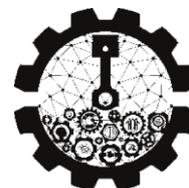


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA 1
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du Diplôme de Master en
Fabrication mécanique et productique

Thème :

*Etude, conception et réalisation d'une vis
sans fin destinée à l'injection plastique.*

Proposé et dirigé par :

Mr. MERZOUG Djamel

Présenté par :

BOUGUELMANI Youcef
SELMANI Dounia

Année universitaire : 2023 / 2024

Remerciement

Mon remerciement s'adresse en premier lieu à ALLAH, le tout puissant pour la volante, la santé et la patience qu'il m'a donnée durant ces longues années.

Je tiens aussi à remercier mon encadreur Dr D. MERZOUG qui m'a apporté une aide précieuse, je lui exprime ma gratitude pour sa grande disponibilité, ainsi que pour sa compréhension et les encouragements qu'il m'a apportés.

Nous remercions beaucoup entreprise Smati proces de nous avoir accueillis et de nous les avoir expliqués dans tout ce qui concerne le soudage.

Nous remercions aussi hamza tourneur de nous avoir accueillis et de nous avoir aidés en ce qui concerne usinage.

Nous remercions aussi Dr. ABDELRAHMANE de nous avoir accueillis et de nous avoir aidés en ce qui concerne science des matériaux.

*Mes remerciements aussi s'adressent à tous Les enseignants du
Département de Génie Mécanique.*

Enfin, nous remercions les jurys qui nous feront l'honneur de juger ce travail.

A tous ceux qui nous ont apporté aide et assistance durant notre travail, et notre formation tout au long du cycle. Et par-delà de tous mes remerciements, un grand merci à ma famille pour son soutien.

Avec l'expression de nôtres gratitude.

Dédicace

Avec tous mes sentiments de respect, avec l'expérience de ma reconnaissance,

Je dédie ma remise de diplôme et ma joie

A mon paradis, à la prunelle de mes yeux, à la source de ma joie et mon bonheur, ma lune et le fil d'espoir qui allumer mon chemin, ma moitié,

Maman.

À celui qui m'a fait un homme, ma source de vie, d'amour et d'affection, à mon support qui était toujours à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, à mon prince papa.

À mon grand-père et ma grand-mère, que je considère comme mes parents.

À mes frères et mes sœurs qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail.

À tous les membres de ma grande famille, mes tantes et mes cousines.

*À mon encadreur **Dr D. MERZOUG.***

À l'entreprise MFG et à tous ses salariés

À mes amis

*Sans oublier mon binôme **SELMANI DOUNIA**, avec laquelle j'ai pris beaucoup de plaisir à travailler avec elle, nous avons formé une belle équipe.*

À tous mes collègues de promotion de Master 2 Fabrication mécanique et productique.

YOUCEF.

Dédicace

*Tout d'abord, je commence par remercier Dieu et sa bonté pour cela
La patience et le courage qu'il m'a donné pour en arriver là.
Je dédie ce travail :*

A ma chère mère

*Une personne oublie tout, mais elle n'oublie pas l'odeur de sa mère. Elle est source de
tendresse, de patience et de générosité. Peu importe ce que vous faites ou dites, je ne pourrai
jamais vous remercier.*

*Votre compassion me couvre, et votre bienveillance me guide. Votre présence à mes côtés a
toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

A mon cher père :

*Aucune dédicace ne peut exprimer l'amour, l'appréciation, le dévouement et le respect que
j'ai toujours eu pour lui. Rien au monde ne vaut les efforts déployés jour et nuit pour mon
éducation et mon bien-être. Ce travail est le résultat des sacrifices que vous avez consentis
pour mon éducation et ma formation.*

Je remercie mon frère et sa femme de m'avoir motivé.

*À mon encadreur **Dr D. MERZOUG.***

Exprimez mon amour.

À mes amis

*Enfin, **YOUCEF** qui a tout partagé avec moi dans ce travail
Circonstances, qui a toujours fait preuve de courage et
compréhensive envers moi et je le remercie pour la complicité que
Jugement au sein de notre binôme.*

À tous mes collègues de promotion de Master 2 Fabrication mécanique et productique.

DOUNIA.

ملخص:

نهتم في هذا العمل بدراسة وتصميم وتصنيع البرغي المخصص لحقن البلاستيك. سنتحدث أولاً عن ماكينة حقن البلاستيك بشكل عام ومراحل عملها، ثم سنصنف أنواع براغي ونهتم بدراسة وتصميم البراغي باستخدام برنامج ثلاثي أبعاد وأخيراً. سنتحدث عن خطوات تصنيع البراغي بتقنية اللحام الميكانيكي الجديدة.

Abstract:

In this work, we are interested in the study, design and manufacture of a standard screw intended for plastic injection. First, we will talk about the plastic injection machine in general and how does it function, then we will classify the types of screws and study and design screws with solid works, finally we will talk about the steps of manufacturing standard screws with the new technique of mechanical welding.

Résumé :

Dans ce travail, nous intéressons à l'étude, conception et fabrication une vis standard destiné à l'injection plastique. En premier nous allons parler de la machine d'injection plastique en général et ses étapes, ensuite nous allons classer les types des vis de plastification et étudié et faire la conception de vis avec solide Works, finalement on parle des étapes de fabrication de vis standard avec la nouvelle Technique le mécano-soudé.

SOMMAIRE

Liste de figures	
Liste des tableau	
Introduction générale	1

Chapitre I : généralités sur l'injection plastique.

I.1. Introduction :	3
I.2. Historique de l'injection plastique :	3
I.3. Définition de l'injection plastique :	4
I.3.1. Le procédé d'injection plastique :	5
I.3.2. Principe de l'injection plastique :	5
I.3.3. Les machines utilisées en injection plastique :	5
I.3.4. La presse de l'injection plastique :	5
I.3.4.1 structure de presse d'injection :	6
I.3.4. 2.Fonctionnement d'une presse à injection :	6
I.3.4. 3.Types de machine d'injection plastique :	7
I.3.4. 4.Choix d'une presse :	8
I.3.4. 5.Caractéristiques des presses :	9
I.4. Composants de la machine :	9
I.4.1. Bâti :	9
I.4.2. Unité de fermeture :	10
I.4.3. Unité de plastification :	11
La vis de plastification :	12
La buse :	12
I.5. Déroulement du cycle d'injection :	13
I. 6.Les étapes du procédé :	13
I.7. Le moule :	15
I.7.1. Les différents moules d'injection plastique :	16
I.8. Conclusion :	16

Chapitre II : classification des types de vis sans fin.

II.1. Introduction :	17
II.2. Définition :	17
II.3.les éléments dans groupe de plastification :	17
II.3.1. Fourreau :	17
II.3.2. Clapet anti-retour :	18
II.3.3. Buse :	18
II.4. Le groupe d'entraînement de la vis :	19

II.5. Composants d'une vis de plastification :	19
II.6. Fonctionnement :	20
II.7. Les différents paramètres qui caractériser une vis sont :	20
II.8. Les différents types des vis de plastification	21
II.8.1. Vis standard.....	21
II.8.2. Vis barrière.....	21
II.8.3. Vis thermodurcissable.....	22
II.8.4. Vis élastomère.....	22
II.8.5. Vis dégazage (ventilation).....	23
II.8.6. Vis pvc	23
II.8.7. Vis POM :(polyoxymethylene).....	24
II.8.8. Vis LSR.....	24
II.9. Comment choisir la vis pour machine d'injection.....	25
II.10. Rôle d'une vis d'injection plastique	28
II.11. Conclusion	28

Chapitre III : Etude et conception d'un vis standard.

III.1. Introduction	29
III.2. Définition de la CAO.....	29
III.2.1. Principe et utilisation de la CAO.....	29
III.3. Logiciel utilisée	29
III.3.1. Les différents secteurs d'utilisations de Solid Works	29
III. 3.2. Les nombreuses taches de logiciel SOLIDWORKS.....	30
III.4. La modélisation géométrique des composantes	30
III. 5.Géométrie et approximation	35
III.6. Calcule et dimensionnement de la vis de plastification.....	36
III.6.1. Les dimensions de la vis de plastification (PET).....	36
III.6.2. Rapport longueur / diamètre	37
III.6.3. Rapport de compression	37
III. 7.Etude de la résistance de la vis de plastification :	39
III. 7.1. Etude de la résistance de la vis :	39
III.7.2. Etude de la résistance de clapet	42
III.8. Conclusion.....	43

chapitre IV : Réalisation d'un prototype de vis par technique de mécano soudage

Introduction	44
IV.1. Les procédés de fabrication mécanique	44
IV.2. Définition d'usinage.....	44
IV.2.1. Les trois techniques d'usinages le plus utilises	44
IV.2.1.1. Le TOURNAGE.....	45
IV.2.1.2. Fraisage	46

IV.2.1.3. Perçage	46
IV.3. Gamme d'usinage de la vis	47
IV.4. Gamme d'usinage de clapet	50
IV.5. Technique de Soudage TIG (GTAW)	52
IV.5.1 Définition	52
IV.5.2 Principe du soudage TIG.....	53
IV.6. Technologie de fabrication	54
IV.7. Les paramètres de soudage TIG	54
IV.8. Caractérisation des joints soudage de vis sans fin.....	55
IV.8.1. Les étapes de préparation des échantillons.....	55
IV.8.2. Utilisation du microscope optique.....	57
IV.8.3. Utilisation du duromètre.....	59
IV.9. Interprétation	62
IV.10. Conclusion.....	62
Conclusion générale.....	

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 : exemples de piece obtenus par injection plastique.....	4
Figure I.2 : presse d'injection.....	5
Figure I.3 : structure de presse d'injection.....	6
Figure I.4 : presse a injection plastique horizontales.....	7
Figure I.5 : presse a injection plastique verticale.....	8
Figure I.6 : fermeture mécanique simple.....	10
Figure I.7 : fermeture mécanique double.....	10
Figure I.8 : fermeture hydraulique.....	10
Figure I.9 : unité de fermeture mixte.....	11
Figure I.10 : L'unité de plastification.....	11
Figure I.11 : Schéma d'une mono-vis avec trois zones.....	12
Figure I.12 : structure de la buse de presse.....	12
Figure I.13 : déroulement du cycle d'injection.....	13
Figure I.14 : phase de plastification.....	13
Figure I.15 : phase de remplissage.....	14
Figure I.16 : phase de compactage.....	14
Figure I.17 : phase de refroidissement et d'éjection de la pièce	15
Figure I.18 : les différents parties d'un moule d'injection plastique.....	15

Chapitre II

Figure II.1 : les vis d'injection plastique.....	17
Figure II.2 : profil d'un vis fourreau.....	18
Figure II.3 : clapet anti retour.....	18
Figure II.4 : profil d'un buse.....	19
Figure II.5 : profil d'un vis de plastification.....	20
Figure II.6 : paramètre de vis de plastification	21
Figure II.7 : profil d'une vis standard.....	21
Figure II.8 : profil d'une vis barriere de type maillefer.....	22
Figure II.9 : profil d'une vis thermodurcissable.....	22
Figure II.10 : profil d'une vis élastomère	22
Figure II.11 : profil d'une vis de dégazage.....	23

Figure II.12 : profil d'une vis pvc.....	23
Figure II.13 : profil d'une vis de POM.....	24
Figure II.14 : profil d'une vis LSR.....	24

Chapitre III

Figure III.1 : model CAO de la vis.....	31
Figure III.2 : model CAO de clapet.....	32
Figure III.3 : model CAO de siège.....	33
Figure III.4 : model CAO d'anneau.....	34
Figure III.5 : model CAO de vis.....	35
Figure III.6 : géométrie du système vis-fourreau	35
Figure III.7 : dessin représente les paramètres de la vis.....	38
Figure III.8 : contrainte appliqués sur la vis.....	40
Figure III.9 : déplacement sur la vis.....	40
Figure III.10 : coefficient de sécurité	41
Figure III.11 : contrainte appliqués sur le clapet.....	42
Figure III.12 : déplacement appliqués sur le clapet.....	42
Figure III.13 : coefficient de sécurité	43

Chapitre IV

Figure IV.1 : procède de tournage.....	45
Figure IV.2 : procède de fraisage.....	46
Figure IV.3 : procède de perçage.....	47
Figure IV.4 : les élément de TIG.....	53
Figure IV.5 : quelqu'un paramètre	55
Figure IV.6 : découpe les échantillon.....	56
Figure IV.7 : enrober les échantillons	56
Figure IV.8 : polissage de l'échantillon.....	56
Figure IV.9 : attaque l'échantillon par Nital.....	57
Figure IV.10 : échantillon en coupe transversale.....	57
Figure IV.11 : défèrent phase de l'échantillon A.....	58
Figure IV.12 : échantillon en coupe longitudinale.....	58
Figure IV.13 : défèrent phase de l'échantillon B.....	59
Figure IV.14 : échantillon [C].....	59

Figure IV.15 : représente la dureté dans acier.....	60
Figure IV.16 : représente la dureté dans la zone fondue.....	60
Figure IV.17 : représente la dureté dans Inox.....	61
Figure IV.18 : représente la dureté dans l'échantillon	61

Liste des tableaux

Tableau I.1 : structure de presse d'injection.....	6
Tableau III.1 : les dimensions de la vis de plastification (PET).....	36
Tableau III.2 : les taux de compression.....	39
Tableau IV.1 : gamme d'usinage de la vis.....	50
Tableau IV.2 : gamme d'usinage de clapet.....	52
Tableau IV.3 : les principaux paramètre de soudage.....	55

Liste de symbole

T : température, °C.

D1 : le diamètre intérieur du fourreau, mm

D2 : le diamètre du corps de la vis, mm

H : la profondeur du chenal, mm

B : le pas de la vis, mm

E : est la distance entre les hélices.

θ : est l'angle des hélices avec les cercles directeurs du cylindre.

Tc : Le taux de compression.

Da : diamètre noyau entrée.

Dp : diamètre noyau sortie.

Introduction générale

Introduction générale

Le moulage par injection est aujourd'hui l'un des procédés les plus utilisés pour la mise en forme des polymères. Il est généralement utilisé pour la production de très grandes séries pour l'automobile, l'électroménager, articles de sport, santé ...etc., ou pour des séries plus réduites en aéronautique. Il permet de produire à grande cadence avec un faible coût, et avec une grande régularité, et de façon automatique des pièces massives et ou de formes complexes.

Son principe consiste à remplir le polymère thermoplastique fondu dans une cavité, appelée empreinte, à l'intérieure d'un moule. Lorsque celui-ci se refroidit, la pièce se solidifie tout en se contractant : le volume occupé par la pièce solidifiée est inférieur à celui de l'empreinte, on appelle ce phénomène le retrait. Lorsque la solidification est terminée, il y a une ouverture du moule et éjection de la pièce.

Les presses d'injection ont été développées significativement comme les presse vertical ou horizontal, en raison de leur grande polyvalence et diverses utilisations. Ils peuvent être utilisés comme un outil de mélange ou des réacteurs chimiques, et permettent à produire des pièces spécifiques.

Ce travail concerne en grande partie à l'étude des procédés de transformation des matières plastiques par vis de plastification, pour mieux comprendre le phénomène de plastification.

La plastification est l'étape durant laquelle le polymère originellement à l'état solide est graduellement fondu et homogénéisé par le chauffage externe et l'action mécanique de la friction contre les parois de l'outillage et du cisaillement. Cette étape est capitale dans la maîtrise technique et économique du procédé. Le but principal de notre étude est de concepter et réaliser une vis de plastification afin de bien comprendre ce procédées.

L'organisation de notre travail est comme suit :

- le premier chapitre on va présenter des généralités sur l'injection plastique, les procédés de mise en forme des plastiques en particulier le procédé de moulage par injection, et une description des machines d'injection.

- Dans le deuxième chapitre on va présenter les composantes essentielles du groupe plastification, et notion fondamentale sur les vis de plastification, avec expliquer comment le choisir.

- Dans le troisième chapitre on va présenter la modélisation géométrique et numérique (CAO, et simulation de vis et clapet) de groupe de plastification. Et les différents calculs nécessaires pour modéliser notre vis de plastification.

- Enfin dernier chapitre on commencer la fabrication d'un prototype de vis standard par méthode mécano-soudage, après nous vérifions la résistance du cordon de soudage et en prélevant des échantillons pour étudier et mesurer la dureté et la micro-dureté.

Chapitre I :

Généralités sur l'injection plastique

I.1. Introduction :

L'industrie du moulage par injection plastique a évolué au fil des ans : au départ réservé à la production de peignes et boutons, elle est passée à la production d'une vaste gamme de produits pour de nombreuses industries, y compris l'automobile, le médical, l'aérospatial, les produits de consommation, les jouets, la plomberie, l'emballage et la construction.

L'injection plastique, ou moulage par injection, utilise les propriétés thermoplastiques de certaines matières pour injecter un plastique ramolli dans un moule, afin de créer une empreinte de celui-ci. Cette technique apporte la meilleure qualité pour vos productions de grandes et très grandes séries.

I .2. Historique de l'injection plastique :

L'inventeur américain John Wesley Hyatt a breveté la première machine de moulage par injection en 1872. Cette machine était relativement simple par rapport aux machines en usage aujourd'hui : elle fonctionnait comme une grande aiguille hypodermique, en utilisant un plongeur pour injecter du plastique à travers un cylindre chauffé dans un moule. A l'époque on produisait surtout des colliers, boutons et peignes.



John Wesley Hyatt

En 1919, Arthur Eichengrün a développé la première presse de moulage par injection, qu'on peut considérer comme la première machine à injection moderne. Quelques années après, en 1926 Eckert et Ziegler font breveter la première presse à injecter ayant des caractéristiques commerciales. Dans les années 1930 voit l'apparition des premières presses à injecter en France. C'est le début des articles ménagers et jouets en plastiques sur le marché de consommation.

L'industrie s'est développée rapidement dans les années 1940, suite à une demande énorme pour des produits peu coûteux, produits en série. En 1946, l'inventeur américain James Watson Hendry construit la première machine avec vis à injection, permettant un contrôle beaucoup plus précis sur la vitesse d'injection et la qualité des articles produits. Cette machine permettait d'ajouter du plastique coloré ou recyclé à la matière vierge avant d'être injecté. Aujourd'hui les machines avec vis d'injection représentent la grande majorité de toutes les machines d'injection. [1]

I .3. Définition de l'injection plastique :

Le moulage par injection est un procédé de transformation de matières thermoformables, comme les matières plastiques, les élastomères (caoutchoucs), et les métaux et alliages à point de fusion relativement bas comme l'aluminium, le zinc ou le laiton. Le moulage par injection permet la fabrication de pièces en grande ou très grande série. La matière est ramollie, puis injectée dans des moules installés sur une machine spéciale (presse), et composés de deux coquilles (partie fixe et partie mobile). La matière est ensuite refroidie puis la pièce est éjectée du moule. On rencontre des composants moulés par injection dans de très nombreux produits manufacturés : automobile, électroménager, matériel informatique, mobilier, etc. Pour les pièces métalliques, les dimensions sont relativement limitées, mais pour les plastiques, elles vont de quelques millimètres à plusieurs mètres (éléments de carrosseries automobiles, tables de jardin, par exemple). [2]



Figure I. 1 : Exemples de pièces obtenus par injection plastique

I .3.1. Le procédé d'injection plastique :

Le procédé injection est destiné à produire très rapidement des objets en très grandes quantités. Cette technique permet d'obtenir en une seule opération des pièces finies en matière plastique, de formes complexes, dans une gamme de poids allant de quelques grammes à plusieurs kilogrammes.[3]

I .3.2. Principe de l'injection plastique :

La matière, en granulés, ramollie par la chaleur est injectée dans un moule sous forte pression. Après refroidissement ces moules permettent la réalisation d'objets de dimensions et formes variables, ainsi que de pièces techniques très complexes et de grandes précisions.[3]

I .3.3. Les machines utilisées en injection plastique :

Les machines employées en injection plastique sont des presses à injecter. Elles sont utilisées pour des productions de grandes et très grandes séries allant jusqu'à plusieurs milliers de pièces. Les matériaux principalement employés sont les plastiques et les élastomères, ainsi que des métaux comme l'aluminium et le laiton. [4]

I .3.4. La presse de l'injection plastique :

La presse d'injection est une machine qui permet d'obtenir des pièces en plastique injecté sous pression dans un moule (monté sur la presse). L'injection du plastique se fait généralement à haute pression et à température supérieure à la température de transition vitreuse. A cet état la matière n'est plus solide mais n'est pas aussi liquide. Elle est à l'état visqueux entre les deux états liquide et solide. La matière peut être injectée dans le moule et la matière plastique prend la forme de l'empreinte du moule. Après refroidissement, la pièce est éjectée du moule. Le refroidissement se fait par circulation d'eau froide dans le circuit de refroidissement du moule.[4]

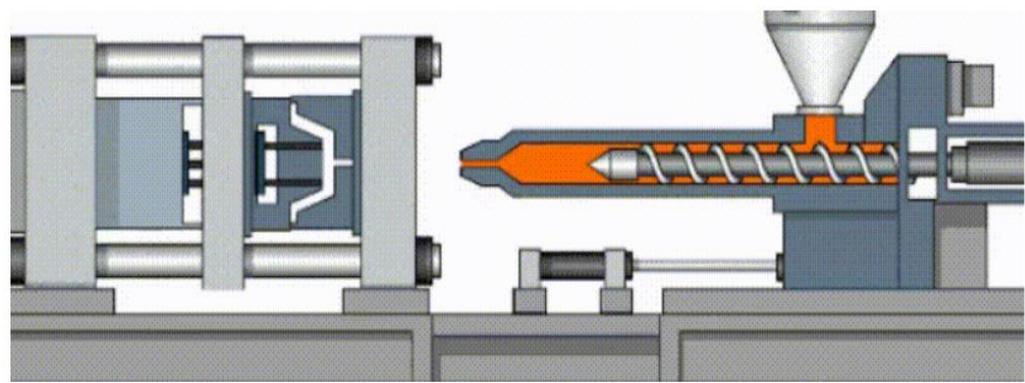


Figure I.2 : presse d'injection.

I .3.4.1 structure de presse d'injection:

Une presse à injecter, est constituée de deux unités principales : l'unité d'injection, et l'unité de moulage (Fig 1.3). Le plus souvent, les différences notables entre les types de machines concernent l'unité de plastification. Notons qu'il existe des presses verticales bien que les presses horizontales soient les plus fréquentes. Parmi ce type de machines, deux grands groupes se distinguent : les presses hydrauliques et les presses électriques. Elles présentent chacune des particularités plus ou moins intéressantes et adaptées à certaines fabrications.[4]

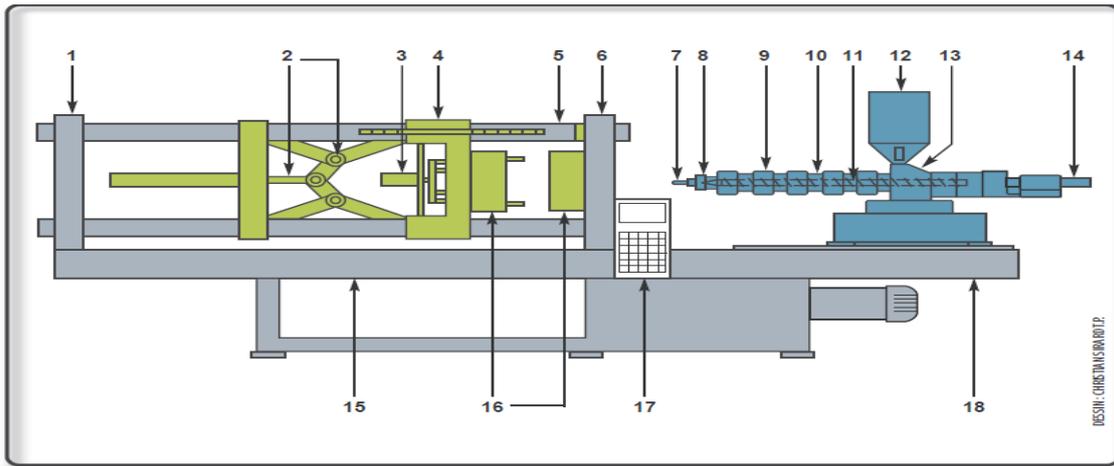


Figure I.3 : structure de presse d'injection

1. Plateau arrière fixe.	10. Baril d'injection.
2. Mécanisme de fermeture (ex. : genouillère, vérin).	11. Vis sans fin.
3. Ejecteur.	12. Trémie d'alimentation.
4. Plateau mobile.	13. Goulotte d'alimentation
5. Colonne de guidage.	14. Motorisation de la vis.
6. Plateau fixe d'injection.	15. Evacuation des pièces.
7. Buse d'injection.	16. Moule.
8. Tête du baril	17. Console de commande
9. Collier chauffant.	18. Bâti

Tableau I.1 : structure de presse d'injection.

I .3.4. 2.Fonctionnement d'une presse à injection :

Une presse à injection de plastique fonctionne généralement de la manière suivante :

La trémie est alimentée en granules de plastique, manuellement ou par un système automatisé. Les granules sont acheminés par gravité, via une goulotte d'alimentation, dans le baril d'injection contenant la vis sans fin. Le plastique est fondu par apport de chaleur dans l'unité

d'injection (température pouvant atteindre 200°C) et la matière se déplace dans le baril d'injection grâce à la vis sans fin. Cette vis, en translatant vers le moule, sert aussi de piston pour injecter le plastique fondu sous pression dans les empreintes du moule fermé, à travers la buse communiquant avec un orifice de la partie fixe du moule installée sur le plateau fixe.

Les empreintes ont une température pour permettre de refroidir le plastique fondu injecté et de le solidifier. Durant le refroidissement des pièces, la vis sans fin translate vers la trémie pour se charger en granules et se préparer pour la prochaine injection. Après un délai prédéterminé laissant aux pièces le temps de se solidifier, le moule s'ouvre. Une fois le moule ouvert, les éjecteurs sortent pour extraire les pièces moulées ou les décoller afin de faciliter leur extraction par un robot (équipement périphérique). Une fois les pièces extraites, le mécanisme de fermeture génère le mouvement de fermeture du plateau mobile : la partie mobile du moule se rabat sur sa partie fixe, c'est la fermeture du moule. Le moule fermé est donc prêt à recevoir l'injection de plastique fondu et le cycle reprend. [5]

I .3.4. 3.Types de machine d'injection plastique :

On distingue deux types d'une presse injection plastique :

A/Presses à injection plastique horizontales :

Dans la presse horizontale, La mise en place des moules est aisée et elle ne demande pas de grande hauteur sous plafond, mais encombrante au sol. Elle se prête bien à l'automatisation de la production car les pièces moulées tombent naturellement par gravité après éjection et, en outre, il suffit de vaincre les forces de frottement lors du déplacement de la partie mobile du moule, ce qui est favorable à l'obtention de mouvements d'ouverture et de fermetures rapides. Ce type de construction est de loin le plus répandu en raison des facilités d'automatisation qu'il présente des cadences élevées possibles.



Figure I.4 : Presses à injection plastique horizontales

B/Presses à injection plastique verticale :

Elle a un encombrement au sol limité mais la hauteur peut devenir gênante, l'axe de la vis est vertical et l'ouverture du moule est dans un plan horizontal. Ce type de presse s'utilise pour des moules comportant des insertions de prisonniers métallique mais le démoulage de la pièce nécessite un transfert.



Figure I.5 : Presses à injection plastique verticale

I .3.4. 4.Choix d'une presse :

Le choix d'utiliser une presse pour fabrication d'une pièce donnée se fait selon deux critères :

a) critère technique :

Il faut assurer un minimum requis en matière de caractéristiques de la presse : Cela concerne :
La fusion de la matière : On entend le débit de plastification, la température et l'homogénéité de la matière fondue obtenue.

La fermeture du moule : Cela englobe la force de verrouillage également appelé force de fermeture, les vitesses de fermeture, le dispositif de sécurisation et l'épaisseur minimale du moule.

L'ouverture du moule : On s'intéresse à la force d'ouverture, la (ou les) vitesse(s) d'ouverture, la course d'ouverture et la position des plateaux en fin d'ouverture.

-L'éjection des pièces : Elle est définie par les paramètres de force, vitesse, course et la position extrême du vérin d'éjection.

- Les dimensions du groupe de fermeture : Désignent les dimensions extérieures, le passage entre colonnes et la hauteur des plateaux.

b) critère économique :

On essaye toujours de saturer la presse, ceci est pour gagner en :

- **Prix de revient** : Il est obtenu par la réduction de la part machine. En plus, déplacer à chaque cycle la masse d'un plateau machine surdimensionné n'est pas sans conséquence sur la consommation d'énergie.

- **Qualité des pièces** : N'utiliser qu'une fraction de la course d'injection implique la perte de beaucoup de précision lors du remplissage.

- **Productivité** : Le rapport (course de fermeture du clapet/course totale) augmente fortement pour les courses de vis faible. Le dosage en quelques tours de vis ne permet pas une grande stabilité du procès.

I.3.4. 5. Caractéristiques des presses :

Une machine d'injection (moulage) se caractérise généralement par sa capacité maximum d'injection et sa force de fermeture. La première caractéristique peut être donnée en masse de polymère ou en volume (cm³). La capacité d'injection réelle est comprise entre 30 et 70% de cette capacité maximale, ceci en fonction du comportement en phase fondue de la matière à transformer (étape de compactage).

La force de fermeture est généralement exprimée en tonne, et correspond à la force de fermeture maximale du moule que peut maintenir la presse avant, pendant et après le remplissage du moule par la matière fondue. Toutefois, de nombreux autres critères peuvent être précisés pour définir au mieux une presse à injecter. Ils sont d'autant plus importants qu'ils seront nécessaires au choix d'une machine parfaitement adaptée à une gamme d'objets à fabriquer : par exemple les distances entre plateaux et entre colonnes doivent être de dimensions compatibles avec celles du moule.[7]

I.4. Composants de la machine :**I.4.1. Bâti :**

C'est ce qui supporte l'ensemble des organes nécessaires, moteur électrique, pompe hydraulique, réservoir d'huile, les canalisations, toutes les électrovannes et les distributeurs. La forme et la position du bâti.[4]

I.4.2. Unité de fermeture :

Cet ensemble permet la fermeture, l'ouverture et le verrouillage de la partie mobile de la presse, sur la partie fixe. C'est un organe très important qui doit s'opposer à l'effort d'injection. Elle supporte le système d'éjection. Ainsi, cette unité peut être manœuvrée de plusieurs manières.[6]

➤ Unité de fermeture mécanique :

Bien que les mouvements soient assurés par un vérin, elle est appelée mécanique, car l'effort de verrouillage est assuré par les genouillères (arc-boutement). [6]

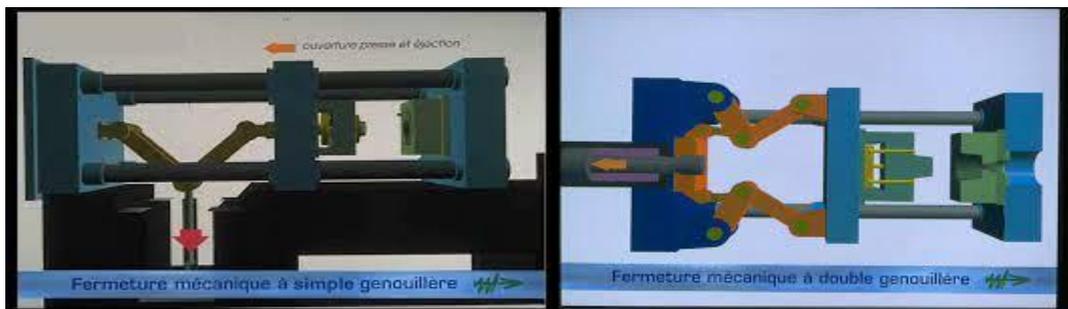


Figure I.6: fermeture mécanique simple

Figure I.7: fermeture mécanique double

➤ Unité de fermeture hydraulique :

Les mouvements du plateau mobile sont assurés par un gros vérin central qui a pour but de faire l'approche du plateau mobile jusqu'au plateau fixe et d'un vérin plus petit qui assure le verrouillage dans la phase finale de la fermeture.[6]

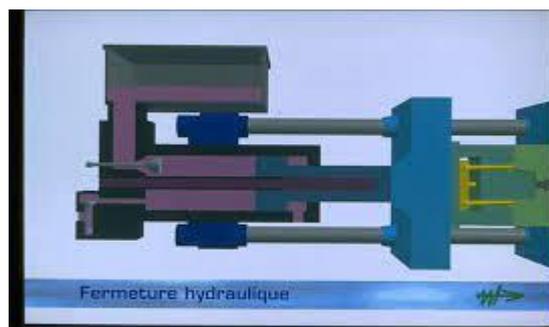


Figure I.8: fermeture hydraulique

➤ Unité de fermeture mixte :

Ce procédé est un compromis, les mouvements d'ouverture et de fermeture se font uniquement par des genouillères, tandis que le verrouillage est assuré par un ou des vérins hydrauliques.[6]

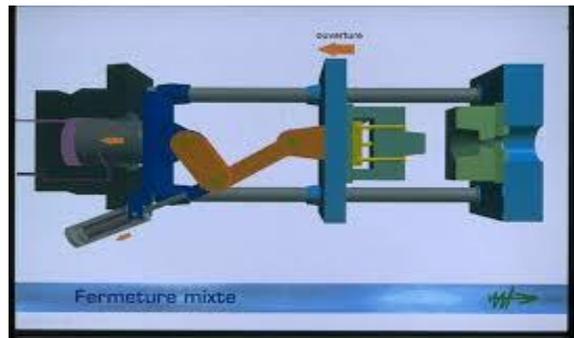


Figure I.9 : Unité de fermeture mixte

I .4.3. Unité de plastification :

Le groupe de plastification assure le passage de la matière de l'état solide à l'état liquide. Les principaux éléments constitutifs de ce groupe sont :

La trémie d'alimentation : située à l'arrière du groupe, elle approvisionne l'unité de plastification en matière première (sous forme de poudre ou de granulés) , en général par simple gravité.

L'ensemble vis-fourreau : la vis est située dans un fourreau cylindrique, mis en température à l'aide de résistances électriques ou colliers chauffants.

Le moteur : Il assure la mise en rotation de la vis par des systèmes électriques où hydrauliques.

Le système de vérin hydraulique : Il permet le déplacement transversal de la vis. La force nécessaire à l'injection du polymère dans le moule est développée en imposant une pression hydraulique sur le cylindre d'injection.

Le clapet "anti-retour" : il est fixé à l'avant de la vis, et permet d'éviter le reflux de matière pendant la phase d'injection proprement dite.

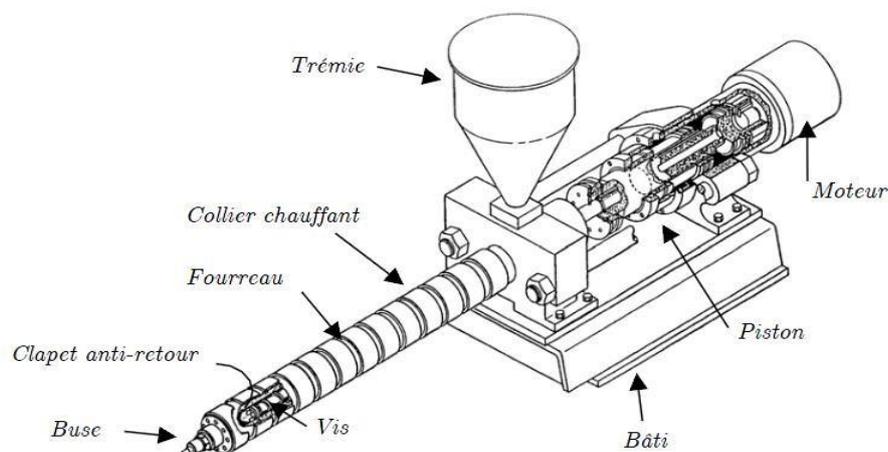


Figure I. 10 : L'unité de plastification.

La vis de plastification :

C'est l'élément le plus important de la presse à injecter. Le but étant de plastifier une matière sans lui faire perdre de ses caractéristiques au moment du passage en fusion. Elle assure deux fonctions essentielles :

- Transport et plastification de la matière.
- Injection sous pression de la masse fondue dans le moule.

Elle est composée de 3 zones :

- 1- Zone d'alimentation.
- 2- Zone de compression.
- 3- Zone de plastification (d'homogénéisation).

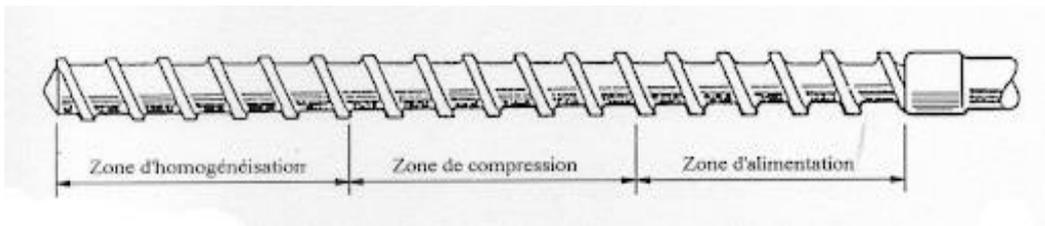


Figure I.11: Schéma d'une mono-vis avec trois zones

La buse :

Elle doit assurer un contact étanche avec le moule durant l'injection, sa est généralement sphérique ou tronconiques ou planes. Elle doit également présenter une surface de contact réduite avec le moule afin de limiter le refroidissement.

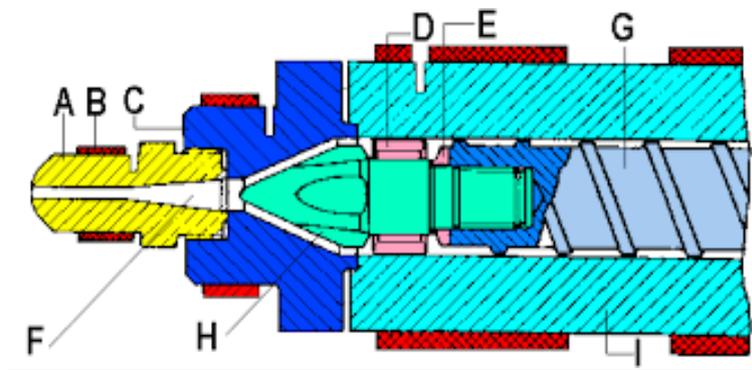


Figure I.12 : structure de la buse de presse

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| A – Buse d'injection | F – Passage matière |
| B – Collier chauffant | G – Vis |
| C – Nez de presse | H – Pointe clapet |

D – Clapet

I – Fourreau

E – Siège de clapet

I .5. Déroulement du cycle d'injection :

Le procédé de moulage par injection est très répandu dans le domaine de la plasturgie car il permet de fabriquer des pièces techniques de manière contrôlée et avec des cadences élevées. Lors d'une opération de moulage par injection, la fabrication de chaque pièce passe par quatre étapes principales.

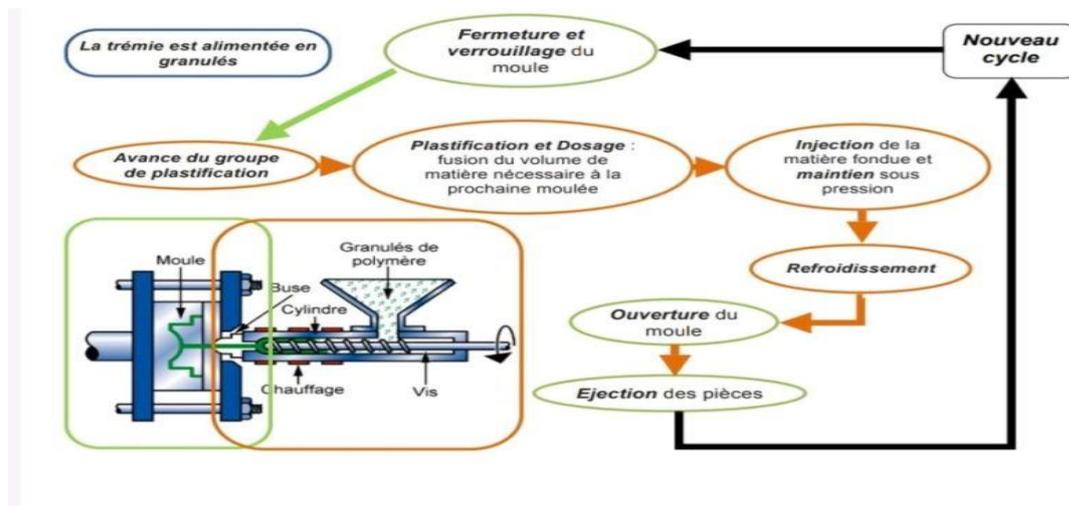


Figure I.13 : Déroulement du cycle d'injection [8]

I . 6. Les étapes du procédé :

Lors d'une opération de moulage par injection, la fabrication de chaque pièce passe par quatre phases principales du cycle d'injection :

1) La Phase de plastification :

La matière généralement en granules est véhiculée dans un cylindre chauffé par l'intermédiaire d'une vis au bout de laquelle est à l'état fondu.[9]

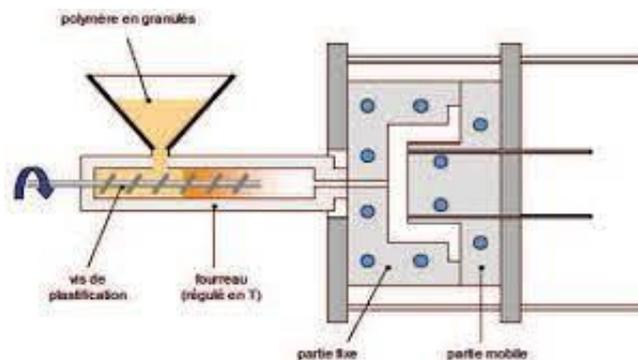


Figure I.14 : Phase de plastification

2) La phase de remplissage :

Inférieure à celle de la résine injectée Lorsque la quantité voulue de la matière nécessaire à l'injection d'une moulée est plastifiée, la buse s'ouvre et la vis fait office de piston pour injecter sous haute pression et à grande vitesse le polymère dans le moule fermé refroidi à une température nettement. [9]

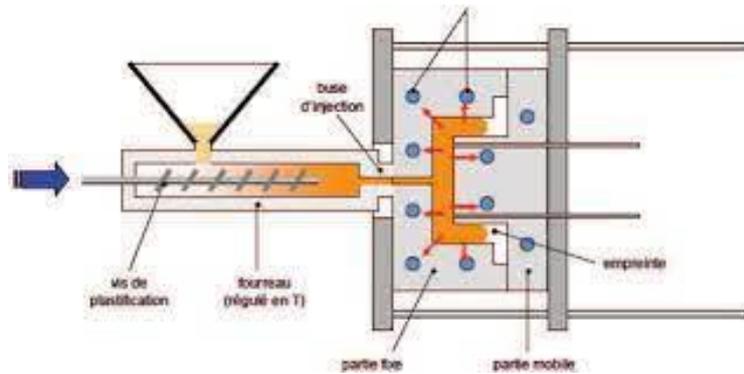


Figure I.15 : phase de remplissage

3) La phase de compactage :

Le compactage est l'instant clé du procédé d'injection. Il s'agit de l'instant de transition entre la phase de remplissage dynamique et la phase de maintien. A cet instant, le pilotage de l'injection passe d'une régulation en vitesse à une régulation en pression. En général, on choisit de commuter au moment où l'empreinte est complètement remplie. Cet instant est notifié par la présence d'un pic de pression d'injection prononcé. Cet événement est alors utilisé pour déclencher la commutation. Dès lors où la commutation est enclenchée, la presse applique au niveau du bloc d'injection une consigne de pression de maintien. Ceci a pour objectif de maintenir la matière dans la cavité pour compenser les phénomènes de retrait volumique dus au refroidissement de la matière (Fig. I.16). [9]

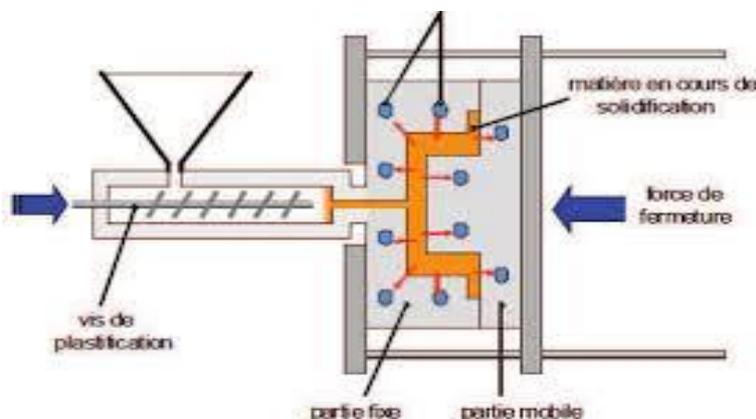


Figure I.16: phase de compactage

4) Phase de refroidissement et d'éjection :

En parallèle de la phase de maintien, le polymère débute au contact de parois refroidies de l'outillage son retour à l'état solide. Cette phase appelée phase de refroidissement perdure jusqu'à ce que le polymère atteigne sa température de démoulage (Fig I.17), après le refroidissement l'éjecteur pousser la pièce. [9]

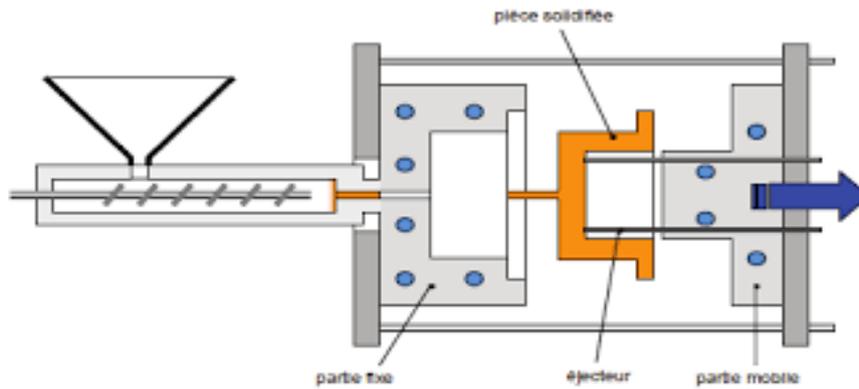


Figure I.17 : phase de refroidissement et d'éjection de la pièce

I .7. Le moule :

Le moule est l'outil utilisé en injection des matières plastiques, qui remplit plusieurs fonctions et il a pour but de donner à la matière une forme finale nommée pièce ou article. Un moule est constitué principalement de composants illustrés par la figure suivante : [10]

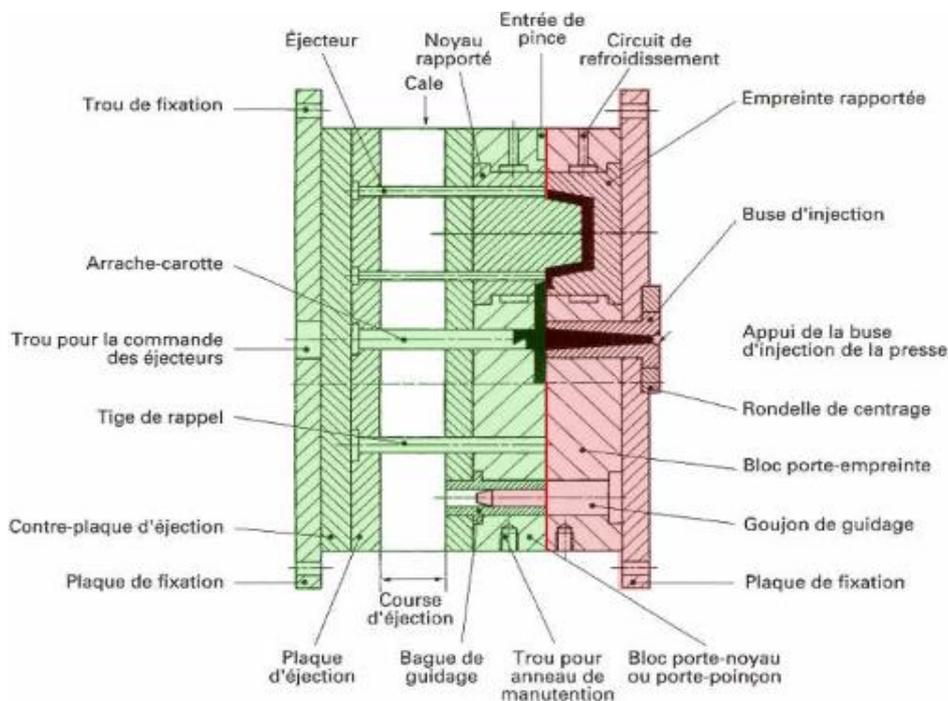


Figure I.18: Les différentes parties d'un moule d'injection plastique

I.7.1. Les différents moules d'injection plastique :

Un moule doit généralement remplir des fonctions, de moulage, éjection, guidage et refroidissements, plusieurs familles de moules trouvent leurs justifications en fonction du :

- Le nombre d'empreintes (1, 2, 4, 8, 16, 32...).
- Son architecture : nombre de plaques, tiroirs, coquilles.
- Le système d'alimentation : carotte perdue, canaux chauffants.
- Le type d'alimentation des empreintes : pin point, en masse, en parapluie, sous-marine, en ligne, en "n points.
- L'éjection des pièces (par éjecteur, bloc d'éjection ou autres).
- La régulation de la température.
- La durée de vie (choix des matériaux).

En fonction de ces paramètres on site les grandes familles de moules sont :

- Moule standard (cylindrique ou cubique).
- Moule 3 plaques, Moule multi plaque.
- Moule à dévêtis sage.
- Moule à tiroir, Moule à coins.

I .8. Conclusion :

Le Procédé de moulage par injection permet une production discontinue, automatique et en série, de pièces en matières thermoplastiques, thermodurcissables et en élastomères, avec une grande précision. Les pièces obtenues, de dimensions et de masses très variables (de quelques grammes jusqu'à 50 kg) ont des applications dans tous les domaines d'activité. À titre d'exemple, nous pouvons citer : la visserie de petites dimensions ; des articles utilisés en médecine et en pharmacie ; des pièces mécaniques telles que des engrenages ; des boîtiers ou enveloppes d'appareils et accessoires informatiques, électroménagers ou électriques ; des jouets ; des objets liés à la pratique des sports et des loisirs ; et, pour les plus volumineux, des pare-chocs d'automobiles, des conteneurs de stockage et des éléments de mobilier.

Chapitre II :

Classification des types de vis sans fin

II.1. Introduction :

La vis est un élément d'une extrême importance dans le groupe de plastification durant le cycle de production. Une des caractéristiques fondamentales d'une vis est d'avoir une grande capacité de plastification et de mise en fusion homogène en parfaite adéquation avec le polymère transformé ; pour cette raison le profil géométrique de la vis doit être nécessairement adapté au type de production.

II.2. Définition :

Le vis sans fin d'injection plastique est réalisée en acier et sa surface subit différents traitements qui augmentent sa dureté, tenir une plastification parfaite, la vis doit être conçus en fonction de la matière à transformer. En injection, les changements de matière étant très fréquents, on utilise des vis universelles (dites standard) aux performances moindres mais adaptées à la majorité des matières. Certaines matières ne peuvent pas être plastifiées avec une vis standard. L'utilisation de la vis spécifique est réservée aux matières thermosensibles ou au besoin de fortes capacités de plastification. [11]

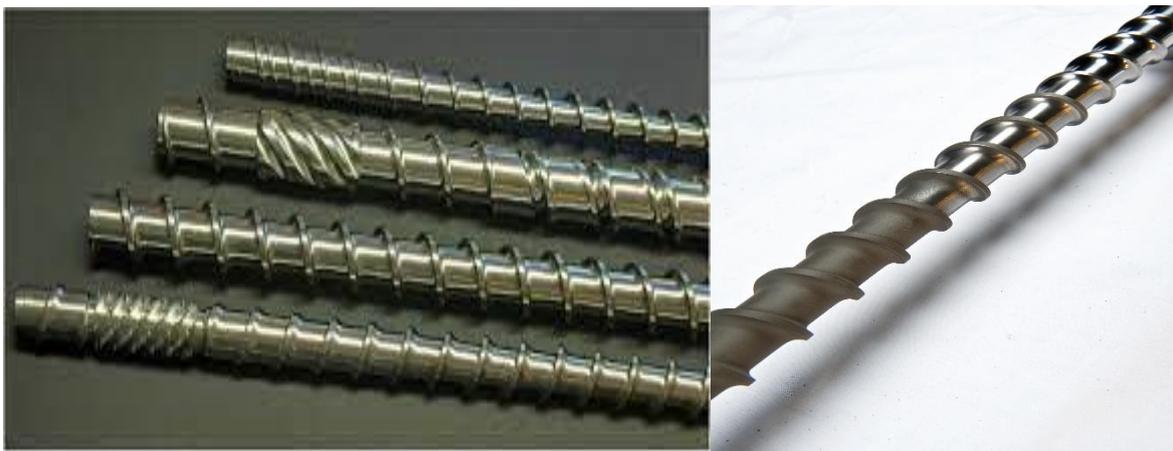


Figure II.1 : les vis d'injection plastique

II.3.les éléments dans groupe de plastification :

II.3.1. Fourreau :

Cylindre métallique réalisée en acier nitruré, et alésé avec précision. a son extrémité, l'embout de fourreau qui recevra les divers types de buse. L'ensemble est entouré de résistances chauffantes à reliées à des pyromètres assurant la montée en température et régulé par les prises d'information (sondes). [12]



Figure II.2 : profil d'un vis fourreau

II.3.2. Clapet anti-retour :

Le clapet anti-retour est la pièce maîtresse de l'ensemble de plastification. Ils doivent assurer une fermeture sécurisée et garantir un matelas constant lors de la plastification, pour obtenir un dosage fiable et uniforme. Il n'existe pas de bons ou de mauvais clapets anti-retours, mais uniquement des clapets anti-retours appropriés ou non appropriés en termes de qualité de fabrication. Elle atteint une longue durée de vie grâce à une usure minimale. [13]



Figure II.3 : Clapet anti retour

II.3.3. Buse :

Le refoulement de la matière plastique dans un moule relativement froid et à travers des sections d'écoulement relativement faible (afin de limiter les déchets) doit s'effectuer dans un temps relativement court, en vue d'éviter une solidification prématurée, cela exige l'emploi d'une pression élevée et l'on définit la pression d'injection comme étant la pression maximale atteinte à l'extrémité du cylindre de plastification pendant que la vis piston refoule le plastique dans les cavités de moule.

Une fois plastifiée, la matière est introduite avec une très grande vitesse dans le moule. [14]



Figure II.4 : Profil d'une buse

II.4. Le groupe d'entraînement de la vis :

- Moteur électrique.
- Réducteur de vitesse.
- Vérin hydraulique.

II.5. Composants d'une vis de plastification :

Une vis standard d'injection comprend en général trois zones :

- 1 Zone d'alimentation :

Dans laquelle les granulés de polymère sont convoyés et Compactés dans le chenal de la vis. C'est ici que la profondeur du chenal est la plus grande, et elle reste constante.

- 2 Zone de compression :

De forme tronconique, les granulés vont y être progressivement fondus par action conjuguée des colis chauffants et du et du cisaillement de la matière. la profondeur du chenal diminue progressivement pour atteindre sa valeur minimale en zone de pompage.

- 3 zone de pompage (homogénéisation) :

Dans cette dernière partie la profondeur demeure constante, le Polymère est mis en pression et s'homogénéise. Les deux premières zones d'une vis permettent de plastifier la matière.

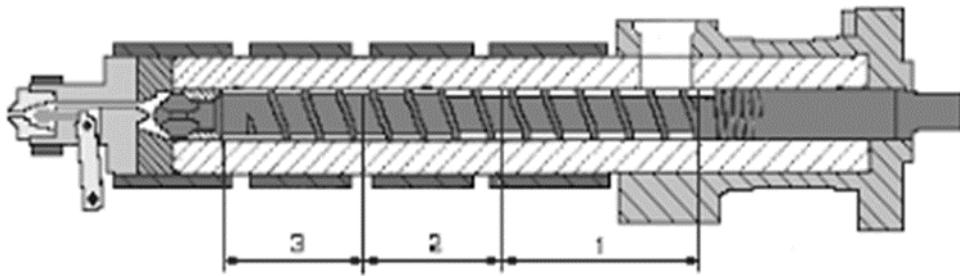


Figure II.5 : profil d'une vis de plastification

II.6. Fonctionnement :

La vis fonctionne comme un piston pendant l'injection et comme une vis d'extrusion pendant la phase de plastification.

Lors de la phase de plastification, le système vis-fourreau fonctionne comme une extrudeuse dont la vis recule sous l'effet de la pression créée par le pompage de matière fondue devant la vis.[15]

II.7. Les différents paramètres qui caractériser une vis sont :

- **La longueur de la vis** : une vis est généralement définie par le rapport entre sa longueur fixée (L) et son diamètre nominal (D). En général ce rapport oscille autour de $20L/D$. Les vis d'injection sont plus courtes qu'en extrusion ($30/35D$).
- **La profondeur du chenal** : une vis relativement profonde permet d'avoir une capacité de convoyage importante et réduit le cisaillement dans la matière, géométrie souhaitée pour les polymères sensibles à ce paramètre. Cependant, la vis serait plus sensible à la contre-pression.
- **Le taux de compression** : c'est le rapport entre la profondeur du chenal dans la zone d'alimentation et celle de la zone de pompage. Il varie entre 2 et 4 pour la majorité des vis industrielles. Une vis avec un faible taux de compression convient aux matières dont la plastification est aisée, comme les matières visqueuses, et inversement.
- **Pas de la vis** : la plupart des vis d'injection utilisent un pas « carré », ce qui signifie que le pas de l'hélice est égal au diamètre de la vis. Ce pas est proche de l'optimum pour le convoyage solide, mais peut être plus grand pour la partie fondue [16].

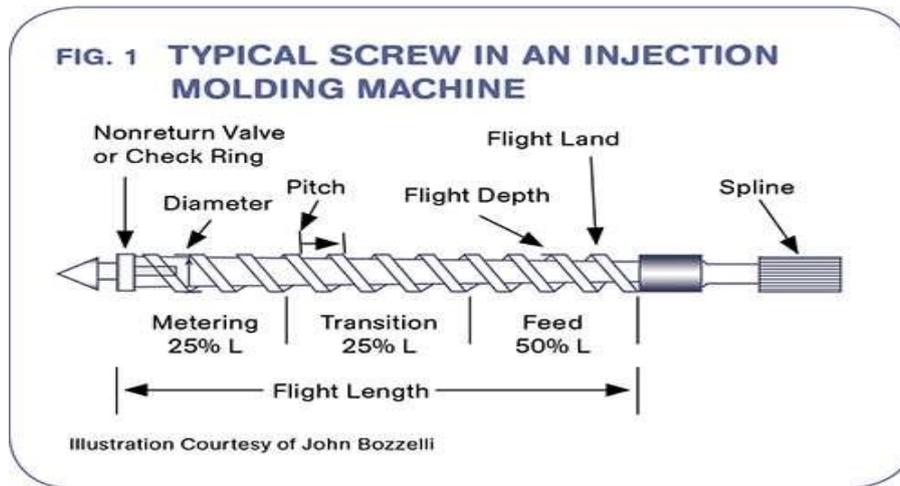


Figure II.6 : paramètre de vis de plastification

II.8. Les différents types des vis de plastification :

Les vis utilisées dans le moulage par injection varient en fonction des besoins spécifiques du processus. Voici quelques types courants de vis d'injection :

II.8.1. Vis standard :

Les vis standard sont les plus couramment utilisées dans les machines de moulage par injection. Elles sont conçues avec un pas et un diamètre constant et sont généralement fabriquées en acier au chrome-molybdène ou en alliage de nickel. Les vis standard sont polyvalentes et peuvent traiter divers matériaux, des plastiques à faible viscosité aux plastiques à haute viscosité.



Figure II.7 : profil d'une vis standard

II.8.2. Vis barrière :

Une vis à hautes performances dont les propriétés sont personnalisables pour s'adapter aux traitements des résines cristallines et amorphes. Elle est conçue pour offrir un meilleur contrôle

de la force de cisaillement et de la température de fusion de la résine, ainsi que des vitesses de fonte et des performances de pompage de la matière fondue extrêmement efficaces.[17]

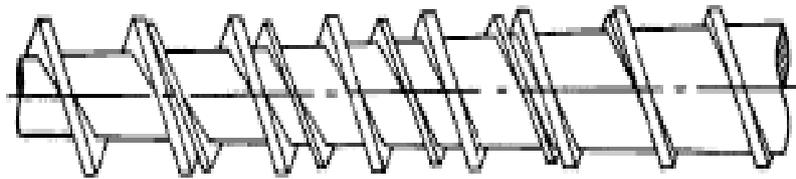


Figure II.8 : Profil d'une vis barrière de type "Maillefer. [17]

II.8.3. Vis thermodurcissable :

Ce type de vis sont conçues pour le moulage par injection de matériaux thermodurcissables, comme l'époxy ou le polyuréthane. Leur conception unique permet de traiter efficacement ces plastiques haute performance avec des propriétés mécaniques et thermiques élevées.



Figure II.9 : profil d'une vis thermodurcissable

II.8.4. Vis élastomère :

La vis élastomère est conçue pour les applications nécessitant une flexibilité et une résistance élevées. Elle est principalement utilisée pour les pièces en caoutchouc, en silicone ou en autres polymères élastiques.

Grâce à son filetage spécial, la vis élastomère peut s'adapter aux déformations et aux contraintes de ces matériaux sans se casser.



Figure II.10 : profil d'une vis élastomère

II.8.5. Vis dégazage (ventilation) :

La vis de ventilation, ou vis de dégazage est un type de vis d'injection plastique conçue pour permettre l'échappement de l'air et des gaz durant le processus de moulage.

Elle comporte des rainures ou des canaux sur la surface du filetage, facilitant ainsi l'évacuation de l'air emprisonné dans le moule. Cela aide à réduire les défauts de moulage et à améliorer la qualité des pièces.

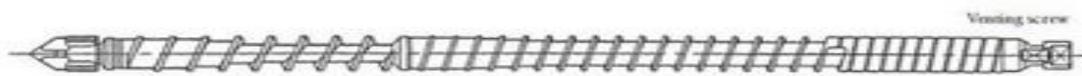


Figure II.11 : profil d'une vis de dégazage

II.8.6. Vis pvc :

Le vis pvc est spécialement conçue pour le moulage par injection de pièce en pvc .sa structure robuste et durable assure un flux de matière plastique homogène et un remplissage optimal du moule.

Grace à leurs propriétés uniques, les vis pvc offrent une excellente résistance aux produits chimiques corrosifs, elle est idéale pour la fabrication de produits en pvc tels que des tuyaux ou des accessoires.



Figure II.12 : profil d'une vis pvc

II.8.7. Vis POM :(polyoxymethylene)

Les vis POM sont idéales pour les pièces de petite à moyenne taille nécessitant une grande solidité, comme les composants automobiles, l'électronique et les articles ménagers.

Elle excellente résistance à l'usure, aux chocs et aux produits chimiques. Faible coefficient de frottement, bonne stabilité dimensionnelle et résistance aux hautes températures.

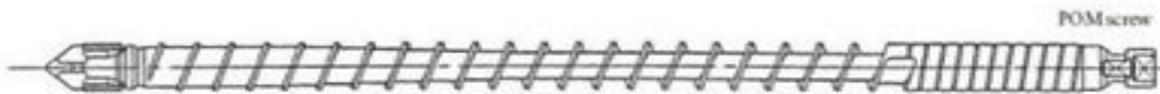


Figure II.13 : profil d'une vis POM

II.8.8. Vis LSR :

La vis pour moule à injection de silicone liquide (LSR) est conçue pour traiter ce matériau très fluide et adhésif. Elle comporte un filetage spécial permettant un régulier et sans obstacles du LSR dans le moule.

Cette vis est dotée de rainures de ventilation pour évacuer l'air et éviter la formation de bulles. Elle est également équipée d'une géométrie particulière pour empêcher le retour du matériau dans le fourreau.



Figure II.14 : profil d'une vis LSR

II.9. Comment choisir la vis pour machine d'injection :

A propos de la façon de choisir la vis selon différents matériaux :

1) Le matériau PC (1) (polycarbonate) comprend :

●Caractéristiques :

A- Matière plastique non cristalline, pas de point de fusion apparent, température de transition vitreuse 140°C - 160°C , température de fusion 215°C - 225°C , température de moulage 230°C - 320°C .

B- Viscosité élevée, température de traitement élevée, plage étroite, facile à décomposer, évitant la surchauffe lors de l'utilisation d'une vis.

C- Sensible à l'humidité, la résine s'hydrolyse facilement à haute température, la température de séchage est de 120°C - 130°C et le temps est d'environ 4 heures.

●Sélection du paramètre :

A- (L/D) est conçu pour sélectionner un grand rapport de forme afin d'améliorer l'effet plastifiant pour sa bonne stabilité thermique et sa haute viscosité.

B- En raison de sa large plage de températures de fusion, la section d'alimentation est longue, la section d'homogénéisation est courte et le taux de compression est modéré. La tête sur adhésive de type barrière peut être sélectionnée pour augmenter l'effet plastifiant.

C- Par exemple, si vous ajoutez un matériau PC ignifuge ou renforcé de fibre de verre, vous pouvez choisir d'utiliser une vis en acier à outils en acier inoxydable de grande qualité, résistante à la corrosion et à l'usure, ainsi que trois petites pièces.

2) PMMA (Plexiglas) :

●Caractéristiques :

A- La température de transition vitreuse est 105°C , la température de fusion est supérieure à 160°C , la température de décomposition est 270°C et la plage de température de moulage est 180 - 250°C .

B- Viscosité élevée, faible fluidité, sensibilité au taux de cisaillement, contrôle strict de la température pendant le traitement.

C- La température du cylindre est 240°C - 250°C , et le temps de séjour dépasse 8 minutes lorsque la température dépasse 260°C .

D- Forte absorption d'eau, température de séchage 80°C - 90°C , durée supérieure à 3 heures.

●**Sélection du paramètre :**

A- (L / D) sélectionne le rapport de format 20-22 et la vis de type à gradient prend généralement $L1 = 35-45\%$, $L2 = 35-40\%$

B- Le taux de compression ε prend généralement 2.3-2.6

C- Pour son caractère hydrophile, une structure de tête de mélange est utilisée à l'extrémité avant de la vis.

3) PA (polyamide) :

●**Caractéristiques communes de PA6 (nylon 6), PA66 (nylon 66) :**

A- Il existe de nombreux types de plastiques cristallins, différents types, différents points de fusion, points de fusion supérieurs étroits, généralement PA66 point de fusion de 260°C - 270°C .

B- Faible viscosité, bonne fluidité, point de fusion relativement évident, stabilité thermique médiocre.

C- Le taux d'absorption d'eau est élevé, la température du séchoir est égale à 80°C , ne dépasse pas 120°C et la durée est exprimée en 16 heures. Si le matériau est exposé à l'air pendant des heures 8, utilisez un four sous vide à environ 105°C pendant des heures 12.

●**Sélection du paramètre :**

A- (L / D) sélectionne une vis mutante ayant un rapport de longueur 18-20

B- Le taux de compression est généralement choisi entre 2.5 et 3.5, ce qui évite une surchauffe de la décomposition $h3 : 0.067-0.089D$

C- En raison de sa faible viscosité, l'espace entre l'anneau de caoutchouc et le corps doit être aussi petit que 0.05-0.08, et entre la vis et le corps est 0.08-0.12.

D- La buse peut être équipée d'une buse du type autobloquante à ressort.

4) PET (Le Polyéthylène Téréphthalate) :

●Caractéristiques :

A- Point de fusion de 250 ° C -260 ° C, la température de moulage du PET par moulage par soufflage est large, environ 255 ° C -290 ° C, grade amélioré GF-PET jusqu'à 290 ° C -315 ° C

B- Point de fusion élevé, faible viscosité, forte adhésion au métal, facile à hydrolyser ;

C- Hydrophile, le liant est sensible à l'eau à température élevée, la température de séchage est de 150 ° C -160 ° C et la durée est supérieure à 4 heures.

● Sélection du paramètre :

A- L / D prend généralement 20-22, une distribution à trois segments L1 = 50-60%, L2 = 20-30%

B- Utilisation du taux de compression des vis avec un faible cisaillement et un faible taux de compression $\varepsilon = 1-2.2$, car une surchauffe du cisaillement entraîne une décoloration ou une opacité $h_3 = 0.09-0.10D$

C- Lorsque vous utilisez un matériau recyclé (matériau en feuille), augmentez la capacité de transport de la section d'alimentation et adoptez le système de plastification à alimentation forcée.

5) PVC (polychlorure de vinyle) :

Les matériaux thermosensibles sont généralement classés en matériaux durs et mous, la différence étant la quantité de plastifiant ajoutée à la matière première, moins de 10% étant dur et plus de 30% étant mou.

●Caractéristiques :

A- Pas de point de fusion apparent, ramollissement à 60 ° C, état viscoélastique à 100 ° C-150 ° C, plage de température de fusion étroite à 140 ° C, mauvaise stabilité thermique, décomposition facile, décomposition rapide à 170 ° C, point de ramollissement proche de la décomposition dégagement de décomposition Pour le gaz HC1.

B- En raison de la haute viscosité de la masse fondue en UPVC, une stabilité thermique, une température et une durée médiocres entraîneront une décomposition, ce qui aura un effet corrosif sur l'acier en général.

C- Le contrôle de la température est strict, la conception de la vis doit être aussi basse que possible pour éviter toute surchauffe, le canal d'écoulement doit être lisse, il ne doit pas y avoir d'angle mort, et l'accumulation de matériau peut être empêchée de se décomposer.

D- Le corps de la vis doit être protégé de la corrosion.

E- Le processus de moulage par injection doit être strictement contrôlé.

●**Sélection du paramètre :**

A- $L / D = 18-21$, $h_3 = 0.067-0.08D$, $\epsilon = 1.6-2$, $L_1 = 40-45\%$, $L_2 = 35-45\%$, afin d'empêcher l'enfoncement de la matière, ° C -20 ° C, en utilisant une vis chromée dure.

B- le choix de contrôle de la température.

C- Dispositif de refroidissement par air a plusieurs étages de cylindre fondu.

D- Dispositif de vissage spécial à barillet spécial UPVC à faible cisaillement.

II.10. Rôle d'une vis d'injection plastique :

- Convoyer et compacter le polymère solide.
- Plastifier le polymère.
- Convoyer de d'homogénéiser le polymère fondu.
- Transport et plastification de la matière.
- Injection sous pression de la masse fondue dans le moule. [18]

II.11. Conclusion :

Dans ce chapitre en trouve que le vis sans fin est caractérisée par ces paramètres importantes qui permet de plastifier et transport de plastique, chaque vis sans fin destiné à matériau spécifique et chaque matériau a des conditions et paramètres à régler alors pour avoir un bon moulage et transport de plastique cela dépend vraiment de votre application spécifique.

Chapitre III :
Etude et conception d'un vis standard

III.1. Introduction :

Ce chapitre est considéré comme la partie principale de cette étude car elle est consacrée à donner une valeur à l'étude et conception de la vis de plastification en utilisant logiciel SOLIDWORKS.

III.2. Définition de la CAO :

La conception assistée par ordinateur, ou CAO, ensemble des outils informatiques (logiciels et matériels) qui permettent de réaliser une modélisation géométrique d'un objet afin de pouvoir simuler des tests en vue d'une fabrication.

III.2.1. Principe et utilisation de la CAO :

La CAO offre une visibilité globale du comportement d'un objet avant qu'il n'existe, tant au niveau de son aspect que de sa structure et de son fonctionnement. Les objets peuvent être représentés en deux ou en trois dimensions (2D ou 3D). Leur apparence peut être filaire, volumique, surfacique, elle peut aussi simuler la texture.

La CAO est très utilisée en dans les industries mécaniques par les bureaux d'étude pour modéliser et évaluer le comportement de matériaux, la capacité d'assemblage et la fabrication des pièces.

III.3. Logiciel utilisée :

SolidWorks est un logiciel de CAO (conception assistée par ordinateur) développé par Dassault Systèmes et utilisé en grande majorité dans l'industrie mécanique. Dans notre thèse en utilisent SOLIDWORKS pour la conception de la vis.



III.3.1. Les différents secteurs d'utilisations de Solid Works :

Ce logiciel est utilisé par des concepteurs, des ingénieurs, des étudiants et d'autres professionnels pour concevoir des pièces, des assemblages et des mises en plan complexes. De plus ils peuvent être utilisés dans plusieurs domaines, nous citons par exemple :

- Produit du design industriel.
- Ouvrages de génie civil.
- Ouvrages d'architecture.
- Industries : automobile, informatique, aéronautique...

III. 3.2. Les nombreuses taches de logiciel SOLIDWORKS :

- La modélisation d'objets en 2D ou 3D,
- La simulation
- Analyse statique ou dynamique.
- Prise en compte de lois de comportement complexe.
- Prise en compte de phénomènes divers (élasticité, thermique, ...).
- Problèmes d'optimisation, etc.
- La représentation graphique.
- La modélisation numérique.
- Le dessin de plan.
- La gestion des grands assemblages.

III.4. La modélisation géométrique des composantes :

La modélisation géométrique des pièces suivantes : la vis et le clapet se fait par logiciel SOLIDWORKS :

La vis :

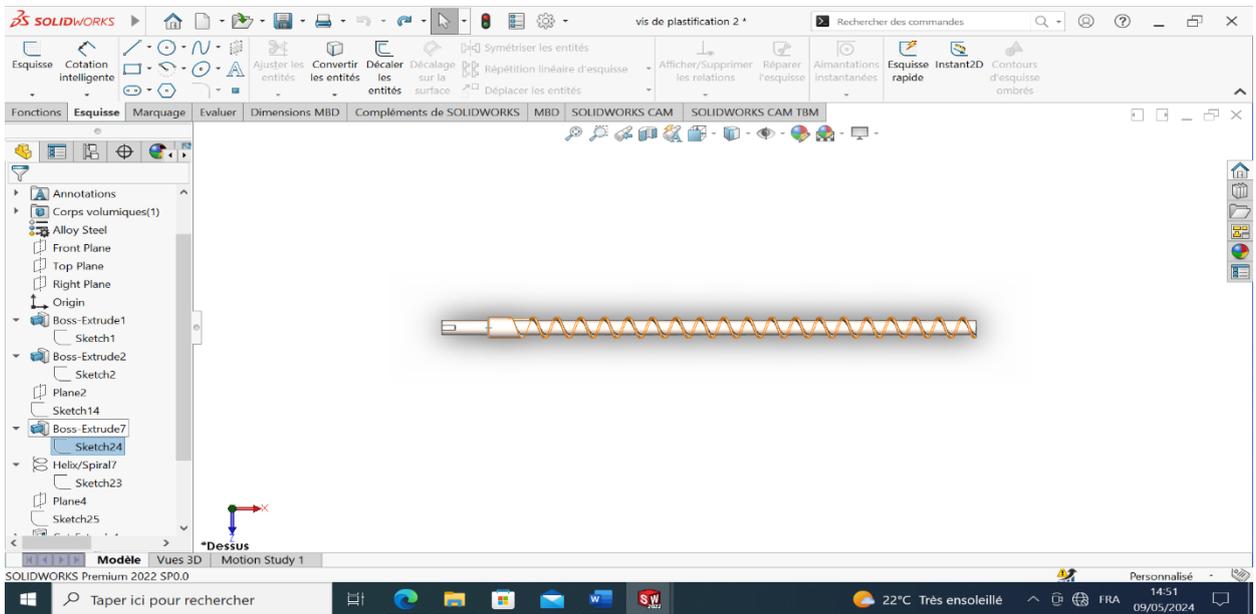
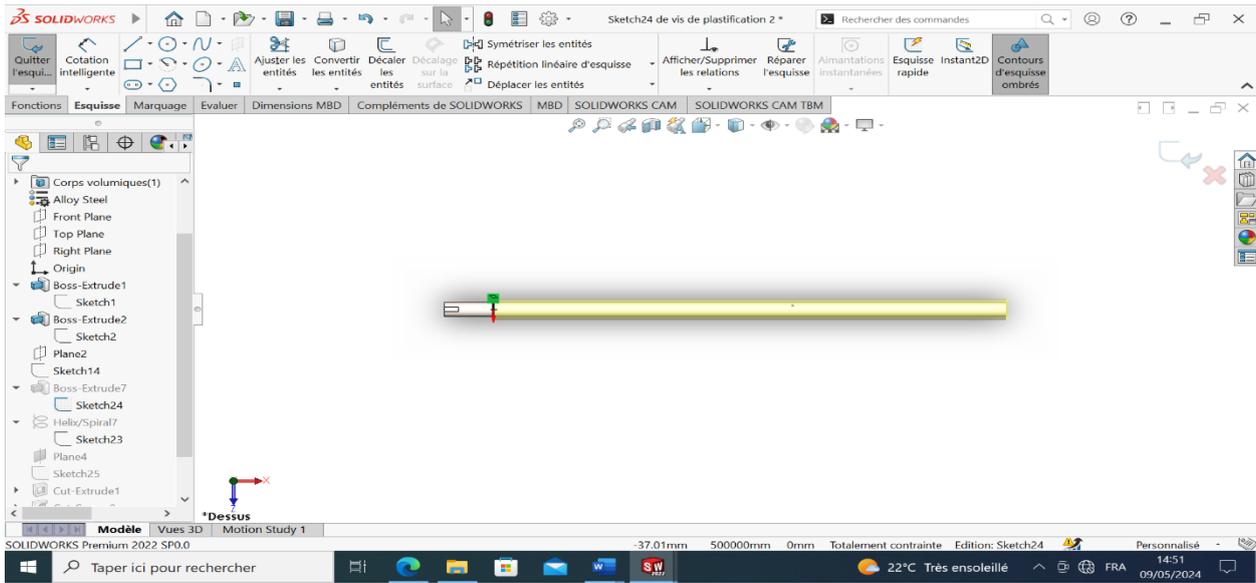


Figure III.1: Model CAO de la vis

Le clapet :

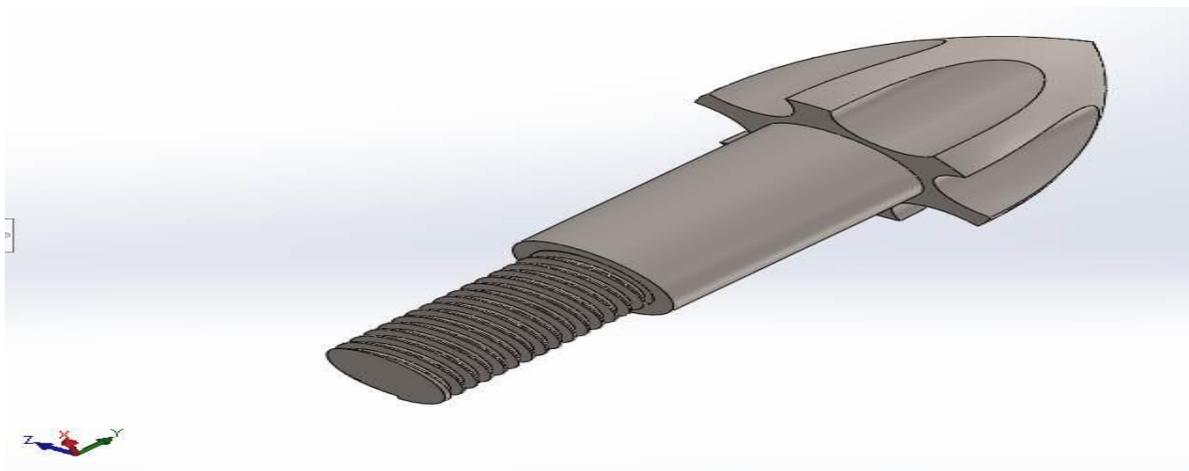
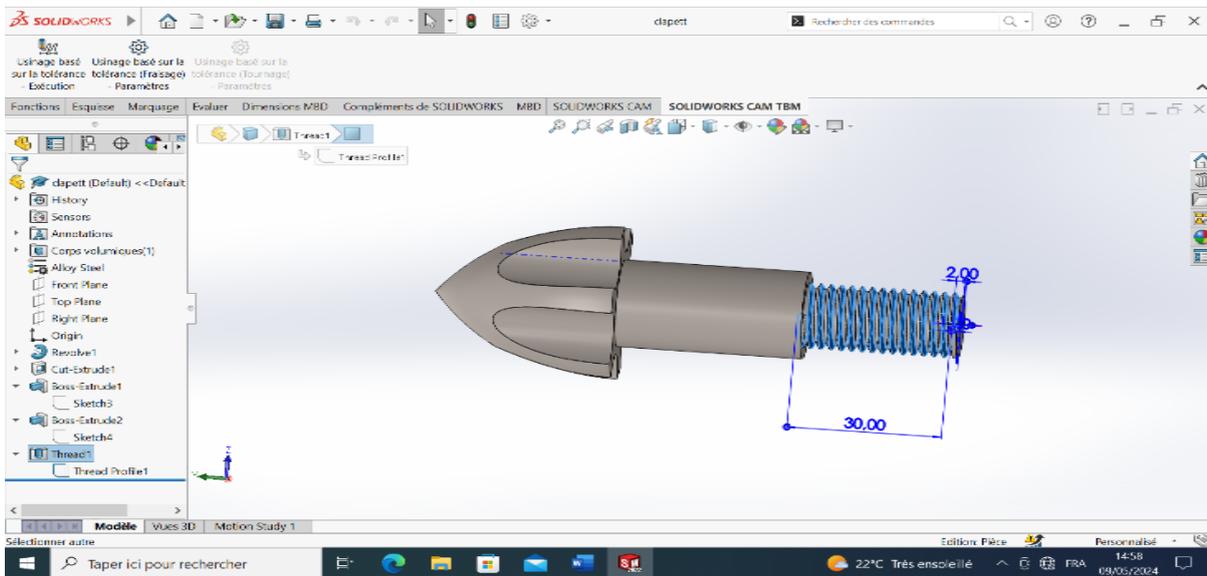
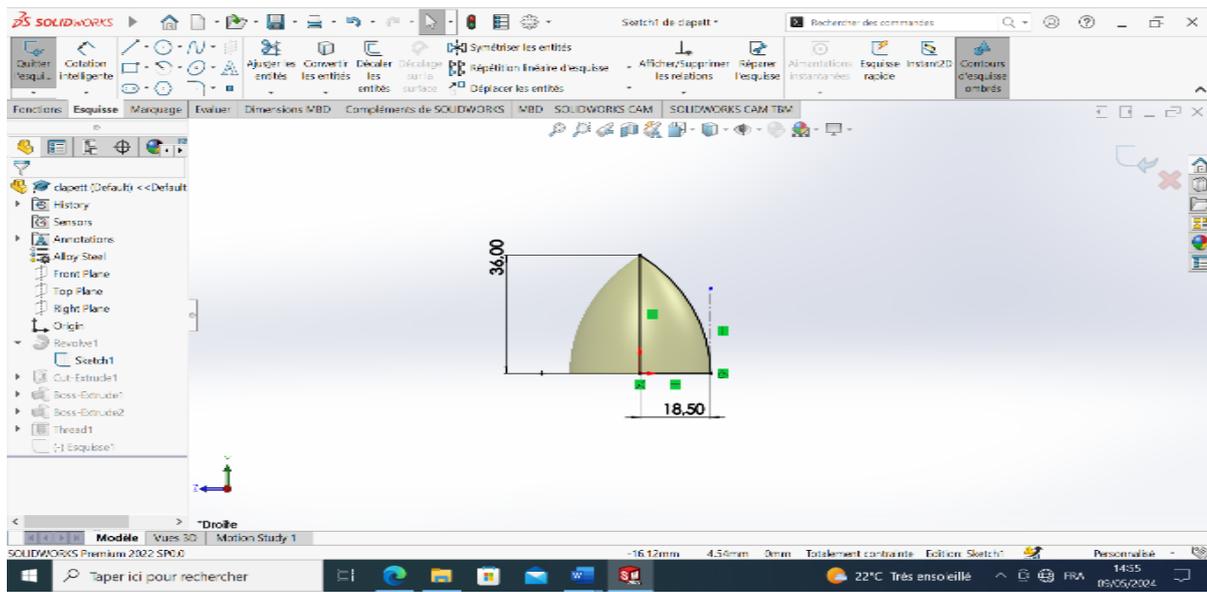


Figure III.2 : Model CAO de clapet

Le siège :

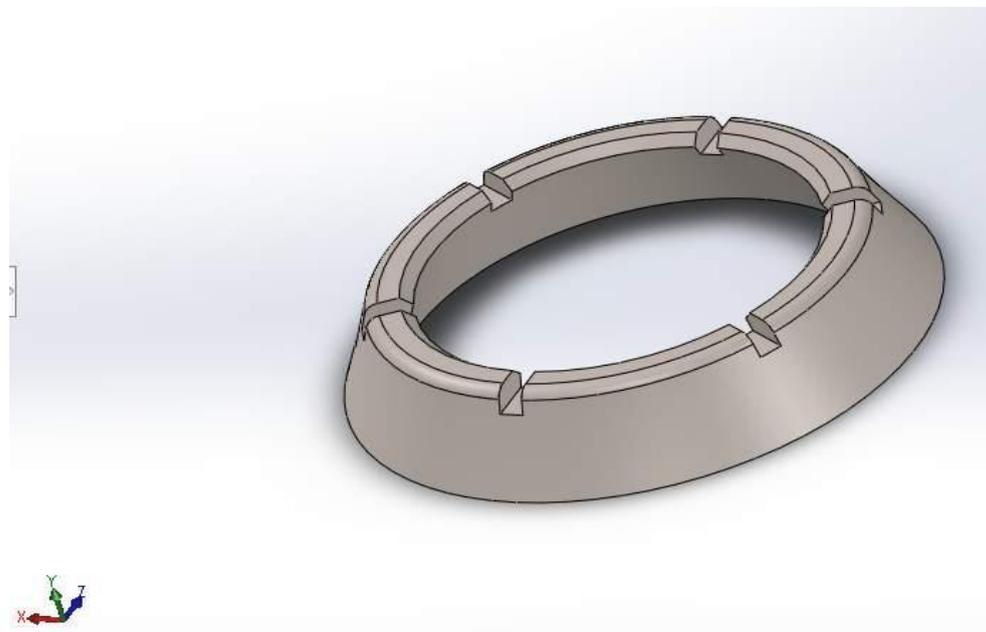
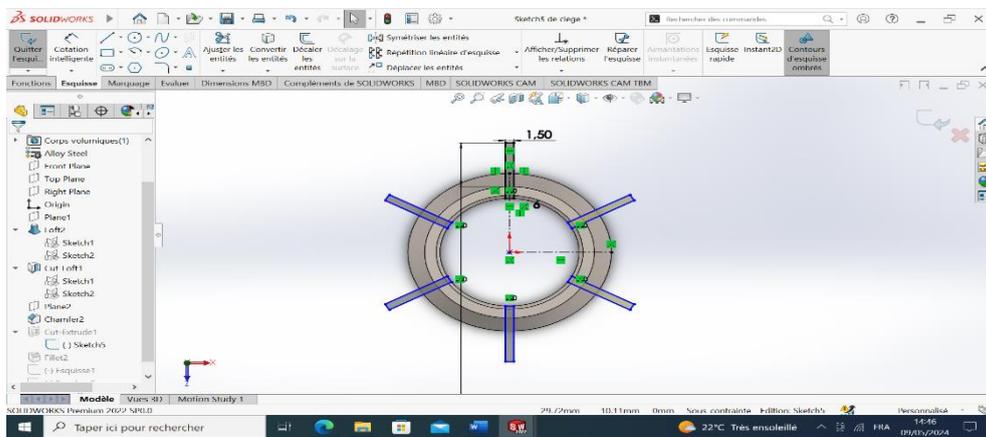
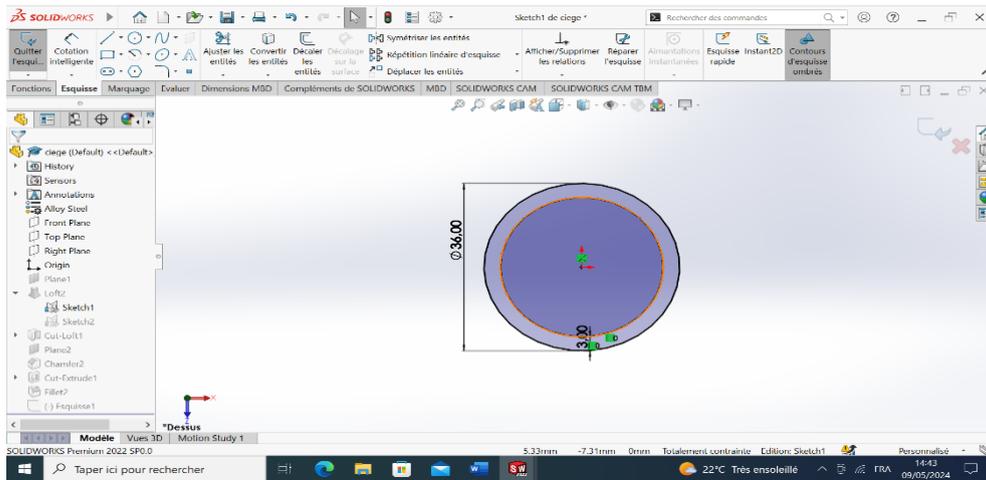


Figure III.3: Model CAO de siège

Anneau :

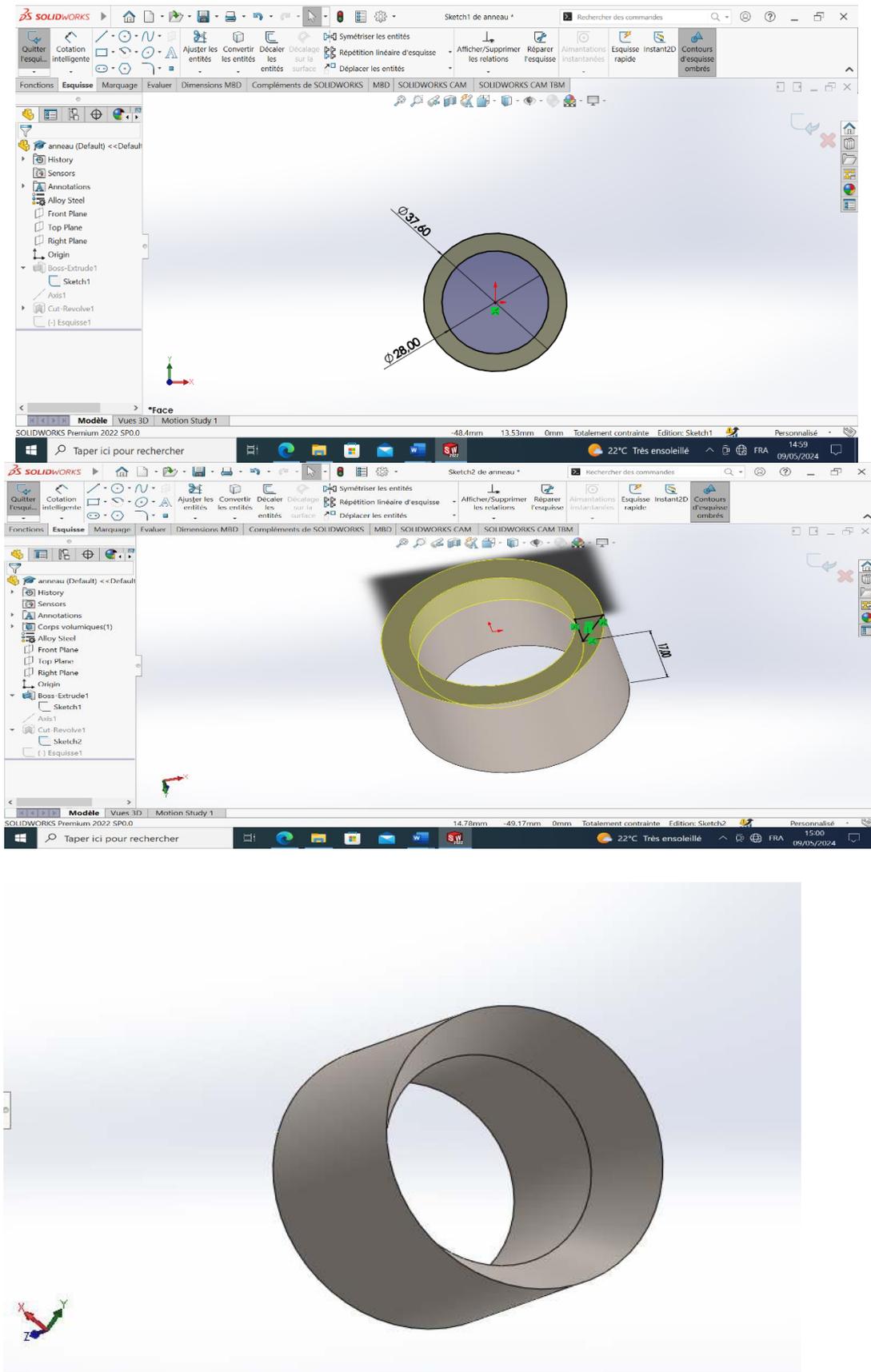


Figure III.4: Model CAO d'anneau

Assemblage des composants :

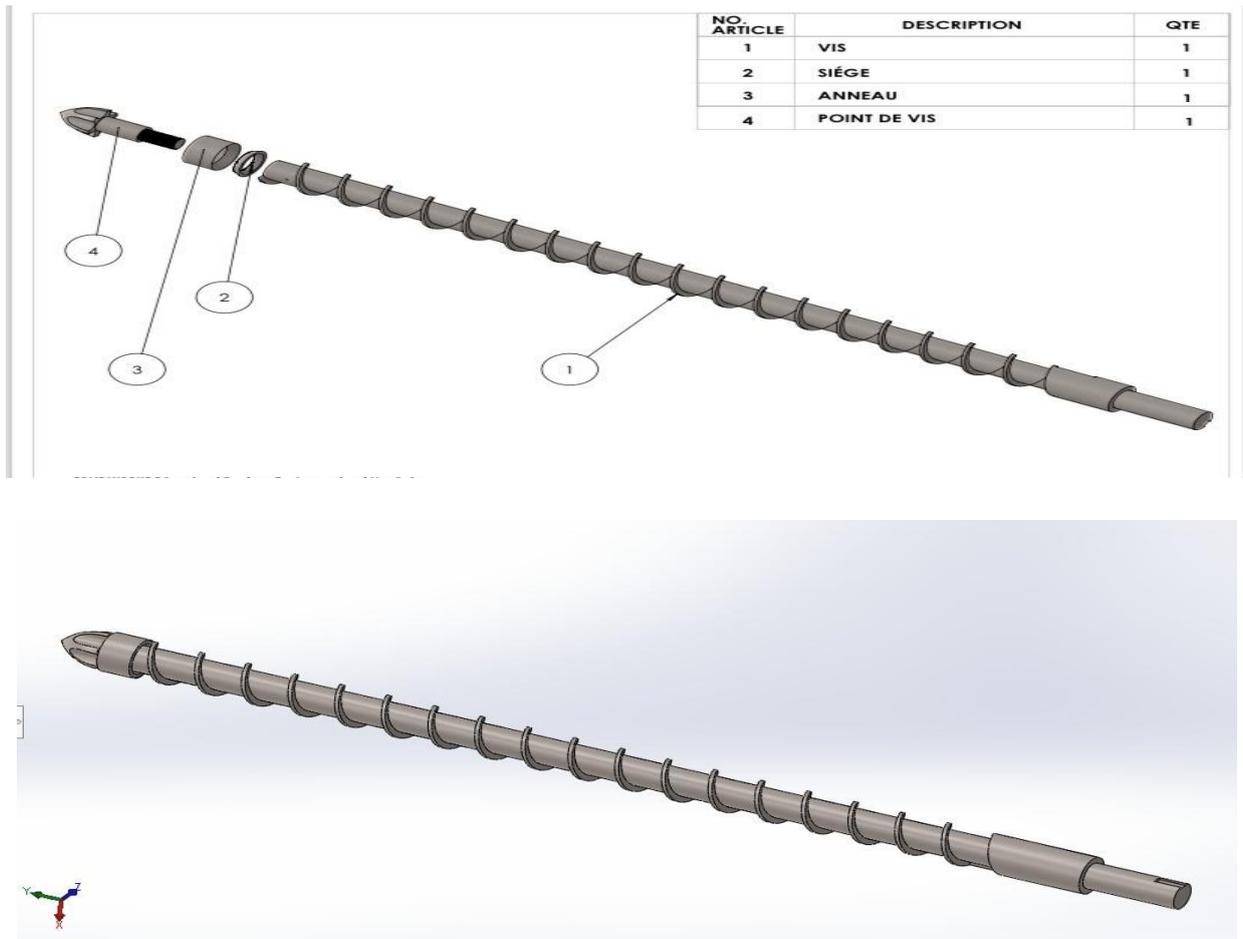


Figure III.5: Model CAO de vis

III. 5.Géométrie et approximation :

Les éléments géométriques essentiels du système vis-fourreau sont indiqués sur la figure suivante :

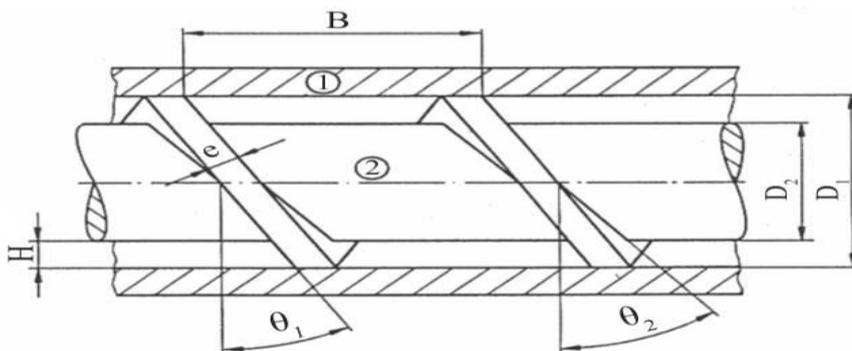


Figure III.6 : Géométrie du système vis-fourreau.

- ① Fourreau.
- ② Corps de la vis.

Quatre paramètres suffisent à définir cette géométrie :

- le diamètre intérieur du fourreau : $D1$;
- le diamètre du corps de la vis : $D2$.
- la profondeur du chenal H :
- le pas de la vis : B .
- e est la distance entre les hélices ;
- θ est l'angle des hélices avec les cercles directeurs du cylindre

III.6. Calcule et dimensionnement de la vis de plastification :

III.6.1. Les dimensions de la vis de plastification (PET) :

Rapport L/D de la vis	20.41 mm
Pas de la vis	36 mm
Longueur de la zone d'alimentation	23.5 mm
Longueur de la zone de compression	23.5 mm
Longueur de la zone de pompage	23.5 mm
Profondeur de chenal	5.5 mm
taux de compression	1

Tableau III.1 : Les dimensions de la vis de plastification (PET).

$D1$ et $D2$ Ces deux paramètres donnent accès à la profondeur du chenal H :

$$H = \frac{D1 - D2}{2}$$

$$H = \frac{36 - 25}{2}$$

$$H = 5.5 \text{ mm}$$

Le pas de la vis : B . Il va déterminer l'angle que fait le filet avec un plan Perpendiculaire à l'axe de la vis. En fait, cet angle θ varie avec la distance à l'axe de la vis. $\theta(r)$ est tel que :

$$\text{tg}\theta(r) = \frac{B}{2\pi r}$$

Au niveau du fourreau, il vaut θ_1 (tel que $tg\theta_1 = \frac{B}{\pi D_1}$)

Et au niveau de la vis, θ_2 (tel que $tg\theta_2 = \frac{B}{\pi D_2}$)

Le cas le plus courant pour l'extrusion des matières thermoplastiques est celui où le pas de la vis est égal au diamètre du fourreau. $B = D_1$

AN :

$$tg\theta_1 = \frac{1}{\pi}$$

$$tg\theta_2 = \frac{B}{\pi D_2}$$

III.6.2. Rapport longueur / diamètre

Le rapport entre la longueur de travail de la vis et le diamètre de la vis s'appelle le rapport de format. Lorsque d'autres conditions sont constantes (telles que le diamètre de la vis), augmenter le rapport d'aspect signifie augmenter la longueur de la vis. Le rapport des grands diamètres est grand et la répartition de la température est raisonnable pour faciliter le mélange et la plastification du plastique. A ce moment, le plastique est chauffé dans le canon pendant une période plus longue et la plastification du plastique sera plus complète et plus uniforme, améliorant ainsi la qualité de la plastification.[19]

Le rapport de format est écrit :

$$\frac{L}{D}$$

$$\frac{L}{D} = \frac{735}{36}$$

$$\frac{L}{D} = 20.41\text{mm}$$

Dans notre projet en fabrique une vis de plastification spéciale PET donc il faut respecter l'intervalle de rapport de format, dans ce cas L / D prend généralement 20-22.

III.6.3. Rapport de compression :

La compression, également appelée taux de compression géométrique de la vis, est le rapport entre le premier volume de gorge de la section d'alimentation en vis et le dernier volume de gorge de la section d'homogénéisation. Il est déterminé par le taux de compression physique de la matière plastique - le rapport entre la densité du produit et la densité apparente de la

charge. Le taux de compression plus élevé permet au plastique granulaire d'être entièrement plastifié et compacté. Lorsque le type de plastique traité est différent, le choix du taux de compression doit également être différent. [19]

Tc Le taux de compression est définie :

$$Tc = \frac{D^2 - Da^2}{D^2 - Dp^2}$$

$$Tc = \frac{36^2 - 25^2}{36^2 - 25^2}$$

$$Tc = 1$$

D = diamètre nominal

Da = diamètre noyau entrée

Dp = diamètre noyau sortie

Dans notre cas la vis est standard donc $Da = Dp = 25$ mm

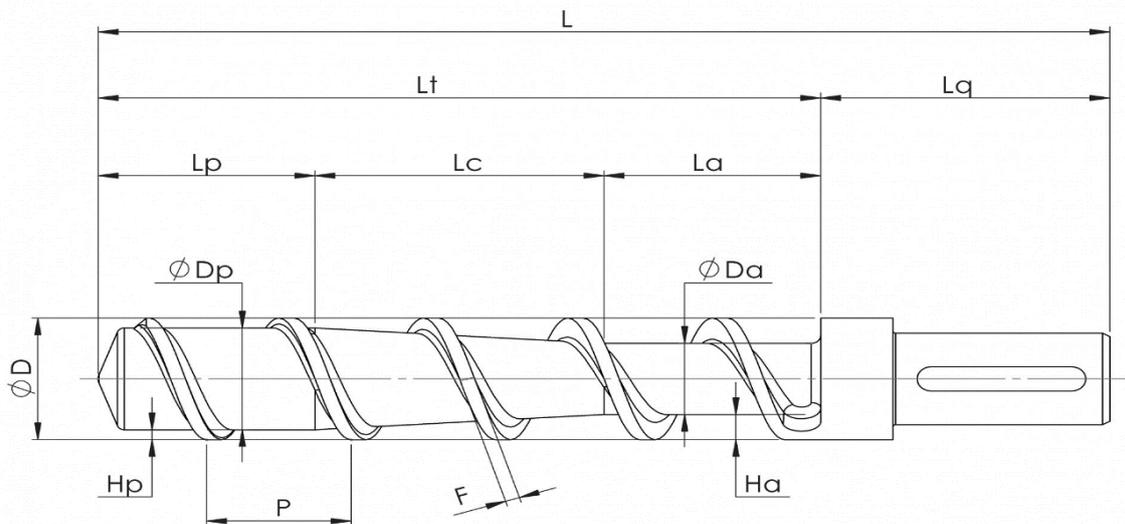


Figure III.7 : dessin représente les paramètres de la vis

- **Matériau injecté :**

- **Le PET : (Le Polyéthylène Téréphtalate)**

Le PET est utilisé comme matière première pour la production des préformes de bouteilles en plastique.

Le Polyéthylène Téréphtalate (PET) est une matière plastique utilisée presque essentiellement dans l'emballage, notamment la fabrication des bouteilles. Il est transformé également sous forme de fibre textile. Il fait partie de la famille des polyesters thermoplastique.

- **Caractéristiques techniques du PET :**

- Le PET est un thermoplastique cristallin.
- Le PET présente une caractéristique tout à fait particulière : il peut rester amorphe lorsqu'il est rapidement refroidi, notamment lors de la fabrication de bouteille.
- Aspect et toucher légèrement sec.
- Transparent : très transparent (lorsqu'il est amorphe).
- Rigidité : plutôt rigide : module de 2GPa.
- Résistance au choc
- Perméabilité aux gaz : médiocre à l'humidité : très bonne

Lorsque le type de plastique traité est différent, le choix du taux de compression doit également être différent.

Le tableau usuel des taux de compression :

Matière	Tc
PS-ABS	2.5 – 3
PVC rigide	2.5
PVC souple	2.2 – 3.5
PE hd bd	3 – 3.5
PET	1- 2.2
PA	3 – 4
PP	3.5 – 4
PC	2.5 – 2.8

Tableau III.2 : les taux de compression.

III. 7. Etude de la résistance de la vis de plastification :

III. 7.1. Etude de la résistance de la vis :

- **Choix de matériau :**

L'acier nitrure et le matériau le plus utilisé dans la fabrication des composants du groupe de plastification, ces caractéristiques particulières offrent à ces composants une meilleure résistance et une dureté.

- **Composition chimique :**

L'acier nitrure **41CrAlMo7** se compose du :

C (Carbone) **0,4%** , Cr (chrome) **1,8%** , Al(Aluminium) **1%**, MO(Molybdène) **0,25%** , Fe (Fer) restant.

● **Propriété mécanique :**

On utilise l'acier nitrure **41CrAlMo7** pour fabrication de la vis

●	1.8509 (41CrAlMo7)
●	1.8515 (31CrMo12)
●	1.8519 (31CrMoV9)
●	1.8550 (34CrAlNi7-10)
●	DIN Acier (inoxydable)

Propriété	Valeur	Unités
Module d'élasticité	1.9e+11	N/m ²
Coefficient de Poisson	0.28	S.O.
Module de cisaillement	7.9e+10	N/m ²
Masse volumique	7800	kg/m ³

● **Condition limite :**

Déplacement imposé : géométrie fixe sur la surface des filets.

Chargement : un moment de torsion qui est de 164,64 [N.m] sur le tourillon de la vis. [Exemple master 2 FMP Bejaia].

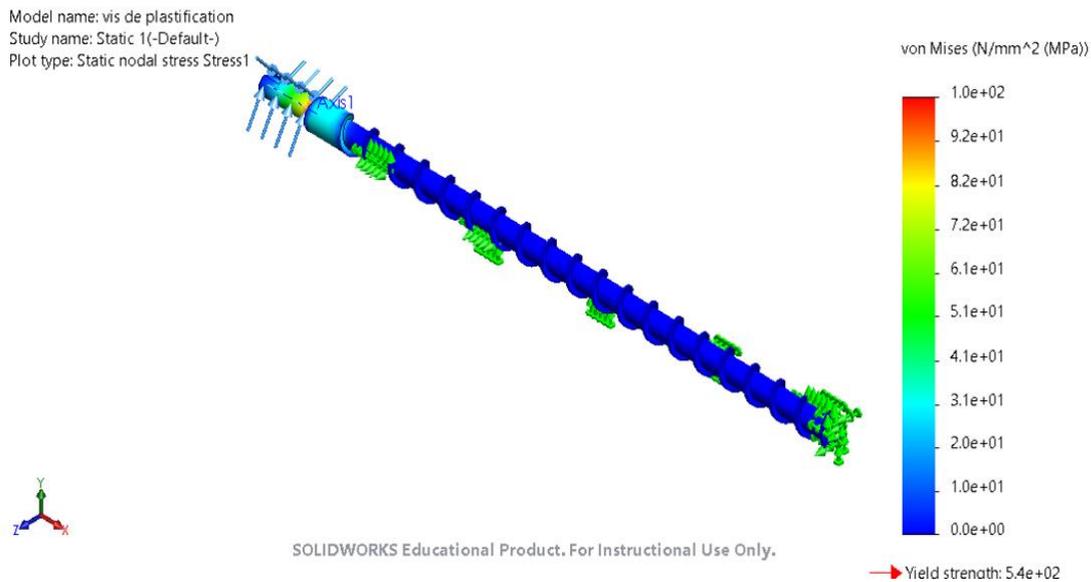


Figure III.8 : Contrainte appliqués sur la vis.

Nom	Type	Min	Max
Contrainte	VON: von Mises Stress	0.0e+00N/mm ² (MPa) Node: 1	1.0e+02N/mm ² (MPa) Node: 21402

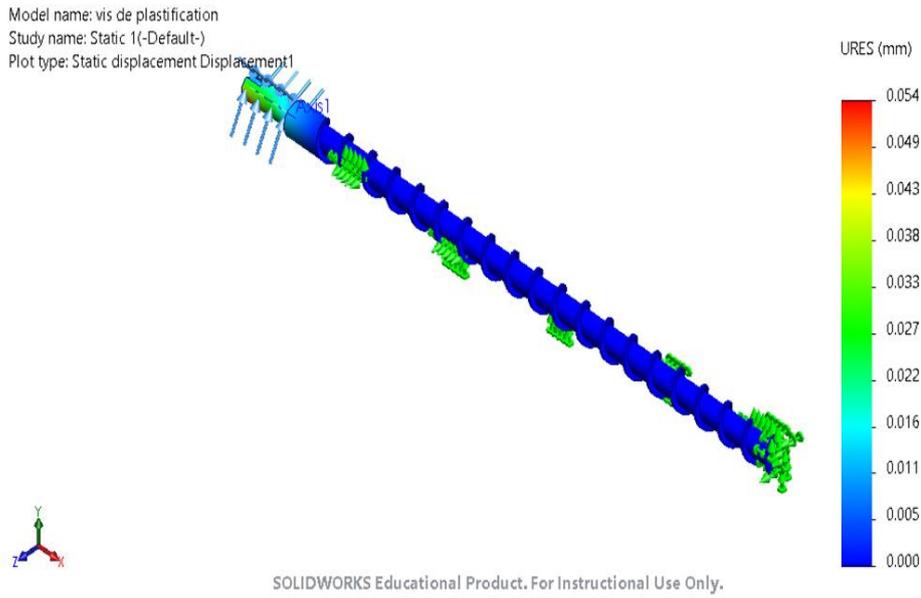


Figure III.9 : Déplacement sur la vis.

Nom	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0.000mm Node: 1	0.054mm Node: 12522

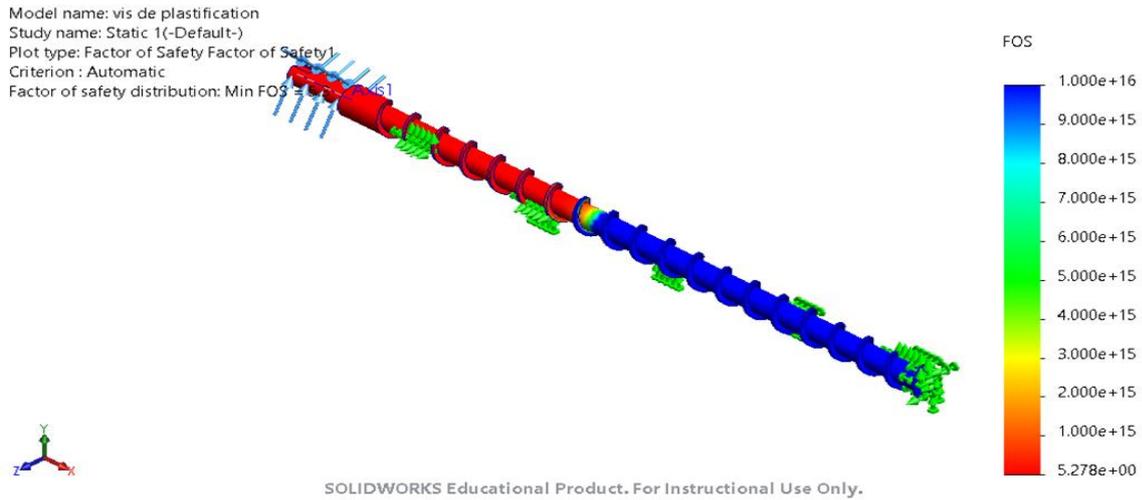


Figure III.10 : Coefficient de sécurité

Nom	Type	Min	Max
Coefficient de securite	Automatic	5.278e+00 Node: 21402	1.000e+16 Node: 1

Résultat :

Après cette simulation on trouve que la vis est résistante dans ces conditions.

III.7.2. Etude de la résistance de clapet :

- **Condition limite :**

Déplacement imposé : géométrie fixe sur l'extrémité de la pointe de vis.

Chargement : une pression interne qui est de l'ordre 77.22 [N.m]. [Exemple master 2 FMP Bejaia].

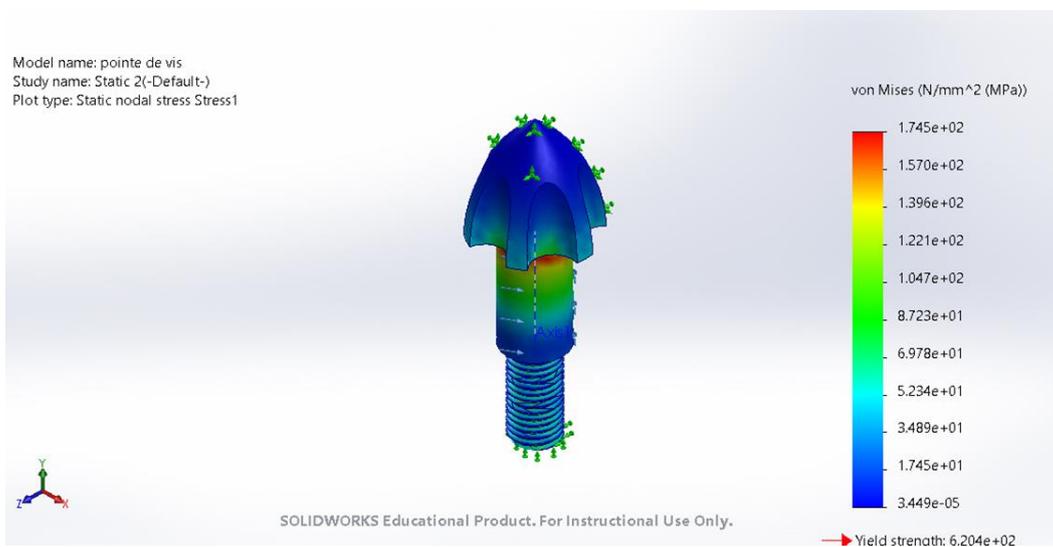


Figure III.11 : Contrainte appliqués sur le clapet.

Nom	Type	Min	Max
Contrainte	VON: von Mises Stress	3.449e-05N/mm ² (MPa) Node: 52	1.745e+02N/mm ² (MPa) Node: 3447

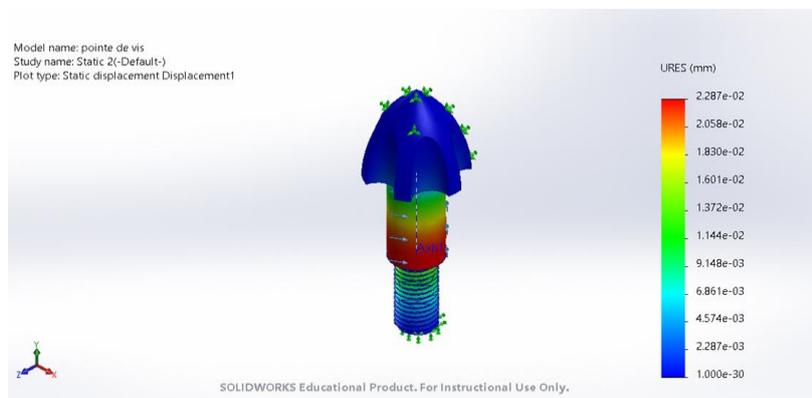


Figure III.12 : Déplacement appliqués sur le clapet.

Nom	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0.000e+00mm Node: 1	2.287e-02mm Node: 590

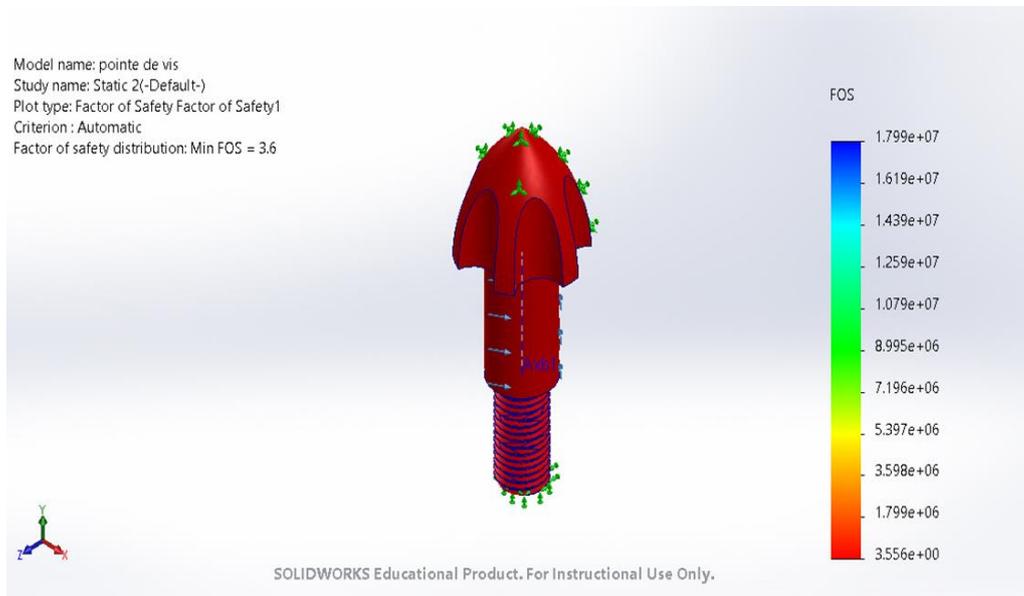


Figure III.13: Coefficient de sécurité

Nom	Type	Min	Max
Coefficient de sécurité	Automatic	3.556e+00 Node: 3447	1.799e+07 Node: 52

Résultat :

Après cette simulation on trouve que le clapet est résistant dans ces conditions.

III.8. Conclusion :

Dans ce chapitre on a calculé la géométrie de la vis et les dimensionnements des composantes afin de déterminer leurs résistances aux différents sollicitations auxquelles elles sont exposées.

Chapitre IV :

Réalisation d'un prototype de vis par la technique de mécano soudage

Introduction :

Tant que nous sommes des étudiants en master 2 fabrication mécanique en faisant la réalisation d'un prototype de vis sans fin standard spécial PET ce chapitre contient les étapes de fabrication de la vis sans fin par la technique mécano soudé en tenant compte de la structure du la vis.

IV.1. Les procédés de fabrication mécanique :

Ensemble de techniques visant l'obtention d'une pièce ou d'un objet par transformation de matière brute. Obtenir la pièce désirée nécessite parfois l'utilisation successive de différents procédés de fabrication. Ces procédés de fabrication font partie de la construction mécanique. Les techniques d'assemblage ne font pas partie des procédés de fabrication, elles interviennent une fois que les différentes pièces ont été fabriquées.[20]

IV.2. Définition d'usinage :

L'usinage est une technique qui consiste à enlever de la matière d'une pièce brute en utilisant une machine-outil. Cette technique permet de réaliser des pièces avec une grande précision et une finition de surface optimale.

L'usinage peut être réalisé de plusieurs manières, notamment par tournage, fraisage, perçage, rectification, taillage et filetage. Chacune de ces techniques est utilisée pour des applications spécifiques en fonction des dimensions et de la forme de la pièce à usiner. Les machines utilisées pour l'usinage peuvent être des machines à commande numérique ou des machines conventionnelles. Les machines à commande numérique permettent une plus grande précision et une plus grande productivité.[21]

IV.2.1. Les trois techniques d'usinages le plus utilisées :

Les opérations d'usinage sont généralement classées en 3 processus principaux :

- Le tournage.
- Le perçage.
- Le fraisage.

Une machine-outil spécifique est nécessaire pour prendre en charge chaque technique d'usinage. Il existe également d'autres opérations qui entrent dans des catégories diverses, notamment l'alésage, le sciage, le façonnage et le brochage dont nous parlerons par la suite.

IV.2.1.1. Le TOURNAGE :

Le tournage est une technique d'usinage dans laquelle, la machine-outil effectue des rotations à une certaine vitesse afin que les lames coupent des parties de la pièce. L'objectif est d'obtenir une pièce cylindrique ou conique.



Figure IV.1 : procédé de tournage

Il existe plusieurs types de tournage, et chaque élément du processus peut être personnalisé afin de répondre aux différents besoins de conception de machinerie industrielle. Ce procédé d'usinage permet de créer une multitude de produits finis, puisqu'il est possible de travailler aussi bien l'intérieur de la pièce que l'extérieur :

- **Tournage intérieur** : le pointage, le centrage, l'alésage ou le rainurage.
 - **Tournage extérieur** : le dressage, le chariotage, le chanfreinage, le rainurage ou le filetage.
- Le tournage peut également être effectué manuellement ou à l'aide d'un ordinateur.

IV.2.1.2. Fraisage :

Le fraisage est une technique d'usinage extrêmement flexible, car les outils de coupe peuvent effectuer une grande variété de mouvements. Dans les processus de fraisage, la pièce est fixée à une table de travail mobile qui s'ajuste pour diriger la pièce vers des outils de coupe fixes ou mobiles.

Une grande variété d'outils peut être utilisée pour ce procédé, mais il en existe qui sont conçus spécialement à cet effet : les fraiseurs. Ces machines-outils ont des formes différentes, et la disposition de cannelures et de dents peut varier pour créer des conceptions complexes.



Figure IV.2 : procédé de fraisage

IV.2.1.3. Perçage :

Avec le perçage, des trous sont réalisés à travers le matériau de la pièce industrielle à usiner. Cette technique d'usinage est utilisée pour préparer les pièces à l'assemblage de différents composants. Chaque matériau est doté d'outils et de réglages recommandés pour créer des trous lisses et faciles à nettoyer.

Les forêts sont les outils de coupe parfaits pour percer les pièces et créer des trous ronds de différentes tailles et dans différents matériaux.

Il est souvent admis que le perçage ne peut être effectué que sur des matériaux tendres comme le bois. Or, ce procédé peut être réalisé sur des matériaux plus durs comme le métal. Tant que

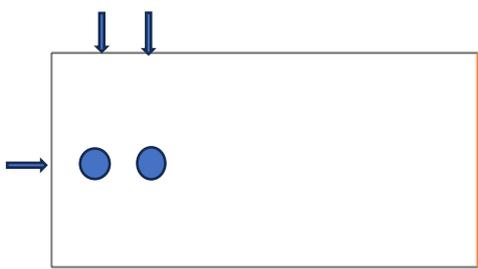
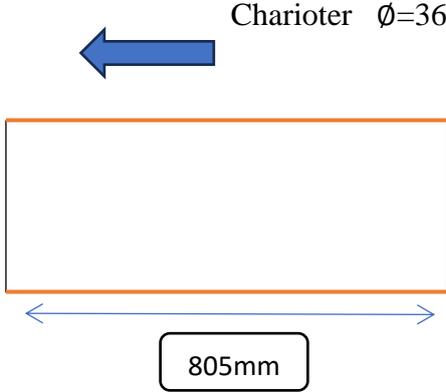
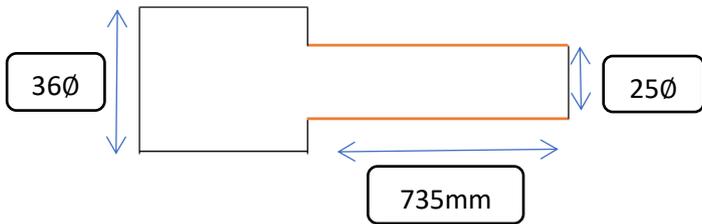
l'outil est plus dur que la pièce, il est en mesure de « gratter » la matière pour y créer un trou. Mais seul un expert en usinage sera en mesure de choisir le bon équipement de perçage.

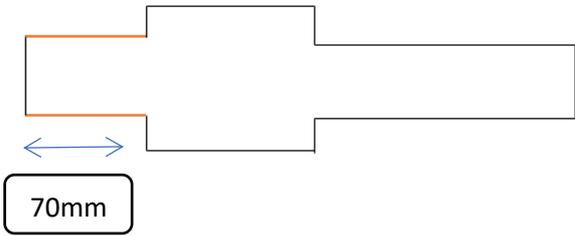
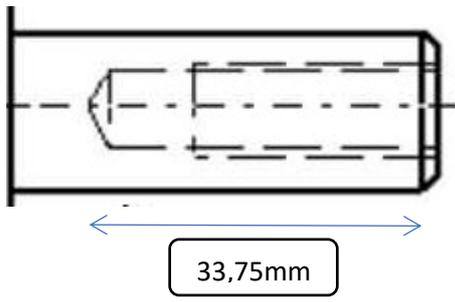
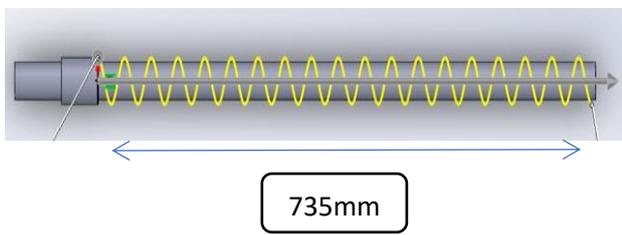
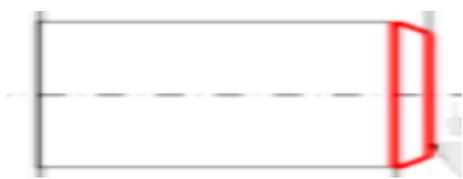


Figure IV.3 : procédé de perçage

IV.3. Gamme d'usinage de la vis :

Nb de phase	Phase /description de phase	Machine outils	Schéma
01	Contrôle de brute	Scie mécanique / pied à coulisse	

<p>10</p>	<p>Tournage : La mise en position est défini par centrage 1/ dressage de la face</p>	<p>Tour Outil à dresser</p>	
<p>20</p>	<p>Tournage : Faire un chariotage pour diminuer le diamètre au $\varnothing=36$</p>	<p>Outil à Charioter</p>	
<p>30</p>	<p>Tournage : Chariotage de la partie A pour obtenir le diamètre $\varnothing25$</p>	<p>Outil à charioter</p>	

40	<p>Tournage : Chariotage de la partie B pour obtenir le diamètre Ø25</p>	<p>Outil à charioter</p>	
50	<p>Tournage : Perçage partie A Taraudage</p>	<p>Perceuse Foret</p>	
60	<p>Faire un filtage dans la partie A A Pas=36mm</p>	<p>Outil a filter</p>	
70	<p>Usinage d'un chanfrein 45 cote A</p>	<p>Tour Outil à charioter coude</p>	

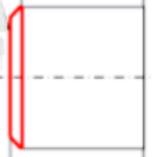
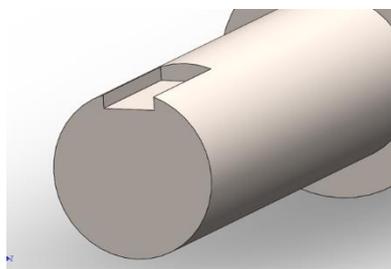
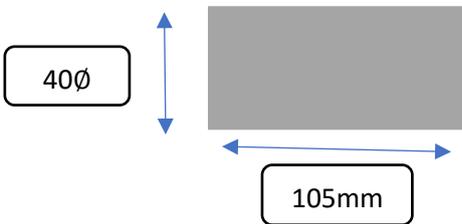
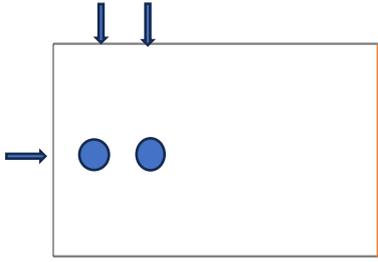
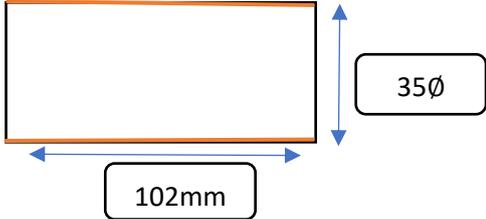
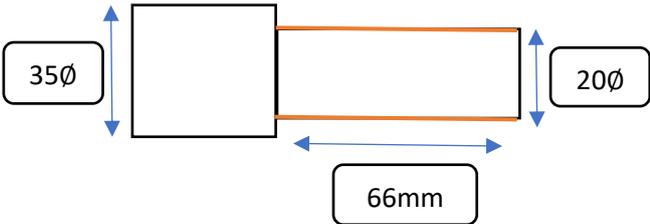
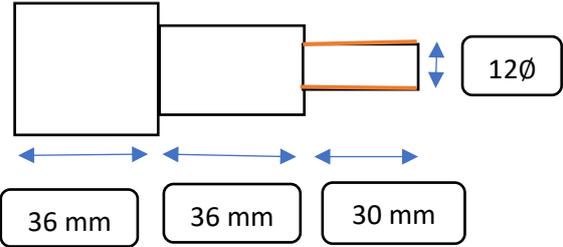
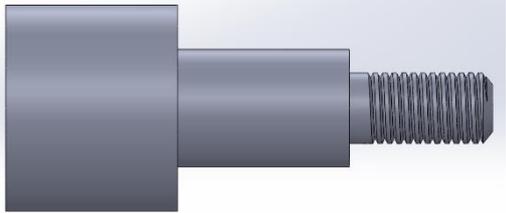
80	Sciage de la partie de Mandrin	Scie mécanique	
90	Usinage d'un chanfrein 45 dans partie B		
100	Fraisage Faire un rainurage pour réaliser la clavette	Outil pell	

Tableau IV.1 : gamme d'usinage de la vis.

IV.4. Gamme d'usinage de clapet :

Nb de phase	Phase description de la phase	Machine outils	Schéma
01	Contrôle de brute	Scie mécanique /pied à coulisse	

<p>10</p>	<p>Tournage : La mise en position est définie par centrage 1/ dressage de la face</p>	<p>Tour Outil à dresser</p>	
<p>20</p>	<p>Tournage : Faire un chariotage pour diminuer le diamètre au $\varnothing=35$</p>	<p>Outil à charioter</p>	
<p>30</p>	<p>Chariotage de la partie A pour obtenir le diamètre $\varnothing 20$</p>	<p>Outil à charioter</p>	
<p>40</p>	<p>Chariotage de la partie F pour obtenir le diamètre $\varnothing 12$</p>	<p>Outil à charioter</p>	
<p>50</p>	<p>Faire un filtage</p>	<p>Outil à filer</p>	

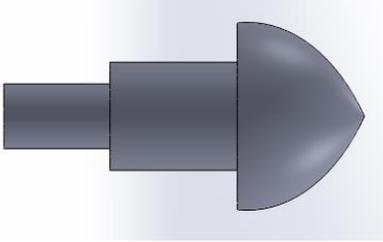
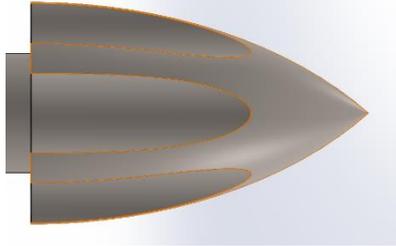
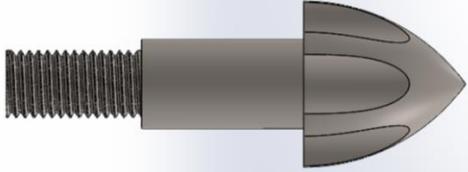
60	Chariotage et dressage au même temp de la partie B pour obtenir la forme de la pointe	Outil à charioter	
70	Fraisage Réalisation des rainures	Fraise module	
80	Finition de la pièce	Papier verre	

Tableau IV.2 : gamme d'usinage de clapet

IV.5. Technique de Soudage TIG (GTAW) :

IV.5.1 Définition :

Il existe aujourd'hui de nombreux procédés de soudage répondant à la très grande variété d'assemblages à réaliser et aux caractéristiques des métaux utilisés. A l'heure actuelle, le soudage compte parmi les modes d'assemblage les plus répandus dans l'industrie du fait de son efficacité et de sa fiabilité pour réaliser des assemblages indémontables, notamment dans l'univers de la construction mécanique, pour fabriquer des bateaux, trains, avions, fusées, automobiles, ponts, tuyauteries, réservoirs et tant d'autres choses qui ne sauraient être construites sans le recours au soudage [22].

Le procédé T.I.G (141) signifie (Tungsten Inert Gas), l'arc établi au sein d'une atmosphère neutre entre la pièce à souder et une électrode métallique réfractaire non consommable en

tungstène pur ou thorié. Procédé utilisé de façon courante dans les industries de chaudronnerie pour le soudage des métaux et alliages [23].

IV.5.2 Principe du soudage TIG :

Lorsque le soudeur actionne la gâchette, celui-ci actionne d'une part la sortie du gaz, et en même temps, il ferme le circuit électrique qui permet le passage du courant. Si le fil est suffisamment proche d'une pièce en contact avec la masse, il se crée un arc électrique d'une énergie suffisante pour fondre la matière. Le soudeur apporte manuellement (ou automatiquement sur certaines installations) le métal d'apport (d'un diamètre d'environ 0,8 mm à 4 mm) pour le mélanger à la matière et ainsi grossir la partie fondue en créant le cordon de soudure. Le tout s'exécute sous protection gazeuse. La soudure TIG a la particularité d'être exécutée sous protection de gaz inerte avec une électrode non fusible et réfractaire (en tungstène) [24].

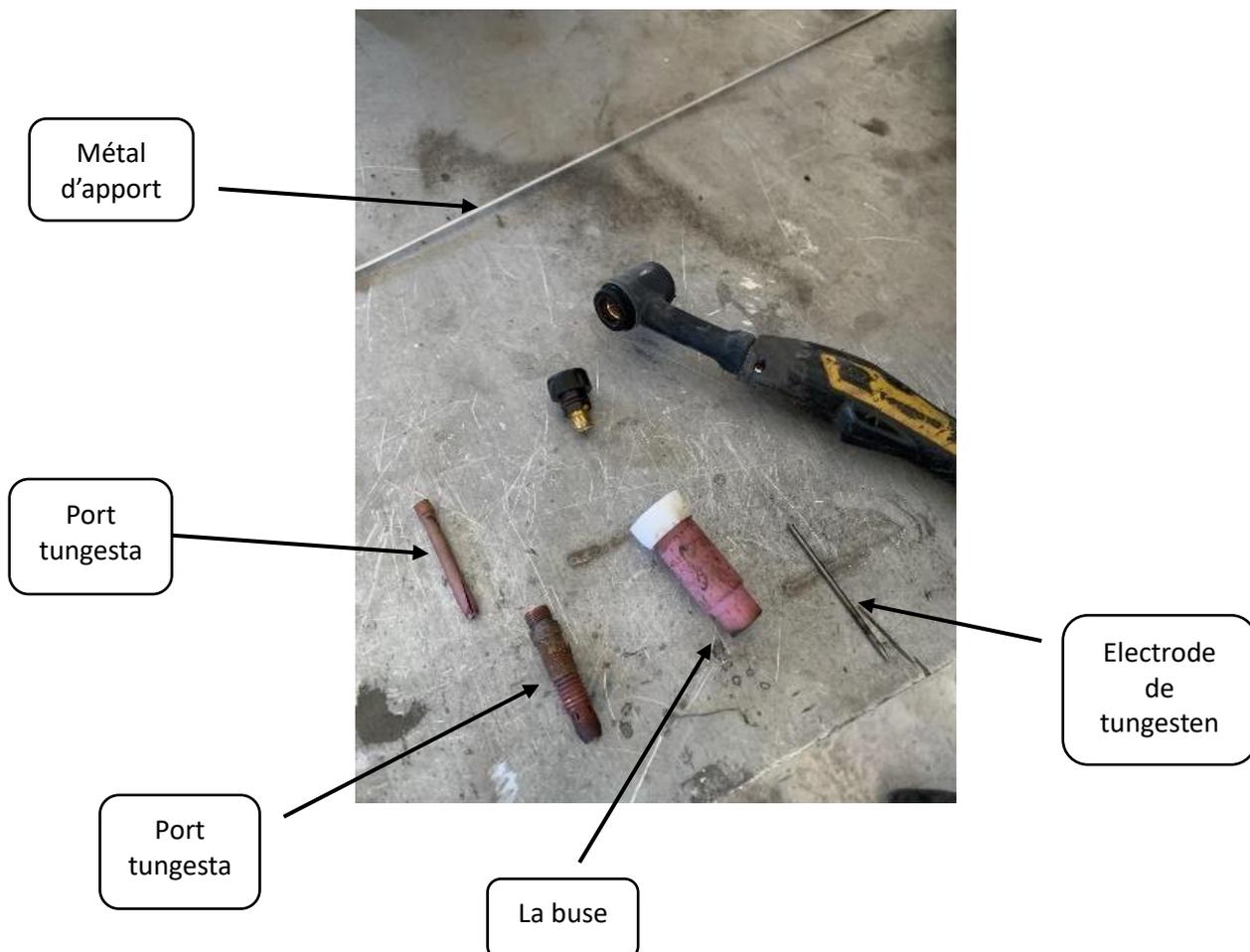


Figure IV.4 : Les éléments de TIG.

IV.6. Technologie de fabrication :

Mécano-soudé est une méthode d'assemblage de pièce métalliques les unes entre les autres en utilisant la technique de la soudure.

La mécano-soudé consiste en la récupération d'éléments préfabriqués ou bien en leur conception :

C'est une technique constituant de plus en plus une solution économique dans notre cas de fabrication de vis sans fin l'avantage de cette technique par rapport de la fabrication de type de pièce mécanique est un moindre coût avec une réalisation beaucoup plus rapide et de qualité de produit.

D'autant plus que le soudage comme technique d'assemblage, ne permet pas de démonter les pièces jointes entre elles ce que garantie ainsi la solidité particulièrement importante de la structure en question. La procédure de notre technique est très simple :

En premier lieu préparer les éléments constituant la vis sans fin (l'arbre, hélices, clapet...) L'assemblage de l'arbre avec les hélices se fait par la technique de soudage TIG. Pour des travaux de précision on va principalement recouvrir de ce type de soudage TIG.

IV.7. Les paramètres de soudage TIG :

Les principaux paramètres de soudage influents sur l'aspect du cordon de soudure sont les suivants :

- Dimension et nature du matériau à souder.
- Vitesse de soudage.
- Diamètre de l'électrode (tungstène).
- Affûtage des électrodes.
- Choix du métal d'apport (baguette).
- Choix et débit du gaz de protection.

Ce tableau exprime les paramètres qui en suivent dans notre soudage de vis :

Métal de base	Choix du courant	Diamètre de tungstène	Choix du métal d'apport	Choix et débit du gaz de protection
MB1 : acier MB2 : inox	I = 100 A	2 mm	Baguette inox	Argon 9 Bar

Tableau IV.3 : Les principaux paramètres de soudage



Figure IV.5 : quelque paramètre.

IV.8. Caractérisation des joints soudage de vis sans fin :

Pour voir les joints soudage de notre vis sans fin nous utilisons des machines spécifiques à science des matériaux tels que Microscope optique et Duromètre.

IV.8.1. Les étapes de préparation des échantillons :

Pour mesurer la dureté et voire les déférents transformations sous microscope ; il faut préparer les échantillons tels que la surface est plane et a l'état miroir poursuivre les étapes suivantes :

- 1) Découpage trois échantillons :



Figure IV.6 : Découpe les échantillons.

2) Enrobage à chaud :



Figure IV.7 : Enrober les échantillons.

3) Polissage :



Figure IV.8 : Polissage de l'échantillon.

4) Attaque chimique :



Figure IV.9: Attaque l'échantillon par Nital.

IV.8.2. Utilisation du microscope optique :

On fait la micrographie pour l'échantillon [A] qui avait la coupe transversale :

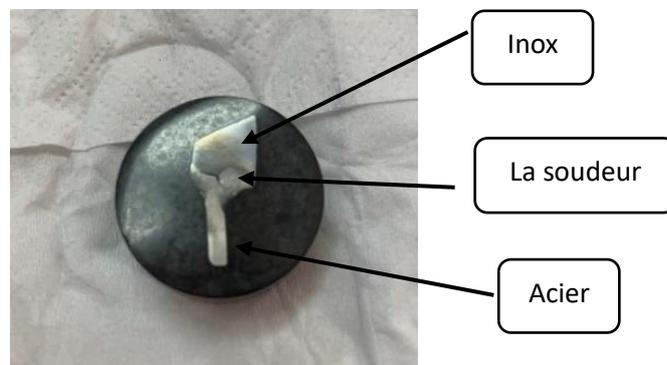


Figure IV.10 : échantillon en coupe transversale.

La structure typique de soudage sous microscope :

MB1 : Acier , **MB2** : Inox , **ZF** : Zone fondue , **ZAT** : Zone affectée thermiquement ,
ZL :Zone de liaison .

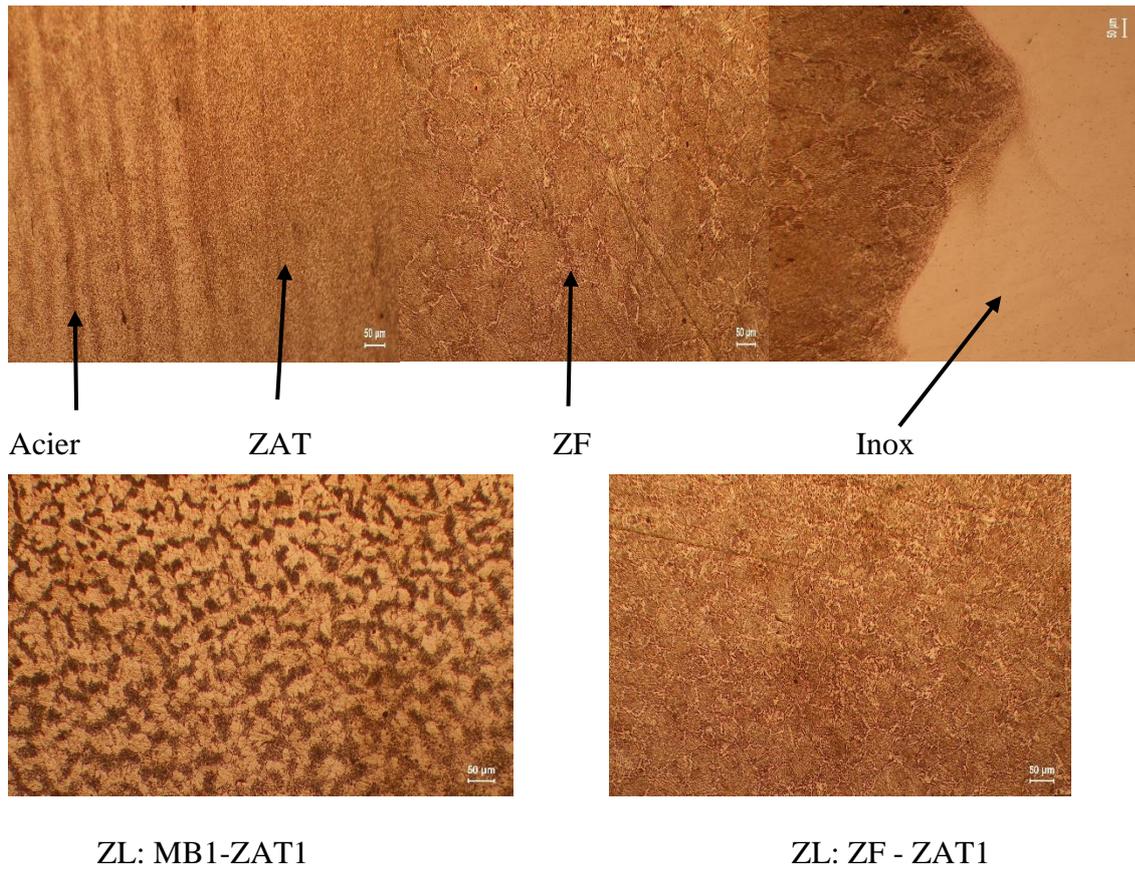


Figure IV.11: différent phase de l'échantillon A (échelle 50µm).

On fait la micrographie pour l'échantillon [B] qui avait la coupe longitudinale :

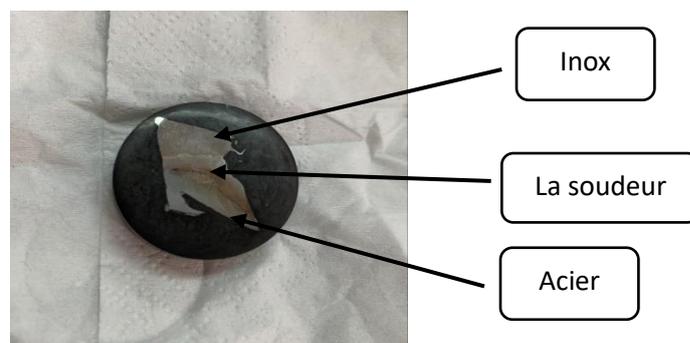


Figure IV.12 : échantillon en coupe longitudinale.

La figure qui correspondant la micrographie d'échantillon [B] :

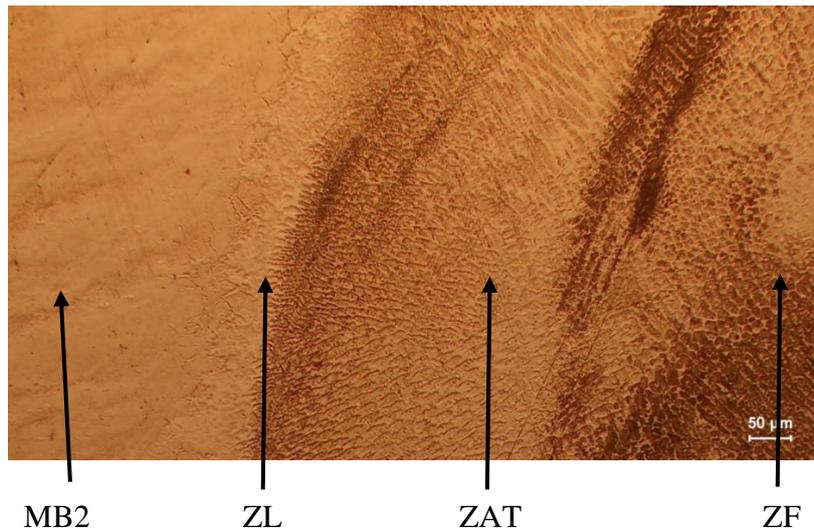


Figure IV.13: différent phase de l'échantillon B.

IV.8.3. Utilisation du duromètre :

On fait la mesure de la dureté et micro dureté de plusieurs points d'échantillon [C].



Figure IV.14 : échantillon [C].

1) Mesure de dureté :

Pour métal de base 1 Acier 42CD4 :

Nous appliquons une charge de 10 KG et nous prenons deux points de métal de base 1 ; on trouve les résultats suivants :

Point 1 : 190 HV ; point 2 : 181 HV .



Figure IV.15 : Représente la dureté dans acier

Pour la zone fondue :

Point 4 : 422,1 HV ; point 5 : 418 HV .



Figure IV.16 : Représente la dureté dans la zone fondue.

Pour métal de base 2 Inox :

Point 5 : 169,6 HV ; point 6 : 179,7 HV .



Figure IV.17 : Représente la dureté dans Inox.

2) Mesure la micro-dureté :

Nous appliquons une charge de **300 g** et nous prenons sept points de métal de base **1** vers métal de base **2** ; on trouve les résultats suivants :



Figure IV.18 : Représente la dureté dans l'échantillon.

1) MB1 : 166,85 HV , 2) MB1-ZAT : 214,27 HV , 3) ZAT : 225,72 HV.

5) MB1-ZL : 257,70 HV , 5) ZF : 441,71 HV , 6) ZAT-MB2 : 386,44 HV.

7) MB2 : 191,38 HV .

IV.9. Interprétation :

Nous remarquons après des données précédentes que la dureté de l'acier est faible par rapport à la zone fondue, cela est dû à l'absence de traitement thermique de l'acier.

Après les études pratiques de la dureté et de la micro-dureté sur la résistance du soudage, nous remarquons que le soudage est bien fait à cause il n'a pas des défauts a l'interface.

IV.10. Conclusion :

L'étude de la micrographie et la dureté effectuée sur les échantillons A, B, C particulièrement la soudure nous a conduit à obtenir des résultats assez suffisants, donc pour avoir un bon assemblage entre les hélices et l'axe de la vis il faut respecter les paramètres de soudage et homogénéité des matériaux.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les industriels recentrent plusieurs problèmes lors de la fabrication des pièces mécaniques de la machine d'injection liées en premier lieu à la géométrie complexe de ces éléments et à leurs qualités.

La vis est un élément d'une extrême importance dans le groupe de plastification durant le cycle de production des pièces plastiques.

Les démarches de cette étude s'est articulée autour de trois axes principaux : Premièrement, une étude bibliographique sur l'injection plastique en générale et particulier sur les composantes de la machine injection plastique.

Deuxièmement une étude approfondie sur tous qui concerne les types des vises sans fin et leur application dans les différents types de machines d'injection et enfin, nous avons proposés une technique de fabrication d'un vise sans fin standard. Cette technique est base sur l'usinage et le soudage c'est ce que on appel mécano-soudé.

Les résultats obtenus montrent l'efficacité de cette technologie : les valeurs de la micro dureté, et micrographie de la zone d'assemblage et la simplicité de réalisation.

La gamme d'usinage et sa réalisation nous a montré la procédure de fabrication des éléments : (L'axe ; clapet ; les hélices) dans la pratique.

Notre étude nous a permis d'établir une documentation détails sur toutes les étapes de fabrication. et en finalité nous pouvons citer les recommandations suivantes :(choisir un métal d'apport proche a les matériaux qui souder, respecter les paramètres de soudage, faire un traitement thermique pour la dureté de la pièce, lorsque vous faite le processus de polissage, la surface doit être à l'état miroir afin de faciliter la visibilité dans le dispositif de dureté et micro-dureté.

Ce projet nous a permis de nous familiariser avec un domaine jusqu'à lors inconnue, il a nécessité beaucoup de recherches bibliographiques. Nous retiendrons de ceci la difficulté de collecter des données fiables concernant la géométrie des vis et leurs différentes caractéristiques, sa peut s'expliquer par la sensibilité du domaine traité, qui est souvent soumis au secret industriel.

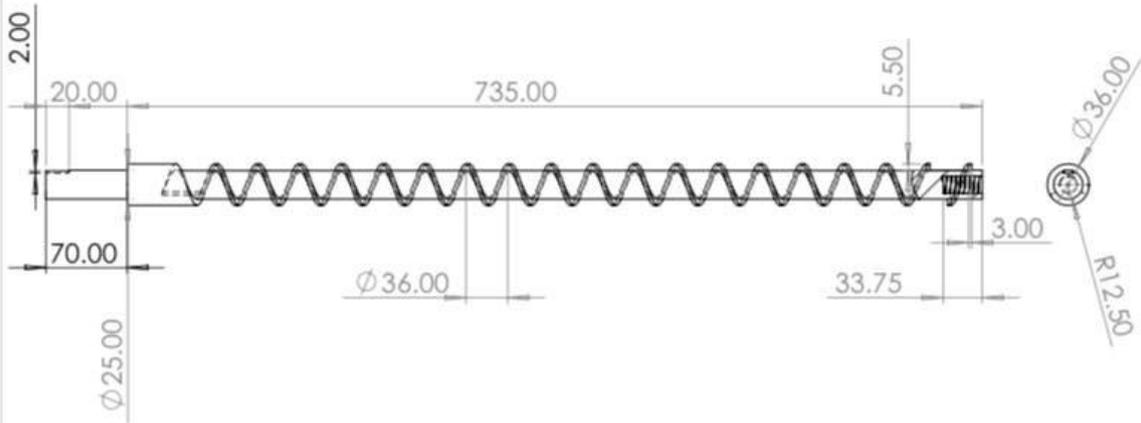
Liste bibliographique

- [1]. <https://prototechasia.com/injection-thermoplastique/histoire-injection-thermoplastique>.
- [2]. www.infineo-economicirculaire.com, le moulage par injection MAJ 2018 pdf. www.infineo-economicirculaire.com.
- [3] https://www.univ-usto.dz/images/coursenligne/pmocn_had.pdf de H Azzeddine - 2018.
- [4]. Gassou Mostafa et Rahmani Ahmed, «Étude de la qualité des pièces fabriquées en moulage par injection», mémoire master professionnel, département de mécanique, UKM Ouargla, 2013.
- [5]. Modélisation et simulation en mécanique. Université m'hamed bougara boumerdes faculté des sciences de l'ingénieur département : génie mécanique Thème Etude et réalisation d'une machine outil à commande numérique (fraiseuse 3 axes) Mr. MAHDJoubi ABDELFTTAH.
- [6]. cours hadjou matièreaux non métallique.
- [7] HEDDAR Djamel Eddine, « ETUDE ET CONCEPTION A L'AIDE DE L'OUTIL CAO D'UN MOULE A INJECTION PLASTIQUE » mémoire de magister, département de mécanique, université de Biskra, 2014.
- [8] E. Mathey, « Optimisation numérique du refroidissement des moules d'injection de thermoplastiques basée sur la simulation des transferts thermiques par la méthode des éléments frontières », Thèse de doctorat, l'Université Toulouse III, 2004.
- [9] Gonei Kasmir. Développement d'un outil de design pour les buses thermique des moules a canaux chauds, Thèse de doctorat, Ecole polytechniques de montréal canada, 1999.
- [10] HAMMAMI.T et LOUATI. Cours de PMF des Matières plastiques.
- [11] Jean-François Pichon / Christophe Guichou Aide-mémoire INJECTION DES MATIÈRES PLASTIQUES, 4 édition, Dunod, Paris, 2001, 2005, 2011, 2015.
- [12]. JM MAUCOTEL, conception et dessin des outillages d'injection.
- [13]. https://fr.groche.com/clapets_anti-retour.html .
- [14]. R.Nunn, « The reciprocating screws process », injection Molding Handbook, 1986.
- [15] Thomas MUNCH technique d'ingénieur 10 janvier 2009.
- [16]. C. Rauwendaal, "Polymer extrusion", Munich, Hanser, 4th edition, 2001.
- [17]. C. Rauwendaal, "Extrudeur screw with barrier sections", Polymer Engineerin and Science, vol. 26, n° 18, p. 1245-1253, 1986.
- [18]. C.P.J.M. Verbraak, H.E.H. Meijer, "Screw Design in Injection Moulding", Polymer Eng. & Sc., 29(7), page 479-487, 1989.
- [19]. <http://m.fr.custom-plastic-molding.com/info/what-are-the-important-parameters-of-the-screw-34788247.html>.
- [20]. Université de Mascara. (s.d.). Cours 1 pour 1er Année PMI FAB 1.
- [21]. <https://www.bs-decolletage.com/post/usinage-definition>.
- [22] . MEZRAG Bachir, « Étude de l'influence des paramètres de soudage sur la microstructure et le comportement mécanique des assemblages acier-aluminium obtenus par soudage à l'arc MIG-CMT. Matériaux », Université de Montpellier; Université Abou Bekr BelKaid-Tlemcen, 2015.

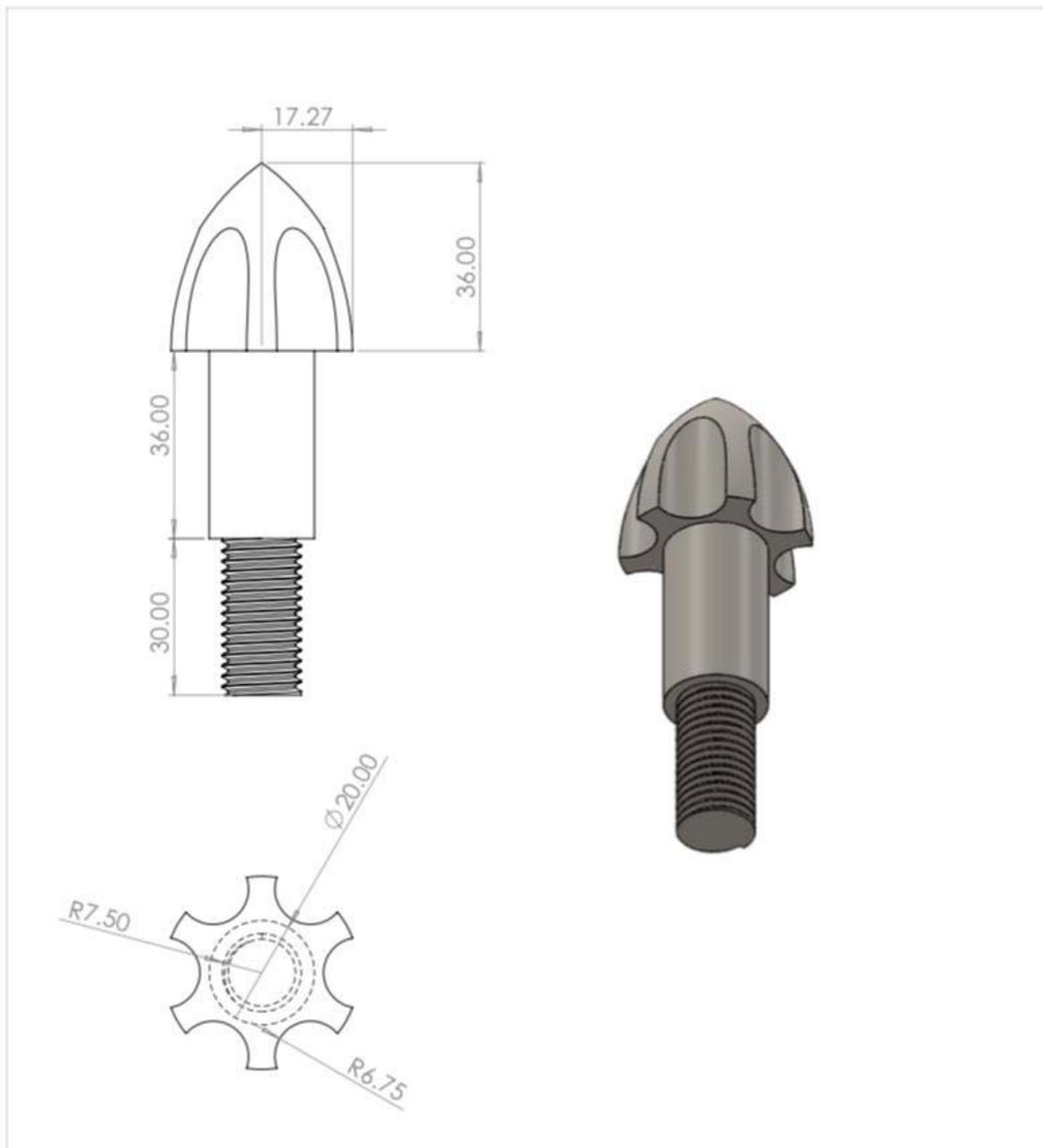
[23].<https://www.etudier.com/dissertations/Proc%C3%A9d%C3%A9SoudageTig/81433.html>. Consulté le 10-06-2020

[24]. FRIJA Mounir. « Assemblage Thermique par SOUDAGE ». Tunisie, 151p.

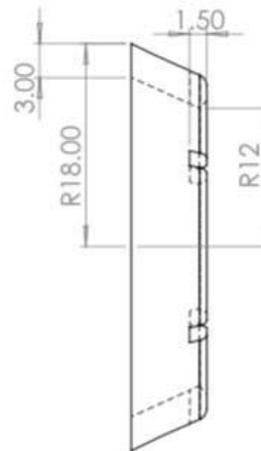
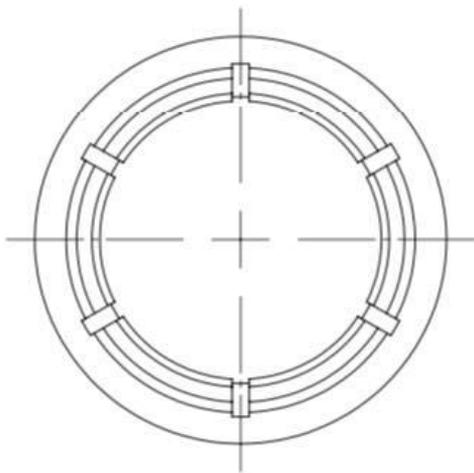
Annexes



UNIVERSITUE SAAD DAHEL B BLIDA 1		M2 FMP
Echelle 1:5	vis de plastification	MAI 2024
		acier nituré
SELMANI & BOUGUELMANI		Piècece N°1



UNIVERSITUE SAAD DAHEL B BLIDA 1	M2 FMP
Echelle 1:1	MAI 2024
	acier nitruré
SELMANI & BOUGUELMANI	Pièce N°4



UNIVERSITUE SAAD DAHEL B BLIDA 1

M2 FMP

Echelle 2:1

MAI 2024

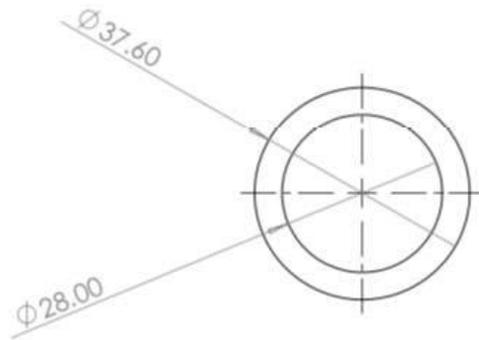
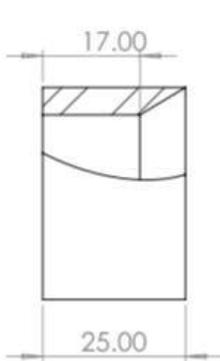
Siège

acier nitruré



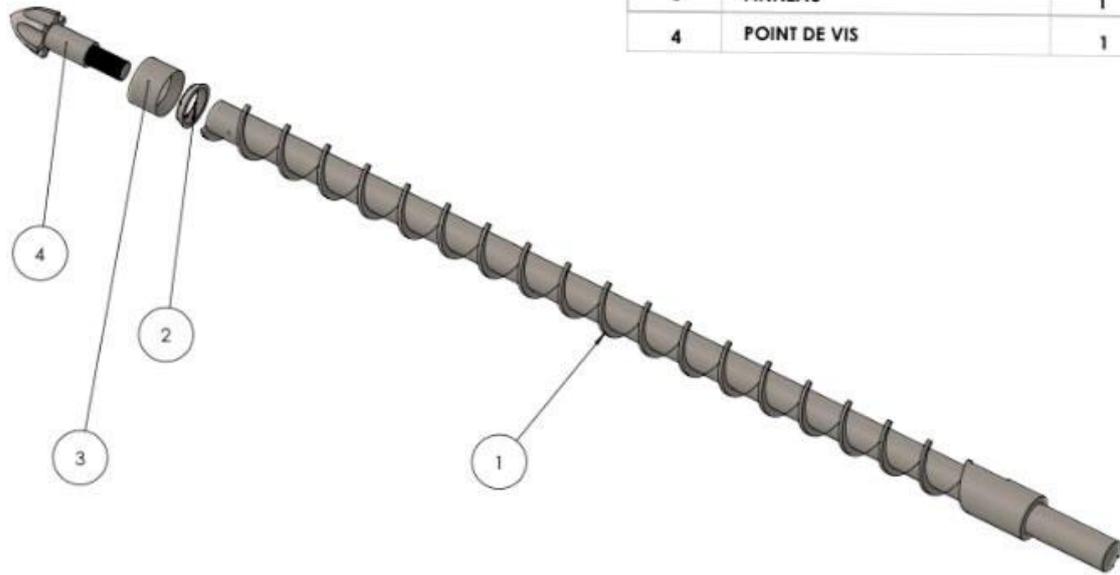
SELMANI & BOUGUELMANI

Pièce N°4



UNIVERSITUE SAAD DAHEL B BLIDA 1		M2 FMP
Echelle 1:1	ANNEAU	MAI 2024
		acier nituré
SELMANI & BOUGUELMANI		Pièce N°3

NO. ARTICLE	DESCRIPTION	QTE
1	VIS	1
2	SIÈGE	1
3	ANNEAU	1
4	POINT DE VIS	1



UNIVERSITUE SAAD DAHEL B BLIDA 1

M2 FMP

Echelle 1:5

MAI 2024

vis de plastification

acier nitruré



SELMANI & BOUGUELMANI

Pièce N°1