



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique**

**Université Mouloud MAMMERY de Tizi Ouzou**

**Faculté du Génie de la Construction**

**Département de Génie Mécanique**



# *Mémoire*

En vue de l'obtention du  
Diplôme de Master Académique en Génie Mécanique  
Spécialité : Construction Mécanique

## **Thème**

**Étude, conception et réalisation d'une vis sans fin d'un  
Compacteur FKA de la filature**

**Proposé par :  
Entreprise COTITEX**

**Encadré par :**

Mr. ZIANI Hocine  
Mr. CHIKHAOUI Boualem

**Réaliser par :**

BOUZRARA Mohamed  
ARIF Idir

Promotion : 2019-2020

# REMERCIEMENTS

En premier lieu, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le privilège et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science et de la connaissance.

En second lieu, nos remerciements les plus sincères vont droit à nos parents qui n'ont pas cessé de nous encourager et nous soutenir tout au long du long parcours que furent nos études.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre encadreur monsieur ZIANI Hocine, de nous avoir aidé, conseillé et d'avoir été toujours à l'écoute de nos doléances.

L'encadrement de ce travail au sein de l'entreprise COTITEX a été assuré par Monsieur *CHIKHAUI Boulam*, S/Directeur de la maintenance au sein de l'entreprise. On tient à le remercier vivement pour son soutien et ses conseils émanant d'une solide et riche expérience.

On remercie également les enseignants de qualité qui nous ont montré la voie du savoir et du sérieux ;

Aux enseignants que sont aussi monsieur le président du jury et les membres examinateurs de ce modeste travail ;

A monsieur

Au staff du bureau d'étude de COTITEX, ingénieurs et techniciens, pour leur accueil et l'ambiance qui nous ont offert durant le stage.

On ne saurait énumérer tous ceux qui de près ou de loin nous ont aidés à la réalisation de ce travail.

Sachez tous retrouver dans ces lignes l'expression de nos remerciements les plus sincères.

# **DÉDICACES**

*En témoignage d'amour et affection, je dédie ce travail avec une grande fierté*

*À mes très chers parents qui m'ont tout donné pour que je puisse avoir un parcours honorable tout au long de ma vie, je le dédie à ma chère maman, qui m'a donné l'envie et la volonté de réussir,*

*À mon cher grand frère qui n'a jamais cessé de me soutenir durant tout mon parcours.*

*Pour mon cher papa que dieu te bénisse et prolonge ta vie car tu es la lumière qui éclaire mon chemin.*

*Ma belle-famille qui m'a tant encouragée*

*A tous mes amis pour leur sympathie, leurs bonnes humeurs et leur soutien.*

*Que Dieu vous protège*

**Arif idir**

# ***DÉDICACES***

En témoignage d'amour et affection, je dédie ce travail avec une grande fierté

À mon cher papa qui m'a tout donné pour que je puisse avoir un parcours honorable tout au long de ma vie, qui m'a donné l'envie et la volonté de réussir, que dieu te bénisse et prolonge ta vie car tu es la lumière qui éclaircie mon chemin.

À mes chers frères et mes chères sœurs, pour leurs appuis et leurs encouragements.

Ma belle-famille qui m'a tant encouragée

A tous mes amis pour leur sympathie, leurs bonnes humeurs et leur soutien.

Que Dieu vous protège

*Mohamed BOUZRARA*

# SOMMAIRE

---

Introduction .....	1
--------------------	---

## **CHAPITRE I: GENERALITES SUR LES VIS SANS FIN**

I. Définition .....	3
I.1. Système vis et pignon .....	4
I.2. Système vis et trou taraudé .....	5
I.3. Cas d'utilisations.....	6
I.4. Modélisation du système de transmission roue et vis sans fin.....	7
I.5. Le fonctionnement du système d'entrainement par vis sans fin.....	7
I.6. Variantes de la vis d'Archimède .....	8
I.6.1. Vis d'Archimède horizontale .....	8
I.6.2. Vis de transport inclinée.....	9
I.6.3. Vis verticale.....	10
I.7. Adaptations de la vis suivant les secteurs d'application .....	11
I.7.1. Mélangeur à vis .....	11
I.7.2. Vis d'extraction à sas .....	12
I.7.3. Echangeur thermique à vis d'Archimède .....	13
I.7.4. Machines élévatoires simples à vis d'Archimède .....	13
I.7.5. Doseurs à vis .....	14
I.7.6. Forage à vis d'Archimède (tarière continue).....	15
I.7.7. Extrudeuse à vis d'Archimède .....	16
I.8. Compacteur à vis sans fin de type FKA, FKC.....	18
I.8.1 Description .....	18
I.9. Présentation de l'entreprise.....	20
I.9.1. Présentation du complexe.....	20
I.9.2. L'ouvraison et le Battage .....	22
I.9.3. Le cardage .....	22
I.9.4. Le peignage .....	22
I.9.5. L'étirage .....	22
I.9.6. Le banc à broches (BaB) .....	22
I.9.7. Le continu à filer (CaF).....	22
I.9.8. Le doublage .....	23
I.9.9. Le retordage.....	23
I.9.10. Le bobinage.....	23

# SOMMAIRE

---

I.10. Préparation du fil de chaîne.....	24
I.10.1. L'ourdissage.....	24
I.10.2. L'encollage.....	24
I.10.3. Le Rentrage.....	24
I.11. Préparation du fil de trame.....	24
I.11.1. Le canetage.....	24
I.11.2. Le tissage.....	24
I.11.3. L'inspection.....	24
I.12. L'opération de blanchiment.....	25
I.12.1 Le Flambage.....	25
I.12.2. Le désencollage.....	26
I.12.3 Le débouillissage.....	26
I.12.4. Le blanchiment.....	26
I.12.5. Le mercerisage.....	26
I.12.6. L'impression.....	26
I.12.7. Le mode d'application.....	26
I.12.8. La teinture.....	27
I.12.9. La fixation.....	27
I.12.10. Le lavage.....	27
I.12.11. L'apprêtage.....	27
I.12.12. Le contrôle.....	27
I.12.13. Le pliage.....	27

## **Chapitre II : Calcul de résistance et Simulation par SolidWorks**

II.1. Fiche technique de moteur utilisé.....	29
II.2. COUPLE.....	30
II.2.1. Couple nominal $M_{n2}$ [Nm].....	30
II.2.2. Couple requis $M_{r2}$ [Nm].....	30
II.2.3. Couple de calcul $M_{c2}$ [Nm].....	30
II.3. PUISSANCE.....	30
II.3.1 Puissance en entrée $P_{n1}$ [kW].....	30
II.4. RENDEMENT.....	30

# SOMMAIRE

---

II.4.1. Rendement dynamique [ $d$ ].....	30
II.4.2. Rendement statique [ $S$ ].....	31
II.5. RAPPORT DE REDUCTION [ $i$ ].....	31
II.6. MOMENT D'INERTIE $J_r$ [kg m <sup>2</sup> ].....	31
II.7. Facteur d'accélération des masses, [ $K$ ].....	31
II.8. Détermination de la puissance requise à l'entrée du réducteur.....	32
II.9. Généralités sur l'acier utilisé.....	32
II.9.1. Choix du matériau : Acier faiblement allié (X40CrMoV5-1) .....	32
II.9.2. Caractéristiques mécaniques.....	32
II.10. Calcul de résistance.....	33
II.10.1. Calculs de débit.....	33
II.10.2. Détermination de la masse de coton .....	34
II.10.3. calcul de volume de coton .....	34
II.10.4. force exercée de coton sur l'hélice .....	35
II.10.5. Couple $M_{max}$ .....	35
II.11. Généralité sur le soudage.....	37
II.12. Généralités sur le logiciel SolidWorks.....	40
II.12.1. Introduction.....	40
II.12.2. LE MODULE PIÈCE .....	41
II.12.3. Interface.....	41
II.12.4. Les barres d'outils.....	42
II.12.5. LE MODULE ASSEMBLAGE.....	42
II.12.6. LE MODULE MISE EN PLAN .....	43
II.12.7. SOLIDWORKS Simulation.....	44
II.13. Simulation.....	45
II.13.1. Informations sur le modèle .....	46
II.13.2. Propriétés du matériau .....	47

# SOMMAIRE

---

II.13.3. Actions extérieures .....	47
II.13.4. Informations sur le maillage .....	48
II.13.5. Informations sur le maillage – Détails .....	48
II.13.6. Résultats de l'étude .....	49
II.14. Conclusion.....	51

## **Chapitre III :Fabrication de la vis sans fin Du compacteur de la filature**

III.1. Introduction .....	53
III.2. Le matériel utilisé.....	53
III.3. Les étapes de la fabrication de la vis .....	53
III.3.1. Découpage de la tôle.....	53
III.3.2. Réalisation des disques .....	54
III.3.3. Découpage des disques .....	55
III.3.4. Soudage des disques .....	56
III.3.5. Montage des hélices sur le tube .....	57
III.3.6. La conicité de la vis sans fin.....	57
III.3.7. Finition.....	59
III.4. Conclusion.....	59
Conclusion générale .....	60

## Listes des figures

---

### Chapitre I : Généralités sur les vis sans fin

<b>Figure I.1</b> : une vis sans fin avec usinage.....	3
<b>Figure I.2</b> : Une vis sans fin avec assemblage .....	4
<b>Figure I.3</b> : Système de roue et vis sans fin.....	5
<b>Figure I.4</b> Formes principales des spire. ....	9
<b>Figure I.5</b> Vis de transport inclinée.....	10
<b>Figure I.6</b> Vis de transport verticale.....	11
<b>Figure I.7</b> Les mélangeurs. ....	12
<b>Figure I.8</b> Coupe d'une vis d'extraction à sas. ....	12
<b>Figure I.9</b> Machine élévatoires simple à vis d'Archimède. ....	14
<b>Figure I.10</b> Système d'alimentation et de dosage par vis sans fin .....	15
<b>Figure I.11</b> Tarière continue. ....	16
<b>Figure I.12</b> Schéma de l'extrudeuse mono vis. ....	17
<b>Figure I.13</b> : compacteur de fibre FKA OU FKC .....	18
<b>Figure I.14</b> : compacteur FKA/FKC .....	18
<b>Figure I.15</b> : compacteur de fibre de type FKA/FKC .....	19

### Chapitre II : Calcul de résistance et Simulation par SolidWorks

<b>Figure II.1</b> Motoréducteurs à vis sans fin .....	29
<b>Figure II.2</b> compacteur FKA/FKC .....	33
<b>Figure II.3</b> volume du cylindre .....	34
<b>Figure II.4</b> Diagramme de la force exercée de coton sur l'hélice .....	35
<b>Figure II.5</b> La hauteur active d'une soudure d'angle .....	37
<b>Figure II.6</b> SimulationXpress Study-Coefficient de sécurité-Factor of Safety .....	52

## Listes des figures

---

### **Chapitre III : Fabrication de la vis sans fin de compacteur de la filature**

<b>Figure III.1</b> Préparation des carrés de dimensions 900x900 mm <sup>2</sup> .....	<b>54</b>
<b>Figure III.2</b> Tracer les carrés à l'aide d'un pointeau pour avoir un diamètre précis .....	<b>54</b>
<b>Figure III.3</b> Le perçage pour avoir le diamètre intérieur .....	<b>55</b>
<b>Figure III.4</b> Les disques obtenus .....	<b>55</b>
<b>Figure III.5</b> Découpage des disques.....	<b>56</b>
<b>Figure III.6</b> Assemblage des disques avec soudage.....	<b>56</b>
<b>Figure III.7</b> Montage des hélices sur le tube.....	<b>57</b>
<b>Figure III.8</b> Conicité de la vis sans fin.....	<b>58</b>
<b>Figure III .9</b> Finition de la vis sans fin de compacteur de la filature .....	<b>59</b>

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau II.1:</b> Propriétés mécaniques de l'acier X40 .....	<b>33</b>
<b>Tableau II.2</b> Valeurs recommandées pour la hauteur minimale d'une soudure d'angle .....	<b>38</b>

## Liste des symboles

---

**RDM** : Résistance des matériaux.

**V** : Volume

**D** : Le diamètre de la vis.

**d** : Le diamètre de tube.

**P** : Le pas de la vis.

**e** : L'épaisseur.

**L** : Longueur de la vis.

**Cr** : Chrome.

**EN** : Norme Européenne.

**DIN** : Deutsche Industrie Normen.

**AFNOR** : Association française de normalisation.

**AISI** : American International Standard Institute.

**C** : Carbone.

**S** : Soufre.

**P** : Phosphore.

**Si** : Silicium.

**Re** : Limite d'élasticité.

**Rm** : Résistance à la traction.

**A (%)** : Allongement à la rupture.

**Mmax** : couple maximale pouvant être transmis par le moteur à la vis.

**Pmax** : Puissance maximale du moteur.

**Nmax** : Vitesse maximale de rotation.

**Ø** : Angle maximal.

**I0** : moment quadratique polaire.

**R** : Rayon de tube.

## Liste des symboles

---

**Re min** : Limite minimale apparente d'élasticité.

**s** : coefficient de sécurité.

**t** : Contrainte au cisaillement.

**Rg** : limite à la rupture par cisaillement.

**Rpg** : résistance pratique au glissement ou au cisaillement.

**G** : Module d'élasticité transversale (Module de Coulomb).

**E** : Module d'élasticité longitudinale (Module de Young).

**Mn2** : Couple nominal [Nm]

**Mr** : Couple requis [Nm]

**Mr2** : Couple de calcul Mc2 [Nm]

**Pn1** : Puissance en entrée [kW]

[ **d** ] : Rendement dynamique

[ **S** ] : Rendement statique

[ **i** ] : RAPPORT DE REDUCTION

**Jr** : MOMENT D'INERTIE [kg m<sup>2</sup>]

[ **K** ] : Facteur d'accélération des masses

**R<sub>m</sub>** : Résistance maximale (Mpa)

$\vec{F}_f$  : force de frottement

$\vec{F}_N$  : la force normale

$\vec{F}_g$  : la force gravitationnelle

Depuis plusieurs années, il existe dans tous les secteurs de production des machines de conditionnement et en particulier des compacteurs à vis sans fin, qui nous facilitent le traitement et le compactage de différents produits.

L'avantage de ce type de machines de conditionnement et d'améliorer les conditions de travail en diminuant les tâches destinées aux employés au niveau de ces unités de production, en garantissant aussi la sécurité du personnel et améliorer la production en quantité et qualité, par rapport au facteur temps.

L'objectif de notre travail est de faire une étude et réalisation, d'une vis sans fin qui va assurer le bon fonctionnement d'un compacteur de filature, le rôle de cette vis est de déplacer le coton à l'intérieur du compacteur de type FKA pour faciliter le traitement du coton.

Ce travail, a été proposé par l'entreprise COTITEX de Draa Ben Kheda suite au dysfonctionnement (fissure de l'hélice) de la vis sans fin qui est la pièce maîtresse du compacteur.

Pour atteindre cet objectif, nous avons procédé à des études mécaniques qui nous ont donné des résultats, qui vont garantir la résistance de cette vis lors du fonctionnement du compacteur.

Le mémoire est divisé en trois chapitres ; après l'introduction générale, le premier chapitre est consacré aux généralités sur les vis sans fin et l'exposition de compacteur de la filature et son fonctionnement, le 2ème chapitre, traite le dimensionnement et les méthodes de calculs appliqués à l'aide des calculs RDM plus la simulation de cette pièce avec le logiciel SolidWorks. Au 3ème chapitre, c'est la méthode de fabrication de la vis sans fin, réalisé au niveau de l'atelier mécanique au sein de l'entreprise COTITEX, ce mémoire se termine par une conclusion générale et perspectives.

# *CHAPITRE I*

*GENERALITES SUR LES VIS SANS*

*FIN*

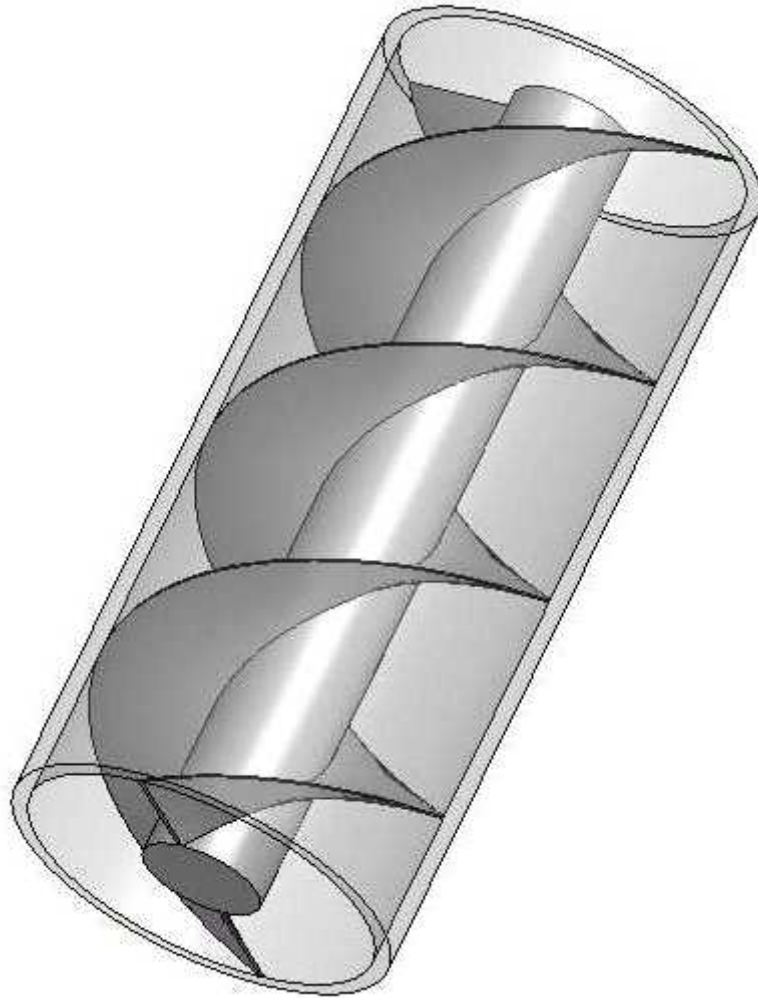
**I. Définition**

Une vis sans fin est un cylindre comportant une cannelure hélicoïdale, la faisant ressembler à une tige filetée.

Une vis sans fin est une tige filetée à une ou plusieurs hélices. Associée à un pignon d'entraînement, elle forme un engrenage, dont les deux axes ne se situent pas dans le même plan. Entraînant une roue, elle tourne sur son axe sans avancer ni reculer, On donne parfois abusivement le nom de vis sans fin à la vis d'Archimède, mais cette dernière s'apparente aux hélices. [1]



**Figure I.1** : Une vis sans fin avec usinage [1]



**Figure I.2 :** Une vis sans fin avec assemblage. [2]

### I.1. Système vis et pignon

Dans le cas d'un ensemble appelé roue et vis sans fin, la vis sans fin permet de changer l'axe d'une rotation : alors que la vis tourne autour de son axe, le pignon tourne autour d'un axe différent, en général perpendiculaire au premier.

L'engrenage formé est généralement irréversible quand l'angle de l'hélice est inférieur à 5 degrés (la vis peut entraîner le pignon, mais pas le contraire).

Contrairement à la majorité des autres systèmes d'engrenage où l'entraînement s'obtient par roulement d'un profil de dent sur l'autre, ici, l'entraînement est obtenu par glissement, ce qui rend le système plus silencieux par rapport aux engrenages classiques, mais qui se traduit par des caractéristiques de rendement et d'usure particulières :

Rendement de 0,50 à 0,96 pour roue et vis sans fin réversible bien graissé,

Rendement de 0,95 pour roue et vis sans fin (entraxe 180 mm ; rapport de 6,4; vitesse de la vis de 1500 tr/min)

Rendement de 0,30 à 0,40 pour roue et vis sans fin irréversible gras.

Ce rendement est fonction de plusieurs facteurs comme le type de lubrification, l'angle d'inclinaison de l'hélice, la matière des éléments roue et vis, etc. Toutes choses égales par ailleurs, pour une même paire vis-roue, ce rendement dépend également de la vitesse de rotation : il est plus faible lorsque la vitesse est nulle, et va augmenter ensuite avec la vitesse.

[1]

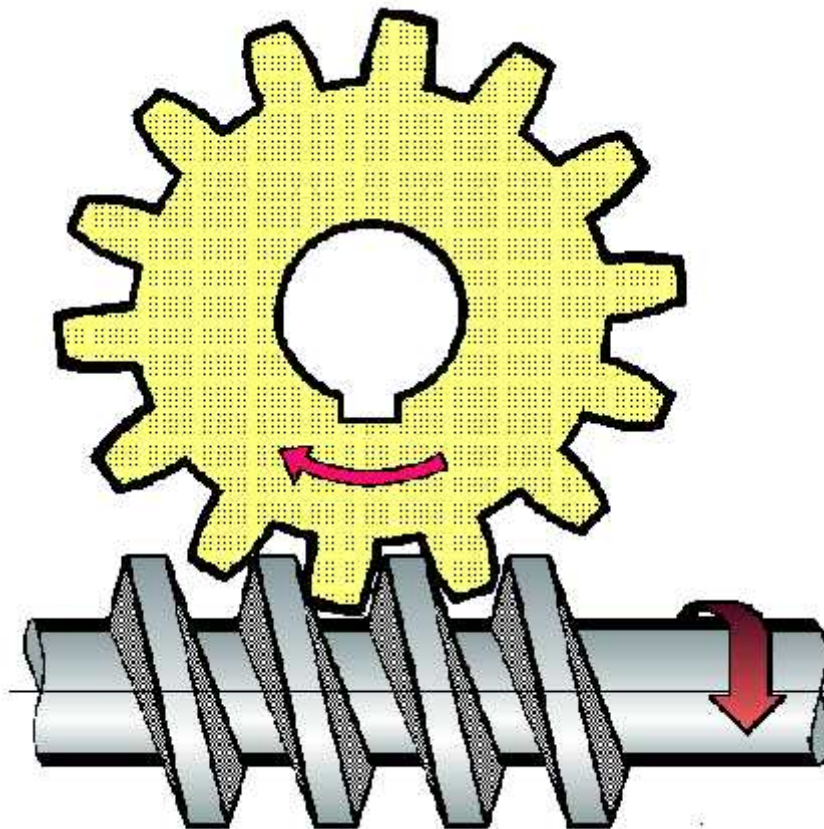


Figure I.3 : Système de roue et vis sans fin. [1]

## I.2. Système vis et trou taraudé

La vis sans fin permet de réaliser une liaison hélicoïdale, c'est-à-dire de transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation, et dans certains cas de transformer une translation en rotation. La pièce taraudée porte le nom de noix.

On peut utiliser une vis à billes : un filetage et un taraudage à filet rond permettant de faire rouler des billes, ce qui permet d'avoir un roulement au lieu d'un frottement ; on a alors un rendement de 98 %, mais le coût est plus élevé, la portée (longueur sur laquelle se fait la liaison) est limitée, et le système est moins irréversible (on a plus de risque de transformer une translation en rotation). [1]

### I.3. Cas d'utilisations

- Dispositif d'accord d'une contrebasse ;

Ce système est très utilisé dans les cas où on cherche une très grande démultiplication, ou quand l'irréversibilité du système assure un fonctionnement correct :

- Comme système de réduction d'effort dans le cas des treuils pour engin de levage,
- Comme système de réduction de vitesse dans les appareillages mécaniques de transmission de mouvements (machine-outil, entraînement de tapis transporteur par motoréducteur ou de rouleaux de laminoir, etc.)
- Comme système de transmission de mouvement longitudinal en mouvement transversal dans les ponts et différentiels d'automobiles,

Avec la roue entraînant la vis on arrive aussi à multiplier la vitesse.

Certaines centrifugeuses comme l'écrémeuse se servent de ce principe.

Certains systèmes utilisent parfois l'irréversibilité pour produire une translation sur l'axe de la vis à partir de la rotation du pignon ; la vis se comporte alors comme une crémaillère.

L'irréversibilité des couples à vis sans fin dépend essentiellement de :

- L'angle d'inclinaison
- La rugosité des surfaces en contact
- La vitesse de glissement
- Le lubrifiant et la température

Pour atteindre l'irréversibilité, l'angle résultant doit être inférieur de l'arc tangent du coefficient de frottement statique.

Des systèmes de sécurité, d'autorégulation ou similaire, utilisent cette possibilité, complétée par quelques ressorts, de la tringlerie et ou des contacts électriques.

Le système de roue/vis sans fin peut être aussi utilisé dans des systèmes asservis. C'est un type de réducteur, c'est-à-dire un constituant mécanique dont la fonction est de réduire la vitesse de rotation de l'arbre de sortie par rapport à la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée.

#### **I.4. Modélisation du système de transmission roue et vis sans fin**

Dans un but de simplicité, la plupart des travaux de modélisation du comportement dynamique d'engrenages se sont orientés vers des modélisations discrètes de type masses-ressorts-amortisseurs. Les engrenages sont alors assimilés à des cylindres rigides liés par une raideur qui représente la liaison élastique entre les dentures, Les premiers travaux considèrent une raideur d'engrènement constante, ce qui nécessite l'ajout de différentes excitations externes, telles que les erreurs de forme et de montage, dans les équations dynamiques Il est actuellement admis que les deux sources d'excitation interne à considérer sont celles produites par la fluctuation de raideur d'engrènement et celles générées par les écarts de formes excentricité.

L'influence du nombre de degré de liberté est important et ne peut être négligé, en tenant compte des défauts de profil, cependant la prise en compte de défaut de profil est considéré de manière différente. Ainsi, il est nécessaire de faire un compromis entre la simplicité et la précision du modèle. Or, l'objectif du modèle développé est d'être rapide et adaptable à un grand nombre de situation. [3]

#### **I.5. Le fonctionnement du système d'entraînement par vis sans fin**

Les systèmes d'entraînement par vis sans fin sont des installations de convoyage pour matériaux en vrac, fonctionnant sur le principe de la vis d'Archimède. L'élément convoyeur est un élément métallique plat prenant la forme d'une hélice. Cette hélice tourne sur l'axe longitudinal du système et transporte le matériau en vrac dans une direction axiale, jusque dans une trémie ou une conduite stationnaire, servant également d'organe porteur. Le matériau

peut être convoyé à l'horizontale, à la verticale ou incliné, même on peut choisir le sens de déplacement de matériau veut dire soit à gauche ou à droite. Des étapes de traitement peuvent être réalisées pendant le transport du matériau, par exemple le malaxage, le drainage ou le compactage.

## **I.6. Variantes de la vis d'Archimède**

### **I.6.1. Vis d'Archimède horizontale**

La vis sans fin peut être équipée de spires de formes différentes. Trois formes principales : pleine, en ruban continu et à palettes séparées, ces dernières étant des secteurs de spire ou de ruban soudés ou boulonnés sur l'axe central.

Spires pleines, pour les produits pulvérulents ou ne comportant que des petits morceaux.

Spires à ruban, intéressant en cas de surcharge ponctuelles ou accidentelles (évitent de tasser le produit) ; elles s'utilisent sur les vis de reprise sous électro filtres.

Spires à palettes, intéressant pour le brassage du produit en plus de son entraînement ; elles équipent les rotors de vis extractrices de reprise sous trémies de grande longueur et de grande capacité. Elles permettent de réduire considérablement la perte de puissance engendrée par les frottements des spires noyées dans le produit.

Dans chacun des cas évoqués ci-dessus, la vis sans fin comporte un axe plein ou creux.

Ce n'est pas le cas de la vis appelée vis sans axe ou sans « âme » qui comporte uniquement un ruban continu supporté côté entraînement et qui repose sur le fond de l'auge métallique tapissée d'un revêtement synthétique.

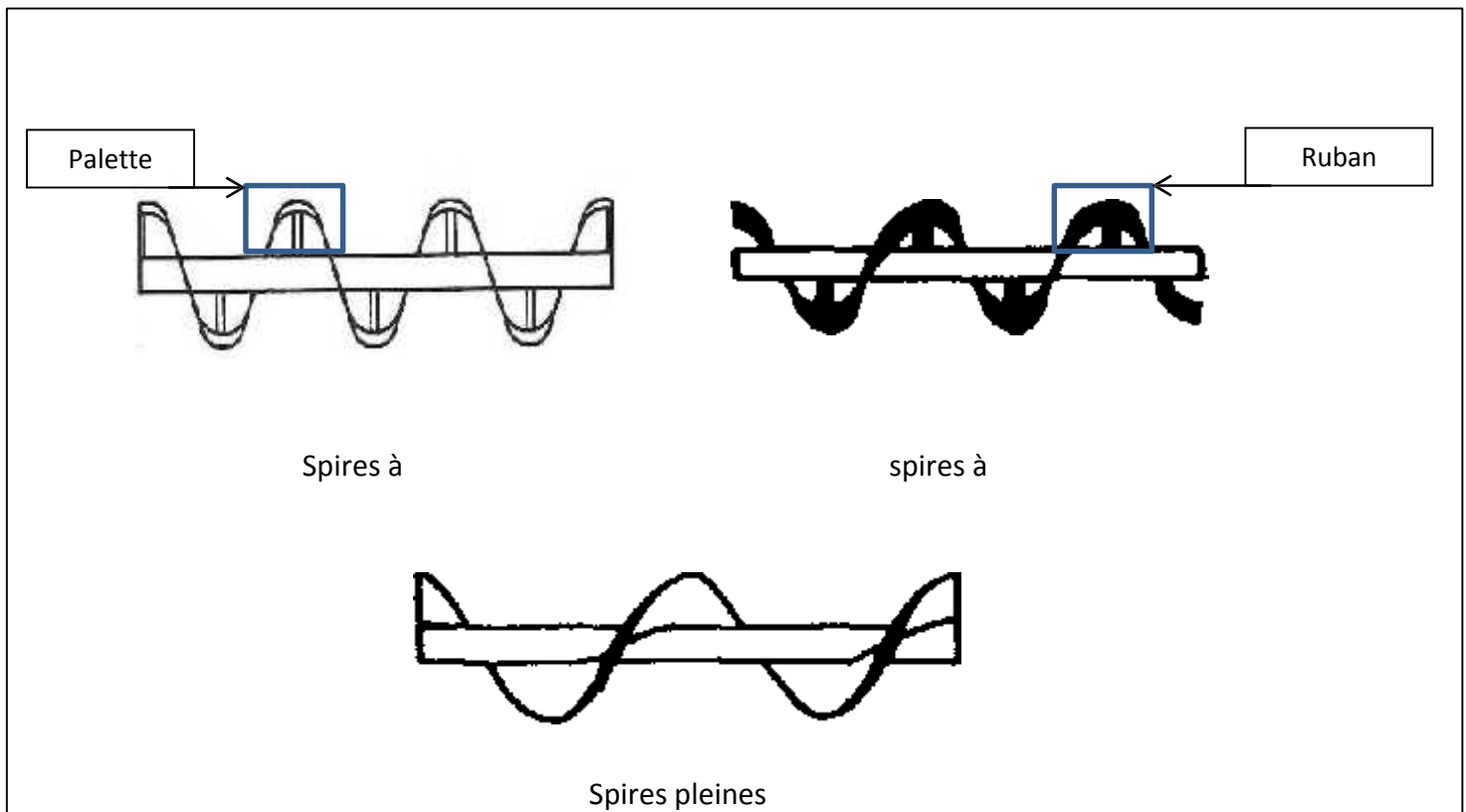


Figure I.4 Formes principales des spires. [10]

### I.6.2. Vis de transport inclinée

Jusqu'à une inclinaison voisine de  $20^\circ$ , la conception de la vis peut être identique à celle d'une vis horizontale mais au détriment du rendement de l'appareil : une vis standard inclinée de  $15^\circ$  sur l'horizontale ne réalise plus que  $70^\circ$  environ de débit obtenu par la même vis horizontale ; si elle est inclinée à  $20^\circ$ , ce débit chute à  $40^\circ$ .

Pour les vis fortement inclinées, l'auge en forme de U sera remplacée par une auge tubulaire. Citons par exemple les vis de relevage d'eau utilisées dans les stations d'épuration.

Les diamètres nominaux de ces vis sont de 400 à 2 000 mm, l'inclinaison est en moyenne de  $38^\circ$ . [9]

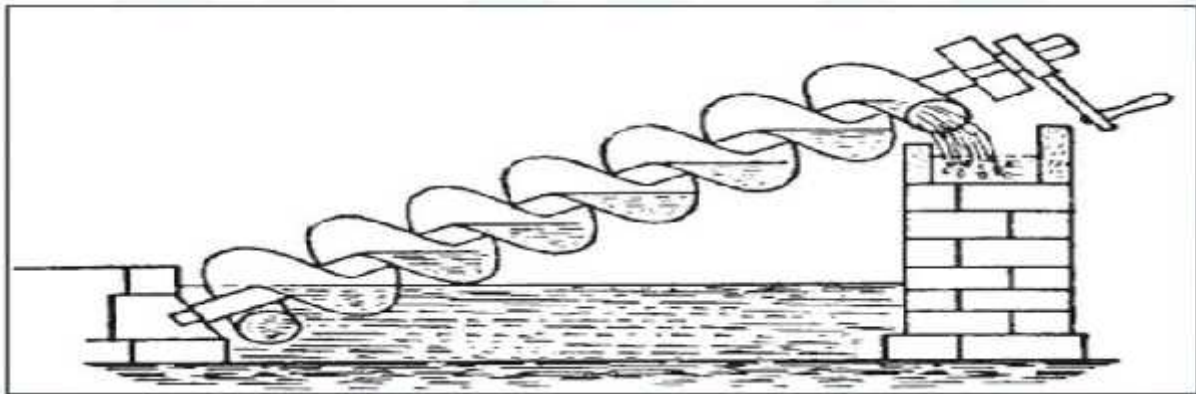


Figure I.5 Vis de transport inclinée. [9]

### I.6.3. Vis verticale

Cet appareil, pendant longtemps déconsidéré, ne manque pourtant pas d'intérêt. Il existe deux types principaux caractérisés par leur technique d'alimentation : gravitaire ou forcée. L'alimentation est gravitaire pour les céréales, elle est forcée pour les produits plus difficiles (grains humides, aliments composés, ciment ...) et, dans ce cas, une vis pousseuse introduit le produit dans le pied de la vis verticale.

Bien conçu, cet appareil peu encombrant fonctionne « en douceur » et sans vibration, il est autonettoyant s'il tourne à vide quelques minutes. La hauteur d'élévation du produit peut être supérieure à 30 m. Seul ou jumelé, il équipe avec beaucoup de succès les portiques de déchargement de navires.

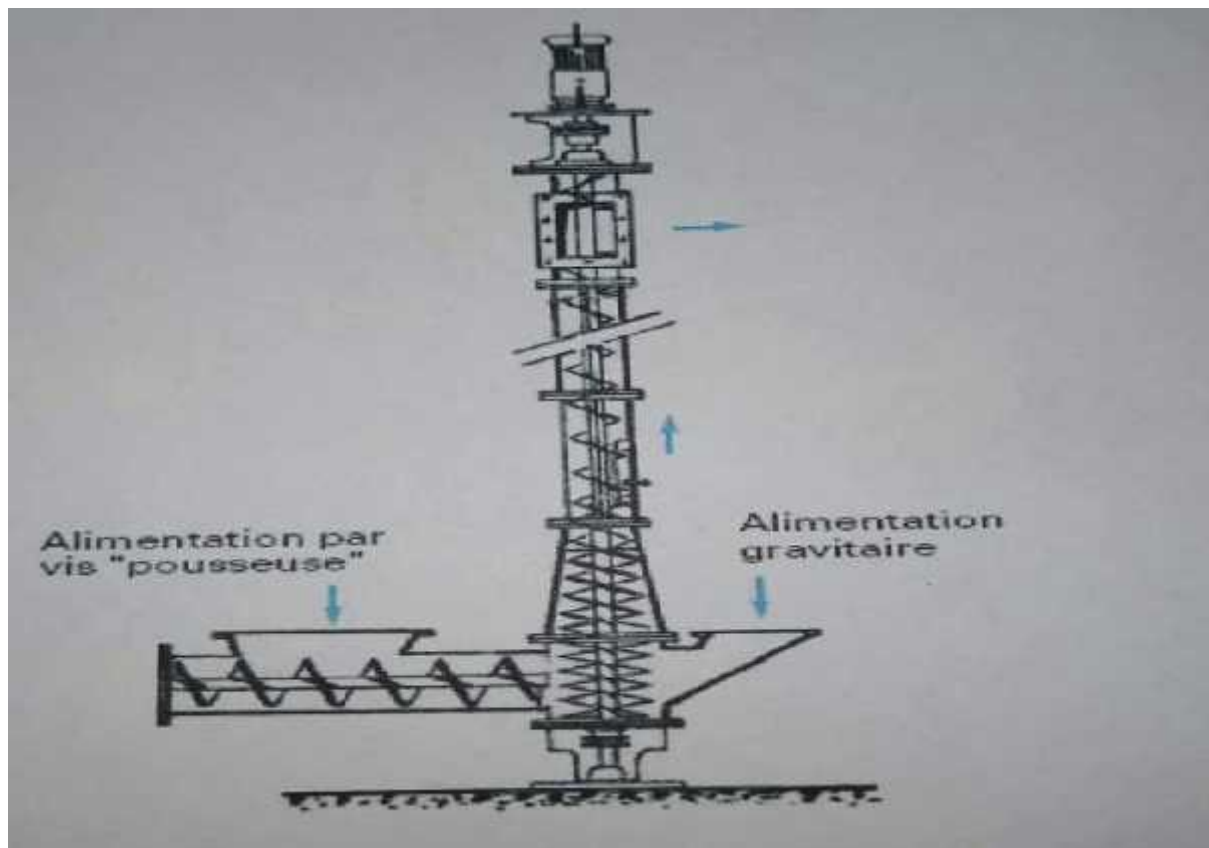


Figure I.6 Vis de transport verticale. [9]

## I.7. Adaptations de la vis suivant les secteurs d'application

Il existe de nombreuses applications de la vis, on décrit quelques-unes dans ci-après ;

### I.7.1. Mélangeur à vis

Dans ces appareils, une vis sans fin plonge depuis la partie supérieure dans la cuve mélange qui est presque toujours verticale et dont la forme peut être cylindrique ou conique.

Le mouvement des particules s'effectue du bas vers le haut, mais est plus ou moins complexe selon que la vis est verticale ou orbitale. Dans ce dernier cas, ce n'est pas seulement le mouvement de la vis sur elle-même (avec des vitesses de l'ordre de  $100 \text{ tr.min}^{-1}$ ) qui crée le mélange, c'est aussi sa rotation sur les bords de la cuve. Il faut également ajouter qu'il existe des mélangeurs à double vis orbitale.

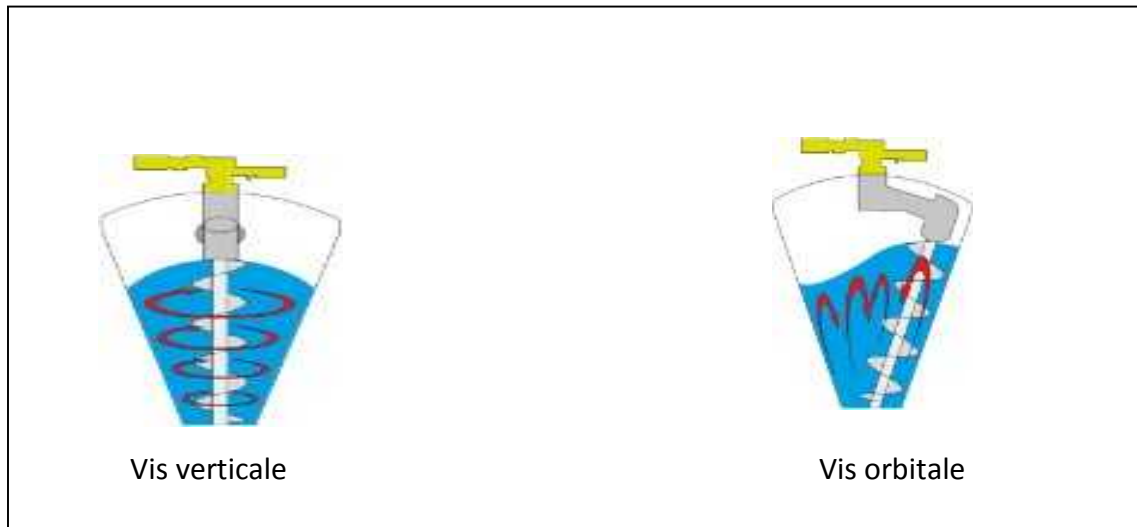


Figure I.7 Les mélangeurs. [9]

Au contraire de l'agitation des fluides, la complexité des milieux pulvérulents et granulaires hypothèque encore le développement des méthodes d'analyse dimensionnelle classiques pour l'agitation des solides divisés. La notion de viscosité d'un écoulement granulaire semble en effet difficilement définissable.

### I.7.2. Vis d'extraction à sas

Cet appareil est particulièrement approprié pour les produits fluides et colmatants. Il assure une extraction étanchée aux gaz et aux surpressions du produit en vrac. La conception permet de désaérer et compacter le produit, il est étanche même à des surpressions élevées. L'usure n'a aucune influence sur le degré d'étanchéité.

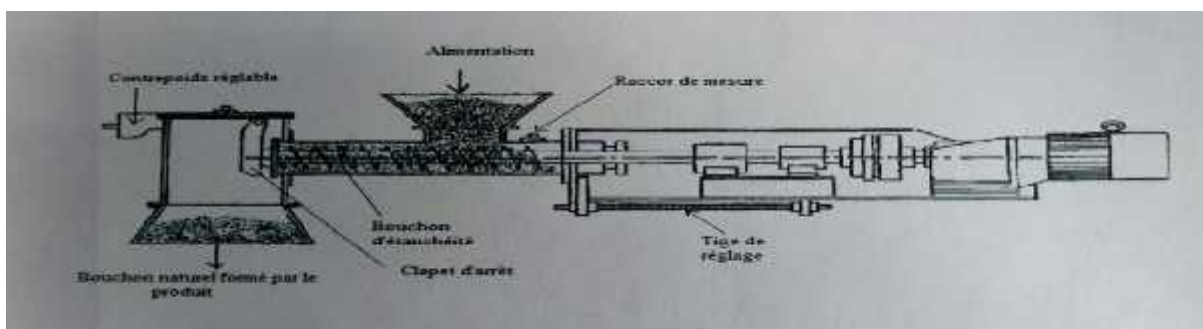


Figure I.8 Coupe d'une vis d'extraction à sas. [9]

### **I.7.3. Echangeur thermique à vis d'Archimède**

A simple ou double rotor, cet appareil est utilisé pour sécher, réchauffer ou refroidir les produits pulvérulents, granulés, liquides ou produits pâteux. Le remplissage de l'auge doit être compris entre 50 et 80 % de sa capacité utile. La vitesse de rotation est voisine de 10 tr/min, le fluide est prévu de circuler sous pression (5 bar max) soit dans les spires à doubles paroi, soit dans la double enveloppe de l'auge ou encore simultanément dans les deux. Le fluide de refroidissement peut être de l'eau (froide ou chaude), de la vapeur d'eau, ou encore un autre fluide.

### **I.7.4. Machines élévatoires simples à vis d'Archimède**

Ces machines sont pourvues de capacités se remplissant par immersion dans le bief aval et soulevant la masse liquide jusqu'au bief ou l'eau est déversée. La masse liquide est toujours maintenue à la pression atmosphérique.

Ce sont les machines les plus anciennes dans l'histoire de l'élévation des eaux. La vis est supportée par deux paliers par l'intermédiaire de plateaux, un palier inférieur immergé en pied de vis et un palier supérieur positionné hors d'eau, avec le groupe de commande.



**Figure I.9** Machine élévatoires simple à vis d'Archimède. [9]

### I.7.5. Doseurs à vis

La figure montre un tel système très utilisé, tant pour les produits à écoulement libre (exemple: sucre en poudre) que pour les produits qui ne s'écoulent pas facilement, car ceux-ci sont répartis de façon homogène par l'agitateur et poussés vers la machine de remplissage par la vis sans fin, qui peut être à pas variable afin d'obtenir un certain compactage du produit.

Un clapet de fermeture peut obturer le flot pour les produits qui s'écoulent trop rapidement. La rotation de la vis sans fin est continue ou intermittente.



**Figure I.10** Système d'alimentation et de dosage par vis sans fin.

### I.7.6. Forage à vis d'Archimède (tarière continue)

Les tarières continues sont constituées de tiges hélicoïdales assemblées bout à bout au fur et à mesure de la progression du forage.

L'avantage de cette technique c'est qu'il n'est pas nécessaire de remonter l'outil après chaque passe car les sols sont remontés en continu le long des spires grâce au mouvement ascendant de l'hélicoïde généré par la rotation. En revanche, les sols sont remaniés lors de leur remontée ce qui ne favorise pas la prise d'échantillons de sol représentatifs d'une profondeur donnée. On peut cependant utiliser la tarière continue comme une tarière simple en la remontant pour récupérer un échantillon en bout de tarière qui sera assez représentatif des sols à la profondeur du fond du trou.

Avec une tarière continue, la précision des cotes des terrains traversés s'altère de façon croissante avec la profondeur mais l'expérience du sondeur peut cependant pallier en partie cet inconvénient dans certains cas.

La profondeur d'investigation est couramment de 20 à 25 m et peut atteindre 50 m dans des terrains favorables. La vitesse de progression est généralement rapide et peut atteindre 10 à 15 m/h.

Dans le cas de terrain ébouleux, les parois du forage s'effondrent si la tarière est remontée. Dans ce cas, un casing est utilisé pour pallier cet inconvénient mais la progression du forage est alors plus lente.



**Figure I.11** Tarière continue.

### **I.7.7. Extrudeuse à vis d'Archimède**

L'extrusion, du latin extruder qui signifie « pousser dehors », est une opération unitaire de transformation qui consiste à forcer un produit à travers un orifice de petite dimension : la filière, sous l'action de pressions élevées obtenues grâce à une vis d'Archimède (cas de l'extrudeur mono vis) ou à deux vis (cas de l'extrudeur bavis). Il s'agit d'un procédé continu, qui permet l'élaboration de produit extrêmement divers tant leur structure physique que dans leur composition et propriétés fonctionnelles.

Selon la technique utilisée, l'opération peut regrouper différentes fonctions : transport de la matière, mélange, compression, malaxage, etc.

Donc L'extrudeuse est une machine qui transporte et transforme des produits solides ou liquides à l'aide d'une ou de plusieurs vis tournant dans un fourreau et les force d'une façon continue dans une tête d'extrusion. Le schéma de principe d'une extrudeuse mono vis est

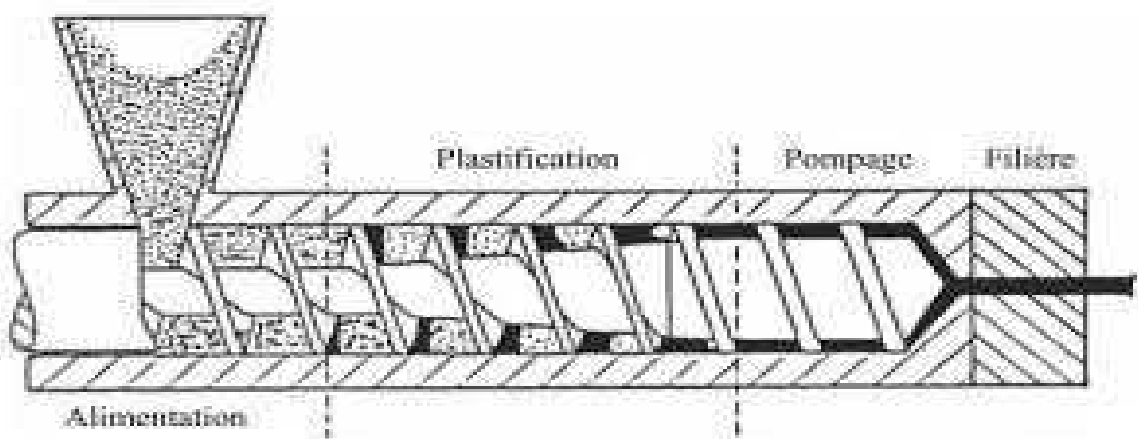
présenté dans la figure. Celle-ci comporte une vis sans fin **V** qui tourne à l'intérieur d'un fourreau cylindrique **F**, régulé en température par des systèmes de chauffe et de refroidissement. Le polymère sous forme solide (granulés, poudre) est introduit dans trémie **T** située à une extrémité de la machine.

La principale fonction de l'extrudeuse est de convoier 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 maximale, consommation énergétique limitées). Pour cela, la compréhension des mécanismes mis en jeu, ainsi que leur modélisation sont un point capital. 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.



**Figure I.12** Schéma de l'extrudeuse mono vis.

## I.8. Compacteur à vis sans fin de type FKA, FKC

### I.8.1 Description

Le compacteur de fibre de LTG est un séparateur et un compacteur combinés. Il sans interruption sépare, rend et enlève des fibres et des particules grosses compactes sans produire de la poussière. Des solides sont extraits directement à partir du processus de fabrication, séparés du courant d'air et rassemblés en sacs, conteneurs ou silos. [4]



Figure I.13 : Compacteur de fibre FKA OU FKC. [4]

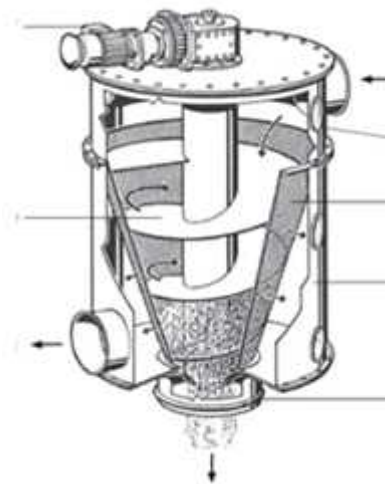


Figure I.14 : Compacteur FKA/FKC. [4]



**Figure I.15** : Compacteur de fibre de type FKA/FKC. [4]

Le compacteur de fibres permet une séparation des fibres et une compaction des matières fibreuses qui sont amenées soit par tamis filtrant soit par pré séparateur soit évacuées directement par les machines textiles. Les fibres et les déchets sont éliminés du flux d'air pour être chargés dans des conteneurs ou des sacs. Ce système est utilisé dans les installations d'aspiration et de dépoussiérage comportant un module de filtrage étagé avec une collecte séparée des fibres et des poussières.

Ce compacteur est composé de deux parties cylindriques ; une virole supérieure et une virole inférieure.

La partie supérieure reçoit le motoréducteur qui permet d'entraîner la vis sans fin conique et l'entrée d'air sale, la virole inférieure est constituée d'un cône en tôle perforée isolée de l'extérieur et la sortie d'air propre. Les fibres et les déchets sont compactés et rejetés vers le fond du compacteur, où ils sont soit mis en sac plastique, soit chargés dans une benne, ou un conteneur pour être recyclés.

Le flux d'air entraîne les fibres entrées par le haut du compacteur, parvient sur le cône perforé et s'écoule au travers des perforations pour être rejeté par la sortie d'air au fond du compacteur. Les fibres et les déchets sont séparés et se déposent sur la face intérieure du cône en tôle perforée. La vis sans fin vient en permanence racler ce tapis de déchets, envoie les dépôts collectés vers le bas tout en le pré compactant grâce au diaphragme à lames ressort, le diaphragme s'ouvre par suite de la poussée des déchets ce qui permet un rejet continu des déchets. [4]

## **I.9. Présentation de l'entreprise**

Suite à la reconfiguration des entreprises publiques économiques du textile relevant du portefeuille de l'industries Manufacturières en deux entreprises publiques économiques dont l'une a été organisée sous forme de société par actions, non affiliés composée de sept (07) entreprises qui seront érigées en unité de production, dont le capital social sera détenu à 60% par l'EPIC – EHC du ministère de la Défense National (MDN) et à 40% par l'industries Manufacturières. Les sept (07) unités sont : [5]

- COTITEX Batna
- COTONNIERE DE Tizi Ouzou
- DENITEX Sebdou
- ICOTAL Bejaïa
- LASA Souk Ahras
- SOITEX Tlemcen
- TINDAL M'Sila

### **I.9.1. Présentation du complexe**

Le complexe de Draa Ben Khedda s'étend sur une superficie totale de 28 hectares dont 14,5 couverts.

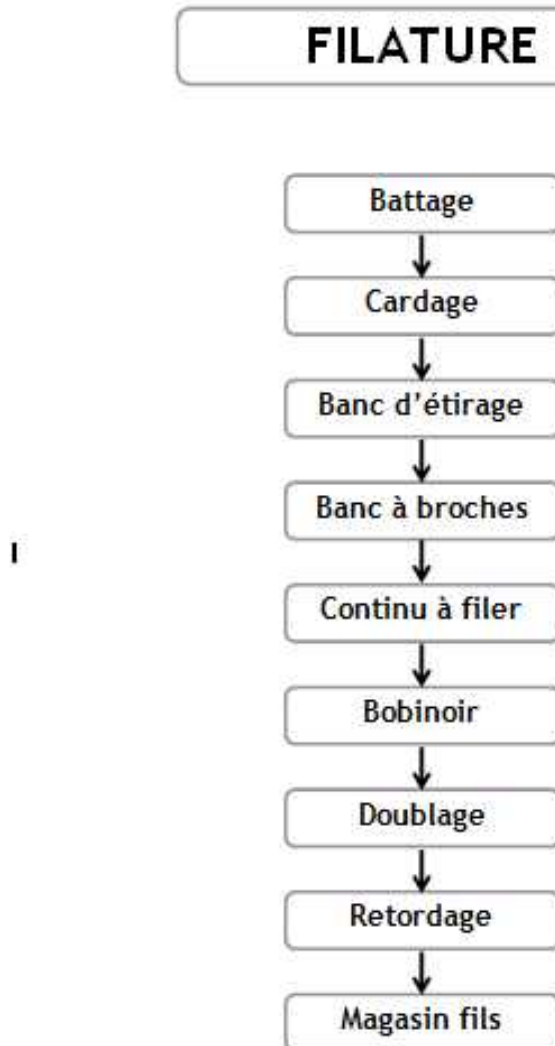
Elle est composée d'une filature, d'un tissage et d'un finissage fermé à l'heure actuelle. A l'origine l'unité de Draa Ben Khedda est un complexe intégré, c'est-à-dire qu'à partir de la matière première on obtient un produit fini prêt à être confectionner.

Le processus technologique textile se Composé de trois (03) parties :

- Le processus technologique de la Filature.
- Le processus technologique du Tissage.
- Le processus technologique du Finissage.

## Le processus technologique de la Filature

### Schémas du processus technologique de la Filature



Les matières premières utilisées à la filature sont le coton, la fibranne et le polyester. Le coton est une fibre végétale fournie par le duvet soyeux que la graine d'un arbuste appelé le Cotonnier qui est principalement cultivé dans des pays chauds.

La fibranne et le polyester sont des fibres synthétiques.

Le rôle de la filature est la transformation des matières premières en fils ou filés, pour ce faire plusieurs opérations sont nécessaires. [5]

### **I.9.2. L'ouvrison et le Battage**

La matière première arrive en balles dans la section d'ouvrison-battage où s'effectue

une préparation, autrement dit l'ouverture des balles, le mélange progressif de la matière, son ouvraison, ainsi que nettoyage et enfin l'obtention de nappes régulières.

### **I.9.3. Le cardage**

Le cardage s'effectue sur les cardes, ces dernières traitent les nappes fabriquées à l'installation d'ouvraison et de battage.

Le cardage a pour but :

De nettoyer le coton des impuretés et d'éliminer partiellement les fibres courtes.

De paralléliser les fibres et les regrouper pour constituer un ruban, après formation d'un voile de coton.

### **I.9.4. Le peignage**

Son rôle consiste à éliminer les fibres courtes pour avoir un meilleur produit.

### **I.9.5. L'étirage**

L'étirage consiste à augmenter la régularité du ruban cardé.

### **I.9.6. Le banc à broches (BaB)**

Le banc à broches transforme le ruban en mèche d'un plus petit diamètre. Il s'effectue en trois opérations :

- L'étirage
- La torsion
- Le renvidage

Le ruban passe entre les cylindres où il est étiré puis reçoit une légère torsion, il est ensuite enroulé sur une bobine.

### **I.9.7. Le continu à filer (CaF)**

Le continu à filer transforme la mèche en fil. Cette opération s'appelle le filage.

La mèche est étirée, son diamètre diminue, elle reçoit une torsion plus ou moins forte suivant l'usage auquel est destiné le fil.

### **I.9.8. Le doublage**

Il consiste à un assemblage de plusieurs fils.

### I.9.9. Le retordage

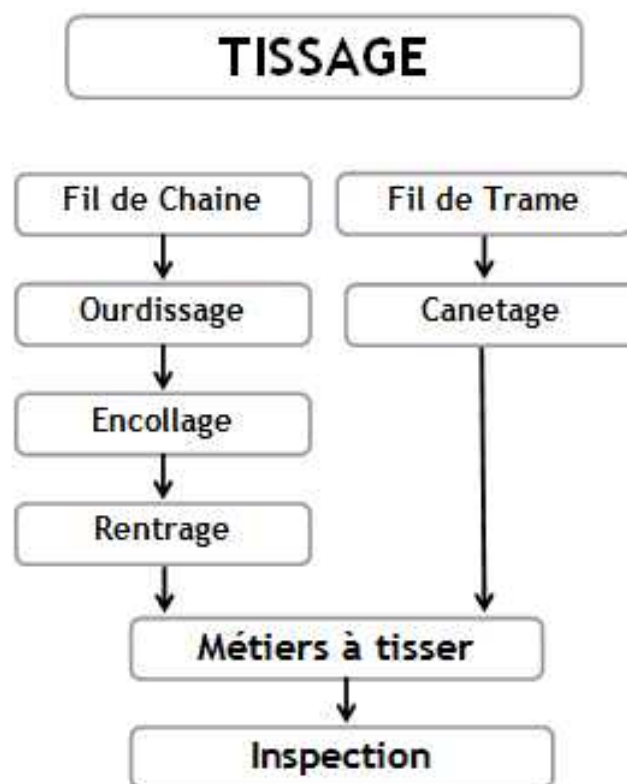
Il sert à donner une torsion aux fils assemblés.

### I.9.10. Le bobinage

C'est l'opération qui permet d'enrouler le fil provenant de la filature sur des bobines coniques

## Le processus technologique du Tissage

### Schémas du processus technologique du Tissage



Le principe du tissage consiste à l'assemblage de systèmes de fils, la chaîne et la trame. La chaîne est le fils longitudinal et la trame, le fil transversal, leurs assemblages c'est le tissage.

[5]

## **I.10. Préparation du fil de chaîne.**

### **I.10.1. L'ourdissage**

L'ourdissage est une opération qui consiste à enrouler les fils de chaînes sous une même tension, parallèlement entre eux et selon un certain ordre.

### **I.10.2. L'encollage**

L'encollage a pour but d'imprégner les fils de chaîne d'une substance agglutinante ou colle afin de rendre les fils plus résistants et lisses pour pouvoir supporter le frottement au cours du tissage et obtenir un bon aspect du tissu.

### **I.10.3. Le Rentrage**

Le rentrage est une opération qui consiste à faire passer les fils de chaîne à travers les maillons de lisses constituent les accessoires du métier à tisser.

## **I.11. Préparation du fil de trame**

### **I.11.1. Le canetage**

Le canetage est une opération qui consiste à enrouler du fil de trame sur des canettes. Cette opération n'était réalisée que du temps des métiers à tisser à canettes, maintenant les métiers sont dotés de lances.

### **I.11.2. Le tissage**

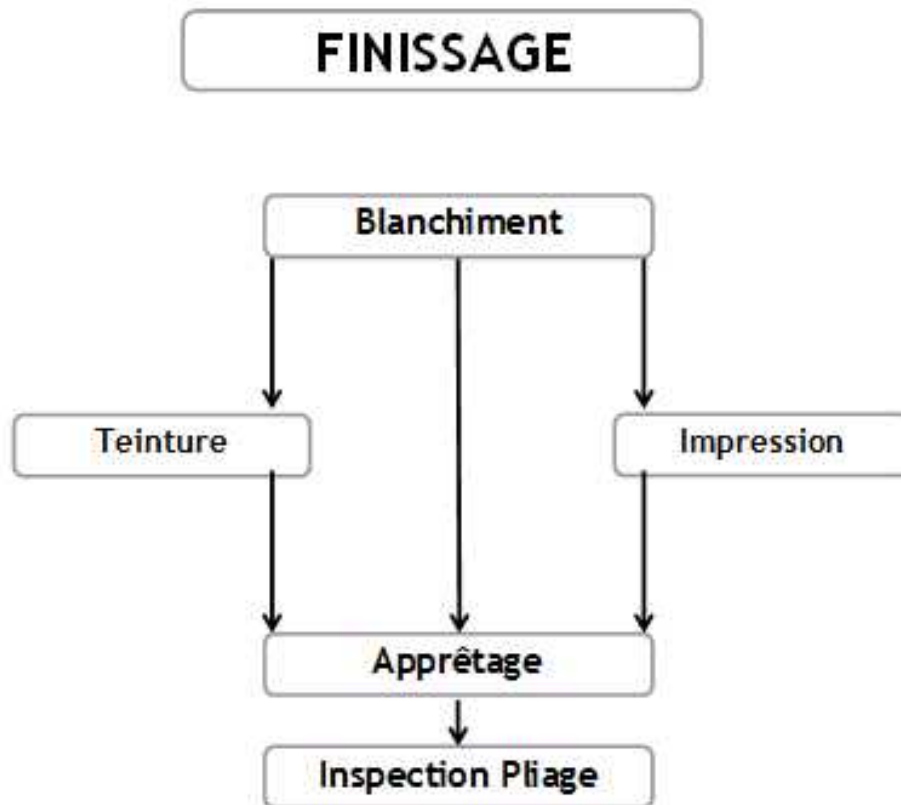
Le tissage est l'opération de fabrication du tissu. Il consiste à l'entrelacement des fils de chaîne et de trame suivant l'armure. Il s'effectue sur le métier à tisser.

### **I.11.3. L'inspection**

Elle consiste au contrôle et classement du tissu. Elle permet d'identifier et de localiser l'origine des défauts.

## Le processus technologique du Finissage.

### Schémas du processus technologique du Finissage



Le finissage regroupe toutes les nécessaires pour transformer le tissu écri en un tissu prêt à être confectionner en fonction de son utilisation, il inclut aussi son conditionnement. [5]

### **I.12. L'opération de blanchiment**

Elle est composée de quatre opérations successives :

#### **I.12.1 Le Flambage**

Le flambage consiste en une seule opération qui a pour but de bruler le duvet formé à la surface des tissus au cours des opérations de tissage. En effet la présence de ce duvet empêche la répartition des colorants uniformément à la surface des tissus, et provoque des défauts.

### **I.12.2. Le désencollage**

Le désencollage consiste à transformer par fermentation les matières variées insolubles dans l'eau (graisse, colle, fécule, etc...) introduites au cours des opérations de filature ou de tissage en matières facilement solubles qui disparaissent à la suite d'un simple lavage.

### **I.12.3 Le débouillissage**

Le débouillissage a pour but d'éliminer en partie les matières grasses, alumineuses, que renferme la fibre textile. On traite le tissu avec une solution de lessive de soude caustique suivi d'un essorage et d'un vaporisage, ensuite il est lavé et essoré pour être blanchi.

### **I.12.4. Le blanchiment**

Le blanchiment est une opération qui consiste à enlever les matières colorantes que renferment les fibres, en outre elle les débarrasse des matières variées se trouvant dans la fibre à l'état naturel. Le blanchiment enlève aux fils ou aux tissus la couleur naturelle irrégulièrement répartie jaune ou grise, et la remplace par une teinte blanche uniforme. De plus, il permet de procéder d'une façon satisfaisante aux opérations de teinture et d'impression.

### **I.12.5. Le mercerisage**

Le mercerisage a pour but de donner un brillant rappelant celui de la soie en même temps la fibre acquiert une plus grande aptitude à la teinture et une plus grande solidité.

### **I.12.6. L'impression**

L'impression consiste à appliquer sur des tissus blancs ou de couleur (fond) des teintes différentes, suivant certains contours. On obtient ainsi les dessins se détachant sur un fond. La couleur est appliquée sur les tissus à l'aide de machines dont les éléments sont des rouleaux de cuivres gravés.

### **I.12.7. Le mode d'application**

Le rouleau d'impression est garni de couleurs par un rouleau fournisseur tournant dans un châssis. Une racle ou lame d'acier convenablement aiguisée enlève ou du rouleau l'excédent de couleur, celle-ci restant seulement dans les creux du cylindre. La pièce à imprimer passe entre le rouleau d'impression, et les presseurs ou tambours, qu'il met en mouvement par friction sous une pression, s'empresse de couleur. Il y aura autant de

rouleaux imprimeurs que de couleurs sur le dessin.

### **I.12.8. La teinture**

La teinture consiste à donner aux textiles (fibres-fils ou tissus) une coloration ou nuance, la teinture peut se faire aux différents états par lesquels passe le textile pendant la filature et le tissage, la teinture peut être faite :

- En pièces.
- En bobines.
- En rouleaux de chaines.

### **I.12.9. La fixation**

La fixation consiste en un traitement de tissus soit à la vapeur ou à la chaleur sèche.

### **I.12.10. Le lavage**

Il consiste en un passage du tissu dans plusieurs bacs d'eau chaude et d'eau froide additionnée de produits chimiques.

### **I.12.11. L'apprêtage**

Les apprêts ont pour but de donner aux tissus du poids, du brillant, de l'aspect, de les rendre lisses et bien étirés ou de modifier complètement les qualités des tissus et leurs en font acquérir de nouvelles. Les rendre plus chauds et imperméables.

### **I.12.12. Le contrôle**

Cette opération consiste à contrôler la qualité des tissus et à déterminer son choix (1<sup>er</sup> choix, 2<sup>ème</sup> choix, chutes, etc....)

### **I.12.13. Le pliage**

A la fin des opérations d'apprêtages, le tissu est plié soit en large, soit en deux ensuite sur des tambours ou des tubes ou encore sur des cartons.

Il est mis en balles suivant la longueur des pièces enveloppées d'abord avec du papier d'emballage ou de cellophanes pour les articles de luxe puis avec de la toile de jute.

# *CHAPITRE II*

*CALCUL DE RÉSISTANCE ET  
SIMULATION PAR SOLIDWORKS*

## II.1. Fiche technique de moteur utilisé



**Figure II.1** Motorréducteurs à vis sans fin. [6]

Caractéristiques :

- ) Carcasse aluminium
- ) Puissance : 1.1 kW
- ) Vitesse : (Moteurs 1395 ; réducteur 7.6) tr/min
- ) Tension d'alimentation : 380V 50Hz
- ) Rendement : 90.1%
- ) Facteur de puissance : 0.88

## II.2. COUPLE

### II.2.1. Couple nominal $M_{n2}$ [Nm]

C'est le couple transmissible en sortie avec une charge continue uniforme se référant à la vitesse en entrée  $n_1$  et à celle correspondante en sortie  $n_2$ . Il est calculé sur la base d'un facteur de service  $f_s = 1$ .

### II.2.2. Couple requis $M_{r2}$ [Nm]

Il représente le couple requis par l'application et devra toujours être inférieur ou égal au couple en sortie nominal  $M_{n2}$  du réducteur choisi.

### II.2.3. Couple de calcul $M_{c2}$ [Nm]

C'est la valeur de couple à utiliser pour la sélection du réducteur en considérant le couple requis  $M_{r2}$  et le facteur de service  $f_s$  et s'obtient avec la formule :

$$M_{c2} = M_{r2} \times f_s \leq M_{n2}$$

## II.3. PUISSANCE

### II.3.1 Puissance en entrée $P_{n1}$ [kW]

Dans les tableaux de sélection des réducteurs, c'est la puissance applicable en entrée se rapportant à la vitesse  $n_1$  et en considérant un facteur de service  $f_s = 1$ .

## II.4. RENDEMENT

### II.4.1. Rendement dynamique [ $\eta_d$ ]

Il est donné par le rapport entre la puissance en sortie  $P_2$  et celle en entrée  $P_1$  :

$$\eta_d = \frac{P_2}{P_1}$$

En particulier, il est opportun de rappeler que les caractéristiques de couple  $M_{n2}$  du catalogue ont été calculées sur la base du rendement dynamique  $\eta_d$  que l'on obtient sur les groupes fonctionnant en régime après rodage. Après une période de rodage on constate également une

réduction et finalement la stabilisation de la température de fonctionnement.

La température en charge est influencée par le type de service et par la température ambiante et peut atteindre des valeurs, mesurées sur le carter au niveau de l'axe de la vis sans fin, qui avoisinent 80-100°C, sans que cela porte aucun préjudice à la mécanique du réducteur. S'il y a lieu que la température de fonctionnement puisse atteindre la limite supérieure – dans l'ordre de 90-100°C – il est conseillé d'équiper le réducteur de bagues d'étanchéité en Elastomère fluoré.

#### **II.4.2. Rendement statique [ S ]**

C'est le rendement que l'on obtient au démarrage du réducteur et, s'il peut être négligé pour les réducteurs à engrenages, il doit être pris en considération dans le choix des motorisations avec réducteurs à vis sans fin destinés aux applications caractérisées par un type de service intermittent. [8]

#### **II.5. RAPPORT DE REDUCTION [ i ]**

Le rapport de réduction est identifié par la lettre [ i ] et son calcul s'effectue à partir de la vitesse d'entrée  $n_1$  et de la vitesse de sortie  $n_2$  en utilisant la relation suivante :

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$n_1 = 1395 \quad (\text{tr/m})$$

$$n_2 = 7,6 \quad (\text{tr/m})$$

$$i = 1395/7,6 = 183.50$$

#### **II.6. MOMENT D'INERTIE $J_r$ [kg m<sup>2</sup>]**

Les moments d'inertie se réfèrent à l'axe d'entrée du réducteur par conséquent, dans le cas d'accouplement direct, ils se rapportent déjà à la vitesse du Moteur.

#### **II.7. Facteur d'accélération des masses, [ K ]**

Le paramètre sert à sélectionner la courbe relative au type de charge particulier. La valeur est obtenue par l'équation :

$$K = \frac{J_1}{J_2}$$

$$K = \frac{J_1}{J_2} \rightarrow K = \frac{J_1 = \frac{m}{r} \frac{d^2 i_1}{4} \frac{d}{d^2 e_1} \frac{d}{d^2} \frac{d \text{ég}}{d^2} \frac{e}{d} \frac{e s p}{m}}{J_2 = \frac{m}{r} \frac{d^2 i_2}{4} \frac{d}{d^2 e_2} \frac{d}{d^2} \frac{d \text{ég}}{d^2} \frac{e}{d} \frac{e s p}{m}}$$

**K** : Facteur d'accélération des masses

### II.8. Détermination de la puissance requise à l'entrée du réducteur

$$Pr1 = \frac{M \times n}{p \times \eta d} \text{ [KW]} \quad [8]$$

### II.9. Généralités sur l'acier utilisé

Pourquoi étudier le choix des matériaux et les considérations de conception ?

L'une des tâches les plus importantes de l'ingénieur consiste à choisir les matériaux qui serviront à la fabrication d'une pièce; De mauvaises décisions peuvent s'avérer désastreuses. Aussi bien de point de vue économique que sur le plan de la sécurité. Il est donc essentiel de maîtriser les méthodes et les protocoles ayant trait aux choix des matériaux dans diverses situations et selon plusieurs points de vues.

#### II.9.1. Choix du matériau : Acier faiblement allié (X40CrMoV5-1)

L'acier utilisé est un acier faiblement allié désigné selon la formule AFNOR par X40CrMoV5-1. Et par ainsi AISI H13 selon la désignation américaine.

## II.9.2. Caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques mécaniques sont données par le tableau ci-dessous :

Propriétés	
Module de Young E (Mpa)	210000
Coefficient de poisson	0,3
Limite élastique $R_e$ (Mpa)	1280
Résistance maximale $R_m$ (Mpa)	1500

Tableau II.1 : Propriétés mécaniques de l'acier X40.

## II.10. Calcul de résistance

### II.10.1. Calculs de débit

Pour obtenir le débit, il suffit de multiplier la vitesse moyenne par la surface de la conduite. Un anémomètre à hélice de faible dimension est utilisé pour mesurer la vitesse dans une conduite rigide, Il est aussi possible d'utiliser un anémomètre à fil chaud.

Le débit est donné par la formule suivante :  $Q_v = V \times S$

$Q_v$  = volume par unité de temps

$V$  = déplacement linéaire

$S$  = surface en unités carrées

Puisque la surface est cylindrique donc :  $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$

$$S = \frac{3,1 \times 0,2^2}{4} = 0,0314 \text{ m}^2$$

La vitesse est donnée :  $V = 7,6 \text{ tr/min}$

Donc :  $Q_v = 0,23864 \text{ m}^3/\text{min}$

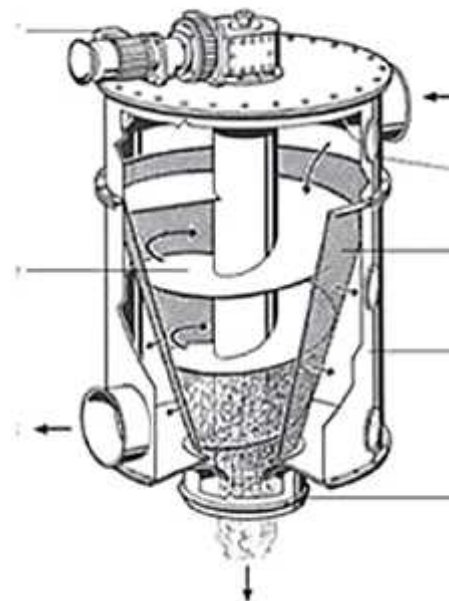


Figure II.2 Compacteur FKA/FKC

**II.10.2. Détermination de la masse de coton**

On sait que :  $\rho = m/V$        $m = \rho \times v$

La masse volumique de coton est **20-60Kg / m<sup>3</sup>**

= 20 kg /m<sup>3</sup>

**II.10.3. Calcul de volume de coton**

$V = v_c - v_v$

$V$  : volume de coton

$v_c$  : volume de cône

$v_v$  : volume de la vis (tube + hélice)

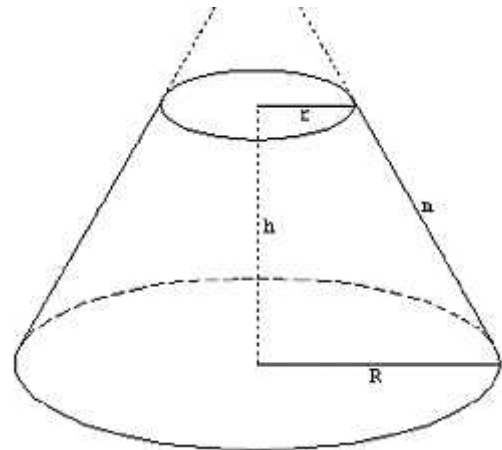
$$V_{\text{conetronque}} = \left(h \times \frac{\pi}{3}\right) \times (R^2 + r^2 + R \times r) = \frac{h}{3} (R^2 + r^2 + R \times r)$$

**Avec :**

$V$  = volume du cylindre

$R$  = plus grand rayon

$r$  = plus petit rayon



**Figure II.3** Volume du cylindre

$$V_{\text{conetronque}} = \left(h \times \frac{\pi}{3}\right) \times (R^2 + r^2 + R \times r) = \frac{h}{3} (R^2 + r^2 + R \times r)$$

$$V_c = \left(1,5 \times \frac{3,1}{3}\right) \times (0,43^2 + 0,15^2 + 0,43 \times 0,15) = 0,43 \text{ m}^3$$

$$V_c = 0,43 \text{ m}^3$$

$v_v$  : volume de la vis (tube + hélices)

$$V = \frac{\pi}{4} \times h + (\pi R_1^2 - \pi R_2^2) \times e \times 4$$

$$V = \frac{3,1 \times 0,2^2}{4} \times 0,15 + (3,14 \times 0,14^2 - 3,14 \times 0,12^2) \times 0,005 \times 4 = 0,0053 \text{ m}^3$$

$$V = 0,0053 \text{ m}^3$$

Donc :

On a :  $V = v_c - v_v$

$$v = 0,43 - 0,0053 = 0,4247 \text{ m}^3$$

On sait que :  $\rho = m/V$        $m = \rho \times v$

$$m = 20 \times 0,4247 = 8,5 \text{ kg}$$

Coefficient de frottement entre le coton et l'hélice est :  $\mu = 0,05$

### II.10.4. Force exercée de coton sur l'hélice

Diagramme des forces :



**Figure II.4** Diagramme de la force exercée de coton sur l'hélice

Calcul de la force de frottement. Afin de calculer la force de frottement, il faut premièrement calculer la force normale, qui est égale à la force gravitationnelle mais dirigée vers le haut.

$$\vec{F}_N = m \times \vec{g} = 8,5 \text{ kg} \times 9,8 \text{ N/kg} = 83,385 \text{ N}$$

$$\mu_c = \frac{\vec{F}_f}{\vec{F}_N}$$

$$\vec{F}_f = \mu_c \times \vec{F}_N = 0,05 \times 83,385 \text{ N} = 4,169 \text{ N}$$

$$\vec{F}_f = 4,169 \text{ N}$$

### II.10.5. Couple Mmax

Pour assurer un fonctionnement sans risque de rupture, la vis doit pouvoir résister au couple maximale pouvant être fourni par le moteur. Cette valeur est obtenue à puissance et a vitesse maximale

$$M_{\max} = \frac{P}{\left(\frac{2\pi}{6}\right)N}$$

$$M_{\max} = \frac{1}{\left(\frac{2\pi}{6}\right) \times 7,6} = 2,765 \cdot 10^3 \text{ N.mm}$$

Avec :

$M_{\max}$  (N.m) : couple maximale pouvant être transmis par le moteur a la vis,

$P_{\max}$  (W) : Puissance maximale du moteur,

$N_{\max}$  (tr/min) : Vitesse maximale de rotation de la vis,

La contrainte de cisaillement ( $t$  en  $\text{N/mm}^2$ ) d'une section soumise à la torsion, elle doit être inférieure à la contrainte de cisaillement à la torsion admissible  $t_{\text{adm}}$ , elle se calcul comme suit :

$$t = M_{\max} / W_P < R_{pg}$$

Tel que:  $W_P = I_0 / R$

Avec :  $R = d / 2$

$W_P$  : ( $\text{mm}^3$ ) module de torsion

$I_0$  : ( $\text{mm}^4$ ) moment quadratique polaire

Tel que :  $I_0 = \frac{\pi}{3}$

Avec  $R$  : (mm) Rayon de l'arbre,

$d$  : (mm) Diamètre de l'arbre,

On retrouve finalement :

$$t = \frac{1 \times M_{\max} \times 1^2 \times d}{(\pi d^3)} < R_{pg}$$

Pour déterminer l'épaisseur de tube et d'hélice il suffit qu'on vérifie la relation en sachant que la limite minimale apparente d'élasticité de l'acier faiblement allié (X40CrMoV5-1) est de 1280 MPa.

$$R_g = R_{\min} / 2$$

et

$$R_{Pg} = R_{\min} / (2 \times s)$$

En construction mécanique le coefficient de sécurité se trouve entre (2,5 à 3,5), on prend le max

$R_{\min}$  : Limite minimale apparente d'élasticité

S : coefficient de sécurité (s=3,5).

$$R_{pg} = \frac{1}{2 \times 3,5} = 182,85 \text{ MPa}$$

$$e = \sqrt[3]{16 \frac{Mm}{\pi R_p}}$$

$$e = \sqrt[3]{16 \frac{2,7 \cdot 10^3}{\pi \cdot 1 \cdot 182,85}}$$

$$e = 4,25 \text{ mm}$$

On prend :  $e = 5 \text{ mm}$

## II.11. Généralité sur le soudage

Le soudage est un moyen d'assemblage permanent. Il a pour objet d'assurer la continuité de la matière à assembler. Dans le cas des métaux, cette continuité est réalisée à l'échelle de l'édifice atomique. En dehors du cas idéal où les forces interatomiques et la diffusion assurent lentement le soudage des pièces

Métalliques mises entièrement en contact suivant des surfaces parfaitement compatibles et exemptes de toute pollution, il est nécessaire de faire intervenir une énergie d'activation pour réaliser rapidement la continuité recherchée.

La hauteur active (épaisseur) d'une soudure d'angle est spécifiée par la hauteur du triangle isocèle le plus important de la coupe de soudure sans pénétration. L'image suivante illustre différentes conceptions de soudure. [7]

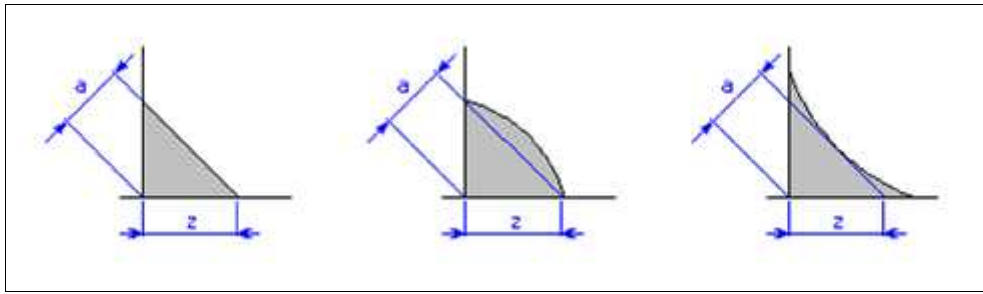


Figure II.5 La hauteur active d'une soudure d'angle

La hauteur d'une soudure d'angle spécifie approximativement la formule  $a = 0.7z$ , où  $z$  représente la largeur de la soudure d'angle. La hauteur minimale d'une soudure d'angle est sélectionnée en fonction de l'épaisseur de la pièce soudée la plus épaisse et en fonction de la matière. Le tableau suivant présente des valeurs recommandées pour la hauteur minimale d'une soudure d'angle. [7]

Epaisseur de la pièce soudée [mm]		Epaisseur minimale d'une soudure d'angle a [mm] pour les aciers de la série de forces	
supérieur à	jusqu'à	370 et 420 MPa	520 MPa
-	10	3	4
10	20	4	5
20	30	6	7
30	50	7	9
50	-	9	10

Tableau II.2 valeurs recommandées pour la hauteur minimale d'une soudure d'angle

On a l'épaisseur de la pièce à souder égal à 5 mm, donc d'après le tableau II.2 on prend l'épaisseur d'une soudure d'angle 3 mm.

# *Simulation par Solidworks*

## II.12. Généralités sur le logiciel SolidWorks

### II.12.1. Introduction

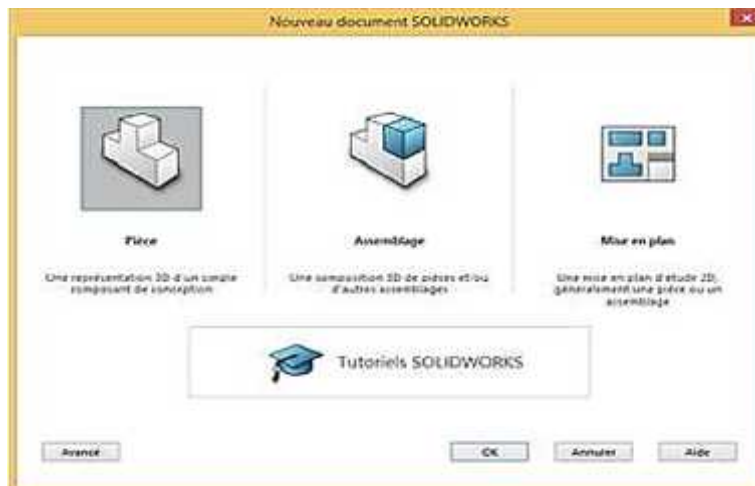
Le logiciel SOLIDWORKS est un modéleur volumique permettant de créer des pièces complexes en 3 dimensions. Ces pièces peuvent être ensuite utilisées pour créer des mises en plan en 2D et des assemblages de plusieurs pièces entre elles.

SOLIDWORKS est un système à cotation piloté. On peut spécifier des cotes et rapports géométriques entre les éléments. Un changement de cote entraîne un changement de taille de la pièce, tout en préservant l'intention de conception.

Un modèle SolidWorks est constitué de pièces, d'assemblages et de mise en plan. Les pièces, les assemblages et les mises en plan affichent le même modèle dans des documents différents. Les changements opérés sur le modèle dans l'un des documents se propagent aux autres documents contenant ce modèle.

Le logiciel SolidWorks comprend :

3 modules élémentaires : Pièce, Assemblage, Mise en plan.



En fonction du type de licence, d'autres compléments peuvent être implémenté. Dans la version SolidWorks Premium sont disponible les compléments suivants : SolidWorks Simulation, SolidWorks FlowSimulation, PhotoView 360, SolidWorks Motion.

SOLIDWORKS Simulation (Stator d'un moteur à palettes soumis à une pression d'épreuve de 12 bars)

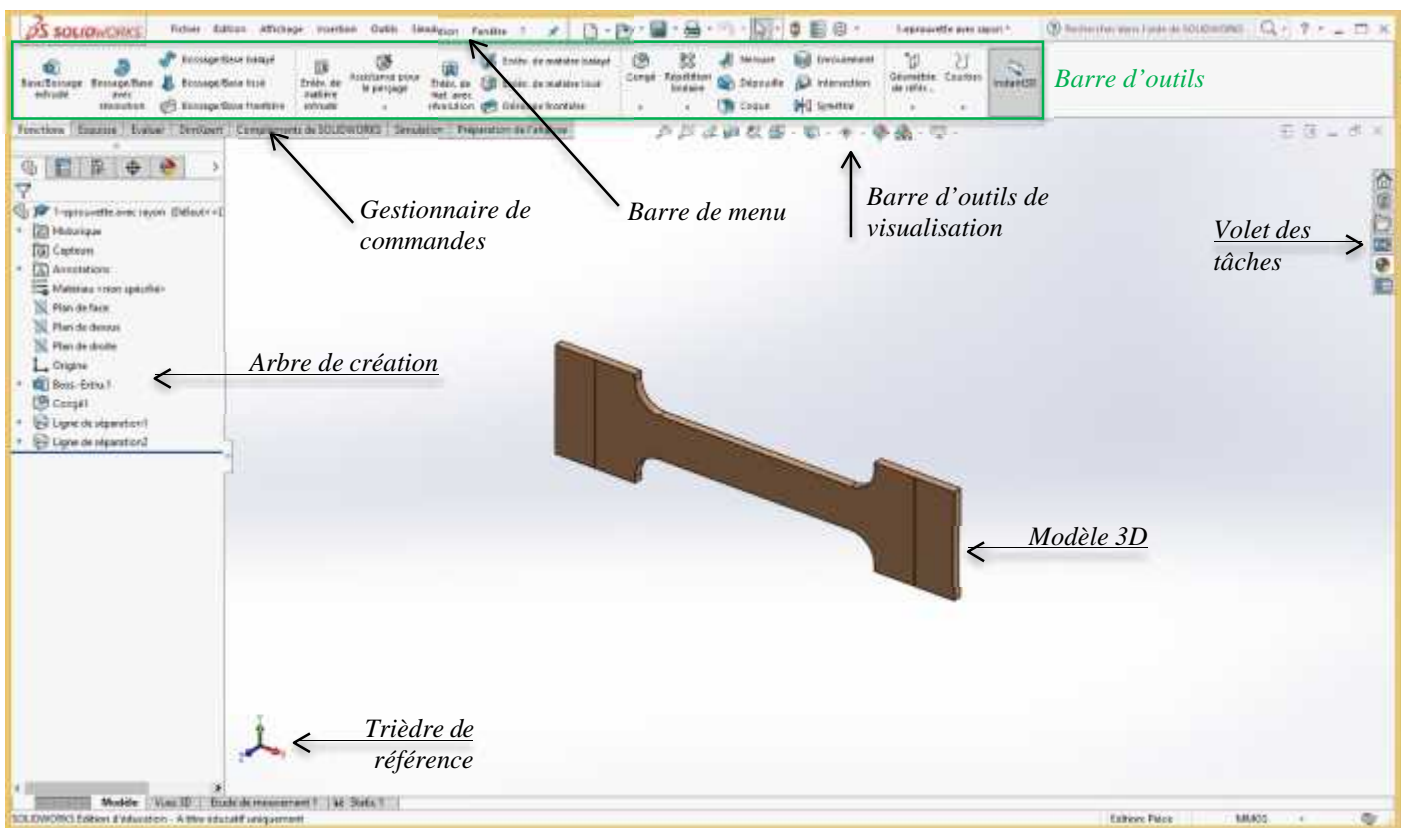
SOLIDWORKS Simulation (Assemblage boulonné de 2 plats soumis à un effort de traction)

SOLIDWORKS FlowSimulation (Simulation des effets du vent sur un bâtiment de formes complexes)

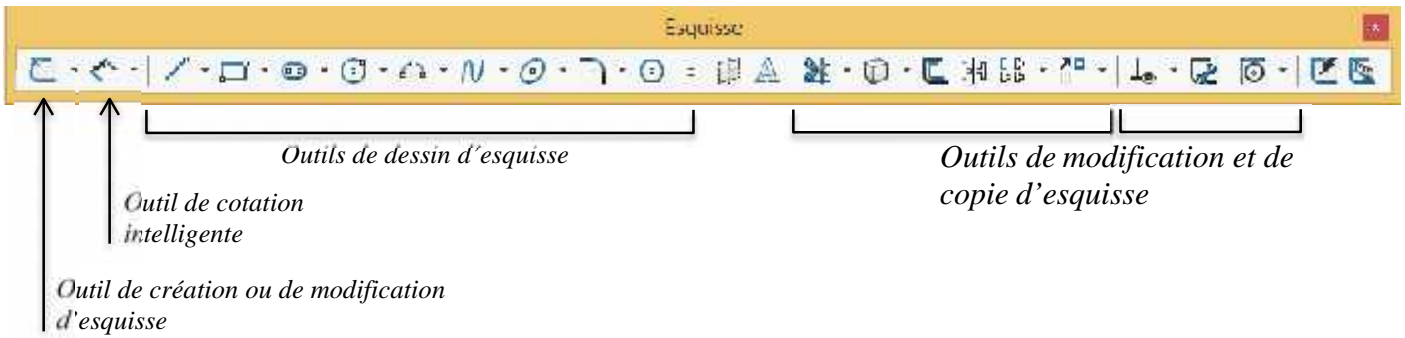
### II.12.2. LE MODULE PIÈCE

Le module pièce est le premier module élémentaire de SolidWorks, servant à élaborer le modèle numérique.

### II.12.3. Interface

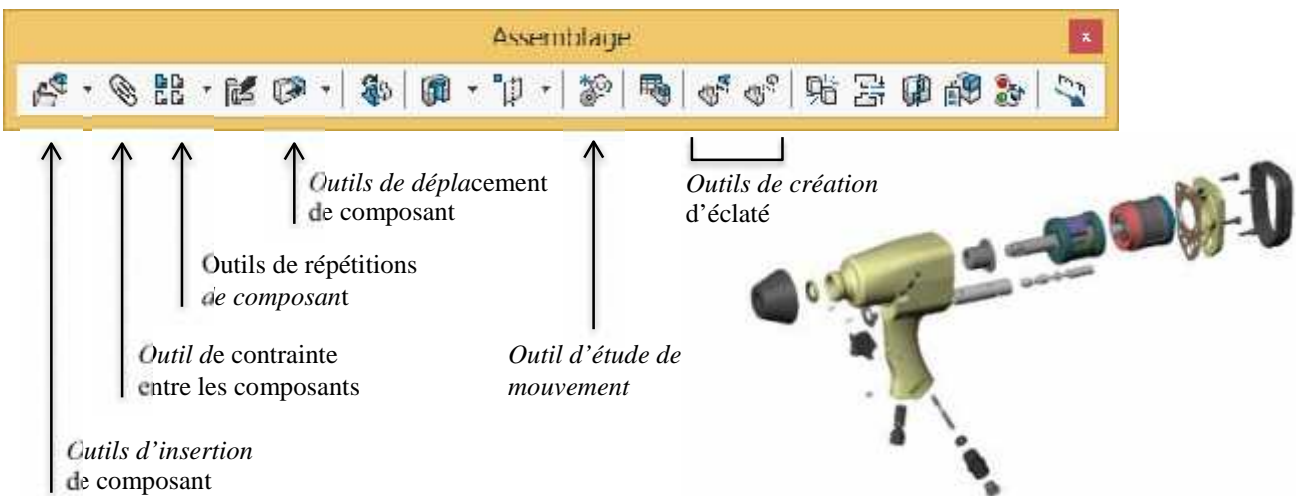


II.12.4. Les barres d'outils



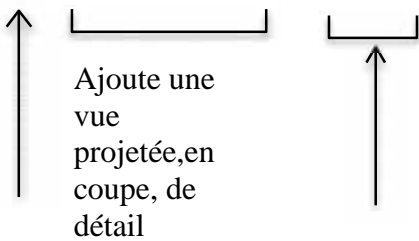
II.12.5. LE MODULE ASSEMBLAGE

Le module assemblage est le deuxième module élémentaire de SOLIDWORKS, permettant d'effectuer l'assemblage des pièces que l'on a élaboré préalablement dans le module pièce.



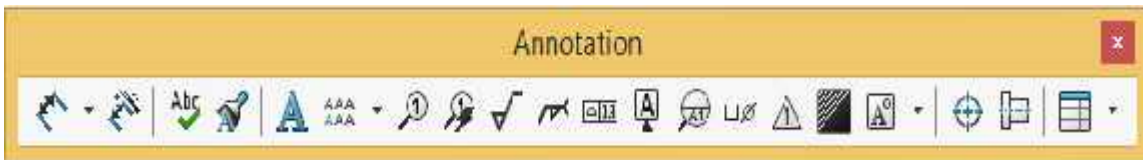
II.12.6. LE MODULE MISE EN PLAN

Le module Mise en Plan est le troisième module élémentaire de SOLIDWORKS, servant à effectuer la mise en plan d'une pièce ou d'un assemblage, que l'on a élaboré préalablement dans le module Pièce ou le module Assemblage.



Ajoute une vue de base ou une vue nommée

Ajoute une coupe locale, une cassu



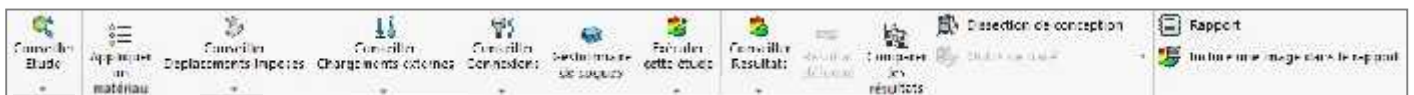
La barre d'outils d'annotation permet d'insérer des cotes diverses, du texte, des hachures et des axes à la mise en plan

II.12.7. SOLIDWORKS Simulation

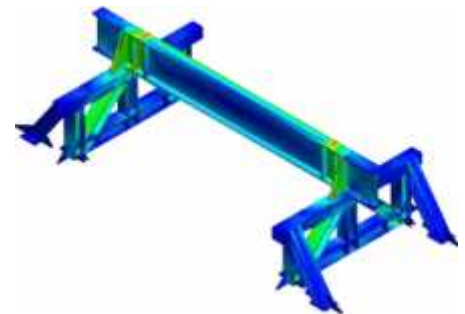
SOLIDWORKS Simulation est un portefeuille d'outils d'analyse structurelle faciles à utiliser qui font appel à la méthode d'analyse par éléments finis (FEA) pour prédire le comportement physique réel d'un produit en testant virtuellement des modèles de CAO. Le portefeuille propose des fonctionnalités d'analyse dynamique et statique non linéaire et linéaire.

SolidWorks Simulation permet de tester le comportement mécanique des pièces et des assemblages modélisés dans SolidWorks.

SolidWorks Simulation permet de faire une étude : Statique, Fréquentielle, Flambement, Thermique, Test de chute, Fatigue et Dynamique (Modale, harmonique, spectrale et aléatoire).



Permet de créer un contact entre composants, ajouter un ressort, un boulon, une soudure, ...



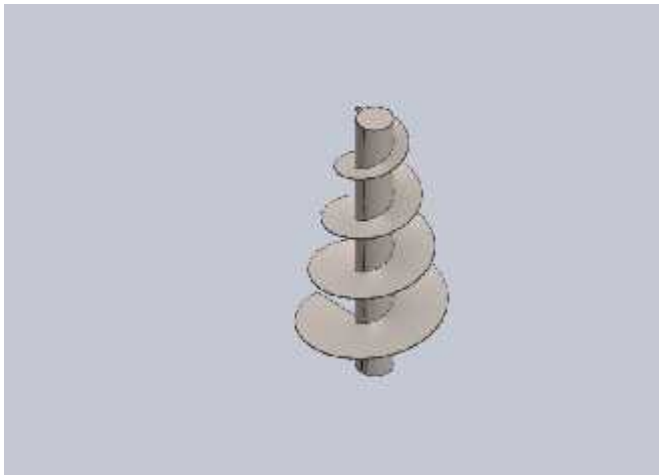
Permet d'appliquer un chargement au modèle

Permet de définir et de créer une liaison avec l'extérieur

Permet d'appliquer ou de créer un matériau

Permet de choisir le type d'étude

### II.13. Simulation



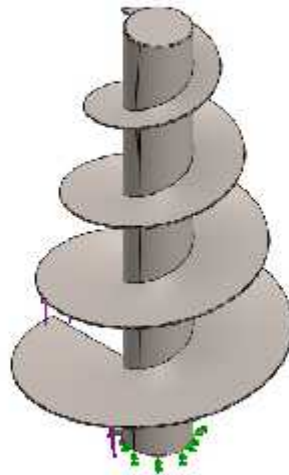
#### Simulation d'hélice

Nom de l'étude: SimulationXpress Study  
 Type d'analyse: Analysé statique


#### Table of Contents

Description ..... **Erreur ! Signet non défini.**  
 Hypothèses ..... **Erreur ! Signet non défini.**  
 Informations sur le modèle ..... 46  
 Propriétés du matériau ..... 47  
 Actions extérieures..... 47  
 Informations sur le maillage ..... 48  
 Résultats de l'étude..... 49  
 Conclusion ..... **Erreur ! Signet non défini.**

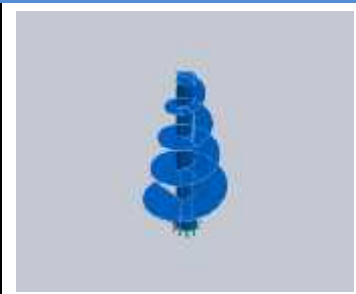
II.13.1. Informations sur le modèle




Nom du modèle: hélice  
Configuration actuelle: Défaut

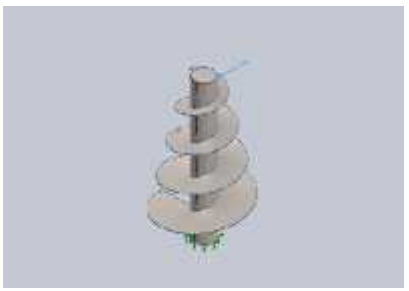
Corps volumiques			
<L_MdInf_SldBd_Nm/>	Traité comme	Propriétés volumétriques	Chemin/Date de modification du document
Congé1 	Corps volumique	Masse:381.964 kg Volume:0.0496057 m <sup>3</sup> Masse volumique:7700 kg/m <sup>3</sup> Poids:3743.25 N	G:\hélice.SLDPRT Mars 27 00:43:34 2021
<L_MdInf_ShIBd_Nm/>	<L_MdIn_ShIBd_Fr/>	<L_MdInf_ShIBd_VolProp/>	<L_MdIn_ShIBd_DtMd/>
<L_MdInf_CpBd_Nm/>	<L_MdInf_CompBd_Props/>		
<L_MdInf_BmBd_Nm/>	<L_MdIn_BmBd_Fr/>	<L_MdInf_BmBd_VolProp/>	<L_MdIn_BmBd_DtMd/>

II.13.2. Propriétés du matériau

Référence du modèle	Propriétés	Composants
	Nom: <b>Acier allié</b> Type de modèle: <b>Linéaire élastique isotropique</b> Critère de ruine par défaut: <b>Contrainte de von Mises max.</b> Limite d'élasticité: <b>6.20422e+008 N/m<sup>2</sup></b> Limite de traction: <b>7.23826e+008 N/m<sup>2</sup></b>	<b>Corps volumique 4(Congé1)(hélice)</b>

II.13.3. Actions extérieures

Nom du déplacement impose	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-20		Entités: <b>1 face(s)</b> Type: <b>Géométrie fixe</b>

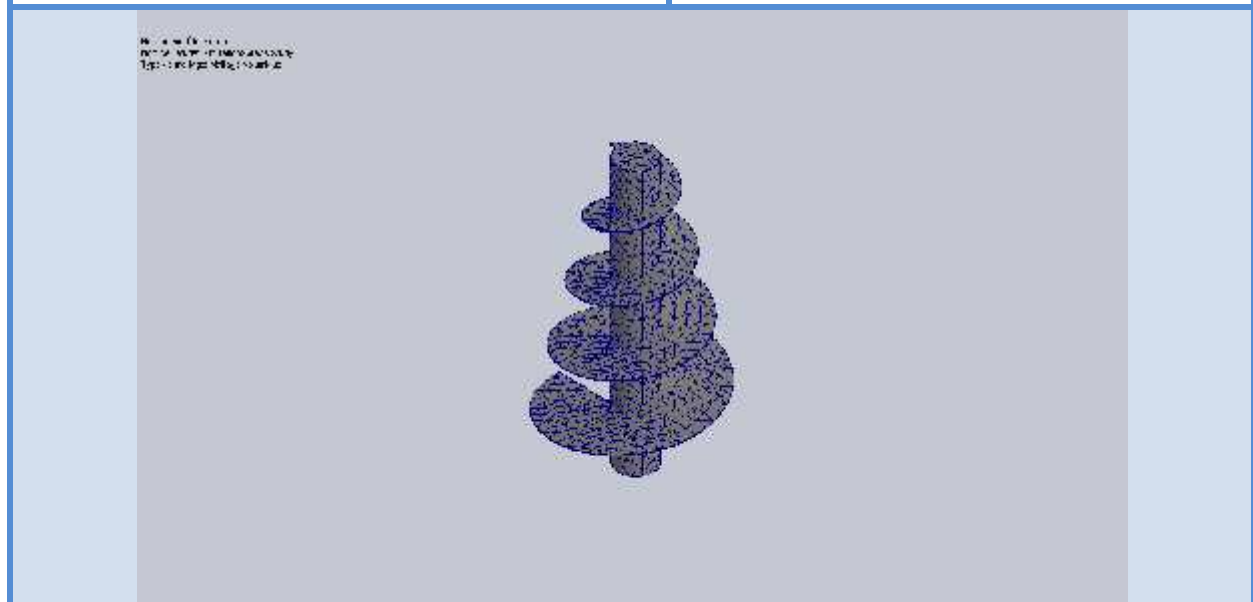
Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-17		Entités: <b>1 face(s)</b> Type: <b>Force normale</b> Valeur: <b>4.17 N</b>

## II.13.4. Informations sur le maillage

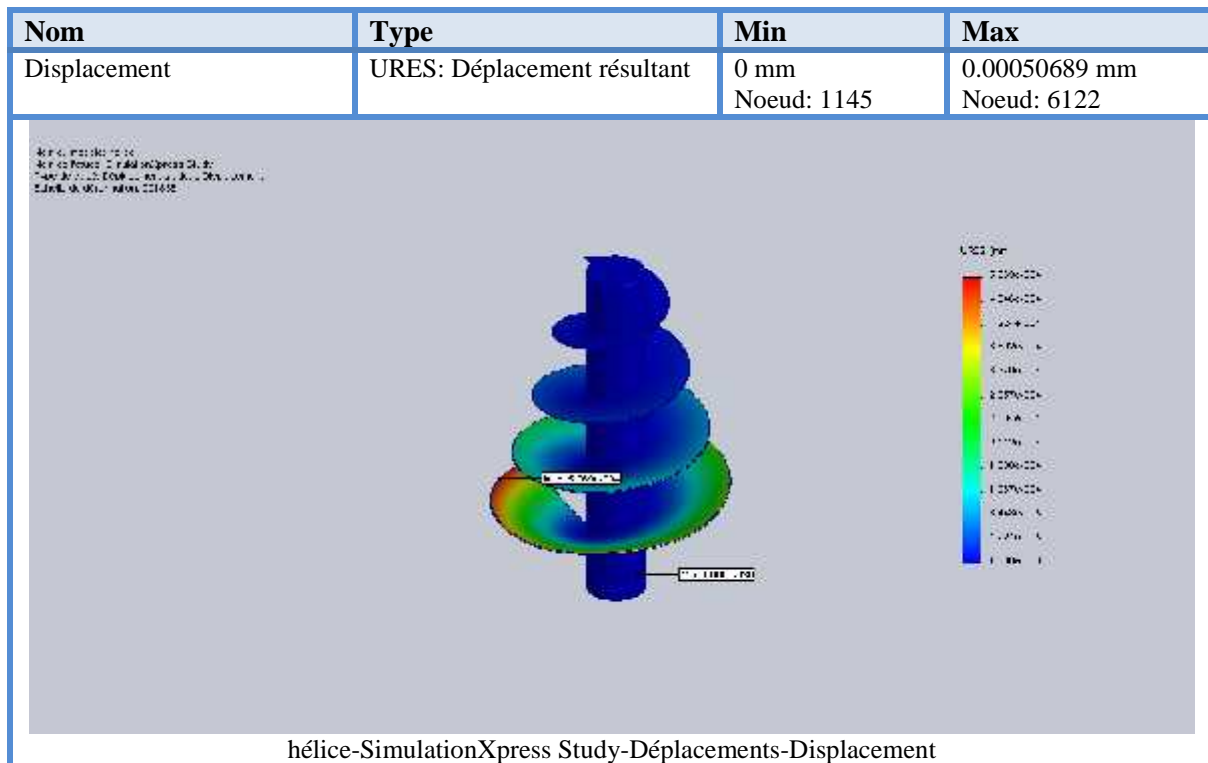
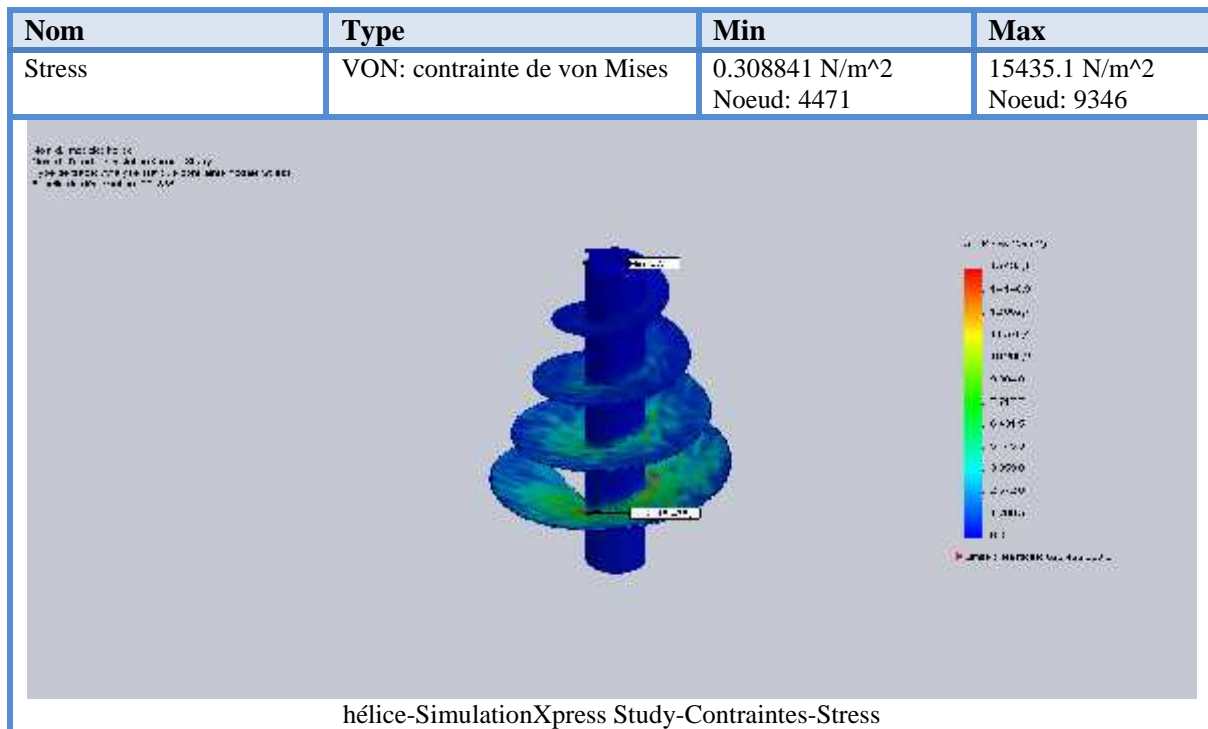
Type de maillage	Maillage volumique
Mailleur utilisé:	Maillage standard
Transition automatique:	Désactivé(e)
Boucles automatiques de maillage:	Désactivé(e)
Points de Jacobien	4 Points
Taille d'élément	53.164 mm
Tolérance	2.6582 mm
Qualité de maillage	Haute

## II.13.5. Informations sur le maillage – Détails

Nombre total de noeuds	9502
Nombre total d'éléments	5055
Aspect ratio maximum	216.47
% d'éléments ayant un aspect ratio < 3	46.9
% d'éléments ayant un aspect ratio > 10	41.6
% d'éléments distordus (Jacobien)	0
Durée de création du maillage (hh:mm:ss):	00:00:03
Nom de l'ordinateur:	FGCGMCC5



II.13.6. Résultats de l'étude



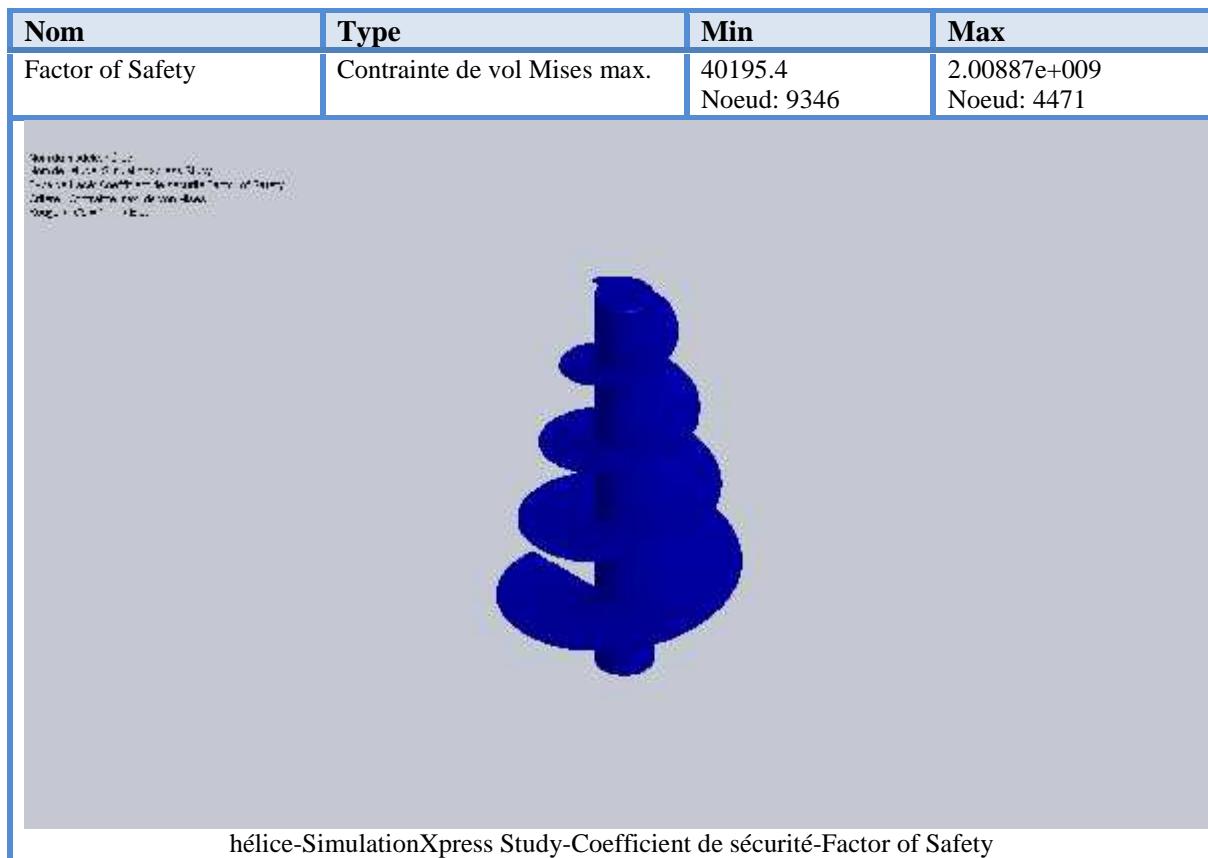
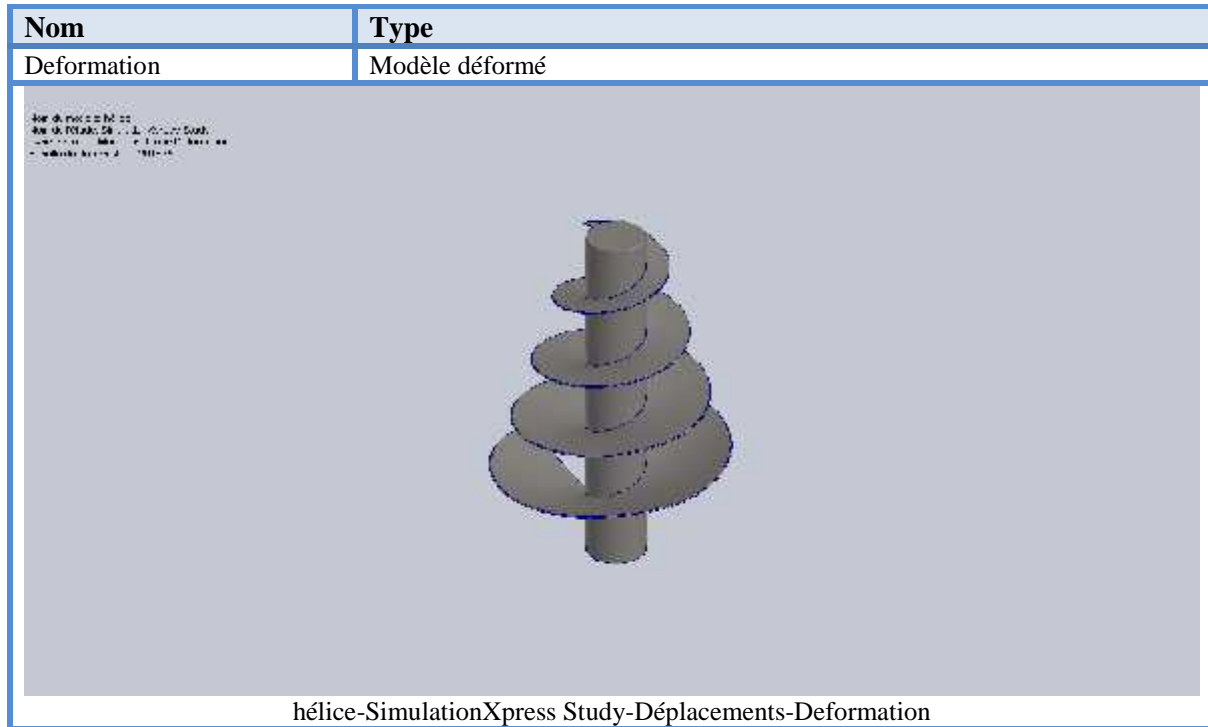


Figure II.6 SimulationXpress Study-Coefficient de sécurité-Factor of Safety

**II.14. Conclusion**

Dans ce chapitre on voit que le module SolidWorks simulation confirme tous les résultats obtenus par les calculs RDM, on remarque aussi que notre vis va supporter ces charges appliquées soit en flexion ou torsion d'après ces résultats obtenus soit avec les lois RDM ou le module SolidWorks simulation.

# *CHAPITRE III*

*FABRICATION DE LA VIS SANS FIN  
DU COMPACTEUR DE LA FILATURE*

### **III.1. Introduction**

Après étude de résistance, nous sommes intéressés à la fabrication de cette vis, dans ce qui suit, les étapes suivies lors de la réalisation de cette pièce maîtresse de compacteur de la filature.

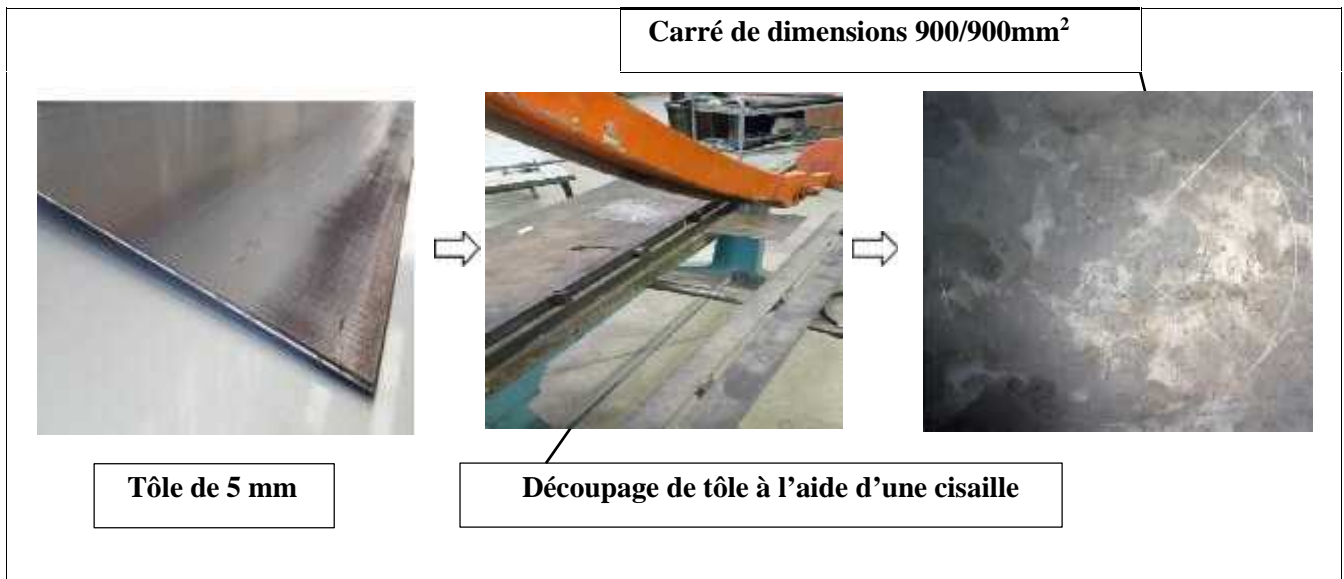
### **III.2. Le matériel utilisé**

- Ñ Tôle d'une épaisseur de 5mm
- Ñ Tube de longueur 1420 mm et de diamètre 200 mm (X40CrMoV5-1)
- Ñ Tronçonneuse et cisaille
- Ñ Règle et pointeau à tracer
- Ñ Tour parallèle
- Ñ Etau et poste à souder
- Ñ Peinture

### **III.3. Les étapes de la fabrication de la vis**

#### **III.3.1. Découpage de la tôle**

Après avoir choisi la tôle qui convient à la réalisation de notre pièce, on a découpé 4 carrés de 900/900 mm<sup>2</sup> d'une large feuille à l'aide d'une cisaille qui se trouve au niveau de l'atelier mécanique au sein de l'entreprise, ce qui nous facilite d'avoir des disques avec des dimensions précises et voulus. Comme illustré sur la figure ci-dessous :



**Figure III.1** Préparation des carrés de dimensions 900x900 mm<sup>2</sup>

### III.3.2. Réalisation des disques

Après avoir coupé les carrés on a passé à les tracer à l'aide d'un pointeau à tracer pour avoir un diamètre précis puis on a utilisé un outil à tronçonner pour obtenir des disques.

La figure III.2 montre le traçage des carrés pour avoir le diamètre précis.



**Figure III.2** Traçage des carrés à l'aide d'un pointeau pour avoir un diamètre précis

Maintenant c'est le perçage pour avoir un diamètre intérieur de 200 mm et pour cela on va fixer les disques, puis on lance l'opération de perçage en utilisant des forets de perçage, et un outil d'alésage pour avoir le diamètre voulu comme le montre la figure III.3 .



**Figure III.3** Le perçage pour avoir le diamètre intérieur

### III.3.3. Découpage des disques

Maintenant c'est le découpage des disques avec une tronçonneuse.



**Figure III.4** Les disques obtenus

Puis c'est le découpage des disques comme illustré sur la figure III.5 .



**Figure III.5** Découpage des disques

#### III.3.4. Soudage des disques

Le soudage des disques se fait avec un poste à souder qui se trouve aussi au niveau de l'atelier mécanique au sein de l'entreprise (COTITEX), réglé à 80A, et en utilisant des baguettes a soudé de diamètre 2,5mm ; la figure III.6 illustre l'assemblage des disques .



**Figure III.6** Assemblage des disques avec soudage

### III.3.5. Montage des hélices sur le tube

Dans cette étape afin d'avoir la forme de la vis de compacteur de la filateur, on va monter le tube à l'intérieur des l'hélices sur une longueur de 1200mm veut dire c'est la partie qui est entre les deux surfaces usinées sur le tube, puis on fait le soudage des l'hélices sur le tube comme illustré sur la figure III.7.



**Figure III.7** Montage des hélices sur le tube

### III.3.6. La conicité de la vis sans fin

Comme une dernière étape afin d'avoir la forme finale de la vis, on va monter la vis sur un tour parallèle et on va la charioter pour avoir la forme conique.

Pour cela on calcul d'abord la conicité en utilisant la loi suivant :

$$\text{Conicité} = \frac{D-d}{L} = \frac{8-3}{1} = 0.458$$

D'après le tableau de normes de la conicité on aura :

$$\text{Ongle } \alpha = 11,5^\circ$$

On fixe notre outil de découpage à un ongle  $\alpha=11,5^\circ$

La figure III.8 montre la réalisation de la conicité de la vis sans fin.



**Figure III.8** Conicité de la vis sans fin

### III.3.7. Finition

Nettoyage et peindre de la vis sans fin comme le montre la figure III.9.



**Figure III .9** Finition de la vis sans fin de compacteur de la filature

### III.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous passons à la fabrication de la vis au niveau de l'atelier mécanique au sein de l'entreprise (COTITEX), utilisant les outils et machines disponibles.

Le diamètre intérieur et le diamètre extérieur des disques ont été pris à partir d'un calcul sur SolidWorks (la développée de la vis d'Archimède)

Le tube a un diamètre de 200mm, et une longueur de 1420 mm. L'hélice est faite à base de tôle de 5mm d'épaisseur.

## Conclusion générale

---

Ce travail nous a donné une occasion pour appliquer et approfondir nos connaissances acquises durant le cursus de notre formation de master en Génie Mécanique, et aussi une opportunité de connaître le domaine industriel, le stage accompli un peu plus de six mois, au sein de l'entreprise de Draa Ben Kheda, a été très bénéfique pour nous.

Ce travail consiste à étudier et réaliser une vis sans fin d'un compacteur FKA, suite à un problème posé par l'entreprise.

Après avoir défini le problème, la vis sans fin est une pièce maitresse du compacteur qui est soumis à des charges variables, qui occasionnent l'endommagement de l'hélice.

L'entreprise nous a confié ce travail pour vérifier la résistance et de faire la simulation numérique avec SolidWorks, et de procéder à la réalisation de cette pièce.

Cette expérience nous a permis aussi de faire mieux comprendre le domaine de la construction et de fabrication mécanique.

Après étude, nous proposons à l'entreprise de réaliser cette vis au sein de l'atelier mécanique, qui est dotée des machines et des outils nécessaires.

Cette solution nous semble économique au lieu de faire le changement du compacteur.

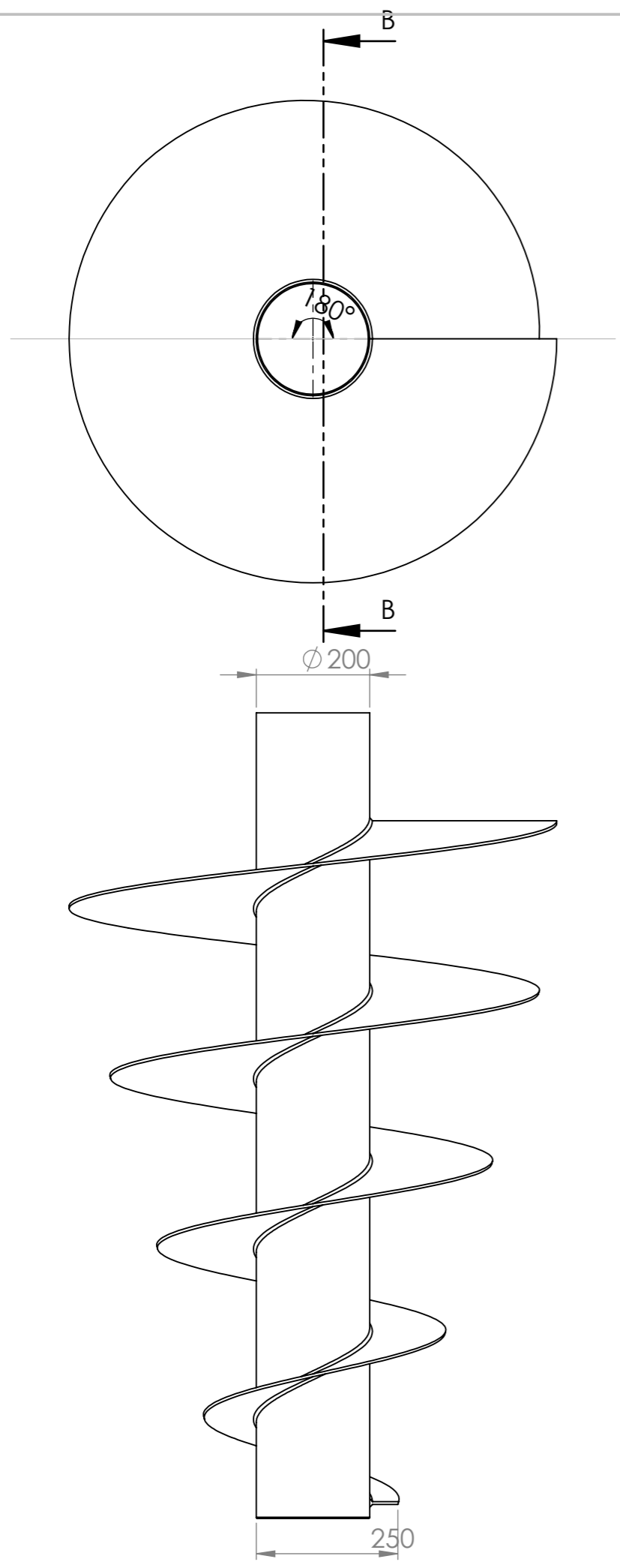
Pour compléter cette étude, est souhaitable de faire l'analyse chimique pour déterminer la nuance de matériaux et des essais mécaniques conventionnelles et enfin de choisir un matériau, qui répond aux exigences.

Ce travail, constitue pour nous une première expérience dans ce vaste domaine, il nous acquit des grandeurs très importantes pour mettre le premier pas dans la vie professionnelle.

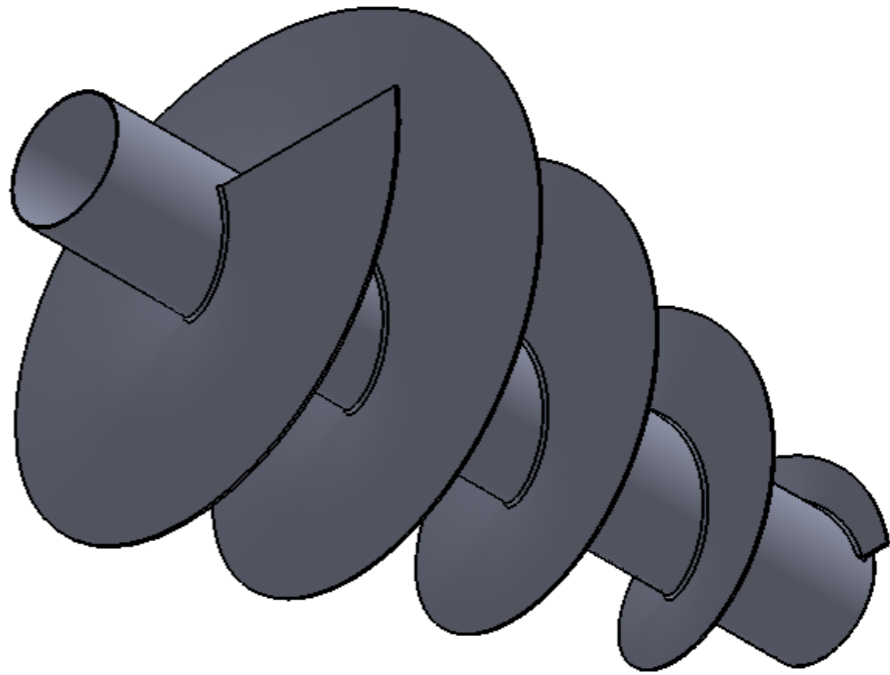
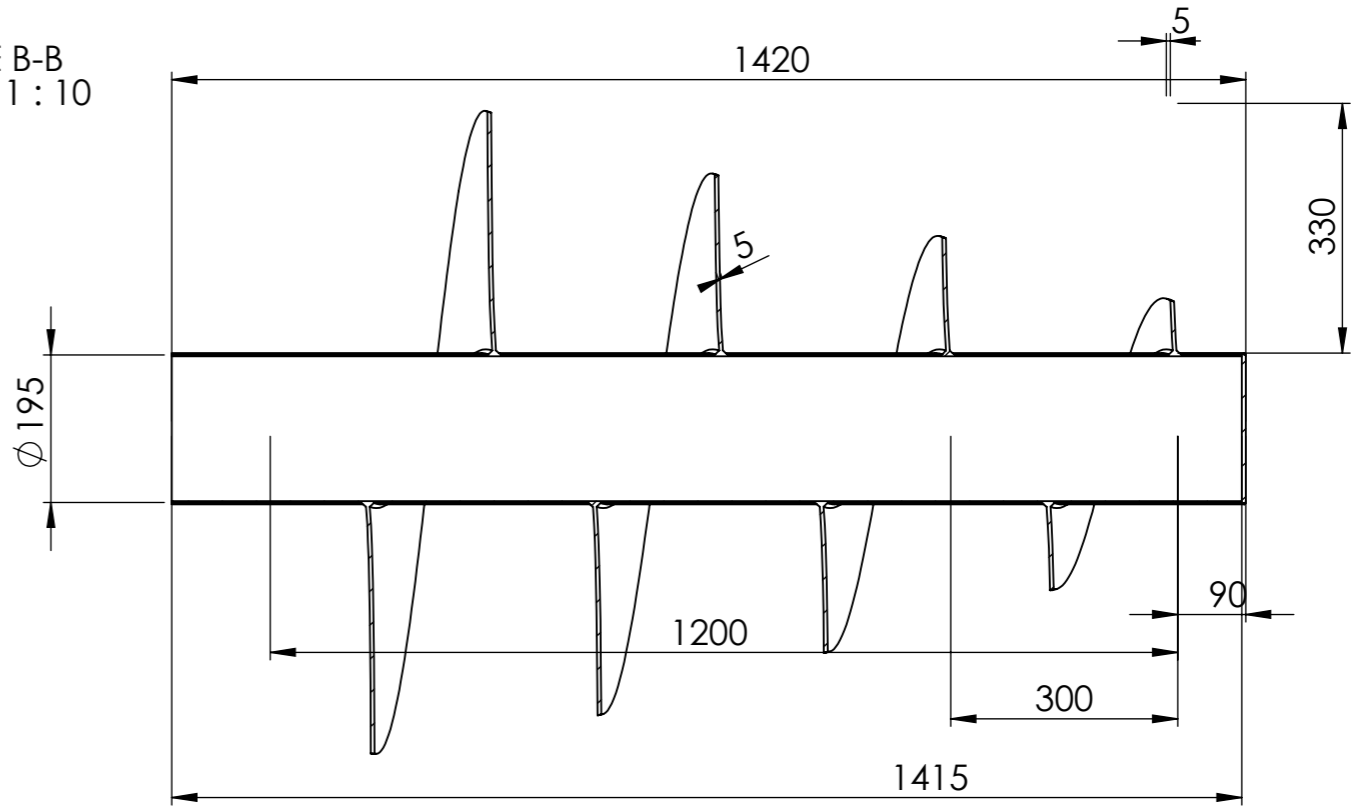
## Références Bibliographique

---

- [1] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Vis\\_sans\\_fin#cite\\_ref-1](https://fr.wikipedia.org/wiki/Vis_sans_fin#cite_ref-1)
- [2] © edumedia-share.com, by-sa 3.0
- [3] [https://www.researchgate.net/publication/339447116\\_Modelisation\\_d'un\\_systeme\\_roue\\_et\\_vis\\_sans\\_fin\\_pour\\_determiner\\_un\\_processus\\_de\\_conception\\_et\\_de\\_fabrication](https://www.researchgate.net/publication/339447116_Modelisation_d'un_systeme_roue_et_vis_sans_fin_pour_determiner_un_processus_de_conception_et_de_fabrication)
- [4] <https://www.directindustry.fr/prod/ltg-aktiengesellschaft/product-25088-1908789.html>
- [5] Document interne de l'entreprise EATIT : entreprise algérienne des textiles industriels et technique EPE EATIT spa. Complexe industriel de Draa Ben KHedda
- [6] <https://www.nord.com/fr/index-homepage.jsp>
- [7] <https://knowledge.autodesk.com/fr/support/inventor/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/FRA/Inventor-Help/files/GUID-D2B20415-0A3F-444B-B8E5-D4B766CF6A21-htm.html>
- [8] <http://www.audin.fr/pdf/documentations/bonfiglioli/VF+W/VF+W.pdf>
- [9] SAUDEMONT Claude. Manutention mécanique continue des produits en vrac, Technique de l'ingénieur. Réf : AG 7511.



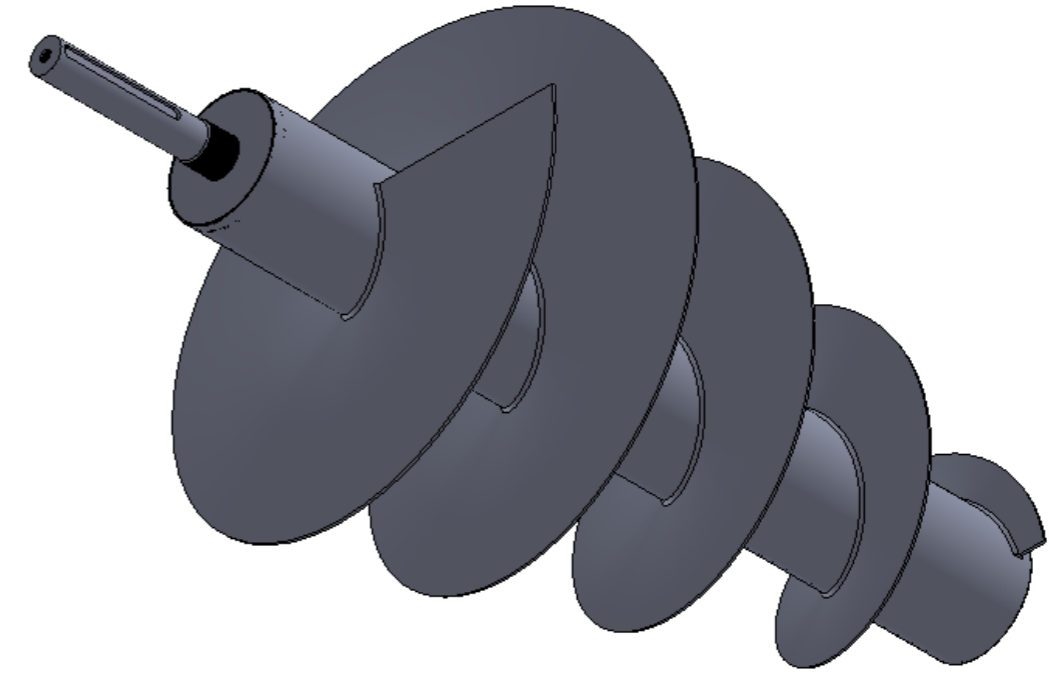
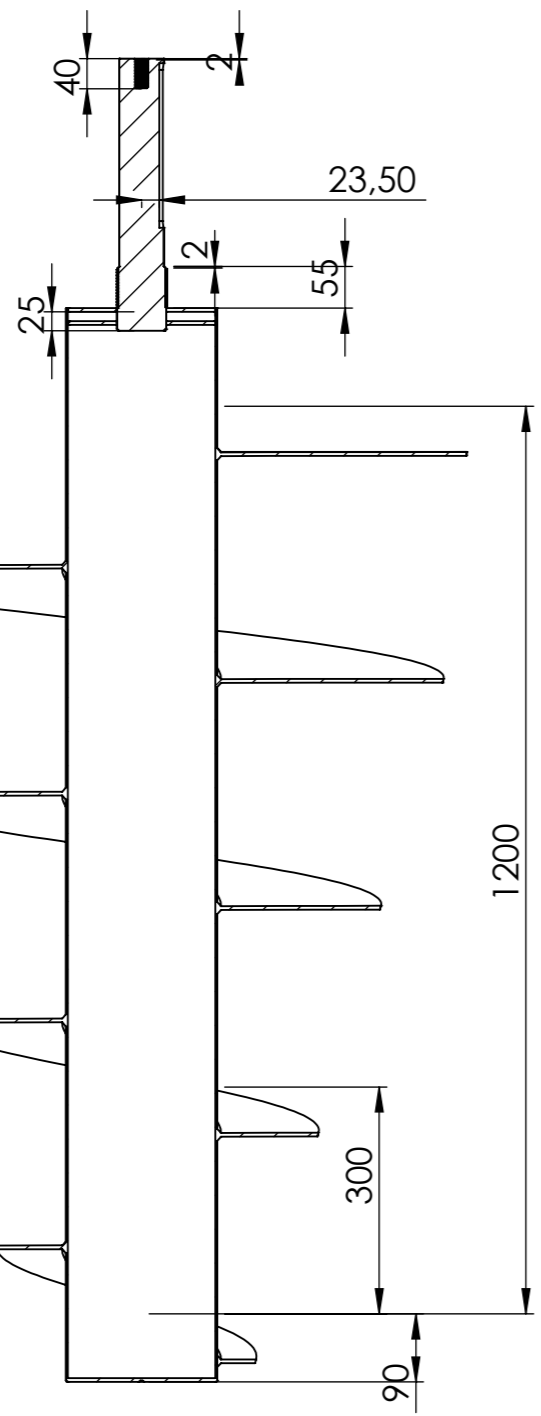
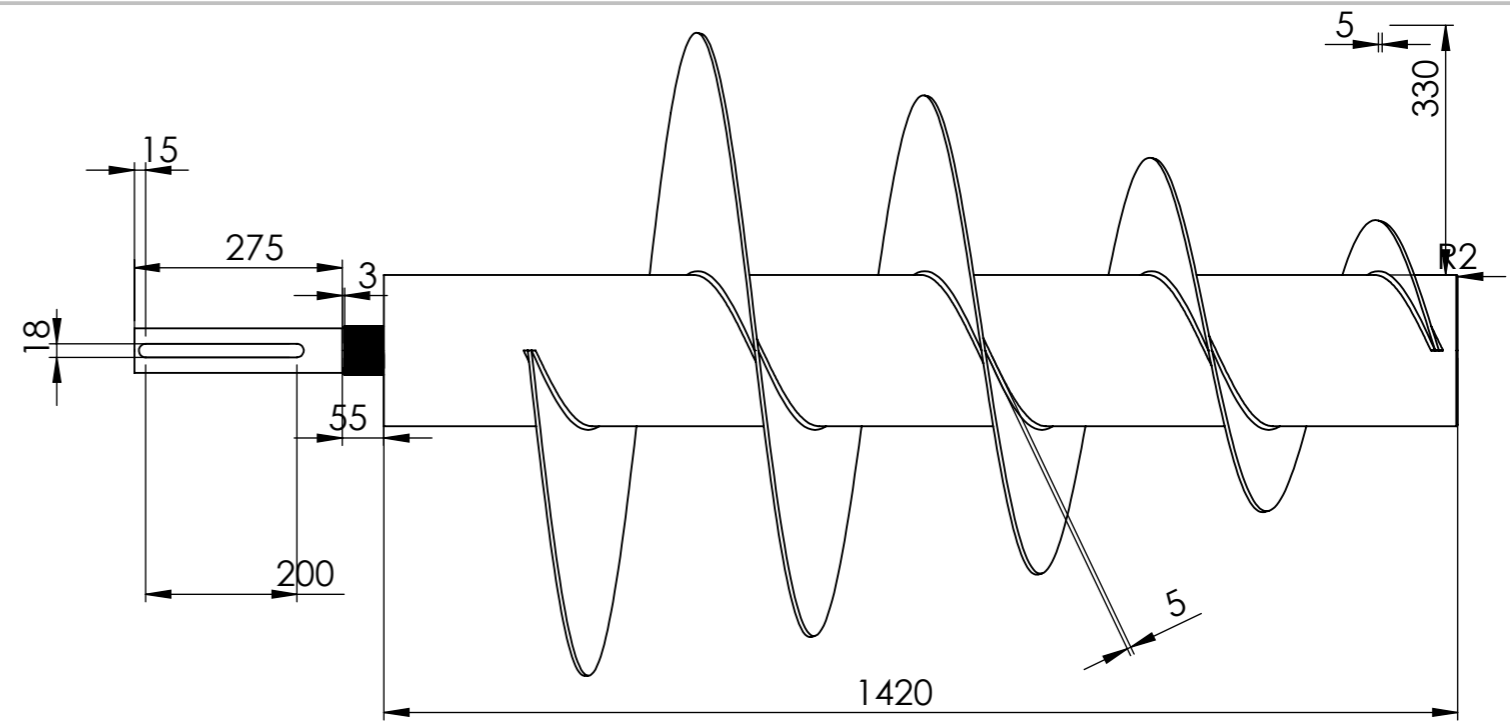
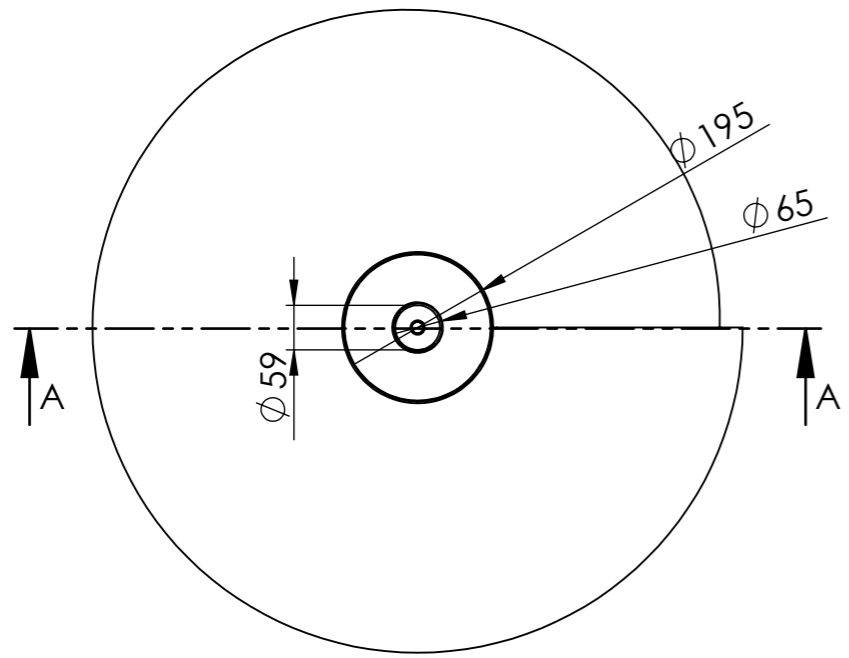
COUPE B-B  
ECHELLE 1 : 10



ra 3.6

tolérances générales =  $\pm 0.3$

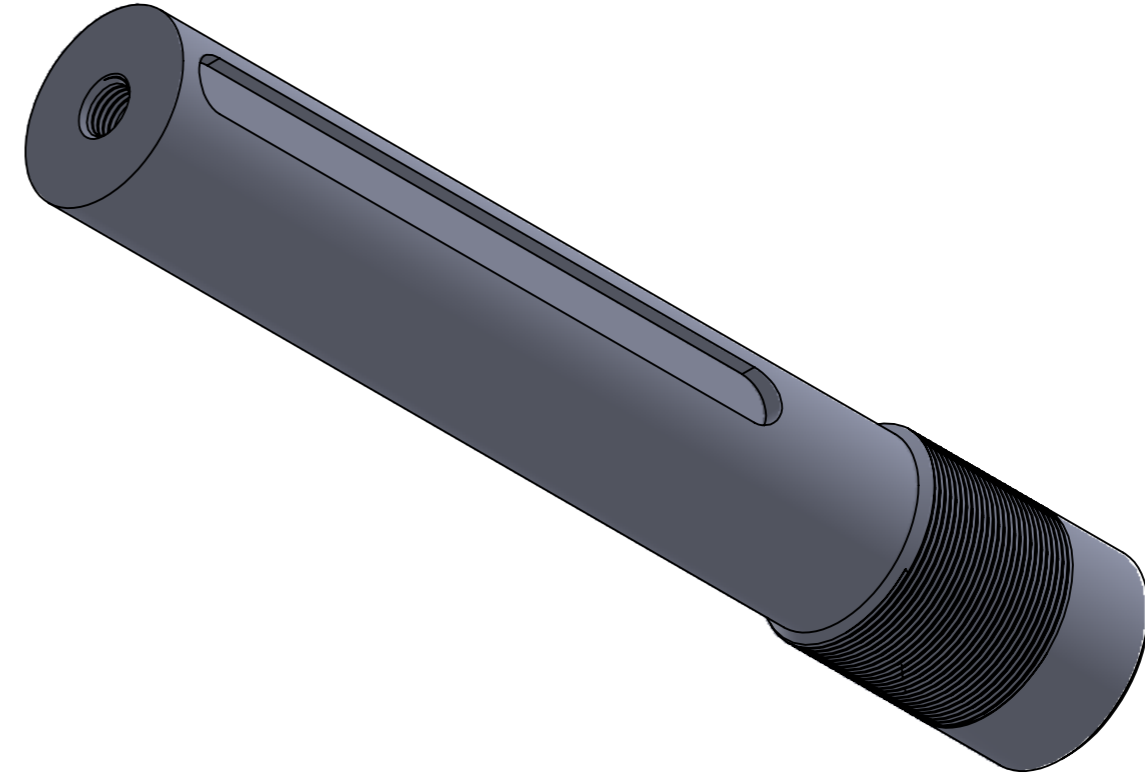
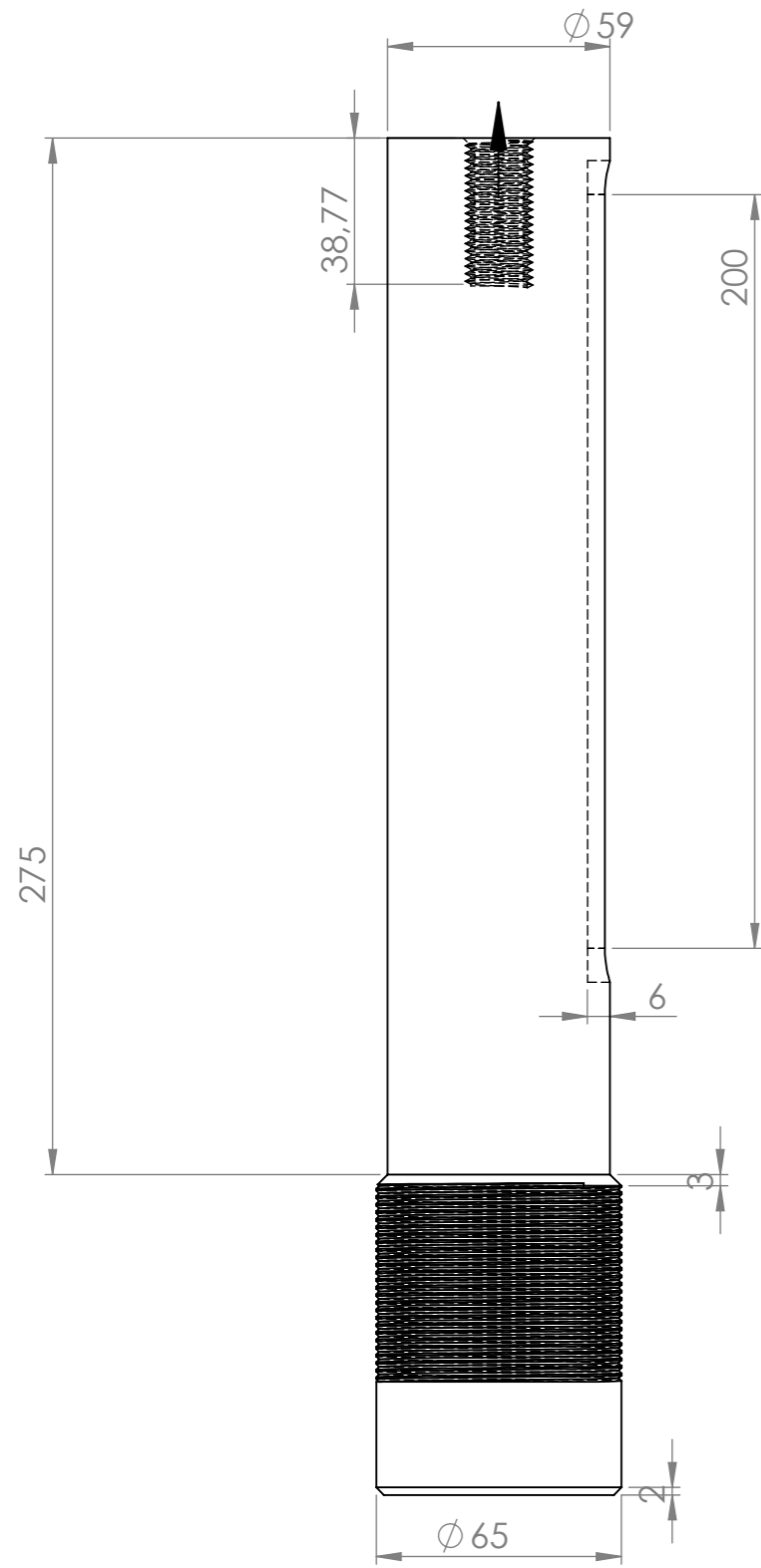
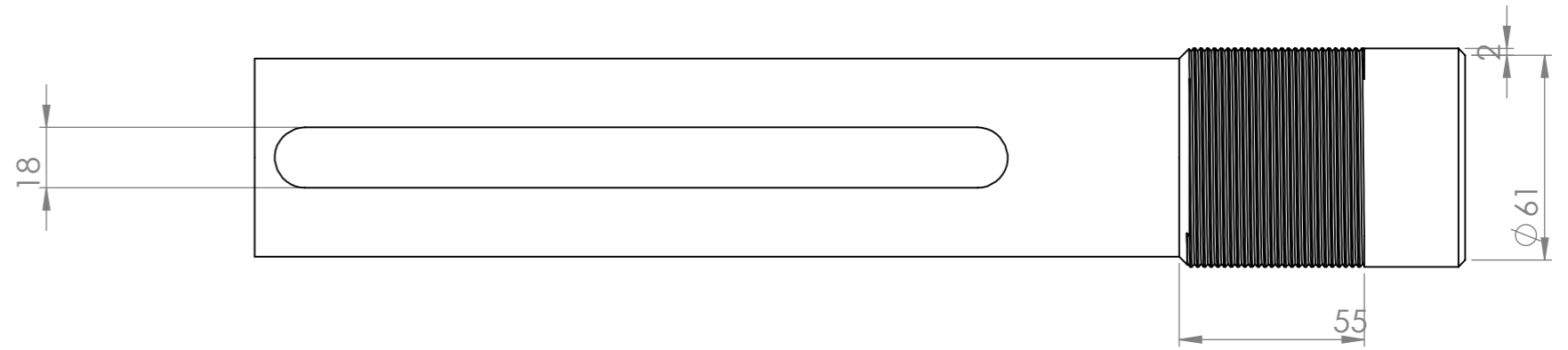
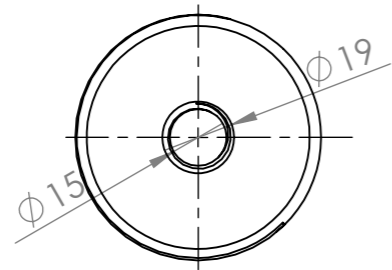
Echelle 1:10	VIS SANS FIN	ARIF.IDIR BOUZRARA.M
	UMM-TO	2020
A3		



√ra 3.6

tolérances générales = ± 0.3

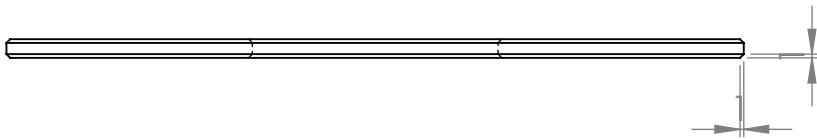
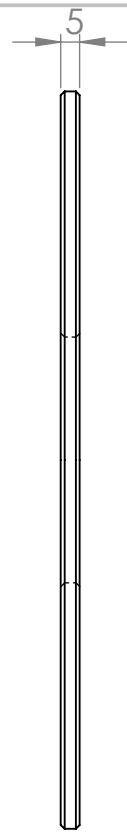
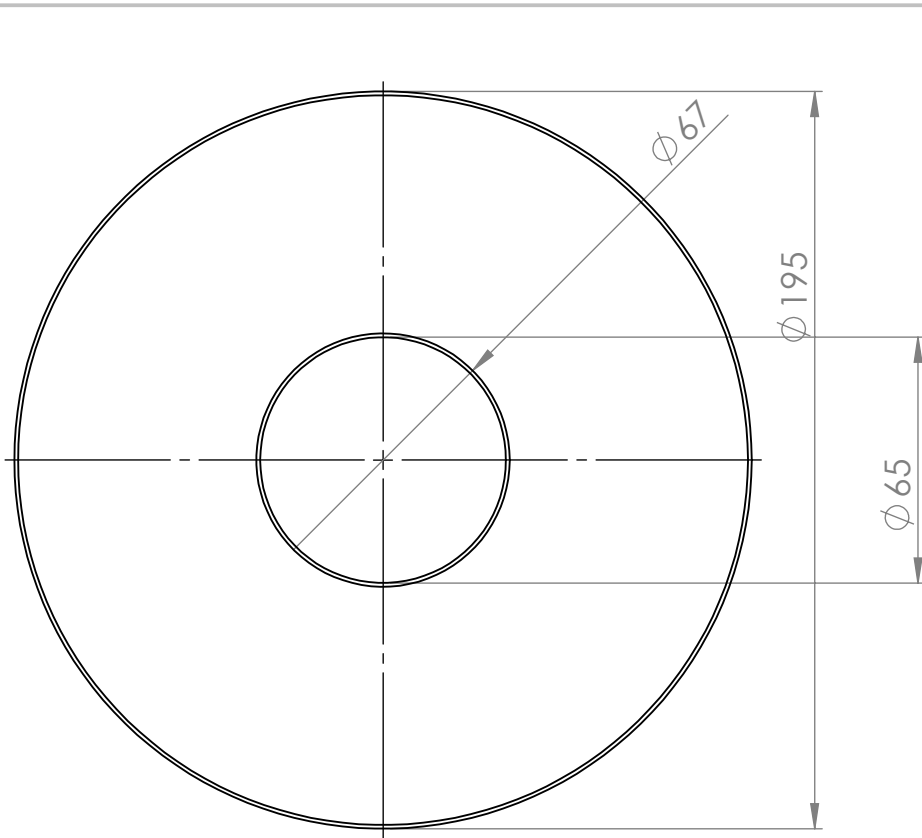
Echelle:1/10	ASSEMBLAGE	ARIF idir
		BOUZRARA.M
A3	UMMTO	2020



ra 3.6

tolérances générales =  $\pm 0.3$

Echelle 1:10	AXE	ARIF. IDIR BOUZRARA.M
A3	UMM-TO	2020



SAUF INDICATION CONTRAIRE:  
LES COTES SONT EN MILLIMETRES  
ETAT DE SURFACE:  
TOLERANCES:  
LINEAIRES:  
ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES  
ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

	NOM	SIGNATURE	DATE		
AUTEUR					
VERIF.					
APPR.					
FAB.					
QUAL.				MATERIAU:	
				MASSE:	

TITRE:

Mise en plan de la rendalle

NO. DE PLAN

ECHELLE:1:2

FEUILLE 1 SUR 1