II.14 : Choix de Moteur.....	27
Figure II.15 : Moteur Nema 23 avec réducteur.....	27
Figure II.16 : Fiche technique - Coefficients de sécurité.....	30
Figure II.17 : paramètres de la bobine.....	31
Figure II.18: Script Matlab.....	32
Figure II.19: Modèle CAO de moteur et coupleur.....	35
Figure II.20 : Model CAO de la vis.....	36
Figure II.21 : sous assemblage 1 de la partie d'extrusion.....	36

Figure II.22: Modèle de fourreau présentée par SolidWorks.....	36
Figure II.23: Modèle de la trémie présentée par SolidWorks.....	37
Figure II.24 : Modèle de collier chauffant et la Filière présentée par SolidWorks.....	37
Figure II.25 : sous assemblage 2 de la partie d'extrusion.....	37
Figure II.26 : assemblage de la partie d'extrusion.....	38
Figure II.27 : Les composant essentiels.....	38
Figure II.28 : assemblage de bac de refroidissement.....	38
Figure II.29 : les composants de la bobine.....	39
Figure II.30 : sous assemblage 1 de la partie 3.....	39
Figure II.31 : les composants de guide de filament.....	39
Figure II.32 : sous assemblage 2 de la partie 3.....	40
Figure II.33 : assemblage finale de la partie d'enroulement de filament	40
Figure II.34 : assemblage finale de la machine.....	40
Figure II.35 : ouverture du système d'extrusion.....	41
Figure II.36 : démarrage de flow simulation.....	42
Figure II.37 : fermeture du système.....	42
Figure II.38 : nommé le projet.....	42
Figure II.39 : choix du système d'unités.....	43
Figure II.40 : le type d'analyse.....	43
Figure II.41: ajouter un nouveau fluide « PLA »	43
Figure II.42 : choix de matériau.....	44
Figure II.43: condition de paroi.....	44
Figure II.44: conditions initiales.....	45
Figure II.45: définition des conditions aux limites.....	45
Figure II.46: définition des conditions à l'entrer.....	46
Figure II.47: choix de type.....	46
Figure II.48: définition des conditions à la sortie.....	46
Figure II.49: condition aux limites de sortie.....	47
Figure II.50: choix le type de simulation.....	47
Figure II.51: Lancement de calcul.....	47
Figure II.52: façons d'affichage les résultats.....	48
Figure II.53: Résultat de la simulation de la vitesse d'écoulement.....	48

Liste des Tableaux :

Chapitre II.

Tableau II.1: Contraintes et fonctions principales.....	13
Tableau II.2 : Cahier des charges fonctionnelles.....	15
Tableau II.3 : les avantages et les inconvénients de Filabot EX2.....	17
Tableau II.4 : les avantages et les inconvénients de WellzoomLine III.....	17
Tableau II.5: les avantages et les inconvénients de Filastruder.....	18
Tableau II.6: les avantages et les inconvénients de Noztek Pro.....	18
Tableau II.7 : comparaison entre les extrudeuses	19
Tableau II.8: Les caractéristiques de coupleur.....	20
Tableau II.9: Les caractéristiques de fourreau.....	21
Tableau II.10: Les caractéristiques de la trémie.....	21
Tableau II.11 : caractéristiques de collier chauffant.....	22
Tableau II.12: les avantages et les inconvénients de Solution de refroidissement.....	22
Tableau II.13: les avantages et les inconvénients de moteur pas à pas Nema 23.....	27
Tableau II.14: caractéristiques de Moteur.....	27
Tableau II.15: Évolution de la vitesse de rotation de la bobine pendant le processus de remplissage.....	34

Résumé :

La demande croissante de filaments pour imprimantes 3D dans tous les secteurs d'activité a suscité l'intérêt pour la conception et la construction de machines d'extrusion de filament pour l'impression 3D.

Ce travail présente la conception d'une machine d'extrusion de filament pour l'impression 3D, équipée d'un système de refroidissement et d'un système de bobinage filamentaire.

La conception de la machine est réalisée avec le logiciel SolidWorks, et pour vérifier les paramètres obtenus lors de cette étude, une simulation numérique du procédé d'extrusion plastique est réalisée à l'aide de Flow-Simulation de SolidWorks.

Mots clés : Conception, SolidWorks, Extrusion plastique, Simulation numérique.

Abstract :

The growing demand for filaments for 3D printers in all sectors of activity has sparked interest in the design and construction of filament extrusion machines for 3D printing.

This work presents the design of a filament extrusion machine for 3D printing, equipped with a cooling system and a filament winding system.

The machine design was done with SolidWorks software, and to verify the parameters obtained during this study, a numerical simulation of the plastic extrusion process was performed using SolidWorks' Flow-Simulation.

Key words : Design, SolidWorks, Plastic Extrusion, Numerical Simulation.

ملخص:

أثار الطلب المتزايد على خيوط الطابعات ثلاثية الأبعاد في جميع الصناعات الاهتمام بتصميم وبناء آلات بثق الشعيرات للطباعة ثلاثية الأبعاد. يقدم هذا العمل تصميم آلة بثق الفتيل للطباعة ثلاثية الأبعاد، مزودة بنظام تبريد ونظام لف الخيوط. يتم تنفيذ تصميم الماكينة باستخدام برنامج سوليدير كس، وللتحقق من المعلومات التي تم الحصول عليها خلال هذه الدراسة، يتم إجراء محاكاة عددية لعملية بثق البلاستيك باستخدام SolidWorks Flow-Simulation. **الكلمات المفتاحية:** التصميم - سوليدير كس - قذف البلاستيك - المحاكاة العددية.

Introduction générale :

L'impression 3D est une technologie qui permet de fabriquer des objets en trois dimensions à partir de modèles numériques. Cette technologie est principalement utilisée dans l'industrie pour la fabrication de prototypes [1].

Cependant, l'impression 3D utilise souvent des matériaux coûteux et peu respectueux de l'environnement, tels que les filaments de plastique vierge.

La conception d'une machine extrudeuse à fil pour impression 3D à partir de matériaux recyclés est un projet qui répond à cet enjeu. En transformant des déchets plastiques recyclés en filaments utilisables par les imprimantes 3D, cette machine permet de réduire la consommation de matières premières vierges, de diminuer les déchets plastiques et de contribuer à la transition vers une économie circulaire.

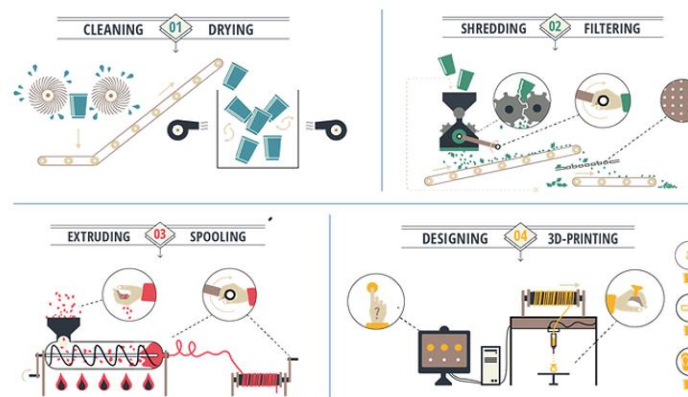


Figure 1 : Le processus général de recyclage des déchets plastiques en filament pour l'impression 3D [2].

Dans ce projet, notre objectif principal est de concevoir une machine extrudeuse à fil pour l'impression 3D. Nous nous concentrons sur la production de filaments d'un diamètre principal de 1,75 mm, qui est l'une des tailles les plus demandées dans les applications d'impression 3D. Pour atteindre cet objectif, nous avons défini les caractéristiques techniques de la machine, y compris les calculs et les dimensions nécessaires pour assurer son bon fonctionnement.

Notre travail est organisé en deux chapitres :

- Le premier chapitre : est consacrée aux études bibliographiques sur la notion générale de l'extrudeuse, ainsi que les études analytiques pour aider à comprendre les principes de base de cette technologie.
- Le deuxième chapitre : concerne la méthodologie de conception, qui sont divisées en quatre grandes sections :

La définition du cahier des charges de l'extrudeuse, le calcul théorique de production de la machine, la conception détaillée de la machine et de ses différents composants à l'aide du logiciel SolidWorks, et enfin la simulation d'écoulement de matière à l'aide de SolidWorks Flow Simulation.

En fin nous terminerons par une conclusion générale, qui synthétise nos découvertes tout au long du projet.