

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب

Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib

Faculté des sciences et de la technologie

Département d'Electrotechnique



Projet de Fin d'Etudes

Dans le cadre de l'arrêté ministériel 1275

« Un diplôme, une startup / micro entreprise ou brevet d'invention »

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Electrotechnique

Spécialité : Commandes Electriques

CONCEPTION D'UNE MACHINE EXTRUDEUSE

Présenté Par :

1/ REZOUG Abdallah	M2	Département Electrotechnique
2/ SAID MEDJAHED Mourad	M2	Département Electrotechnique
3/ SALLAT Nadjib Mansour	M2	Département Electrotechnique

Devant le jury composé de :

Dr MENDAZ Kheira	MCA	U.AinTémouchent	Président
Mr AYACHE Zouaoui	MAA	U.AinTémouchent	Examineur
Dr BENAZZA Baghdadi	MCB	U.AinTémouchent	Encadrant (e)
Dr BEMMOUSSAT Chemseddine	MCB	U.AinTémouchent	Représentant de l'incubateur
Dr BELGHARES Nadir	Ing.pr	Direction Energie et Mines	Partenaire socioéconomique

Année Universitaire 2022/2023

REMERCIEMENT

En préambule à ce mémoire nous remercions **ALLAH** le tout puissant qui nous aidé et nous a donné la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Nos remerciements vont tout d'abord aux membres du jury pour avoir accepté de juger ce modeste travail avec conscience et impartialité.

Nous tenons ainsi à remercier **DR.BENAZZA BAGHDADI** en tant qu'encadreur de mémoire, pour sa patience, son support, et ses judicieux conseils.

Nos remerciements à notre chef de département **MR. AISSOU**.

Nos sincères remerciements et nos gratitudes vont aussi à **MR. BENMOUS-SAT** pour ses conseils et son soutien.

Nous souhaitons particulièrement remercier tous **nos enseignants et professeurs** durant notre cursus.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce modeste travail

MERCI !

DEDICACE

Avant tout on remercie **ALLAH** le tout puissant, le Miséricordieux pour m'avoir donné la santé et la force de réaliser ce travail.

Je dédie ce modeste travail

A la mémoire de mon cher père rahimaho allah

A ma très chère mère

A mes frères et sœurs

A ma femme qui m'a soutenu pour poursuivre mes études

A mes chères enfants

A mes collègues durant mes années d'études

Une dédicace spéciale à mes trinômes : **NADJIB et MOURAD**

A toute la promotion commande électrique MASTER 2.

A tous, merci ...

REZOUG ABDALLAH

DEDICACE

Avant tout on remercie **ALLAH** le tout puissant, le Miséricordieux pour m'avoir donné la santé et la force de réaliser ce travail.

A mon père Cheikh

Les mots me manquent pour exprimer mes sentiments, vous nous avez fait confiance, vous avez cru en nous et vous n'avez jamais hésité à faire des sacrifices pour nous.

Merci à vous Qu'**ALLAH** puisse vous apporter de la santé, bonheur, prospérité et longévité.

A ma mère NACERA

Votre prière et votre bénédiction m'a été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour les sacrifices que vous n'avez cessé de me donner depuis ma naissance.

Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour .puisse **DIEU**, le tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.

A mon très cher frère : **AMINE**.

A mes très chères sœurs **FATIMA, CHAHRA , HADJER ET KHADIDJA**.

Je remercie ainsi mon trinôme **REZOUG ABDALLAH ET SALLAT NAD-JIB MANSOUR** c'est grâce à vous j'ai pu réaliser ce modeste travail.

Avec tous mes respects:

SAID MEDJAHED MOURAD

DEDICACE

Avant tout, je remercie le Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonté pour réaliser ce modeste travail ; que je dédie :

A ceux que j'aime jusqu'à la frontière de l'imagination ;

Sans eux je n'aurai pas abouti à ce stade d'étude ;

A plus chère ma merveilleuse Mère Nadia

Pour son grand amour et sa coopération durant ma vie

Et a qui je tiens à offrir mon succès A qui je n'aurai pas pu Être ici sans son soutien Et son encouragement et son Sacrifice

Mon père ABBES

A mon frère et ma sœur pour leur amour qui nous m'ont toujours accompagné

Je remercie ainsi mon trinôme **REZOUG et MOURAD.**

A ma grande famille, A tous mes amis qui ont cru en moi et m'ont soutenu dans les moments difficiles, merci de vous avoir toujours à mes cotés

SALLAT NADJIB

Table des matières

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction générale 1

Chapitre I : Généralités sur le procédé de l'extrusion

1. Introduction2

2. Les Filières d'extrusion2

2.1. Filière pour extrusion de plastique2

2.2. Filières pour extrusion de caoutchouc2

2.3. Filières pour extrusion de papier2

2.4. Filières pour extrusion de céramique2

2.5. Filières pour extrusion de métaux2

2.6. Filières pour extrusion de nourriture3

3. Les avantages de l'extrusion3

4. Composition d'une ligne d'extrusion3

4.1. Trémie3

4.2. Extrudeuse3

4.3. Tête d'extrusion3

4.4. Refroidisseur3

4.5. Système de traction4

4.6. Système de coupe4

4.7. Système de contrôle4

5. L'extrusion de plastique4

5.1. Les Type de plastique5

5.1.1. LDPE (polyéthylène basse densité)5

5.1.2. Polypropylène (PP)5

5.1.3. Polystyrène (PS)5

5.1.4. Chlorure de polyvinyle (PVC)5

5.1.5. Acrylonitrile butadiène styrène (ABS)5

5.1.6. Polycarbonate (PC)5

5.1.7. Nylon5

5.1.8. Polyéthylène téréphtalate (Polyéthylène téréphtalate, PET ou PETE)5

5.1.9. Acétal ou Polyoxyméthylène (Acétal POM)5

5.1.10. Acrylique(PM)5

5.1.11. Le PEHD (Polyéthylène Haute Densité)6

5.2. Symboles de recyclage du plastique6

5.2.1. Le recyclage mécanique6

5.2.2. Le recyclage chimique (dont le recyclage par pyrolyse est une des

technologies)6

5.3. Produits fabriqués à l'aide de l'extrusion plastique7

5.3.1. Quelques exemples des produits fabriqués7

5.4. Étapes du processus d'extrusion plastique7

5.4.1. Alimentation de la matière première	8
5.4.2. Fusion	8
5.4.3. Moulage	8
5.4.4. Refroidissement	8
5.4.5. Découpe	8
5.4.6. Finition	8
6. Techniques de l'extrusion plastique	8
6.1. L'extrusion de profilés	9
6.2. L'extrusion-soufflage	9
6.2.1. Les 5 étapes de l'extrusion soufflage	9
6.2.2. La pièce est également prête pour d'autres opérations de finition	9
6.3. L'extrusion-gonflage	9
6.4. Extrusion-gainage	9
6.5. Extrusion-formage	10
6.6. Extrusion-calandrage	10
6.7. Extrusion en filière plate	10
6.8. Filage	10
6.9. L'extrusion-plaques	10
6.10. L'extrusion coextrusion	11
7. Les avantages de l'extrusion de plastique	11
8. Conclusion	11

Chapitre II : Principe de fonctionnement d'une d'extrudeuse

1. Introduction	12
2. Description de l'extrudeuse	12
3. Principe de fonctionnement d'une extrudeuse	12
3.1. Matières extrudées	13
3.2. Domaines d'application et techniques dérivées	13
3.3. Energie d'extrusion	14
3.4. Extrudeuse et leur (géométrie / construction)	15
3.4.1. Fonctionnement Extrudeuse mono vis	15
3.4.2. Principaux éléments des extrudeuses mono vis	16
3.4.3. Vis (géométrie, construction)	16
3.4.4. Zone fonctionnelle de la vis	17
3.4.5. Chauffage et régulation de la température	19
3.4.6. Construction de la tête	20
3.4.7. Types de têtes	20
3.4.8. Filières	21
3.5. L'extrudeuse multi-vis	21
3.5.1. Principe de fonctionnement bi vis	22
3.6. Le Moteur	24
3.7. Le fourreau	25
3.8. Construction des extrudeuses	25
3.8.1. Corps et chemise	25

3.8.2. Corps monobloc	25
3.9. Les critères de choix des extrudeuses	25
3.10. Extrudeuses spéciales	26
3.11. Les dispositifs complémentaires des vis	26
3.11.1. Dispositifs de dégazage	26
3.11.2. Les pompes à engrenage	26
3.11.3. Gestion de l'extrusion	26
3.12. Aide au diagnostic de panne	27
4. Conclusion	27

Chapitre III : Réalisation du prototype

1. Introduction	28
2. Réalisation du prototype	28
2.1. Partie mécanique	29
2.1.1. Dimensions de vis	29
2.1.2. Le fourreau	29
2.1.3. La trémie	30
2.2. Partie électrique	30
2.2.1. Disjoncteur différentiel	30
2.2.2. Le contacteur	31
2.2.3. Le relais thermiques	31
2.2.4. Les colliers chauffants	31
2.2.5. Le régulateur de température	32
2.2.6. Capteur de température	33
2.2.7. Le moteur asynchrone	33
2.2.8. Le couplage	34
2.2.9. Les boutons poussoirs	35
2.2.10. Les voyants lumineux de signalisation	35
2.2.11. Variateur de vitesse	35
3. Principe de fonctionnement de prototype	36
4. Conclusion	37
Conclusion générale	38

Bibliographie.

Annexe du BMC

Liste des figures

Figure 1 : schéma d'une ligne d'extrusion.

Figure 2 : la valorisation des déchets plastiques ménagers .

Figure 3 : schéma du processus d'extrusion plastique.

Figure 4 : Schéma Principe de fonctionnement d'une extrudeuse.

Figure 5 : Consommation des ressources et émissions dans l'extrusion de profilés.

Figure 6 : Fonctionnement Extrudeuse mono vis.

Figure 7 : Production (kg/h) en fonction du diamètre de la vis (mm).

Figure 8 : Zone fonctionnelle de la vis.

Figure 9 : Détail d'une zone.

Figure 10 : Évolution du débit en fonction de la vitesse de rotation de la vis.

Figure 11 : Évolution de la température en sortie de filière en fonction.

Figure 12 : La tête d'extrusion.

Figure 13 : schéma d'une filière.

Figure 14 : Extrudeuse deux vis.

Figure 15 : comparaison de débit entre des extrudeuses mono-vis et bi-vis.

Figure 16 : Puissance moteur (kW) en fonction du diamètre de la vis (mm).

Figure 17 : Régulation thermique du fourreau.

Figure 18 : machine extrudeuse de plastique.

Figure 19 : mono vis.

Figure 20 : tube galvanisé.

Figure 21 : La trémie.

Figure 22 : Disjoncteur différentiel.

Figure 23 : Le contacteur.

Figure 24 : Le relais thermiques.

Figure 25 : Collier chauffant.

Figure 26 : Le régulateur de température.

Figure 27 : le schéma de câblage.

Figure 28 : température thermocouple type k.

Figure 29 : la plaque signalétique de moteur.

Figure 30 : le couplage étoile.

Figure 31 : boutons poussoirs.

Figure 32 : armoire électrique.

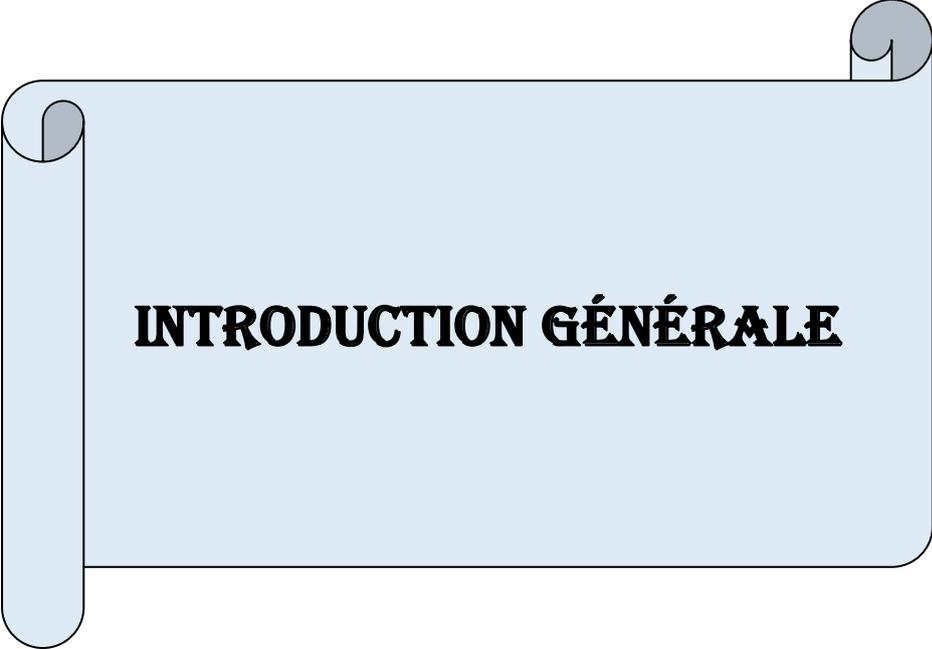
Figure 33 : variateur de tension.

Figure 34 : circuit de puissance et circuit de commande de notre prototype.

Liste des tableaux

Tableau 1 : avantages et inconvénients de l'extrusion mono vis.

Tableau 2: Avantages et inconvénients de l'extrusion Bi-vis.



INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

La demande croissante de la vie moderne a incité les chercheurs à constamment améliorer les procédés de l'extrusion afin de mieux répondre aux exigences du marché industriel, en particulier en ce qui concerne la qualité des produits finis. L'une des solutions pour améliorer cette qualité réside dans la compréhension et le contrôle du comportement des fluides en mouvement pendant le processus de mise en forme. [32]

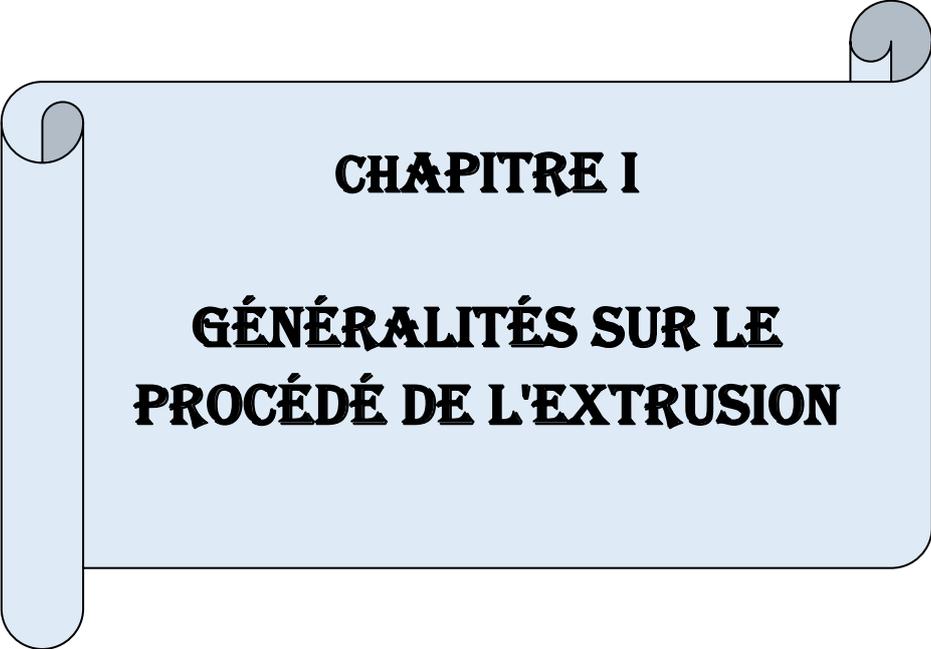
L'écoulement des polymères fluides à travers des formes complexes est un phénomène bien connu dans divers domaines tels que l'industrie pétrolière, la fabrication et l'agroalimentaire. Les variations de géométrie ont un impact significatif sur les propriétés physiques et dynamiques des fluides. Les conduites cylindriques d'extrudeuse jouent un rôle essentiel dans les procédés de mise en forme des matières plastiques, en particulier dans les procédés d'extrusion, qui sont utilisés pour la fabrication de la plupart des produits plastiques que nous utilisons au quotidien. [32]

Dans Le cadre de ce mémoire au première chapitre, l'extrusion est un procédé fondamental dans la mise en forme des thermoplastiques, en particulier des polymères fondus dans plusieurs filières. L'extrusion de plastique est un procédé polyvalent et efficace utilisé dans l'industrie pour fabriquer une variété de produits en plastique. Ce processus implique l'utilisation de filières d'extrusion spéciales qui permettent de donner au matériau plastique la forme désirée. Les avantages de l'extrusion sont nombreux et divers. Les produits fabriqués grâce à l'extrusion de plastique trouvant leur utilisation dans des secteurs variés. Les différents types de plastiques peuvent être utilisés dans l'extrusion, offrant ainsi une grande diversité de produits finaux. Le processus d'extrusion plastique comprend plusieurs étapes clés où différentes techniques d'extrusion sont utilisées en fonction des besoins spécifiques du produit.

Dans le deuxième chapitre, nous examinerons en détail le principe de fonctionnement des extrudeuses, en nous intéressant notamment aux différences entre les extrudeuses à vis simple et à vis double. Nous aborderons également les composants clés de l'extrudeuse, tels que le moteur et le régulateur de température, et leur rôle dans le processus de transformation des matières plastiques régénérées. En comprenant mieux ces technologies, nous pourrions mieux appréhender les avantages et les limites de chaque type d'extrudeuse, et ainsi fournir des informations précieuses pour les professionnels de l'industrie du recyclage et de la fabrication de produits en plastique.

Dans le troisième chapitre, nous nous concentrons sur la conception et la réalisation d'un prototype d'extrudeuse, une machine clé dans la fabrication de produits à base de matières plastiques recyclées. Notre objectif est de mettre au point un dispositif performant et efficace, capable de transformer les matières plastiques régénérées en produits de haute qualité. Pour y parvenir, nous avons identifié et étudié les composants essentiels d'une extrudeuse, tels que le moteur, le régulateur de température et d'autres éléments de contrôle. Nous avons réalisé plusieurs essais et itérations du prototype, afin d'optimiser ses performances et de garantir la réussite de notre démarche. Les résultats obtenus sont prometteurs et témoignent du potentiel de notre prototype d'extrudeuse dans le processus de recyclage des matières plastiques.

Enfin, nous terminerons notre travail par une conclusion générale et des Perspectives possibles donnant suite à ces travaux.



CHAPITRE I

**GÉNÉRALITÉS SUR LE
PROCÉDÉ DE L'EXTRUSION**

1. Introduction :

L'extrusion est un processus de fabrication mécanique qui utilise la pression pour comprimer les matériaux dans une forme spécifique. L'extrusion peut être à chaud ou à froid et peut être associée à des réactions chimiques ou enzymatiques. Ce cas est appelé extrusion réactive. Une forme allongée avec une section transversale plate ou creuse est formée. De nombreux matériaux peuvent être extrudés, notamment les métaux, les plastiques, les caoutchoucs, les céramiques, les fibres textiles et la pâte à papier. [1]

Dans la plupart des cas, l'extrusion signifie la transformation de matériaux appropriés. Thermoplastiques en produits continus de section spécifique, Généralement constante. Cette rubrique spéciale le matériau est passée à travers une matrice, qui est un outil de formage continu. Le processus technologique est basé sur des matériaux en vrac présentables Différentes formes (poudre, flocons, granulés, pâte). Traînées ou débris collants et irréguliers). Il doit permettre d'atteindre une masse visqueuse homogène qui peut s'écouler à un débit constant Sous l'action de la pression motrice, il traverse le moule après le transport, le mélange, le pompage. Cela se fait dans une seule machine appelée extrudeuse. [2]

2. Les Filières d'extrusion :

Il existe plusieurs filières d'extrusion pour différentes applications et matériaux.

2.1. Filière pour extrusion de plastique :

Les filières d'extrusion en plastique sont utilisées pour produire des tuyaux, des profilés, des feuilles et d'autres formes en plastique. Les moules peuvent être conçus pour une variété de polymères, notamment le PVC, le PE, le PP et le PS. [3]

2.2. Filières pour extrusion de caoutchouc :

Les filières pour extrusion de caoutchouc sont utilisées pour produire des joints d'étanchéité, des tuyaux et d'autres produits en caoutchouc. Les filières peuvent être conçues pour travailler avec une large gamme de matériaux, y compris la silicone, le néoprène et le polyuréthane. [3]

2.3. Filières pour extrusion de papier :

L'extrusion du papier est un processus de fabrication qui utilise la technologie d'extrusion pour produire du papier. Le papier est généralement fabriqué à partir de fibres de bois ou d'autres matières premières naturelles mélangées à de l'eau pour former une pâte, qui est roulée en feuilles et séchée pour fabriquer du papier. [3]

2.4. Filières pour extrusion de céramique :

L'extrusion de céramique est un processus de fabrication utilisé pour produire des pièces en céramique complexes et régulières en poussant la pâte de céramique à travers une filière. Cela permet d'obtenir des composants avec une précision dimensionnelle élevée et diverses propriétés céramiques finales. [3]

2.5. Filières pour extrusion de métaux :

Les filières pour extrusion de métaux sont utilisées pour produire des barres, des tubes et d'autres produits métalliques. Les matrices peuvent être conçues pour une variété de métaux, y compris l'aluminium, le cuivre et l'acier. [3]

2.6. Filières pour extrusion de nourriture :

Les filières d'extrusion alimentaire sont utilisées dans la production d'aliments pour animaux de compagnie, de céréales pour petit-déjeuner et d'autres aliments. Les moules peuvent être conçus pour une variété d'ingrédients, y compris les céréales, le soja et les protéines. [3]

3. Les avantages de l'extrusion :

- Production continue : L'extrusion permet la production continue de pièces, ce qui est plus rapide et plus efficace que les méthodes de production de masse. [4]

- Haute précision : les outils d'extrusion sont très précis, ce qui permet de produire des pièces de haute qualité et aux dimensions précises. [4]

- Plusieurs matériaux : L'extrusion peut être utilisée pour plusieurs matériaux tels que le métal, le plastique, le caoutchouc, etc. [4]

- Économique : L'extrusion est un procédé économique car il permet la production en série de pièces à faible coût. [4]

- Possibilité de créer des formes complexes : L'extrusion permet la création de formes complexes et de profils personnalisés qui seraient difficiles à réaliser avec d'autres méthodes de fabrication. [4]

- Réduction des déchets : l'extrusion permet de produire des pièces avec un minimum de déchets lorsque le matériau est poussé à travers la matrice, ce qui réduit les déchets de matériau. [4]

4. Composition d'une ligne d'extrusion :

Les lignes d'extrusion (**figure 01**) se composent généralement de la façon suivante [5] :

4.1. Trémie :

La trémie est un réservoir qui stocke les matières premières, telles que les granulés de plastique, avant leur introduction dans l'extrudeuse.

4.2. Extrudeuse :

L'extrudeuse est le cœur de la ligne d'extrusion. C'est ici que les matières premières sont chauffées et fondues, puis poussées à travers une filière pour former une forme continue. Une extrudeuse se compose de plusieurs éléments, notamment une trémie d'alimentation, un fourreau chauffant, une vis sans fin et une filière.

4.3. Tête d'extrusion :

La tête d'extrusion est l'élément qui forme la forme finale du produit extrudé. La tête d'extrusion peut prendre différentes formes en fonction de la forme et de la taille du produit extrudé.

4.4. Refroidisseur :

Le refroidisseur est utilisé pour refroidir le produit extrudé après qu'il a quitté la tête d'extrusion. Le refroidissement peut être effectué par air ou par eau.

4.5. Système de traction :

Le système de traction est utilisé pour tirer le produit extrudé de l'extrudeuse à travers la ligne d'extrusion. Le système de traction peut utiliser des rouleaux, des chaînes ou des courroies pour tirer le produit extrudé.

4.6. Système de coupe :

Le système de coupe est utilisé pour couper le produit extrudé à la longueur souhaitée. L'extrudât peut être découpé à la longueur désirée à l'aide d'une scie ou d'un couteau, ou il peut être enroulé sur une bobine pour un stockage ultérieur.

4.7. Système de contrôle :

Le système de contrôle est utilisé pour surveiller et réguler les paramètres de la ligne d'extrusion, tels que la température, la vitesse de la vis sans fin et la pression de l'extrudeuse.

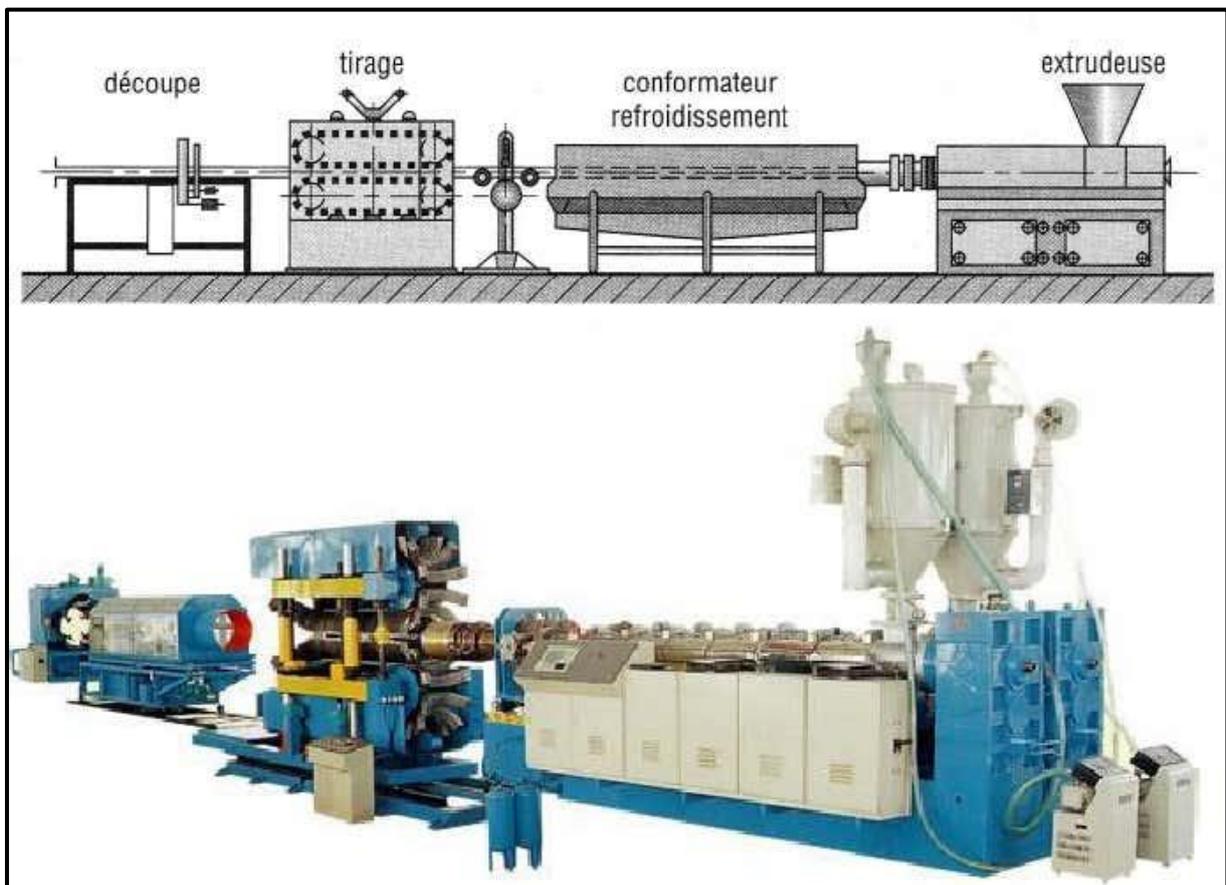


Figure 01 : schéma d'une ligne d'extrusion [5].

5. L'extrusion de plastique :

L'extrusion de plastique est un procédé industriel thermomécanique de transformation continue. En fait, il peut transformer des matières premières, telles que le plastique, en produits à profil long ou plat à l'aide d'une extrudeuse de plastique. Par conséquent, grâce à ce processus, nous pouvons obtenir des tuyaux en PVC, des tuyaux, des rideaux en plastique, des sacs alimentaires, des pellicules plastiques, etc. Cette transition se produit sous pression grâce à une régulation proportionnelle de la température. [6]

5.1. Les Type de plastique :

Le plastique est divisé en plusieurs types différents qui diffèrent par leurs propriétés et ont leurs propres noms. [7]

5.1.1. LDPE (polyéthylène basse densité) :

Utilisé pour les sacs en plastique, les enveloppes et les films d'emballage. Il peut être recyclé en tuyaux d'irrigation, sacs à ordures et produits de nettoyage. [7]

5.1.2. Polypropylène (PP) :

Un polymère thermoplastique couramment utilisé dans les emballages, les pièces automobiles et les appareils électroménagers. [7]

5.1.3. Polystyrène (PS) :

Un polymère thermoplastique utilisé dans les emballages, l'isolation et les ustensiles jetables. [7]

5.1.4. Chlorure de polyvinyle (PVC) :

Un polymère thermoplastique couramment utilisé dans la construction, l'isolation des câbles électriques et les applications médicales. [7]

5.1.5. Acrylonitrile butadiène styrène (ABS) :

Un polymère thermoplastique utilisé dans les pièces automobiles, les jouets et les appareils électroménagers. [7]

5.1.6. Polycarbonate (PC) :

Un polymère thermoplastique utilisé dans l'électronique, les pièces automobiles et les lunettes. [7]

5.1.7. Nylon :

Un polymère thermoplastique utilisé dans les textiles, les pièces automobiles et l'ingénierie mécanique. [7]

5.1.8. Polyéthylène téréphtalate (Polyéthylène téréphtalate, PET ou PETE) :

Plus de polyéthylène téréphtalate est produit dans le monde que tout autre type de plastique. Il est translucide et solide et est appelé polyester lorsqu'il est utilisé dans le textile. [7]

5.1.9. Acétal ou Polyoxyméthylène (Acétal POM) :

L'acétal est un plastique à haute résistance à la traction avec des propriétés antifriction et connu pour sa résistance à la chaleur, à la corrosion, aux composants chimiques et à l'eau. [7]

5.1.10. Acrylique (PM) :

L'acrylique est surtout connu pour son utilisation dans la fabrication de dispositifs optiques. Il est hautement transparent, résistant aux rayures et à l'abrasion, aux balles et aux UV et moins susceptible d'endommager les tissus délicats tels que la peau ou les yeux en cas de bris. [7]

5.1.11. Le PEHD (Polyéthylène Haute Densité) :

Le PEHD est un polymère thermoplastique fabriqué à partir de monomères d'éthylène. Il se caractérise par une haute densité et une grande résistance aux chocs, à la traction et à la perforation. Le PEHD est couramment utilisé dans la fabrication de produits tels que des bouteilles, des récipients, des canalisations, des tuyaux, des sacs et des films plastiques. [7]

5.2. Symboles de recyclage du plastique :

Les symboles de recyclage de plastique sont des icônes utilisées pour identifier le type de plastique utilisé dans la fabrication d'un produit en plastique et pour indiquer si ce produit est recyclable ou non. Les symboles de recyclage de plastique ont été créés pour aider à la collecte et au traitement des déchets plastiques, en permettant aux consommateurs de comprendre comment ils peuvent disposer correctement des produits en plastique et en aidant les recycleurs à trier les différents types de plastique. Il existe sept symboles de recyclage de plastique standardisés (**figure 02**), numérotés de 1 à 7, qui identifient les différents types de plastique utilisés dans les produits et fournit des informations sur la façon dont il peut être recyclé. [8]

5.2.1. Le recyclage mécanique :

Il comprend plusieurs étapes, le tri du plastique, le broyage, le lavage, le séchage, le compound âge (mélange par fusion du plastique broyé et des additifs) et la granulation. Le recyclage mécanique conduit à la fabrication de matières premières secondaires qui peuvent être transformées en de nouveaux produits plastiques sans modifier de manière significative la structure chimique du matériau (**figure 02**). C'est la technique utilisée dans presque tous les recyclages de plastique aujourd'hui. La technologie nécessite un tri et une préparation poussés des déchets. [9]

5.2.2. Le recyclage chimique (dont le recyclage par pyrolyse est une des technologies) :

Il s'agit d'un processus qui modifie la structure des déchets plastiques en les convertissant en molécules plus courtes prêtes à être utilisées par la chimie ou la pétrochimie. En ce qui concerne le procédé par pyrolyse (**figure 02**). Le traitement à haute température des déchets plastiques permet de produire une huile riche en hydrocarbures le TACOIL. Cette huile, issue des déchets plastiques ainsi recyclés, peut alors être utilisée comme matière première pour fabriquer de nouveaux polymères, en substitution du naphta vierge provenant de pétrole brut. [9]

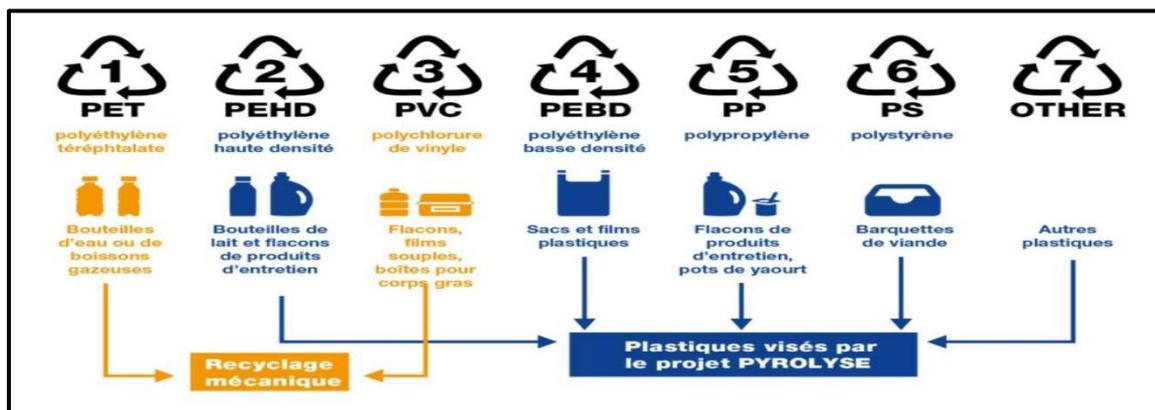


Figure 02: la valorisation des déchets plastiques ménagers [9].

5.3. Produits fabriqués à l'aide de l'extrusion plastique :

L'extrusion permet de produire en série une multitude d'objets de notre quotidien aux caractéristiques techniques bien spécifiques [10] :

- ✓ Objets de forme longue : canalisations, câbles électriques, tuyaux...
- ✓ Objets creux : flacons de lessive, bidons, réservoirs, bouteilles...
- ✓ Objets plats : films plastiques, sacs plastiques, emballages... [10]

5.3.1. Quelque exemples des produits fabriqués :

- Les Films plastiques pour emballages alimentaires, sacs plastiques, cabas, enveloppes et pochettes.
- Les Tubes en plastique pour cosmétiques, médicaments, produits chimiques et aliments.
- Les Profilés en plastique pour portes et fenêtres, brosses à dents, panneaux de signalisation, revêtements de sol et meubles.
- Les Feuilles en plastique pour panneaux de signalisation, panneaux, toits et murs.
- Les Câbles en plastique pour applications électriques et de communication.
- Les Profilés en plastique pour automobiles, avions et bateaux.
- Les Tuyaux en plastique pour systèmes d'irrigation, systèmes de drainage, conduites d'eau et conduites de gaz.
- Les Pièces en plastique pour machines, appareils électroménagers, jouets et articles de sport.
- Peut également produire des matières premières plastiques, telles que des granulés de plastique pour d'autres entreprises de l'industrie du plastique.

5.4. Étapes du processus d'extrusion plastique :

L'équipement de base de ce processus est l'extrudeuse, qui permet de traiter et de façonner le matériau (figure 03). La production suit plusieurs étapes : [10]

5.4.1. Alimentation de la matière première :

La matière première (généralement sous forme de granulés) est introduite dans une trémie qui la transporte vers la zone de traitement. [11]

5.4.2. Fusion :

La matière première est chauffée et fondue dans une extrudeuse à vis. La vis transporte le matériau fondu à travers la zone de traitement, où il est homogénéisé et mélangé. [11]

5.4.3. Moulage :

Le matériau fondu est acheminé à travers une buse d'extrusion qui lui donne la forme désirée. La buse peut avoir une variété de formes pour créer différentes pièces en plastique. [11]

5.4.4. Refroidissement :

La pièce en plastique extrudée est refroidie à l'air, à l'eau ou dans un bain de refroidissement pour durcir et stabiliser sa forme. [11]

5.4.5. Découpe :

Une fois refroidie, la pièce extrudée est coupée à la longueur désirée à l'aide d'un outil de coupe approprié. [11]

5.4.6. Finition :

Enfin, la pièce extrudée peut être soumise à diverses opérations de finition, telles que le perçage, le laminage, le marquage, le polissage ou le traitement de surface, pour lui donner les propriétés physiques et esthétiques souhaitées. [11]

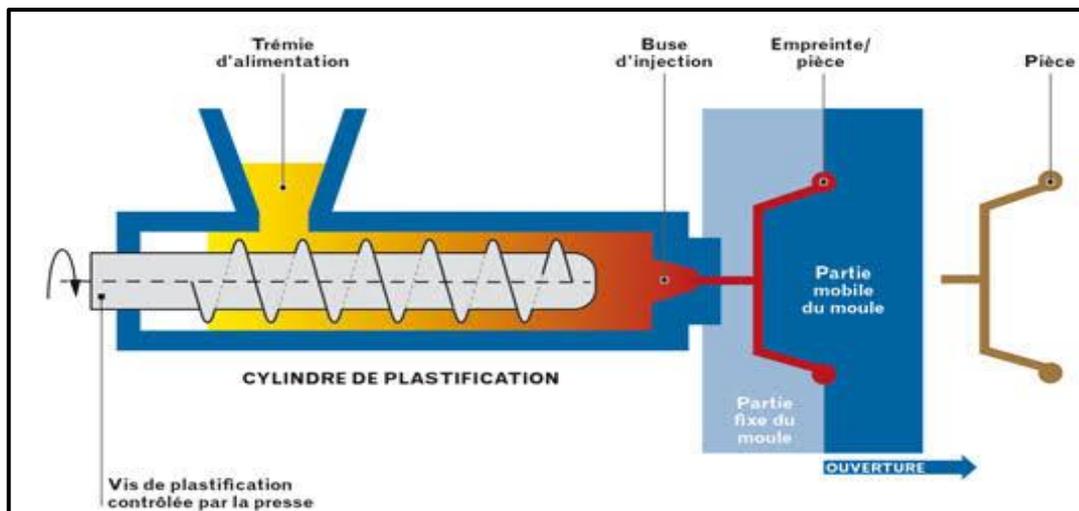


Figure 03 : schéma du processus d'extrusion plastique [23].

6. Techniques de l'extrusion plastique :

Selon l'outil choisi, le type de produit fabriqué peut varier considérablement. On parlera donc d'extrusion de profilés, d'extrusion-soufflage, d'extrusion-gonflage, d'extrusion-calandrage, etc., chacune de ces technologies a ses spécificités. [10]

6.1. L'extrusion de profilés :

La méthode d'extrusion de profilés offre une méthode efficace et rentable de production de pièces et de produits en plastique. L'extrusion est une méthode plus efficace car elle élimine la partie outil. Bien sûr, l'extrusion de profilés avec une extrudeuse mono-vis ou bi-vis Bausano permet aux fabricants finaux de laisser libre cours à leur créativité en créant une variété de formes, d'épaisseurs, de rigidités, de tailles, de couleurs et de textures. L'objectif du concepteur technique Bausano était d'avoir la bonne forme et la bonne quantité de matériau pour répondre aux exigences du client. [12]

6.2. L'extrusion-soufflage :

Le soufflage convient à la fabrication de corps creux. Pour cela, commencez par extruder un tube solide appelé paraison. Ce dernier sort chaud du moule, est découpé et encapsulé dans un moule froid en deux parties. Ensuite, de l'air est injecté dans le matériau à travers le chalumeau, le polymère est plaqué sur la paroi interne du moule et le moule est rapidement refroidi. Le processus est terminé en enlevant le moule, en enlevant le contenu et en jetant les déchets de moule. [14]

6.2.1. Les 5 étapes de l'extrusion soufflage :

- Extrusion de la paraison.
- Serrage.
- Souffler la paraison.
- Déflation et libéralisation.
- Organisez. [13]

6.2.2. La pièce est également prête pour d'autres opérations de finition :

- Couper.
- Ébavurage.
- Forage.
- Assemblage de plusieurs pièces. [13]

6.3. L'extrusion-gonflage :

C'est le processus de formation d'un film thermoplastique. On utilise une buse annulaire à l'intérieur de laquelle de l'air pulsé forme une gaine en matériau souple. Grâce à cette technologie, il est possible de produire toutes sortes de produits minces et flexibles tels que des bâches, des sacs en plastique et des feuilles. [14]

6.4. Extrusion-gainage :

La technologie d'extrusion-gainage permet de recouvrir les conducteurs électriques d'au moins une couche de matériau polymère (PVC, HDPE, fluor polymère, etc.) pour les isoler. Un dispositif qui applique une matière plastique sur un conducteur s'appelle une ligne d'extrusion. Une ligne d'extrusion simple se compose de plusieurs accessoires généralement coûteux : [15]

- Des machines qui déroulent les conducteurs nus, les bobines.
- Une ou plusieurs extrudeuses pour appliquer le plastique sur les conducteurs.
- Un réservoir de refroidissement.
- Treuil.
- Des machines qui enroulent du fil isolé sur des bobines, des bobineuses. [15]

6.5. Extrusion-formage :

L'extrusion formage est idéale pour la fabrication de moyennes à grandes séries ou de grandes pièces (caisses, couvercles, plateformes de manutention, etc.).

Le formage consiste à reformer les feuilles de plastique. Ainsi, selon la nature de la matière plastique et sa plasticité, elles sont portées à une température plus ou moins élevée pour qu'elles prennent la forme du moule. Le matériau transformé est ensuite refroidi et retrouve sa rigidité d'origine dans la forme souhaitée. [16]

6.6. Extrusion-calandrage :

Le calandrage est une technique de fabrication de feuilles, de plaques ou de films. Le matériau thermoplastique est roulé entre des cylindres parallèles. Nom de la machine, Calendrier Ce nom est donné à toutes les machines les cylindres peuvent être installés quel que soit le processus préprogrammé. [17]

6.7. Extrusion en filière plate :

Le procédé d'extrusion de films polymères plats est une technologie industrielle complexe utilisée notamment dans le secteur de l'emballage (alimentaire ou autres produits techniques). Le processus permet la production de films sophistiqués de plusieurs dizaines de microns d'épaisseur, et permet même de combiner plusieurs matériaux polymères pour créer des films multicouches. D'autre part, le processus d'extrusion de film monocouche offre d'excellentes propriétés optiques et dimensionnelles à des cadences de production élevées. [18]

6.8. Filage :

Le filage est une méthode de formation de plastiques par forgeage. Il s'agit de pousser un matériau malléable (rendu malléable par chauffage) à travers un trou ou une matrice. Cette méthode permet d'obtenir des produits longs aux formes simples (barres, tubes) ou plus complexes. La poussée qui permet la déformation est généralement fournie par une presse hydraulique. [19]

Le filage consiste à placer du plastique solide chauffé à la température dite de filage dans un outil, généralement appelé récipient, et à le pousser hors d'un orifice plus petit (matrice) en appliquant une pression. Sous une certaine force, le plastique s'écoule à travers le moule. [19]

6.9. L'extrusion-plaques :

L'extrusion de plaque comme son nom l'indique, produit des feuilles minces d'épaisseur variable qui peuvent être formées en bobines et utilisées dans le processus de thermoformage. Le processus d'extrusion de plaques est relativement rapide et facile à automatiser, ce qui en fait une méthode de production économique pour les grandes séries de production. [20]

6.10. L'extrusion coextrusion :

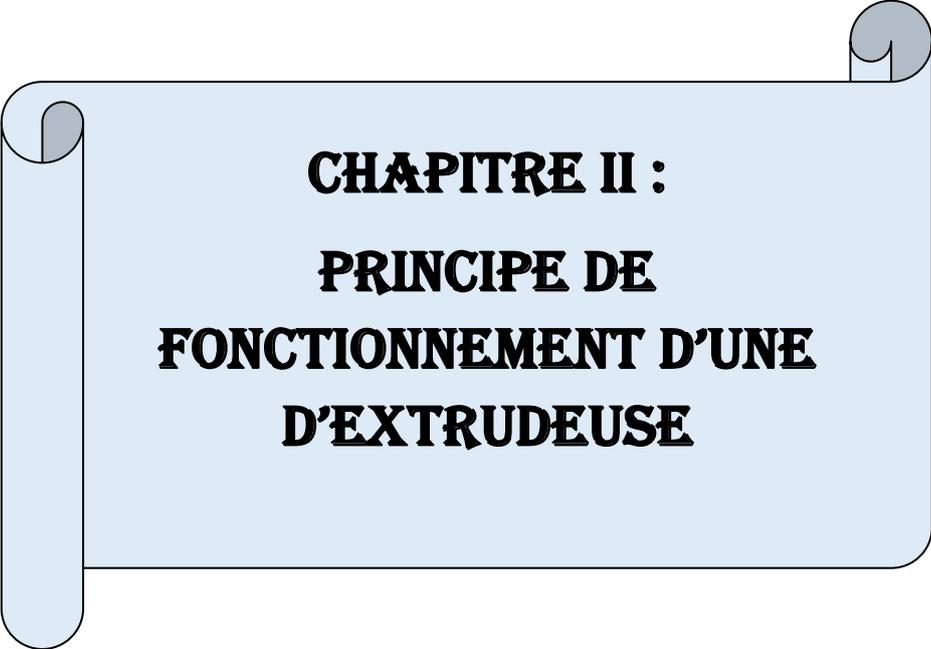
La coextrusion de plastique est un processus d'extrusion modifié qui consiste à extruder deux matériaux différents (simultanément) à travers une filière pour produire le même tuyau ou profilé. Cela permet à chaque matière plastique d'apporter ses spécificités au produit final. Pour obtenir des tubes ou des profilés coextrudés, deux extrudeuses doivent être connectées. Chaque extrudeuse traite un matériau, et un outil commun est fixé à la sortie de chaque machine : pour assembler et souder deux matériaux différents ensemble dans un tube ou un profilé. [21]

7. Les avantages de l'extrusion de plastique :

- ✓ Coût abordable.
- ✓ Grande flexibilité.
- ✓ Haute efficacité de production.
- ✓ Faible taux de rebut.
- ✓ Facilité de personnalisation.
- ✓ Bonne qualité des pièces. [22]

8. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons généralisé et revu quelques concepts de base relatif au procédé de l'extrusion en général et à l'extrusion plastique en particulier. Le chapitre suivant sera consacré aux principes de fonctionnement d'une extrudeuse.



CHAPITRE II :
PRINCIPE DE
FONCTIONNEMENT D'UNE
D'EXTRUDEUSE

1. Introduction :

L'extrusion de plastique est un procédé clé dans l'industrie de la fabrication de pièces en plastique. Il implique l'utilisation d'une machine appelée extrudeuse de plastique, qui permet de transformer les matières plastiques en pièces solides de formes et de tailles variées. L'extrudeuse de plastique est un équipement complexe qui utilise un ensemble de mécanismes et de technologies pour chauffer, mélanger, presser et former le plastique en continu.

Dans ce chapitre on va présenter les principes de fonctionnement de l'extrudeuse de plastique, ainsi que les différents paramètres qui influencent la qualité et les propriétés des produits finis.

En explorant les mécanismes de l'extrudeuse de plastique et en examinant les processus de transformation du plastique.

2. Description de l'extrudeuse:

L'extrudeuse est un équipement essentiellement utilisé dans l'industrie de la mise en forme des polymères. Sa fonction cruciale dans ce domaine en fait une machine indispensable dans la production de plastiques. Elle est principalement composée de : [24]

- une trémie d'alimentation qui est approvisionnée avec le produit à extruder, en général du granulé ;
 - une vis sans fin dite vis d'Archimède ;
 - le fourreau dans lequel tourne la vis sans fin ;
 - le groupe d'entraînement de la vis ;
 - la filière : extrémité de l'extrudeuse qui donne la forme finale au produit ;
 - les dispositifs de chauffage et de refroidissement du fourreau et, éventuellement de la vis ;
 - les aides à la conduite de l'extrudeuse : ordinateur, logiciel, automatismes, etc.
- L'ensemble de l'extrudeuse est monté le plus souvent sur un bâti de conception horizontale, ou parfois verticale. Le cycle d'extrusion se déroule en cinq phases : [31]
 - Plastification de la matière par le travail mécanique de la vis et l'apport de chaleur du système de chauffage ;
 - Mise en pression du matériau ;
 - Dégazage ;
 - Mise en forme par passage du matériau sous pression et chaud à travers la filière ;
 - Refroidissement jusqu'à consolidation physique suffisante du profilé ;

3. Principe de fonctionnement d'une extrudeuse :

Le fonctionnement d'une extrudeuse (**figure 4**) repose principalement sur l'introduction de la matière à l'arrière d'une ou plusieurs vis qui tournent à l'intérieur d'un fourreau chauffé. Ces vis malaxent la matière et la poussent à travers un outillage, également appelé filière. Les machines qui effectuent cette opération sont communément appelées extrudeuses, et l'ancienne appellation "boudineuse" n'est plus en usage. [32]

Les extrudeuses sont utilisées pour transformer les matières thermoplastiques en objets finis ou semi-finis grâce à un processus continu. [26]

Avant même l'extrusion des thermoplastiques, le principe de l'extrudeuse était déjà présent dans les machines qui fabriquaient des pâtes alimentaires, ainsi que dans le processus de boudinage du caoutchouc. [32,26]

En général, une extrudeuse se compose d'une chambre chauffée, appelée fourreau, qui est généralement horizontale, ainsi que d'une ou plusieurs vis qui sont actionnées par un réducteur motorisé. Ces vis tournent dans une chemise en acier durci et provoquent un mélange, une chaleur de friction et une homogénéisation de la matière, tout en la forçant à travers des zones de chauffage contrôlées de manière précise. La machine est alimentée en matière à extruder par une trémie située à l'entrée du fourreau, où la matière peut être introduite réchauffée ou non, sous forme de granulés ou de poudre. À la sortie du fourreau, une tête permet de connecter la filière. [32,26]

Le profilé obtenu à la sortie de la filière est chaud et déformable, et doit être maintenu et refroidi pendant sa mise en forme finale. Différents systèmes sont utilisés pour cela, et le profilé est souvent calibré pendant le refroidissement afin de garantir le respect des formes et des cotes imposées. [32,26]

Enfin, le profilé refroidi est entraîné à l'aide d'un dispositif de tirage à vitesse réglable, puis est réceptionné en rouleaux ou en longueurs après sectionnement.

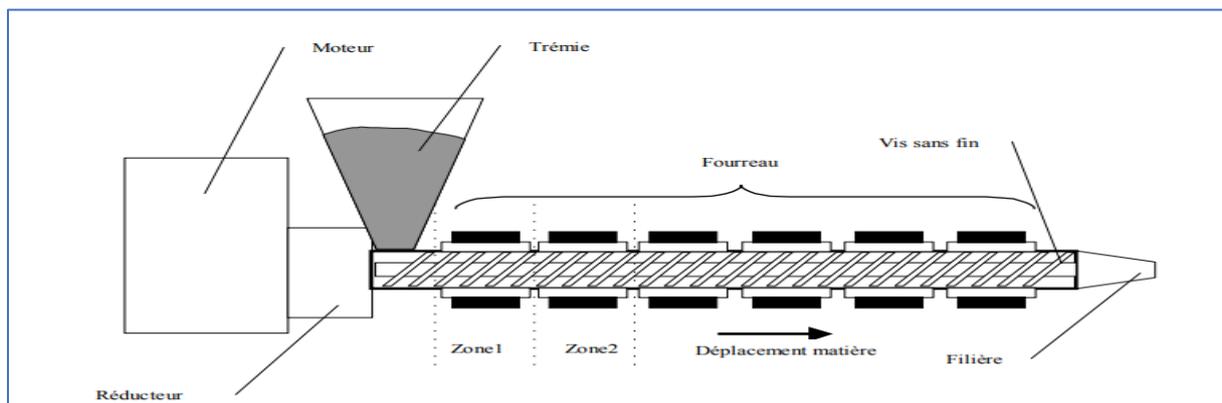


Figure 4 : Schéma Principe de fonctionnement d'une extrudeuse [33]

3.1. Matières extrudées :

Les matières thermoplastiques peuvent toutes être produites en continu sous forme de profilés grâce à l'extrusion. Le choix et l'adaptation de l'équipement nécessitent la prise en compte de différents éléments tels que la longueur et le rapport longueur-diamètre de la vis, son profil et son taux de compression, le système d'alimentation, le type d'extrudeuse (mono vis ou à deux vis), sa puissance, la filière, l'équipement de contrôle et de réception, etc. [26]

3.2. Domaines d'application et techniques dérivées :

Une large variété de produits peut être fabriquée grâce à l'utilisation d'une machine d'extrusion adaptée à l'équipement approprié. Cette technique peut être appliquée à plusieurs domaines, notamment : [24]

- La production de profilés rigides ou souples, pleins ou tubulaires, calibrés ou non, enroulés ou coupés à la longueur demandée.

- La fabrication en continu de plaques ou de feuilles composées d'une ou de plusieurs couches superposées par coextrusions.
- Le revêtement de fils, de câbles et de profilés en métal.
- La production de fibres synthétiques pour le tissage, le retordage et l'assemblage.
- La production d'articles creux par extrusion-soufflage.
- La production de films et de gaines minces par extrusion-gonflage. Cette technique permet également de fabriquer des films composés de plusieurs couches par coextrusions.
- La préparation de granulés plastifiés et colorés à partir de poudres pour les mélanges-maîtres de coloration et le compoundage.
- Le dégazage, l'extraction d'impuretés volatiles et la polymérisation en continu pour l'industrie de fibres synthétiques.
- Le revêtement de papier et de carton pour l'industrie de l'emballage avec une ou plusieurs couches (par exemple hétérogènes).
- D'autres applications spéciales telles que l'alimentation de calandres, le recyclage de déchets tels que le film de PE, les bouteilles de PVC, etc., et la préparation de mélanges spéciaux.

3.3. Energie d'extrusion :

La fusion et la pressurisation du polymère sont alimentées par deux sources principales d'énergie :

- ✓ **L'énergie mécanique**, générée par la rotation de la vis qui entraîne des déformations dans un milieu très visqueux.
- ✓ **L'énergie thermique**, fournie par la régulation du fourreau.

Le rapport entre ces deux sources est appelé le nombre de Brinkman. Dans le cas de l'extrusion mono vis, le nombre de Brinkman est généralement bien supérieur à 1, indiquant que l'apport d'énergie mécanique est prédominant par rapport à l'énergie thermique.

$$Br = \frac{\eta v_F^2}{\lambda(T_F - T)} \tag{1.1}$$

Avec η (Pa.s) viscosité.

v_F (m.s⁻¹) vitesse linéaire de la vis au sommet de filet.

λ (w. m⁻¹. °c⁻¹) Conductivité thermique du polymère.

T_F (°c) Température du fourreau.

T (°c) Température moyenne du polymère.

En général, le nombre de Brinkman est significativement supérieur à 1 lors de l'extrusion monovis, ce qui indique que l'apport d'énergie mécanique prédomine sur l'apport d'énergie thermique. Cette observation est principalement attribuable à la viscosité extrêmement élevée des polymères fondus (de l'ordre de 10³ à 10⁵ Pa.s) et à leur faible conductivité thermique (environ 0.1 à 0.3 w.m⁻¹ . °c⁻¹) [28]

Cette (Figure 5) présente le Points de consommation des ressources et d'émissions dans le procédé d'extrusion de profilés.

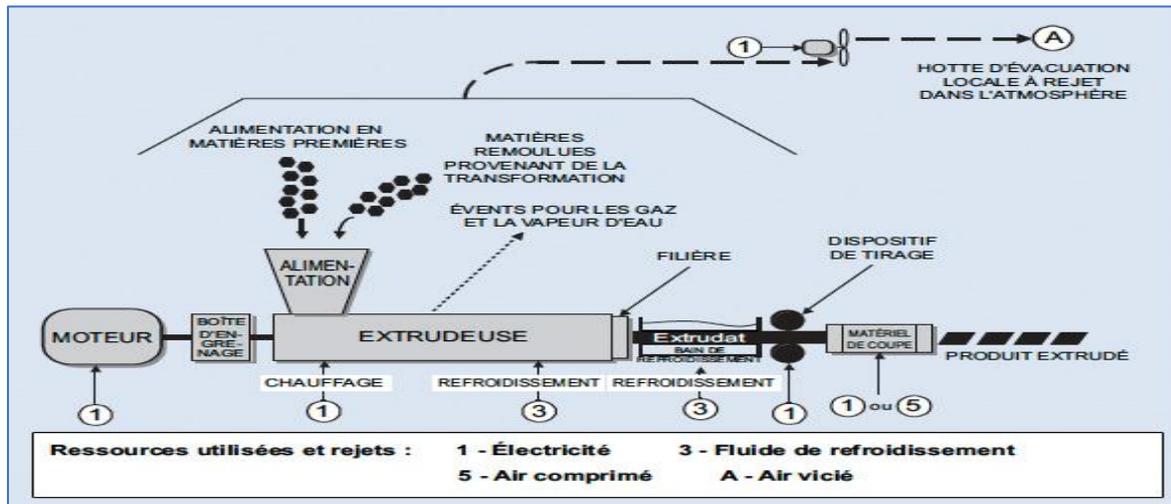


Figure 5 : Consommation des ressources et émissions dans l'extrusion De profilés [39]

3.4. Extrudeuse et leur (géométrie / construction) :

3.4.1. Fonctionnement Extrudeuse mono vis :

La machine la plus couramment utilisée dans l'industrie de transformation des thermoplastiques est l'extrudeuse mono-vis, dont le principe de fonctionnement est expliqué dans la (figure 6). Les matières premières sous forme de poudre ou de granulés sont introduites à l'extrémité d'une vis d'Archimède tournant dans un cylindre réglé en température.

La matière se déplace en raison de l'action des filets de la vis sur la matière, qui frotte ou adhère à la paroi interne du cylindre. Si la matière colle à la vis, l'effet d'extrusion est nul, tandis que l'adhérence de la matière au cylindre augmente le processus d'écoulement.

Le coefficient de frottement varie avec la température et la matière extrudée, ce qui nécessite le chauffage du cylindre de la machine. En réalité, l'écoulement de la matière dans le canal de la vis résulte de l'action de quelques forces composantes. [26]

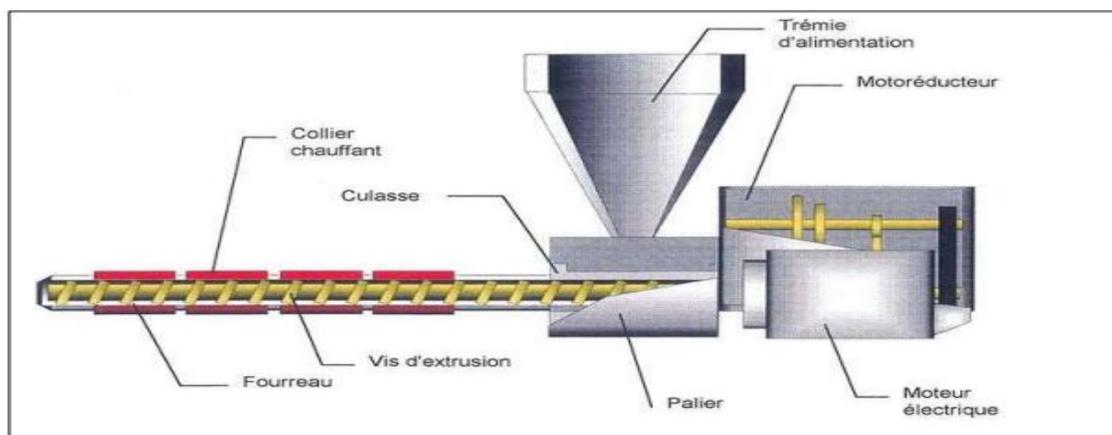


Figure 6: Fonctionnement Extrudeuse mono vis [35]

3.4.2. Principaux éléments des extrudeuses mono vis :

L'extrudeuse mono vis se compose de cinq modules : [26]

- ✓ Vis-cylindre avec leur équipement.
- ✓ Groupe moteur.
- ✓ Tête d'extrusion porte filière.
- ✓ Châssis.
- ✓ Centrale de commande et de contrôle.

L'extrudeuse mono-vis est un équipement utilisé dans le processus d'extrusion pour produire une variété de produits en plastique et d'autres matériaux. Voici dans Ce tableau montre quelques avantages et inconvénients associés à l'utilisation d'une extrudeuse mono-vis.

Point forts	Points faibles
Déchets mono matières	Mélanges complexe
Faible auto échauffement	Mauvaise dispersion et homogénéisation
Conception simple	Convoyage de la matière
Cout faible	Vis non modulaire
Transformation rapide et avec moins d'arrêts	Produit trop chaud ou trop froid
	Points de stagnation
	Défauts mécaniques et électriques
	Problèmes de variation du débit
	Écoulement peu efficace pour le mélange
	Appariation de bulles

Tableau 1 : avantages et inconvénients de l'extrusion mono vis [36]

3.4.3. Vis (géométrie, construction) :

– La vis est un composant crucial de l'extrudeuse qui influx grandement les performances de la machine. Elle est positionnée à l'intérieur d'un cylindre chauffé et est entraînée par un moteur électrique. Le centrage de la vis est assuré par le cylindre. Le jeu entre les sommets des filets de la vis et le cylindre varie en fonction du diamètre, allant de 0,8 à 0,12 mm pour les diamètres inférieurs à 40 mm, et de 0,12 à 0,18 mm pour les diamètres de 40 mm à 63 mm [26]

– La longueur de la vis est exprimée en nombre de diamètres et dans les machines modernes, elle se situe généralement entre 20 et 35 fois le diamètre. [26]

– Le design optimal de la vis dépend de la matière extrudée et de la filière montée dans la tête de la machine. La vis peut être à pas constant ou à pas successifs différents, et le noyau

de la vis peut être cylindrique ou conique. [26]

– Les vis en acier allié à haute résistance à la fatigue sont nitrurées, trempées à la flamme ou satellites, et possèdent un canal de refroidissement percé soit sur toute la longueur, soit sur une partie.

– Le fabricant propose un grand nombre de profils de vis spécialement conçus pour les Différents matériaux qui peuvent être installés au moyen de cylindres sur l'extrudeuse pour un montage précis. [26]

– En somme, la vis est un élément crucial de l'extrudeuse, dont la conception dépend de plusieurs facteurs et qui doit être fabriquée avec des matériaux de haute qualité pour garantir une production de qualité.

– La courbe Montre la progression des productions horaires en fonction des diamètres dans (la figure 7).

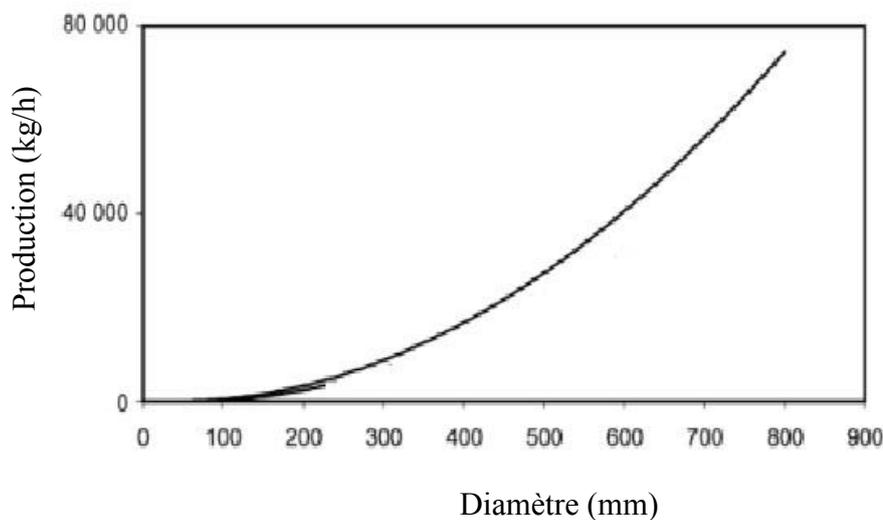


Figure 7 : Production (kg/h) en fonction du diamètre de la vis (mm). [31]

3.4.4. Zone fonctionnelle de la vis :

Une vis est constituée de trois parties (**figure 8**) distinctes :

- **Une zone d'entrée** où le matériau est introduit,
- **une zone** où le matériau est compressé et fondu,
- **une zone de sortie** où le matériau est régulé et pompé à l'extérieur.

On peut également appeler cette dernière partie la zone de pompage ou de sortie, La force de poussée se développe dans la zone d'entrée de la vis. Pour y parvenir, il est important que le matériau ne tourne pas avec la vis, mais soit retenu en rotation par le cylindre. En revanche, il doit glisser sur la surface polie de la vis, qui est maintenue à une température inférieure à celle du cylindre grâce à un circuit de refroidissement intégré dans le noyau de la vis. La température du cylindre est ajustée à l'aide de colliers chauffants pour augmenter le coefficient de friction. [26]

➤ La zone (**figure 9**) centrale de la vis est la zone de fusion où la température du matériau augmente grâce à la chaleur extérieure et à l'effet des forces de cisaillement dans le

matériau. Le rapport entre la section du canal à l'entrée de cette zone (S_e) et la section à la sortie (S_s) est appelé taux de compression (T_c). Ce taux correspond au rapport entre le volume apparent des granulés et le volume de la matière fondue. [26]

- La longueur de la zone de compression dépend de la nature physique et chimique de la matière extrudée. [26]
- La troisième zone est consacrée au brassage, au mélange et à l'homogénéisation de la matière fondue. Pour obtenir une meilleure répartition de la chaleur, la profondeur des filets de la vis est réduite. Souvent, une chicane est introduite dans cette zone pour renforcer l'effet de malaxage. [26]

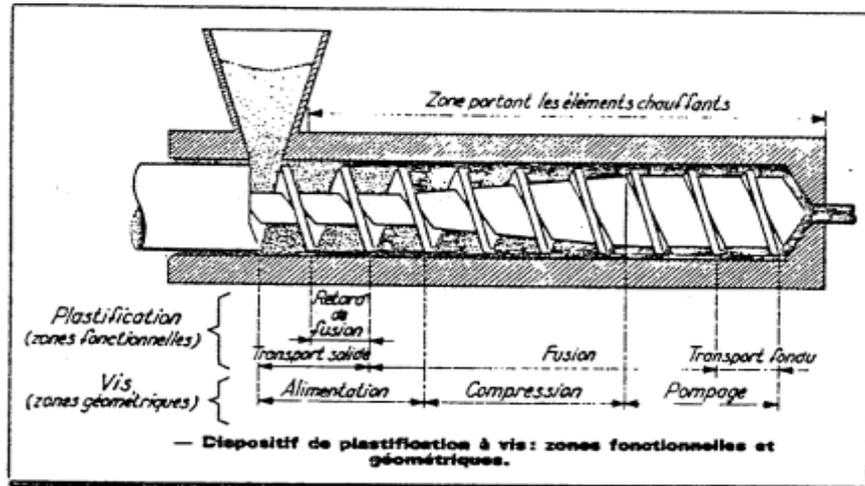


Figure 8 : Zone fonctionnelle de la vis [27]

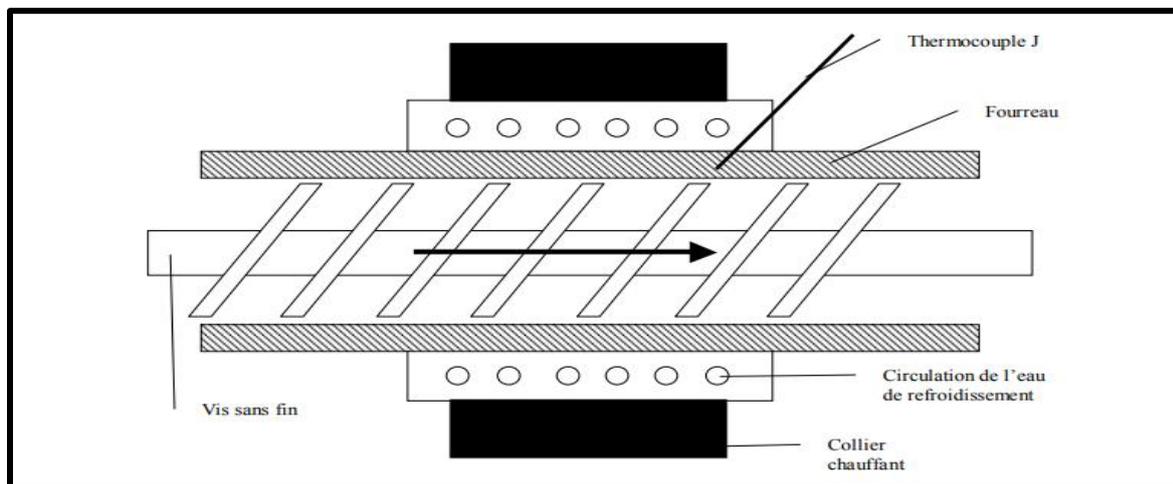


Figure 9 : Détail d'une zone [33]

(La Figure 10) présente l'évolution du débit en fonction de la vitesse de rotation de la vis. Comme nous pouvons le voir, le débit est bien évidemment supérieur lorsque la vis tourne plus vite. L'évolution est quasiment linéaire. Nous atteignons un débit maximal de 24 kg/h, pour une vitesse de rotation de 60 tr/min.

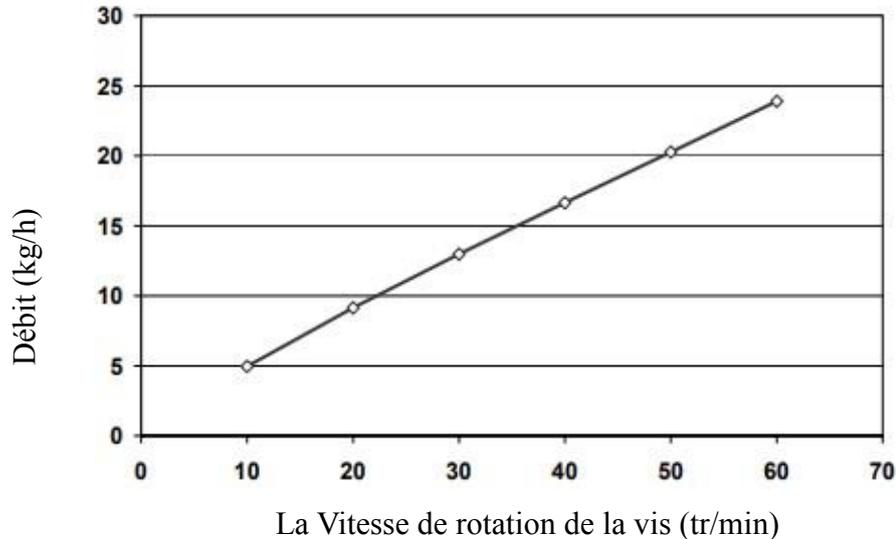


Figure 10 : Évolution du débit en fonction de la vitesse de rotation de la vis [37]

3.4.5. Chauffage et régulation de la température :

La température du cylindre est contrôlée et ajustée avec précision grâce à un système de chauffage et de régulation. En général, le chauffage est effectué à l'aide de résistances électriques ou d'induction, telles que des colliers chauffants répartis le long du cylindre. [26]

Le refroidissement peut être effectué par une circulation forcée d'air ou de fluide dans les tubulures situées autour du cylindre. Pour éviter que les granulés ne collent et qu'une voûte de matière ne se forme dans la trémie, la zone près de l'orifice d'alimentation est refroidie, souvent par circulation d'eau. [25]

Chaque zone de chauffage est équipée d'un régulateur de température, généralement un PID à modulation, dont l'affichage est situé sur l'armoire de commande de l'extrudeuse. La puissance des éléments de chauffage dépend du diamètre de la vis et du rapport L/D. [26]

Le rendement de la vis conventionnelle est inversement proportionnel à la vitesse de rotation et ne dépasse pas 20 à 40%. Si la zone de compression est trop éloignée de l'alimentation, l'homogénéisation mécanique et thermique est insuffisante. [26]

Pour pallier ces problèmes, des vis à deux étages ont été développées, avec une zone de décompression et de dégazage dans la partie centrale. Le dégazage en trémie sous vide est également couramment utilisé pour améliorer l'hygiène du travail et le rendement de l'extrudeuse. [26]

Certains constructeurs ont augmenté le rendement de fusion dans la zone de compression en incorporant un deuxième filet le long de cette partie de la vis. D'autres solutions, telles que l'extrudeuse à deux étages en "L", ont également été proposées pour une plus grande souplesse et un rendement élevé. [26]

(La Figure 11) représente l'influence de la vitesse de rotation de la vis sur la température en sortie de filière. L'évolution semble être relativement linéaire. Entre 10 et 60 tr/min, la température augmente de 30°C. On peut imaginer que cette augmentation est liée aux effets dissipatifs plus importants à forte vitesse de rotation.

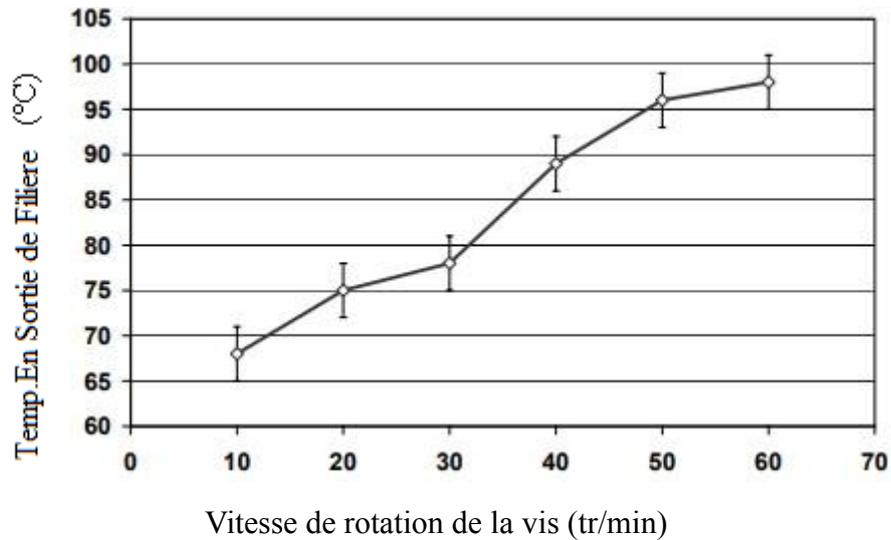


Figure 11 : Évolution de la température en sortie de filière en fonction de la vitesse de rotation de la vis [37]

3.4.6. Construction de la tête :

La partie supérieure de l'extrudeuse, connue sous le nom de "tête", est équipée d'un composant situé à l'extrémité du cylindre et en aval de la vis. Cette composante est responsable de guider la matière plastifiée provenant de la filière pour lui donner la forme désirée de la section. [26]

3.4.7. Types de têtes :

Il existe quatre catégories de têtes d'extrusion :

- 1) La tête droite d'extrusion (**Figure 12**) qui sert à la production de profilés et de tubes.
- 2) La tête d'équerre verticale qui est utilisée pour l'extrusion-soufflage, l'extrusion-gonflage et la fabrication de filaments.
- 3) La tête d'équerre horizontale ou oblique qui est adaptée pour le revêtement de câbles et de profilés.
- 4) Les têtes spéciales qui sont conçues pour l'extrusion de feuilles et de plaques (têtes plates), l'induction du papier, ainsi que la coextrusion qui est appliquée aux produits fabriqués. [26]

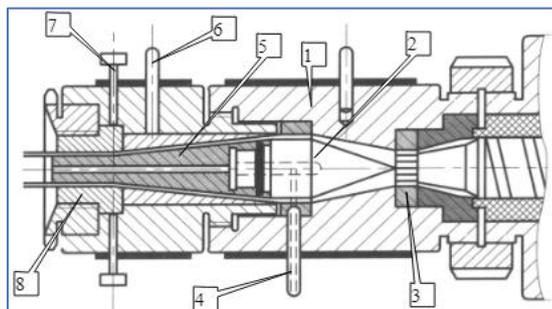


Figure 12 : La tête d'extrusion [38]

- 1) tête de filière
- 2) torpille
- 3) grille et tamis
- 4) arrivée d'air comprimé
- 5) poinçon
- 6) sonde de température
- 7) vis de centrage filière
- 8) filière

3.4.8. Filières :

Les filières sont des composants essentiels dans le processus d'extrusion de matière plastique, et elles sont classées en fonction de leur utilisation et de leur structure. **(Figure 13)**

Les filières sans poinçon sont utilisées pour les profils pleins, tandis que les filières avec poinçon sont utilisées pour les profils creux tels que les tubes, les gaines, etc.

Les filières avec poinçon montées sur tête équerre sont utilisées pour les gainages des profils en métal ou autres matières, ou pour les gaines gonflées.

Ces filières sont fabriquées en acier traité ou en acier au chrome, et sont amovibles pour permettre un nettoyage facile ou un remplacement. Elles sont fixées à l'extrémité de la tête d'extrusion, et certaines nécessitent un centrage qui est généralement effectué par des vis disposées autour de la tête. [30]

Enfin, les filières pour la coextrusion permettent l'extrusion de profils pleins, le gainage et l'extrusion de films.

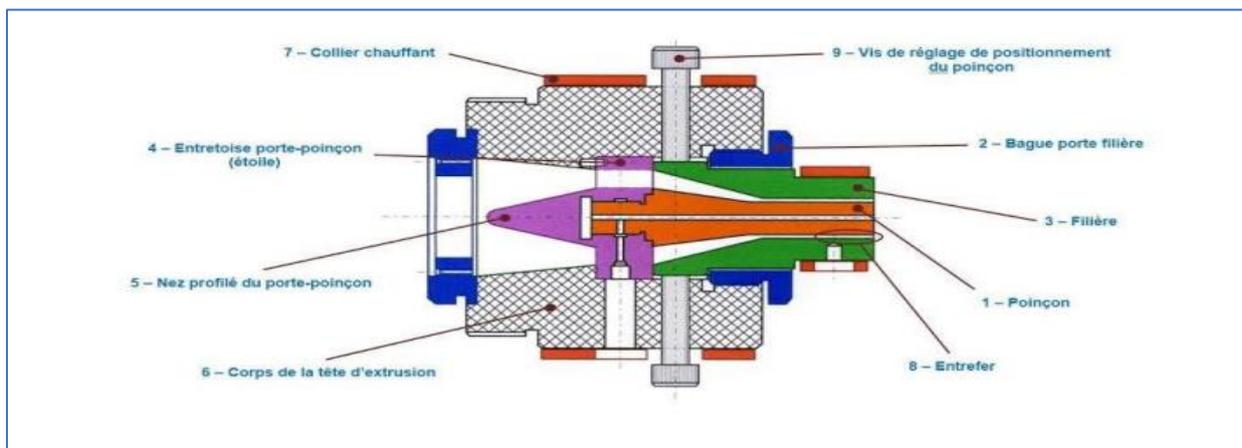


Figure 13 : schéma d'une filière [24]

3.5. L'extrudeuse multi-vis :

Les doubles vis sont les types d'extrudeuses multi-vis les plus couramment utilisées. Dans cette catégorie, il existe trois catégories différentes en ce qui concerne la disposition des vis. [27]

La première est celle des vis sans interpénétration de filets.

La seconde est celle des vis avec interpénétration de filets tournant dans le même sens, également appelées Co-rotatives.

La troisième catégorie est celle des vis avec interpénétration de filets tournant en sens inverse, connues sous le nom de contrarotatives.

Les extrudeuses à plusieurs vis sont connues pour offrir un mélange plus homogène de la matière, ainsi qu'un débit plus régulier par rapport aux extrudeuses à une seule vis. Toutefois, elles sont généralement plus coûteuses que ces dernières. Les conditions d'extrusion ne dépendent pas uniquement du type d'extrudeuse utilisé, mais surtout de la composition des granules ou des matériaux employés. [27]

3.5.1. Principe de fonctionnement bi vis :

Il existe trois catégories principales de dispositions de vis dans les extrudeuses à double vis, (**Figure 14**) qui sont : [27]

- ✓ Les vis sans interpénétration de filets.
- ✓ Les vis avec interpénétration de filets tournant en sens contraire.
- ✓ Les vis avec interpénétration de filets tournant dans le même sens.

Pour augmenter le débit, des extrudeuses à trois ou quatre vis ont également été développées. Comme pour les extrudeuses à une seule vis, il a été nécessaire d'introduire des dispositions dans les extrudeuses à plusieurs vis pour compenser la diminution de volume du matériau lors de son avance dans la machine et sa transformation en une masse fondue homogène à partir d'un matériau solide divisé.

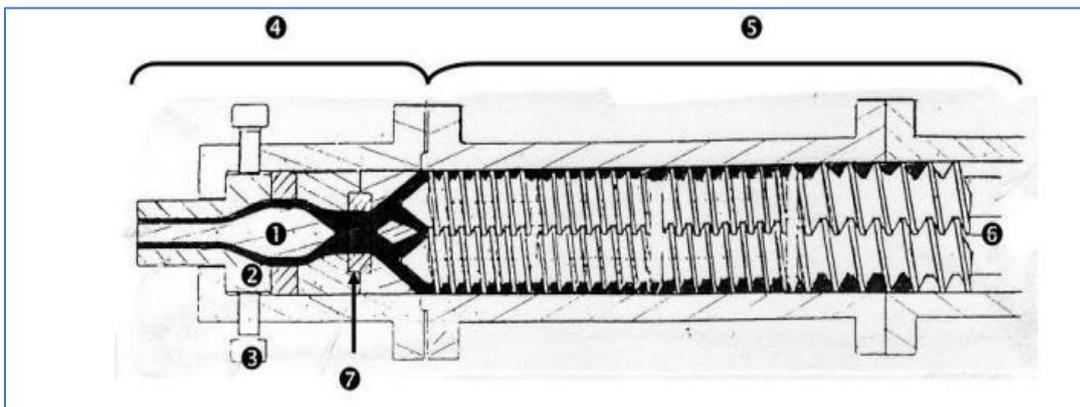


Figure 14 : Extrudeuse deux vis [24]

- 1) Poinçon
- 2) Filière
- 3) Vis de réglage
- 4) Tête d'extrusion
- 5) Extrudeuse

- 6) 2 vis de plastification
- 7) Grille / Tamis

L'extrudeuse bi-vis, qui utilise deux vis en rotation opposée pour le processus d'extrusion, présente dans ce tableau plusieurs avantages et inconvénients.

Avantages	Inconvénients
Mono mariées et mélanges simples. Vis modulaires (t de séjour...). Mélange dispersif et distributif. Alimentation régulière. Débit important. Efficacité de malaxage et de dispersion des Charges et renfort. Emballages multicouches. Profile vis adapté pour une meilleure Homogénéisation. Amélioration du dégazage.	Mélanges complexes Auto échauffement

Tableau 2: Avantages et inconvénients de l'extrusion Bi-vis [36]

(La Figure 15) présente comparaison de débit entre des extrudeuses mono-vis et bi-vis. Le débit des extrudeuses à deux vis est supérieur aux extrudeuses mono-vis (pour des vitesses importantes de rotation de vis) car le rendement volumique des vis est indépendant de la pression en sortie de vis.

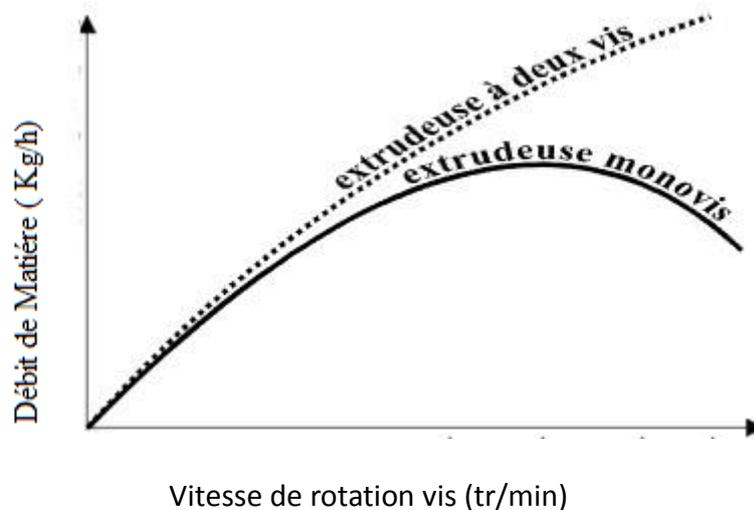


Figure 15 : comparaison de débit entre des extrudeuses mono-vis et bi-vis [38]

3.6. Le Moteur :

Il existe trois types de moteurs que l'on peut installer sur une extrudeuse, en fonction de la nécessité d'une variation de vitesse continue : [27]

- Le premier type de moteur est un moteur à courant alternatif à vitesse fixe, qui est couplé soit à une boîte de vitesse, soit à un variateur de vitesse.
- Le deuxième type de moteur est un moteur à courant alternatif à vitesse variable, qui utilise un décalage de balai sur le collecteur pour régler la vitesse. Ce type de moteur est fabriqué par (Asea – Brown – Boveri).
- Le troisième type de moteur est un moteur à courant continu à vitesse variable.

Il est déconseillé d'utiliser des variateurs de vitesse sur des machines de puissance moyenne à élever, et en particulier sur des machines de grande taille. Cela est dû au fait que parfois il est nécessaire de travailler à des vitesses très faibles, ce qui Nécessite des variateurs de vitesse disproportionnés pour les puissances utilisées. [27]

Le principal inconvénient de la boîte de vitesse est qu'elle ne permet qu'une gamme limitée de vitesses fixes. En revanche, le moteur à vitesse variable est très efficace pour l'extrusion, car il permet un réglage précis de la vitesse de la vis en fonction de la section du produit extrudé et de la nature de la matière utilisée. [27]

En utilisant un moteur à courant continu à vitesse variable, on peut bénéficier de plusieurs avantages. Tout d'abord, ce type de moteur est très compact, ce qui permet de gagner de l'espace. De plus, il offre une grande précision de réglage de la vitesse de rotation de la vis, grâce à l'utilisation d'un potentiomètre. Il est également possible d'asservir ce moteur à une ou plusieurs dimensions du produit extrudé, en utilisant un dispositif électronique. Cela permet de réduire les déchets et d'obtenir des cotes très précises. Cependant, il convient de noter que ce type de moteur peut être plus coûteux que le deuxième type, notamment lorsque le moteur comporte des thyristors et des ponts de diodes qui permettent de redresser le courant alternatif en courant continu. [27]

-(La figure 16) montrant des puissances des moteurs en fonction des diamètres de vis.

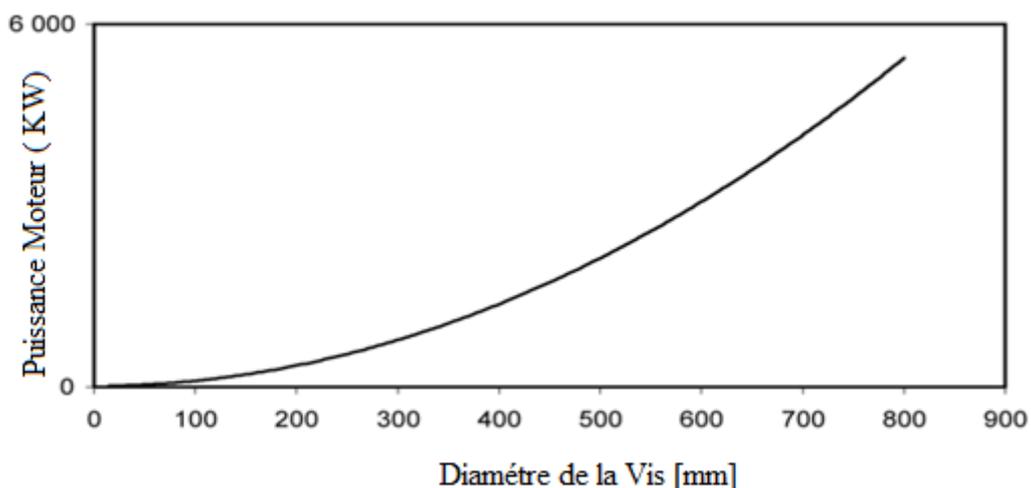


Figure 16 : Puissance moteur (kW) en fonction du diamètre de la vis (mm). [31]

3.7. Le fourreau :

Le cylindre creux (**Figure 17**) de l'extrudeuse abrite une ou plusieurs vis d'extrusion en rotation. À l'arrière du cylindre, il y a un orifice par lequel la matière sous forme de poudre ou de granulés tombe sur la vis. À l'extrémité avant, il y a un mécanisme qui permet de fixer la tête de la filière ainsi que la filière elle-même. C'est à travers cette filière que le matériau transformé en masse pâteuse homogène s'écoule, grâce à l'action de la ou des vis. [27]

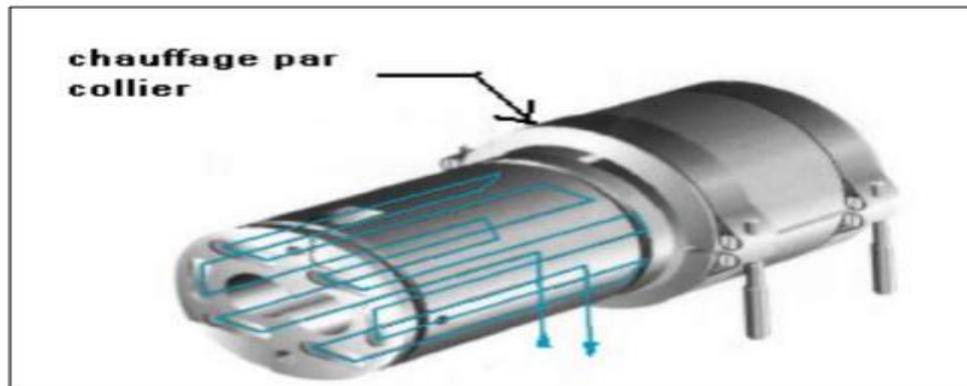


Figure 17 : Régulation thermique du fourreau [34]

Pour contrôler la température, on utilise un système de chauffage externe combiné à un système de refroidissement interne pour réguler la température de l'ensemble de la gaine de l'extrudeuse.

3.8. Construction des extrudeuses :

Les corps des extrudeuses doivent être solides pour résister à l'usure et à la corrosion causée par certains plastiques.

3.8.1. Corps et chemise :

Le fourreau de l'extrudeuse, qui peut être en acier martin ou en fonte, est doté d'une chemise intérieure en acier au nickel-chrome ou en acier de nitruration. Il est important que le contact entre le corps et la chemise soit parfait, sinon l'échange thermique pourrait être perturbé.

3.8.2. Corps monobloc :

Le corps monobloc est pratiquement universellement utilisé pour les extrudeuses. Le métal utilisé pour sa fabrication est soit un acier de nitruration, soit un acier allié de nickel-chrome, et il est revêtu d'un alliage à haute résistance à l'usure par centrifugation. Dans les deux cas, la surface du métal qui est en contact avec les matières plastiques est soigneusement polie, rodée et rendue lisse. Les corps monobloc assurent une meilleure transmission de la chaleur et permettent de placer les détecteurs de températures plus près de l'interface entre le métal et le matériau. [27]

3.9. Les critères de choix des extrudeuses :

Lors du choix d'une extrudeuse, il est important de prendre en compte plusieurs critères pour garantir un processus d'extrusion efficace et des résultats optimaux. Parmi ces critères figurent la technique d'extrusion utilisée par l'extrudeuse, le type de plastique à transformer, la forme et le type de produit, ainsi que la vitesse de rotation. [29]

3.10. Extrudeuses spéciales :

Les fabricants ont créé des machines spéciales qui peuvent accomplir plusieurs tâches simultanément, telles que le mélange, le malaxage, le dégazage, l'incorporation de charges et de renforts, la granulation et même des réactions chimiques continues. Ces machines sont dérivées des extrudeuses double-vis, qui ont donné d'excellents résultats en matière de mélangeage. Ces procédés peuvent être utilisés pour fabriquer des plastiques techniques en stabilisant, colorant, plastifiant, dégazant et granulants. Ils peuvent également être utilisés pour créer des "alliages" de polymères avec un deuxième composant polymère, ou des compounds qui mélangent des plastiques avec des composants minéraux, des charges et des renforts tels que la fibre de verre, courte ou longue. Le processus d'extrusion compoundage peut être utilisé directement dans la production de plaques par calandrage. [30]

3.11. Les dispositifs complémentaires des vis :**3.11.1. Dispositifs de dégazage :**

Les dispositifs complémentaires des vis, tels que les dispositifs de dégazage, sont utilisés pour éliminer l'humidité et les fractions volatiles des composés pendant le processus d'extrusion. Les hautes températures atteintes pendant l'extrusion peuvent entraîner la formation de bulles qui se développeront après la sortie de la filière, lorsque le matériau est exposé à la pression atmosphérique. [31]

3.11.2. Les pompes à engrenage :

La pression à l'entrée de la filière est un élément clé pour maximiser la performance de l'extrudeuse. Selon les lois de la circulation des fluides, une pression élevée favorise le débit horaire jusqu'à un certain seuil, mais si elle est trop élevée, cela peut avoir l'effet inverse. [31]

3.11.3. Gestion de l'extrusion :

La gestion de l'extrusion est facilitée par une architecture modulable qui permet d'ajouter facilement de nombreux équipements périphériques. Les mouvements des outillages sont commandés et contrôlés, et les séquences préprogrammées éliminent les risques d'erreurs. Le système de régulation thermique offre une configuration complète et directe de chaque zone de chauffage du fourreau, de la tête, de la filière et des extensions. [31]

La régulation des paramètres est assurée par l'introduction de valeurs de consigne et la surveillance automatique de l'écart avec la valeur réelle, avec la possibilité d'activer des alarmes en cas d'échec de la correction automatique. Il est également possible d'adapter des régulations externes. [31]

La surveillance des écarts de paramètres importants permet d'éviter les opérations susceptibles d'endommager le matériel ou de produire des déchets, par exemple en programmant et contrôlant la mise en chauffe pour maintenir les différences de température entre les zones en dessous d'une consigne. [31]

La mise en veille peut également être programmée en fonction des consignes de température pour chaque zone, avec des possibilités d'extensions de chauffe pratiquement illimitées. [31]

3.12. Aide au diagnostic de panne :

Pour aider à identifier d'éventuels incidents, des signaux lumineux et des alarmes sonores sont utilisés. Un tableau synoptique avec des témoins permet de localiser l'étape du processus où l'incident s'est produit, facilitant ainsi les investigations localisées. La fonction de dépannage est conçue pour répondre aux besoins du dépanneur en lui fournissant des moyens rapides d'investigation à tous les niveaux du système. [31]

4. Conclusion :

L'extrudeuse fonctionne selon un principe de transformation continue des matières plastiques fondues en produits finis, grâce à l'interaction entre une vis d'extrusion et une filière. Ce processus implique plusieurs étapes clés, telles que le préchauffage, la fusion, l'extrusion et le refroidissement contrôlé.

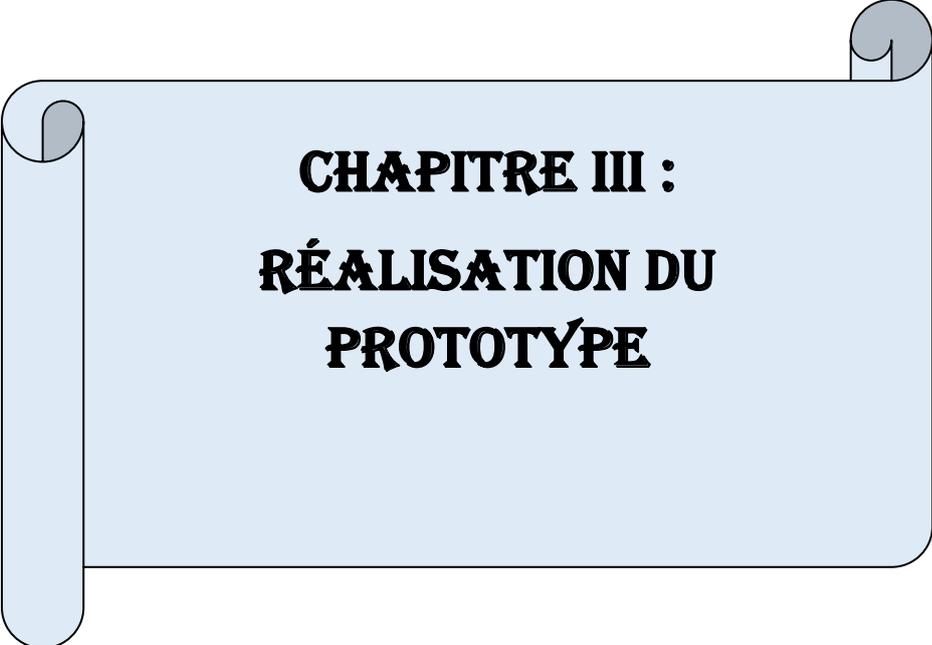
L'extrudeuse offre une solution industrielle efficace pour la production de diverses formes de produits en plastique, allant des profilés aux tubes en passant par les feuilles. La vis d'extrusion, entraînée par un moteur, assure le transport et la pressurisation de la matière plastique fondue vers la filière, qui détermine la forme finale du produit.

Le contrôle précis des paramètres tels que la température, la vitesse de rotation de la vis et la pression d'extrusion est essentiel pour obtenir des produits finis de haute qualité, conformes aux spécifications requises. Les systèmes de refroidissement intégrés ou indépendants garantissent une solidification adéquate du matériau extrudé.

L'extrusion est une technologie largement utilisée dans divers secteurs industriels, tels que l'industrie du plastique, l'industrie de l'emballage, l'industrie du bâtiment, l'industrie alimentaire et bien d'autres. Son principe de fonctionnement fiable et sa polyvalence en font un outil de production essentiel pour répondre à la demande croissante de produits en plastique de haute qualité.

En résumé, l'extrudeuse est une machine industrielle sophistiquée qui opère selon des principes bien établis, permettant la transformation efficace et précise de matières plastiques fondues en une variété de produits finis. Son rôle central dans le processus de fabrication de produits en plastique en fait un élément clé de l'industrie manufacturière moderne.

Le but de ce prototype d'extrudeuse est de développer une machine capable d'extruder. En utilisant les moyens à notre disposition, nous cherchons à créer un système qui peut transformer des matières premières en produits finis.



**CHAPITRE III :
RÉALISATION DU
PROTOTYPE**

1. Introduction:

L'extrusion plastique est un processus essentiel dans l'industrie de la fabrication de produits en plastique. Il permet de créer des pièces, des profilés et des films en plastique de différentes formes et tailles.

L'objectif de ce travail est de promouvoir la réalisation d'un prototype de machine d'extrusion plastique, ainsi que des considérations importantes à prendre en compte tout au long du processus.

La réalisation d'un prototype de machine d'extrusion plastique implique plusieurs étapes clés. Tout d'abord, nous devons concevoir la structure globale de la machine en prenant en compte des éléments tels que la vis d'extrusion, la filière, le système de chauffage, le moteur et le système de contrôle. Il est essentiel de sélectionner des composants de haute qualité qui répondent aux exigences de nos applications spécifiques.

Ensuite, nous devons procéder à la fabrication des pièces mécaniques et assembler tous les composants de la machine. La précision et la fiabilité de l'assemblage sont essentielles pour assurer le bon fonctionnement de la machine d'extrusion plastique. Il est recommandé d'utiliser des outils et des techniques de fabrication de pointe pour garantir la qualité du prototype.

Une fois la machine assemblée, nous devons effectuer des tests et des ajustements pour optimiser ses performances. Il peut être nécessaire de régler les paramètres tels que la température, la vitesse d'extrusion et la pression pour obtenir les meilleurs résultats. Les tests nous permettent également de détecter d'éventuels problèmes et de les résoudre avant de passer à la production à grande échelle.

Il est important de noter que la réalisation d'un prototype de machine d'extrusion plastique peut nécessiter des connaissances spécialisées dans les domaines de la mécanique, de l'ingénierie des polymères et de l'automatisation. Il peut être utile de collaborer avec des experts ou de faire appel à des consultants pour nous guider tout au long du processus de développement.

2. Réalisation du prototype :

Pour la réalisation de notre prototype de la machine extrudeuse (**figure 18**), on a procédé à deux parties ; partie mécanique et partie électrique.



Figure 18 : machine extrudeuse de plastique.

2.1. Partie mécanique :

La partie mécanique de cette machine se compose de plusieurs éléments, comme suit :

2.1.1 Dimensions de vis:

Les Dimensions de vis (**Figure19**) courantes pour une mèche à bois de ces caractéristiques :

- Diamètre de la tige : 10 ϕ (3/8 pouce) ou 13 ϕ (1/2 pouce)
- Longueur totale : 600 mm (60 cm)
- Longueur de la partie spirale : généralement entre 400 mm et 500 mm.

Ces dimensions sont données à titre indicatif et peuvent varier en fonction du fabricant. Il est recommandé de consulter les spécifications fournies par le fabricant spécifique de la mèche à bois que vous envisagez d'utiliser pour obtenir les coordonnées précises correspondant à une mèche de diamètre 20 ϕ et d'une longueur de 600 mm.



Figure: 19 mono vis

2.1.2 Le fourreau :

Le fourreau est Un tube galvanisé (**figure 20**) revêtu d'une couche de zinc pour le protéger de la corrosion et le rendre plus durable dans différents environnements.

La conception du fourreau peut varier en fonction des spécifications du prototype, notamment en ce qui concerne sa longueur, son diamètre, sa configuration interne. Ces variations sont souvent optimisées pour répondre aux exigences spécifiques du matériau plastique utilisé et des produits finaux souhaités.

- Longueur 605 mm
- Diamètre intérieur 30 ϕ
- Diamètre extérieur 33 ϕ



Figure 20 : tube galvanisé

2.1.3 La trémie:

La trémie (**Figure 21**) joue un rôle crucial dans une machine à extrusion plastique en recevant et en conservant les matières premières plastiques, qu'elles soient sous forme de granulés, de poudre ou de flocons. Ces matières premières seront ensuite fondues et extrudées pour créer des produits plastiques. Généralement située à l'extrémité de l'extrudeuse, la conception de la trémie peut varier en fonction des spécifications et des besoins particuliers du prototype en question.



Figure21 : La trémie

2.2. Partie électrique :

La partie électrique de cette machine se compose de plusieurs éléments, comme suit :

2.2.1. Disjoncteur différentiel :

Le disjoncteur différentiel (**Figure 22**) est un appareil de protection qui assure :

- La Protection des installations électriques contre les Surcharges et les Courts circuits
- La Protection des personnes contre les contacts indirects
- $U_n=380\text{ V}$ $I_{\Delta n}=0.03\text{A}$
- $I_n \leq 40\text{A}$

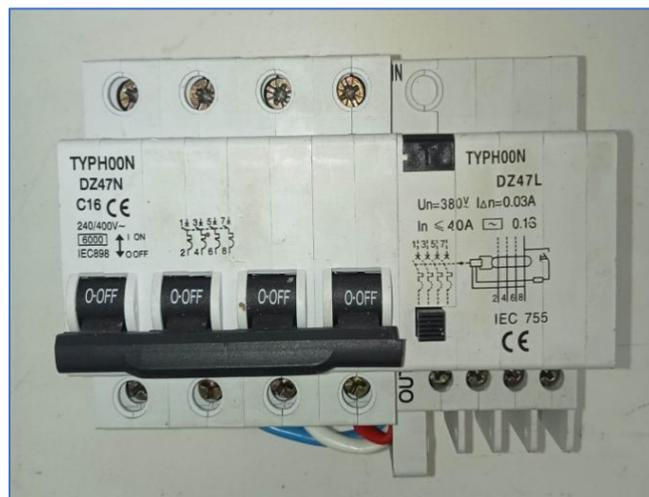


Figure 22 : Disjoncteur différentiel

2.2.2. Le contacteur :

Le contacteur (**Figure 23**) est un appareil de commande capable d'établir ou d'interrompre le passage de l'énergie électrique. Il assure la fonction commutation. [40]

On a utilisé deux contacteurs pour commander le moteur et le collier chauffant.



Figure 23 : Le contacteur

- D 09
- La bobine 220V

2.2.3. Le relais thermiques :

Le relais thermique (**Figure 24**) est un appareil qui protège les moteurs électriques contre les surcharges. Pour cela, il surveille en permanence le courant dans le récepteur. En cas de surcharge, le relais thermique n'agit pas directement sur le circuit de puissance mais il agit sur le contact de commande 95-96 d'où il ouvre le circuit de commande qui désactive la bobine A1- A2 du contacteur KM et le courant traversant le récepteur est coupé. [41]



Figure 24 : Le relais thermiques

2.2.4. Les colliers chauffants :

Les colliers chauffants (**Figure 25**) sont des dispositifs qui entourent la zone de la vis, de diamètres et hauteurs variés, destinés au chauffage et au maintien en température le

fourreau. Les transferts de chaleur entre le collier et la pièce à chauffer, se font principalement par conduction, ou par rayonnement pour les colliers les plus puissants.



Figure 25 : Collier chauffant

- Diamètre 35 mm
- Longueur 70 mm
- Puissance 375 w

2.2.5. Le régulateur de température :

La mesure de la température (Figure 26) nous donne une indication de la quantité de chaleur présente dans un corps ou dans l'environnement. On peut effectuer cette mesure en utilisant la dilatation d'un liquide avec un thermomètre, ou en utilisant la variation d'un élément sensible à la température avec un capteur. L'échelle de mesure la plus couramment utilisée est l'échelle en degrés Celsius ou centigrade. [45]

Le régulateur de température d'une extrudeuse de plastique est un composant vital du système de contrôle thermique de l'extrudeuse. Il permet de maintenir une température constante et précise dans chaque zone de chauffe, garantissant ainsi un processus d'extrusion optimal et la production de produits en plastique de haute qualité. [45]

-(La figure 27) représenté schéma de câblage régulateur de température.



Figure 26 : Le régulateur de température



Figure 27: le schéma de câblage

2.2.6. Capteur de température :

Un capteur de température thermocouple est spécifiquement conçu pour mesurer les températures dans la plage allant jusqu'à 350°C. Il est composé de deux conducteurs, A et B, de natures différentes, dont les jonctions sont soumises à des températures T_1 et T_2 . Il génère une force électromotrice (f.é.m.) v_0 , qui dépend à la fois de la nature des conducteurs A et B et des températures des deux jonctions. [46]

L'effet thermoélectrique est un phénomène qui se manifeste par l'apparition d'une différence de potentiel à la jonction de deux métaux soumis à une différence de température. L'utilisation la plus courante de cet effet est la mesure de température à l'aide de thermocouples. De plus, cet effet est également à la base de la génération d'électricité par effet thermoélectrique. [46]

Le thermocouple utilisé pour notre prototype est celui de type **k** (figure 28), plage de température jusqu'à 350 °C.



Figure 28: température thermocouple type k

2.2.7. Le moteur asynchrone :

La machine asynchrone est composée de deux parties principales : le stator et le rotor. Le stator est une structure fixe qui abrite le circuit magnétique et les bobinages du stator. Il forme une sorte de carcasse autour de laquelle tout est construit. Le rotor, quant à lui, est la partie mobile de la machine. Dans le cas des moteurs asynchrones triphasés, le stator est constitué d'un anneau de tôles avec des encoches à l'intérieur. [44]

- stator contient des enroulements triphasés similaires qui génèrent un champ magnétique rotatif. Ces enroulements sont décalés de $2\pi/3$ les uns par rapport aux autres et sont alimentés par un système de tension équilibrée. L'alimentation triphasée est connectée aux enroulements via une plaque à bornes située sur la machine, ce qui permet de choisir entre un couplage en étoile (Y) ou en triangle (Δ). [44]

- Le rotor est la partie du moteur asynchrone qui peut bouger. Il a une forme cylindrique. Au fil du temps, la fabrication du rotor a été améliorée pour répondre aux besoins spé-

cifiques et aux exigences des différents systèmes d'entraînement électriques. C'est pourquoi il existe plusieurs types de rotors. [44]

(La Figure 29) représente la plaque signalétique de moteur qui a été utilisé.



Figure 29 : la plaque signalétique de moteur

- Le moteur 220/380V
- Le réseau d'alimentation 220V/380V
- Puissance 1.1 K w
- Vitesse de rotation 2810 tr/m

2.2.8. Le couplage :

A partir de les indications données par la plaque signalétique du moteur et le réseau d'alimentation en à coupler les enroulements du stator en étoile (Figure 30)

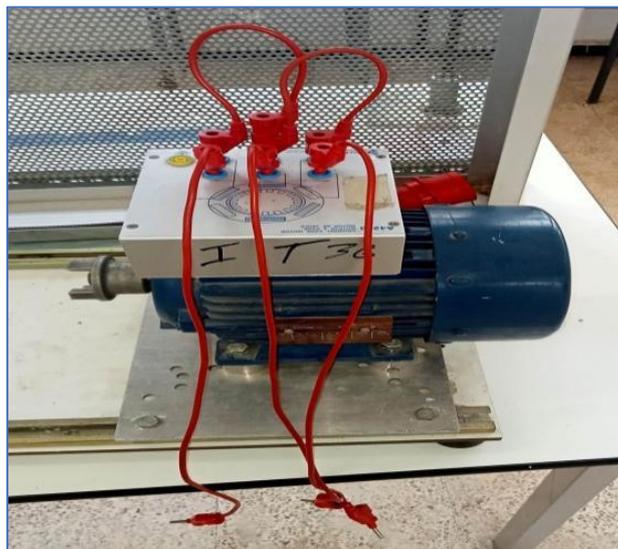


Figure 30 : le couplage étoile

2.2.9. Les boutons poussoirs:

Le bouton poussoir (**Figure 31**) est un dispositif à action momentanée ou fugitive qui sert à envoyer une impulsion électrique en ouvrant ou fermant un circuit. L'appui d'un bouton entraîne une modification de l'état du contact. [42]



Figure 31 : boutons poussoirs

2.2.10. Les voyants lumineux de signalisation :

La fonction du voyant lumineux (**Figure 32**) est de signaler visuellement à un opérateur l'état de fonctionnement d'un appareil ou d'un circuit électrique. Le voyant doit donc être visible immédiatement par un opérateur qui, selon la couleur du voyant allumé, aura une action spécifique à effectuer. Les indications les plus courantes sont la présence tension, un défaut, un fonctionnement correct, une maintenance à effectuer. [43]

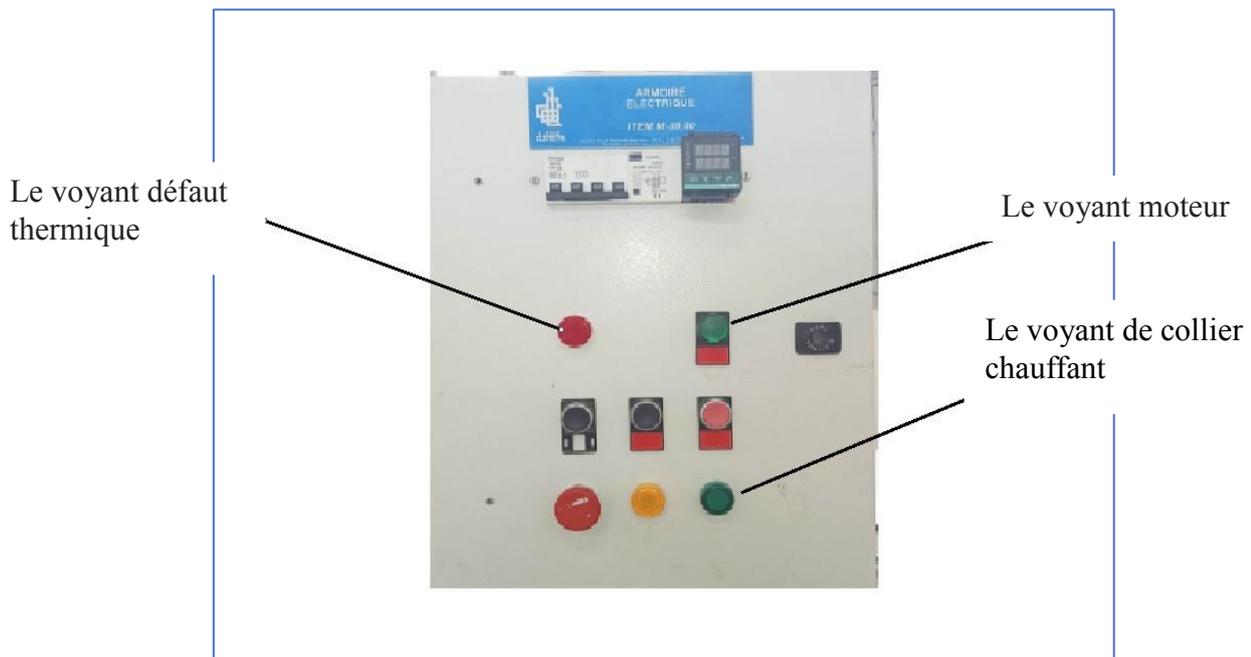


Figure 32 : armoire électrique

2.2.11. Variateur de vitesse :

Un variateur ou un démarreur électronique est un dispositif qui transforme l'énergie électrique fournie au moteur, permettant ainsi de réguler sa vitesse de rotation. Ces dispositifs assurent une décélération progressive et offrent la possibilité de régler précisément la vitesse en fonction des conditions d'utilisation. [46]

Dans ce prototype nous avons utilisé un variateur de tension. (**Figure 33**). Un variateur de tension, également appelé régulateur de tension variable, est un dispositif électronique qui permet de contrôler la tension de sortie en fonction des besoins spécifiques d'un système électrique.



Figure 33 : variateur de tension

3. Principe de fonctionnement de prototype

La machine extrudeuse de plastique est équipée d'une trémie où les granulés de plastique sont stockés. Ces granulés sont versés dans la trémie pour être utilisés ultérieurement. Lorsque le commutateur est enclenché, le collier chauffant s'active et commence à chauffer le fourreau. Le fourreau est une partie de la machine qui abrite les granulés de plastique et les fait fondre.

La température du fourreau est contrôlée et affichée par un régulateur de température. Dans cet exemple, la température cible est de 180 °c. En appuyant sur le deuxième bouton poussoir, le moteur de la machine extrudeuse démarre. Le moteur entraîne un vis avec une vitesse de rotation variable, réglée par un variateur de vitesse. Dans ce cas, la vitesse de rotation peut varier entre 30 tr/min et 100 tr/min.

Le vis en rotation entraîne les granulés de plastique vers l'avant, dans le fourreau chauffé. Grâce à la chaleur générée par le collier chauffant, les granulés de plastique fondent progressivement, formant ainsi une matière plastique fondue. La température contrôlée du fourreau garantit que le plastique atteint le point de fusion approprié.

Une fois le plastique fondu, le vis pousse la matière plastique fondue vers l'avant. Le plastique fondu est ensuite poussé à travers une filière, où il prend la forme d'un cylindre continu d'un diamètre de 2 mm. Ce cylindre de plastique est appelé fil plastique est refroidi à l'aide d'un d'air.

Concernant le schéma électrique ce qui consiste d'un circuit de puissance et circuit de commande de notre prototype, comme nous pouvant le voir dans la (**figure 34**).

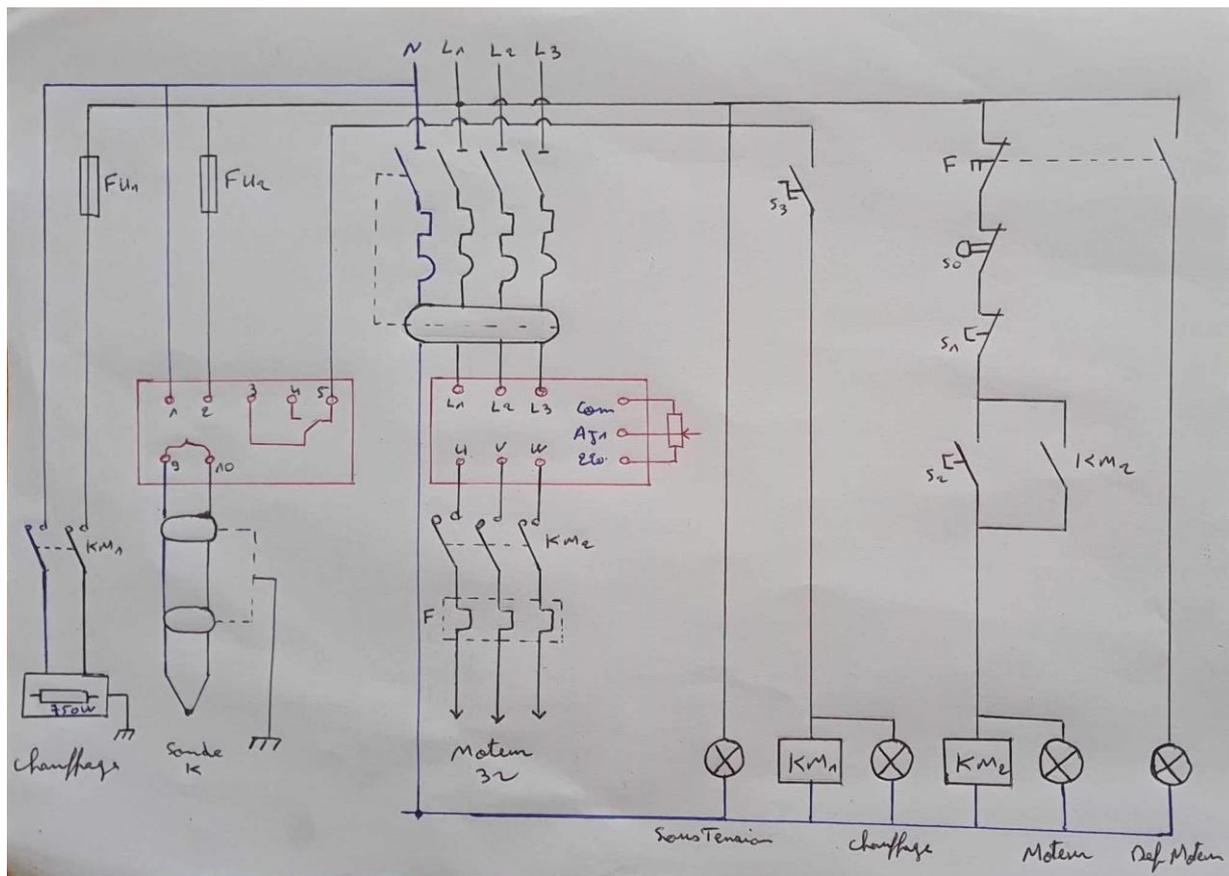
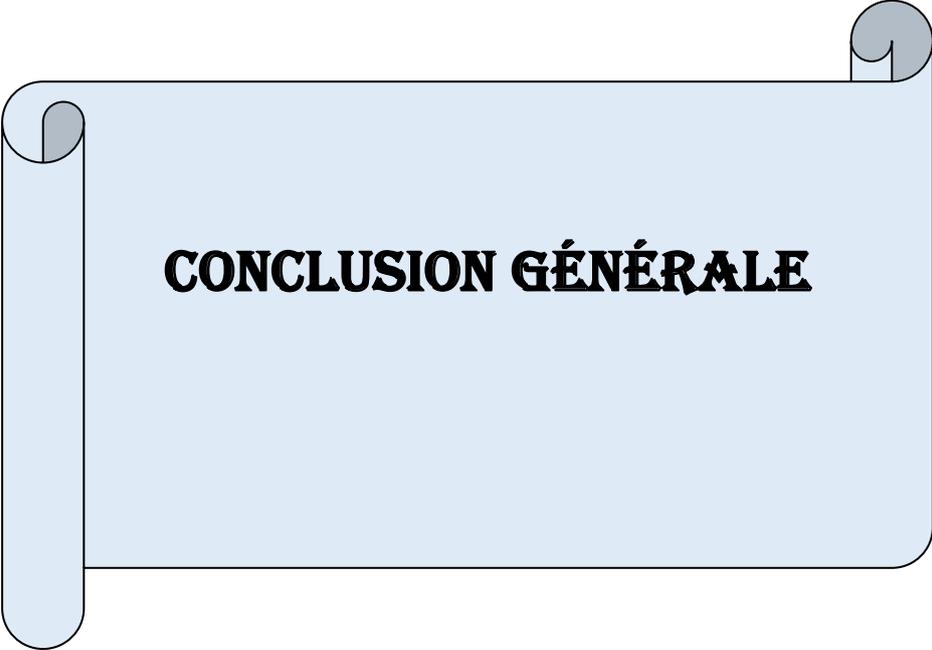


Figure 34 : circuit de puissance et circuit de commande de notre prototype

4. Conclusion :

La réalisation de notre extrudeuse de plastique représente un bond en avant significatif dans le domaine de la fabrication additive et de la transformation des polymères. Nous sommes profondément engagés dans l'innovation et nous cherchons constamment à repousser les limites de la créativité.

Notre extrudeuse se distingue par son design ergonomique, son interface conviviale et sa polyvalence exceptionnelle. Qu'il s'agisse d'un passionné amateur ou d'un professionnel chevronné, chacun pourra laisser libre cours à sa créativité et donner vie à ses idées les plus audacieuses.



CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

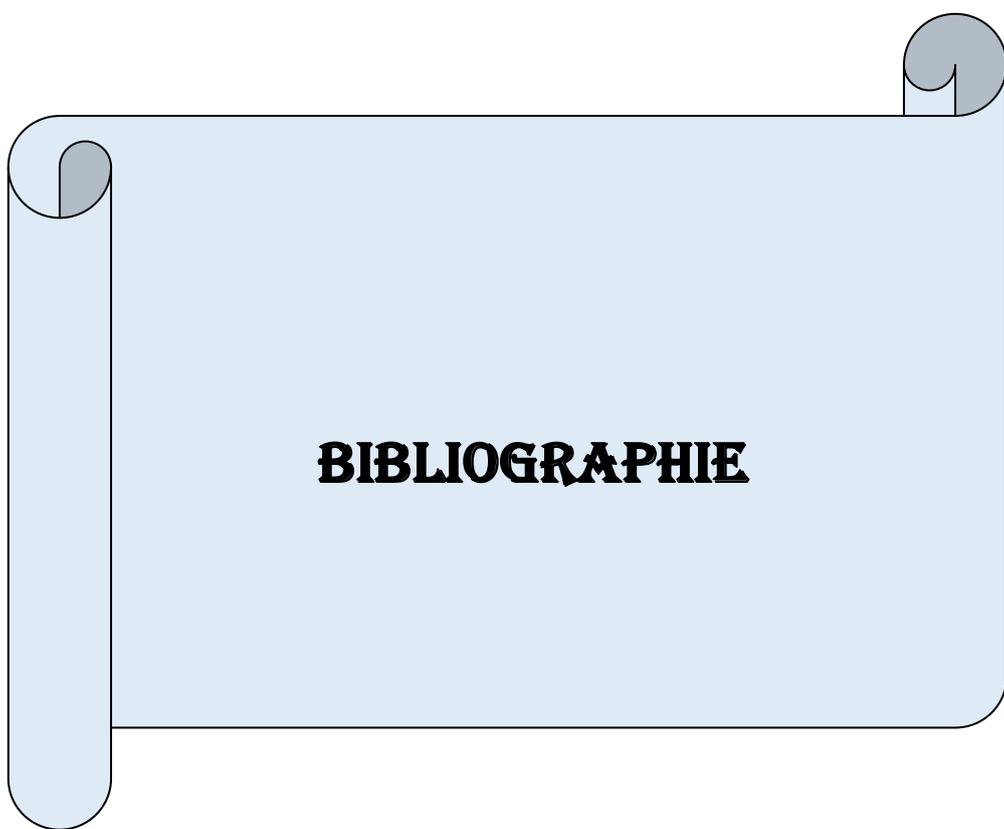
L'objectif de ce mémoire est de mettre en lumière les possibilités d'études d'amélioration pour optimiser les performances de l'extrudeuse, tels que l'exploration de nouveaux matériaux, l'optimisation des paramètres de processus et l'intégration de technologies de contrôle avancées. Ces recommandations ouvrent la voie à de futures recherches et à des développements potentiels dans le domaine de l'extrusion.

En début ; dans le première chapitre ,nous avons fait une explication générale sur le processus d'extrusion, et nous avons abordé plusieurs concepts et caractéristiques liés à ce procédé. Dans cette thèse, nous avons mentionné les informations les plus importantes sur les différents moyens, méthodes et techniques associées au processus d'extrusion plastique pour la production de matières plastiques

Par la suite ; dans le deuxième chapitre, cette étude a permis d'approfondir notre compréhension du cadre conceptuel, de l'extension et du principe de fonctionnement d'une extrudeuse. Nous avons exploré les caractéristiques techniques essentielles et les paramètres opérationnels clés qui influencent les performances de l'extrudeuse.

Dans le troisième chapitre, grâce à une recherche approfondie et à des expérimentations pratiques, nous avons pu réaliser un prototype fonctionnel d'une extrudeuse adaptée à nos besoins spécifiques.

En conclusion ; ce mémoire a enrichi nos connaissances sur les aspects théoriques et pratiques de l'extrusion, en nous permettant de concevoir et de réaliser un prototype fonctionnel d'une extrudeuse. Les enseignements tirés de cette étude pourraient contribuer à l'avancement de l'ingénierie à l'innovation dans le domaine de la fabrication additive.



BIBLIOGRAPHIE

- **Références bibliographiques :**

- [1] <https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/matiere-extrusion-18482/>
- [2] <https://d1n7iqsz6ob2ad.cloudfront.net/document/pdf/538c8709be1e6.pdf>
- [3] <https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/matiere-extrusion-18482/>
- [4] <https://www.yourtopia.fr/quest-ce-que-lexttrusion-personnalisee/>
- [5] <https://fr.scribd.com/document/408638574/Extrudeuse>
- [6] <https://www.industriellement.com/extrusion-plastique.html>
- [7] <https://www.tathwir.com/2019/12/plastics.html?m=1>
- [8] <https://www.leballageecologique.com/symboles-recyclage-emballages->
- [9] <https://grandpuits.totalenergies.fr/le-projet/quatre-nouvelles-activites/projet-pyrolyse/objectifs>
- [10] <https://www.polyvia-formation.fr/la-plasturgie-cest-quoi/lexttrusion-quest-ce-que-cest>
- [11] <https://www.intermasgroup.com/fr/a-propos-de-nous/les-procedes-de-fabrication.html>
- [12] <https://www.bausano.com/fr/applications/lignes-d-extrusion-pour-profil%C3%A9s>
- [13] https://www.google.com/amp/blog.anviplasturgie.fr/5-etapes-de-extrusion-soufflage%3fhs_amp=true
- [14] <https://www.industriellement.com/extrusion-plastique.html>
- [15] http://www.polymere.wikibis.com/extrusion_des_plastiques.php
- [16] <https://www.technoplast.fr/savoir-faire/extrusion-formage-en-continu-de-pieces-plastiques/>
- [17] Rapport _record00-0905_1A.pdf
- [18] <https://www.usinenouvelle.com/expo/guides-d-achat/extrusion-de-films-feuilles-et-plaques-plastiques-713>
- [19] <http://www.sti2d.net/productique/101-forgeage/432-filage-extrusion>
- [20] <https://www.mat-technologic.com/application-plasturgie/extrusion/>
- [21] <https://www.capifil-extrusion-plastique.fr/entreprise-capifil-expert-extrusion-plastique/extrusion-definition-co-extrusion-definition/>
- [22] https://www.google.com/amp/s/blog.anviplasturgie.fr/quels-sont-les-avantages-et-inconvenients-de-linjection-plastique%3fhs_amp=true

[23]<https://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-6146/ed6146.pdf>

[24] http://dspace.univghardaia.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/1425/1/la_memoire_maintenance_extrudeuse2_%281%29_%28R%C3%A9par%C3%A9%29%5B1%5D.pdf

[25]<https://www.ummo.dz/dspace/bitstream/handle/ummo/3871/Bouaza%2C%20Ahmed%20Ammar%2C%20Karim%20Ghebi%2C%20Ahmed%20Hamza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[26]<https://docplayer.fr/7133898-Les-grands-procedes-de-mise-en-oeuvre-des-matieres-plastiques-issues-de-processus-de-regeneration-de-dechets.html>

[27]http://www.ecole.ensicaen.fr/~chateign/enseig/polymers/extrusion.pdf?fbclid=IwAR3Ky3bIs0E-qje5aSfiLL1WXn8_H0V10-qwjnUBE6_3W1V8UFjfZM_dtQU

[28]<http://repository.enp.edu.dz/jspui/bitstream/123456789/6163/1/BOUBEKEUR.Bachir.pdf>

[29]<https://www.techniques-ingenieur.fr/?fbclid=IwAR0JiMgi56pMZCTdGB095Yf0GcvZn-YGuPEvHALXdh16jP0oX6G7WSKX12M>

[29]<https://conseils.hellopro.fr/guide-des-prix-des-extrudeuses-pour-plastique-2774.html?fbclid=IwAR0S66hhA2w4r10FVsgvxTNR7Ybo22HnsDtCPJdkGKPM78mSYPhLEAJPSEU>

[30]<http://bordeaux167.legtux.org/wpress/wp-content/uploads/2019/12/extrusion%20des%20plastiques.pdf>

[31]https://drive.google.com/file/d/0B1PpKvnjgrLjV0UzeDBrelluSkk/view?resourcekey=0-J0s2FyVgNufL_66SJwKlJA

[32]<http://dspace.univ-msila.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/15043/743.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR30EhU58abGR8TPw9TPAST-Ho-auJOnbTIsAYuMoioU8xSq6B7epmMSeGI>

[33]https://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Bts-Cira/annales/2003/U41-2003-annexes.pdf?fbclid=IwAR2KyBVI7cEXyg1jJ9UQUss-j6u6IKcJK0aro8c3LqFx3pBp-6IMZOdJrLs

[34]<https://theses.hal.science/tel-00116677/document>

[35] http://biblio.univ-antananarivo.mg/pdfs/andriamahefaHeryNAR_ESPA_Lic_16.pdf?fbclid=IwAR31B2ceOZjRx9oSzYca9r8_LdDZMkaYL7KGtgHDZmNmbvg63PWhQMrgNYI

[36]<http://repository.enp.edu.dz/jspui/bitstream/123456789/6163/1/BOUBEKEUR.Bachir.pdf>

[37]<https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-00443625/document>

[38]<https://docplayer.fr/13947611-Presentation-du-procede-ex-trudeuse-m-o-n-o-vis.html?fbclid=IwAR2a1za2FvJgKWrkVC7ltgHDMLBv2AyQBZZhTqw8mHPbk9D3cjXPdHUmnQ>

[39]<https://ressources-naturelles.canada.ca/energie/efficacite/industrie/info-technique/analyse-comparative/plastiques/5204?fbclid=IwAR3emBFzG5JpKa3wW41tGRrpFMqwUEy9onp5ut8U3-mIFQ1ihx0vTMNqGPK>

[40]<https://isetn.rnu.tn/archives/fr/images/documents/cours/inst.pdf>

[41]<https://www.cu-elbayadh.dz/ar/wp-content/uploads/2018/01/cours-schemas-et-appareillages-%C3%A9lectriques.pdf>

[42]<https://docplayer.fr/7781775-Les-boutons-poussoirs.html>

[43]<https://di.univ-blida.dz/jspui/bitstream/123456789/2289/1/Etude%20d%E2%80%99un%20viateur%20de%20vitesse.pdf?fbclid=IwAR3QcbEIp0AmOGKIKcnxFCWv4WcMK4Q-T8KpNq0Rnerbuai18K-MzSbyQpI>

[44]https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/29215/1/mimoiere%20master%20machine%20electrique%20PDF_compressed_compressed.pdf?fbclid=IwAR0pOJb-NDMIKljgqXuA5ZXtDK7GFVruJHW8n2wqIWZGH7UnMeRVatMqZQ

[45] http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/17954/1/Ad_Kaddour.pdf

[46] https://fr.slideshare.net/RidhaChayeh1/automatisation-dune-machine-extrudeuse-et-mise-en-place-dune-interface-hommemachine-239218681?fbclid=IwAR04GVMNrv__ygQWc5yEVOvAfx5ONp2uXabyBKrN5j4KpAxBl-zU2mAHR-Q

Résumé

Face aux enjeux mondiaux que représente la protection de l'environnement, l'idée du recyclage est devenue plus que pertinente sur la sphère politique et économique.

Notre projet a pour but de mettre en œuvre un système miniature, efficace et facile d'utilisation, afin d'encourager l'action collective des citoyens face à l'idée du recyclage de plastique, et aider à sortir de cette impuissance dont on fait face, avec toutes ces quantités de plastiques qui envahissent notre quotidien.

Le défi imposé c'est de prouver qu'on peut réaliser un système de recyclage du plastique. Surtout les machines d'extrusion avec un budget assez limité et qui pourrait permettre la création de petites et moyennes entreprises, dans ce domaine.

Les types de plastique qui ont été ciblés durant l'étude de conception sont principalement, le PET, HDPE, LDPE et le PP ; leurs caractéristiques solides et leurs présences massives dans notre quotidien ont guidé ce choix.

Face aux limites techniques régionales, la fabrication des pièces avec la précision voulue, l'un des majeurs obstacles qu'il fallait franchir.

Espérons avoir réussi sur le choix des matériaux utilisés, le choix des techniques et le projet en lui-même, en se basant sur l'aspect écologique et la protection de l'environnement.

Mots-clés: Extrusion, l'extrudeuse, Plastique, Recyclage, matière, produit.

Abstract

Faced with the global stakes involved in protecting the environment, the idea of recycling has become more than relevant in the political and economic sphere.

is to set up a miniature, efficient and easy-to-use system to encourage collective action by citizens to recycle plastic, and to help overcome the powerlessness we feel when faced with the quantities of plastic that invade our daily lives.

The challenge is to prove that a plastic recycling system can be set up on a limited budget, especially for extrusion machines, and that it could enable the creation of small and medium-sized businesses in this field.

The types of plastic that were targeted during the design study are mainly PET, HDPE, LDPE and PP; their solid characteristics and massive presence in our daily lives guided this choice.

Faced with regional technical limitations, manufacturing parts with the required precision was one of the major hurdles to overcome.

Let's hope we've succeeded in our choice of materials, our choice of techniques and the project itself, based on the ecological aspect and environmental protection.

Key words: Extrusion, Extruder, Plastic, Recycling, material, product.

ملخص

في مواجهة التحديات العالمية لحماية البيئة، أصبحت فكرة إعادة التدوير أكثر من ملائمة في المجالين السياسي والاقتصادي. يهدف مشروعنا إلى تصميم نموذج مصغر وفعال وسهل الاستخدام، من أجل تشجيع العمل الجماعي للمواطنين في مواجهة فكرة إعادة تدوير البلاستيك. و المساعدة على الخروج من هذا العجز الذي نواجهه، بكل هذه الكميات من البلاستيك التي تغزو حياتنا اليومية.

يتمثل التحدي في إثبات أنه يمكننا تحقيق نظام إعادة تدوير البلاستيك، وخاصة آلات البثق، بميزانية محدودة إلى حد ما والتي يمكن أن تسمح بإنشاء مؤسسات صغيرة ومتوسطة الحجم في هذا المجال.

أنواع البلاستيك التي تم استهدافها أثناء دراسة التصميم هي بشكل أساسي البولي ايثيلين تيريفثالات، بولي ايثيلين عالي الكثافة، بولي ايثيلين منخفض الكثافة والبولي بروبيلين، لخصائصها المتمثلة في الصلابة و تواجدتها بأعداد هائلة في حياتنا اليومية.

نظرا للإمكانيات المحدودة فإن تصنيع القطع التي تتطلب الدقة أصبحت أحد العقبات الرئيسية التي وجب التغلب عليها. نأمل أن يحقق اختيار المواد المستخدمة، و اختيار التقنيات و المشروع في حد ذاته نجاحا، أخذا بالاعتبار الجانب البيئي و حماية البيئة.

كلمات مفتاحية : بثق ، الطارد ، بلاستيك ، إعادة تدوير، مادة، منتج.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
حاضنة الأعمال عين تموشنت



ملحق نموذج العمل التجاري

Fiche technique du projet

البطاقة التقنية للمشروع

Sallat Nadjib Mansour Rezoug Abdallah Said Medjahed Mourad	الاسم و اللقب Votre prénom et nom Your first and last Name
(MRPTECH) Machine Recyclage Plastique	الاسم التجاري للمشروع Intitulé de votre projet Title of your Project
0555842858 0655871014 0668853979	رقم الهاتف Votre numéro de téléphone Your phone number
sallatnadjib@gmail.com rezougabdallahpfp@gmail.com saidmedjahedmourad59@gmail.com	البريد الالكتروني Votre adresse e-mail Your email address
Aïn Témouchent	مقر مزاولة النشاط (الولاية- البلدية) Votre ville ou commune d'activité Your city or municipality of activity

طبيعة المشروع Nature de projet

المنتوج ذو طابع إنتاجي أو خدماتي

Vente de marchandises ou de services

Sale of goods or services

المشكلة المراد حلها وتكون مدعمة بالبيانات (إحصائيات إن وجدت)

1. Dépendance aux importations : L'Algérie dépend actuellement des importations d'extrudeuses de plastique pour répondre à ses besoins de production. Cela peut entraîner des contraintes financières, des délais d'approvisionnement prolongés et une vulnérabilité aux fluctuations du marché international.
2. Manque de machines extrudeuses : L'Algérie fait face à un manque de machines extrudeuses pour répondre à la demande croissante de produits en plastique. Cela limite la capacité de production et peut entraîner des retards dans la livraison des produits.
3. Coûts élevés : Les coûts élevés associés à l'importation d'extrudeuses de plastique, y compris les frais de transport, les droits de douane et les marges bénéficiaires des intermédiaires, peuvent constituer un obstacle pour les entreprises locales. Cela peut entraîner une augmentation des coûts de production et une compétitivité réduite sur le marché.
4. Faible taux de recyclage des déchets plastiques : L'Algérie fait face à un faible pourcentage de déchets plastiques recyclés, ce qui contribue à la pollution environnementale. Le manque d'infrastructures de recyclage et de sensibilisation à l'importance du recyclage constitue un défi majeur.

Un tas de statistiques

ALGER - Le taux de recyclage des déchets ménagers n'a pas dépassé les 10% sur l'ensemble des déchets collectés en 2020, a indiqué samedi à Alger, des responsables à l'Agence nationale des Déchets (AND).

5. Difficultés à diversifier la production : L'Algérie rencontrer des difficultés à diversifier sa production de produits en plastique en raison de la dépendance aux importations de machines et de technologies. Cela limite la capacité de produire une gamme variée de produits plastiques répondant aux besoins du marché.

Un tas de statistiques

A ce sujet, il faut souligner que 200 exposants de 21 pays ont participé à la 5ème édition du Salon international du plastique pour des conférences et des ateliers sur le thème : « Le plastique, la matière essentielle pour le développement durable » à Alger du 11 au 13 mars 2018, apprend La Nouvelle République dans un communiqué qui lui a été adressé. Les industries algériennes des plastiques et caoutchouc regroupent 580 entreprises qui emploient plus de 10.000 personnes.

En résolvant ces problématiques, nous cherchons à combler le manque de machines extrudeuses, à rendre les machines plus abordables, à améliorer le taux de recyclage des déchets plastiques et à encourager la diversification de la production de produits en plastique en Algérie. Cela favorisera la croissance du secteur de la plasturgie, réduira l'impact environnemental et renforcera l'autonomie industrielle du pays.



1- Value proposition:

1- القيمة المقترحة:

ما القيمة التي نقدمها للزبون؟

كيف نساعد الزبون على حل مشكلاته؟ (البحث عن حل وتحويله إلى نموذج تجاري)

ما طبيعة هذا الحل للمشكلة هل هي قيم نوعية أو كمية؟ (اختر من الرسم ما يوافق مشروعك)

1/1- القيمة التي نقدمها للعميل:

1. Fourniture de machines extrudeuses de qualité : nous fournissons des machines extrudeuses fiables, performantes et durables, répondant aux normes de qualité et de sécurité. Cela permet aux clients de disposer d'équipements robustes pour leurs opérations de production de plastique.
2. Prix compétitifs : nous Proposons des machines extrudeuses à des prix compétitifs, plus abordables par rapport aux importations. Cela aide les clients à réduire leurs coûts d'investissement et à améliorer leur rentabilité.
3. Rentabilité économique : notre projet peut proposer des machines extrudeuses à des prix compétitifs, ce qui permet aux clients de réduire leurs coûts d'investissement initial. De plus, en offrant des machines économes, Nous aidons les clients à réduire le coût d'exploitation, ce qui contribue à leur rentabilité financière.
4. Les machines de plastique fournissent à l'acheteur divers matériaux et procédés de fabrication de divers produits en plastique. Certains peuvent produire des produits simples à complexes qui sont rentables et respectueux de l'environnement.

2/1- ما هي المشاريع الأخرى التي استهدفت نفس المشكلة والتي جرى تنفيذها؟

2- Customer segments:



2- شرائح العملاء

- من أهم عملائنا؟ لمن نوجه القيمة؟ (حدد بالتفصيل)
نحاول تحديد عدد العملاء من خلال استبيان أو سبر آراء إن وجد. بهدف تحديد السوق المحتمل. أو كيف العمل لتحديد سوق مستهدف.

1. Fabricants de plastique : Les fabricants de plastique qui produisent des produits finis en plastique peuvent être des clients importants. Ils utilisent les extrudeuses pour transformer les matières premières plastiques en produits finis tels que des films plastiques, des tuyaux, des profilés, des feuilles, etc. (ALYA PLAST) (sodeimap) (TOP GLOVES)(LATEX INDUSTRIES,Sarl) (MAGIC VORTEX,EURL) (Maiserie EL FORSANE,Sarl)(SOEXPLAST)
2. Entreprises de recyclage du plastique : Les entreprises spécialisées dans le recyclage du plastique ont besoin d'extrudeuses pour retraiter les déchets plastiques en granulés ou en produits finis recyclés. Ces entreprises peuvent être intéressées par des machines qui permettent un recyclage efficace et rentable. (SARL MOSALI) (GOLMUSTPLAST) (ATLAS RECYCLAGE) (SARL ATPS)
3. Les Entrepreneurs : les entrepreneurs qui souhaitent se lancer dans la production de produits en plastique peuvent constituer un segment de clientèle. Ils peuvent être à la recherche de machines abordables et de haute qualité pour démarrer leur activité.
4. Fournisseurs de services d'extrusion : Les entreprises qui offrent des services d'extrusion à d'autres industries peuvent être des clients intéressants. Elles utilisent les extrudeuses pour fournir des produits extrudés sur mesure à leurs clients.
5. Les entreprises chimiques constituent également un segment de clientèle important pour notre projet de fabrication de machines extrudeuses de plastique (FADERCO) .

3- Customer Relationship :



3- العلاقات مع العملاء :

كيف تجذب انتباه العملاء إلى منتجاتك أو خدماتك؟
كيف تشجع العميل لشراء منتجك أو خدماتك؟
كيف يستفيد العميل من منتجك أو خدماتك؟
ما هي الطرق المستعملة لخدمة ما بعد بيع منتجك أو خدماتك؟

Pour attirer l'attention des clients sur vos produits et inciter à l'achat, ainsi que pour garantir leur satisfaction continue

1. Les canaux de communication les plus pertinents pour atteindre le client potentiels, tels que les salons professionnels, les publications spécialisées, les médias sociaux, les publicités en ligne, etc. Utilisez des messages marketing convaincants qui mettent en valeur les avantages uniques des machines extrudeuses, tels que leur performance, leur fiabilité, leur rentabilité et leur adaptabilité aux besoins spécifiques des clients.
2. Organisez des démonstrations des machines extrudeuses auprès des clients potentiels, en mettant en avant leurs caractéristiques et leurs fonctionnalités clés. Offrez également la possibilité d'essayer vos machines via des échantillons de production, ce qui permettra aux clients de constater leur qualité et leur performance directement.

3. Établir une communication claire et régulière avec les clients tout au long du projet. Cela inclut la mise en place de canaux de communication ouverts tels que des réunions régulières, des appels téléphoniques et des échanges d'e-mails. La communication proactive permet de partager des informations importantes, de résoudre les problèmes rapidement et de maintenir les clients informés de l'avancement du projet.

Avantages que le client peut tirer de votre produit

- ✓ Machines financièrement rentables lors de leur utilisation, ce qui permet au client de réaliser des économies à long terme.
- ✓ Haute qualité de fabrication et performance optimale des machines extrudeuses, assurant une production efficace et fiable.
- ✓ Adaptabilité aux besoins spécifiques du client, avec la possibilité de personnaliser les machines en fonction de ses exigences.
- ✓ Support technique et service après-vente pour garantir le bon fonctionnement des machines et résoudre rapidement les problèmes éventuels.
- ✓ Amélioration de la productivité et de l'efficacité des processus de production, ce qui permet au client d'augmenter sa capacité de production et de réduire les coûts.

Concerne le service après-vente de votre produit

- ✓ Assistance technique : Fournir une assistance technique à distance ou sur site pour aider les clients à résoudre les problèmes techniques ou les pannes éventuelles de leurs machines.
- ✓ Formation : Proposer des programmes de formation pour les clients, afin de les familiariser avec l'utilisation,
- ✓ la maintenance et le dépannage de vos machines extrudeuses.
- ✓ Pièces de rechange

4- Channels :



4- القنوات :

كيف يعلم الجمهور بوجودنا أو منتجنا أو خدمتنا؟
ما هي قنوات التوزيع التي يفضلها العملاء للتواصل معهم؟
ما هي القنوات الأكثر فعالية مقارنة مع تكلفتها

1/4 - الآليات والطرق لإعلام بمنتوجنا أو خدمتنا:

1. Documentation technique : Préparez des brochures, des fiches techniques et des documents d'information détaillés sur les machines extrudeuses. Ces documents peuvent être distribués lors de salons, d'événements professionnels.
2. Participation à des salons et des événements de l'industrie : Rejoignez des salons et des événements spécialisés dans l'industrie du plastique où nous pouvons exposer les machines extrudeuses en plastique. Cela offre une excellente opportunité d'interagir

directement avec les clients potentiels, de présenter vos produits en personne et de répondre à leurs questions.

3. Partenariats et collaborations : des partenaires stratégiques, tels que des distributeurs, des revendeurs ou des entreprises complémentaires, avec lesquels nous pouvons collaborer pour promouvoir et informer notre produit. Établissons des relations solides avec ces partenaires et exploitez leurs canaux de distribution ou leurs réseaux pour atteindre de nouveaux clients.

2/4 - قنوات التوزيع التي يفضلها العملاء:

1. Site web : Créez un site web professionnel créé pour notre entreprise et pour les machines d'extrusion en plastique. Qu'il est convivial, facile à naviguer et qu'il met en évidence les caractéristiques, les avantages et les spécifications de la machine.
2. Médias sociaux : nous Utilisons les plateformes de médias sociaux telles que LinkedIn, Facebook, Instagram, Twitter, etc., pour promouvoir les machines extrudeuses en plastique. Publiions régulièrement du contenu informatif, des actualités sur l'industrie, des études de cas, des vidéos et des images attrayantes pour attirer l'attention des clients potentiels et les inciter à en savoir le produit.



5- Key partners :

5- الشركات الرئيسية :

- من هم الشركاء الرئيسيون الذين يمكن مساعدتنا في الإنتاج أو الخدمة أو في تسويقها أو توزيعها؟ (الشركاء الذين أضع معهم عقد).

- من هم الموردون الرئيسيين؟ (الذين يقدمون لنا: المواد الأولية + الآلات للإنتاج + برنامج لتقديم خدمة + ...)
قم بكتابة قائمة الشركاء الرئيسيين لمشروعك بالتفصيل مع ذكر الاسم، الهاتف، العنوان... إلخ

1/5 - الشركاء الرئيسيون الذين يمكن مساعدتنا:

Direction de l'industrie

Direction de l'environnement

Collectivités locales

Incubateur d'entreprises, Université Ain Temouchent

Les Fabricants de plastique (TOP GLOVES) (ALYA PLAST)

2/5 - الموردون الرئيسيين:

1. Fournisseurs de composants et de pièces : Les extrudeuses de plastique sont composées de nombreux composants et pièces, tels que les vis, les barils, les moteurs, les systèmes de contrôle, etc. Voici quelque exemple de fournisseur des pièces :

- ✓ **Moteur** : (Electro Industries SPA Téléphone : 213 26 14 99 71)(EPE ELECTRO-INDUSTRIES SPA) (REDUCOM EURL) (ELEDIS)(distributeur officiel ABB Téléphone 0554064980)

- ✓ **Les colliers chauffants:**(valax.industry Téléphone:0770528177)
 - Fournisseur des pièces mécanique :
- ✓ **Le vis et le fourreau :** (sarl chaoui cnc fraisage et tournage Téléphone: 0770757960) (Tourneur Alger Téléphone:0554821027)(EURL MIK Équipements installés Tournage et fraisage de précision Tel-048 360147)
- ✓ **Fabrication acier pour Le vis et le fourreau :** (Tosyali)
 - Fournisseur des pièces électronique :
- ✓ **Variateur de vitesse :** (inoval siemens) (Sarl Infinitytech)
- ✓ **Régulateur de température:**(L & M Industry Ets Malek BOUBRIT)

6- Key activities



6- الأنشطة الرئيسية :

ما هي أهم المراحل الرئيسية للإنتاج أو الخدمة؟ (نذكر المراحل من اقتناء المواد الأولية إلى المنتج النهائي)
هل هناك أنشطة ثانوية؟ (نذكر الأنشطة الثانوية التي تدخل في منتجنا أو خدمتنا)

1/6 - المراحل الرئيسية:

1. Conception et ingénierie : Une fois les matières premières disponibles, les équipes de conception et d'ingénierie travaillent sur la création des plans et des schémas techniques des extrudeuses de plastique. Cette étape comprend la conception des composants, des assemblages, des circuits électriques, des logiciels de contrôle.
2. La préparation du processus de fabrication est primordiale par l'équipe d'ingénieur permis les techniques on leur la BOM (Build Of Materials) .
3. Fabrication des composants : Les composants individuels de l'extrudeuse de plastique, tels que les vis, les fourreaux, les moteurs, les systèmes de chauffage, les systèmes de contrôle, sont fabriqués selon les spécifications techniques. Cela peut nécessiter des processus de tournage, de fraisage.
4. Assemblage : Une fois que les composants sont fabriqués, ils sont assemblés pour former l'extrudeuse de plastique complète. Cela comprend l'assemblage mécanique des pièces, l'installation des moteurs, des systèmes de chauffage, des systèmes de contrôle, ainsi que le câblage électrique et l'intégration des logiciels.
5. Tests et contrôle qualité : Une fois l'assemblage terminé, les extrudeuses de plastique subissent des tests rigoureux pour s'assurer qu'elles fonctionnent correctement, qu'elles atteignent les températures requises, qu'elles sont sécurisées et qu'elles répondent aux normes de qualité. Des tests de performance, de durabilité et de sécurité sont effectués pour garantir la fiabilité des machines.

2/6 - الأنشطة الثانوية:

1. Installation et mise en service : Une fois les extrudeuses de plastique approuvées après les tests de contrôle qualité, elles sont préparées pour l'installation chez les clients. Les

techniciens qualifiés effectuent l'installation, l'ajustement et la mise en service des machines dans l'environnement du client, en veillant à ce que tout fonctionne correctement.

2. Formation et support client : Les clients qui acquièrent les extrudeuses de plastique reçoivent une formation sur leur utilisation, leur maintenance et leurs caractéristiques spécifiques. Un support client continu est assuré pour répondre aux questions, résoudre les problèmes techniques et fournir des pièces de rechange si nécessaire.

3. Livraison et suivi : les extrudeuses de plastique sont livrées aux clients conformément aux termes convenus. Un suivi régulier est effectué pour garantir la satisfaction du client et pour identifier d'éventuelles améliorations ou mises à jour à apporter aux machines.

7- Key Ressources



7- الموارد الرئيسية:

نقوم بتحديد فقط الموارد دون ذكر التكلفة.

1/7- الموارد المادية:

المورد fournisseur	مصدر محلي أو أجنبي	الموارد Ressources
2MK, SARL	Local	Le moteur
Sarl COMEFI	Local	Moto réducteur
valax.industry	Local	Les colliers chauffants
Sauter Algérie SARL	Local	Capteur de température
PRECI TOURS,SARL	Local	Engrenage
EURL MIK	Local	Les enroulements
ELECTRIC CENTE	Local	Variateur de vitesse
SOLUTION PARTNER SIEMENS BUILDING TECHNOLOGIES,SPA	Local	Régulateur de température
ims industrie vis	Local et étranger	Le vis sans fin
ims industrie vis	Local et étranger	Le fourreau
Tosyali	Local	acier

Les ressources humaines jouent un rôle important dans la production de machines extrudeuses de plastique

العدد	صنف المورد البشري
1	Ingénieur qualifié, l'acquisition de logiciels de conception et de simulation mécanique (bureau d'étude)
1	Ingénieur électromécanique (Maintenance)
1	Ingénieur Électronique (Maintenance)
6	Opérateur
1	Technicien électromécanique
1	Secrétaire (techno-administrative)
1	Techniciens (hygiène, sécurité, environnement)
2	Agent de Sécurité
1	Opérateur (gestionnaire des stocks)
1	chauffeur d'engin
1	Ingénieur en chimiste
2	Technicien mécanique

الاحتياج	المورد المالي
Électricité 1830.000 kwh Gaz 4441.430 TH	Électricité, gaz
1500 metre carré	Loyer
Mécanique et électrique	les outils de maintenance
Le Camion fourgon les équipements Les Employés	Assurances
Machine de vissage automatique Machine d'assemblage par pression Machine de découpe et de pliage des tôles Machine d'usinage CNC	Machines d'assemblage
Chariot élévateur Treuil Électrique	les machines soulever
Le Camion fourgon	Transport
Mobilier de bureau Équipement informatique	Matériel de bureau

8- Cost Structure



8- هيكل التكاليف:

Participation à des salons et des événements de l'industrie 80000 DA par ans	تكاليف التعريف بالمنتج أو المؤسسة Frais d'établissement
40000 DA électricité et gaz + 14000 DA d'eau	تكاليف الحصول على العدادات (الماء- الكهرباء) Frais d'ouverture de compteurs (eaux-gaz-....)
90000 DA	تكاليف (التكوين- برامج الاعلام الالي المختصة) Logiciels, formations
/	Dépôt marque, brevet, modèle تكاليف براءة الاختراع و الحماية الصناعية و التجارية
90000 DA	Droits d'entrée تكاليف الحصول على تكنولوجيا او ترخيص استعمالها
/	Achat fonds de commerce ou parts شراء الأصول التجارية أو الأسهم
2400 000 DA	Droit au bail الحق في الإيجار
300 000 DA	Caution ou dépôt de garantie وديعة أو وديعة تأمين
50 000 DA	Frais de dossier رسوم إيداع الملفات
80000 DA (frais de notaire pour loyer)	Frais de notaire ou d'avocat تكاليف الموثق-المحامي-.....
90000 DA	Enseigne et éléments de communication تكاليف التعريف بالعلامة وتكاليف قنوات الاتصال
/	Achat immobilier شراء العقارات
1000 000 DA	Travaux et aménagements

	الأعمال والتحسينات الاماكن
20000 000 DA	Matériel الآلات- المركبات- الاجهزة
500 000 DA	Matériel de bureau تجهيزات المكتب
300 000 DA	Stock de matières et produits تكاليف التخزين
10000 000 DA	Trésorerie de départ التدفق النقدي (الصندوق) الذي تحتاجه في بداية المشروع.

■ 1/8: هيكل التكاليف structure Costs

المجموع = 35 010 000 DA

■ 2/8- نفقاتك أو التكاليف الثابتة الخاصة بمشروعك

140. 000 DA Par ans	Assurances التأمينات
50.000 DA Par ans	Téléphone, internet الهاتف والانترنت
/	Autres abonnements اشتراكات أخرى
300.000 DA par ans	Carburant, transports الوقود وتكاليف النقل
50.000 DA Par ans	Frais de déplacement et hébergement تكاليف التنقل والمبيت
200.000 DA Par ans	Eau, électricité, gaz فواتير الماء - الكهرباء- الغاز
/	Mutuelle <u>التعاضدية الاجتماعية</u>
300.000 DA ans	Fournitures diverses لوازم متنوعة
200.000 DA Par ans	Entretien matériel et vêtements صيانة المعدات والملابس
50.000 DA Par ans	Nettoyage des locaux تنظيف المباني
200.000 DA Par ans	Budget publicité et communication ميزانية الإعلان والاتصالات

المجموع = 1490 000 DA

▪ 3/8- رواتب الموظفين ومسؤولين الشركة

(1000 000 / 900 000)	رواتب الموظفين Salaires employés
----------------------	-------------------------------------

9- Revenue Streams



9- مصادر الإيرادات

1/9- الإيرادات الاجمالية:

البيان	القيمة
عدد الوحدات المنتجة	25 par mois
سعر البيع	800.000 DA
الاجمالية الإيرادات = المنتجة الوحدات عدد × البيع سعر	20 000 000 DA

2/9- مصادر الدخل:

1. Vente de machine extrudeuse de plastique.
2. Les Pièces de rechanges et consommable.
3. La maintenance et l'installation des machines.
4. Faire des formations personnelles.

3/9- النسبة المئوية للزيادة في حجم الأعمال بين كل شهر لسنة الأولى؟ ثم لسنة الثانية؟

Le pourcentage d'augmentation du chiffre d'affaires entre chaque mois pour la première année et la deuxième année d'un projet de fabrication de machines extrudeuses peut varier considérablement en fonction de plusieurs facteurs, tels que la taille du marché, la concurrence

Première année :

Les premiers mois peuvent être consacrés à la mise en place de l'activité, au développement du produit, à l'acquisition des premiers clients, etc. Dans cette phase de démarrage, la croissance mensuelle moyenne du chiffre d'affaires peut être relativement faible, généralement de 5 % à 10 %.

- ✓ Les premiers mois peuvent être consacrés à la mise en place de l'activité, au développement du produit, à l'acquisition des premiers clients, etc. Dans cette phase de démarrage, la croissance mensuelle moyenne du chiffre d'affaires peut être relativement faible, généralement de 5 % à 10 %
- ✓ Vers la fin de la première année, si l'entreprise a réussi à obtenir une base de clients solide, à optimiser ses opérations et à stimuler les ventes, la croissance mensuelle moyenne peut atteindre 15 % à 20 %.

Deuxième année :

- ✓ La croissance mensuelle moyenne du chiffre d'affaires peut généralement être plus élevée, allant de 15 % à 25 %, voire davantage, en fonction de la dynamique du marché, de la demande pour les machines extrudeuses et de la capacité de l'entreprise à accroître sa part de marché et à fidéliser les clients existants.