

REPUBLICAINE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB DE BLIDA

FACULTÉ DE L'INGÉNIEUR

DÉPARTEMENT DE MÉCANIQUE



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

POUR L'OBTENTION DU

DIPLÔME DE MASTER 2

OPTION : *GÉNIE MÉCANIQUE ET MATÉRIAUX*

THÈME :

**Etude d'une ligne de recyclage du
plastique**

(Bac horizontal et extrudeuse)

Proposé et dirigé par :

Mr Azzin

présenté par :

Miri Mohammed Riadh

Lekmouchi Ikram

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2016/2017



Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Dédicace

*Avec l'aide de dieu tout puissant, on a pu achever ce modeste
travail qu'on dédie :*

*À nos parents, nos frères et nos sœurs, et
À tous ceux qui nous sont chers.*

REMERCIEMENTS

Merci Dieu le tout puissant notre créateur de nous avoir Accordé le courage, la volonté et la force d'accomplir ce travail et de nous avoir guidé vers le bon chemin de la lumière et du savoir.

Merci à nos Parents qui nous ont toujours soutenus, frères, sœurs, amis et camarades.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à Monsieur Mr Azzin porteur de notre master, pour avoir dirigé ce mémoire, pour son suivi Permanent, ses lectures attentives, ses conseils judicieux et le soutien Constant qu'il nous a prodigué au cours de l'élaboration de ce travail.

On remercie les dirigeants de la société ECCM Mr Brazi Younes et Brazi Bilél ainsi que leurs parents

On remercie très chaleureusement Mr Mustapha Temmar chef département de Mécanique à L'université de Blida

On remercie toute l'administration du Département De Mécanique Université De Blida

Nous remercions l'ensemble des enseignants du département de génie mécanique pour leur patience durant nos études.

Nous remercions également les membres de jury qui nous ont honorés en acceptant l'invitation de discuter ce modeste travail.

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

Résumé :

Pour solutionner les problèmes d'environnement ou pour la valorisation des déchets en matières plastiques, le recyclage et la régénération des matières plastiques est un choix stratégique pour tous les industriels de la filière plasturgie.

Les plastiques sont convertis en matières premières granulées par fusion en utilisant la machine à granulé. Les déchets plastiques passent par une ligne de recyclage. Ils sont alors broyés en paillettes, puis lavés, rincés, séchés et régénérés, jusqu'à l'obtention de granulés.

Ce travail consiste à la conception et au fonctionnement du bac de lavage horizontal du plastique et une machine extrudeuse qui accomplissent le travail de recyclage du plastique.

Concernons le bac de lavage horizontal nous avons rencontré un problème de dépôt de quelque matière plastique au fond du bac.

Pour résoudre ce problème on a proposé de mettre une vis sans fin au fond du bac pour pouvoir transporter ces plastiques à l'étape suivante.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

í í í í í í ..í í í í í í í í í í í í í í ..I

Remerciementsí í í í í í í í í í í í í í í í í ..í í í í í í í í í í ..í í II

Résuméí ..í í III

Sommaire ..í ..í ..1

Liste des figuresí 5

Listes des tableauxí ..8

Nomenclatureí í í í í í í í í í ..í í ..í í í í ..í ..í í í í í í ..í í í í í ..9

Introduction générale.....10

Chapitre I : Généralités sur le recyclage plastique

I-1 Introduction í ..12

I-2 Recyclage du plastique :í ..13

I-3 Type de recyclageí ..í 13

I- 4 Conséquence du recyclage plastiqueí ..í 13

I-5 Généralités sur les matières plastiquesí í í í í í í í í í í í í í í í í ..í 14

I-6 Type de plastiqueí ..í .14

I-6-1 Le PETí 14

I-6-2 Le PEHDí ..15

I- 6-3 Le PVC í ..15

I-6-4 Le PEBDí ..15

I-6-5 Le PPí ..15

I-6-6 Le PSí ..16

I-6-7Autres types de plastiqueí ..16

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

es	17
I-8 Ligne de recyclage du plastique	17
I-8-1 Broyeur	...17
I-8-2 Lavage	17
I-8-2-1 Bac horizontal:	..18
I-8-2-2 Bac vertical	18
I-8-3 Séchage	..18
I-8-4 Homogénéisation	19
I-8-5 Extrusion	..19
I-8-7 Granulé	20
I-8-8 Conditionnement	...20
I-8-9 System de transport des particules plastiques	...20
I ó 9 Conclusion	..21

Chapitre II : Bac du lavage horizontal

II -1 Introduction	..1 ...23
II -2 Définition du bac	..1 ...24
II -3 Le fonctionnement de bac de lavage horizontal	24
II -4 Composantes du bac horizontal	..24
II - 4 ó 1 Le bassin25
II ó 4 ó 2 Palettes tournantes	..25

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

	í í	.í í í .26
II - 4 ó 4 Roulement (à bille)	í í	.í 31
II - 4 ó 4-2 Butée simple à bille	í ...í	31
II - 4 ó 5 Les courroies	í ..í	33
II - 4 ó 6 La vis sans fin	í í	34
II - 4 ó 7 Le support.	í í	35
II ó 5 Conclusion	í ...í	36

Chapitre III : Machine extrudeuse

III - Extrusion mono-vis		
III -1 Introduction	í í	45
III -2 L'extrusion	í í	..46
III -3 Principe de l'extrusion	í í	.46
III -4 Extrudeuse	í í	..46
III -5 Les avantages	í í	47
III -6 Description générale et principe de fonctionnement	í í í í í í í í í í í í í í í í	.47
III -7 Les composants de la machine Extrudeuse	í í í í í í í í í í í í í í í í	.48
III -7 - 1 Trémie d'alimentation	í í	..50
III -7 ó 2 Motoréducteur	í í	.50.
III -7 ó 3 Accouplement élastique (couple nominal à transmettre)	í í í í í í í í í í	.51
III -7 ó 3 - Coefficient de sécurité	í í	52
III -7 ó 4 Palier	í í	..53

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

III - 7 - 6 Roulement (à bille)	54
III - 7 - 7 Vis d'extrusion	54
III - 7 6 7 - 1 Description de la vis	56
III - 7 6 7- 1 - 1 La zone d'alimentation ou d'entrée	56
III - 7 6 7 6 1- 2 La zone de compression	57
III - 7 6 7 - 1 6 3 La zone de pompage	59
III - 7 6 7 6 2 Zone de dégazage	59
III - 7 6 8 Fourreau	60
III - 7 6 9 La filière	61
III - 7 6 10 Collier chauffant	61
III 6 8 Bac de refroidissement	62
III 6 9 Partie coupure et stockage	63
III 6 10 Conclusion	71
Conclusion générale	78

ités sur le recyclage du plastique

Figure I-1 : Cycle circulaire du plastiqueí 13

Figure I-2 : Utilisation des matières plastiqueí 14

Figure I-3 : PET ou PETE ó Polyéthylène téréphtalateí ..14

Figure I-4 : HDPE ou PE-HD = Polyéthylène haute densitéí í í í í í í í í í í í í í í í 15

Figure I-5 : PVC = Polychlorure de vinyleí 15

Figure I-6 : LPE ou PE-BD = Polyéthylène faible densitéí í í í í í í í í í í í í í í í 15

Figure I-7 : PP = Polypropylèneí ..15

Figure I-8 : PS = Polystyrèneí ..16

Figure I-9 : Autres types de plastique = plastiques non répertoriésí í í í í í í í í í í 16

Figure I-10 : Cycle du recyclage du plastique (PET et PEHD)í í í í í í í í í í í í í í í ..16

Figure I-11 : Exemple d'un Broyeurí ..17

Figure I-12 : Exemple du Bac horizontalí ..18

Figure I-13 : Exemple du lavage verticalí18

Figure I-14 : Exemple d'un Séchageí ...19

Figure I-15 : Extrudeuseí ..í í í í í í í í í í í ...19

Figure I-16 : Granulée plastiqueí ..20

Figure I-17 : Image présenté par SolidWorks du convoyeur à visí í í í í í í í í í í í ..20

Chapitre II : Bac du lavage horizontal

Figure II-1 : Exemple d'un bac horizontalí ..24

Figure II-2 : Image présenté par SolidWorks du bac de lavage horizontalí í í í í í í í ..25

nantes dans le bací í í í í í í í í í í í í .25

Figure II-4 : Image présenter par SolidWorks d'une palette tournanteí í í í í ..í í í 26

Figure II -5 : Image présenter par SolidWorks de la dernière palette tournante du bací í 26

Figure II -6 : Image présenter par SolidWorks du palier à extrémité fermé .í ...í í í28

Figure II-7 : Image présenté par SolidWorks du palier encastréí í í í í í í í í í í .28

Figure II -8: Assemblage d'une liaison pivot assurée par des roulements à billes et
vocabulaire associéí ...í í í í 29

Figure II -9 : Image présenté par SolidWorks du palier encastré dans le bací í í í í í .30

Figure II -10 : Image présenté par SolidWorks du palier dans le bac du lavage (Coté moteur
avec roulement étanche)í30

Figure II -11: Exemple d'un roulement à billeí 31

Figure II -12-1 : Image présenter par SolidWorks de roulementí í í í í í í í í í í í 32

Figure II -12-2 : Image présenté par Solidworks du roulement à butéeí í í í í í í í í .32

Figure II -13 : Exemple d'une courroieí ...34

Figure II -14 : Image de la vis sans fin présenté par SolidWorksí í í í í í í í í í í ...34

Figure II -15 : Image présenté par SolidWorks de la vis sans fin dans le bac horizontalí ...35

Figure II -16 : Image du support présenté par SolidWorksí í í í í í í í í í í í í í í í í .35

Chapitre III : Extrudeuse

Figure III-1 : Schéma de plastification dans une vis trois zones í í í í í í í í í í ...46

Figure III-2 : Schéma de l'extrudeuse mono-visí í í í í í í í í í í í í í í í í .48

Figure III-3 : Les composants de la machine Extrudeuseí í í í í í í í í í í í í í í .. 49

Figure III ó 4 : Image présenté par SolidWorks de la machine extrudeuseí í í í í í ... 49

Figure III-5 : Image de la trémie présentée par SolidWorksí í í í í í í í í í í í í í í ...50

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

teurí í	.50
Figure III- 7 : Image montre les références du moteur choisií	í .51
Figure III - 8 : Image de dimension de la courroieí	í ..54
Figure III ó 9 : Image présenté par SolidWorks de la vis sans fin de l'extrudeuseí	í í í í .55
Figure III ó 10 : Profile de vis : zone géométriquesí	í 56
Figure III- 11 : Principe de la plastification par l'arrière du fileté	í í í í í í í í í í í í í í 58
Figure III ó 12 : Image montre la zone de dégazage dans l'extrudeuseí	í í í í í í í í í .59
Figure III ó 13 : Photo Image présenté par SolidWorks du fourreauí	í í í í í í í í í í .60
Figure III - 14 : Image présenté par SolidWorks de la filièreí	í í í í í í í í í í í í í í í .61
Figure III ó 15 : Exemple des colliers chauffant d'une Extrudeuse	í í í í í í í í í í í í í í ...62
Figure III-16 : Principe de fonctionnement de la zone de refroidissementí	í í í í í í í í í .62
Figure III-17: Exemple de la partie de refroidissement	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í .63
Figure III-18: Exemple de la Partie de coupure et stockageí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í ...63
Figure III-19 : caractéristique mécanique de la visí	í .64
Figure III-20 : Vue de chargeí	í .64
Figure III-21 : Détaille de déplacement imposé.....í	í ..65
Figure III-22 : Résultat du Déplacementí	í .66
Figure III-23 : Résulta de déformation de la vis	í .67
Figure III-24 : Caractéristiques du fourreauí	í 67
Figure III-25 : Propriétés des matériauxí	í .68
Figure III-26 : Définition des connecteursí	í ..í 70

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Général sur le plastique

Tableau I : Caractéristiques des plastiques triés recyclables í í í í í í í í í í í ...17

Chapitre II : Bac du lavage horizontal

Tableau II - 1 : Caractéristique du roulement de la vis sans finí í í í í í í í í í í í 32

Tableau II -2 : Caractéristique de l'arbre des palettesí í í í í í í í í í í í í í .33

Chapitre III : machine extrudeuse (Extrusion mono-vis)

Tableau III - 1 : Coefficient K1 = Machine motrice/Machine réceptrice [17].....52

Tableau III ó 2 : Coefficient K2 = fréquence démarrageí í í í í í í í í í í í í 53

Tableau III ó 3 : Coefficient K3 = Nombre d'heures de fonctionnement quotidien53

Tableau III -4 : Information sur le maillageí í í í í í í í í í í í í í í í í í .43

Tableau III- 5: Propriétés de l'étudeí 67

- N : La vitesse de rotation de la vis [tr/min]
- T_F : La température de consigne de fourreau [C°]
- C : Couple nominal [N.m]
- K : Coefficient de sécurité
- η : Viscosité [Pa · s]
- V_F : Vitesse linéaire de la vis au sommet du filet, [m · s⁻¹]
- λ : Conductivité thermique du polymère, [W · mól · °C^{ó1}]
- T_F : température du fourreau, [C°]
- T (°C) : température moyenne du polymère. [C°]
- F_0 : Le débit d'extrusion
- V = Volume d'un pas de vide de la vis [m³]
- ρ = Masse volumique [kg/m³]
- ω = Vitesse de rotation rad/s [rad/s]

Indices:

- L : Longueur du bassin [cm]
- h : hauteur du bassin [cm]
- L = la longueur de la vis [cm]
- D = diamètre externe de la vis [cm]
- L : La longueur de la vis [cm]
- H = La hauteur du chenal (bac horizontal) [cm]
- D_{ext} : Diamètre intérieur du roulement [mm]
- D_{int} : Diamètre inférieur du roulement [mm]
- E_p : Epaisseur du roulement [mm]

considérés auparavant comme des déchets, au sein d'une filière de production ou la matière première est générée puis transformée en produits similaires ».

Le recyclage des déchets est un enjeu stratégique majeur pour l'économie, il permet de limiter fortement le gaspillage des ressources naturelles, il peut aussi réduire la fabrication de matériau neuf destiné à toutes sortes d'objets.

Les déchets du plastique vont passer par plusieurs étapes afin d'obtenir des granulés; ils sont d'abord broyés en paillettes, puis lavés, rincés, séchés et régénérés, jusqu'à l'obtention de granulés.

Dans notre travail on s'intéresse à deux étapes de ligne de recyclage de plastique : Le bac du lavage horizontal et à l'extrudeuse.

On va résumer notre travail en 3 chapitres principaux.

Le chapitre 1 de ce mémoire présentera :

- ô généralité sur le recyclage du plastique et les types de plastique
- ô La ligne de recyclage du plastique

Le chapitre 2 de ce mémoire s'attache à définir:

- ô Le fonctionnement du Bac de lavage horizontal.
- ô Les composantes du bac de lavage horizontal.

Le chapitre 3 de ce mémoire sera consacré à la machine Extrudeuse :

- ô Généralités sur l'extrusion et de la machine extrudeuse
- ô Fonctionnement de machine Extrudeuse
- ô Les composantes de la machine Extrudeuse.

Enfin, une conclusion générale clôturera notre travail

Chapitre I :

Généralités sur le recyclage plastique

I-1 Introduction :

La forte hausse du prix du pétrole et la demande des polymères ont contribué à une augmentation du coût des matières plastiques utilisées énormément dans l'industrie.

Dans nos jours, les procédés industriels se développent de plus en plus avec l'amélioration des techniques de la technologie, on essaie de trouver une solution efficace à ce manque en matière plastique, alors on fait le recyclage du plastique.

Ce chapitre présente des généralités sur les matières plastiques; les types et les caractéristiques du plastique on va voir aussi la ligne de recyclage du plastique.

Le recyclage du plastique, consiste à transformer les déchets de matières plastiques en matière première recyclable ; il commence par la séparation en fonction du type de déchets de matières plastiques. Le recyclage du plastique est plus compliqué : les emballages plastiques sont traités selon deux processus, en fonction des contraintes économiques et environnementales.



Figure I-1 : Cycle circulaire du plastique

I-3 Type de recyclage :

Il existe trois grandes familles de techniques de recyclage : chimique, mécanique et organique.

- Le recyclage « chimique » : utilise une réaction chimique pour traiter les déchets, par exemple pour séparer certains composants.
- Le recyclage « mécanique » : est la transformation des déchets à l'aide d'une machine, par exemple pour broyer.
- Le recyclage « organique » : consiste, après compostage ou fermentation à produire des engrais ou du carburant tel que le biogaz.

I-4 Conséquence du recyclage plastique :

Le recyclage a deux conséquences écologiques majeures :

- la réduction du volume de déchets, et donc de la pollution qu'ils causeraient (certains matériaux mettent des décennies, voire des siècles, pour se dégrader).
- la préservation des ressources naturelles, puisque la matière recyclée est utilisée à la place de celle qu'on aurait dû extraire.

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

plastiques :

Une matière plastique ou plus communément un plastique désigne un mélange contenant une matière de base (polymère) qui est susceptible d'être moulé, façonné, en général à chaud et sous pression, afin de conduire à un semi-produit ou à un objet de malléabilité ou de plasticité.

Les matières plastiques couvrent une gamme très étendue de matériaux polymères synthétiques ou artificiels. On peut observer aujourd'hui sur un même matériau des propriétés qui n'avaient jamais auparavant été réunis, par exemple la transparence et la résistance aux chocs.



Figure I-2 : Utilisation des matières plastique

I-6 Type de plastique :

Il existe plusieurs familles de plastique recyclable : le polyéthylène téréphtalate (PET), le polyéthylène (PE), le polychlorure de vinyle (PVC), le polypropylène (PP) et le polystyrène (PS).

I-6-1 Le PET : (polyéthylène téréphtalate) :

Utilisé habituellement pour les bouteilles d'eau minérale, de jus de fruits, les emballages, pour sa transparence, sa résistance aux chocs, son faible poids et son imperméabilité à l'eau, aux gaz et aux arômes. Potentiellement dangereux pour l'usage alimentaire.



Figure I-3 : PET ou PETE ó Polyéthylène téréphtalate

(à haute densité) :

Certains bouteilles, flacons, et plus généralement emballages semi-rigides. Considéré comme sans danger pour l'usage alimentaire.



Figure I-4 : HDPE ou PE-HD = Polyéthylène haute densité

I- 6-3 Le PVC : (Polychlorure de vinyle) :

Utilisé pour les canalisations, tubes, meubles de jardin, revêtements de sol, profils pour fenêtre, volets, bouteilles de détergents, toiles cirées. Potentiellement dangereux pour l'usage alimentaire.



Figure I-5 : PVC = Polychlorure de vinyle

I-6-4 Le PEBD : (Polyéthylène basse densité) :

Bâches, sacs poubelle, sachets, films, récipients souples.



Figure I-6 : LPE ou PE-BD = Polyéthylène faible densité

I-6-5 Le PP : (Polypropylène) :

Utilisé dans l'industrie automobile (équipements, pare-chocs), jouets, et dans l'industrie alimentaire (emballages).



Figure I-7 : PP = Polypropylène

C'est un polymère résultant d'une polymérisation du monomère styrène. Pourvu de nombreuses qualités, le polystyrène est utilisé pour de nombreuses choses comme la fabrication des emballages alimentaires.



PS

Figure I-8 : PS = Polystyrène

I-6-7 Autres types de plastique :



OTHER

Figure I-9 : Autres types de plastique = plastiques non répertoriés

En théorie, presque tous les plastiques sont recyclables. Cependant, en pratique, ne sont réellement recyclés que les PETE « les plastiques transparents » et HDPE « généralement opaques ». Les autres, pour des raisons de coût (filrière de tri coûteuses à mettre en place) finissent le plus souvent dans les incinérateurs! En gros, on estime que cela ne « vaut pas le coût » de les trier et de les recycler.



Figure I-10 : Cycle du recyclage du plastique (PET et PEHD).

Caractéristiques :

Nom	Température de fusion (transformation)	Densité
PET	260°	1,34
PEHD	220°	0,90
PVC	200°	0,94
PEBD	180°	1,4
PP	170°	0,92
PS	160°	1,04

Tableau I : Caractéristiques des plastiques triés recyclables :

I-8 Ligne de recyclage du plastique :

Le recyclage du plastique est un procédé pour traiter les déchets qui permet de les réutiliser sous une autre forme. Les plastiques propres sont convertis en matières premières granulées par fusion en utilisant la machine à granulé. Les déchets sont alors broyés en paillettes, puis lavés, rincés, séchés et régénérés, jusqu'à obtention de granulés.

I-8-1 Broyeur :

Les pièces sont broyées et déchiquetées dans des broyeurs de grande capacité productive grâce à un ensemble de lames rotatives, les réduisant en petits morceaux selon le diamètre du tamis. Avec le broyage, nous obtenons une granulométrie homogène du plastique, facilitant ainsi le travail ultérieur du transport, du lavage et du séchage.



Figure I-11 : Exemple d'un Broyeur

I-8-2 Lavage :

Une fois déchiqueté, le plastique est introduit dans des laveuses industrielles. Des pales remuent l'eau afin que le plastique reste totalement immergé et que les éventuelles impuretés telles que la terre, la pierre, le métal, le carton, le PVC et tous autres matériaux plus denses que l'eau se déposent au fond des laveuses.

Le bac de lavage horizontal sert pour le lavage du PET broyé et à une option de séparation du PET et d'autres composants (papier et bouchons).



Figure I-12 : Exemple du Bac horizontal

I-8-2-2 Bac vertical :

Au niveau de ce bac, le lavage sera fini pour passer à une autre étape.



Figure I-13 : Exemple du lavage vertical

I-8-3 Séchage :

Les matières extraites des laveuses passent dans les centrifugeuses qui, en plus des fonctions de séchage, enlèveront complètement toutes les impuretés qui auraient pu encore échapper aux laveuses.

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Une fois démontées, lavées et séchées, la matière plastique est stockée dans un grand silo où elle est mélangée par un procédé mécanique jusqu'à ce que le matériau soit homogène en termes de couleur, texture et comportement, et prêt pour l'extrusion.



Figure I-14: Exemple d'un Séchage

I-8-5 Extrusion:

Le corps central de l'extrudeuse comprend un long canon qui, grâce à la chaleur et la friction de son axe interne, permet la plastification de toutes les particules créées antérieurement, avec pour résultat une pâte uniforme. Les polymères sont ainsi fondus grâce à la chaleur. C'est à ce moment que l'on ajoute la couleur nécessaire demandée par nos clients pour répondre à leurs besoins.



Figure I-15 : Extrudeuse

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Le plastique sort de la tête de l'extrudeuse sous la forme de mono-filaments ou de fils qui se refroidissent au contact de l'eau placée dans la cuve. Les fils passent par la filière où ils sont coupés par une lame rotative. Ce processus permet d'obtenir le grain ou le granulé adéquat demandé par nos clients, adapté à leurs besoins lors de l'achat de granulés.



Figure I-16 : Granulée plastique

I-8-8 Conditionnement :

Les granulés sont projetés depuis l'extrudeuse, par la machine de coupe. Ultérieurement et en fonction des besoins que chaque client nous aura définis, le produit est emballé dans des sacs Big Bag ou des sacs de 25 kg.

I-8-9 System de transport des particules plastiques :

Un convoyeur est un mécanisme ou une machine qui permet le transport d'une charge isolée ou de produit en vrac d'un point A à un point B. Les convoyeurs qui ont été choisis dans cette ligne sont les convoyeurs à bande et des convoyeurs à vis dans les différents postes (horizontalement ou incliné)



Figure I-17 : Image présentée par SolidWorks du convoyeur à vis

I ó 9 Conclusion :

Dans ce chapitre et dans un premier temps, nous avons abordé le principe de recyclage du plastique, on a vu aussi les caractéristiques du plastique et ses avantages.

Dans un second temps, nous avons présenté la ligne de recyclage du plastique et ses composantes ; on a vu brièvement le rôle de chaque composante de cette ligne jusqu'à l'obtention des granulés.

Le prochain chapitre traitera le bac du lavage horizontal, on va voir son rôle dans cette ligne de recyclage ainsi que son fonctionnement et ses composantes.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Chapitre II :

Bac du lavage horizontal

II -1 Introduction :

Dans ce chapitre nous allons définir le bac du lavage horizontal ainsi que son fonctionnement et ses composantes.

Dans ce bac de lavage horizontal nous avons rencontré un problème des matières plastiques qui coulent au fond du bac.

Donc on doit régler ce problème et on va proposer une solution pour ces matières qui coulent au fond du bac horizontal.

Le bac de lavage horizontale sert pour le lavage du plastique broyé en venant de broyeur, il à une option de séparation du plastique et d'autres composants (papier et bouchons).



Figure II -1 : Image présenté par SolidWorks du bac horizontal

II -3 Le fonctionnement de bac de lavage horizontal:

La flottation est un moment cruciale dans le processus de recyclage du plastique. Les paillettes sont plongées dans de l'eau à densité moyenne (1.000 kg/m³). Les matériaux plus denses (PET, PVC, métaux,...) coulent, tandis que les matériaux moins denses que l'eau (HDPE, PP, EPS,...) flottent. Cette technique résulte toujours en 2 fractions. Le recycleur de PET utilise pour séparer les bouteilles en PET des étiquettes et bouchons en HDPE ou PP. Le recycleur de HDPE utilise, quant à lui, que la partie flottante des matériaux.

II -4 Composantes du bac horizontale :

Fabriqué en tôle et monté sur un châssis en acier mécano soudé muni d'une série d'arbres positionnés horizontalement et fixés par des paliers aux extrémités, chaque arbre est composé d'un ensemble de palettes tournantes, actionné par un moteur à transmission par courroie.

Le produit broyé est alimenté par une vis.

La séparation des différentes qualités de plastique par différence de densité.

La matière est plongée dans de l'eau avec différents additifs donnant une certaine densité à l'eau ; Les particules dont la masse volumique est plus élevée que celle de l'eau vont couler alors que les autres vont flotter.

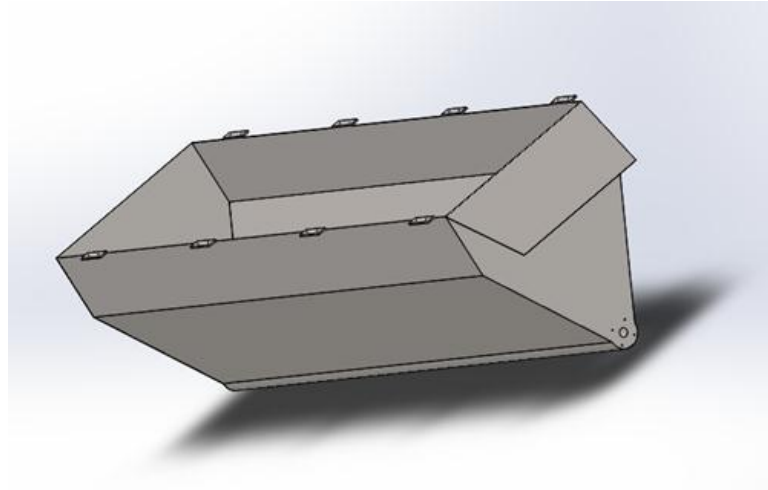


Figure II -2 : Image présentée par SolidWorks du bassin de lavage horizontal

Dans notre cas les dimensions sont :

$l = 1105 \text{ mm}$

$h = 1273 \text{ mm}$

$L = 4100 \text{ mm}$

L : Longueur du bassin

h : hauteur du bassin

Remarque : Ces dimensions sont exigées par le constructeur.

II 6 4 6 2 Palettes tournantes :

Les palettes tournent et propulsent les matières plastiques qui flottent dans l'eau.

Actionné par un moteur à transmission par courroies.



Figure II -3 : Exemple des palettes tournantes dans le bac

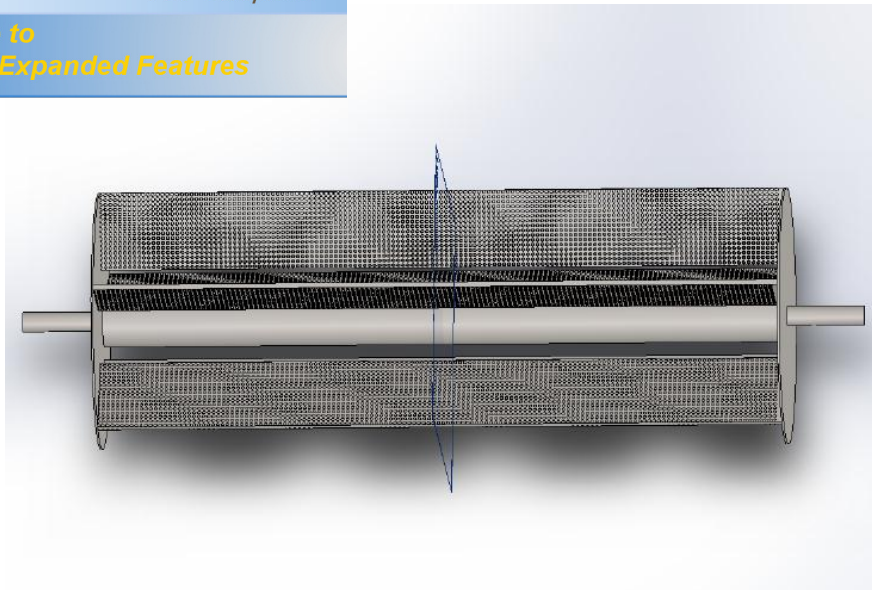


Figure II -4 : Image présentée par SolidWorks d'une palette tournante

Dans le bac on a besoin de quatre palettes tournantes; on a proposé la dernière palette tournante soit celle de la (Figure II -5) pour laquelle on fait descendre le plastique broyé sans eau.



Figure II -5 : Image présentée par SolidWorks de la dernière palette tournante du bac

II - 4 ó 3 Les paliers :

Palier à roulement où le contact s'effectue par l'intermédiaire de billes ou de rouleaux contenus dans des cages. On a là un phénomène de résistance au roulement (parfois appelé improprement « frottement de roulement ») qui permet une plus grande charge sur les paliers et une plus grande vitesse de rotation.

on d'un palier avec roulement :

comporte deux sous-ensembles devant tourner l'un par rapport à l'autre ; nous sommes donc en présence d'une liaison pivot. La liaison se fait entre deux pièces cylindriques :

- une pièce mâle appelée « arbre » ;
- un logement appelé « moyeu ».

- Les roulements s'interposent entre l'arbre et le moyeu.

- Les efforts du mécanisme ont tendance à faire bouger l'arbre par rapport au

Moyeu. On distingue :

- les charges radiales : ce sont des forces perpendiculaires à l'axe de rotation, donc orientées selon les rayons des cylindres ;
- les charges axiales : ce sont des forces parallèles à l'axe de rotation.

Les différents types de roulement se distinguent par leurs capacités à

- résister aux efforts radiaux ;
- résister aux efforts axiaux ;
- accepter un débattement angulaire appelé « rotation », c'est-à-dire le fait que l'axe de l'arbre fasse un certain angle avec l'axe du moyeu ;
- résister à l'environnement (poussière, corrosion) ;

Ainsi que par leur rendement, leur compacité et bien sûr le coût total de mise en œuvre (coût des roulements, coût de l'usinage de pièces, coût de montage, facilité de remplacement).



Figure II -6 : Image présenter par SolidWorks du palier à extrémité fermé

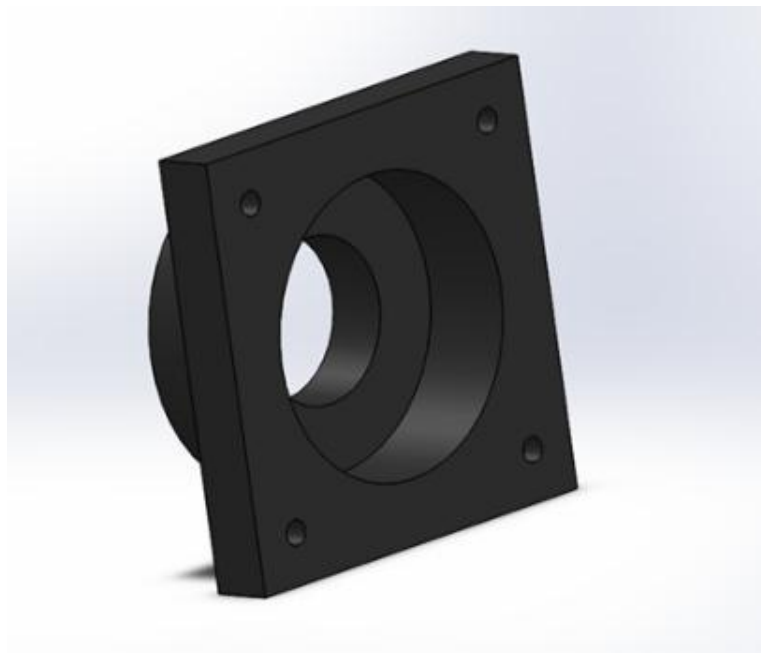


Figure II -7:Image présenter par SolidWorks du palier ouvert

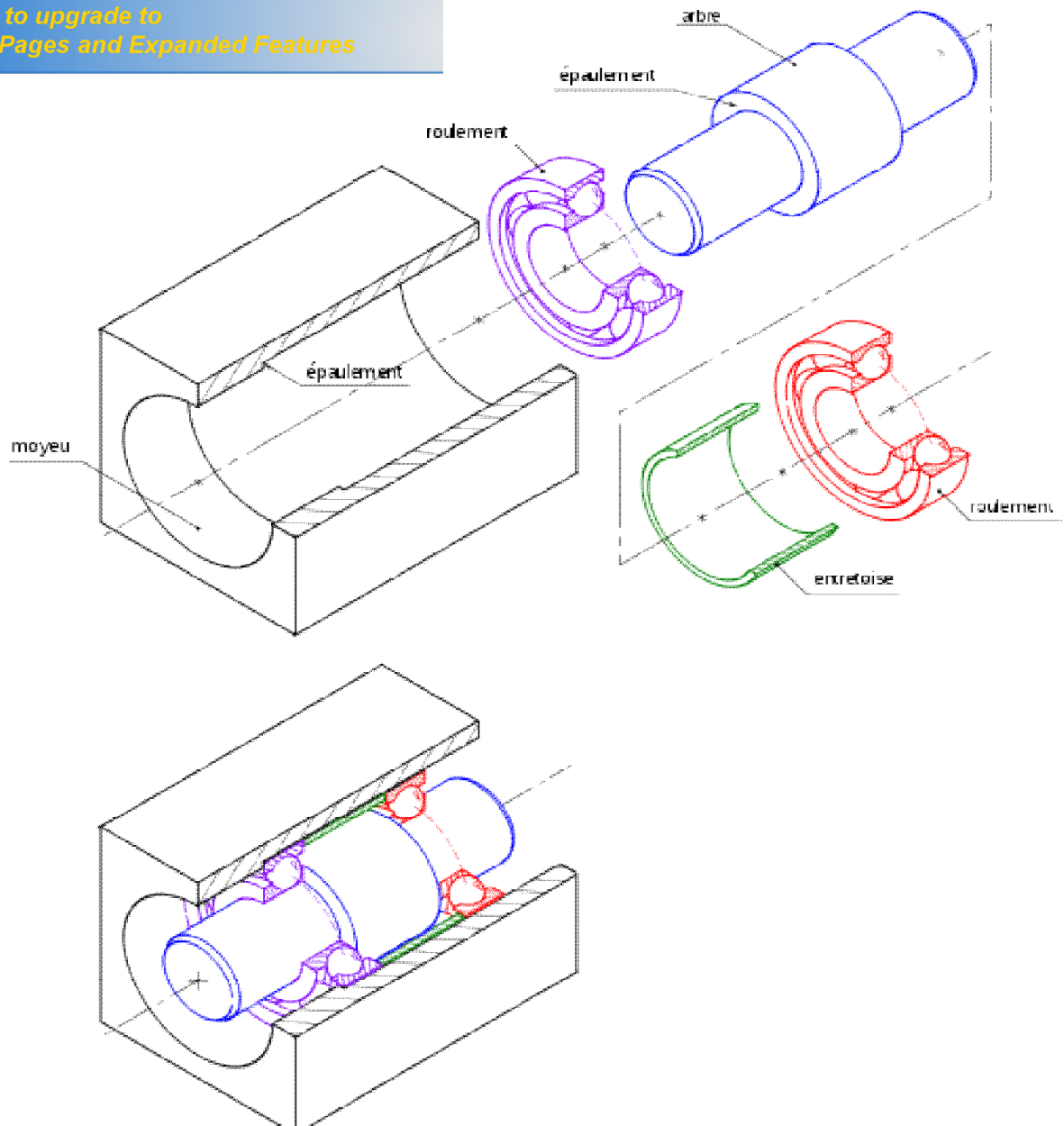


Figure II -8: Assemblage d'une liaison pivot assurée par des roulements à billes et vocabulaire associé.

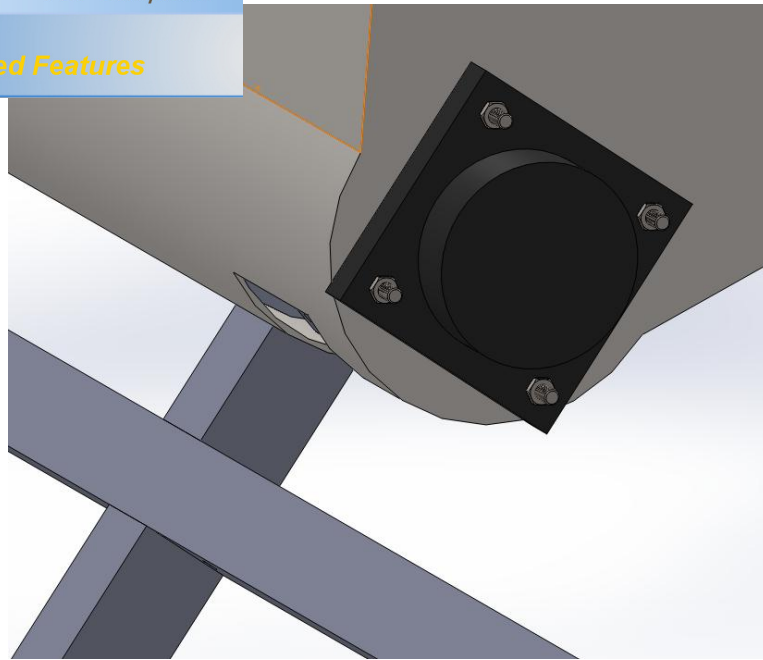


Figure II -9 : Image présentée par SolidWorks du palier encastré dans le bac

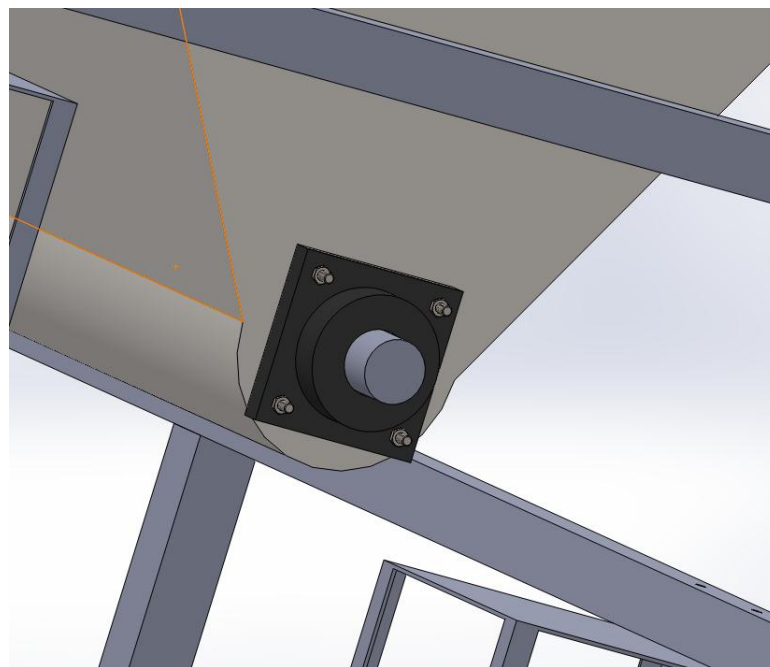


Figure II -10 : Image présentée par SolidWorks du palier dans le bac du lavage

(Côté moteur avec roulement étanche)

Dans cette image présentée par SolidWorks du palier dans le bac du lavage horizontal du côté moteur avec roulement étanche, il existe entre eux un joint pour étanchéité et ils sont serrés par des boulons

...ple à bille) :

...e sous la forme de deux bagues coaxiales entre lesquelles sont placées des billes, légèrement lubrifiées, et maintenues espacées par une cage. Les matériaux employés dépendent de l'application pour laquelle est conçu le roulement, mais il doit être généralement très résistant à la compression. C'est pourquoi on choisit souvent l'acier ou la céramique (Si_3N_4 , SiC ou ZrO_2).

Les roulements rigides à billes peuvent supporter des charges radiales modérées ainsi que des charges axiales.

Ils ont un faible frottement et peuvent être produits avec une grande précision et dans des variantes silencieuses. Ils sont donc préférés pour les moteurs électriques de petites et moyennes dimensions.

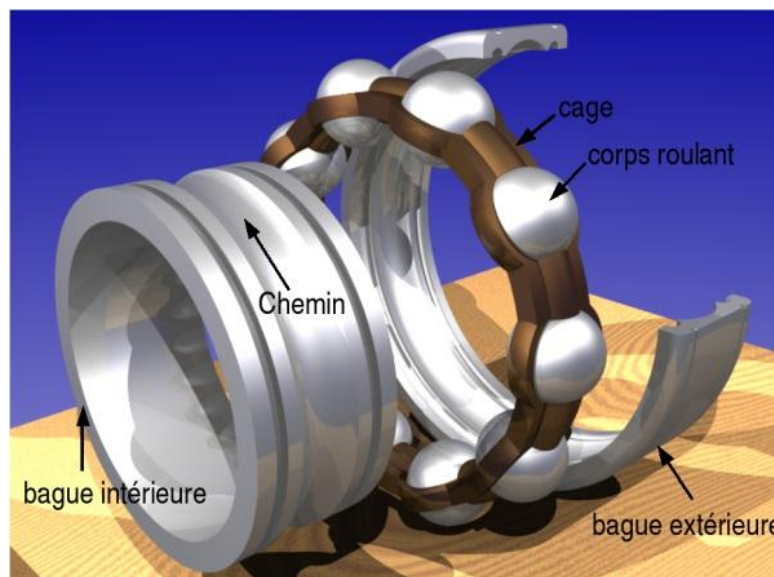


Figure II -11: Exemple d'un roulement à bille

II - 4 ó 4-2 Butée simple à bille :

Les butées à billes existent dans les exécutions à simple effet et à double effet. Les deux versions supportent des charges axiales importantes, mais ne doivent pas être chargées radialement.

fin :

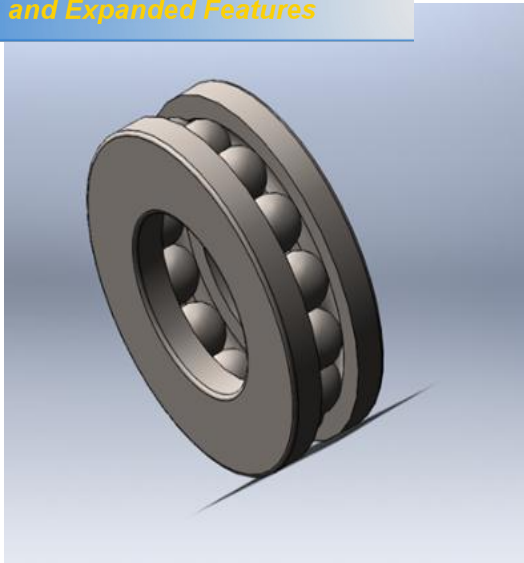


Figure II -12-1 : Image présentée par SolidWorks du roulement

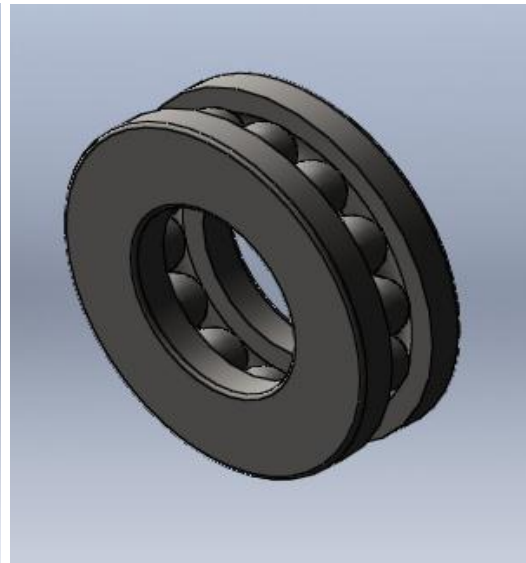


Figure II -12-2 : Image présentée par Solidworks du roulement à butée

Dans notre cas on a choisi ces dimensions :

$$D_{ext} = 95 \text{ mm}$$

$$D_{int} = 50 \text{ mm}$$

$$E_p = 31 \text{ mm}$$

Remarque : ces dimensions sont choisies à cause de la demande de constructeur pour qu'il soit adaptable à la taille de la vis sans fin. (SKF 51310)[13]

	Roulement	Roulement à butée
Charge dynamique	88.4 KN	81.9 KN
Charge statique	190 KN	170 KN
Référence de vitesse	2600 tr/min	2600 tr/min
Vitesse limite	3600 tr/min	3600 tr/min

Tableau II - 1: Caractéristique du roulement de la vis sans fin

des palettes :

si ces dimensions :

$$D_{\text{ext}} = 55 \text{ mm}$$

$$D_{\text{int}} = 30 \text{ mm}$$

$$E_p = 9 \text{ mm}$$

Remarque : ces dimensions sont choisies à cause de la demande de constructeur pour qu'il soit adaptable à l'arbre des palettes. (SKF 16006) [13]

Charge dynamique	11.9 KN
Charge statique	7.35 KN
Référence de vitesse	28000 tr/min
Vitesse limite	17000 tr/min

Tableau II -2 : Caractéristique du roulement des palettes

II - 4 ó 5 Les courroies :

La courroie est une pièce utilisée pour la transmission du mouvement. Elle est construite dans un matériau souple. Par rapport à d'autres systèmes, elle présente l'avantage d'une grande souplesse de conception, le concepteur a une grande liberté pour placer les organes moteur et récepteur, d'être économique, silencieuse et d'amortir les vibrations, chocs et à-coups de transmission. Par contre, elle présente une durée de vie limitée et doit être changée, et la puissance transmissible est limitée, ce qui est parfois un avantage (utilisation comme limiteur de couple) ; et elle est utilisée avec des poulies,

Dans notre cas les courroies sert pour faire tourner les quatre palettes tournantes, donc on a 3 courroie pour les arbres, et une courroie entre le moteur et l'arbre de la palette; et une aussi entre le moteur et la vis sans fin.



Figure II -13: Exemple d'une courroie

II - 4 ó 6 La vis sans fin :

C'est un système qui transporte le plastique de haute densité volumique coulé en bas du bac horizontal vers un système de convoyage qui alimente le bac vertical

Remarque : on a proposé cette méthode après les problèmes rencontrés lors de l'utilisation de la machine



Figure II -14 : Image de la vis sans fin présenté par SolidWorks

Dans notre cas les dimensions sont :

Diamètre intérieur de la vis = 70 mm

L = 4084 mm

L : Longueur de la vis

Le pas = 100 mm

H = 50 mm

H : hauteur du chenal

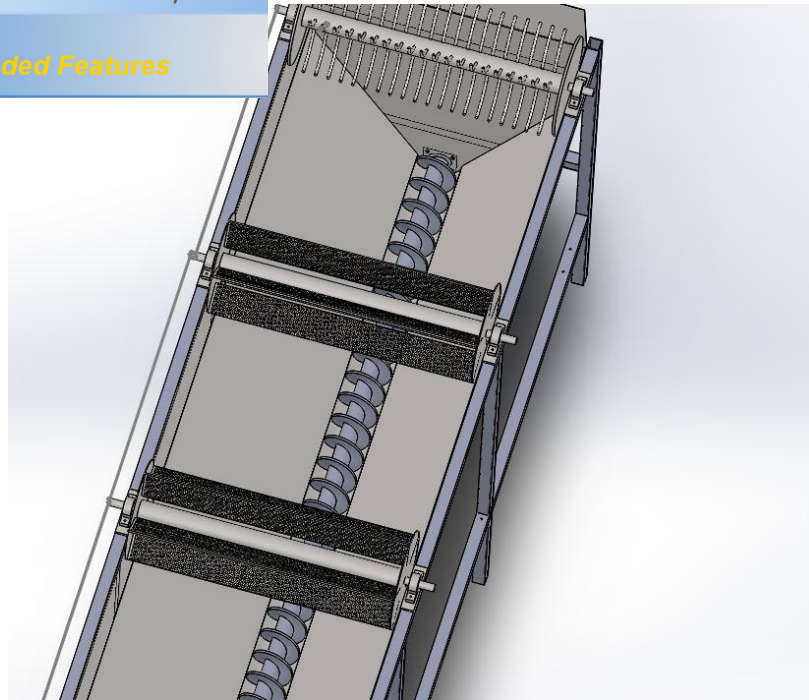


Figure II -15: Image présentée par SolidWorks montrant l'emplacement de la vis sans fin dans le bac horizontal

Montrant l'emplacement de la vis dans le bac :

II - 4 ó 7 Le support :

C'est le support du bassin, où il réduit la pression des parois extérieures.



Figure II -16 : Image du support présentée par SolidWorks

II ó 5 Conclusion :

Dans ce chapitre on a parlé du lavage horizontal ; ses composantes et son fonctionnement.

Dans ce bac du lavage horizontal on avait un problème des matières plastique qui coulent du fond du bac; on a proposé comme solution de mettre une vis sans fin au fond du bac pour pouvoir transporter ces plastiques à l'étape suivante, et aussi on a ajouté une palette tournante dans le bac mais on l'a modifier cette dernière pour qu'elle puisse pousser uniquement le plastique sans eau.

Le dernier chapitre traitera la machine Extrudeuse telle que son fonctionnement et ses composantes.

Annexe :

Les dessins de définition du bac horizontal

Chapitre III : machine extrudeuse (Extrusion mono-vis)

III -1 Introduction :

On appelle boudinage ou extrusion le procédé qui consiste à forcer à travers une filière, une matière plastifiée et homogénéisée au moyen d'une vis tournante dans un fourreau.

L'extrusion est une très vieille technique, connue depuis très longtemps pour la fabrication des produits alimentaires

En 1879, les extrudeuses à vis font leur entrée. Mais c'est seulement en 1939 que la première extrudeuse pour thermoplastique a été mise au point, par une société allemande. Cette extrudeuse était de conception très novatrice et a longtemps servi de référence : chauffage électrique, refroidissement, régulation de la température, vitesse de vis variable

Dans ce chapitre on va parler des avantages de l'extrusion, et de la machine extrudeuse et ses avantages ; on va parler aussi de fonctionnement de cette machine ainsi que ses composants.

L'extrusion est un procédé de transformation en continu. Cela consiste à introduire le plastique sous forme de poudre ou de granulés dans un cylindre chauffant à l'intérieur duquel il est poussé par une vis sans fin. En avançant, la matière ramollit, se comprime, puis passe à travers une filière qui lui donne la forme souhaitée.

III -3 Principe de l'extrusion

Le procédé d'extrusion de plastique consiste à introduire dans une cavité de l'extrudeuse, la matière première qui est le plastique brut, sous forme de granulés solides. La machine fait chauffer les granulats à une température convenable à l'extrusion, afin d'obtenir une pâte de plastique homogène et fondue.

Une vis sans fin tourne et force la pâte de plastique en fusion de s'avancer sous pression, à travers la tête d'extrusion de la machine. Cette dernière assure le transfert de cette pâte vers la filière qui va imposer au produit final sa forme et son épaisseur.

Remarque: La presque totalité des granulés thermoplastiques vendus sont extrudés sous forme de jonc puis découpés en granulés.

III -4 Extrudeuse :

Une extrudeuse est essentiellement constituée d'un fourreau cylindrique en acier de haute résistance dans lequel vient tourner une vis entraînée en rotation par un moto-variateur. Cet ensemble vis fourreau est thermo-régulé par un ensemble de résistances électriques ou par circulation de fluide. La matière est introduite dans la trémie qui s'ouvre sur le fourreau à l'entrée de la vis et celle-ci la pousse de façon continue jusqu'à la filière.

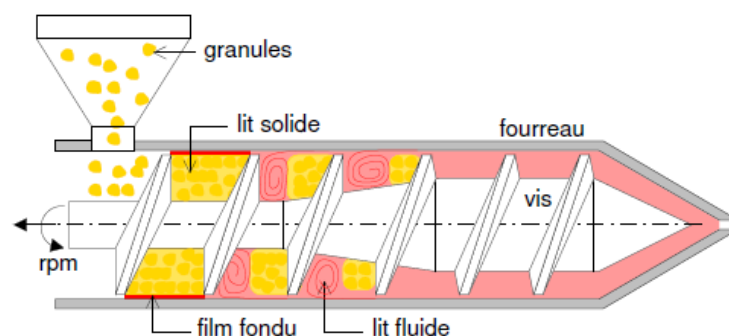


Figure III-1 : Schéma de plastification dans une vis trois zones

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

- Les avantages de cette technologie se traduisent par d'énormes gains de place et de notables économies d'énergie par rapport aux procédés traditionnels.
- Les extrudeuses présentent également une très grande adaptabilité. La quasi-totalité des paramètres du processus peut être modifiée en fonction du type de produit que l'on souhaite obtenir ; de la vitesse de rotation et de la configuration des vis, en passant par la température, la pression ou les débits de matières.
- Ces caractéristiques permettent de faire varier à la demande la texture, la forme, le taux d'humidité ...

Toutefois, la maîtrise de ces paramètres étant difficile, la texture des produits obtenus est parfois déficiente ou inégale.

III -6 Description générale et principe de fonctionnement :

Le schéma de principe d'une extrudeuse mono-vis est présenté III-2 Celle-ci comporte une vis sans fin V qui tourne à l'intérieur d'un fourreau cylindrique F, régulé en température par des systèmes de chauffe.

Le polymère sous forme solide (granulés, poudre) est introduit dans la trémie T située à une extrémité de la machine. La principale fonction de l'extrudeuse est de convoyer le polymère, de le fondre et de le mettre en pression, pour qu'il puisse franchir la filière placée à son extrémité. D'un point de vue industriel, on cherche à obtenir à la sortie de la machine un débit régulier, avec un matériau homogène, à la température contrôlée, et des conditions de production satisfaisantes (débit maximal, consommation énergétique limitée).

Pour cela, la compréhension des mécanismes mis en jeu, ainsi que leur modélisation sont un point capital.

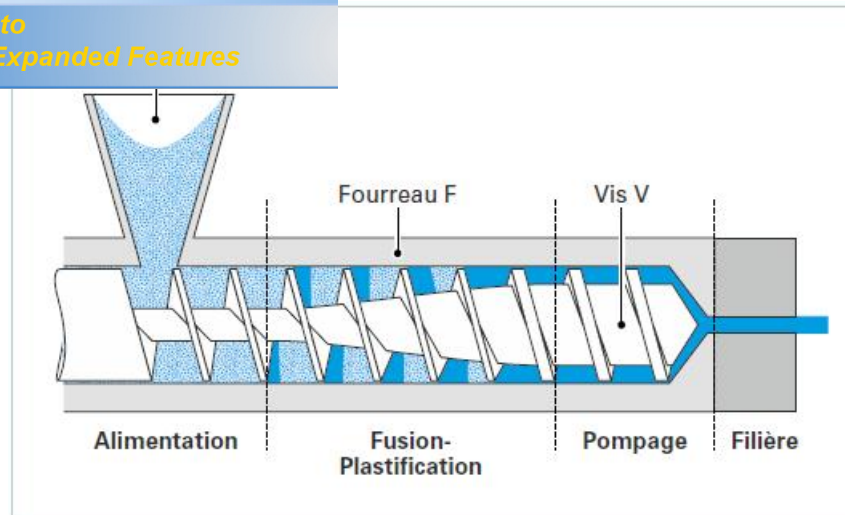


Figure III-2 : Schéma de l'extrudeuse mono-vis

D'après les observations qui ont été faites sur l'état du polymère dans la machine, on peut distinguer trois zones phénoménologiques :

- la zone de convoyage solide : dans laquelle le polymère est entièrement solide
- la zone de fusion : dans laquelle coexistent du polymère encore solide et du polymère déjà fondu ;
- la zone de pompage : dans laquelle le polymère est totalement fondu.

III -7 Les composants de la machine Extrudeuse :

En général, une extrudeuse se compose des éléments suivants :

- Trémie d'alimentation : sert de réservoir pour la résine sous forme de granulé.
- Motoréducteur : sert à donner le mouvement de rotation à la vis.
- Palier : utilisé pour supporter et guider, en rotation, des arbres de transmission.
- Vis d'extrusion: sert à entraîner, cisailer et fondre la résine.
- Fourreau : cylindre à l'intérieur duquel se trouve la vis.
- Collier chauffant : sert à chauffer le fourreau.
- Une filière pour la mise en forme de produit et éventuellement un dispositif de découpe de produit en sortie de la machine.
- Enfin pour la conduite de la machine, une armoire de pilotage qui réunit les organes de démarrage et d'arrêt, les dispositifs de régulation et de commande.

Tous ces paramètres doivent être tenus en compte pour la conception de l'extrudeuse. Le profil de vis, le fourreau et la filière sont des paramètres importants pour caractériser et dimensionner une extrudeuse. Hormis ces paramètres ; le contrôle d'un procédé

conditions propres à chaque procédé. Il s'agit des produit >>.

Les paramètres << machine >> sont les paramètres qui dépendent uniquement de la machine ; on peut citer :

- Le débit d'alimentation de la matière (F_0).
- La vitesse de rotation de la vis (N).
- La température de consigne de fourreau (T_F).

D'un autre coté ; les paramètres << produit >> sont ceux qui caractérisent le produit à extrudé ; on a :

- La composition du produit.
- Les caractéristiques thermo-physiques et rhéologiques du produit.

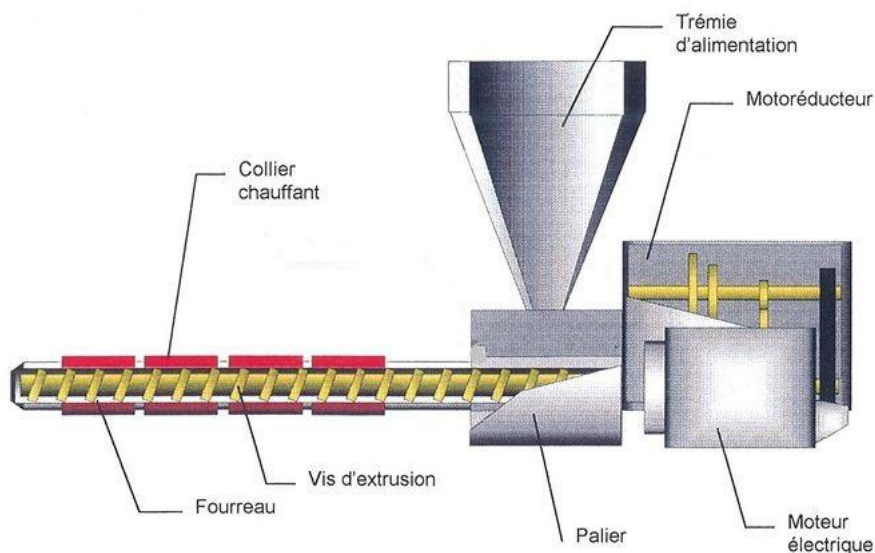


Figure III - 3 : Les composants de la machine Extrudeuse

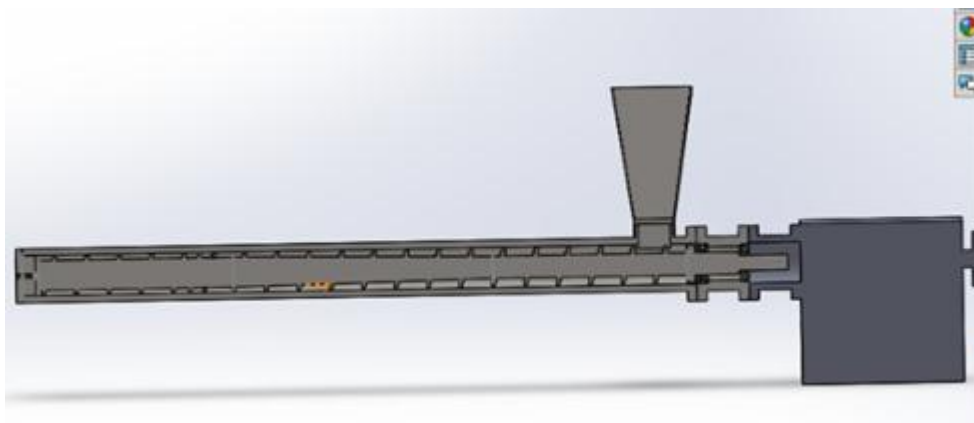


Figure III ó 4 : Image présenté par SolidWorks de la machine extrudeuse

n :
 e broyé vers le fourreau de l'extrudeuse.

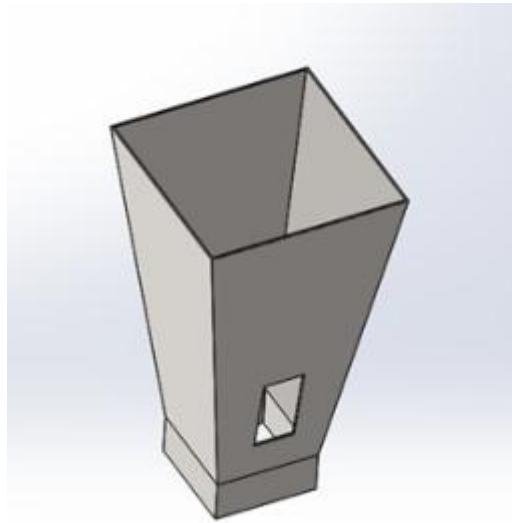


Figure III-5 : Image de la trémie présentée par SolidWorks

• **III -7 ó 2 Motoréducteur :**

Le réducteur est rendu nécessaire pour réduire la vitesse de rotation des moteurs électriques qui est généralement de 1500 tr/min (pour une fréquence d'excitation de 50 Hz). Ces moteurs peuvent être à courant continu pour les micro-réducteurs ou à courant alternatif pour les gros motoréducteurs industriels. L'utilisation du motoréducteur dans l'installation actuelle est de réduire la vitesse du moteur de vis d'extrusion.



Figure III-6: Exemple d'un motoréducteur

En générale, le choix du moteur de l'extrudeuse est de 30 chevaux ou 22 kilowatts ; avec une vitesse de rotation 1500tr/min.

D'après la normalisation de la société « » toute les extrudeuses ont le même moteur

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

les pour SINAMICS S120

**Moteurs asynchrones 1PH8
Ventilation forcée, degré de protection IP55**

Sélection et références de commande

Vitesse assignée	Haut. d'axe	Puissance assignée	Couple assigné	Courant assigné	Tension assignée	Fréquence assignée	Vitesse de fonctionnement max. en défluxage ¹⁾	Vitesse max. ²⁾	Moteur asynchrone 1PH8 Ventilation forcée
n_N tr/min	HA	P_N kW	M_N Nm	I_N A	U_N V	f_N Hz	n_2 tr/min	n_{max} tr/min	N° de référence
Tension réseau 3ph. 400 V, Smart/Basic Line Module									
400	160	9,5	227	30	260	14,3	2150	6500	1PH8163-1 B...1
		13	310	36	300	14,1	1750	6500	1PH8165-1 B...1
1000	100	3,7	35	10	333	35,8	2550	9000	1PH8103-1 D...1
		6,3	60	17,5	307	35,5	4300	9000	1PH8107-1 D...1
	132	12	115	30	319	35,0	3000	8000	1PH8133-1 D...1
		17	162	43	307	34,8	4300	8000	1PH8137-1 D...1
	160	22	210	55	300	34,2	2800	6500	1PH8163-1 D...1
		28	267	71	292	34,2	4600	6500	1PH8165-1 D...1
1500	80	2,8	18	7,5	346	53,3	4700	10000	1PH8083-1 F...1
		3,7	24	10	336	53,2	5200	10000	1PH8087-1 F...1
	100	3,7	24	12,5	265	52,4	5000	9000	1PH8101-1 F...1
		5,5	35	13,5	368	52,4	4200	9000	1PH8103-1 F...1
		7	45	17,5	348	51,9	5250	9000	1PH8105-1 F...1
		9	57	23,5	330	52,2	4500	9000	1PH8107-1 F...1
	132	11	70	24	360	51,4	4800	8000	1PH8131-1 F...1
		15	96	34	342	51,3	5500	8000	1PH8133-1 F...1
		18,5	118	43	330	51,3	6150	8000	1PH8135-1 F...1
		22	140	56	308	51,3	4300	8000	1PH8137-1 F...1
	160	30	191	71	319	50,8	3500	6500	1PH8163-1 F...1
		37	236	78	350	50,8	2800	6500	1PH8165-1 F...1

Figure III- 7 : Image montre les références du moteur choisi

• **III -7 ó 3 Accouplement élastique (couple nominal à transmettre) :**

Le couple nominal est le principal facteur de dimensionnement des accouplements des arbres et des machines qui lui sont directement reliés. Le couple nominal à transmettre est fonction de la puissance nominale à transmettre et de la vitesse de rotation.

$$C \text{ (N.m)} = \frac{P \text{ (kW)} \cdot 1000}{n \text{ (tr/min)}} \quad [17]$$

$$C \text{ (N.m)} = \frac{P \text{ (ch)} \cdot 735}{n \text{ (tr/min)}} \quad [17]$$

La puissance nominale à transmettre est celle de la machine menante exprimée en kilowatts (kw) ou chevaux (ch).

La vitesse de rotation exprimée en tours/minute est celle de la machine menante et doit être inférieure à la vitesse maximale admise par l'accouplement.

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

de sécurité :

couple nominal de l'accouplement, il y a lieu de tenir

compte :

- ô Des irrégularités de couple dues aux types des machines motrices et réceptrices (K1).
- ô Des fréquences de démarrage (K2).
- ô Du nombre d'heures de fonctionnement par jour (K3).

Le produit K de ces 3 coefficients K1, K2, K3, est appelé coefficient de sécurité ou facteur de charge.

Couple nominal de l'accouplement = Couple nominal à transmettre x coefficient de sécurité.

Un coefficient de sécurité surabondant est à éviter, car il conduit à choisir un accouplement surdimensionné et trop raide.

❖ III - 7 ó 3 ó 1- 1 Coefficient K1 = Machine motrice/Machine réceptrice :

Machine Motrice			Machine réceptrice	Exemples de machines réceptrices
Moteur électr. et turbine	Mach. à piston			
	4 à 6 cylin.	1 à 3 cylin.		
1	1,2	1,4	1 Marche régulière - Très faible inertie	• Arbre de renvoi • Générateur d'éclairage • Ligne d'arbres • Pompes centrifuges • Ventilateur centrifuge...
1,2	1,4	1,7	2 Marche irrégulière - Faible inertie	• Agitateur pour liquide • Convoyeur à bande • Élévateur • Machines-outils rotatives à bois et à métaux • Machines textiles légères • Plieuses • Pompes à engrenages • Pompes à palettes • Ventilateurs...
1,4	1,7	2	3 Marche irrégulière - Inertie moyenne	• Agitateur pour liquide chargé • Compresseur rotatif • Convoyeur à rouleaux • Déchiqueteurs • Fours rotatifs • Machine à bois (dégauchisseuse, scie à ruban...) • Machine à imprimer • Mélangeur • Monte-charge • Poinçonneuse • Pompe centrifuge pour liquide chargé...
1,7	2	2,4	4 Marche irrégulière - Inertie moyenne - À-coups moyens	• Bétonneuse • Broyeur à barres • Broyeur à boulets • Compresseur à piston à volant d'inertie • Convoyeur à chaîne • Grue • Laminoir à métaux légers • Machine de minoterie • Marteau-pilon • Métier à tisser • Pompe à piston à volant d'inertie • Raboteuse à métaux • Treuils • Ventilateurs de mine...
2	2,4	2,8	5 Marche irrégulière - Inertie importante - À-coups importants	• Broyeur à marteaux • Calandre (caoutchouc, textile...) • Compresseur à piston à faible volant d'inertie • Défibreur à bois • Excavateur • Laminoir • Pompe à piston à faible volant d'inertie • Presse à forger • Presse de papeterie • Tamis vibrant...
2,4	2,8	3,3	6 Marche irrégulière - Inertie très importante - À-coups très importants	• Compresseur à piston sans volant d'inertie • Concasseur • Génératrice de soudage • Laminoir lourd • Presse de briqueterie • Pompe à piston sans volant d'inertie...

Tableau III - 1 : Coefficient K1 = Machine motrice/Machine réceptrice [17]

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

❖ **III -7 ó 3 ó 1- 2 Coefficient K2 = fréquence démarrage :**

Suivant machine motrice - machine réceptrice Voir tableau K1	NOMBRE DE DÉMARRAGE PAR HEURE				
	1	10	30	60	120
1	1	1,2	1,3	1,5	1,6
2 3	1	1,1	1,2	1,3	1,4
4 5 6	1	1,05	1,1	1,2	1,2

Tableau III ó 2 : Coefficient K2 = fréquence démarrage [17]

❖ **III -7 ó 3 ó 1- 3 Coefficient K3 = Nombre d'heurs de fonctionnement quotidien :**

Nombre d'heurs de fonctionnement quotidien	0 - 2	2 - 8	8 - 16	16 - 24
Coefficient K3	0,9	1	1,1	1,2

Tableau III ó 3 : Coefficient K3 = Nombre d'heurs de fonctionnement quotidien [17]

• **III -7 ó 4 Palier :**

Les paliers sont des organes utilisés en construction mécanique pour supporter et guider, en rotation, des arbres de transmission. Suivant l'usage désiré, ces paliers peuvent être :

- lisses où les arbres qui reposent sur des coussinets sont soumis au frottement de glissement entre les surfaces en contact.
- à roulement où le contact s'effectue par l'intermédiaire de billes ou de rouleaux contenus dans des cages. On a là un phénomène de résistance au roulement (parfois appelé improprement « frottement de roulement ») qui permet une plus grande charge sur les paliers et une plus grande vitesse de rotation.

• **III - 7 - 5 Courroie :**

La courroie est une pièce utilisée pour la transmission du mouvement du moteur au réducteur

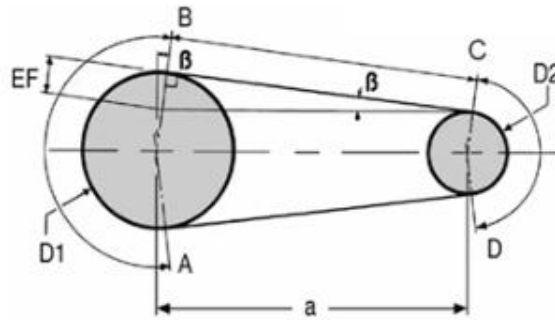


Figure III - 8 : Image de dimension de la courroie.

❖ Dimensionnement

$$L = 2 \cdot BC + AB + CD$$

$$B = \frac{D1 - D2}{2a} = \sin^{-1} \left(\frac{D1 - D2}{2a} \right)$$

$$BC = a \cdot \cos B$$

$$AB = D1 \left(\frac{B}{2} \right)$$

$$CD = D2 \left(\frac{B}{2} \right)$$

• **III - 7 - 6 Roulement (à bille) :**

Ils ont un faible frottement et peuvent être produits avec une grande précision et dans des variantes silencieuses. Ils sont donc préférés pour les moteurs électriques de petites et moyennes dimensions.

• **III - 7 - 7 Vis d'extrusion :**

La vis est la partie la plus importante de l'extrudeuse, elle est caractéristique de la matière, de la machine et du produit manufacturé. La vis est réalisée en acier très dur mais moins que le fourreau afin qu'elle s'use plus facilement, il est plus facile et moins coûteux de changer la vis. Elles sont polies et blindées par un revêtement de nitrure de titane, soit complètement, soit au minimum sur les sommets des filets. De plus pour les matières corrosives, la vis est chromée, traitement qui de plus, facilite le nettoyage de celle-ci. La vis se termine par un embout de forme bombée ou conique,

l'extrusion est commandée par un variateur de vitesse de rotation.

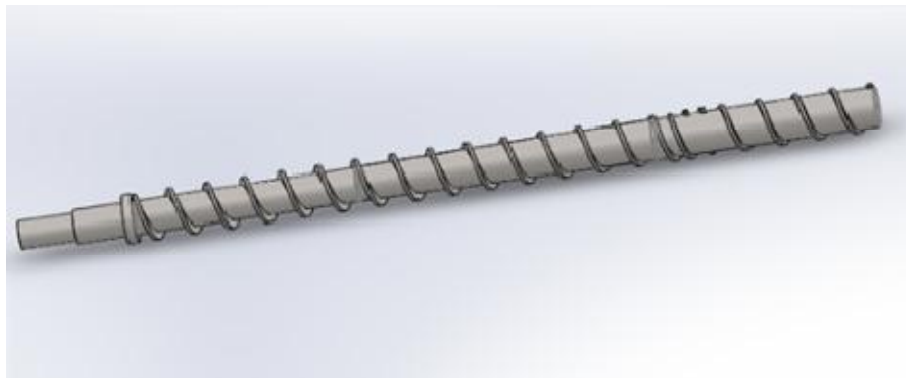


Figure III ó 9 : Image présentée par SolidWorks de la vis sans fin de l'extrudeuse

- ❖ La vis est définie principalement par son diamètre, sa longueur, son taux de compression et son profil :
 - Diamètre nominal (D): il est exprimé en mm, c'est la caractéristique principale pour déterminer le débit d'une extrudeuse
 - Longueur (L) totale : elle s'exprime en fonction du diamètre
 - Profil

En pratique, une vis est d'abord caractérisée par son diamètre nominal, ou diamètre externe, D et sa longueur L , ou par le rapport $\frac{L}{D}$ (selon Euromap).

❖ **Dimension de la vis :**

Dans notre cas les dimensions qu'on a trouvé c'est :

$$L = 2000 ; \quad D = 130$$

D'où le rapport est :

$$\frac{L}{D} = \frac{2000}{130} = 15,35$$

Avant c'était $\frac{2000}{130} = 13,33$ est c'est un rapport trop bas. Dans presque toutes les extrudeuses qu'on a consultées on a trouvé un rapport allons de 15 à 18.

L'énergie nécessaire à la fusion et à la mise en pression du polymère est issue de deux sources principales :

- ô L'énergie mécanique : fournie par la rotation de la vis, qui engendre des déformations au sein d'un milieu très visqueux ;
- ô L'énergie thermique : fournie par la régulation du fourreau. Le rapport de ces deux termes est ce que l'on appelle le nombre de Brinkman :

$$\frac{\eta V_F^2}{\lambda (T_F - \bar{T})} \quad [12]$$

Avec :

η (Pa · s) : viscosité,

V_F (m · s⁻¹) : vitesse linéaire de la vis au sommet du filet,

λ (W · m⁻¹ · °C⁻¹) : conductivité thermique du polymère,

T_F (°C) : température du fourreau,

\bar{T} (°C) : température moyenne du polymère.

Comme indiqué dans l'application numérique ci-après, ce nombre de Brinkman est généralement très supérieur à 1 dans le cas de l'extrusion monovis, ce qui montre que le rapport d'énergie mécanique est prépondérant devant celui d'énergie thermique.

Cela est bien sûr lié à la très forte viscosité des polymères fondus (10³ à 10⁵ Pa·s) et à leur faible conductivité thermique (0,1 à 0,3 W · m⁻¹ · °C⁻¹).

• **III - 767 - 1 Description de la vis :**

Le diamètre du corps de la vis augmente toujours de l'arrière vers l'avant de la machine, soit sur toute la longueur, soit sur une partie seulement. Dans ce dernier cas, qui est le plus courant, on peut alors distinguer trois zones liées à la géométrie de la vis:

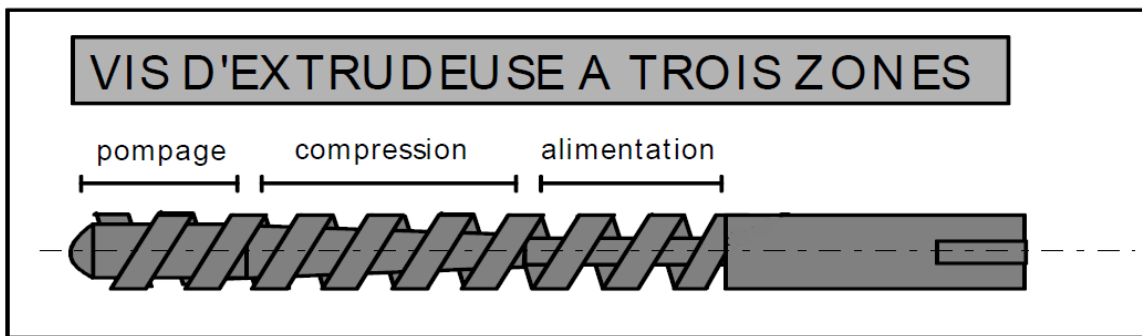


Figure III 6 10 : Profile de vis : zone géométriques

- **III - 767-1-1 La zone d'alimentation ou d'entrée :** où le diamètre de la vis, et donc la profondeur du chenal est constant ; permet un transport régulier, et un compactage de la matière. Alimenter et convoier les granulés de plastique vers la zone de compression.

que se développe la force du poussé de la matière le long de la vis par le phénomène vis écrou (la matière correspond à l'écrou). Pour que cette force soit suffisante la matière ne doit pas tourner avec la vis (effet de « patinage »). Pour y prévenir; il est nécessaire que :

- ô La vis soit polie.
 - ô La température de la vis soit inférieure à celle du fourreau.
 - ô La matière ne commence pas à fondre dans cette zone.
- **III - 7 ó 7 ó 1- 2 La zone de compression** : où le diamètre augmente progressivement donc la hauteur du filet diminue, ce qui a pour but de forcer la fusion du lit solide. C'est dans cette zone que la matière va passer progressivement de l'état solide à l'état fondu. Ce phénomène de plastification est dû à une augmentation de T° de la matière par l'apport de chaleur du fourreau et par le travail des forces de cisaillement au sein du matériau. Le mouvement de circulation de la matière dans le canal de la vis contribue à la répartition uniforme des températures dans la matière. La diminution du volume spécifique entre la matière à l'état solide (en granulé) et la matière à l'état fondu est compensée par le rétrécissement de la section du canal de la vis (taux de compression T_c).

❖ Principe de la plastification par l'arrière du filet

On va voir dans le tableau suivant le principe de la plastification par l'arrière du filet :

rotées correspond à des coupes successives vers

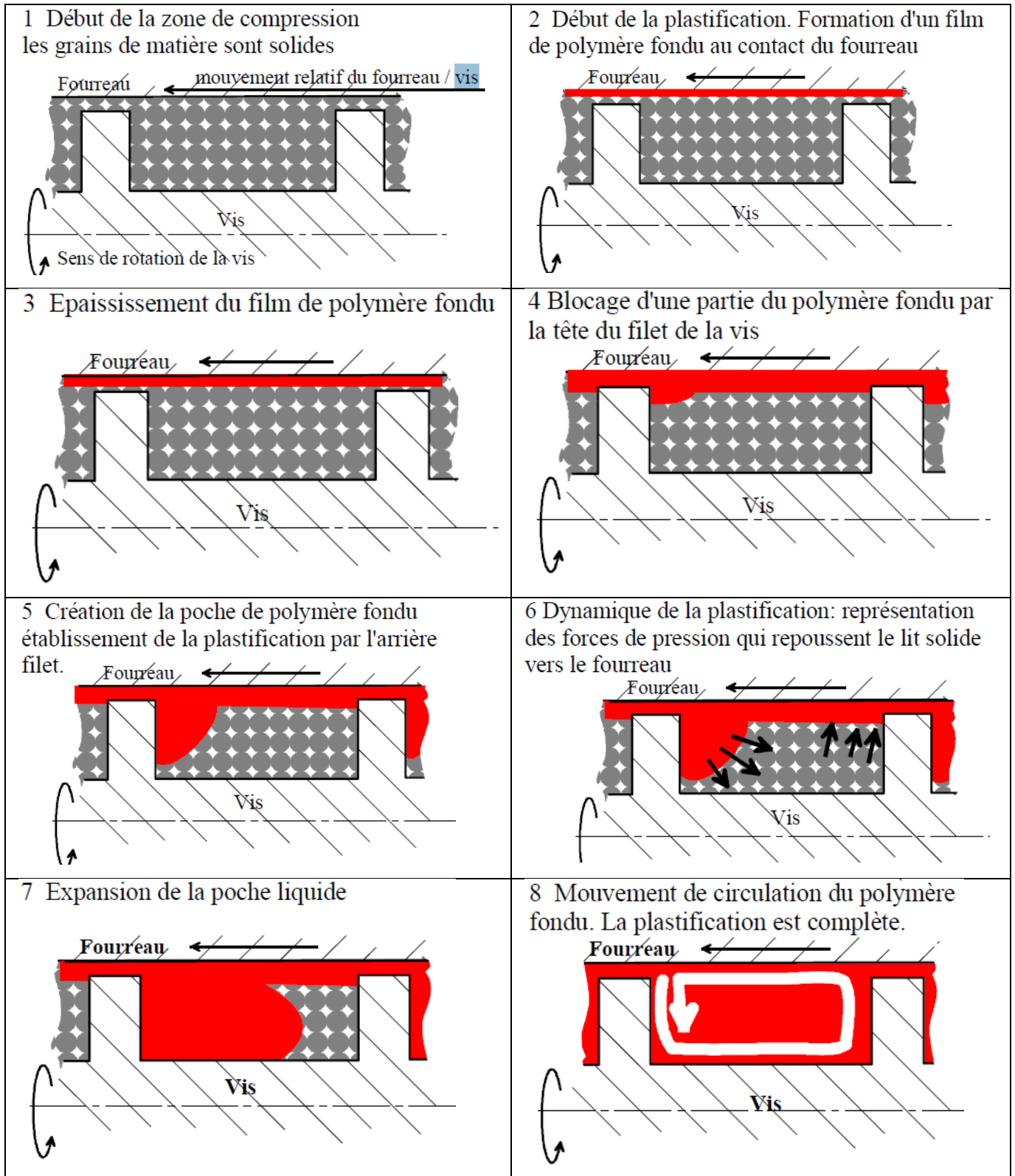


Figure III- 11 : Principe de la plastification par l'arrière du filet

zone de pompage : où le diamètre est de nouveau constant, mais plus important qu'en alimentation. C'est une partie cylindrique situé en bout de vis, homogénéise la matière et règle le débit. Sert à porter le polymère à la pression nécessaire pour assurer l'écoulement dans la filière au débit voulu. La hauteur de filet est à nouveau constante mais plus faible que dans la zone d'alimentation. Elle doit permettre une bonne homogénéisation de la matière avec les adjuvants ou pigments.

• **III -7 ó 7 ó 2 Zone de dégazage :**

La matière est décomprimée dans la zone décompression pour qu'elle ne sorte pas par l'orifice de dégazage. On utilise souvent un anneau de cisaillement situé avant la zone de dégazage pour augmenter la température de la matière.

Dans cette zone de dégazage le pas est de 90mm et double filet.

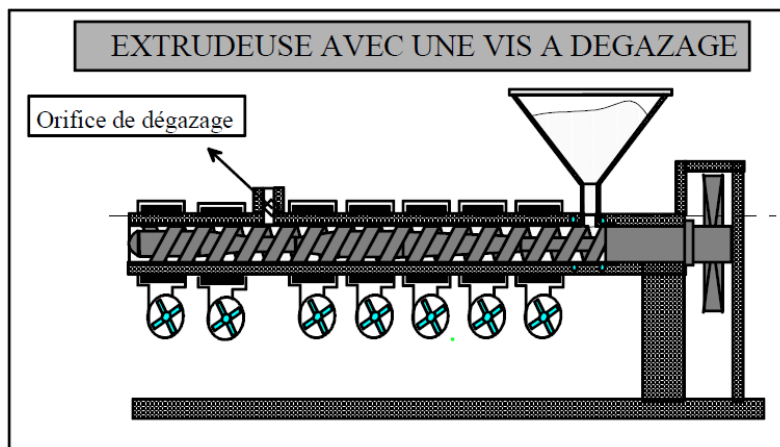


Figure III ó 12 : Image montre la zone de dégazage dans l'extrudeuse.

❖ Calcul de débit : [15]

Le débit /_{tr} = Volume d'un pas du vide de la vis × à la T° de fusion.

Le débit = Le débit /_{tr} × la vitesse de rotation

$$F_{0 / tr} = V \times (\text{à } T^{\circ} \text{ fusion})$$

$$F_0 = F_{0 / tr} \times$$

F₀ : Le débit d'extrusion

V = Volume d'un pas de vide de la vis

= Masse volumique

= Vitesse de rotation

Le fourreau représente l'enveloppe extérieure fixe dans laquelle tournent les vis. L'ensemble vis-fourreau constitue la partie active et assure le traitement de la matière. Sur la partie arrière se trouve un orifice, orienté vers le haut qui permet de recevoir la matière. Le fourreau est actuellement réalisé en acier haute résistance, et chemisé à l'intérieur (deuxième couche de métal) sur une épaisseur de 2 à 3mm. Dans les différents procédés d'extrusions, que ce soit dans le domaine agro-alimentaire ou celui des matières plastiques, la température est considérée comme étant un paramètre important dont il est nécessaire de bien de contrôler.

En conséquence, l'ensemble des fourreaux constituant le corps de l'extrudeuse est régulé en température par un système combiné de chauffage externe (résistif ou inductif), piloté par des sondes de contrôle de température.



Figure III ó 13 : Photo Image présenté par SolidWorks du fourreau

- ❖ Puisque on a modifier les paramètres de la vis sans fins, donc on a modifier les paramètres du fourreau aussi. Le fourreau est assemblé avec la bride par 6 boulons de diamètre 12.

On a : Diamètres extérieur = 178 mm

Diamètre intérieur = 138 mm

Une filière d'extrusion se situe en fin de l'extrudeuse, son rôle principal qu'elle doit jouer est de fournir à la sortie de l'outillage un produit aux dimensions requises, uniforme en température. Elle donne la forme au flux de matière, afin d'obtenir le profil demandé.

La figure présente la photo réelle de la filière installée dans la machine d'extrusion.

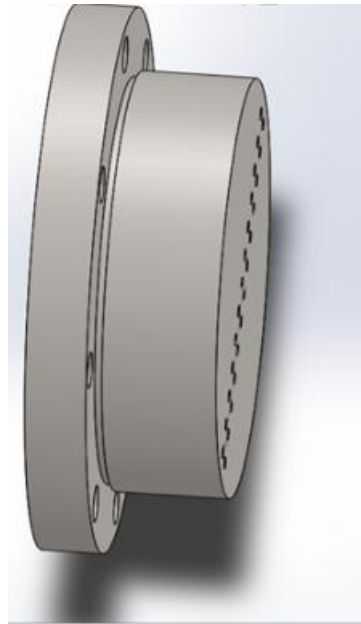


Figure III - 14 : Image présentée par SolidWorks de la filière

Dans notre cas, on a modifié la filière et on a proposé un serrage par vis à cause de la forte pression exercée dans le fourreau et pour éviter le desserrage de la filière on a ajouté un joint torique pour l'étanchéité.

❖ **Joint torique :**

Sert à l'étanchéité pour que la matière qui soit dans le fourreau ne sorte pas.

• **III - 7 à 10 Collier chauffant :**

Le collier chauffant joue un rôle important dans le fonctionnement des extrudeuses. Il permet d'assurer le chauffage jusqu'à 260°C par conduction d'outillages, des moules, des presses d'injection, etc.



Figure III ó 15 : Exemple des colliers chauffant d'une Extrudeuse

III ó 8 Bac de refroidissement :

L'étape qui suit c'est de refroidir le câble (III-16), en le faisant passer dans un bac d'eau froide où on trouve des poulies autour desquelles on met le câble. Le refroidissement à eau est un système de refroidissement recirculation. Dans cette configuration, la même eau est utilisée en cycle fermé et doit donc être refroidie avec un réservoir est généralement doté d'un bouchon permettant la purge ou le remplissage du système.

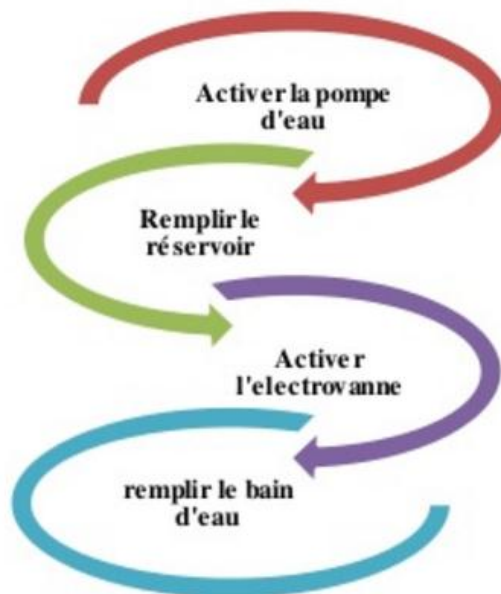


Figure III-16 : Principe de fonctionnement de la zone de refroidissement
 Actuellement, il n'y a aucun contrôle ni sur le niveau d'eau du bain ni sur la température de l'eau pour refroidir le câble. En effet, pendant la production c'est à l'opérateur de décider quand il faut refroidir le câble. C'est une procédure manuelle qu'il exécute, il ouvre le

La figure 26 montre l'installation réelle de la machine. La figure 27 montre le type d'eau Remplir le réservoir Activer l'électrovanne remplir le bain d'eau.



Figure III-17: Exemple de la partie de refroidissement

• III ó 9 Partie coupure et stockage

Après le refroidissement, la matière accède vers la machine de coupure pour obtenir la matière finie sous forme de granulés, coupés en même taille à l'aide des lames de la machine.



Figure III-18: Exemple de la Partie de coupure et stockage

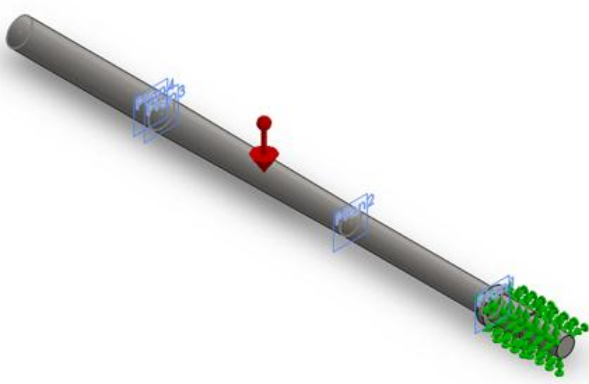
CARACTIRSTIQUE MECANIQUE		Figure : vis N°1
Longueur	2	
Masse (kg)	Masse:137.877 kg	
Matériau	42CrMo4	

Figure III-19 : caractéristique mécanique de la vis

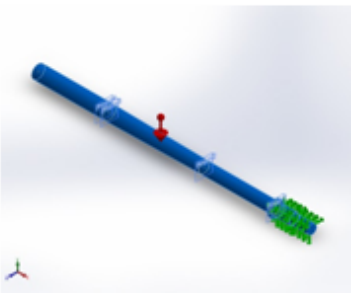
Référence du modèle	Propriétés	Composants
	<p>Nom: 1.7225 (42CrMo4) Type de modèle: Linéaire élastique isotropique Critère de ruine par défaut: Inconnu Limite d'élasticité: 7.5e+008 N/m² Limite de traction: 1e+009 N/m² Module d'élasticité: 2.1e+011 N/m² Coefficient de Poisson: 0.28 Masse volumique: 7800 kg/m³ Module de cisaillement: 7.9e+010 N/m² Coefficient de dilatation thermique: 1.1e-005 /Kelvin</p>	<p>Corps volumique 1(Boss.-Extru.3)(vispour analyse23)</p>
Données de la courbe:N/A		

Figure III-20 : Vue de charge

de charges de la vis

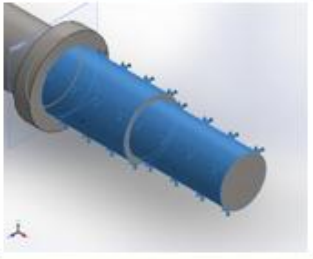
Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé		
Fixe-1		Entités: 2 face(s) Type: Géométrie fixe		
Forces résultantes				
Composants	X	Y	Z	Résultante
Force de réaction(N)	0.182883	1352.21	0.372837	1352.21
Moment de réaction(N.m)	0	0	0	0

Figure III-21 : Détail de déplacement imposé

Type de maillage	Maillage volumique
Mailleur utilisé:	Maillage standard
Transition automatique:	Désactivé(e)
Boucles automatiques de maillage:	Désactivé(e)
Points de Jacobien	4 Points
Taille d'élément	26.053 mm
Tolérance	1.30265 mm
Qualité de maillage	Haute

Tableau III -4 : Information sur le maillage

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

	Min	Max
de von Mises	46.23 N/m ² Noeud: 3566	1.8871e+007 N/m ² Noeud: 6021

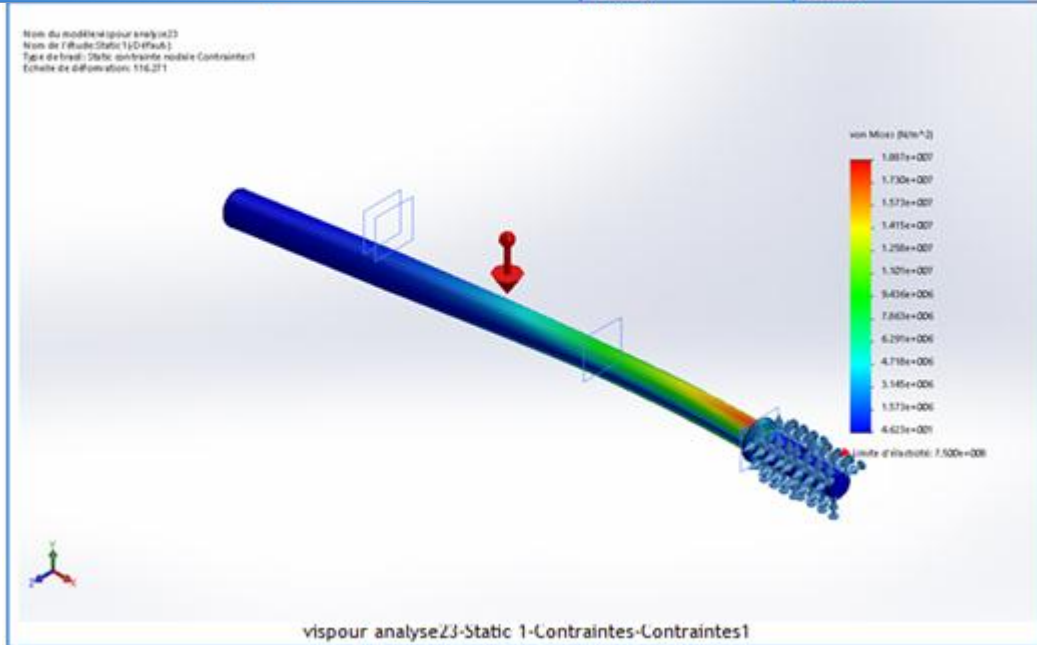


Figure III-22 : Déplacement résultat

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URÉS : Déplacement résultant	0 mm Noeud: 696	1.98/95 mm Noeud: 126

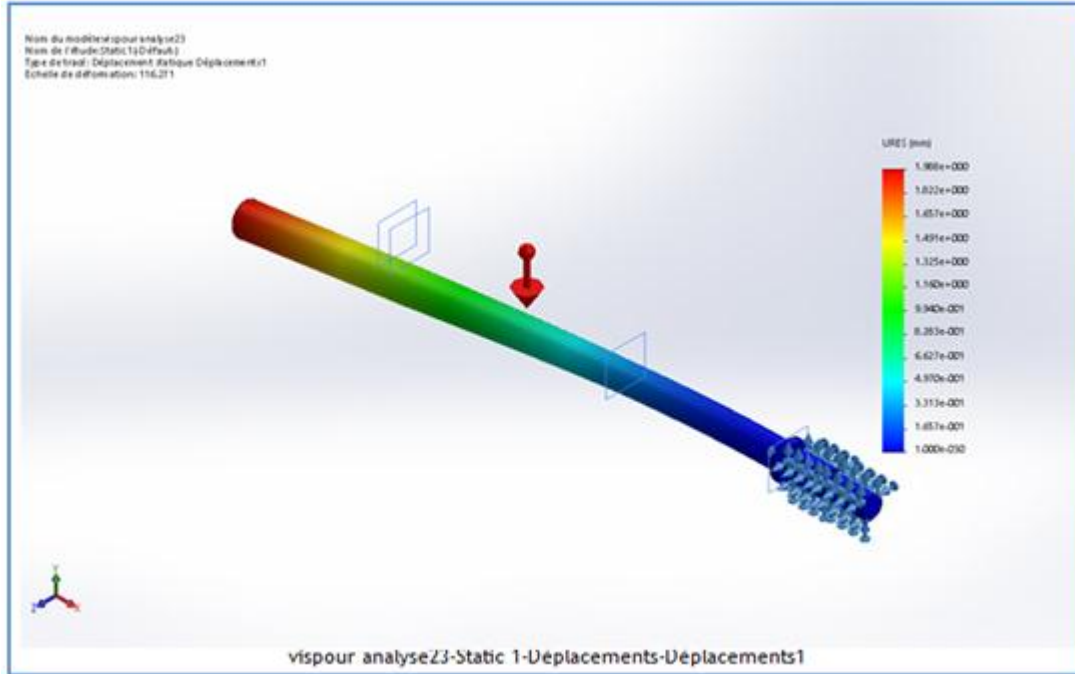


Figure III-23 : Résulta de déformation de la vis

Le fourreau assemblage :

Corps volumiques			
Nom du document et référence	Traité comme	Propriétés volumétriques	Chemin/Date de modification du document
Répétition circulaire1 	Corps volumique	Masse:161.619 kg Volume:0.0207204 m ³ Masse volumique:7800 kg/m ³ Poids:1583.87 N	C:\Users\mirir\Desktop\solidworks 2\extrudeuse\fourreau analyse2.SLDPRT Jun 28 01:33:35 2017
Enlèv. mat.-Extru.4 	Corps volumique	Masse:24.442 kg Volume:0.00313359 m ³ Masse volumique:7800 kg/m ³ Poids:239.531 N	C:\Users\mirir\Desktop\solidworks 2\extrudeuse\la bride du fourreau.SLDPRT Jun 28 00:00:13 2017

Figure III-24 : Caractéristiques du fourreau

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

	Static 1
Type d'analyse	Static
Type de maillage	Maillage volumique
Effets thermiques:	Activé(e)
Option thermique	Inclure des chargements thermiques
Température de déformation nulle	298 Kelvin
Inclure la pression du fluide calculée par SOLIDWORKS Flow Simulation	Désactivé(e)
Type de solveur	FFEPlus
Stress Stiffening:	Désactivé(e)
Faible raideur:	Désactivé(e)
Relaxation inertielle:	Désactivé(e)
Options de contact solidaire incompatible	Automatique
Grand déplacement	Désactivé(e)
Vérifier les forces externes	Activé(e)
Friction	Désactivé(e)
Méthode adaptative:	Désactivé(e)
Dossier de résultats	Document SOLIDWORKS (c:\users\mirir\appdata\local\temp)

Tableau III- 5: Propriétés de l'étude

Propriétés du matériau

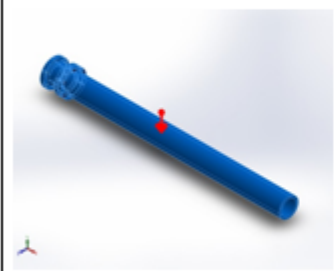

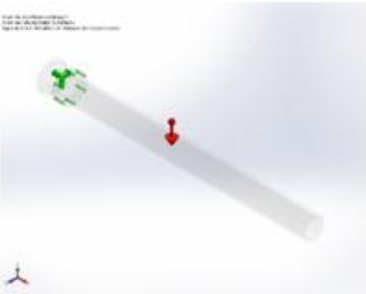
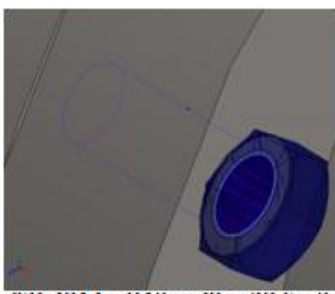
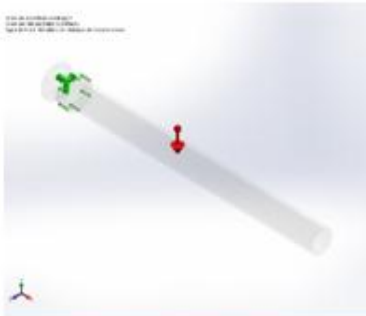
Référence du modèle	Propriétés	Composants
	<p>Nom: 1./225 (42CrMo4) Type de modèle: Linéaire élastique isotropique Critère de ruine par défaut: Inconnu Limite d'élasticité: 7.5e+008 N/m² Limite de traction: 1e+009 N/m² Module d'élasticité: 2.1e+011 N/m² Coefficient de Poisson: 0.28 Masse volumique: 7800 kg/m³ Module de cisaillement: 7.9e+010 N/m² Coefficient de dilatation thermique: 1.1e-005 /Kelvin</p>	<p>Corps volumique 1 (Répétition circulaire1)(fourreau analyse2-1), Corps volumique 1 (Enlèv. mat.-Extru.4)(la bride du fourreau-1)</p>
Données de la courbe: N/A		

Figure III-25 : Propriétés des matériaux

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

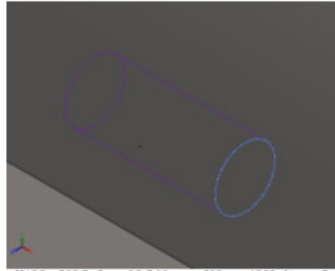
Référence du modèle	Détails du connecteur	Détails de résistance						
 ISO 4014 - M12 x 70 x 30-S - 1	Entités: 1 arête(s), 1 face(s) Type: Boulon(Diamètre de la tête /écrou)(Vis pour lamage) Diamètre de la tête: 18 mm Diamètre nominal de la tige: 12 Précontrainte (Axial): /842.12 Module d'Young: 2.1e+011 Coefficient de Poisson: 0.28 Unités de précontrainte: N	<table border="1"> <tr> <td>Contrôle des boulons:</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>CS calculé:</td> <td>6.66374</td> </tr> <tr> <td>CS désiré:</td> <td>2</td> </tr> </table> 	Contrôle des boulons:	OK	CS calculé:	6.66374	CS désiré:	2
Contrôle des boulons:	OK							
CS calculé:	6.66374							
CS désiré:	2							

Forces dans les connecteurs				
Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	7845.2	0	0	7845.2
Force de cisaillement (N)	0	0.2569	-0.053349	0.26238
Moment de flexion (N.m)	0	-0.00071546	0.00014381	0.00072977

 ISO 4014 - M12 x 70 x 30-S - 2	Entités: 1 arête(s), 1 face(s) Type: Boulon(Diamètre de la tête /écrou)(Vis pour lamage) Diamètre de la tête: 18 mm Diamètre nominal de la tige: 12 Précontrainte (Axial): /842.12 Module d'Young: 2.1e+011 Coefficient de Poisson: 0.28 Unités de précontrainte: N	<table border="1"> <tr> <td>Contrôle des boulons:</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>CS calculé:</td> <td>6.66436</td> </tr> <tr> <td>CS désiré:</td> <td>2</td> </tr> </table> 	Contrôle des boulons:	OK	CS calculé:	6.66436	CS désiré:	2
Contrôle des boulons:	OK							
CS calculé:	6.66436							
CS désiré:	2							

Forces dans les connecteurs				
Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	7843.8	0	0	7843.8
Force de cisaillement (N)	0	-0.083954	-0.036437	0.09152

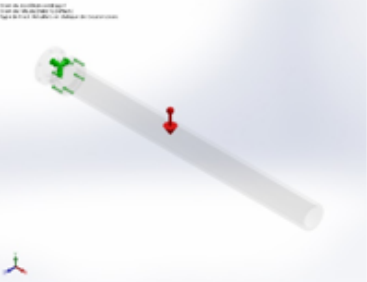
Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features



ISO 4014 - M12 x 70 x 30-S - 4

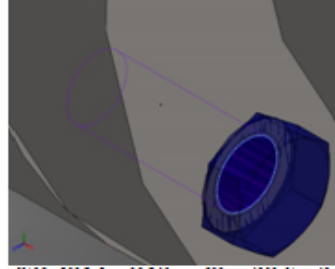
Entités: 1 arête(s), 1 face(s)
 Type: Boulon(Diamètre de la tête/écrou)(Vis pour lamage)
 Diamètre de la tête: 18 mm
 Diamètre nominal de la tige: 12
 Précontrainte (Axial): /842.12
 Module d'Young: 2.1e+011
 Coefficient de Poisson: 0.28
 Unités de précontrainte: N

Contrôle des boulons:	OK
CS calculé:	6.66812
CS désiré:	2



Forces dans les connecteurs				
Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	7839.3	0	0	7839.3
Force de cisaillement (N)	0	0.1708	-0.16087	0.23463
Moment de flexion (N.m)	0	-0.0021761	0.00080424	0.00232

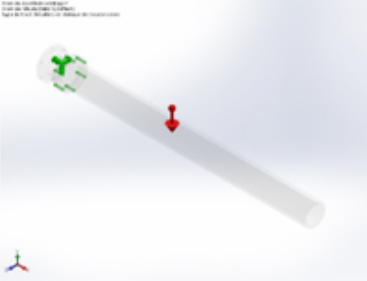
Moment de flexion (N.m)	0	-0.0014786	0.0014786	0.002091
-------------------------	---	------------	-----------	----------



ISO 4014 - M12 x 70 x 30-S - 3

Entités: 1 arête(s), 1 face(s)
 Type: Boulon(Diamètre de la tête/écrou)(Vis pour lamage)
 Diamètre de la tête: 18 mm
 Diamètre nominal de la tige: 12
 Précontrainte (Axial): /842.12
 Module d'Young: 2.1e+011
 Coefficient de Poisson: 0.28
 Unités de précontrainte: N

Contrôle des boulons:	OK
CS calculé:	6.6677
CS désiré:	2



Forces dans les connecteurs				
Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	7840.7	0	0	7840.7
Force de cisaillement (N)	0	0.0088674	-0.10641	0.10678
Moment de flexion (N.m)	0	5.4559e-005	0.00037627	0.0003802

Figure III-26 : Définition des connecteurs

Dans ce chapitre nous avons présenté la machine d'extrusion, on a parlé de ses avantages et son fonctionnement jusqu'à l'obtention des granulés.

En suite nous avons cité les constituants de la machine extrudeuse qui sont nécessaire pour la conception et le fonctionnement de cette machine

En fin nous avons donné des dessins de définition et l'étude des pièces présentés par le logiciel SolidWorks .



Dans ce cadre de notre projet de fin d'études, nous avons parlé sur la conception et de fonctionnement du bac horizontal et de la machine extrudeuse du system du recyclage du plastique.

Tout d'abord, on a commencé notre projet de faire des définitions et des généralités sur les matières plastiques et parler sur tout le système du recyclage plastique qui nous a permit de savoir la composition et le fonctionnement de cette ligne ; Ensuite on a défini les composantes du bac et de l'extrudeuse ainsi que leur fonctionnement ;

Le problème qu'on rencontré dans le bac on l'a résolu on donnant une solution qui peut aidée pour la récupération des plastique qui coulent au fonds du bac ; aussi on a fait quelques modifications sur quelque composantes du bac et de l'extrudeuse qui peut mieux aider pour leur fonctionnement.

Le projet nous a poussé à faire appel à toute nos connaissances, et il nous a permit de connaître les difficultés que les ingénieurs rencontre tous les jours. Après cette recherches, maintenant on sait comment se fait le recyclage des plastique et surtout le rôle es les composantes du bac et de l'extrudeuse et on a surtout amélioré dans l'utilisation du logiciel SolidWorks.