

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la recherche scientifique

UNIVERSITE Abderrahmane MIRA BEJAIA
Faculté de Technologie
Département de Génie Mécanique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Fabrication mécanique et productique

Par :

BOUBEKRI Samira

BEKHOUCHE Imene

Thème

Etude de conception et fabrication d'un convoyeur à vis.

Soutenu le 30/06/2024 devant le jury composé de :

Mr. IDIR Abdelhek

Président

Mr. OURARI Kamel

Examineur

Mr. HADJOU Madjid

Encadreur

Année Universitaire 2023-2024

Remerciements

Nous remercions dieu de nous avoir donné la santé et la volonté de continuer nos études et d'atteindre ce stade.

Nous exprimons notre profonde reconnaissance à notre encadreur, Mr HADJOU Madjid, d'avoir accepté de diriger ce travail.

Il a eu confiance en nous et son encadrement nous a permis d'exploiter nos connaissances théoriques et de nous faire découvrir des méthodes de travail.

Dédicaces

Je dédie mon travail

A mes chers parents pour leur soutien, leur patience leur
encouragement durant mon parcours scolaire ;

A mes sœurs et mon frère, à toute ma famille et belle famille ;

A tous mes amis ;

A mon mari, qui m'encourage à chaque étape de ma vie.

BEKHOUCHE Imene

Dédicaces

Je dédie ce travail

À ma très chère mère qui a été toujours à mes côtés ;

A mon Père qui m'a toujours guidé et soutenu ;

A mes frères et mes belles sœurs pour leur soutien moral ;

A tous mes ami(e)s avec lesquels j'ai partagé les meilleurs

Moments de ma vie

A mes grands-parents, mes oncles et mes cousins ;

A toute la famille BOUBEKRI, HAMMA ;

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

BOUBEKRI Samira

Sommaire

Introduction générale	11
Chapitre I : Généralités sur les convoyeurs	1
I.1 Introduction :	1
I.2 Définition d'un convoyeur :	1
I.3 Le rôle d'un convoyeur :	1
I.4 Type de convoyeurs à vis :	1
I.4.1 Convoyeur horizontal :	2
I.4.2 Convoyeur incliné :	2
I.4.3 Convoyeur à vis vertical :	3
I.4.4 Convoyeur d'Archimède tubulaire :	3
I.4.5 Le convoyeur à vis sans arbre :	4
I.4.6 Mélangeur a vis :	4
I.5 Composant d'un convoyeur à vis :	5
I.6 Les vis de convoyeurs :	6
I.7 Matériaux de l'auge :	8
I.7.1 Les types des auges de convoyeur :	9
I.8 Paliers :	11
I.9 Conclusion :	11
Chapitre II : Dimensionnement d'un convoyeur à vis	13
II.1 Introduction :	13
II.2 Le convoyeur à vis en auge :	14
II.3 Problématique des paliers intermédiaires de la vis :	14
II.4 Description de l'installation actuelle de la vis :	15
II.4.1 Dimension et schéma :	15
II.4.2 Spécifications techniques de l'installation :	16
II.4.3 Matériaux de convoyeur à vis :	17
II.4.4 Géométrie de la vis :	17

II.5	Calcul des hélices :	18
II.5.1	L'angle d'inclinaison du filet :	18
II.5.2	Profondeur et largeur du chenal :	19
II.5.3	Longueur des spires (hélice) :	20
II.5.4	Calcul de débit Q (m³/h) :	20
II.6	Calcul des puissances :	22
II.6.1	Calcul de la force axiale F agissant sur la vis :	22
II.6.2	Calcul du couple M₀ sur l'arbre :	23
II.6.3	Calcul de la puissance P sur l'arbre de la vis :	23
II.6.4	Calcul de la puissance P_n de propulsion à vide de la vis :	24
II.6.5	Calcul de puissance P_s du moteur :	24
II.6.6	Couple nominal du moteur :	24
II.7	Calcul de résistance de l'arbre de la vis :	26
II.7.1	Calcul de l'arbre à la torsion :	27
II.7.2	Calcul l'épaisseur de tube :	28
II.7.3	Calcul de l'angle de torsion :	29
II.7.4	Calcul de la contrainte de torsion dans l'arbre :	29
II.7.5	Calcul de la flèche et des rotations :	30
II.7.6	Calcul du poids propre Q_V de l'arbre de la vis :	31
II.7.7	Calcul de l'arbre à la flexion :	32
II.7.8	Calcul de la contrainte de traction sur l'arbre de la vis :	34
II.7.9	Calcul de la contrainte équivalente en torsion +flexion +traction :	34
II.8	Conclusion :	35
Chapitre III : Simulation par SolidWorks		37
III.1	Introduction :	37
III.2	Généralités :	37
III.2.1	Définition de la simulation numérique :	37
III.2.2	Objectifs de la simulation :	37

III.2.2.1	Visualisation et quantification des déformations :	37
III.2.2.2	Mesure des grandeurs mécaniques associées à des déformations :	37
III.2.2.3	Évolution des géométries au cours des déformations :	38
III.2.3	Les différents logiciels CAO utilisés pour la simulation :	38
III.2.4	Choix du logiciel :	38
III.3	Simulation sur les éléments du transporteur à vis :	39
III.3.1	Simulation sur la vis	39
III.3.1.1	Application de la flexion :	39
III.3.1.2	Application de la traction :	42
III.3.1.3	Application de la torsion :	45
III.3.1.4	Application de la flexion, traction et de la torsion :	47
III.4	Conclusion :	50
Chapitre IV	: gamme d'usinage	52
IV.1	Introduction	52
IV.2	Définition	52
IV.3	Rédaction de la feuille :	52
IV.3.1	Numéro de gamme :	52
IV.3.2	Identification de la pièce :	52
IV.3.3	Dessin de la pièce :	53
IV.3.4	Spécification des phases :	53
IV.4	Gammes d'usinage des éléments de la vis convoyeur :	54
IV.4.1	Gammes d'usinage des Hélices	54
VI.4.2	Gammes d'usinage de Tube :	55
VI.4.3	Gammes d'usinage de la vis :	56
Conclusion générale	57
Bibliographie	58
Annexe	59
Annexe 01	:	59

Annexe 02 :	60
Mise en plan	61

Liste des figure

Figure I -1 : Convoyeur a vis horizontale [3].....	2
Figure I- 2 : Convoyeur a vis incline [3].....	2
Figure I -3 : Convoyeur a vis vertical [3].....	3
Figure I -4 : Convoyeur d'Archimède tubulaire [5]	3
Figure I -5 : Le convoyeur a vis sans âme [6].....	4
Figure I -6 : Mélangeurs a vis	4
Figure I -7 : Composants des convoyeurs a vis	5
Figure I -8 : Un palier standard [7]	11
Figure II-1 : Convoyeur a vis en places avec son palier intermédiaire [10]	13
Figure II-2 : Injection de la graisse dans les paliers.....	14
Figure II-3 : Dessin de Convoyeur à vis Ø 1000 x 12000 mm [10].	15
Figure II- 4 : La vis installée à l'unité conditionnement	16
Figure II-5 : Géométrie de la vis avec âme	17
Figure II-6 : Schéma de démonstration de l'angle du filet	18
Figure II-7 : la plaque signalétique du moteur	25
Figure II-8 : La plaque signalétique du réducteur	25
figure II-9 : Contrainte torsion	29
Figure II-10 : Flèche et rotation	30
Figure II-11 : Contrainte de flexion	33
Figure II-12 : Contrainte de traction	34
Figure III-1 : La charge et les déplacements imposés sur la vis	39
Figure III-2 : Distributions des contraintes Von mises sur la vis.....	40
Figure III-3 : Les déformations sur la vis	41
Figure III-4 : Les déplacements sur la vis.....	41
Figure III-5 : coefficient de sécurité	42
Figure III-6 : Chargement applique a la vis	42
Figure III-7 : Distribution des contraintes Von mises sur la vis due à la traction	43
Figure III-8 : Les déformations sur la vis	43
Figure III-9 : Les déplacements sur la vis.....	44

Figure III-10 : Coefficient de sécurité de la traction.....	44
Figure III-11 : Déplacements et chargement imposes sur la vis	45
Figure III-12 : Distribution des contrainte Von Mises due a la torsion	45
Figure III-13 : Les déformations sur la vis	46
Figure III-14 : Les déplacements sur la vis	46
Figure III-15 : Coefficient de sécurité.....	47
Figure III-16 : La charge et les déplacements imposes totale sur la vis	47
Figure III-17 : Distributions des contraintes Von Mises sur la vis	48
Figure III-18 : Les déformations sur la vis	48
Figure III-19 : Les déplacements sur la vis	49
Figure III- 20 : Coefficient de sécurité totale.....	49

Liste des tableau

Tableau I-1 : Type des hélices de convoyeurs a vis [8].....	6
Tableau I-2 : Types des auges.....	9
Tableau II-1 : spécifications techniques du convoyeur à vis	16
Tableau II- 2 : La composition chimique d'inox 304L [11]	17
Tableau II -3 : Les propriétés mécaniques d'inox 304L [11]	17
Tableau III-1 : Propriétés mécaniques du matériau	39

Introduction générale

La conception est un domaine vaste puisqu'il dépend de l'activité dans laquelle on travaille et du domaine d'application et du projet à étudier dans le but de réaliser un dossier de définitions qui définit complètement le produit à partir de l'expression d'un besoin exprimé par un client.

On s'intéresse ici à la conception des systèmes mécaniques, une telle activité nécessite à la fois des connaissances techniques et des qualités personnelles. L'apparition de la CAO permet aujourd'hui au concepteur de lui donner la possibilité de dimensionner sa conception avec un niveau de précision suffisant.

La CAO (Conception Assistée par Ordinateur) est un outil informatique qui a fait évoluer le métier de concepteur en simplifiant les tâches de représentation graphique et il permet au concepteur de se concentrer sur l'étude et concrétiser celle-ci rapidement et précisément.

Pour mener à bien son étude, le concepteur, quel que soit le produit à concevoir et l'environnement dans lequel il se trouve, doit passer par deux grandes étapes [1] :

- ❖ L'étude de faisabilité : c'est le cœur de la conception et la partie la plus délicate, étant donné que les projets ne se ressemblent pas et que cette activité relève à la fois des connaissances techniques du concepteur, mais aussi de ses qualités créatives. La difficulté essentielle est qu'il est impossible de prévoir qu'on aura les bonnes idées au moment où on en aura besoin.
- ❖ La concrétisation de l'avant-projet : c'est à partir de ces documents que l'étude détaillée du produit peut être engagée ainsi que des notices de calcul.

➤ Présentation de notre projet de fin d'études :

En 2013, une entreprise persienne a créé un convoyeur à vis avec des paliers intermédiaires pour alimenter les trémies de conditionnement en sucre blanc. Actuellement, les paliers intermédiaires laissent échapper la graisse et contaminent le produit, ce qui entraîne des non-conformités et des retours du produit par les clients, ce qui entraîne de nombreuses pertes en production et en argent.

Notre travail de stage consiste donc à aider le bureau des méthodes dans leurs études pour un nouveau dimensionnement de la vis sans paliers intermédiaire avec un choix de matériaux appropriés. Cette étude est basée sur l'étude statique et la simulation à l'aide du logiciel SolidWorks, ce qui nous permet de faire un contrôle de conception de transporteur à vis.

Quatre chapitres composent notre PFE :

Le premier chapitre traite des généralités des divers types de transporteurs à vis.

Le second chapitre traite de la conception et de la fabrication du modèle de transporteur vis choisi.

Le troisième chapitre se concentre sur la simulation numérique avec SolidWorks pour valider les résultats de calcul et de dimensionnement.

Le quatrième chapitre traite des gammes d'usinage d'un transporteur à vis.

Chapitre I

Généralités sur les convoyeurs

Chapitre I : Généralités sur les convoyeurs

I.1 Introduction :

La conception originale du convoyeur à vis remonte à plus de deux mille ans [2], ce qui en fait l'une des méthodes de transport de matériaux les plus anciennes connues de l'humanité. Depuis qu'il y a environ un siècle, le convoyeur à vis a été largement utilisé pour le transport de céréales, de charbon fin et d'autres matériaux en vrac, Il occupe une position exceptionnelle dans un secteur en plein essor du traitement des matériaux. De nos jours, l'évolution technologique a rendu le convoyeur à vis l'une des techniques les plus performantes et les plus économiques pour le transport de matériaux en vrac.

I.2 Définition d'un convoyeur :

Le convoyeur est une machine utilisée pour transporter des produits dans des buts et des conditions diverses. Avec ses différentes caractéristiques, il offre un transport stable et sécurisé. En raison de ses capacités d'adaptation exceptionnelles et de ses nombreuses variantes, il s'inscrit parfaitement dans la chaîne de production continue.

I.3 Le rôle d'un convoyeur :

Comme son nom le suggère, le convoyeur est utilisé pour le transport des charges, qu'elles soient légères ou lourdes, en vrac ou conditionnées, afin de les traiter ultérieurement. Il transporte les produits tout au long de leur processus de réception jusqu'à leur déversement. En s'intégrant parfaitement à la chaîne de production continue, il permet d'améliorer l'efficacité et la productivité en réduisant la dispersion des matières, ce qui facilite le transport, le stockage dynamique de matières fines et la préparation des commandes.

I.4 Type de convoyeurs à vis :

Il existe plusieurs types de convoyeurs utilisés dans différents domaines. Nous mettons la référence entre les convoyeurs vis-à-vis selon les types des hélices et leur position. Les types de convoyeur à vis comme suit :

I.4.1 Convoyeur horizontal :

Les convoyeurs à vis horizontaux (figure I-1) sont les modèles les plus couramment employés. Utilisés pour déplacer des matériaux en vrac d'une étape d'un processus à une autre. Les convoyeurs à vis sont généralement utilisés pour transporter des matériaux en vrac à 15 ,30 ou 45 % d'auge. En règle générale, un chargement en auge de 45 % peut être utilisé pour les matériaux en vrac légers, fluides et non abrasif.

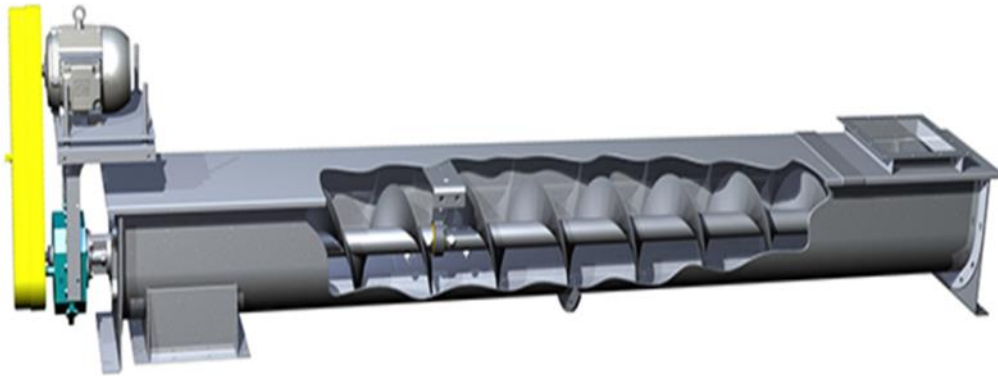


Figure I-1 : Convoyeur a vis horizontale [3]

I.4.2 Convoyeur incliné :

Les convoyeurs à vis inclinés ont le même fonctionnement que la plupart des vis sans fin, mais sont utilisés avec une inclinaison comprise entre 0 et 45 degrés (Figure I-2). par rapport à l'horizontale, leur fonctionnement est très différent, car chaque degré d'inclinaison réduit l'efficacité du convoyeur et la quantité de matériau qui le traverse



Figure I-59 : Convoyeur a vis incline [3]

I.4.3 Convoyeur à vis vertical :

Les convoyeurs verticaux (figure I-3) sont une méthode très efficace pour élever une variété de matériaux en vrac à des vitesses très élevées. Pour être un convoyeur à vis vertical, il faut que la pente soit supérieure à 45 degrés. La méthode d'alimentation de ces convoyeurs dépend fortement du produit transporté. Les applications les plus courantes des convoyeurs à vis verticaux sont les installations de traitement des eaux usées, la production de bois, les industries chimiques et alimentaires, ainsi que les opérations minières.



Figure I-3 : Convoyeur a vis vertical [3]

I.4.4 Convoyeur d'Archimède tubulaire :

Les convoyeurs à vis tubulaires sont spécialement conçus pour le transport et la mesure de produits en vrac secs et non volatiles. La vis d'Archimède se présente sous la forme d'un tube fermé où tourne une vis sans fin (figure I-4). En raison de leur excellente étanchéité, ils réduisent les émissions de poussières. Ces équipements sont moins complexes que les convoyeurs à vis en auge. Ils offrent une inclinaison accrue, ce qui entraîne une réduction de l'encombrement pour un même débit [4].



Figure I-4 : Convoyeur d'Archimède tubulaire [5]

I.4.5 Le convoyeur à vis sans arbre :

Le transporteur à vis sans arbres (figure I-5) permet une capacité plus grande et la possibilité de transporter des matériaux particulièrement difficiles. Ils ont été conçus pour le transport de matériaux difficiles et hétérogènes : le solide talque, les déchets de boîte et des métaux à semi-liquide et collants. Ils offrent une performance supérieure à celle des autres convoyeurs.



Figure I-5 : Le convoyeur a vis sans arbre [6]

I.4.6 Mélangeur a 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 $100 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$) 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.

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.

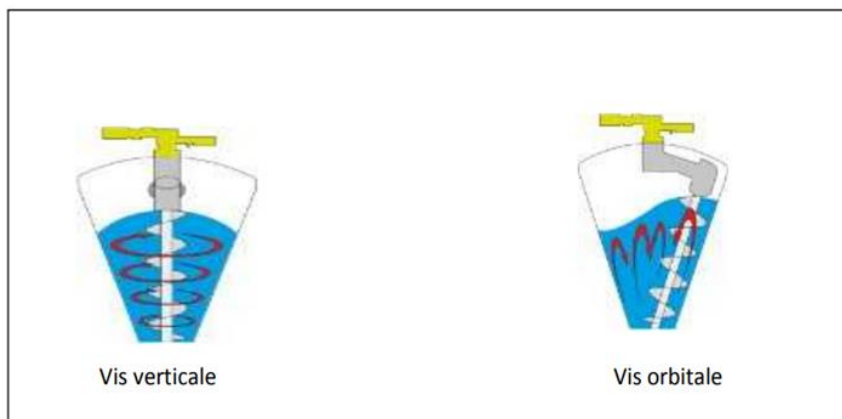


Figure I-6: Mélangeurs a vis

I.5 Composant d'un convoyeur à vis :

Le convoyeur à vis, composé de plusieurs pièces, est dans la figure I-7.

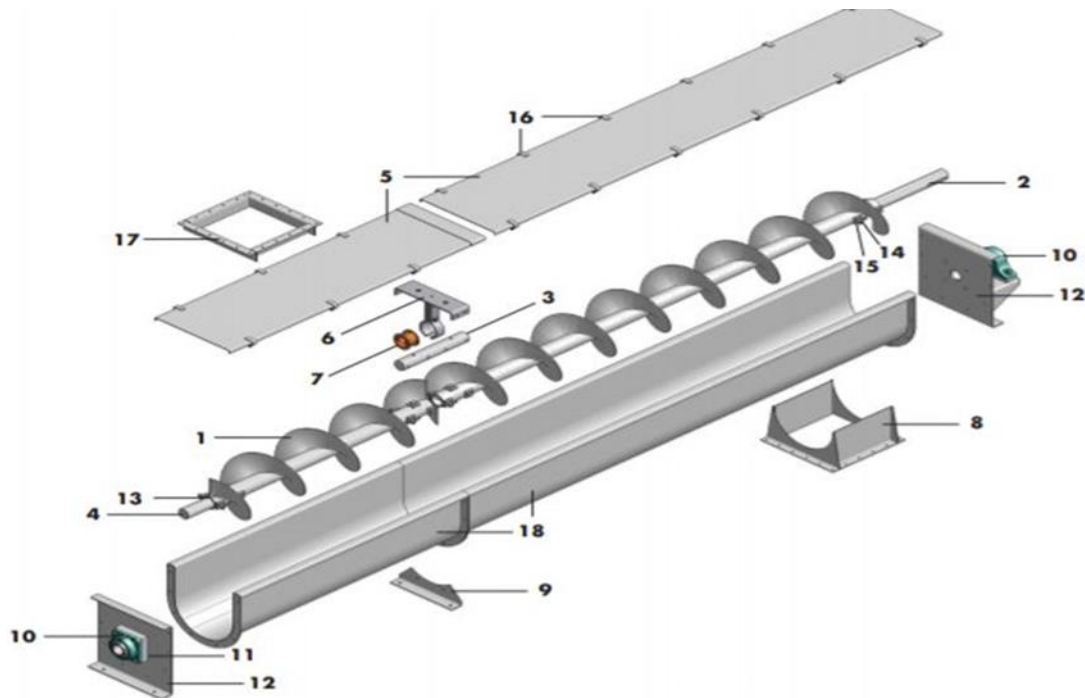



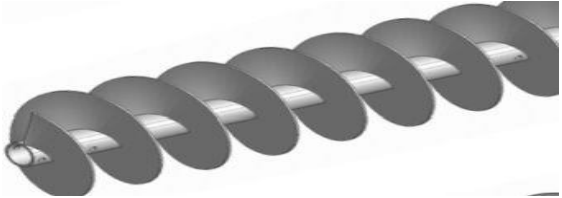
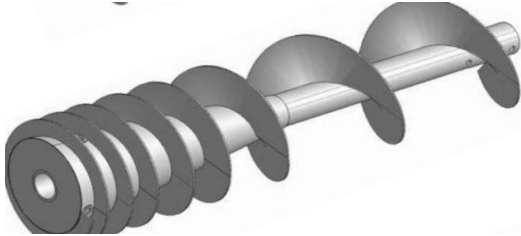
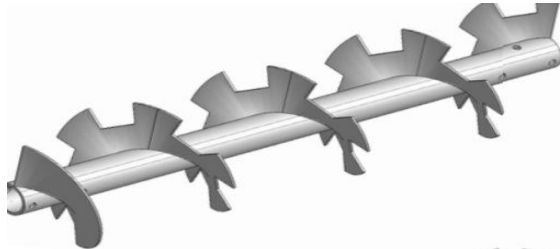
Figure I-7 : Composants des convoyeurs a vis

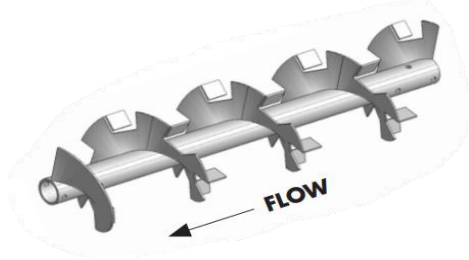
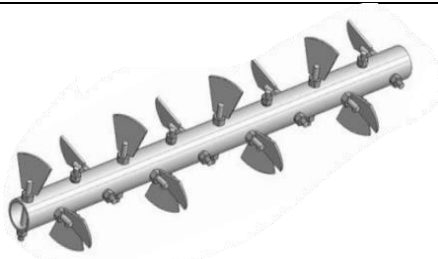
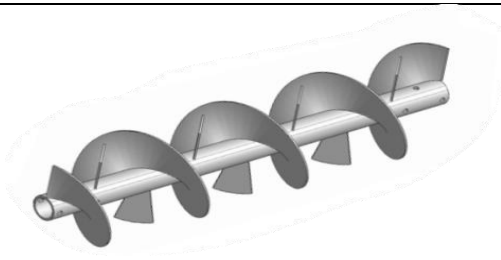

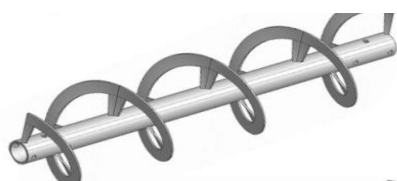
1	Vis	10	Roulements d'extrémité
2	Arbre d'entraînement	11	Joint d'arbre
3	Arbre d'accouplement	12	Colliers /bagues internes
4	Arbre d'extrémité	13	Colliers
5	Couvertures	14	Boulons d'accouplement
6	Cintre	15	Patins de boulons
7	Roulement de suspension	16	Couvercle
8	Décharge	17	Entrée
9	Pied à bride	18	Creux


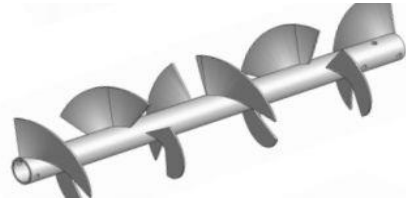
I.6 Les vis de convoyeurs :

Il existe plusieurs types d'hélices de convoyeur chaque, types est utilisé pour quelque chose de spécial comme explique dans le tableau suivant :

Tableau I-1 : Type des hélices de convoyeurs a vis [8]

Hélice standard à un seul vol	
<p>Le pas est équivalent au diamètre de la vis. Utilise pour transmettre une grande variété du produit.</p>	
Hélice à pas court	
<p>Utilisé dans l'application alimentée en pente ou par trémie où le pas est inférieur au diamètre de vis. Et utilisé comme recommandé pour le convoyeur incliné de plus de 20 degrés.</p>	
Hélice à vis coniques	
<p>Le pas variable. Utilisée pour fournir un meilleur débit massique et pour la conjonction avec demi pas pour créer une plus grande flexibilité dans la conception des convoyeurs.</p>	
Hélice à Vol coupé	
<p>Utilisé pour le transport de matériaux légers finis, granulaires ou feuillets et pour mélanger le matériau pendant le transport.</p>	

Hélice à vol coupé et plié	
<p>Utilisé pour créer un mouvement de levage avec le matériau qui favorise l'agitation et l'aération lors de mélange.</p>	
Hélice à pas standard avec palettes	
<p>Utilisée pour remuer le matériau, les palettes peuvent être fixes ou à pas réglables. Les palettes sont généralement soudées.</p>	
Hélice à vis sectionnelle avec palettes	
<p>Utilisée pour mélanger le matériau pendant le transport, les palettes peuvent être fixes, soudées en place ou à pas réglable, montées par boulon.</p>	
Hélice à presse	
<p>Généralement entourée d'écrans et utilisée pour presser l'humidité de divers produits.</p>	
Hélice à ruban	
<p>Utilisé pour transporter des substances collantes gommeuses ou visqueuses.</p>	

Hélice sans arbre	
Utilisée pour le transport de vis collantes, gommeuses ou visqueuses : substance où le matériau a tendance à adhérer aux pastilles du tuyau à vis.	
Hélice Vis à vol interrompu	
Utilisé pour transporter les particules collantes et gemmeuse ou des substances visqueuses. Ou le matériau a tendance à adhérer aux pastilles du tuyau.	

I.7 Matériaux de l'auge :

Le type de matériau utilisé pour produire l'auge varie en fonction de l'application, du type de convoyeur à vis et de la résistance à la corrosion ou à l'abrasion que l'auge peut avoir à supporter :

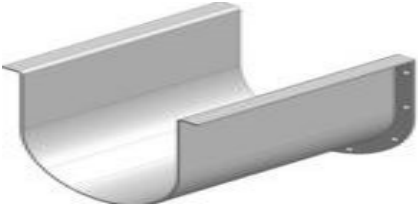



- **Acier doux** : L'acier doux est le type de matériau le plus couramment utilisé pour produire des goulottes de convoyeur à vis et convient à toutes les applications de transport.
- **Nuances d'acier inoxydable 304 et 316** : les convoyeurs en acier inoxydable sont utilisés en raison de la résistance de l'acier inoxydable à la corrosion, à l'abrasion et aux chocs élevés en raison de son écrouissage.

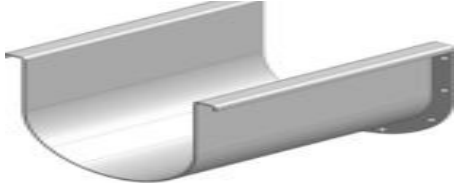
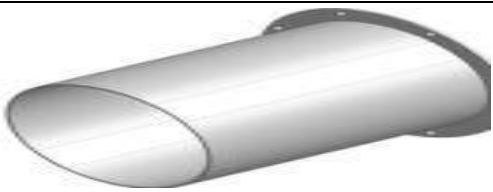

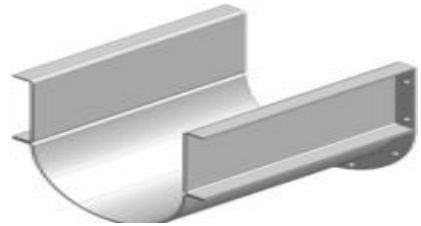
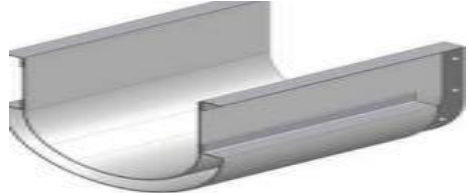
Nuances d'acier résistant à l'abrasion AR235 ou AR400 : Les goulottes de convoyeur à vis en acier résistant à l'abrasion sont utilisées pour les matériaux abrasifs, car elles sont deux à quatre fois plus dures que l'acier doux [8].

I.7.1 Les types des auges de convoyeur :

Il existe plusieurs types d'auges convoyeur ; chaque type est utilisé pour quelque chose de spécial, comme l'explique le tableau suivant [8] :

Tableau I-2 : Types des auges

De forme U	
<p>Les brides supérieures sont formées à partir de la même tôle que le reste des creux. Facile à sceller, cette construction monobloc est en fait la plus économique et largement utilisée.</p>	
Tubulaire à bride formée	
<p>Utilisée pour minimiser le matériau rempli dans l'application inclinée. Les brides permettent également de démonter l'auge pour le nettoyage et l'entretien.</p>	
Auge évasée	
<p>Utilisée pour les matériaux qui ont tendance à dépasser la vis, fabriquée avec une enveloppe extérieure soudée hermétiquement à l'auge.</p>	
Rectangulaire	
<p>Utilisée dans l'application de transport de matériaux abrasifs en vrac.</p>	

U à double bride formée	
<p>Similaire à la bride formée, sauf sur le côté, la bride a une courbure verticale supplémentaire pour plus de résistance et de rigidité. Type courant pour tailles petites à moyennes</p>	
Tubulaire à tube solide	
<p>Utilisée pour minimiser le repli du matériau dans l'application inclinée. Plus économique que le tub à bride formée, mais nécessite le retrait de la vis.</p>	
U à bride d'angle	
<p>Utilisent des épaisseurs de métal plus finies et sont généralement utilisées dans les applications légères. Fabriquée avec des brides supérieures d'angle structurel</p>	
Canal formé	
<p>Utilisé au haut de l'auge pour plus de solidité, là où la distance entre les supports est plus longue que la norme. Permet également de retirer le fond de l'auge pour le nettoyer ou de le remplacer s'il est usé par un matériau abrasif.</p>	
Auge à gaine	
<p>Des chemises peuvent être ajoutées à n'importe quel style d'auge pour fournir un chauffage ou un refroidissement pendant le transport à l'aide d'eau chaude ou froide ou de vapeur à basse pression dans la zone chemisée.</p>	

I.8 Paliers :

Les paliers sont des organes utilisés en construction mécanique pour supporter et guider, en rotation, des arbres de transmission. Les paliers sont réalisés en fonction du type de roulement employé : à billes, à rouleaux ou à aiguilles.

Le montage des roulements dans les paliers demandait une précision d'alésage qui a fortement été diminuée par l'adoption des colles de scellement. Cette colle, après positionnement correct de l'arbre, maintient solidement (dans le sens radial) le roulement dans son logement. Le maintien des roulements dans le sens axial peut être assuré par des collerettes vissées ou des anneaux élastiques. Tous ces montages dépendent de l'utilisation, des efforts et du coût de revient



Figure I -8: Un palier standard [7]

I.9 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons parlé sur les types de convoyeur à vis, les types d'hélice et les aubes les composant de convoyeur à vis

Chapitre II
Dimensionnement d'un convoyeur
à vis

Chapitre II : Dimensionnement d'un convoyeur à vis

II.1 Introduction :

Dans la production agroalimentaire, les ingénieurs sont appelés à veiller au bon fonctionnement des machines pour assurer et satisfaire les commandes en qualité et en quantité, en proposant des solutions adéquates aux problèmes auxquels ils sont souvent confrontés parmi ces problèmes. Celui sur des paliers du convoyeur est l'objectif de notre travail, le thème de mon rapport de stage. Un convoyeur à vis en auge est installé au niveau de l'unité conditionnement sucre CEVITAL pour assurer le transport du sucre blanc du grand silo vers les trois trémies de stockage pour qu'il soit ensuite conditionné dans des sacs de 25 et 50 kg. La vis installée est supportée par quatre paliers, deux aux extrémités et deux autres intermédiaires, ils sont conçus pour guider et supporter la vis en rotation. La tâche principale en étant stagiaire est d'accompagner le bureau des méthodes dans le choix de matériaux et les dimensions de la nouvelle vis.

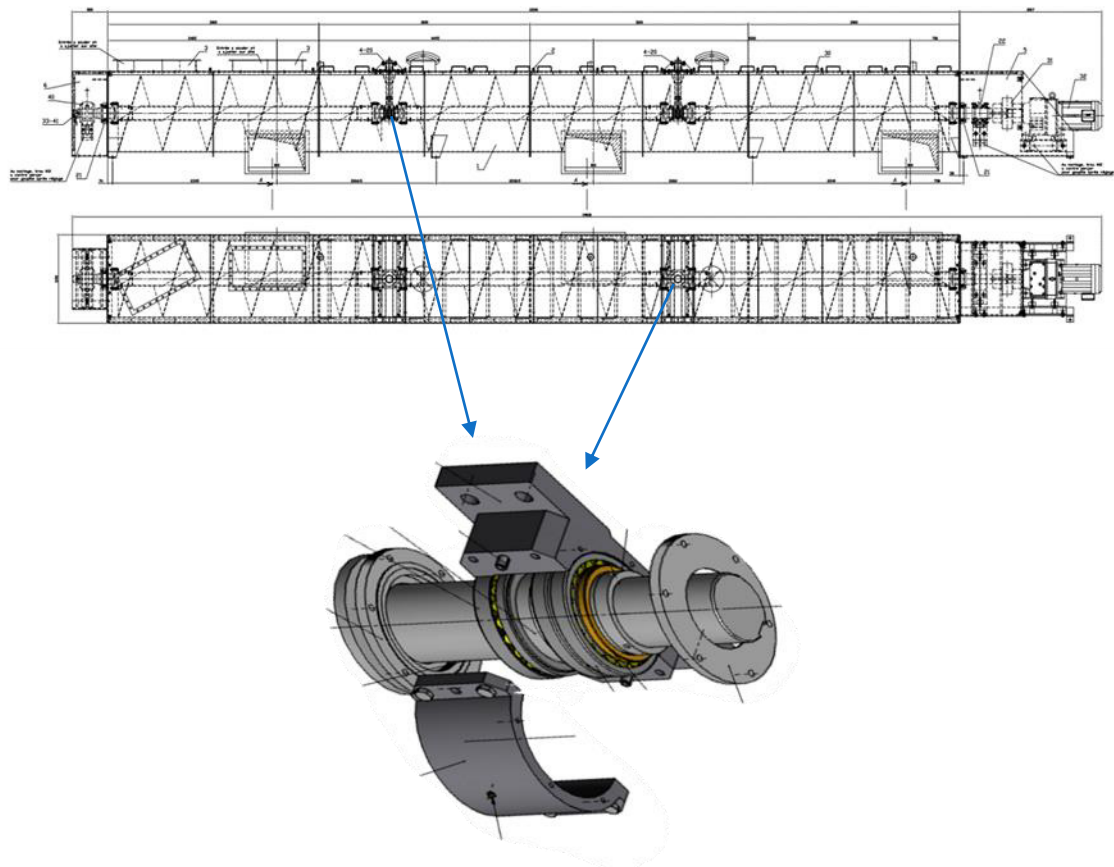


Figure II-1 : Convoyeur à vis en place avec son palier intermédiaire [10]

II.2 Le convoyeur à vis en auge :

Le type de convoyeur installé à l'unité conditionnement sucre à CEVITAL pour alimenter les trémies en sucre blanc est bien un convoyeur à vis en auge, il a été conçu par la société française « BOUBIELA MORET » en 2013. Le convoyeur à vis en auge est spécialement adapté au transport des produits en vrac secs, pulvérulents ou colmatant. Il se destine donc particulièrement aux industries ayant des impératifs de production élevés et où il est important de maintenir un fonctionnement continu de l'installation. Le couvercle (l'auge) démontable de ce type de convoyeur permet une grande accessibilité à ses organes internes (hélices, palier intermédiaire). Il permet également de changer de rotor par le dessus et non en ses extrémités, réduisant ainsi l'implantation et facilitant la maintenance. La figure ci-dessous montre le convoyeur à vis en auge et ses différents composants.

II.3 Problématique des paliers intermédiaires de la vis :

Les paliers intermédiaires sont graissés quotidiennement pour réduire les frottements ainsi que la chaleur dans un milieu explosif. Malheureusement, cette graisse, une fois dégradée, s'échappe au milieu extérieur et contamine le sucre par des points noirs, ce qui engendre des non-conformités et des retours clients. Une perte importante chiffrée à plus d'un million d'euros par an en plus des pertes de temps et de production.

La solution proposée par le bureau des méthodes CEVITAL en collaboration avec l'usine BOUBIELA MORET située en France est de dimensionner une nouvelle vis sans paliers intermédiaires.



Figure II-2 : Injection de la graisse dans les paliers intermédiaire via une pompe à graisse Automatique

II.4 Description de l'installation actuelle de la vis :

II.4.1 Dimension et schéma :

C'est un appareil qui transporte du produit en position horizontale ou inclinée, d'un point « entrée » à un autre point « sortie », L'appareil se compose d'une enveloppe extérieure (auge) qui reçoit le produit, à l'intérieur se trouve le rotor qui, par action combinée (rotation/pesanteur) fait avancer le produit.

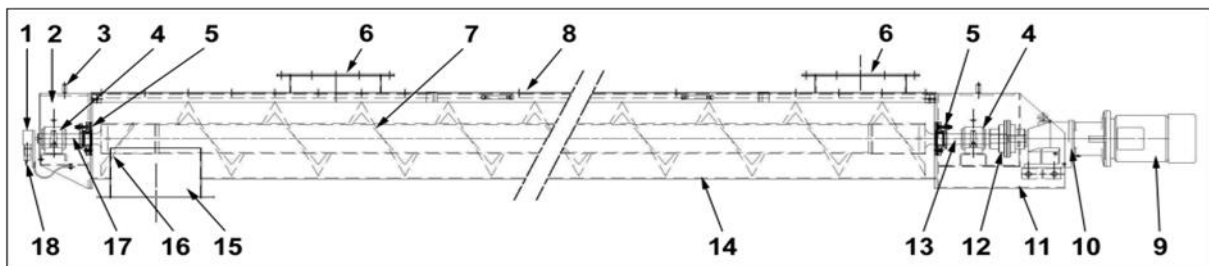


Figure II-3 : Dessin de Convoyeur à vis Ø 1000 x 12000 mm [10].

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 1 : Support contrôleur de rotation | 10 : Réducteur |
| 2 : About simple | 11 : About de commande |
| 3 : Poignée sur couvercle | 12 : Accouplement élastique |
| 4 : Palier | 13 : Tourillon de Commande |
| 5 : Presse-étoupe | 14 : Auge |
| 6 : Entrée produit | 15 : Sortie produit |
| 7 : Rotor | 16 : Contre spire |
| 8 : Couvercle | 17 : Tourillon simple |
| 9 : Moteur | 18 : Contrôleur de rotation |



Figure II-4 : La vis installée à l'unité conditionnement

II.4.2 Spécifications techniques de l'installation :

Le groupe de commande peut être principalement constitué comme suit :

- Une commande directe par (moto) réducteur à arbre creux
- Une commande par accouplement avec motoréducteur
- Une commande par accouplement et moto-variateur.

Tableau II-1 : spécifications techniques du convoyeur à vis de l'unité conditionnement

Position	Horizontale
Débit T/h	300 T/h
Débit m^3/h	$353 m^3/h$
Produit	Sucre blanc sec
Densité	0,85
- Humidité – température	- Sec – Ambiante
Vitesse de rotation de la vis	42 tr/min
Vitesse de rotation moteur	1480 tr/min
Auge : type - mat – épaisseur	En U – inox 304L – ép. 6 mm
Étanchéité sur arbre	Presses étoupes inox 304L
Rotor Ø – pas – matière	Ø1000 mm – 630 pas à gauche – inox 304L ép. 8 mm
Diamètre - longueur de tube	508 mm -12000 mm
Paliers	Paliers à roulement SKF+ paliers intermédiaires avec supports intermédiaires

II.4.3 Matériaux de convoyeur à vis :

Nous avons utilisé l'inox 304 L pour éviter la rouille. Les caractéristiques de l'inox 304

Tableau II- 2 : La composition chimique d'inox 304L [11]

Composition Chimique	C %	Mn %	Si %	Ni %	P %	Cr %	S %	N %
	Max 0.03	Max 2	Max 1	8-10.5	Max 0,045	17.5-19.5	Max 0.015	Max 0.11

Tableau II -3 : Les propriétés mécaniques d'inox 304L [11]

Propriété Mécanique	
RM- résistance à la traction	450 à 700Mpa
Re- limite d'élasticité minimale	175 à 220Mpa
A – min allongement à la rupture	35 à 45 %
Masse volumique	7960 kg / m ³
Point de fusion	1370à 1400°C
Module d'élasticité transversale	731000 N/mm ²
Module d'élasticité longitudinal	1.93 · 10 ⁵ Mpa

II.4.4 Géométrie de la vis :

Les éléments géométriques essentiels de la vis d'Archimède sont indiqués sur la figure II-7 .

Les paramètres suffisants à définir cette géométrie sont :

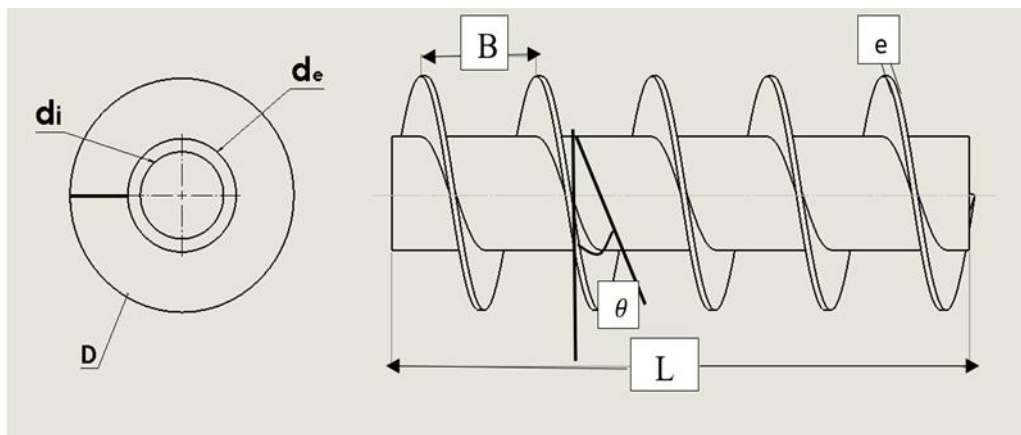


Figure II-5 : Géométrie de la vis avec âme

- Le diamètre de la vis : ($D = 1000 \text{ mm}$),
- Le diamètre extérieur de l'arbre : ($d_e = 508 \text{ mm}$),
- Le diamètre intérieur de l'arbre : d_i ,
- Le pas de la vis : ($B = 630 \text{ mm}$),
- L'épaisseur du filet : ($e = 8 \text{ mm}$),
- Longueur de la vis : ($L = 12000 \text{ mm}$),
- Angle d'inclinaison du filet : θ .

II.5 Calcule des hélices :

II.5.1 L'angle d'inclinaison du filet :

Le pas détermine l'angle θ que fait le filet avec un plan perpendiculaire à l'axe de la vis. En effet, cet angle θ varie avec la distance à l'axe de la vis, mais si la profondeur du chenal est faible par rapport au diamètre de la vis (ce qui est généralement le cas), on se contente d'une valeur unique, prise au niveau du fourreau :

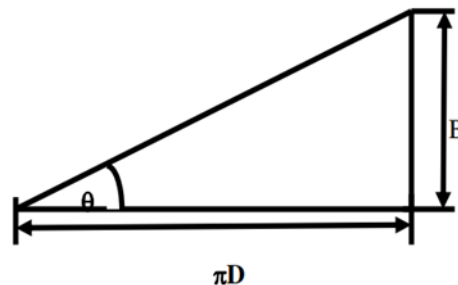


Figure II-6 : Schéma de démonstration de l'angle du filet

$$\tan \theta = \frac{B}{\pi D} \quad (II - 1)$$

$$\tan \theta = \frac{630}{\pi \times 1000}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{630}{\pi \times 1000}\right) = 11.34^\circ$$

B : Le pas de la vis (mm)

θ : Angle d'inclinaison du filet ($degré$)

D : Le diamètre de la vis (mm)

II.5.2 Profondeur et largeur du chenal :

Le diamètre de la vis (D) et le diamètre de l'arbre (d) permettent de calculer la profondeur du chenal.

$$H = \frac{D - d_e}{2} \quad (II - 2)$$

$$H = \frac{1000 - 508}{2} = 246 \text{ mm}$$

d_e : Le diamètre de l'arbre extérieur (mm)

D : Le diamètre de la vis (mm)

La largeur du chenal peut être décrite par :

$$w = B \times \cos(\theta) - e \quad (II - 3)$$

$$w = 630 \times \cos(11,34) - 8 \approx 609.7 \text{ mm}$$

B : Le pas de la vis (mm)

θ : Angle d'inclinaison du filet ($degré$)

e : L'épaisseur du filet (mm).

II.5.3 Longueur des spires (hélice) :

La longueur déroulée d'un tour d'hélice s'écrit :

$$z = \frac{\pi D}{\cos \theta} = \frac{B}{\sin \theta} \quad (II - 4)$$

$$z = \frac{\pi D}{\cos \theta} = \frac{\pi \times 1000}{\cos(11.34)} = 3204.15 \text{ mm}$$

$$z = \frac{B}{\sin \theta} = \frac{630}{\sin(11.34)} = 3203.97 \text{ mm}$$

$$z \approx 3204 \text{ mm}$$

θ : Angle d'inclinaison du filet (degré)

B : Le pas de la vis (mm)

D : Le diamètre de la vis (mm)

II.5.4 Calcul de débit Q (m^3/h) :

Le débit nominal à considérer est le débit rapporté à l'heure du volume maximal qui peut être atteint par un transporteur à vis [13].

Le débit volume Q est le produit de : la section utile du transporteur à vis, $A = \phi D^2 \frac{\pi}{4}$ en mètres carrés par la vitesse de transport, $V = \frac{BN_{vis}}{60}$ en mètres par seconde

$$Q = A \times V$$

D'où

$$Q = 60\phi\pi \frac{D^2}{4} BKN_{vis} \quad (II - 5)$$

V : vitesse d'avancement du produit(m/s)

B : Le pas de la vis ($B = 0.630$ m)

N_{vis} : vitesse de rotation de la vis ($N_{vis} = 42$ tr/min)

ϕ : Coefficient remplissage de l'auge

D : Le diamètre de la vis ($D = 1$ m)

Sélection du coefficient de remplissage de l'auge ϕ ,

Dans les cas suivants :

- Matériaux s'écoulant difficilement,
- Coefficient de remplissage trop élevé

On peut constater une différence importante entre les vitesses de transport effectives et théoriques introduites par l'équation :

$$V = \frac{BN_{vis}}{60} \quad (II - 6)$$

Le coefficient de remplissage optimal dépend des propriétés de frottement et d'adhérence du matériau transporté, du pas de la vis et de l'inclinaison de l'axe de la vis.

En général on utilise :

- 0.15 pour les matériaux en vrac lourds, fortement abrasifs, agressifs (cendre, gravier, minéral) ;
- 0.3 pour les matériaux en vrac les plus courants, moyennement abrasifs, d'un granulomètre allant des grains aux petits morceaux (sels, sable, sucre, charbon) ;
- 0.45 pour une vis sans paliers intermédiaires et pour des matériaux s'écoulant facilement, peu abrasifs (farine, céréales) ;

Ce débit peut s'écrire en fonction de la vitesse de translation du produit comme suit :

$$Q = 3600\phi\pi\frac{D^2}{4}KV \quad (II - 7)$$

D : Le diamètre de la vis (m)

K : rendement du débit transporté par la vis,

Pour la vis en position horizontale, soit $k = 1$,

V : vitesse d'avancement du produit (m/s).

A : Section utile du transporteur à vis (m²)

Avec :

$$V = \frac{BN_{vis}}{60}$$

$$V = \frac{BN_{vis}}{60} = \frac{42 \times 0.63}{60} \approx 0.44 \text{ m/s}$$

$$Q = 60\phi\pi \frac{D^2}{4} BKN$$

$$Q = 60 \times 0.3 \times \frac{\pi}{4} \times (1)^2 \times 0.63 \times 1 \times 42$$

$$Q \approx 374.06 \text{ m}^3/\text{h} \geq 353 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (Débit cevital)}$$

II.6 Calcul des puissances :

II.6.1 Calcul de la force axiale F agissant sur la vis :

Cette force exprime la résistance de la matière à l'avancement, elle est donnée par l'expression :

$$F = q \cdot (L \cdot \omega_0 + H_c) \cdot g \quad (II - 8)$$

Avec :

$$q = \frac{Q}{v} \quad (II - 9)$$

H_c : hauteur d'élévation du transporteur (m),

pour la vis en position horizontale on a : $H_c = 0$.

q : Masse linéaire de la matière transportée (Kg/m)

Q : Débit ($Q = 300 \text{ t/h}$)

v : vitesse d'avance (m/s)

L : Longueur de transport (m)

g : accélération de la pesanteur ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

ω_0 : Coefficient de résistance à l'avancement de la matière, fonction de la granulométrie, de la nature et de la forme du produit. Selon la norme ISO pour le sucre [13] , $\omega_0 = 3$

A.N :

$$q = \frac{300 \times 10^3}{3600 \times 0.44} \approx 189.4 \text{ kg/m}$$

$$F = 189.4(12 \times 3 + 0) \times 9.81 \approx 66888.5 \text{ N}$$

II.6.2 Calcul du couple M_0 sur l'arbre :

Il est donné par l'expression :

$$M_0 = F \cdot r \cdot \tan \theta \quad (II - 10)$$

$$r = \frac{D}{2} = \frac{1}{2}$$

$$M_0 = 66888.5 \times \frac{1}{2} \times \tan(11.34) \approx 6707 \text{ N.m}$$

D : Le diamètre de la vis (m)

F : La force axiale (N)

r : Rayon sur lequel agit F (m)

θ : Angle d'inclinaison du filet (degré)

II.6.3 Calcul de la puissance P sur l'arbre de la vis :

Elle est donnée par l'expression :

$$P = \frac{2\pi \cdot N_{vis} \cdot M_0}{1000 \times 60} \quad (II - 11)$$

$$P = \frac{2\pi \times 42 \times 6761}{1000 \times 60} \approx 29.5 \text{ kw}$$

M_0 : Couple sur l'arbre de la vis ($N.m$)

N_{vis} : vitesse de rotation de la vis (tr/mn)

II.6.4 Calcul de la puissance P_n de propulsion à vide de la vis :

La méthode ISO considère une partie supplémentaire de propulsion de la vis à vide, elle est proportionnelle au diamètre de la vis D et à la longueur L [13] :

$$P_n = \frac{D.L}{20} \quad (II - 12)$$

$$P_n = \frac{1 \times 12.096}{20} \approx 0.6 \text{ kw}$$

D : Le diamètre de la vis (m)

L : Longueur de transport (m)

II.6.5 Calcul de puissance P_s du moteur :

La puissance totale sur l'arbre de la vis est donc :

$$P' = P_n + P \quad (II - 13)$$

$$P' = 0.6 + 29.5 \approx 30.1 \text{ kw}$$

Si l'on considère le coefficient de rendement η du mécanisme propulseur de l'ordre de 0.9, la puissance du moteur P_{mot} est donnée par :

$$P_{mot} = \frac{P'}{\eta} \quad (II - 14)$$

$$P_{mot} = \frac{30.1}{0.93} \approx 32.4 \text{ kw}$$

II.6.6 Couple nominal du moteur :

Il est donné par :

$$M_t = \frac{P_{mot}}{W_{nom}} \quad (II - 15)$$

$$W_{nom} = \frac{2\pi N_{mot}}{60} = \frac{2\pi \times 1480}{60} \approx 154.99 \text{ rd/s}$$

$$M_t = \frac{32.4 \times 10^3}{154.99} \approx 209.04 \text{ N.m}$$

P_{mot} : Puissance transmise par un arbre du moteur ($N.m$)

N : vitesse de rotation pouvant être transmise par le moteur à la vis (tr/min)

W_{nom} : vitesse (rd/s)

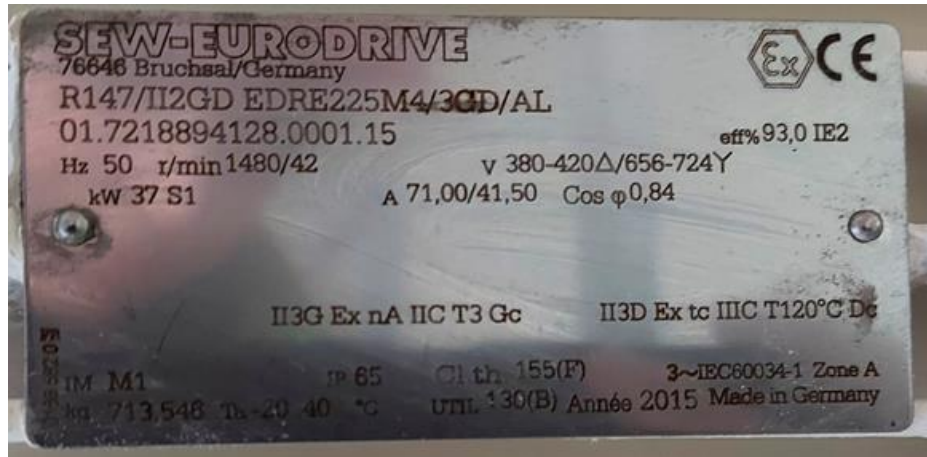


Figure II-7 : la plaque signalétique du moteur



Figure II-8 : La plaque signalétique du réducteur

La puissance calculée d'après les normes est de 32.4 kw donc le moteur installé actuellement à Cevital dont la puissance est de 37 kw est largement suffisant pour entrainer la vis de transport de sucre.

Pour le dimensionnement de la vis, on prend la puissance du motoréducteur installée actuellement qui est de 37 kw avec une vitesse d'entrée de 1480 *tr/min* et un couple de 240 N.m et une vitesse de sortie de 42 *tr/min* et un couple de 8510 N.m.

II.7 Calcul de résistance de l'arbre de la vis :

Nous ferons ces calculs pour la position la plus défavorable de fonctionnement de la vis, c'est-à-dire la position horizontale.

L'arbre de la vis doit être calculé comme une poutre chargée sur la distance L (distance entre les paliers intérieurs), poutre soumise à la torsion par le moment M_o , tractionnée ou comprimée par la force F et fléchi par le moment $F \cdot r$ sur la longueur L et par son poids propre.

Mais vu la faible valeur de M_o , nous ferons ces calculs de résistance avec le couple nominal du motoréducteur.

Couple nominal sur l'arbre de sortie du motoréducteur

$$M = M_t \times i_m \times \eta \quad (II - 16)$$

$$i_m = \frac{N_{MOT}}{N_{VIS}} = \frac{1480}{42} \approx 35.24$$

i_m : Rapport de réduction du réducteur,

M_t : Couple nominal du moteur ($M_t = 240 \text{ N.m}$),

η : Le coefficient de rendement du mécanisme propulsion de l'ordre de ($\eta = 0.93$).

$$M = 35.24 \times 240 \times 0.93 \approx 7865.568 \text{ N.m}$$

Ce couple est provoqué par une force F_{VIS} :

$$F_{VIS} = \frac{M}{r \tan \theta} \quad (II - 17)$$

M : Couple nominal sur l'arbre de sortie du motoréducteur (N.m)

θ : Angle d'inclinaison du filet (degré)

r : Rayon sur lequel agissent F (m)

$$F_{VIS} = \frac{7865.568}{\frac{1}{2} \times \tan(11.34)} = 78441.6 \text{ N}$$

II.7.1 Calcul de l'arbre à la torsion :

Pour qu'un cylindre sollicité à la torsion résiste en toute sécurité, il faut évidemment que la contrainte maximale τ_{max} soit inférieure ou égale à la résistance plastique au cisaillement Rpg , d'où la condition :

$$\tau_{max} = \frac{M_{tmax}}{\left(\frac{I}{\vartheta}\right)} \quad \text{et} \quad \tau_{max} \leq Rpg \quad (II - 18)$$

M_t : Moment de torsion en $N.m$

$\left(\frac{I}{\vartheta}\right)$: Module de torsion de la section considérée en m^2

d_e : diamètre extérieur de tube (m)

d_i : diamètre inférieur de tube (m)

I_p : Moment d'inertie polaire de la section droite en m^4

ϑ : la distance du point le plus éloigné de la fibre neutre (axe de rotation) en m Cette relation peut s'écrire :

$$M_{tmax} \leq Rpg \times \frac{I_p}{\vartheta} \quad (a)$$

Où : $\vartheta = \frac{d_e}{2}$

$$\frac{I_0}{\vartheta} \geq \frac{M_{tmax}}{Rpg} \quad (b)$$

La première de ces formes (a) est utilisée quand il s'agit de calculer la valeur maximale du moment de torsion qui peut être appliquée à un cylindre donné. La seconde (b) sert dans le cas où il faut déterminer le diamètre du cylindre en connaissant le moment de torsion et la résistance plastique au cisaillement. En particulier, pour un cylindre plein de diamètre d :

Pour un cylindre creux (couronne) :

$$I_0 = \frac{\pi(d_e^4 - d_i^4)}{32} \quad \text{et} \quad \frac{I_0}{\vartheta} = \frac{\pi(d_e^4 - d_i^4)}{16d_e}$$

L'arbre est court ou peu chargé : on le considère comme étant sollicité uniquement par la torsion. Son diamètre d doit alors satisfaire à la relation (b) :

$$\frac{\pi(d_e^4 - d_i^4)}{16d_e} \geq \frac{M_t}{Rpg}$$

La résistance R_{pg} est choisie en fonction des particularités de fonctionnement ; démarrage brusque au moment de la mise en marche, brusques variations des charges, changements de marche plus ou moins fréquentes. Le plus souvent, on adopte pour R_{pg} une valeur égale à la moitié de celle qui serait adoptée dans le cas d'un effort de cisaillement permanent et constant.

En construction mécanique, le coefficient de sécurité se trouve entre (2.5 à 3.5)

On prend 3.5

$$R_{pg} = \frac{Re_{min}}{2 \cdot S} = \frac{220}{2 \times 3.5} \approx 31.43 \text{ mpa}$$

$$\frac{\pi(d_e^4 - d_i^4)}{16d_e} \geq \frac{M_t}{R_{pg}}$$

$$d_i \leq \sqrt[4]{d_e^4 - \frac{M_t \times 16 \times d_e}{\pi \times R_{pg}}}$$

$$d_i \leq \sqrt[4]{(0.508)^4 - \frac{240 \times 16 \times (0.508)}{\pi \times 2.886 \times 10^5}}$$

$$d_i \leq 0.504 \text{ m}$$

Re_{min} : Limite minimale apparente d'élasticité

S : Coefficient de sécurité

II.7.2 Calcul l'épaisseur de tube :

$$d_e = d_i + 2 \times ep_{tube}$$

$$ep_{tube} = \frac{d_e - d_i}{2} = \frac{0.508 - 0.504}{2} = 0.002 \text{ m}$$

d_e : diamètre extérieur de tube (m)

d_i : diamètre inférieur de tube (m)

$$ep_{tube} \geq 2 \text{ mm}$$

A partir de catalogue on a pris la valeur moyen (tube inox 304 L, épaisseur = 12.70 mm)

(Voir annexe 1) $d_i = 482.6 \text{ mm}$

II.7.3 Calcul de l'angle de torsion :

Il est donné par la formule de déformation :

$$\theta = \frac{M_t}{G \cdot I_0} \cdot \frac{180}{\pi} \quad (II - 19)$$

θ : Angle de torsion unitaire en (*rad/mm*)

M_t : Moment de torsion en (*N. mm*)

G : Module d'élasticité transversale, pour l'acier ($G = 731000 \text{ N/mm}^2$)

d_e : Diamètre extérieur de tube (cm)

d_i : Diamètre inférieur de tube (cm)

$$I_0 = \frac{\pi(d_e^4 - d_i^4)}{32}$$

$$I_0 = \frac{\pi(50.8^4 - 48.26^4)}{32} = 121278.56 \text{ cm}^4$$

$$\theta = \frac{240}{731000 \times 10^6 \times 121278.56 \times 10^{-8}} \cdot \frac{180}{\pi} \approx 1.55 \times 10^{-5} \text{ rad/mm}$$

II.7.4 Calcul de la contrainte de torsion dans l'arbre :

$$\tau_{max} = \frac{M_{tmax}}{\left(\frac{J}{\rho}\right)} \quad (II - 20)$$

$$\tau_{max} = \frac{M_{tmax}}{\frac{\pi(d_e^4 - d_i^4)}{16d_e}}$$

d_e : diamètre extérieur de tube (mm)

d_i : diamètre inférieur de tube (mm)

M_t : Moment de torsion en (*N. m*)

$$\tau_{max} = \frac{240 \times 10^3}{\frac{\pi(508^4 - 482.6^4)}{16 \times 508}} \approx 0.05 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{max} = 0.05 \text{ MPa}$$

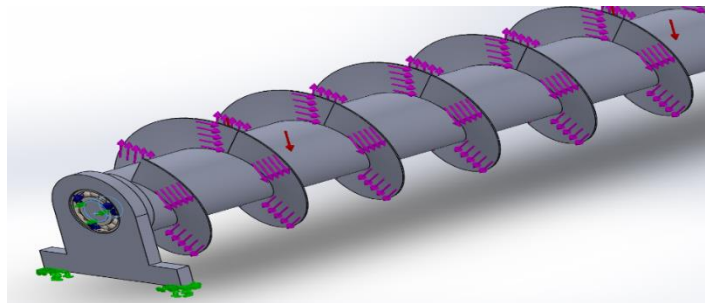


Figure II-9 : Contrainte torsion

II.7.5 Calcul de la flèche et des rotations :

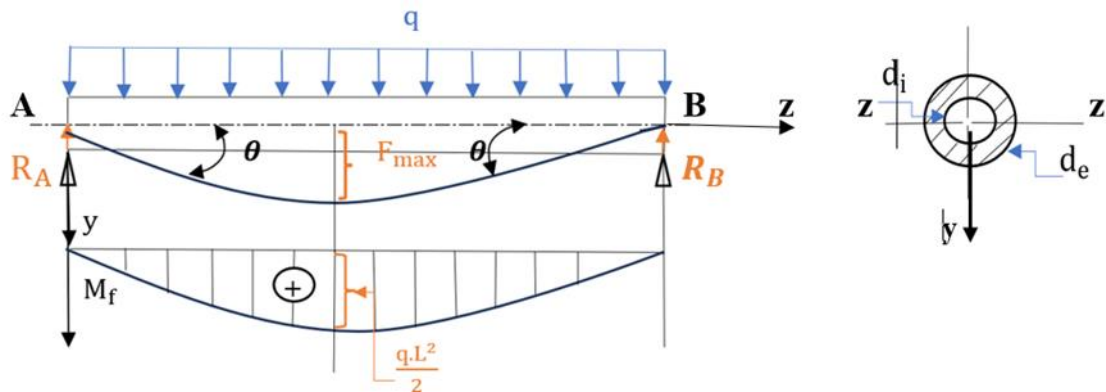


Figure II-10 : Flèche et rotation

$$R_A = R_B = q \cdot \frac{L}{2}$$

q : Charge par unité de longueur

La flèche maximale due au moment fléchissant apparaît au centre soit à $x = L/2$, pour raison de symétrie, soit :

$$f_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I_z} \quad (II - 21)$$

$$\text{Et } I_z = \frac{\pi}{64} \cdot (d_e^4 - d_i^4)$$

$$I_z = \frac{\pi}{64} \cdot (50.8^4 - 48.26^4) \approx 60639.28 \text{ cm}^4$$

E : Module d'élasticité longitudinal, pour l'acier ($E = 1.93 \times 10^5 \text{ Mpa}$).

I_z : Moment d'inertie de la section transversale de l'arbre (cm^4).

d_e : diamètre extérieur de tube (cm)

d_i : diamètre inférieur de tube (cm)

II.7.6 Calcul du poids propre Q_V de l'arbre de la vis :

Il est donné par l'expression :

$$Q_V = q \cdot L = \frac{\pi}{4} \cdot (d_e^2 - d_i^2) \cdot L \cdot \gamma_a \cdot g \quad (II - 22)$$

γ_a : la masse volumique l'acier $\gamma_a = 7960 \text{ kg/m}^3$.

g : Accélération de la pesanteur (m/s^2).

L : Longueur de transport (m).

d_e : diamètre extérieur de tube (m)

d_i : diamètre inférieur de tube (m)

$$Q_V = \frac{\pi}{4} \times (0.508^2 - 0.4826^2) \times 12 \times 7960 \times 9.81$$

$$Q_V \approx 18517.62 \text{ N}$$

$$f_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I_z}$$

$$f_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{Q_V \cdot L^3}{E \cdot I_z}$$

$$f_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{18517.62 \times 12^3 \times 10^9}{1.93 \times 10^5 \times 60639.28 \times 10^4}$$

$$f_{max} \approx 3.56 \text{ mm}$$

Cette flèche calculée est très pessimiste parce qu'elle ne tient pas compte du fait que la rigidité de la vis est supérieure à celle du tube (arbre).

La rotation maximale se trouve sous les appuis, toujours pour raison de symétrie, elle est donnée par l'expression :

$$|\theta_A| = |\theta_B| = \theta = tg^{-1} \left[\frac{q \cdot L^3}{24 \cdot E \cdot I_z} \right] \quad (II - 23)$$

$$Q_V = q \cdot L$$

$$\theta = tg^{-1} \left[\frac{18517.62 \times 12^2 \times 10^6}{24 \times 1.93 \times 10^5 \times 60639.28 \times 10^4} \right] \approx 0.05^\circ$$

I_z : Moment d'inertie de la section transversale de l'arbre (cm^4).

E : Module d'élasticité longitudinal, pour l'acier ($E = 1.93 \cdot 10^5 \text{ Mpa}$).

L : Longueur de transport (m).

Q_V : Poids propre de l'arbre de vis (N).

II.7.7 Calcul de l'arbre à la flexion :

Les constructeurs recommandent que l'arbre de la vis travaille en traction, il est fléchi par le moment $P \times r$ sur la longueur L et par son poids propre Q_v .

On considère le poids propre uniformément réparti sur toute la longueur de l'arbre.

Calcul des réactions des paliers :

$$\sum M/B = 0 \quad - F_{vis} \times r + F_r \times L = 0 \quad F_r = \frac{F_{vis} \times r}{L}$$

$$R_A = F_r + q \frac{L}{2} = \frac{F_{vis} \times r}{L} + \frac{Q_v}{2}$$

$$R_A = \frac{F_{vis} \times r}{L} + \frac{Q_v}{2} = \frac{78441.6 \times 0.5}{12} + \frac{18517.62}{2} \approx 12527.21 \text{ N}$$

$$R_B = Fr - q \frac{L}{2} = \frac{Q_v}{2} - \frac{F_{vis} \times r}{L}$$

$$R_B = \frac{Q_v}{2} - \frac{F_{vis} \times r}{L} = \frac{18517.62}{2} - \frac{78441.6 \times 0.5}{12} \approx 5990.41 \text{ N}$$

L : Longueur de transport (m).

Q_v : Poids propre de l'arbre de la vis (N).

F_{VIS} : Force s'exerce sur l'arbre (N)

Pour la section dangereuse (à $x = L/2$), le moment flexion est donné par :

$$M_{fmax} = F_{vis} \times \frac{r}{2} + q \frac{L^2}{8} = P \frac{r}{2} + \frac{Q_v L}{8}$$

$$M_{fmax} = 78441.6 \times \frac{0.5}{2} + \frac{18517.62 \times 12}{8}$$

$$M_{fmax} \approx 47386.83 \text{ N.m}$$

On a :

$$M_f = \sigma_f \times W_Z \quad (II - 24)$$

Où

σ_f : Contrainte de flexion dans l'arbre (N/mm^2)

W_Z : Module d'inertie de la section transversale (cm^3)

d_e : Diamètre extérieur de tube (mm)

d_i : Diamètre inférieur de tube (mm)

$$W_Z = \frac{I_z}{\left(\frac{d_e}{2}\right)}$$

$$I_z = \frac{\pi(d_e^4 - d_i^4)}{64}$$

$$W_Z = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(d_e^4 - d_i^4)}{d_e}$$

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W_Z} = \frac{32M_f}{\pi} \cdot \frac{d_e}{(d_e^4 - d_i^4)}$$

$$\sigma_f = \frac{32 \times 47386.83 \times 10^3}{\pi} \times \frac{508}{(508^4 - 482.6^4)}$$

$$\sigma_f \approx 19.84 \text{ MPa}$$

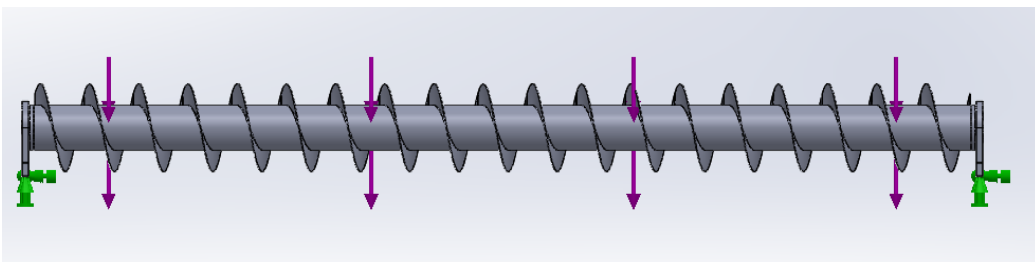


Figure II-11 : Contrainte de flexion

II.7.8 Calcul contrainte de traction sur l'arbre de la vis :

Cet arbre est tractionné par la force F_{vis} . La contrainte de traction σ_t dans l'arbre est donnée par :

$$\sigma_t = \frac{F_{vis}}{A_s} \quad (II - 25)$$

Ou A_s : Section transversale de l'arbre de la vis.

$$A_s = \frac{\pi}{4}(d_e^2 - d_i^2) = \frac{\pi}{4}(508^2 - 482.6^2) = 19761.59 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{78441.6}{19761.59} = 3.97 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = 3.97 \text{ MPa}$$

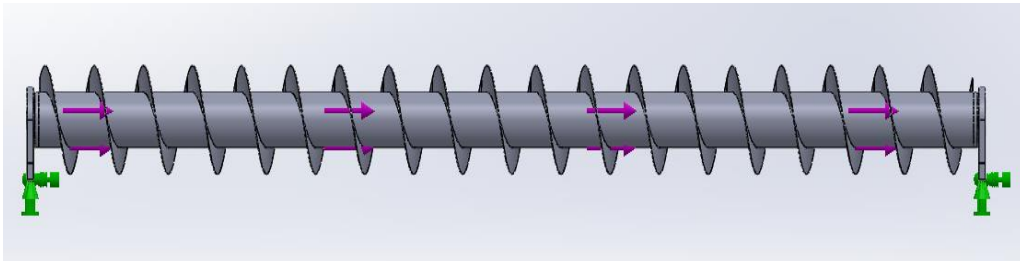


Figure II-12 : Contrainte de traction

II.7.9 Calcul de la contrainte équivalente en torsion + flexion + traction :

La contrainte équivalente dans un arbre subissant une sollicitation composée de torsion, flexion et traction est donnée par l'expression :

$$\sigma_e = \sqrt{(\sigma_f + \sigma_t)^2 + 4\tau^2} \quad (II - 26)$$

$$\sigma_e = \sqrt{(19.84 + 3.97)^2 + 4 \times 0.05^2}$$

$$\sigma_e = 23.81 \text{ MPa}$$

II.8 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons fait le calcul des hélices. Calcul de la puissance totale du moteur, calcul de la résistance de la vis (la contrainte de flexion, contrainte de traction, contrainte de torsion). À la fin du chapitre, calculez la contrainte équivalente en flexion +traction +torsion.

Chapitre III

Simulation par SolidWorks

Chapitre III : Simulation par SolidWorks

III.1 Introduction :

La simulation fait partie du champ principal de la conception assistée par ordinateur, elle nous permet de voir et d'interpréter les résultats de calcul théoriques du système mécanique étudié. Grâce aux méthodes des éléments finis utilisées par le logiciel, on peut voir les zones de contrainte maximale (zone dangereuse) ainsi que les déplacements et les déformations, et avec les résultats obtenus, on peut optimiser le système.

III.2 Généralités :

III.2.1 Définition de la simulation numérique :

La simulation numérique est une série de calculs effectués sur un ordinateur et reproduits un phénomène physique. Elle aboutit à la description du résultat de ce phénomène, comme s'il s'était réellement déroulé.

Les calculs de simulation permettent de prédire le comportement du sujet étudié sans avoir à passer par la construction de prototypes ou la réalisation d'essais réels, coûteux et/ou difficiles à mettre en place ; ce qui est un avantage essentiel en matière de coûts de production, notamment dans les domaines innovants [15].

III.2.2 Objectifs de la simulation :

III.2.2.1 Visualisation et quantification des déformations :

Cette visualisation permet de suivre le déplacement relatif des points du matériau qui se déforme. On procède alors, avant déformation du matériau, à un marquage en volume et/ou en surface, ce qui permet d'observer et/ou de mesurer ces déformations.

III.2.2.2 Mesure des grandeurs mécaniques associées à des déformations :

La conception d'une machine ou d'une gamme de fabrication nécessite souvent de connaître avec précision les grandeurs mécaniques qui sont associées à ses déformations. Ces grandeurs sont mesurées sur des maquettes instrumentées.

III.2.2.3 Évolution des géométries au cours des déformations :

Cette évolution conditionne la validité d'un procédé ou d'une gamme de fabrication et renseigne sur les défauts éventuels (la forme et le volume).

III.2.3 Les différents logiciels CAO utilisés pour la simulation :

Il existe plusieurs logiciels de conception assistée par l'ordinateur qui nous offrent la possibilité de répondre aux problèmes d'ingénierie.

Les logiciels les plus utilisés sont :

- SolidWorks
- Ansys
- Catie
- Nastran
- Abaqus

III.2.4 Choix du logiciel :

SolidWorks est le logiciel choisi pour notre étude, et cela à cause de sa disponibilité, de notre connaissance de base de ce logiciel et de la facilité de son utilisation.

Différentes simulations intégrées au logiciel SolidWorks :

- SolidWorks Simulation pour l'analyse des contraintes dans la conception.
- SolidWorks Simulation Professional pour les analyses thermiques, des contraintes, d'optimisation et de fatigue SolidWorks Motion pour les simulations de mouvement
- SolidWorks Flow Simulation pour l'analyse d'écoulement.

SolidWorks Simulation est une application d'analyse de conceptions entièrement intégrée à SolidWorks. Cette application propose une solution en un écran pour l'analyse des contraintes et nous permet également de résoudre rapidement des problèmes complexes sur notre ordinateur personnel. Cette section de SolidWorks Simulation présente les fonctions suivantes :

- Interface utilisateur SolidWorks Simulation.
- Appliquer des déplacements imposés et des charges.
- Créer une étude de conception.
- Mailler le modèle.
- Comprendre les étapes d'analyse.
- Exécuter l'analyse.
- Affecter un matériau.
- Visionner les résultats.

III.3 Simulation sur les éléments du transporteur à vis :

Matériau inox 304L

Tableau III-1 : Propriétés mécaniques du matériau

Propriété	Valeur	Unité
Module d'élasticité	193000	N/mm ²
Résistance à la traction	700	N/mm ²
Limite d'élasticité	220	N/mm ²
Masse volumique	7960	Kg /m ³

III.3.1 Simulation sur la vis

III.3.1.1 Application de la flexion :

1) Déplacements et chargements

Premièrement on sélectionne les déplacements au niveau des articulations puis en appliquant la charge de notre conception $Q_v = 18517.62$ N (comme le montre la Figure III-1)

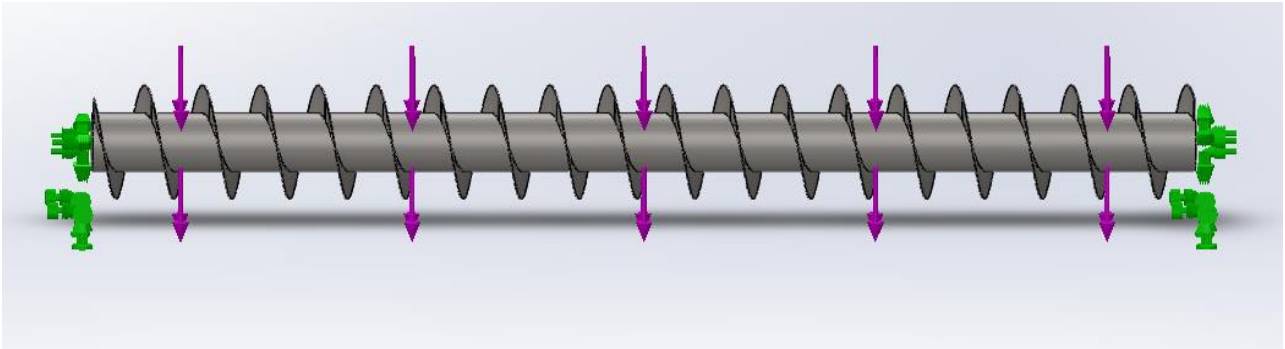


Figure III-1 : La charge et les déplacements imposés sur la vis

2) Exécution de l'analyse :

Après l'exécution de l'analyse on obtient les résultats suivants :

a) Contrainte de Von mises :

L'analyse nous montre les Zones de contrainte maximale et minimale (Figure III-2) avec les différentes couleurs (rouge contrainte maximale), La contrainte de Von mise Maximale ou (la contrainte équivalente) est de **15.73 Mpa** < **220 Mpa** (la limite d'élasticité du matériau inox 304L) ce qui veut dire que la tête est sollicitée dans le domaine réversible est pas dans le domaine plastique irréversible d'où une haute résistance de la pièce **15 mpa** $\ll R_e$.

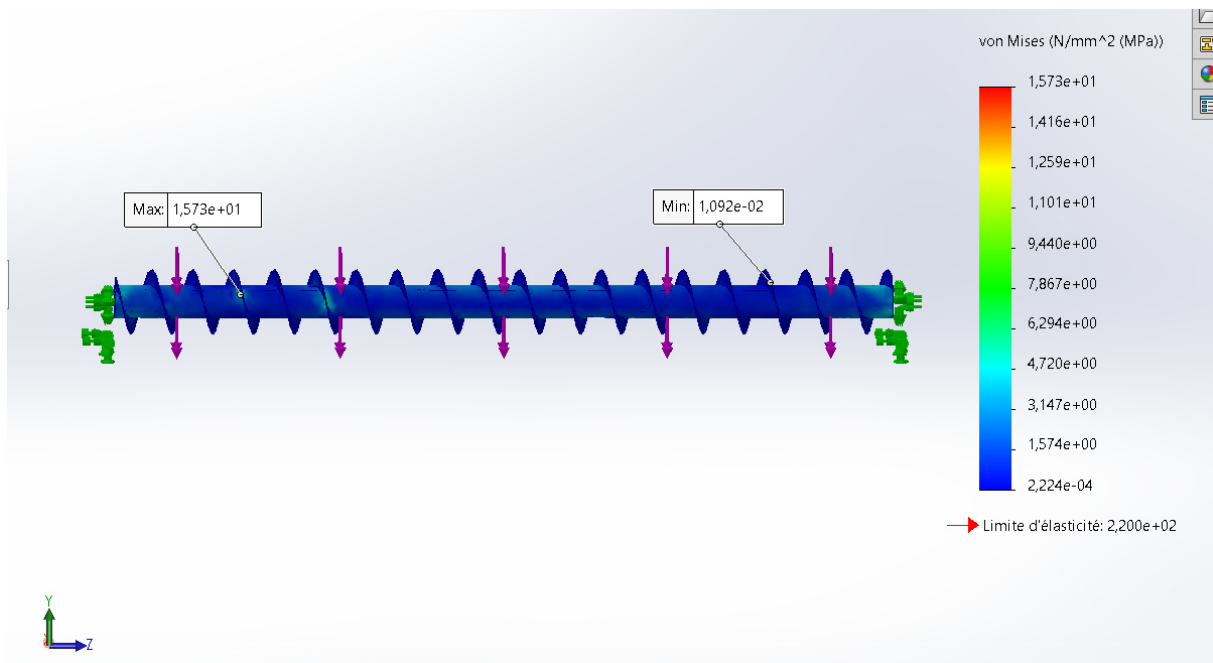


Figure III-2 : Distributions des contraintes Von mises sur la vis

b) Les déformations :

La figure ci-dessous nous montre les différentes Zones de déformations, on remarque que la déformation maximale est de 3.589×10^{-5} c'est une déformation faible, les résultats sont satisfaisants.

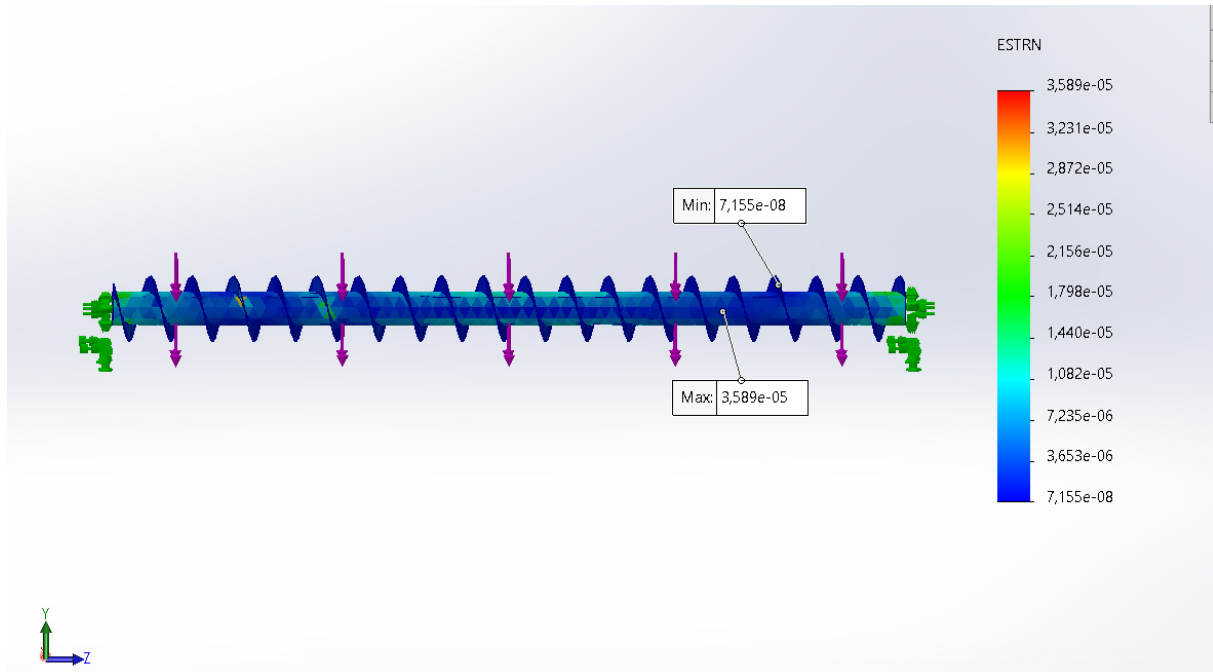


Figure III-3 : Les déformations sur la vis

c) Les déplacements :

On remarque dans l'analyse que la valeur de déplacement maximale est de : 6.449×10^{-1} mm Ce qui est une valeur faible, on peut dire que c'est satisfaisant.

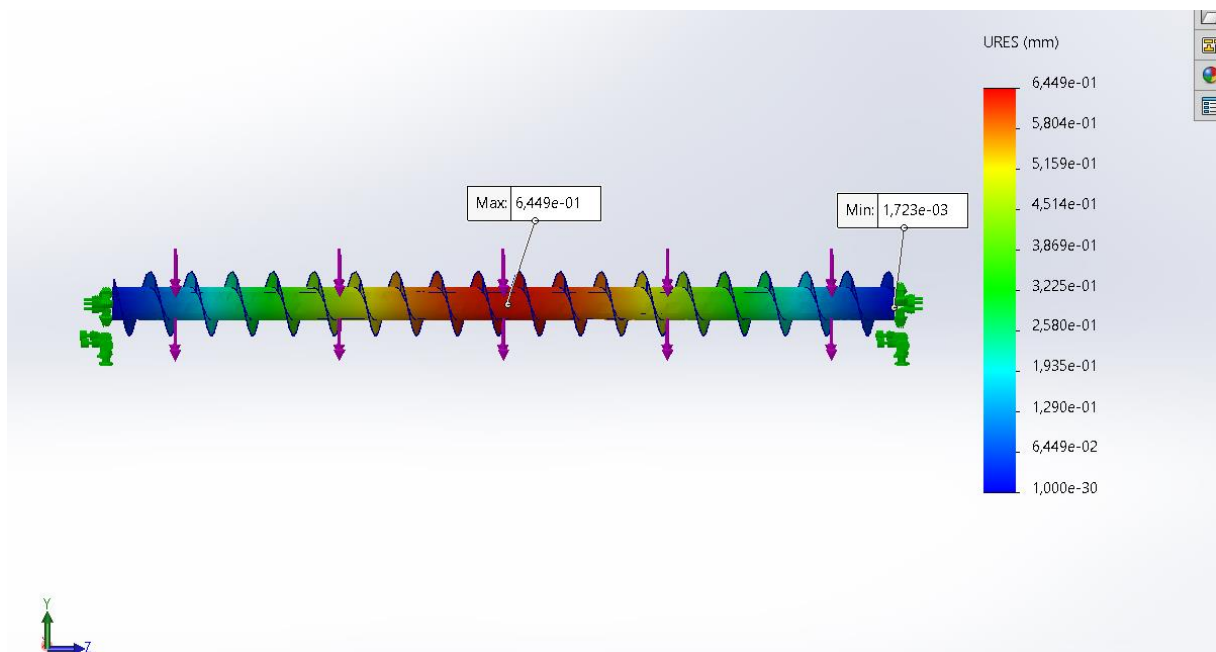


Figure III-4 : Les déplacements sur la vis

d) Coefficient de sécurité :

Dans notre cas, on remarque que la zone la plus sollicitée présente un coefficient de sécurité égal à **14** qui confirme la résistance de notre pièce.

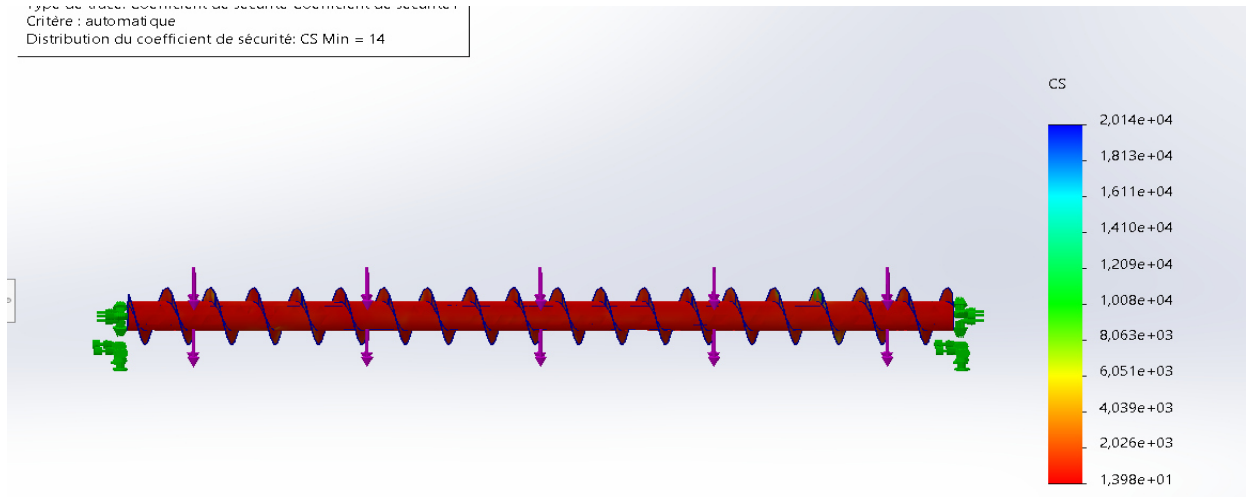


Figure III-5 : coefficient de sécurité

III.3.1.2 Application de la traction :

1) Déplacements et chargements :

Selon les calculs dans le Chapitre 2, la charge totale de traction est de **78441.6 N**

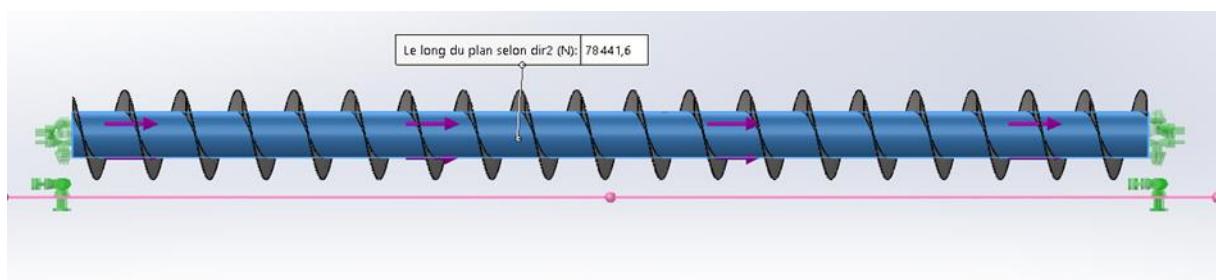


Figure III-6 : Chargement appliqué à la vis

2) Exécution de l'analyse :

a) Contrainte de Von mises :

La zone rouge montre la contrainte maximale exercée sur le diamètre de fond de filet à l'extrémité du filetage (gauche et droite) comme le montre la figure III-8

3.891 Mpa < 220 Mpa Un résultat très satisfaisant, donc le dimensionnement est correct.

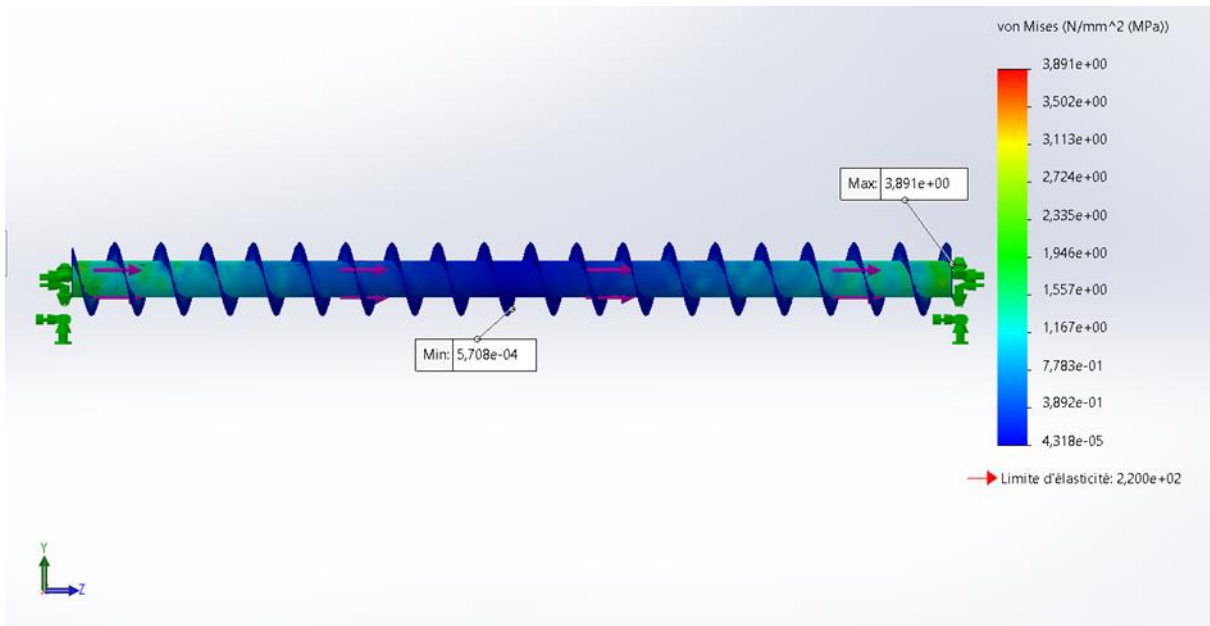


Figure III-7 : Distribution des contraintes Von mises sur la vis due à la traction

b) Les déformations :

L'analyse donne une valeur de $1,473 \times 10^{-5}$ mm un résultat satisfaisant.

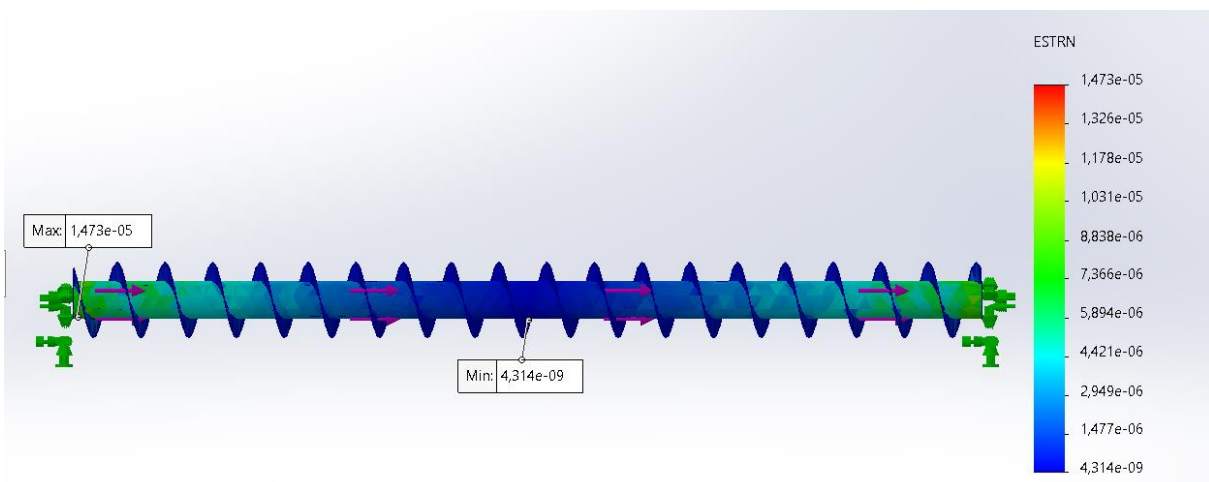


Figure III-8 : Les déformations sur la vis

c) Les déplacements :

La valeur maximale obtenue dans le déplacement est de 2.79×10^{-2} mm comme on travaille dans le domaine élastique on peut dire que le résultat est satisfaisant

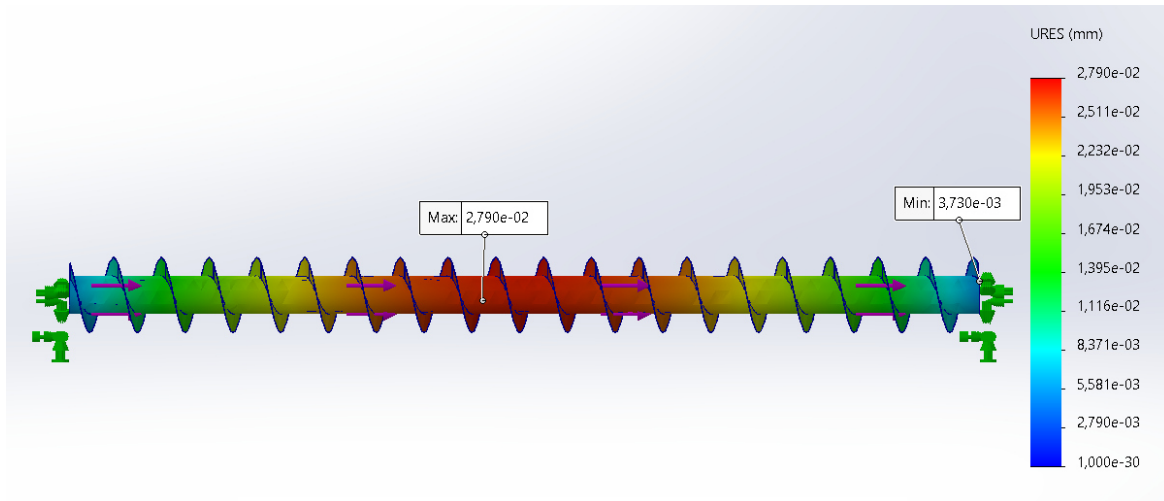


Figure III-9 : Les déplacements sur la vis

d) Coefficient de sécurité :

Dans notre cas, on remarque que la zone la plus sollicitée présente un coefficient de sécurité égal à 57 qui confirme la résistance de notre pièce.

Distribution du coefficient de sécurité: CS Min = 57

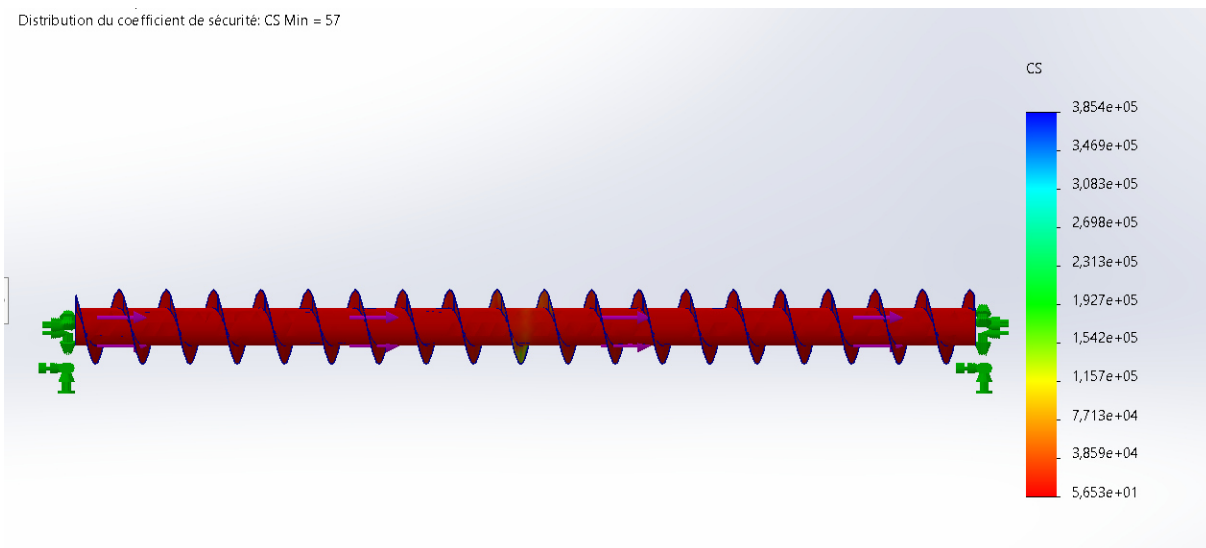


Figure III-10 : Coefficient de sécurité de la traction

III.3.1.3 Application de la torsion :

1) Déplacements et chargements :

La charge appliquée est le couple de torsion **7865.568 N.m**

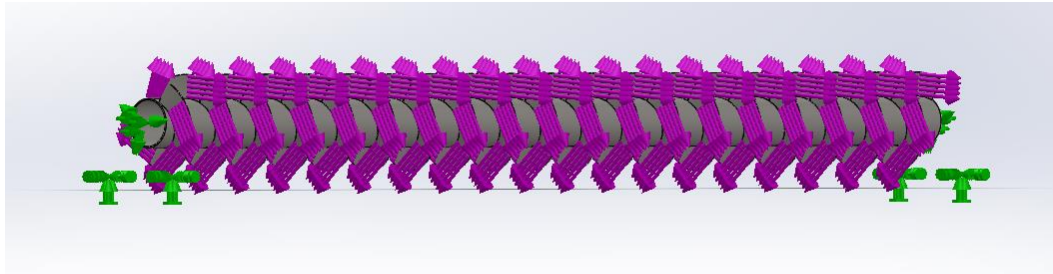


Figure III-11 : Déplacements et chargement imposés sur la vis

2) Exécution de l'analyse :

a) Contrainte de Von mises :

La contrainte maximale est de **115.8 Mpa < 220 Mpa** résultat acceptable, généralement on n'atteint pas le maximum.

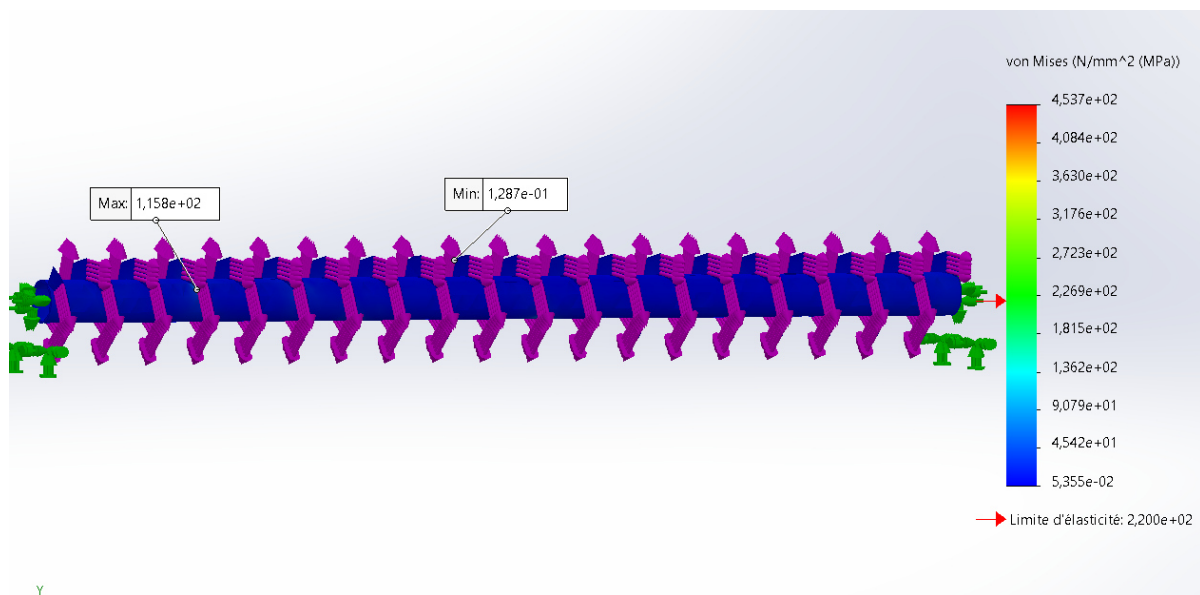


Figure III-12 : Distribution des contrainte Von Mises due à la torsion

b) Les déformations :

On remarque (Figure III-14) que la déformation maximale est de 3.446×10^{-4} mm une valeur faible donc le résultat est satisfaisant.

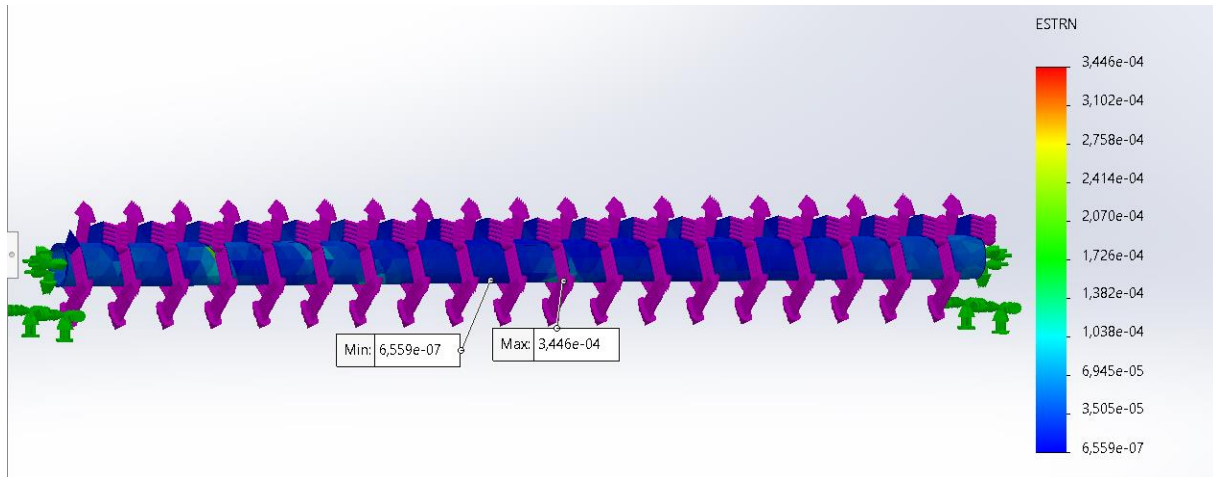


Figure III-13 : Les déformations sur la vis

c) Les déplacements :

La valeur de déplacement est de **3.215 mm** une valeur faible donc le résultat est satisfaisant

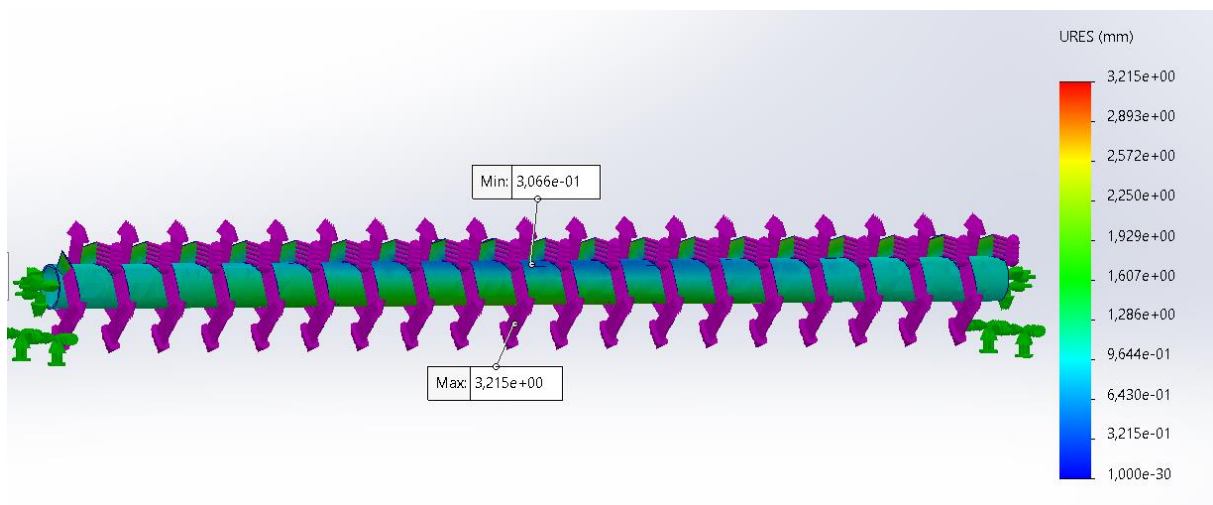
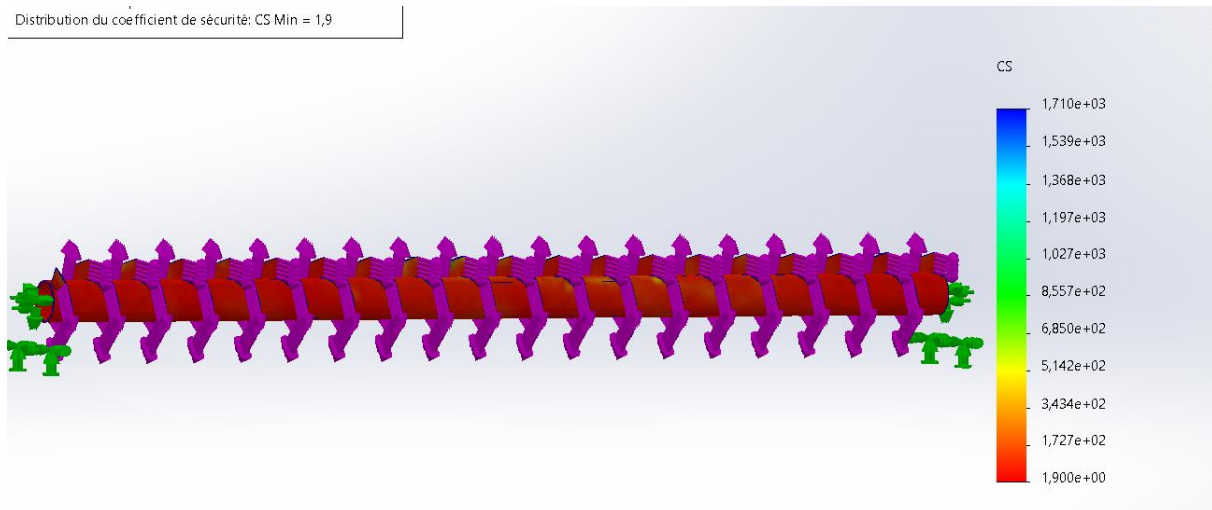


Figure III-14 : Les déplacements sur la vis

d) Coefficient de sécurité :

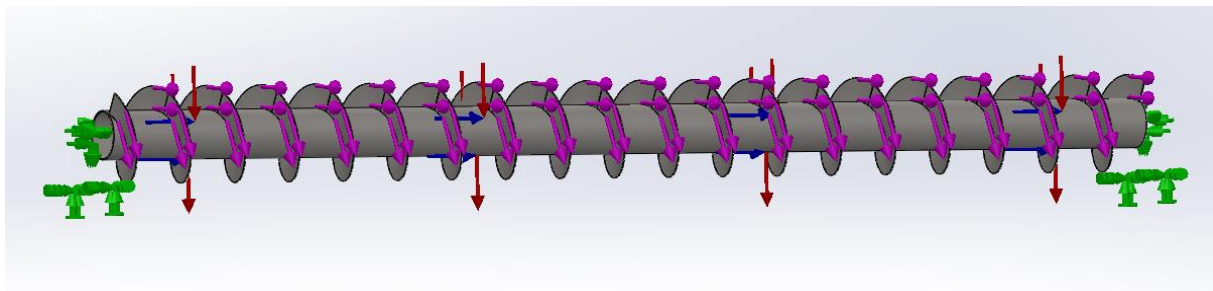
Dans notre cas, on remarque que la zone la plus sollicitée présente un coefficient de sécurité égal à **1,9** qui confirme la résistance de notre pièce.



III.3.1.4 Application de la flexion, traction et de la torsion :

1) Déplacements et chargements :

On applique toutes les forces flexion, traction et la torsion.



2) Exécution de l'analyse :

a) Contrainte de Von mises :

On remarque que la contrainte maximale de Von mises est inférieure à la limite d'élasticité de matériau ($14.94 \text{ Mpa} < 220 \text{ Mpa}$) donc le résultat est satisfaisant

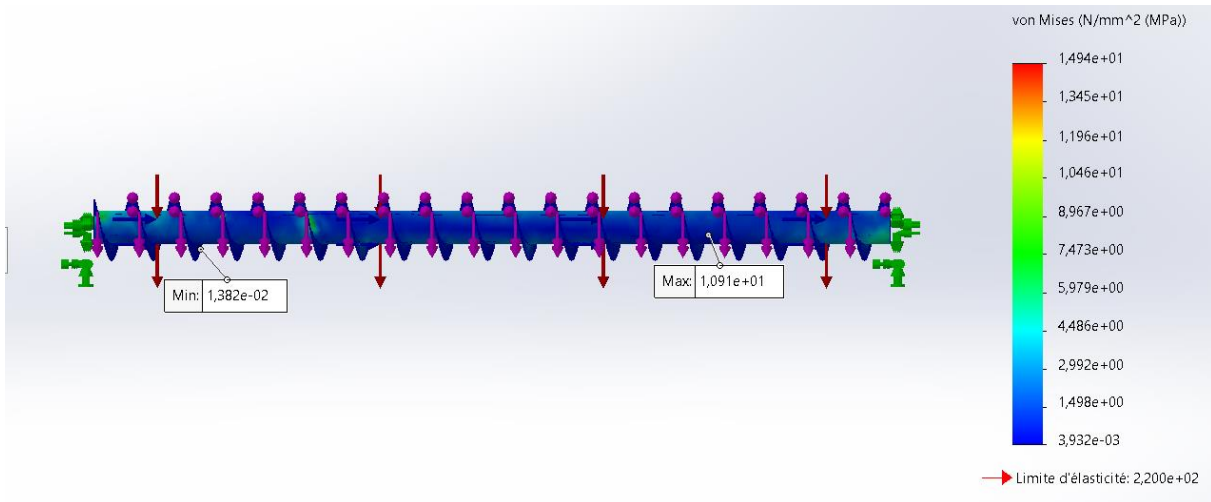


Figure III-17 : Distributions des contraintes Von Mises sur la vis

b) Les déformations :

La figure ci-dessous nous montre les différentes Zones de déformations, on remarque que la déformation maximale est de $4.857 \times 10^{-5} \text{ mm}$ c'est une déformation faible, les résultats sont satisfaisants.

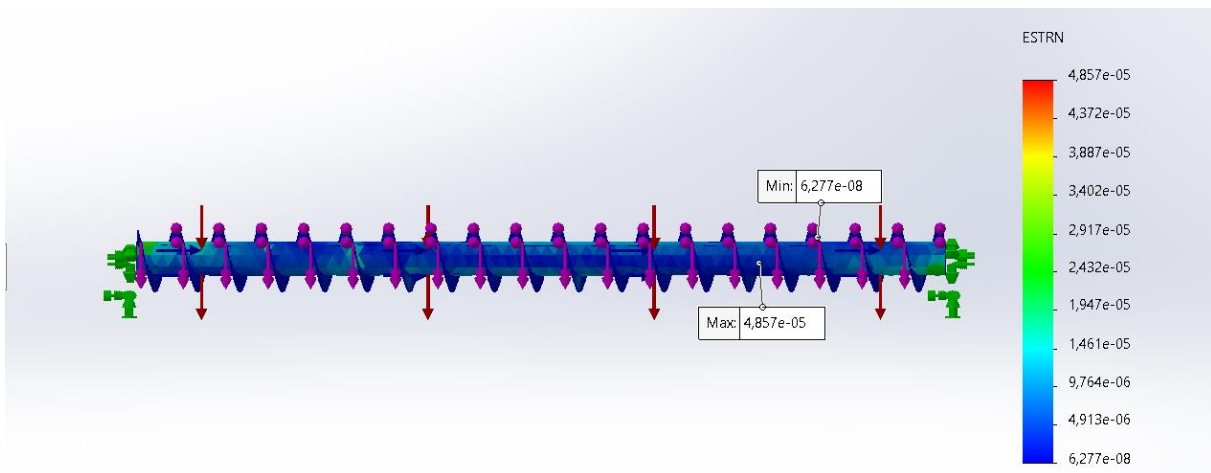


Figure III-18 : Les déformations sur la vis

c) Les déplacements :

La valeur maximale de déplacement est de 7.133×10^{-1} mm des déplacements faibles donc le résultat est satisfaisant.

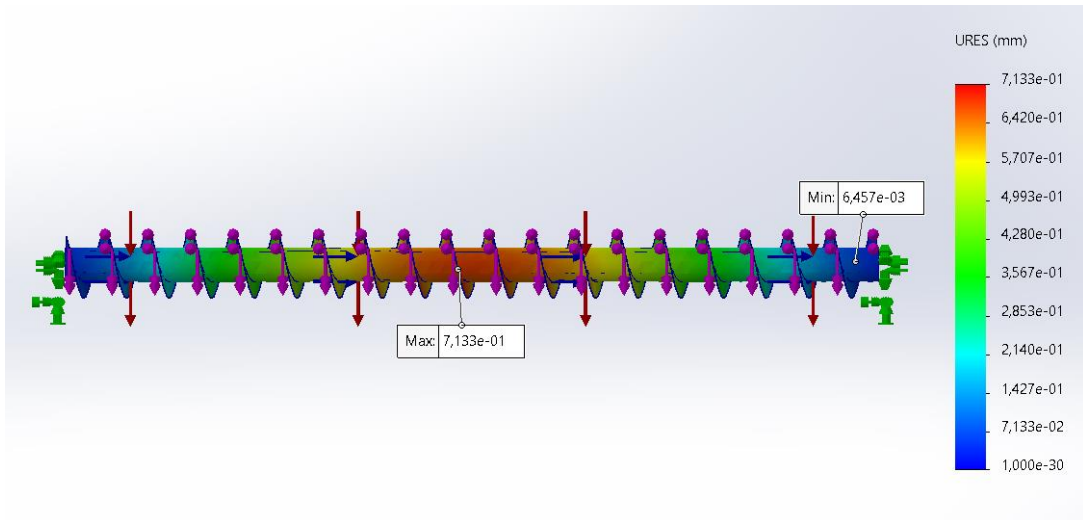


Figure III-19 : Les déplacements sur la vis

e) Coefficient de sécurité :

Dans notre cas, on remarque que la zone la plus sollicitée présente un coefficient de sécurité égal à **20** qui confirme la résistance de notre pièce.

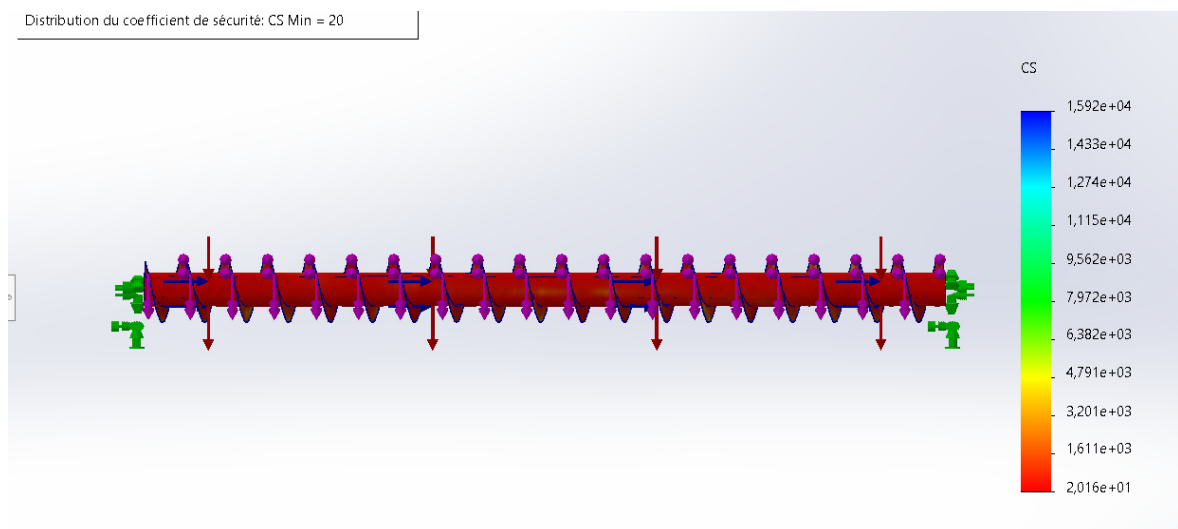


Figure III- 20 : Coefficient de sécurité totale

III.4 Conclusion :

Dans ce chapitre, on voit que la simulation confirme tous les résultats obtenus par calcul de résistance des matériaux. On remarque aussi que notre vis va supporter à ces charges appliquées soit la flexion, soit la torsion, soit la traction, d'après ces résultats obtenus soit avec les lois de résistance des matériaux, soit avec la simulation SolidWorks.

Chapitre IV

Gamme d'usinage

Chapitre IV : gamme d'usinage

IV.1 Introduction

L'élaboration d'une gamme d'usinage est liée au contexte technico-économique de l'entreprise.

L'objectif est de produire des pièces au meilleur coût, répondant à des caractéristiques de Qualité précises, dans un délai maîtrisé et dans un environnement technique de production donné.

IV.2 Définition

La gamme d'usinage est une feuille donnant l'ordre chronologique des différentes opérations d'usinage d'une pièce en fonction des moyens d'usinage.

La feuille résume l'étude et doit :

- Permettre l'identification de la pièce étudiée ;
- Présenter très clairement la succession des phases ;
- Préciser les surfaces usinées à chaque phase ;
- Indiquer le temps alloué pour l'usinage de la pièce.

IV.3 Rédaction de la feuille :

IV.3.1 Numéro de gamme :

Pour un ensemble il doit y avoir plusieurs gammes, si un ensemble comporte n pièces, il y a :

(n gamme numérotées 1/n, 2/n, ... n/n.)

IV.3.2 Identification de la pièce :

D'après les indications du dessin :

- Élément : nom de la pièce ;
- Organe : nom de l'organe auquel appartient la pièce ;
- Ensemble : nom du mécanisme à réaliser ;
- Dessin : numéro de dessin ;
- Repère : numéro ou lettre servant de repère à la pièce ;
- Matière : Matériau de la pièce ;
- Etat brut : état du métal, poids ...
- Nombre de pièces

IV.3.3 Dessin de la pièce :

Etablir un dessin simplifié de la pièce, avec quelques cotes remarquables et le repérage des Surfaces usinées, pour faciliter la lecture de la gamme.

IV.3.4 Spécification des phases :

Spécifier chaque phase d'après la gamme adoptée :


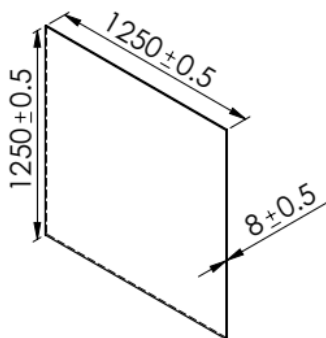
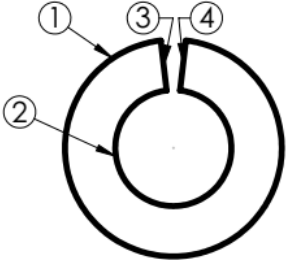
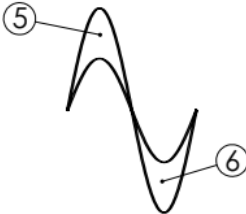
- Numéro de phase : (de 10 en 10, ce qui permet l'introduction d'une phase mal placée ou Oubliée), désignation des phases et indication des sous-phases, énumération des surfaces

Usinées (ébauche, finition) ;

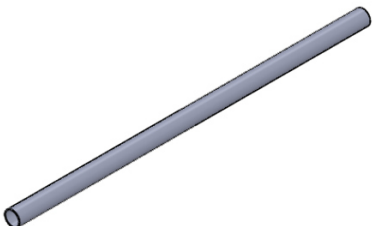
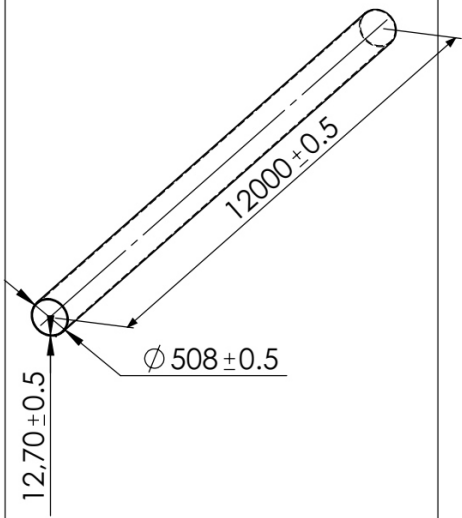
- Machine-outil : indiquer seulement le type de machine ;
- Echelon : préciser la qualification de l'opérateur ;
- Croquis : préciser à l'aide d'un schéma, les opérations à effectuer ;
- Outillage : citer l'outillage spécial, à prendre au magasin ;
- Contrôle : citer le matériel spécial, à prendre au magasin ;
- Temps : temps alloué d'après les feuilles d'instructions (chronométrage)

IV.4 Gammes d'usinage des éléments de la vis convoyeur :

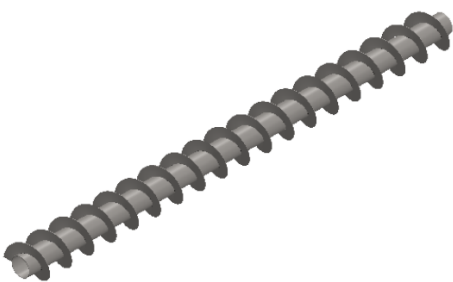
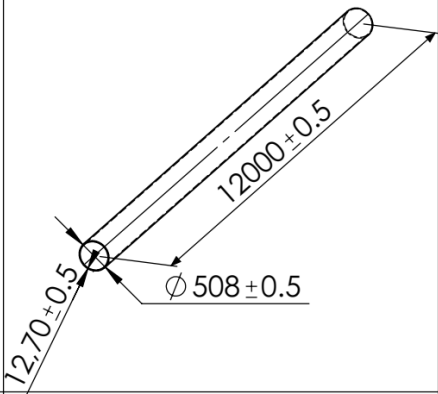
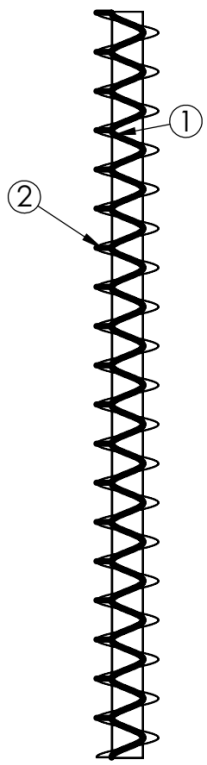
IV.4.1 Gammes d'usinage des Hélices

GAMME D'USINAGE						N°:1			
Elémt	Hélices	Des	1	Rep	H				
Org.	TUBE	Mat	INOX 304L	Brut	Etiré 1250x1250				
Ens.	VIS	Nb	19	Visa					
Ph N°	Désignation des phases	M.O	Ech	Croquis			Outillage	Cont	Temps
10	Débitage (piece brute)								
20	Découpage Plasma: 1-2-3-4	DP	OS				Mètre		
30	Equilibrage: 5-6	Eq	OS				Mètre		

VI.4.2 Gammes d'usinage de Tube :

GAMME D'USINAGE						N°:2			
Elémt	TUBE	Des	1	Rep	T				
Org.	Hélices	Mat	INOX 304L	Brut	Etiré 12000x508				
Ens.	VIS	Nb	1	Visa					
Ph N°	Désignation des phases	M.O	Ech	Croquis			Outillage	Cont	Temps
10	Débitage (piece brute)								

VI.4.3 Gammes d'usinage de la vis :

GAMME D'USINAGE					N°:3				
Elémt	VIS	Des	1	Rep	V				
Org.	Hélices	Mat	INOX 304L	Brut	Etiré 12000x508				
Ens.	Convoyeur	Nb	1	Visa					
Ph N°	Désignation des phases	M.O	Ech	Croquis			Outillage	Cont	Temps
10	Débitage (pièce brute)								
20	Soudage: 1-2	So	OS				Mètre		

Conclusion générale

L'objectif de ce projet de fin d'études était de résoudre le problème des paliers intermédiaires d'un convoyeur à vis en auge. Ce travail rentre dans le cadre d'un stage pratique que nous avons effectué au sein de l'unité conditionnement sucre 50 kg à l'entreprise CEVITAL.

Au cours de ce mémoire, nous avons fait l'étude de conception de la vis de transport de sucre et on a effectué des calculs de dimensionnement. Ensuite, on a fait la simulation pour vérifier la solidité du système dimensionné en utilisant le logiciel SolidWorks version 2022.

La simulation nous a permis de valider les résultats de notre conception en termes de résistance aux chargements imposés, aussi la simulation nous a permis d'optimiser les résultats trouvés pour valider le produit.

D'après les résultats de l'analyse, il est considéré comme sûr d'utiliser la vis. Donc le système étudié peut résister avec un certain coefficient de sécurité aux différentes contraintes de flexion, de traction et de torsion. Le système est capable donc de supporter et transporter une masse de sucre d'environ 300 tonnes/heure.

À partir de l'étude qui a été faite pour la vis, on peut réaliser ce mécanisme au niveau local sans recourir à l'importation.

Tous les renseignements nécessaires à sa réalisation sont disponibles dans ce présent mémoire (l'étude de conception, la matière à utiliser pour la vis, le dessin de définition de chaque élément ainsi que la gamme d'usinage).

Ce mécanisme peut facilement être réalisé dans notre pays, ce qui sera bénéfique pour notre économie et en plus de la création d'emploi. Bien sûr, pour que l'étude soit sûre, il faut réaliser des prototypes et faire des essais réels en vue de corriger d'éventuelles erreurs de conception.

Bibliographie

[1] Boisseau, P. La conception mécanique (méthodologie et optimisation) (éd. 2e). Paris : Dunod. 2016

[2] <https://www.iqsdirectory.com/articles/screw-conveyors.html> (consulté 2024)

[3] Catalogue Screw Conveyors , Design Engineering Manufacturing kws

[4] <https://www.vap-industrie.fr/produit/convoyeur-a-vis-section-tubulaire/> (consulté 2024)

[5] <https://corneloup.com/convoyage/> (consulté 2024)

[6] <https://www.gimatengineering.com/fr/convoyeurs-a-vis-sans-fin-sans-arbre-interne/> (consulté 2024)

[7] SAUDEMONT Claude. Manutention mécanique continue des produits en vrac, Technique de l'ingénieur. Réf : AG 7511.

[8] conveyor,screw conveyor components and design

[9] H. YELLE, cours3. Tribologie transmission de puissance école polytechnique de Montréal ; 2005

[10] Documents technique de l'ancienne vis fabriqué par « BOUBIELAT MORET » en 2013

[11] <https://www.scribd.com/document/523890072/Fiche-Technique-Inox-304L> (consulté 2024)

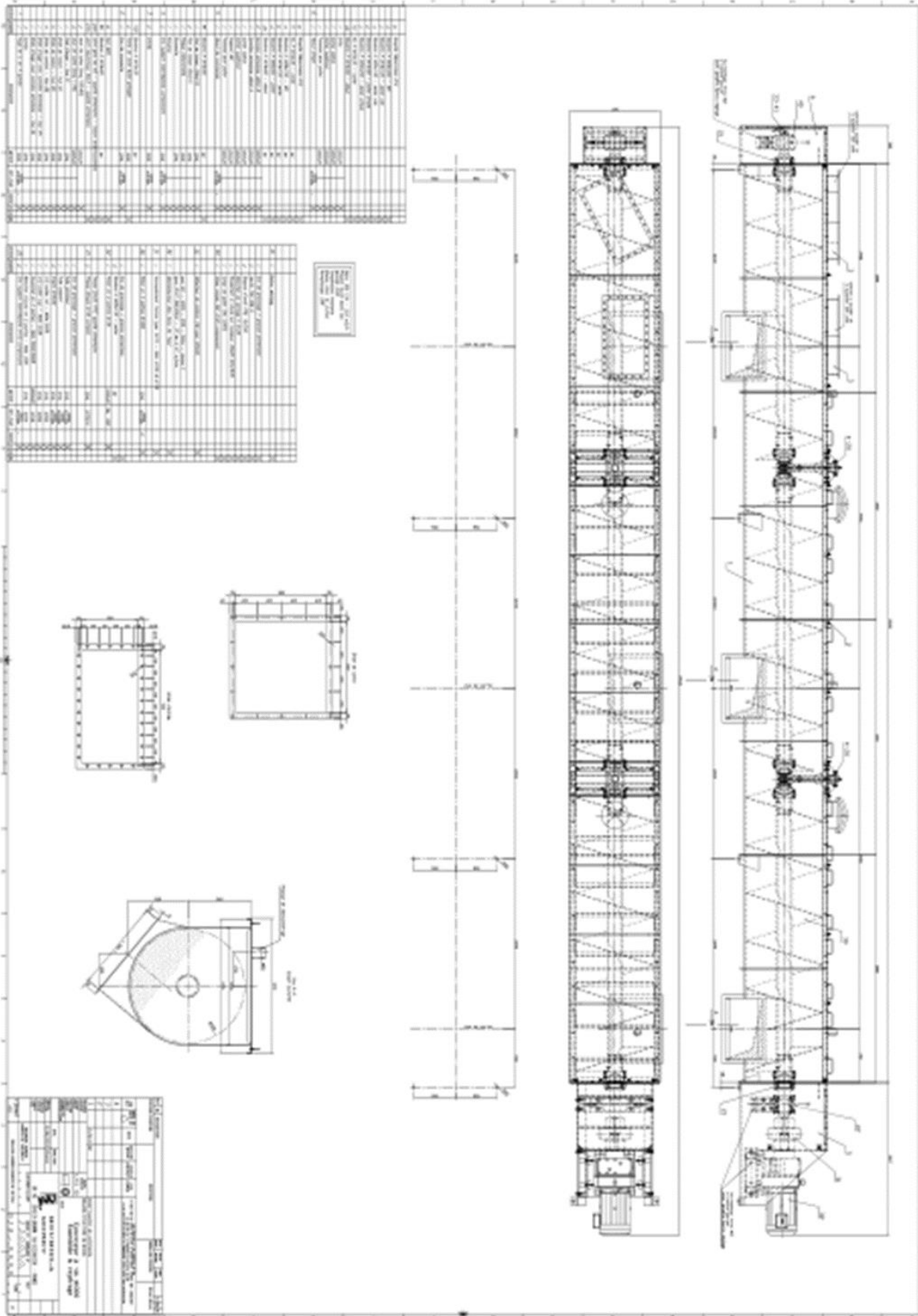
[12] VERGNES Bruno et PUISSANT Stéphan. Géométrie du système vis/auge, technique de l'ingénieur. Réf : AM 3650

[13] ISO-7119-1981 vis sans fin

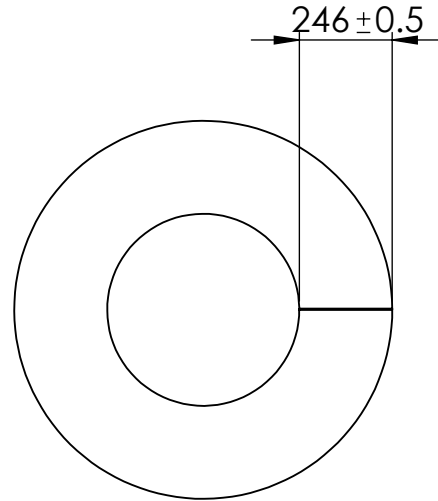
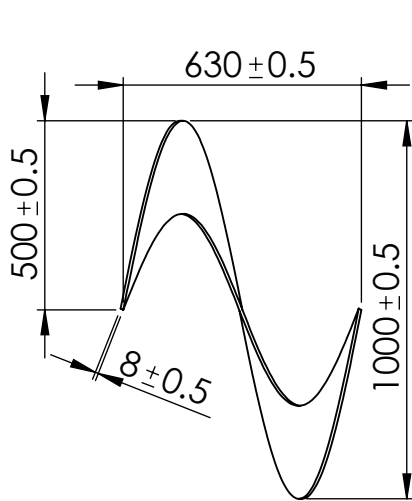
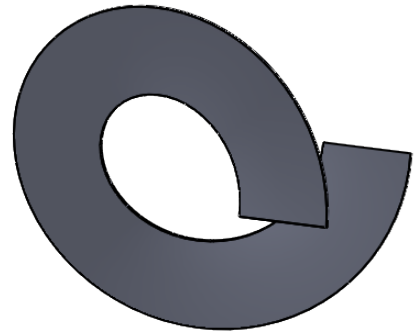
[14] G. HENRIOT, Traité théorique et pratique des engrenages. Tome 1 – 5 ème Edition

[15] Matt Weber, G. V. SolidWorks Simulation 2017

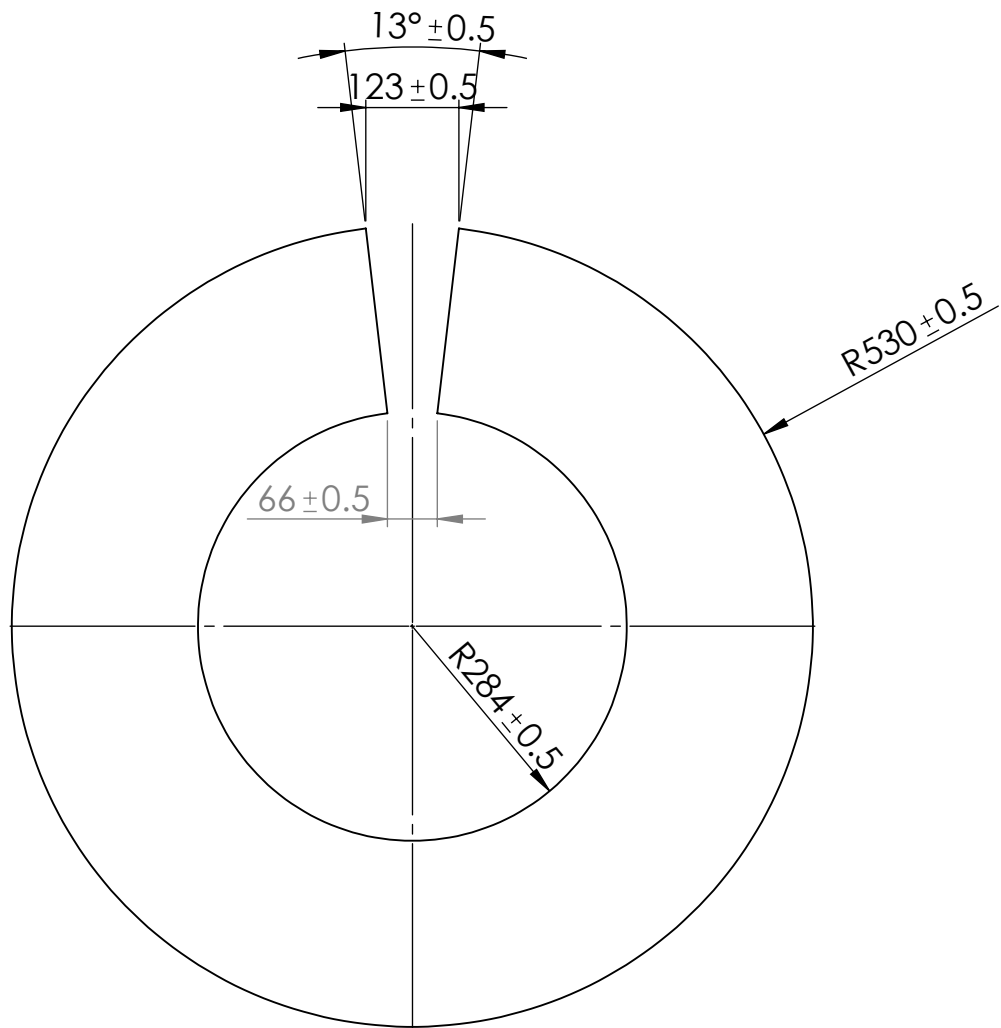
Annexe 02 :



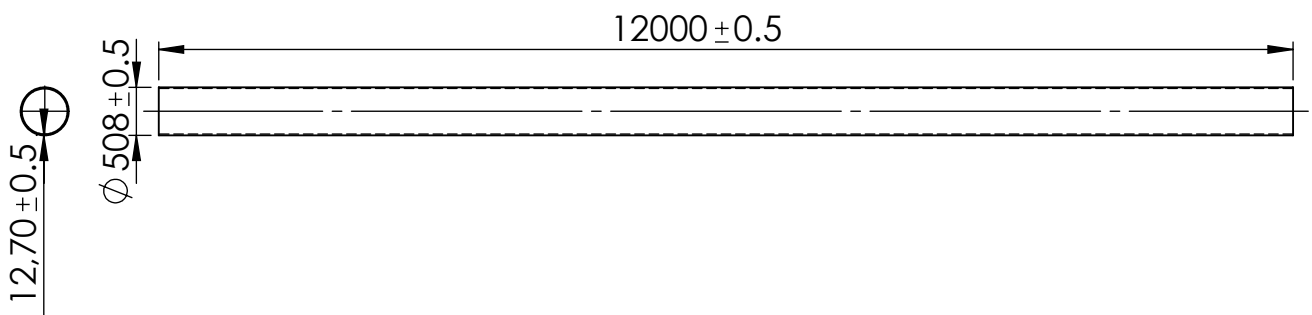
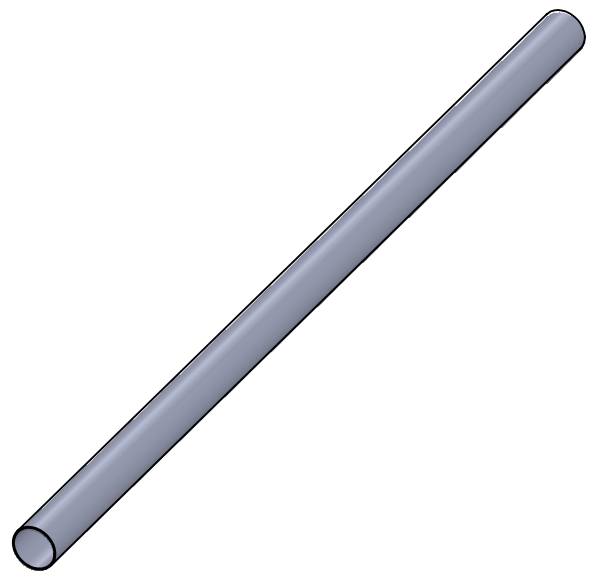
Mise en plan

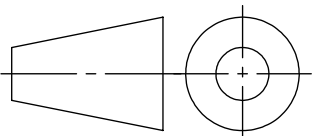


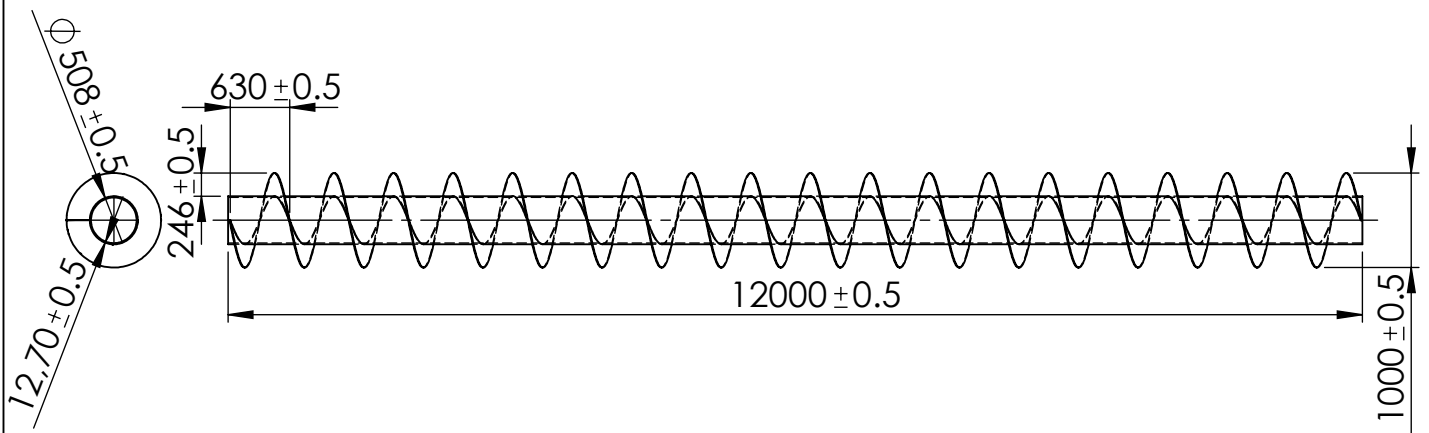
Echelle:1:10	UNIVERSITE A-MIRA BEJAIA	Nbre 19
	Hélices après equilibrage	Acier inox 304L
		13/06/2024
A4	BOUBEKRI Samira BEKHOUCHE Imene	M2/FMP



Echelle:1:10	UNIVERSITE A-MIRA BEJAIA	Nbre 19
	Hélices avant equilibrage	Acier inox 304L
		13/06/2024
A4	BOUBEKRI Samira BEKHOUCHE Imene	M2/FMP



Echelle:1:80	UNIVERSITE A-MIRA BEJAIA	Nbre 01
	Tube inox 304L	Acier inox 304L
		13/06/2024
A4	BOUBEKRI Samira BEKHOUCHE Imene	M2/FMP



Echelle: 1:80	UNIVERSITE A-MIRA BEJAIA	Nbre 01
	VIS	Acier inox 304L
		13/06/2024
A4	BOUBEKRI Samira BEKHOUCHE Imene	M2/FMP

Résumé

Le convoyeur à vis est un moyen de transport de la matière ; dans notre cas, il transporte le sucre blanc.

L'objectif de notre projet est de vérifier que la vis résiste et de faire une étude de conception et de dimensionnement pour le convoyeur à vis. Pour cela, nous avons utilisé le logiciel SolidWorks pour vérifier les résultats.

Enfin, on a établi la gamme d'usinage de chaque composant (hélices et arbre).

Mot-clé : transporteur à vis, SolidWorks, simulation, gamme d'usinage.

Abstract

The screw conveyor is a device for transporting materials; in our case, it carries white sugar. The objective of our project is to verify that the screw is resistant and to conduct a design and dimensioning study for the screwdriver. To do this, we used the SolidWorks software to verify the results.

Finally, the machining range of each component (helicopters and tree) was established.

Keyword: Screw conveyor, SolidWorks, simulation, machining range.