

	الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية	
	People's Democratic Republic of Algeria	
	وزارة التعليم العالي والبحث العلمي	
	Ministry of Higher Education and Scientific Research	
	جامعة عبد الحميد بن باديس – مستغانم	
	Abdel Hamid Ibn Badis University – Mostaganem	
	كلية العلوم والتكنولوجيا	
	Faculty of Sciences and Technology	
	قسم الهندسة الميكانيكية	
	Department of Mechanical Engineering	

N° d'ordre : M2...../GM/2026

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Construction Mécanique

Thème

Etude de conception d'un convoyeur à vis

Présenté par

- 1- GOUDJIL Mohamed
- 2- DJAOUBAR AMAR

Soutenu le // 2026 devant le jury composé de :

Président(e) :	Dr. BENKHATAB Mohamed	Maitre de Conférences "A"	Université de Mostaganem UMAB
Examineurs :	Mr. BENAÏSSA Mohamed	Maître Assistant "A"	Université de Mostaganem UMAB
Encadrant (e) :	M.BENKABOUCHE S. Eddine	Maitre de Conférences "B"	Université de Mostaganem UMAB

Année universitaire 2025 / 2026

Dédicaces

Nous dédions ce travail à nos chers parents,

En reconnaissance de leur soutien, de leur patience et de leurs encouragements tout au

Long de notre parcours scolaire

À tous les membres de notre famille,

À tous ceux qui nous ont soutenus par leurs paroles bienveillantes,

Ainsi qu'à tous nos professeurs pour leurs conseils,

Et à tous mes amis, qu'ils soient proches ou lointains

Remerciements

Tous d’abord, nous tenons à remercier le dieu tout-puissant ALLAH de nous avoir donné la santé, la volonté, le courage et la patience nécessaires pour mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude à nos parents pour leur soutien et leurs encouragements tout au long de nos études.

Ensuite, nos remerciements s’adressent spécialement à notre encadrant Dr. BENKABOUCHE Salah-Eddine qui s’est donné corps et âme pour la réussite de notre travail, pour cela nous lui disons un grand merci et lui souhaitons que le tout puissant lui accord plus de bénédiction et de chance dans sa vie.

Nous remercions aussi les enseignants du département de Génie Mécanique pour leurs aides et leurs soutiens.

Aussi nous remercions les membres du jury, le Dr. BENKHATAB MOHAMED et le Mr. BENAÏSSA MOHAMED pour avoir pris la peine d’examiner et de juger notre travail réalisé dans le cadre du projet de fin d’étude.

Que nos sincères remerciements parviennent à chacune de ces personnes, car elles ont toutes contribué à notre épanouissement personnelle et professionnelle. C’est un honneur pour nous d’avoir eu l’occasion de travailler sur ce projet et d’être entourés de personnes aussi formidables. J’espère que nos chemins se croiseront à nouveau, et que nous pourrons tous continuer à atteindre de nouveaux horizons dans nos vies personnelles.

A toutes et à tous nous leurs disons merci.

Liste des figures

Chapitre I

Les moyens de transport et manutention des matières en vrac

Figure I-1 : Convoyeur à vis horizontale	1
Figure I-2 : Convoyeur à vis incliné	2
Figure I-3 : Convoyeur à vis vertical.	3
Figure I-4 : Convoyeur d'archimède tubulaire	4
Figure I-5 : Convoyeur à vis sans arbre	5
Figure I-6 : Réception et déchargement du camion	6
Figure I-7 : Réception et déchargement de navire	7
Figure I-8 : Silos de stockage de matériaux en vrac	8
Figure I-9 : Dousage de poudre	9
Figure I-10 : transport de matière à l'intérieur de l'usine	10
Figure I-11 : expédition de matériaux en vrac	11
.....	

Chapitre II

Généralités sur les éléments de Machines

Figure II-1 : Composant d'un convoyeur à vis	12
Figure II-2 : Sens de rotation de la vis de convoyeur	13
Figure II-3 : Moteur de convoyeur à vis	14
Figure II-4 : Arbre d'entraînement	15
Figure II-5 : dessin technique	16
Figure II-6 : Arbre d'accouplement	17

Figure II-7 : Shéma technique.....	18
Figure II-8 : palliers d'extrémité	19
Figure II-9 : roulement suspendu.....	20
Figure II-10 : Joint pour montage intérieur.....	22

Chapitre III

Calcul des éléments du convoyeur à vis

Figure III-1 : Injection de graisse.....	23
Figure III-2 : Shéma de démonstration de filet.	24
Figure III-3 : Contrainte de torsion.....	25
Figure III-4 : Flèche et rotation.....	26
Figure III-5 : . Contrainte de flexion.....	27
Figure III-6 : . Contrainte de traction.....	28
Figure III-7 : . motoréducteur	29
Figure III-8 : . Plaque signalétique de réducteur.....	30
Figure III-9 : . Plaque signalétique de moteur	31

Liste des tableaux

Chapitre I

Les moyens de transport et manutention des matières en vrac

Tableau I-1 : le role de convoyeur à vis de chaque étape.	32
Tableau I-2 : Comparaison entre les diffirentes types de convoyeur à vis.	33
Tableau I-3 : SCREW CONVEYOR ENGINEERING GUIDE	34

Chapitre II

Généralités sur les éléments de machines

Tableau II-1 : Les types de hélices de convoyeur à vis	35
Tableau II-2 : Les types de l'auges de convoyeur à vis	36

Chapitre III

Calcul des éléments du convoyeur à vis

Tableau III-1 : Spécifications technique de convoyeur à vis	37
Tableau III-2 : caractéristiques technique et dimensions des roulements	38
Tableau III-3 : Valeurs des coefficients X et Y	39

Liste des abréviations

UMAB	Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem
FST	Faculté des Sciences et de la Technologie

Résumé

Le convoyeur à vis est une machine utilisée pour le transport de matières en vrac, qui fonctionne selon le principe de la vis d'Archimède. L'élément de transport est une pièce métallique plate en forme de vis. Cette hélice tourne autour de l'axe longitudinal du système et transporte les matériaux en vrac dans le sens axial, vers une trémie ou un tube fixe, tout en servant d'élément de support. Le convoyeur à vis se caractérise par sa conception simple, mais il est idéal pour une utilisation sur de courtes distances de transport. Dans cette étude, nous avons mis en évidence la méthode de conception de quelques éléments de convoyeur à vis comme la vis transporteuse, les paliers, en se basant sur les propriétés de la matière à transporter, en l'occurrence la farine de silice.

Mots clés : convoyeurs, vis, transport, hélice, paliers.

Abstract

A screw conveyor is a machine used to transport bulk materials, which operates on the principle of Archimedes' screw. The conveying element is a flat, screw-shaped metal component. This screw rotates about the longitudinal axis of the system and transports the bulk materials axially towards a hopper or a fixed tube, whilst also serving as a support element. The screw conveyor is characterised by its simple design, but is ideal for use over short transport distances. In this study, we have highlighted the design method for certain components of a screw conveyor, such as the conveying screw and the bearings, based on the properties of the material to be conveyed, in this case silica flour.

Keywords: conveyors, screws, transport, helical screw, bearings.

ملخص

الناقل اللولبي هو آلة تُستخدم لنقل المواد السائبة، وتعمل وفقاً لمبدأ لولب أرخميدس. عنصر النقل هو قطعة معدنية مسطحة على شكل لولب. يدور هذا اللولب حول المحور الطولي للنظام وينقل المواد السائبة في الاتجاه المحوري، نحو قادوس أو أنبوب ثابت، بينما يعمل في الوقت نفسه كعنصر داعم. يتميز الناقل اللولبي بتصميمه البسيط، لكنه مثالي للاستخدام في مسافات النقل القصيرة. في هذه الدراسة، قمنا بتسليط الضوء على طريقة تصميم بعض عناصر الناقل اللولبي مثل اللولب الناقل والمحمل، استناداً إلى خصائص المادة المراد نقلها، وهي في هذه الحالة دقيق السيليكا.

الكلمات المفتاحية: الناقلات، اللولب، النقل، المروحة، المحامل

NOMENCLATURE

Nous donnons ci-dessous les principales notations utilisées dans ce mémoire.

$D = d_e$: diamètre extérieur (mm)

$D = d_i$: diamètre intérieur (mm)

$B = p$: le pas (mm)

N : la vitesse de rotation de vis (tr/min)

ε : Taux de remplissage optimal

ρ : Masse volumique apparente du produit ; $\rho = 725 \text{ kg/m}^3$

θ : angle d'inclinaison du filet (degré)

v : vitesse d'avancement de produit (m/s)

H_c : hauteur d'élévateur du transporteur ; $H_c = 0$, (horizontal)

F : la force axiale (N)

r : le rayon

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

W_0 : Coefficient de résistance à l'avancement de la matière, $W_0 = 4$

Q : le débit

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

L : longueur (m)

P : puissance transmise (KW)

M_t : Moment de torsion (N.m)

σ_f : Contrainte de flexion (Mpa)

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

i_m : Rapport de réduction

Table des matières

Dédicaces	i
Remerciements.....	ii
Liste des figures	iii
Liste des tableaux.....	v
Liste des abréviations.....	v
Résumé.....	vii
Introduction Générale	1

Chapitre I

les moyens de transport et manutention des matières en vrac

I.1 Introduction	1
I.2 définition scientifique de convoyeur à vis.....	2
I.3 le rôle de convoyeur à vis	3
I.4 le type de convoyeur	4
I.5 la manutention en vrac.....	5
I.6. l'objectif de chaque étape	6
I.7 comparaison entre les différents types de convoyeur à vis	Erreur ! Signet non défini.
I.8 caractéristiques des matériaux en vrac	8
I.9 les facteurs	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre II

Généralités sur les éléments de machines

II.1 utilisation courantes des convoyeurs à vis	10
II.2 composants d'un convoyeur à vis	11
II.3 moteur d'entraînement	12
II.4 les arbres.....	13
II.5 les cintres.....	14
II.6 les roulements.....	15
II.7 les auges de convoyeur à vis	16
II.8 support de l'auge	17
II.9 les joints	18
II.10 les couvercles de l'auge.....	19
II.11 becs de décharge.....	20

Chapitre III

Calcul des éléments du convoyeur à vis

III.1 Introduction.....	21
III.2 Problématique des paliers intermédiaires de la vis	22
III.3 analyse scientifique	23
III.4 Calcule les hélices	24
III.5 Calcule le débit.....	25
III.6 Calcule des puissances	26
III.7 Calcule de résistance de l'arbre de la vis	27
III.8 Le type de palier (calcule de roulement).....	28
III.9 Simulation par SOLIDWORKS	28

Conclusion générale.....	29
Références bibliographiques	30

Introduction générale

Introduction Générale

Les équipements mécaniques jouent un rôle crucial dans divers secteurs industriels, car ils sont indispensables à la production. Parmi ces équipements figurent les mécanismes de transport tels que : les convoyeurs à bande. Ces appareils sont généralement installés entre des équipements d'entraînement tels que des machines d'emballage, des condenseurs, etc.

Nous suivons les étapes décrites dans cette thèse à partir de l'étude de la conception d'un prototype de convoyeur à vis. Ce travail vise à concevoir un convoyeur à vis doté de nouvelles fonctionnalités.

Nous avons d'abord choisi un type de convoyeur, puis sélectionné les matériaux pour tous ses composants et vérifié qu'ils répondaient aux exigences en matière de résistance.

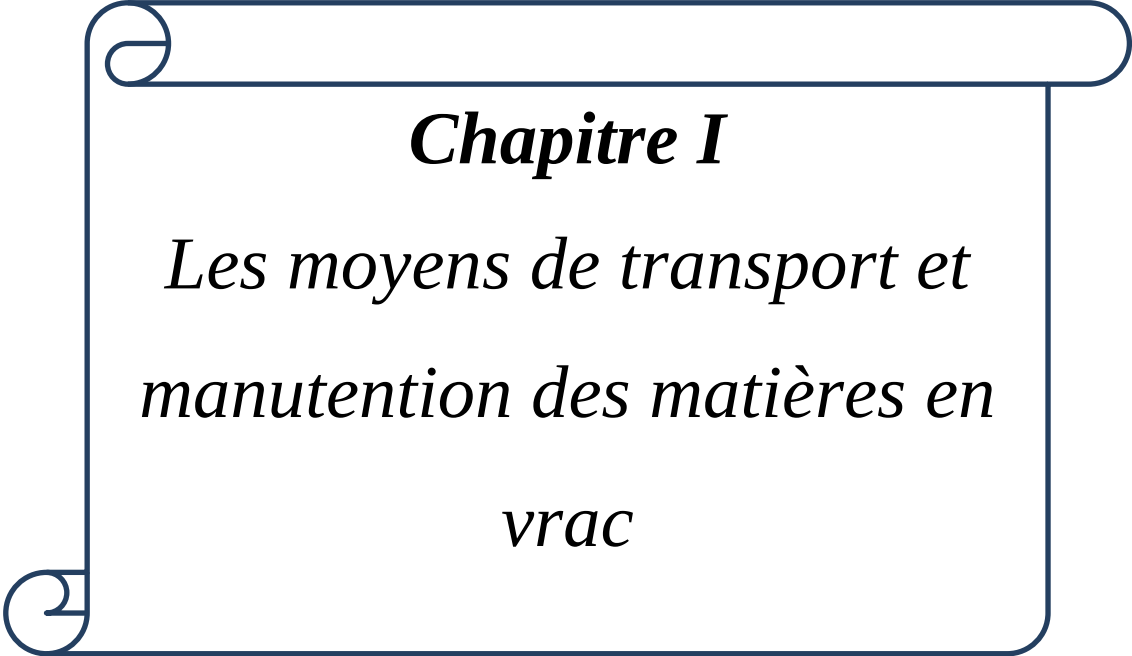
Dans le premier chapitre, nous présenterons un aperçu des moyens de transport et de manutention des matériaux en vrac.

Dans le deuxième chapitre, nous étudierons les informations générales sur les composants et éléments de machines de ce type de convoyeur.

Dans le troisième chapitre, nous aborderons le calcul des éléments du convoyeur à vis, avec une modélisation optimisée du convoyeur à vis sous « SOLIDWORKS »

Ce travail se terminera par une conclusion générale et certaines perspectives.



A decorative frame resembling a scroll, with a horizontal bar at the top and a vertical bar on the left. The top bar has a circular end on the right, and the left bar has a circular end at the bottom. The text is centered within the frame.

Chapitre I

*Les moyens de transport et
manutention des matières en
vrac*

Chapitre I :

Les moyens de transport et manutention des matières en vrac

I.1 Introduction

La conception originale du convoyeur à vis remonte à plus de deux mille ans, ce qui en fait l'un des moyens de transport de matériaux les plus anciens connus de l'humanité. Depuis près d'un siècle, le convoyeur à vis est largement utilisé pour transporter des céréales, du charbon fin et d'autres matériaux en vrac, et occupe une place exceptionnelle dans le secteur florissant du traitement des matériaux. De nos jours, les progrès technologiques ont fait du convoyeur à vis l'une des techniques les plus efficaces et les plus économiques pour transporter des matériaux en vrac.

I.2 Définition scientifique de convoyeur à vis

Le convoyeur à vis est un appareil qui utilise une lame hélicoïdale rotative pour pousser les matériaux. La force exercée sur les matériaux par les lames de la vis est générée par le poids du matériau lui-même et la résistance au frottement avec le corps du convoyeur.

La lame hélicoïdale soudée sur l'axe rotatif du convoyeur à vis présente différentes surfaces (surfaces lisse, surface striée, surface en lame, etc.) en fonction du type de matériau transporté. L'axe de la vis est également équipé d'un palier de butée à l'extrémité du sens de déplacement de la matière, afin de transmettre la force de réaction axiale résultant de l'interaction de la vis avec la matière. Pour les machines de grande longueur, il est nécessaire d'ajouter un palier intermédiaire.

Ces équipements de transport sont largement utilisés dans les industries métallurgiques, fourragères, céréalières et de la construction. Le convoyeur est fabriqué en acier et sert à transporter des produits chimiques et des matériaux de construction, tels que des poudres ou des particules solides, à températures élevées [1].

Chapitre I : Les moyens de transport et manutention des matières en vrac

I.3le rôle de convoyeur à vis

Comme son nom l'indique, le convoyeur sert à transporter des charges, qu'elles soient légères ou lourdes, en vrac ou emballées, afin qu'elles soient traitées ultérieurement. Il transporte les produits tout au long du processus, de leur réception à leur déchargement. En s'intégrant parfaitement dans la chaîne de production continue, il permet d'améliorer l'efficacité et la productivité en réduisant la dispersion des matériaux, ce qui facilite le transport, le stockage dynamique des matériaux souples et la préparation des commandes [2].

I.4Type de convoyeur 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 hélices et leur position. Les types de convoyeur à vis comme suit :

I.4.1Convoyeur à vis horizontal

Les convoyeurs à vis horizontaux (**figure 1**) sont les modèles les plus couramment employés. Utilisé pour déplacer des matériaux en vrac d'une étape d'un processus à une autre. Les convoyeurs à vis sont généralement utilisés pour transporter 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 [3].



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

I.4.2Convoyeur à vis incliné

Le convoyeur à vis incliné (également appelé vis d'alimentation) est un convoyeur qui combine le transport continu de matériaux, le pesage précis et le contrôle quantitatif. Il est largement

Chapitre I : Les moyens de transport et manutention des matières en vrac

utilisé pour le transport horizontal et vertical de matériaux sous forme de poudre, de granulés ou de petits morceaux.

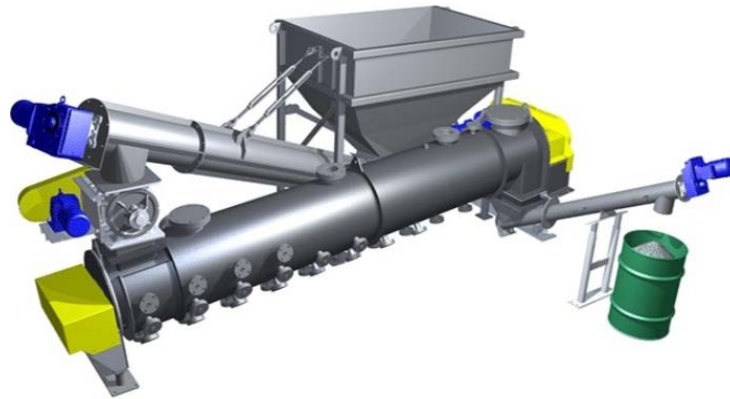


Figure I-2 : Convoyeur à vis incliné [3]

I.4.3 Convoyeur à vis vertical

Le convoyeur à vis verticale est un type classique de convoyeur à vis. Grâce à sa vis rotative, il peut transporter efficacement les matériaux de bas en haut sur un trajet vertical. Grâce à ses caractéristiques de structure, de fonctionnement simple et de réduction des coûts, le convoyeur à vis verticale est largement utilisé dans de nombreuses industries, telles que l'agriculture, la pharmacie, la chimie, etc.

En tant qu'équipement de transport flexible, il peut être personnalisé en termes de hauteurs, de diamètre de vis et de pas de vis pour atteindre différentes vitesses et capacités de transport.



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

Chapitre I : Les moyens de transport et manutention des matières en vrac

I.4.4 Convoyeur d'Archimède tubulaire

Les convoyeurs à vis tubulaires sont spécialement conçus pour transporter et doser des produits secs et non volatils. La vis d'Archimède se présente sous la forme d'un tube fermé dans lequel tourne une vis. Grâce à leur excellente étanchéité, ils réduisent les émissions de poussière. Ces équipements sont moins complexes que les convoyeurs à vis à canal (en forme de U). Ils permettent également une inclinaison accrue, ce qui réduit l'espace occupé pour un même débit.



Figure I-4 : Convoyeur d'Archimède tubulaire [3]

I.4.5 Le convoyeur à vis sans arbre

Le transporteur à vis sans arbre (**figure 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 hétérogène : 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 : Convoyeur à vis sans arbre [3]

Chapitre I : Les moyens de transport et manutention des matières en vrac

I.5 La manutention des produits en vrac

La manutention des produits en vrac est un domaine d'ingénierie et de technologie, qui consiste à concevoir des systèmes et des équipements pour transformer les matières premières stockées en mouvement dans les lignes de production.

Le processus de manutention des matières en vrac se compose d'une série d'étapes interdépendantes, dans lesquelles le convoyeur à vis joue un rôle essentiel et vital pour relier ces étapes entre elles.

Les étapes fondamentales, selon la séquence industrielle, sont les suivantes :

I.5.1 Phase de réception et de déchargement

Il s'agit de la première étape de la chaîne de manutention, qui consiste à transférer les matières premières depuis les moyens de transport externes (Camions, trains, navires) vers l'intérieur de l'usine [3].



Figure I-6 : Réception et Déchargement du camion [3]



Figure I-7 : Réception et Déchargement de navire [3]

Chapitre I : Les moyens de transport et manutention des matières en vrac

I.5.2Étape de stockage

C'est le processus de conservation des matériaux en vrac dans des endroits désignés (tels que des silos ou des entrepôts), afin d'assurer la disponibilité des stocks qui assurent la continuité de la production (gestion sûre des stocks).



Figure I-8 : Silos de stockage de matériaux en vrac [3]

I.5.3Étape d'alimentation et de dosage

Cette étape est considérée comme la plus importante du processus de manutention elle consiste à contrôler avec précision la quantité et le débit du produit. Il s'agit d'alimenter les machines avec la quantité adéquate au moment opportun afin de garantir la qualité de la production, et d'éviter le gaspillage de matières premières [4].



Figure I-9 : Dosage de poudre [4]

I.5.4 Phase de transport interne

Il s'agit du processus de liaison dynamique entre les différentes unités de l'usine. Ce la consiste à choisir le trajet optima (horizontal, vertical ou incliné), pour acheminer la matière avec le moins d'effort mécanique possible et sans altérer ses propriétés [4].



Figure I-10 : Transport de matières en vrac à l'intérieur de l'usine [4]

I.5.5 Étape de chargement des marchandises en vrac

Il s'agit de la dernière étape, au cours de laquelle le produit fini est transféré de la chaîne de production vers les unités d'exportation, afin de garantir qu'il parvienne au client final en respectant les spécifications requises [5].



Figure I-11 : Expédition de matériaux en vrac [5]

Chapitre I : Les moyens de transport et manutention des matières en vrac

I.6l'objectif de chaque étape

Chaque étape du processus de manutention des matériaux en vrac répond à un objectif technique et pratique. Cela est rendu possible grâce à l'intervention de convoyeur à vis, dont les caractéristiques techniques permettent de faciliter le processus de manutention des matériaux en vrac [6], [7].

Tableau I-1 : Tableau analytique précisant l'objectif de chaque étape et précisant le rôle du convoyeur à vis à chaque étape

Phase	objectif	Fonctionnement du Convoyeur à vis	Avantage technique obtenu
Réception et Déchargement	recevoir de matières de la source	extraction du matériau des bassins de déchargement et transfert vers les silos	Capacité à résister à la compression et au déchargement réguliers des matériaux
Stockage	maintenir l'inventaire	Retrait de la matière et prévention de l'agglomération	Assurer un flux continu de matériau et éviter l'obstruction
D'alimentation et Dosage	Contrôlez la quantité de flux de matière	Fonctionne comme un dispositif d'alimentation de haute précision grâce au contrôle de la vitesse	Déterminer les quantités de matériaux en vrac entrant
Transport interne	liaison d'unités	transporter les matériaux horizontalement ou verticalement entre les différents services de l'usine	transport très efficace

Chapitre I : Les moyens de transport et manutention des matières en vrac

Chargement et expédition	reçu finale du produit	empêcher la projection de matière pendant le remplissage	préserver un environnement propre
--------------------------	------------------------	--	-----------------------------------

I.7 Comparaison entre les différents types de convoyeurs à vis

Norme technique	Convoyeur à vis horizontal	Convoyeur à vis incliné	Convoyeur à vis vertical	convoyeur à vis sans arbre	Convoyeur d'Archimède tubulaire
Efficacité du transport	Très élevée, pouvant atteindre 100%	moyenne (diminue avec l'angle)	faible	Haute efficacité sur les matériaux difficiles	Haute efficacité pour les liquides
Taux de remplissage	entre 15% et 45%	entre 20% et 40%	il doit être complètement rempli	Jusqu'à 50%	Variable selon le diamètre
Vitesse de rotation	faible, pour réduire l'usure	moyenne	élevé	faible	faible à moyenne
Type de matière	. poudres . granulés Secs	. matériaux antidérapants	. poudres homogènes	. matériaux collants et emmêlés	. matériaux Broyés . matériaux granulaires . produits chimiques et engrais

Chapitre I : Les moyens de transport et manutention des matières en vrac

I.8Caractéristiques des matériaux en vrac

I.8.1 Taille maximale des particules et taille des grumeaux dans le matériau en vrac

La taille des grumeaux dans le matériau en vrac doit être prise en compte lors de la conception à vis. Le diamètre du convoyeur à vis dépend non seulement de la capacité du matériau en vrac à transporter, mais aussi de la taille et de la proportion des grumeaux présents dans ce matériau. La taille des grumeaux est déterminée par les dimensions maximales des plus gros grumeaux. Si l'une des dimensions d'un agglomérat est nettement plus longue que sa section transversale, c'est cette dimension la plus longue qui sera utilisé pour déterminer la taille de l'agglomérat.

La nature des grumeaux doit également être prise en compte lors de la conception d'un convoyeur à vis. Certains matériaux en vrac contiennent des grumeaux durs qui ne se brisent pas lors du transport par convoyeur à vis. D'autres matériaux en vrac peuvent contenir des grumeaux assez durs mais qui se dégradent lors du transport, entraînant une réduction de la taille des grumeaux. Les matériaux en vrac dont les grumeaux se brisent facilement lors du transport ne présentant aucune contrainte quant à la taille du convoyeur.

La taille admissible d'un grumeau dans un convoyeur à vis dépend du jeu radial entre le diamètre extérieur du tube central et le rayon intérieur de l'auge, ainsi que de la protection des grumeaux dans le mélange. Le convoyeur à vis doit être capable de transporter les grumeaux sans entraver l'écoulement du matériau en vrac ni endommager le convoyeur. Les grumeaux doivent pouvoir passer dans l'espace libre entre le tube central et l'intérieur de l'auge. L'espace libre radial est illustré.

La taille maximale des morceaux du matériau en vrac

$$\text{Rapport, } R = \frac{\text{jeu radial}}{\text{taille des morceaux}} \quad \text{en pouces}$$

Chapitre I : Les moyens de transport et manutention des matières en vrac

Tableau I-3: SCREW CONVEYOR ENGINEERING GUIDE [8]

Bulk Material Lump Size Table						
Screw Dia.	Pipe Size	Pipe O.D.	Radial Clearance	Class 1 (R = 1.75)	Class 2 (R = 2.5)	Class 3 (R = 4.5)
4"	1-1/4"	1-5/8"	1-11/16"	3/4"	1/2"	1/4"
6"	2"	2-3/8"	2-5/16"	1-1/4"	3/4"	1/2"
9"	2"	2-3/8"	3-13/16"	2"	1-1/2"	3/4"
	2-1/2"	2-7/8"	3-9/19"	2"	1-1/4"	3/4"
12"	2-1/2"	2-7/8"	5-1/16"	2-3/4"	2"	1"
	"3	3-1/2"	4-3/4"	2-1/2"	1-3/4"	1"
	3-1/2"	4"	4-1/2"	2-1/2"	1-3/4"	3/4"
14"	3"	3-1/2"	5-3/4"	3-1/4"	2-1/4"	1-1/4"
	3-1/2"	4"	5-1/2"	3"	2"	1"
16"	3-1/2"	4"	6-1/2"	3-1/2"	2-1/2"	1-1/4"
	4"	4-1/2"	6-1/4"	3-1/2"	2-1/4"	1-1/4"
18"	3-1/2"	4"	7-1/2"	4-1/4"	2-3/4"	1-1/2"
	4"	4-1/2"	7-1/4"	4"	2-3/4"	1-1/2"
20"	3-1/2"	4"	8-1/2"	4-3/4"	3-1/4"	1-3/4"
	4"	4-1/2"	8-1/4"	4-1/2"	3-1/4"	1-3/4"
24"	4"	4-1/2"	10-1/4"	5-3/4"	4"	2-1/4"
30"	5"	5-9/16"	12-11/16"	7"	5"	2-3/4"
36"	6"	6-5/8"	15-3/16"	8-1/2"	6"	3-1/4"

I.8.2 Charge dans la goulotte

La charge dans la goulotte désigne la profondeur du matériau en vrac à l'intérieur de la goulotte du convoyeur à vis, elle est exprimée en pourcentage par rapport à une goulotte pleine. Une goulotte pleine est considérée comme remplie à 100 %. Les charges sont déterminées en fonction des caractéristiques des matériaux en vrac. La charge recommandée pour le convoyeur à vis dépend de la densité du matériau en vrac, de son degré d'abrasivité et de sa fluidité. Pour une capacité donnée, le volume et la vitesse du convoyeur à vis sont déterminés par le pourcentage de charge [8].

I.8.2.1 Chargement dans l'auge de 15 %

Les matériaux en vrac dont la densité varie entre 50 et 120 lb/pied³, qui sont extrêmement abrasifs et peu fluides, tels que l'alumine, la calcin de verre ou la potasse, sont difficiles à transporter et ne s'écoulent pas facilement dans un convoyeur à vis. La charge dans l'auge doit être maintenue bien en dessous du tube central afin de réduire l'usure excessive des composants du convoyeur, tels



Chapitre I : Les moyens de transport et manutention des matières en vrac

que les vis, les paliers de suspension, les arbres d'accouplement et les auge. La charge recommandée dans l'auge pour les matériaux en vrac présentant des caractéristiques similaires est de 15 % [8].

I.8.2.2 Charge dans l'auge de 45 %

Les matériaux en vrac dont la densité est comprise entre 5 et 40 lb/pied³, qui sont non abrasifs et s'écoulent très librement, tels que la luzerne, le bicarbonate de soude ou le riz décortiqué, s'écoulent facilement dans un convoyeur à vis. Le niveau de remplissage de l'auge peut être relevé jusqu'au niveau du tube central sans causer d'usure excessive des composants du convoyeur, tels que les vis, les paliers de suspension, les accouplements, les arbres et les auge. Le niveau de remplissage recommandé pour les matériaux en vrac présentant des caractéristiques similaires est de 45 %.



I.9 Facteurs influençant la conception des convoyeurs à vis

I.9.1 Très corrosif

Les matériaux en vrac très corrosifs nécessitent l'utilisation d'alliages résistants à la corrosion. Les convoyeurs à vis doivent être fabriqués à partir d'alliages insensibles au produit corrosif. Les

matériaux de construction couramment utilisés pour les produits très corrosifs sont les aciers inoxydables 304, 310, 316, 410 et 430. On peut également recourir à des alliages à haute teneur en nickel, tels que l'inconel, le Monel et le Hastelloy.



Sulfate de cuivre

I.9.2 Légèrement corrosif

Les matériaux en vrac légèrement corrosifs, ou ceux qui ont tendance à devenir corrosifs dans certaines conditions, peuvent nécessiter l'utilisation d'alliages résistants à la corrosion. La corrosion est un terme relatif qui dépend de chaque

Boues de forage



Chapitre I : Les moyens de transport et manutention des matières en vrac

application particulière. Les convoyeurs à vis doivent être fabriqués à partir d'alliage insensibles au produit corrosif. Les matériaux de construction habituellement utilisés pour les produits légèrement corrosifs sont les aciers inoxydables 304 et 316.

I.9.3 Accumulation et durcissement

Certain matériaux en vrac s'accumulent et se durcissent dans l'auge du convoyeur à vis. Ces matériaux ont également tendance à se compacter sous la pression et à absorber l'humidité. Il est nécessaire d'utiliser des convoyeurs à vis présentant un jeu minimal entre la vis et l'auge afin d'éviter toute accumulation dans cette dernière. De plus, des groupes d'entraînement à couple élevé sont nécessaires pour cisailer les matériaux en vrac durcis, et il est également possible d'utiliser des spires à pointe en carbure



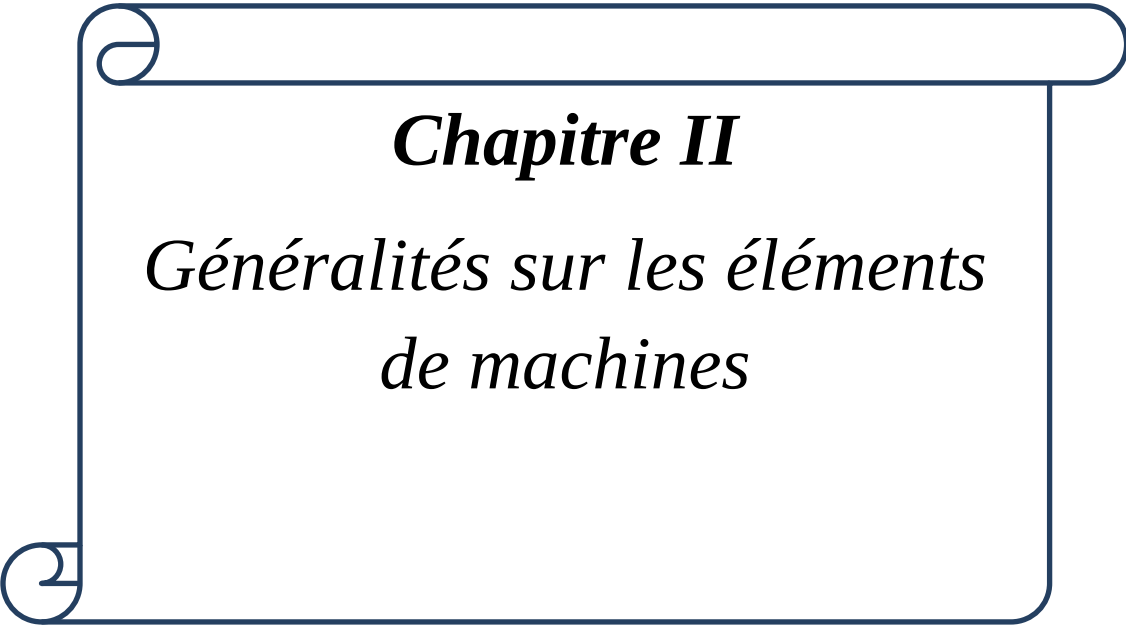
Sulfate d'ammonium

I.9.4 Génère de l'électricité statique

De l'électricité statique peut se former lorsque la rotation de la vis fait tourbillonner le matériau en vrac pendant le transport. Les granulés de plastique génèrent de l'électricité statique lorsqu'ils sont transportés par un convoyeur à vis. La mise à la terre de l'auge du convoyeur à vis à plusieurs endroits permet d'éliminer l'électricité statique. Une faible charge dans l'auge et une réduction de la vitesse de fonctionnement sont également utiles.



Bentonite

A decorative frame resembling a scroll, with a dark blue outline. The top edge is a horizontal bar with rounded ends. The left edge is a vertical line with rounded ends. The bottom edge is a horizontal line with rounded ends. There are two circular scroll-like details: one at the top-left corner and one at the bottom-left corner.

Chapitre II

Généralités sur les éléments de machines

Chapitre II

Généralités sur les éléments de machines

II.1 Utilisation courantes des convoyeurs à vis

Les convoyeurs à vis sont utilisés pour transporter des produits d'une zone à une autre au sein d'une usine, ou d'un poste de travail à un autre. Ils sont également utilisés dans les opérations de stockage, de réception, de livraison des produits et d'approvisionnement des postes de travail en matériaux nécessaires. Ces systèmes sont utilisés dans divers domaines tels que l'industrie, les mines et le secteur agricole, dans le but de transporter des produits généralement « en vrac » (non emballés) tels que : les matières premières, les produits semi-finis, les déchets, ainsi que les produits conditionnés (emballés), et ce de manière continue [9].

Les applications des convoyeurs à vis sont très nombreuses dans le secteur industriel, car ils constituent littéralement la « colonne vertébrale » du système de production. Parmi les secteurs industriels qui les utilisent, on peut citer :

- . L'industrie du papier et du carton.
- . Les industries agricoles.
- . L'industrie des plastiques.
- . Les industries pharmaceutiques et chimiques.
- . L'industrie du bois.
- . L'industrie automobile.
- . L'industrie agroalimentaire.

Ces convoyeurs sont développés avec des solutions adaptées aux besoins de l'utilisateur, c'est pourquoi il en existe plusieurs types.

II.2 Composants d'un convoyeur à vis

Chapitre II : Généralités sur les éléments de machines

Le convoyeur à vis, se compose de plusieurs éléments essentiels qui entrent dans sa construction.

La figure II-1 illustre les composants du convoyeur à vis. [10]

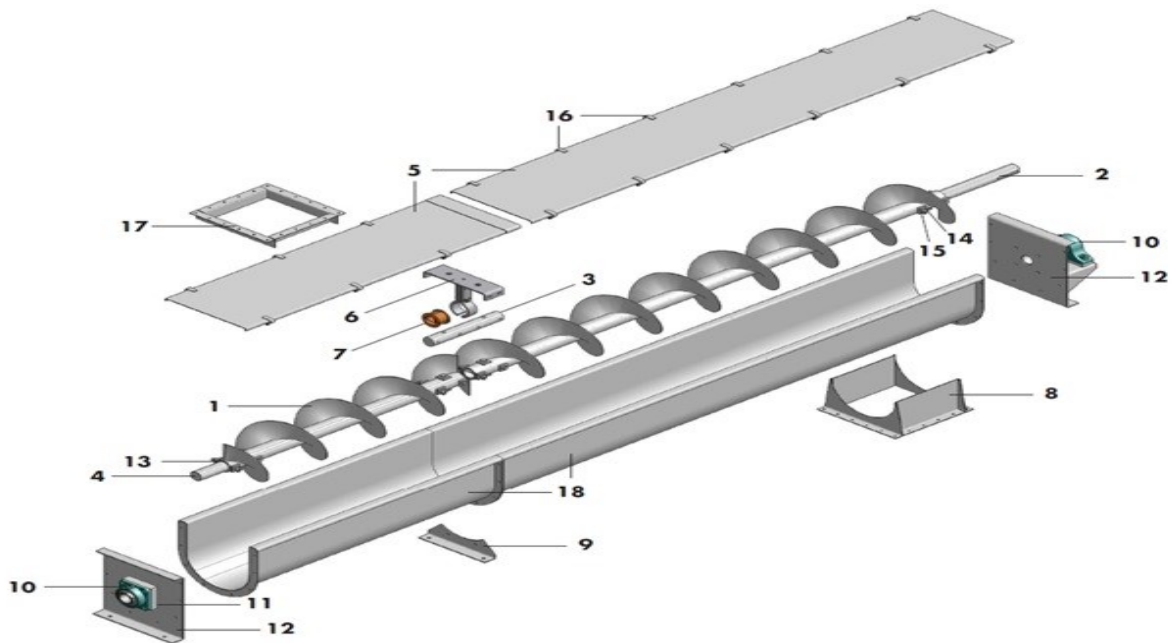


Figure II-1:Composants d'un convoyeur à vis [10]

1	Vis	10	Roulement 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

Chapitre II : Généralités sur les éléments de machines

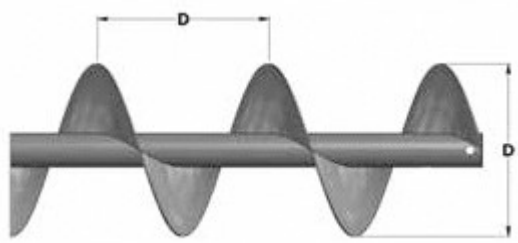
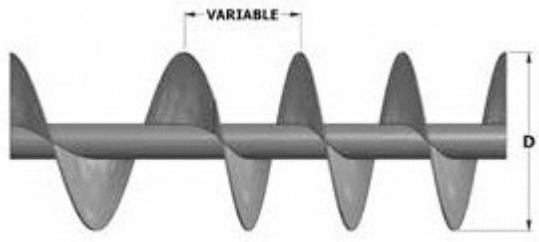
II.3 Analyse scientifique des composants du convoyeur à vis

II.3.1 vis de convoyeur

Le choix des vis dépend des exigences et des besoins de l'utilisateur final. Il existe plusieurs types de vis, dont les plus courants sont les vis à filetage hélicoïdal ou les vis à filetage droit.

Les différents types de vis utilisés dans la construction d'un convoyeur à vis sont les suivants :

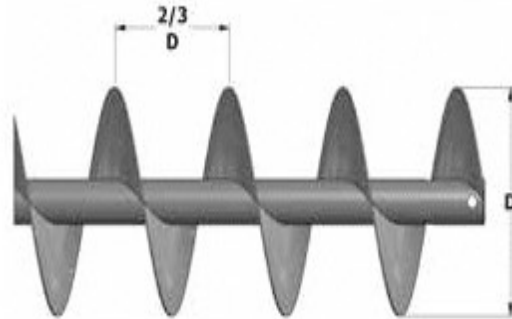
Tableau II.1 : les types des hélices de convoyeur à vis [8], [9]

Hélice standard à filet simple	
Les vis à pas standard et à filetage simple se caractérisent par un diamètre extérieur égal au pas, ce sont les vis les plus couramment utilisées dans les convoyeurs à vis horizontaux et inclinés jusqu'à 10 degrés	
Analyse scientifique	Analyse géométrique
Hélice à pas variable	
Les vis à pas variable et les vis monobloc se caractérisent par une augmentation du pas à chaque spire, elles sont utilisées dans les convoyeurs à vis pour assurer un transport régulier des matériaux en vrac.	

Chapitre II : Généralités sur les éléments de machines

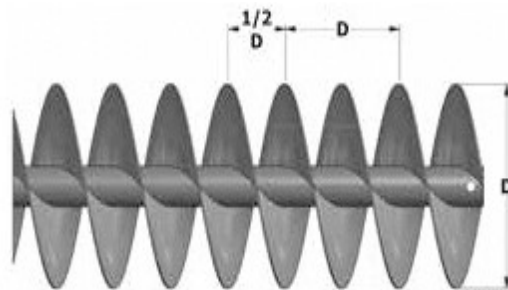
Hélice à pas court

Les vis à pas court et à une seule hélice se caractérisent par un pas réduit à deux tiers du diamètre, elles sont généralement utilisées dans les applications de convoyeurs à vis inclinés et verticaux. Le pas court est également utilisé dans certaines applications de convoyeurs à vis à pas variable.



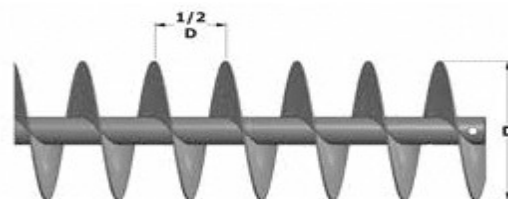
Hélice standard à double filetage

Les vis à pas standard et à double filetage se caractérisent par un diamètre extérieur égal au pas, ce qui les rend très similaires aux vis à pas standard et à simple filetage. Un deuxième filetage est ajouté à 180 degrés du premier afin d'assurer un déchargement plus régulier des matériaux en vrac.



Hélice à pas demi-uniforme à une pale

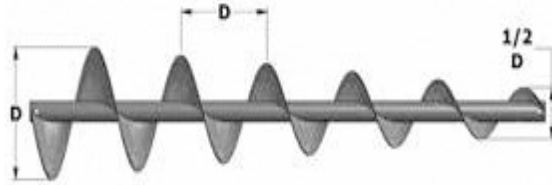
Les vis à pas demi-régulier à une seule spire sont généralement utilisées dans les applications de convoyeurs à vis inclinés et verticaux. Ces vis sont également utilisées dans certaines applications de convoyeurs à vis à pas variable.



Chapitre II : Généralités sur les éléments de machines

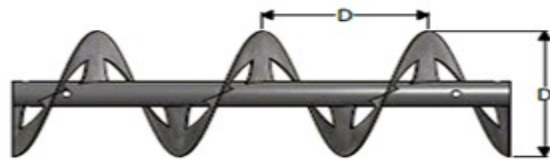
Hélice à pas standard et à cône simple

Les vis à pas standard et à cône simple se caractérisent par un diamètre extérieur conique qui augmente du demi-diamètre total, elles sont utilisées dans les convoyeurs à vis pour assurer un entraînement régulier des matériaux en vrac s'écoulant librement depuis des trémies, des caisses ou des silos.



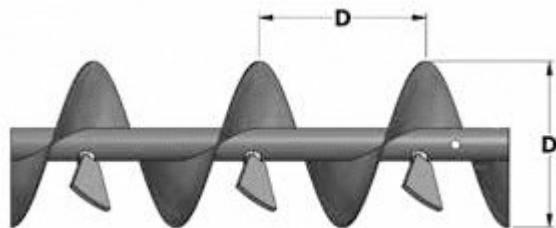
Hélice plate à pas standard

Les vis à filetage simple et à pas standard présentant un espace à l'intérieur de la lame et autour du tube central afin de réduire l'accumulation de matières visqueuses et solides.



Hélice standard avec pales

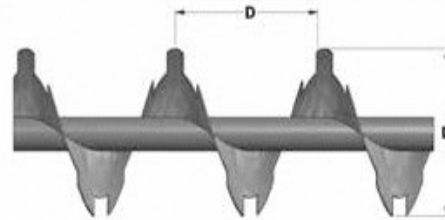
Ces vis à pas standard sont dotées d'un filetage simple et de pales réglables, situées entre les filets de la vis. Il est possible d'ajouter jusqu'à quatre pales par pas afin d'assurer un mélange doux et homogène des matériaux en vrac.



Hélice à vol coupé

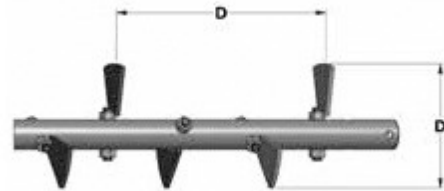
Chapitre II : Généralités sur les éléments de machines

Les vis à vol coupé se caractérisent par la présence de rainures espacées de manière régulière sur leur bord extérieur, afin d'améliorer le mélange et le brassage des matériaux en vrac.



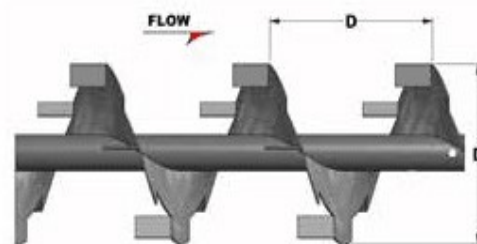
Hélice à pales hélicoïdales

Les vis à pales à pas standard se caractérisent par des pales réglables disposées en spirale autour du diamètre du tube central. Il est possible d'utiliser jusqu'à quatre pales par pas pour obtenir un mélange puissant et un écoulement contrôlé des matériaux en vrac.



Hélice à vol coupé et plié

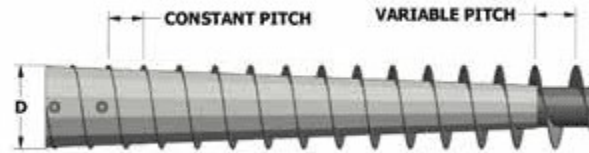
Les vis à vol coupé et plié se caractérisent par la présence de fentes à intervalles réguliers sur leur bord extérieur. Elles sont également équipées des vols de soulèvement afin d'assurer un mélange parfait et un brassage efficace des matériaux en vrac.



Vis à flux de masse

Chapitre II : Généralités sur les éléments de machines

Les vis à flux de masse utilisant une combinaison d'un noyau interne conique et d'un pas variable pour offrir un volume croissant à chaque rotation. Elles sont utilisées dans les doseurs à vis pour assurer une extraction uniforme des matériaux en vrac à partir des trémies, des bacs ou des silos.



II.4 Sens de rotation de la vis de convoyeur

Le sens de rotation du convoyeur à vis- à droite ou à gauche – détermine le sens d'écoulement des matériaux et influe sur la manière dont les convoyeurs à vis s'intègrent aux systèmes de manutention existants. Les vis à rotation à droite (dans le sens des aiguilles) constituent la norme industrielle, tandis que les vis à rotation à gauche (dans le sens inverse des aiguilles) sont utilisées dans des applications spécialisées ou lorsque l'espace est restreint. Un choix et une installation corrects permettent d'optimiser l'efficacité et de réduire au minimum les pertes ou la contamination du produit pendant le transport [9].

Left-Hand and Right Hand Conveyor Screws



Figure II-2:Sens de rotation de la vis de convoyeur (droite et gauche) [9]

II.5 Moteur d'entraînement (l'unité d'entraînement)

Chapitre II : Généralités sur les éléments de machines

Il s'agit du cœur de la puissance du convoyeur à vis. Il alimente l'ensemble du système en entraînant les lames en spirale en rotation via des courroies ou des engrenages, transportant ainsi le matériau. [9]



Figure II-3:Moteur de convoyeur à vis

II.5.1 Arbre d'entraînement

L'arbre d'entraînement du convoyeur à vis est le composant mécanique robuste et essentiel qui relie le moteur au tube central de la vis. Il transmet la rotation et le couple nécessaires au transport des matériaux à l'intérieur du conduit [8].



Figure II-4:Arbre d'entraînement [8]

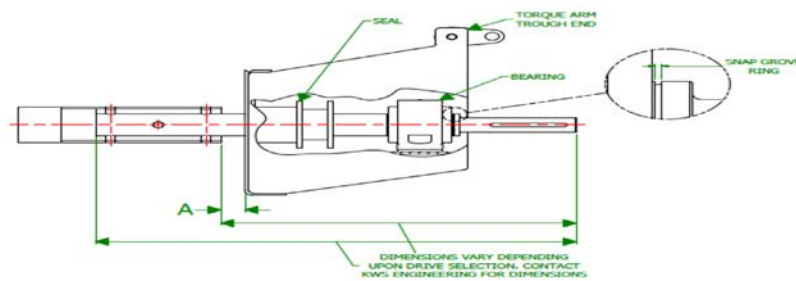


Figure II-5:Le dessin Technique [8]

II.6 Arbre d'accouplement

Un arbre d'accouplement de convoyeur à vis (aussi appelée accouplement d'arbre) est un élément mécanique de liaison qui connecte l'arbre d'entraînement (moteur /réducteur) à la vis hélicoïdale (la spirale) ou relie deux section de vis ensemble pour assurer la transmission du couple et de la puissance



Figure II-6:Arbre d'accouplement [8]

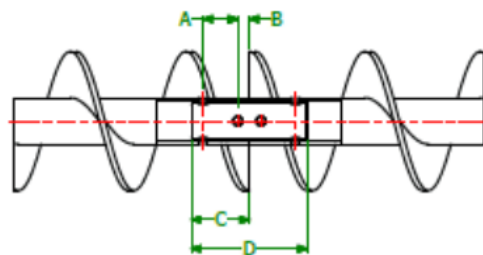


Figure II-7:Schéma technique de l'arbre d'accouplement [8]

II.7 Arbre d'extrémité

L'arbre d'extrémité d'un convoyeur à vis est un composant essentiel qui assure le soutien et la rotation de la vis, ainsi que l'étanchéité du matériau. Il est généralement équipé de paliers à ses extrémités pour supporter les charges radiales et axiales. Ces arbres, souvent fabriqués en acier robuste, nécessitent un alignement précis et des joints d'étanchéité pour empêcher les fuites de matières, en particulier au niveau de l'extrémité de déchargement. [8]

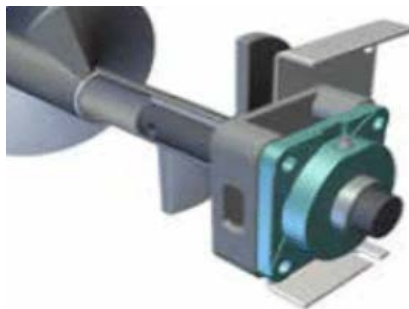


Figure II-8:Arbre d'extrémité [8]

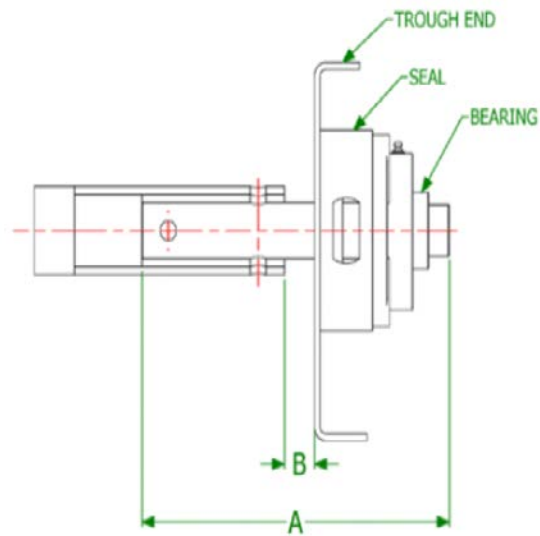


Figure II-9:Schéma technique

II.7.1 plaque d'extrémité de l'auge

Une plaque d'extrémité de l'auge de convoyeur à vis est un élément de fermeture robuste, généralement en acier, destiné à l'auge d'un convoyeur à vis. Elle est conçue pour loger, aligner et soutenir de manière sûre l'arbre rotatif de la vis, le roulement et le joint d'étanchéité. Elle sert de structure de support principale pour supporter les charges, en résistant à des couples et à des forces de poussée importants aux deux extrémités du convoyeur. [9]



Figure II-10:Une plaque d'extrémité de l'auge [9]

II.7.2 Géométrie de plaque d'extrémité

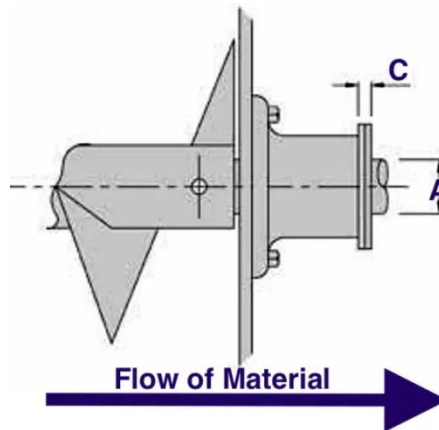


Figure II-11: Géométrie de plaque d'extrémité [8]

II.8 Cintres

Il s'agit d'éléments indispensables utilisés pour maintenir l'arbre d'accouplement à l'intérieur du convoyeur à intervalles réguliers, car la vis a tendance à fléchir sous son propre poids, ces pièces permettent donc d'éviter tout frottement entre les spires de la vis et l'auge. Les cintres sont généralement constitués de douilles en bronze, un matériau spécial qui permet un mouvement à l'intérieur et qui épouse la forme de l'arbre d'accouplement, facilitant ainsi la rotation. Ces pièces sont sujettes à l'usure et peuvent donc être remplacées [9].



Figure II-12 : les cintres [9]

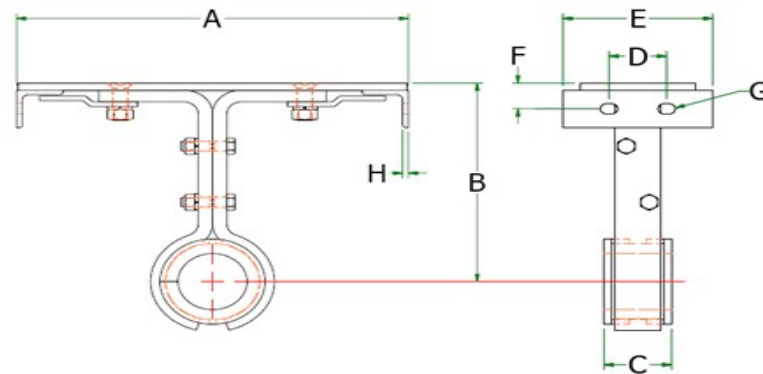


Figure II-13:Plan technique des cintres

II.9 Les roulements

II.9.1 Les roulements de suspension

Les roulements de suspension (ou paliers intermédiaires) sont des éléments de guidage mécanique placés à l'intérieur du convoyeur pour soutenir l'arbre de la vis (hélice) en un ou plusieurs points, généralement lorsque la longueur du transporteur dépasse 3 à 4 mètre. Contrairement aux paliers d'extrémité, ces roulements sont dits « suspendus » car ils sont fixés au-dessus de la vis pour ne pas obstruer le passage des matériaux.



Figure II-14:Palier suspendus [9]



Figure II-15:roulement de suspension intermédiaire pour convoyeur à vis [9]

II.9.2 Les roulements d'extrémité

Les roulements d'extrémité de convoyeur à vis sont des composants essentiels (paliers) qui soutiennent l'arbre hélicoïdal à une ou deux extrémités, gérant les charges, radiales et axiales (poussée) ainsi que le voile. Souvent situés côté entraînement (décharge), ils assurent la stabilité réduisent le frottement et permettent une rotation fluide.



Figure II-16:Palier d'extrémité

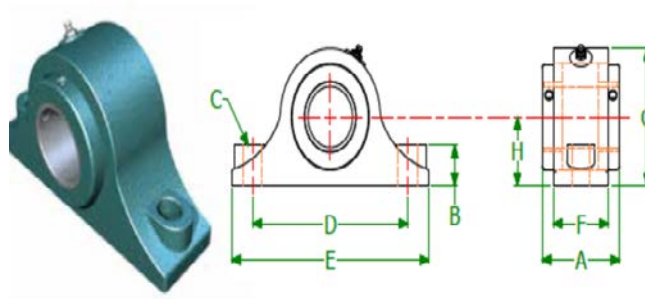


Figure II-17:Roulement d'extrémité [8]

II.10 Les auge de convoyeur à vis

Il s'agit d'une plaque métallique pliée en forme de « U » ou d'un tube circulaire à travers lequel les matériaux sont transportés. Ils comprennent des éléments tels qu'un convoyeur à vis avec ou sans arbre, des supports et une douille centrale. Ces auges sont disponibles en sections standard et en différentes longueurs. En fonction de l'utilisation prévue.

II.10.1 Les types des auges de convoyeur à vis

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

II.10.1.1 Les auges de forme U

Les auges en U constituent le type d'auge le plus couramment utilisé dans les convoyeurs et les alimentateurs à vis. Leur conception se caractérise par sa simplicité et son caractère économique, et elles offrent en outre un accès aisé pour la maintenance. [8]

Auge à rebord d'angle

Les auge à rebord d'angle sont fabriqués avec des rebords supérieurs dotés d'angles structurels afin d'offrir une rigidité supplémentaire. Les auge à rebord d'angle standard, quant à eux, sont fabriquées à partir de tôles plus fines et sont généralement utilisés pour des applications légères à moyennes.



Auge avec un canal formé

Les auge de canal formé sont fabriquées avec deux canaux latéraux formés pour fournir la rigidité nécessaire pour couvrir de longues distances sans avoir besoin de supports intermédiaires. Le fond courbé du canal est généralement fixé avec des vis des deux côtés du canal et peut être remplacé lorsqu'il est endommagé.



Auges à double paroi

Les auge à double paroi sont fabriquées avec une paroi extérieure soudée de manière étanche à l'auge. Les auge à double paroi permettent de refroidir, de chauffer ou de maintenir à température constante les matériaux en vrac. Des fluides caloporteurs tels que l'eau, l'huile chaude ou la vapeur circulent à l'intérieur de l'auge pour assurer le transfert de chaleur.



Auges à fond amovible

Les auges à fond amovible, dotées d'un fond amovible ou articulé, permettent d'accéder à la vis pour les opérations de nettoyage et maintenance. Les auges à fond amovible sont fixées par des boulons à intervalles rapprochés des deux côtés à l'aide de pinces à dégagement rapide et de boulons de sécurité de l'autre côté.



Auge élargie

Les auges élargies sont dotées d'un rebord supérieur profilé. L'ouverture supérieure de l'auge élargie est plus large que celle d'une auge simple en forme de U, afin de permettre aux matières en vrac visqueuses d'y pénétrer plus facilement. De nombreux convoyeurs à vis équipés d'un mélangeur utilisent des auges élargies, car l'espace supplémentaire au-dessus de la vis offre une plus grande surface pour le mélange des matières en vrac.



II.10.1.2 De forme tubulaire

Les auges tubulaires sont généralement utilisées lorsque la pente d'un convoyeur à vis dépasse 15 degrés. Elles améliorent considérablement l'efficacité du transport, car elles permettent de contenir les matériaux en vrac et de réduire les retours de matière. Elles sont également utilisées dans les applications nécessitant une étanchéité aux intempéries et pour maintenir la pression interne dans un convoyeur à vis [8].

Les auges tubulaires se divisent en deux catégories, comme l'indique le tableau suivant :

auges tubulaires non divisibles	
Les auges tubulaires non divisibles sont fabriqués soit en roulant des tubes cylindriques et en soudant des joints en continue, soit en coupant des tubes ou des buses à la longueur requise.	
auges tubulaires divisibles	
Les auges tubulaires divisibles sont fabriquées en roulant deux moitiés et en formant des rebords de chaque côté. Les deux moitiés sont ensuite assemblées à l'aide de vis pour former un ensemble solide.	

II.10.2 Matériaux de fabrication des auges

Le type de matériau utilisé pour la fabrication de l'auge varie en fonction de l'utilisation, du type de convoyeur à vis du niveau de résistance à l'usure ou à la corrosion auquel l'auge doit être soumise :

. Acier doux :

L'acier doux est le matériau le plus couramment utilisé pour la fabrication des auges de convoyeurs à vis, il convient à toutes les applications de transport.

. Acier inoxydables AR235 ou AR400 :

Les auges de convoyeurs à vis en acier inoxydable sont utilisées pour les matériaux abrasifs, car elles sont deux à quatre fois plus résistantes que l'acier doux.

. Acier inoxydables 304 et 316 :

Les convoyeurs en acier inoxydable sont utilisés en raison de la résistance de l'acier inoxydable à la corrosion et aux températures élevées, grâce à sa dureté de trempe.

II.11 Joints d'étanchéité

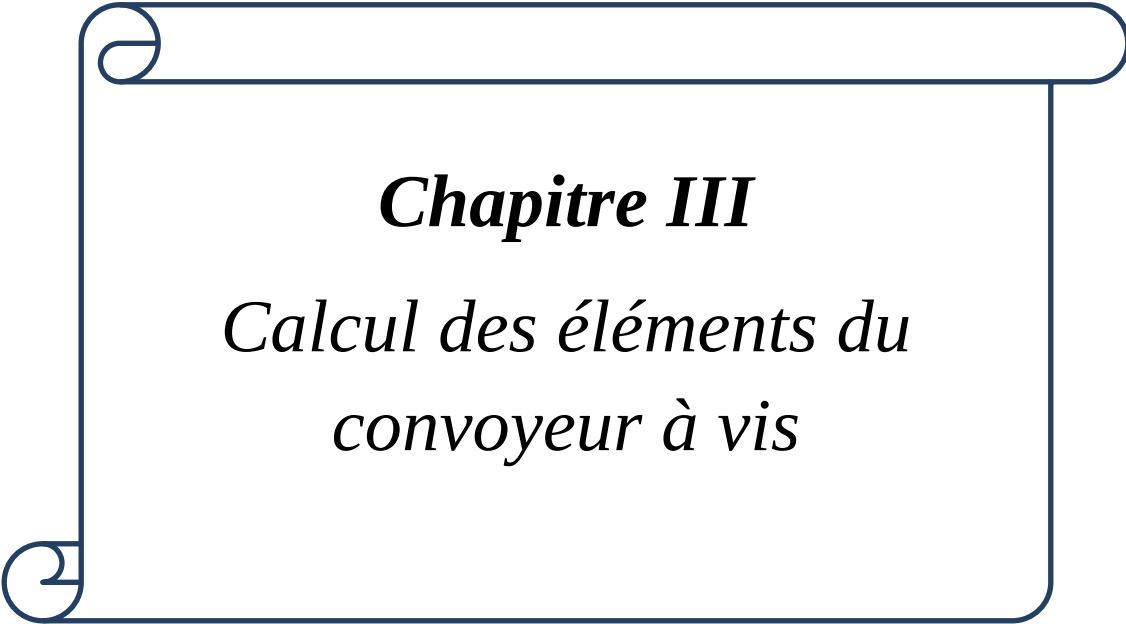
Les joints d'étanchéité sont constitués de fonte grise et de brides fendues dans lesquelles des matériaux de garniture sont comprimés contre des colliers en acier usinés. Ils sont montés à l'intérieur sur toutes les extrémités de l'auge, à l'exception du type à palier extérieur, sur lequel ils sont montés à l'extérieur. Ces joints offrent une protection maximale pour ou contre les matériaux traités. [9]



Figure II-18: Joints d'étanchéité pour montage intérieur [9]

II.12 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé en détail les composants du convoyeur à vis et le rôle de chacun d'entre eux dans le fonctionnement de la machine.

A decorative frame resembling a scroll, with a horizontal bar at the top and a vertical bar on the left. The top bar has a small circular detail on its left end, and the vertical bar has a similar detail at its bottom end.

Chapitre III

*Calcul des éléments du
convoyeur à vis*

Chapitre III

Calcul des éléments du convoyeur à vis

III.1 Introduction

Dans le secteur de la production industrielle, les ingénieurs ont pour mission de garantir le bon fonctionnement des machines afin de répondre aux exigences en matière de qualité et de quantité. Pour ce faire, ils proposent des solutions adaptées aux problèmes auxquels ils sont souvent confrontés dans leur travail et trouvent des moyens de les résoudre, cela passe par une analyse minutieuse et un examen approfondi du fonctionnement du convoyeur à vis, grâce à des recherches opérationnelles et à la détermination des conditions de fonctionnement appropriées pour la machine. L'objectif est d'établir des conditions scientifiques pour le fonctionnement de la machine. C'est ce que nous aborderons dans le chapitre 3, à l'aide de méthodes analytiques et de calculs qui y sont présentés.

III.2 Problématique des paliers intermédiaires de la vis

Les paliers intermédiaires sont lubrifiés quotidiennement afin de réduire les frottements et la chaleur dans un environnement explosif. Malheureusement, une fois dégradée, cette graisse s'échappe vers l'environnement extérieur et contamine le produit transporté de taches noires, ce qui entraîne des non-conformités et des retours de produits par les clients. Cela représente une perte pour le fabricant, en plus des pertes en temps et en production.

Parmi les solutions actuellement proposées pour éviter le problème mentionné précédemment, on trouve la conception d'une nouvelle hélice sans paliers intermédiaires.¹

¹ BOUBEKRI SAMIRA et BEKHOUCHE IMENE (2024). Conception et fabrication d'un convoyeur à vis, [En ligne]. (L'intégralité de ce chapitre est une synthèse globale basée sur ce mémoire) [10]



Figure III-1:injection de la graisse dans les paliers intermédiaires via une pompe à Graisse automatique [10]

III.3 Analyse

Tableau III-1 : Spécifications techniques de convoyeur à vis

Paramètre	Valeur
produit transporté	farine de silice
état physique	poudre
masse volumique apparente	725kg / m ³
température de service	25 °C
mode de transport	continu
Matière	acier inoxydable (AISI) 304 ou 316)
Etanchéité	Joint à bourrage ou presse-étoupe
Type	tubulaire

. D = 600 mm

$$. d = 180 \text{ mm}$$

$$. p = 300 \text{ mm}$$

$$. N = 45 \text{ tr / min}$$

$$. \varepsilon_V = 30\%$$

$$. L = 4.5 \text{ m}$$

$$. l = 4 \text{ m}$$

. Angle d'inclinaison au filet θ .

III. 4 Calcul des hélices

III.4.1l'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 [10] :

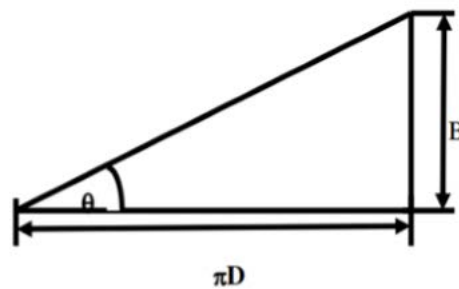


Figure III-2 : Schéma de démonstration de l'angle du filet [10]

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

$$\tan \theta = \frac{300}{\pi \times 600}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{300}{\pi \times 600}\right) = 9.04^\circ$$

B : le pas de la vis (mm)

θ : Angle d'inclinaison du filet (degré)

D : le diamètre de la vis (mm)

III.5 calcul de débit Q (m³/h)

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

Le débit volume Q est le produit de : la section utile du transporteur à vis, $A = \phi D 2\pi$

en mètres carrés par la vitesse de transport, $V = \frac{BN_{vis}}{60}$ en mètres par seconde

$$Q = A \times V$$

D'où

$$Q = 60 \phi \pi \frac{D^2}{4} B K N_{vis} \quad (\text{III} - 2)$$

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

B : le pas de vis (B = 0.300 m)

N_{vis} : vitesse de rotation de la vis ($N_{vis} = 45$ tr /min)

ϕ : Coefficient remplissage de l'auge

D : Le diamètre de la vis (D = 0.6 m)

$$V = \frac{B N_{vis}}{60} \quad (\text{III} - 3)$$

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

En général on utilise :

. 0.3 Pour les matériaux en vrac les plus courants, moyennement abrasifs comme : la farine

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)

$$\text{Donc } Q = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2) \times B \times N \times \varepsilon \times \rho \quad (\text{III} - 4)$$

$$\text{Alors } Q = 60 \phi \pi (D^2/4) \times B K V \quad (\text{III} - 5)$$

$$S = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2) \quad \Longrightarrow \quad S = \pi/4 \times (0.36 - 0.0324) = 0.2571 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{0.3 \times 45}{60} \quad \Longrightarrow \quad V = 0.225 \text{ m/s}$$

$$Q = 3600 \times 0.3 \times \pi (0.6^2 / 4) \times 1 \times 0.225$$

$$Q = 68.67 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 49.78 \text{ t/h}$$

III.6 Calcul des puissances

III.6.1 Calcul de la force axiale F agissant sur la vis

Cette force exprime la résistance de la matière au mouvement et s'exprime par la formule :

$$F = q \cdot (L \cdot w_0 + H_c) \cdot g \quad (\text{III} - 6)$$

Avec

$$q = \frac{Q}{v}$$

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

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

q = Masse linéaire de la matière transportée (kg / m)

Q = Débit ($Q = 49.78 \text{ t / h}$)

v = vitesse d'avance (m/s)

L = longueur de transport (m)

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

w_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 la farine silice, $w_0 = 3.5$

$$q = \frac{49.71 \times 1000}{3600 \times 0.225} \approx 61.37 \text{ kg / m}$$

$$F = 61.37 (4.5 \times 3.5 + 0) \times 9.81 \approx 9482.12 \text{ N}$$

III.6.2 Calcul du couple M_0 sur l'arbre

Il est donné par l'expression :

$$M_0 = F \cdot r \cdot \tan \theta \quad (\text{III} - 7)$$

$$r = \frac{D}{2} = \frac{0.60}{2}$$

$$M_0 = 9482.12 \times 0.3 \times \tan(9.04) \approx 452.58 \text{ N.m}$$

D : Le diamètre de la vis

F : la force axiale (N)

r : rayon sur lequel agit F (m)

θ : Angle d'inclinaison du filet (degré)

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

Elle est donnée par l'expression :

$$P = \frac{2\pi \times N_{vis} \times M_0}{600 \times 60} \quad (\text{III} - 8)$$

$$P = \frac{2\pi \times 45 \times 452.58}{600 \times 60} \approx 3.55 \text{ kW}$$

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

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

III.6.4 Calcul 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 à la longueur L [10] :

$$P_N = \frac{D.L}{20} \quad (\text{III} - 9)$$

$$P_N = \frac{0.6 \times 4.5}{20} \approx 0.135 \text{ kW}$$

D : le diamètre de la vis (m)

L : longueur de transport (m)

III.6.5 Calcul de puissance P_s du moteur

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

$$P' = P_N + P \quad (\text{III} - 10)$$

$$P' = 0.135 + 3.5 \approx 3.63 \text{ KW}$$

. La puissance du moteur P_{mot} est donnée par :

$$P_{\text{mot}} = \frac{p'}{\eta} \quad (\text{III} - 11)$$

$$P_{\text{mot}} = \frac{3.63}{0.85} \approx 4.27 \text{ KW}$$

III.6.6 Couple nominal du moteur

Il est donné par :

$$M_t = \frac{P_{\text{mot}}}{\omega_{\text{nom}}} \quad (\text{III} - 12)$$

$$W_{\text{nom}} = \frac{2\pi(N_{\text{mot}})}{60} = \frac{2\pi \times 1445}{60} \approx 151.24 \text{ rad/s} \quad (\text{III} - 13)$$

$$M_t = \frac{4.27 \times 10^3}{151.24} \approx 28.23 \text{ N.m}$$

$$M_{teq} = M_t \times 4.08 \approx 115.2 \text{ N.m}$$

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 (rad /s)

K : facteur de correction combiné, $k = 4.08$

III. 7 Calcul de résistance de l'arbre de la vis

Nous allons effectuer ces calculs en fonction des conditions de fonctionnement des vis, c'est-à-dire en position horizontale. La tige de la vis doit être calculée comme une poutre chargée sur la distance L (distance entre les paliers intérieurs), poutre soumise à un couple M_0 , à une traction ou une compression due à la force F , à une flexion due au couple. Sur la longueur L et à son poids propre. Nous effectuerons ces calculs de résistance en utilisant le couple nominal du moteur équipé d'un réducteur. [10]

Couple nominal sur l'arbre de sortie du motoréducteur

$$M = M_t \times i_m \times n \quad (\text{III} - 14)$$

$$i_m = \frac{N_{\text{mot}}}{N_{\text{vis}}} = \frac{1445}{45} \approx 32.11$$

i_m : Rapport de réduction du réducteur

M_t : couple nominal du moteur ($M_{teq} = 115.2 \text{ N.m}$)

η : le coefficient de rendement de mécanisme propulsion de l'ordre de ($\eta = 0.85$)

$$M = 28.23 \times 32.11 \times 0.85 \approx 770.49 \text{ N.m}$$

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

$$F_{vis} = M / r \tan \theta \quad (III - 15)$$

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

$$F_{vis} = \frac{770.49}{0.3 \tan(9.04)} = 16142.66 \text{ N}$$

III.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 R_{pg} , d'où la condition suivante :

$$\tau_{max} = \frac{M_{tmax}}{\frac{I}{v}} \text{ et } \tau_{max} \leq R_{pg} \quad (a)$$

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

$$R_{pg} = \frac{Re \min}{2.s} = \frac{250}{2 \times 3.5} \approx 35.71 \text{ MPa}$$

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

$$d_{i \text{ real}} \leq \sqrt[4]{d_e - \frac{M_t \times 16 \times d_e}{\pi \times R_{pg}}}$$

$$d_{i \text{ real}} \leq \sqrt[4]{(0.06)^4 - \frac{115.2 \times 16 \times (0.06)}{\pi \times 35.71 \times 10^5}}$$

$$d_{i \text{ real}} = 0.042 \text{ m}$$

R_e : limite minimale apparente d'élasticité

S : Coefficient de sécurité

III.7.2 Calcul l'épaisseur de tube

$$d_e = d_i + 2 \times ep_{tube} \quad (\text{III} - 16)$$

$$ep_{tube} = \frac{d_e - d_i}{2} = 0.009 \text{ m}$$

III.7.3 Calcul de l'angle de torsion

Il est donné par la formule de déformation :

$$\theta = \frac{M_t}{G.I_0} \times \frac{180}{\pi} \quad (\text{III} - 17)$$

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

$$I_0 = \frac{\pi(d_e^4 - d_i^4)}{32} \quad (\text{III} - 18)$$

$$I_0 = 1261399.23 \text{ cm}^4$$

$$\theta = \frac{28.23}{731000 \times 10^6 \times 1261399.23 \times 10^{-8}} \times \frac{180}{\pi} \approx 1.75 \times 10^{-7} \text{ rad/mm}$$

III.7.4 Calcul de la contrainte de torsion dans l'arbre

$$\tau_{\max} = \frac{M_{t\max}}{\frac{I}{v}} \quad (\text{III-19})$$

$$\tau_{\max} = \frac{28.23 \times 10^3}{\frac{\pi(600^4 - 180^4)}{16 \times 600}} \approx 6.71 \times 10^{-4} \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\max} = 0.000671 \text{ Mpa}$$

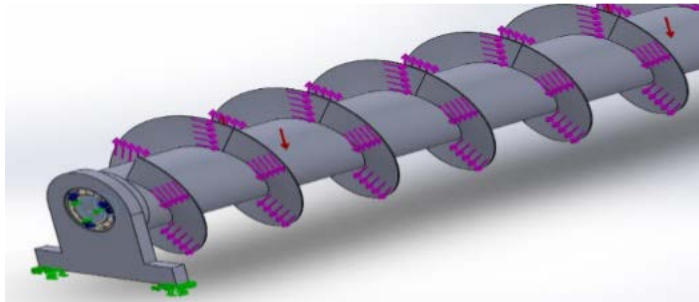


Figure III- 3 : Contrainte torsion [10]

III.7.5 Calcul de la flèche et des rotations

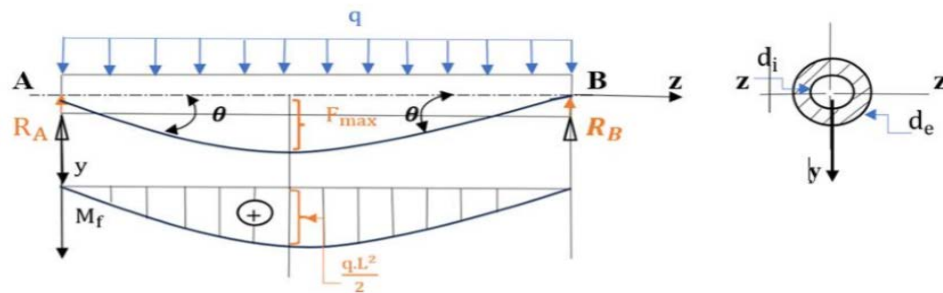


Figure III- 4: Flèche et rotation [10]

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

q : Charge par unité de longueur

La flèche maximale due au moment fléchissant apparaît au centre soit à $x = L/2$.

$$f_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l}{E \cdot I_z} \quad (\text{III -20})$$

$$\text{Et } I_z = \frac{\pi}{64} \cdot (6^4 - 4 \cdot 2^4) \approx 48.31 \text{ cm}^4$$

E : Module d'élasticité longitudinal, pour l'acier ($E = 1.93 \times 10^5$) mpa

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

III.7.6 Calcul du poids propre Q_v de l'arbre de la vis

Il est donné par l'expression :

$$Q_v = q \times L = \frac{\pi}{4} (d_e^2 - d_i^2) \times L \cdot \gamma_a \cdot g \quad (\text{III - 21})$$

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

$$Q_v = \frac{\pi}{4} \times (0.06^2 - 0.042^2) \times 4.5 \times 7960 \times 9.81$$

$$Q_v = 506.45 \text{ N}$$

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

$$f_{max} = 0.064 \text{ mm}$$

Ce résultat montre que, le tube présente une résistance exceptionnelle, en effet, la déformation réelle (0.064 mm) représente moins de 1% de la limite admissible par la norme pour une longueur de 4,5 m, ce qui garantit une sécurité structurelle absolue.

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

$$\theta_A = \theta_B = \theta = tg^{-1} \left[\frac{q \cdot L}{24 \cdot E \cdot I_z} \right] \quad (\text{III - 22})$$

$$\theta_A = 0.2624^\circ$$

III.7.7 Calcul de l'arbre à la flexion

$$\sum M/B = 0 \quad - F_{vis} \times r + F_r + L = 0 \quad F_r = \frac{F_{vis} \times r}{L} \quad (\text{III} - 23)$$

$$R_A = \frac{F_{vis} \times r}{L} + \frac{Q_v}{2} \quad \text{et} \quad R_B = \frac{Q_v}{2} - \frac{F_{vis} \times r}{L}$$

$$\frac{Q_v}{2} + \frac{F_{vis} \times r}{L} = \frac{Q_v}{2} - \frac{F_{vis} \times r}{L}$$

$$2 \times \left(\frac{F_{vis} \times r}{L} \right) = 0 \implies F_{vis} = 0$$

$$R_A = R_B = \frac{Q_v}{2} = \frac{506.45}{2} = 253.225 \text{ N}$$

. Pour la section dangereuse (à $x = L/2$)

$$M_{fmax} = F_{vis} \times \frac{r}{2} + q \frac{L^2}{8} = P \frac{r}{2} + \frac{Q_v L}{8} \quad (\text{III} - 24)$$

$$M_{fmax} = 16142.66 \times 0.3 + \frac{506.45 \times 4.5}{8}$$

$$M_{fmax} = 5127.67 \text{ N.m}$$

On à :

$$M_f = \sigma_f \times W_z \quad (\text{III} - 25)$$

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

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

$$W_z = \frac{I_z}{\frac{d_e}{2}}$$

$$W_z = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d_e^4 - d_i^4}{d_e}$$

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

$$\sigma_f = 0.0243 \text{ MPa}$$

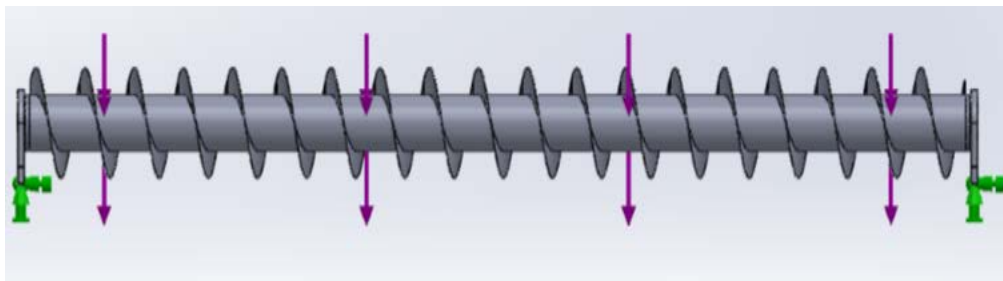


Figure III-5 : Contrainte de flexion [10]

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

La contrainte de traction σ_t dans l'arbre est donnée par :

$$\sigma_t = \frac{F_{vis}}{A_s} \quad (\text{III} - 26)$$

$$\sigma_t = \frac{16142.66}{257166}$$

$$\sigma_t = 0.0627 \text{ MPa}$$

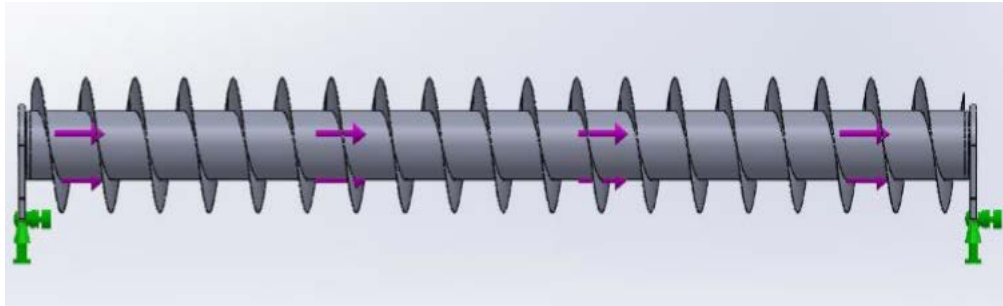


Figure III-6 : contrainte de traction [10]

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

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

$$\sigma_e = 0.0870 \quad \text{MPa}$$

III.7.8 Calcul des charges sur les paliers

$$\sum F/y = 0 \quad \Longrightarrow \quad R_A + R_B = \frac{(q_A + q_B) \times L}{2}$$

$$\sum M/B = 0 \quad \Longrightarrow \quad R_A = \frac{L}{6} (2q_A + q_B)$$

$$\sum M/A = 0 \quad \Longrightarrow \quad R_B = \frac{L}{6} (2q_B + q_A)$$

$$2q_A + q_B = \frac{6R_A}{L}$$

$$2q_B + q_A = \frac{6R_B}{L}$$

$$q_A = \frac{2(2R_A - R_B)}{L} q_A = \Longrightarrow 112.54 \quad \text{N/m}$$

$$q_B = \frac{2(2R_B - R_A)}{L} q_B \Rightarrow 112.54 \text{ N/m}$$

III.8 Le motoréducteur

Un motoréducteur est un dispositif mécanique qui combine un moteur électrique monophasé, triphasé ou à courant continu avec un réducteur de vitesse intégré, permettant ainsi d'augmenter le couple tout en réduisant la vitesse de rotation. Le moteur électrique fournit la puissance, tandis que le réducteur de vitesse réduit la vitesse de rotation tout en augmentant le couple. [11]



Figure III-7 : motoréducteur [11]

. Nous allons vérifier les caractéristiques techniques du moteur utilisé dans l'usine AMIDOR. En les comparant aux caractéristiques techniques calculées précédemment.

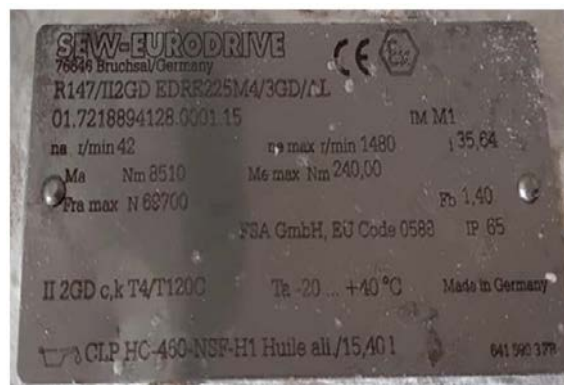


Figure III-8 : La plaque signalétique du réducteur [11]



Figure III-9 : la plaque signalétique du moteur [11]

La puissance nominale du moteur est de **11KW**. Cette puissance dépasse la valeur théorique calculée, qui est de **4.27KW**. Cette différence confère au système une excellente marge de sécurité de 39 %. Cette marge protège le moteur contre les surcharges et les obstructions soudaines lors du transport de la **farine de silice**. D'autre part, l'indice de protection **IP55** empêche la pénétration de poussière de silice fine et abrasive dans les composants internes.

Le moteur répond ainsi à toutes les exigences de sécurité, d'efficacité et de performances nécessaires à la production.

La puissance calculée selon les normes et de **4.27KW**, le moteur actuellement installé sur AMIDOR, d'une puissance de 11k/w, est donc tout à fait suffisant pour faire fonctionner le convoyeur à vis qui transporte la farine de silice.

III .9 Le type de paliers

III.9.1 Calcule des roulements

La première étape consiste à évaluer la sévérité de l'effort axial par rapport à l'effort radial via le rapport de charge :

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{1614.26}{25.32} = 63.75$$

Un rapport de 63.7, soit $> e$, permet d'utiliser des roulements à billes sous conditions. Ces composants offrent un contact ponctuel (un seul point) parfaitement adapté pour supporter ces charges composées à forte prédominance axiale.

III.9.2 Détermination de la charge dynamique équivalente

$$P = X F_r + Y F_a \quad (III-27)$$

F_a : la force axial (N)

F_r : la force radiale (N)

Nous déterminons la valeur (e) : lorsque $d = 55$

d'après le tableau de dimensions $C_0 = 2900 daN$; $\frac{F_a}{C_0} = \frac{1614.26}{2900} = 0.55$

Tableau III-2 : Tableau caractéristiques techniques et dimensions des roulements [13]

Dimensions							Charges de base dynamique statique		Limite de fatigue	Vitesse limite avec tolérance d'arbre h6	Masse	Désignation
d	D	B	C	d ₁	s ₁	r _{1,2} min.	C	C ₀	P _u		kg	
mm							kN		kN	tr/min		—
40	80	36	21	51,8	25,3	1	30,7	19	0,8	4 800	0,5	► YAT 208
	80	49,2	21	51,8	30,2	1	24,7	19	0,8	2 800	0,6	► YAR 208-2RF
	80	49,2	21	51,8	30,2	1	24,7	19	0,8	2 800	0,6	► YAR 208-2RF
	80	49,2	21	51,8	30,2	1	30,7	19	0,8	950	0,59	► YARAG 208
	80	49,2	21	51,8	30,2	1	30,7	19	0,8	2 800	0,6	► YAR 208-2RF
	80	49,2	21	51,8	30,2	1	30,7	19	0,8	2 800	0,61	► YAR 208-2RF
	80	49,2	21	51,8	30,2	1	30,7	19	0,8	4 800	0,6	► YAR 208-2F
	45	85	37	22	56,8	25,8	33,2	21,6	0,915	4 300	0,56	► YAT 209
		85	49,2	22	56,8	30,2	33,2	21,6	0,915	850	0,66	► YARAG 209
		85	49,2	22	56,8	30,2	33,2	21,6	0,915	2 400	0,67	► YAR 209-2RF
	85	49,2	22	56,8	30,2	1	33,2	21,6	0,915	4 300	0,67	► YAR 209-2F
	50	90	38,8	22	62,5	27,6	35,1	23,2	0,98	4 000	0,63	► YAT 210
		90	51,6	22	62,5	32,6	29,6	23,2	0,98	2 200	0,76	► YAR 210-2RF
		90	51,6	22	62,5	32,6	29,6	23,2	0,98	2 200	0,76	► YAR 210-2RF
		90	51,6	22	62,5	32,6	35,1	23,2	0,98	800	0,75	► YARAG 210
		90	51,6	22	62,5	32,6	35,1	23,2	0,98	2 200	0,77	► YAR 210-2RF
		90	51,6	22	62,5	32,6	35,1	23,2	0,98	2 200	0,77	► YAR 210-2RF
	90	51,6	22	62,5	32,6	1	35,1	23,2	0,98	4 000	0,76	► YAR 210-2F
55	100	55,6	25	69	33,4	1	43,6	29	1,25	1 900	1,05	► YAR 211-2RF
	100	55,6	25	69	33,4	1	43,6	29	1,25	3 600	1,05	► YAR 211-2F
60	110	65,1	26	75,6	39,7	1,5	52,7	36	1,53	1 800	1,4	► YAR 212-2RF
	110	65,1	26	75,6	39,7	1,5	52,7	36	1,53	3 400	1,4	► YAR 212-2RF
65	120	68,3	27	82,5	42,9	1,5	57,2	40	1,7	1 600	1,8	► YAR 213-2RF
	120	68,3	27	82,5	42,9	1,5	57,2	40	1,7	3 000	1,8	► YAR 213-2F

Source : Catalogue des roulements SKF, 2019, p.367

Chapitre III : Calcul des éléments du convoyeur à vis

Les valeurs des coefficients dynamiques X et Y pour notre roulements ont été déterminées à partir des données normalisées présentées dans le **tableau III-3**

Tableau III-3 : valeurs des coefficients X et Y suivant la norme NF ISO 281 [12]

Valeurs des coefficients X et Y suivant types de roulement									
roulements rigides à billes (à contact radial)									
si $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ alors $P = F_r$ ($X = 1$ et $Y = 0$)									
si $\frac{F_a}{F_r} > e$ alors $P = 0,56.F_r + Y.F_a$									
les valeur de e et Y dépendent du rapport $\frac{f_o.F_a}{C_o}$ ou $\frac{F_a}{C_o}$ (voir ci-dessous)									
$\frac{f_o.F_a^*}{C_o}$	0,172	0,345	0,689	1,03	1,38	2,07	3,45	5,17	6,89
$\frac{F_a^{**}}{C_o}$	0,014	0,028	0,056	0,084	0,110	0,170	0,283	0,42	0,5
X^*	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Y^*	2,30	1,99	1,71	1,55	1,45	1,31	1,15	1,04	1,00
e^*	0,19	0,22	0,26	0,28	0,30	0,34	0,38	0,42	0,44

Pour un rapport de $\frac{F_a}{C_o} = 0.55$, la valeur de référence E est égale à 0.44.

D'après le tableau de facteur : $\frac{F_a}{F_r} \geq e$ on constante que

$$X = 0.56$$

$$Y = 1$$

D'ou

$$P = XF_r + YF_a$$

$$P = 0.56 \times 25.32 + 1 \times 1614.26 \approx 1628.43 \text{ dan}$$

III.9.3 Détermination de la durée de vie L_{10} nominale

Pour un convoyeur à vis transportant un matériau abrasif (farine de silice) fonctionnant de manière industrielle, la durée de vie spécifiée par les règles de l'art est de $N = 45 \text{ tr/min}$

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \quad (\text{III-28})$$

$$L_{10} = \left(\frac{4360}{1628.43}\right)^3$$

$$L_{10} \approx 19.19 \approx 20 \text{ Millions de tour}$$

III.9.4 La durée de vie L_{10h} en heures de fonctionnement

$$L_{10h} = \frac{L_{10} \times 10^6}{60 \times N} = \frac{19.19 \times 10^6}{60 \times 45} \quad (\text{III-29})$$

$$L_{10h} = 7107.40 \text{ heures} \approx 7108 \text{ heures}$$

$$L_{10h} = 2.43 \text{ ans}$$

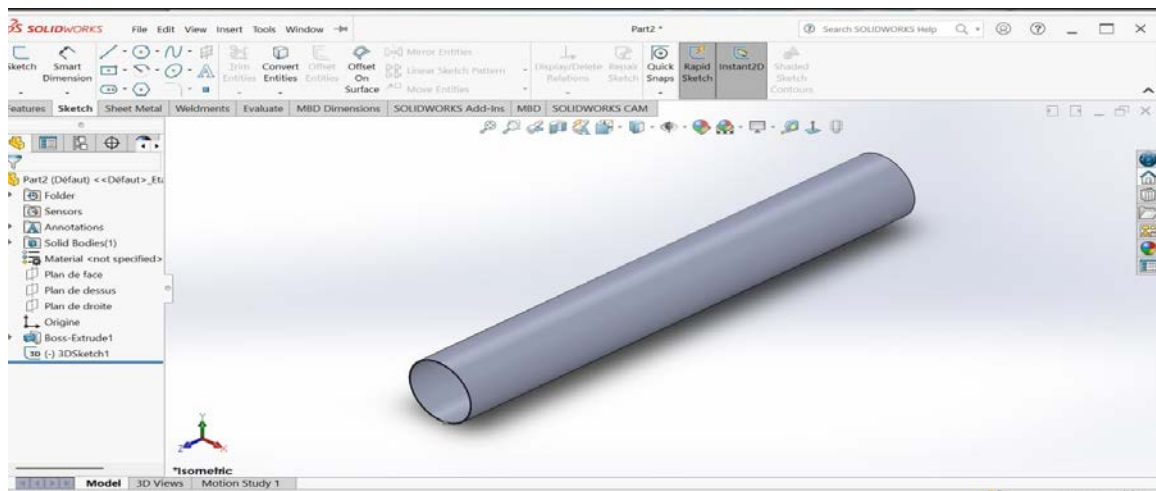
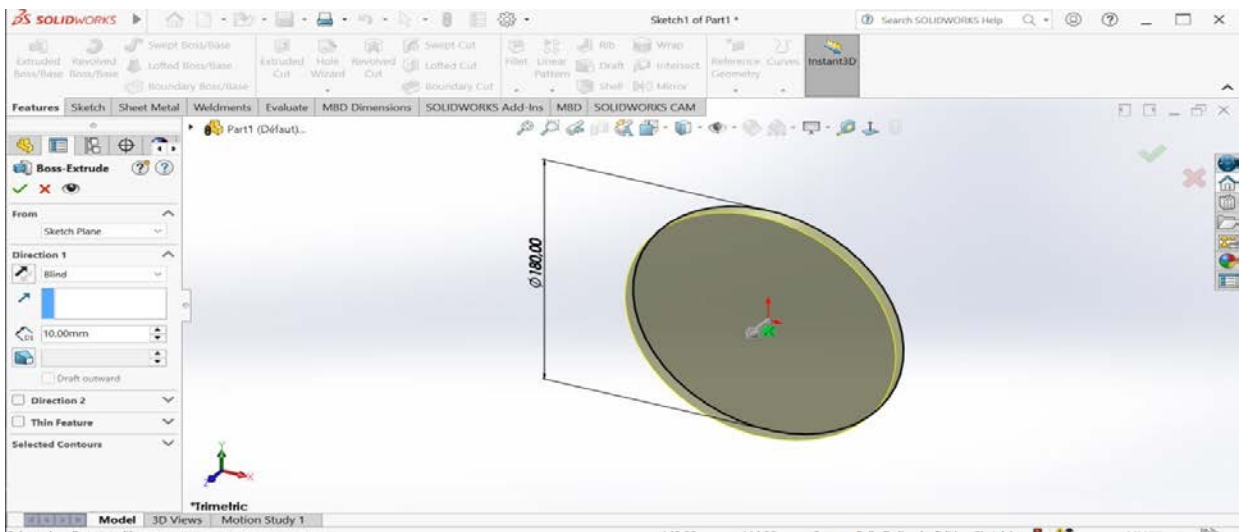
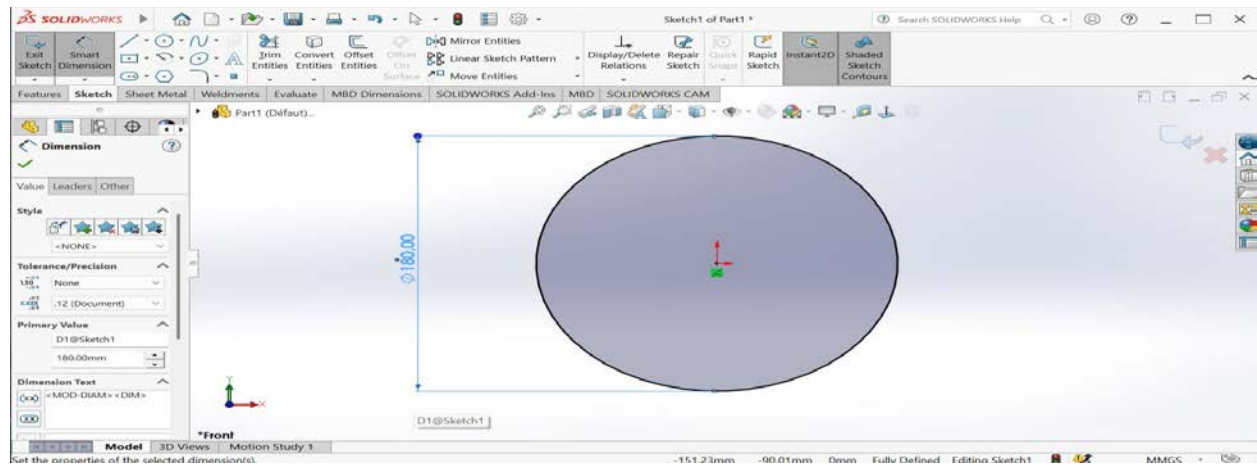
Sur la base des calculs mécaniques approuvés, **le roulement à billes** d'un diamètre de 55mm a été sélectionné. Ce roulement se caractérise par une capacité de charge dynamique (43.60KN) supérieure à la valeur dans les calculs (16.28 KN), ce qui garantit sa résistance aux charges composites, élevées du convoyeur à vis. Afin de le protéger de la poussière de silice abrasive.

En considérant un régime de fonctionnement de 8heures par jour sur 365 jours (soit 2920 heures par an), la durée de vie estimée de roulement, qui est de 7108 heures, correspond exactement à 2.43 ans de service continu avant qu'il ne faille le remplacer.

III.10 Simulation par SOLIDWORKS

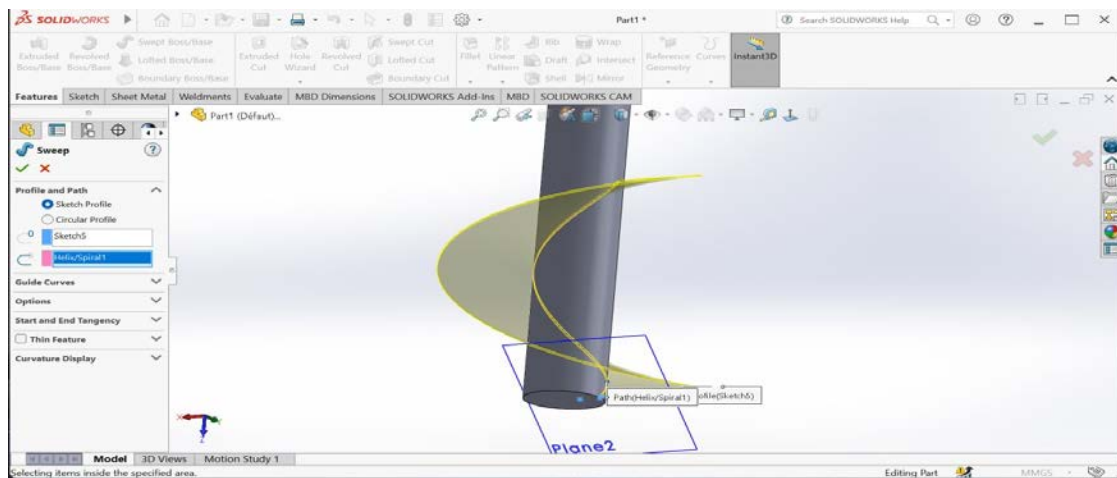
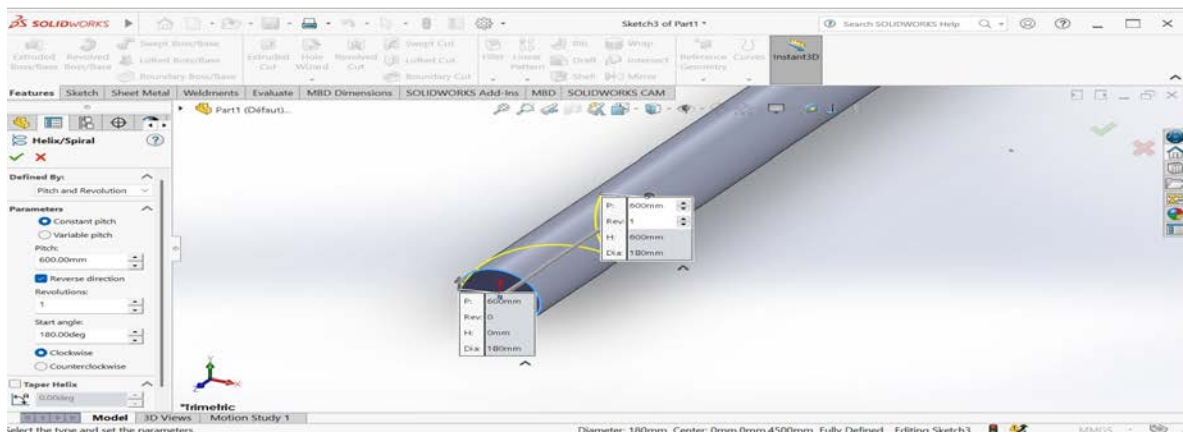
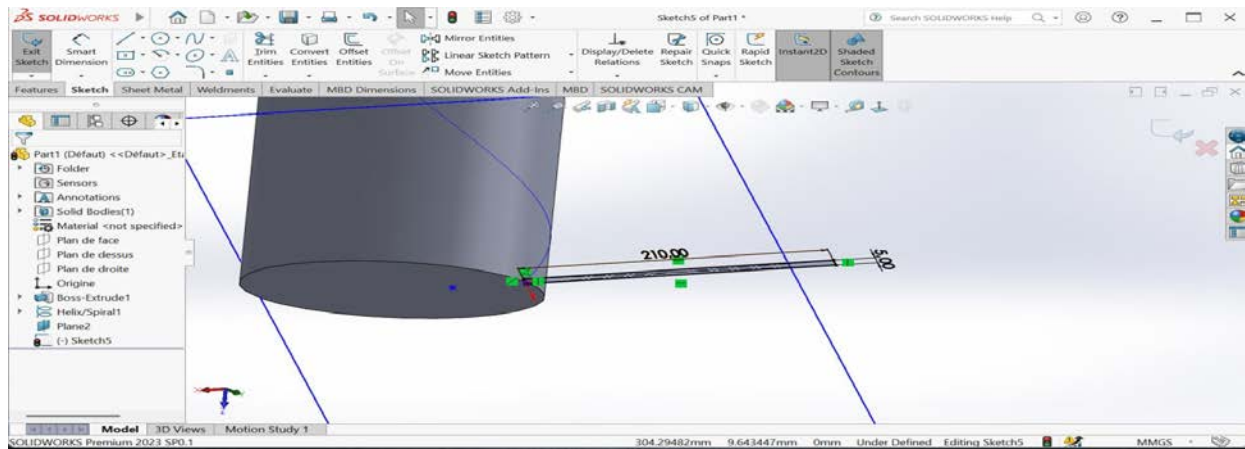
III.10.1 Création du tube

Chapitre III : Calcul des éléments du convoyeur à vis

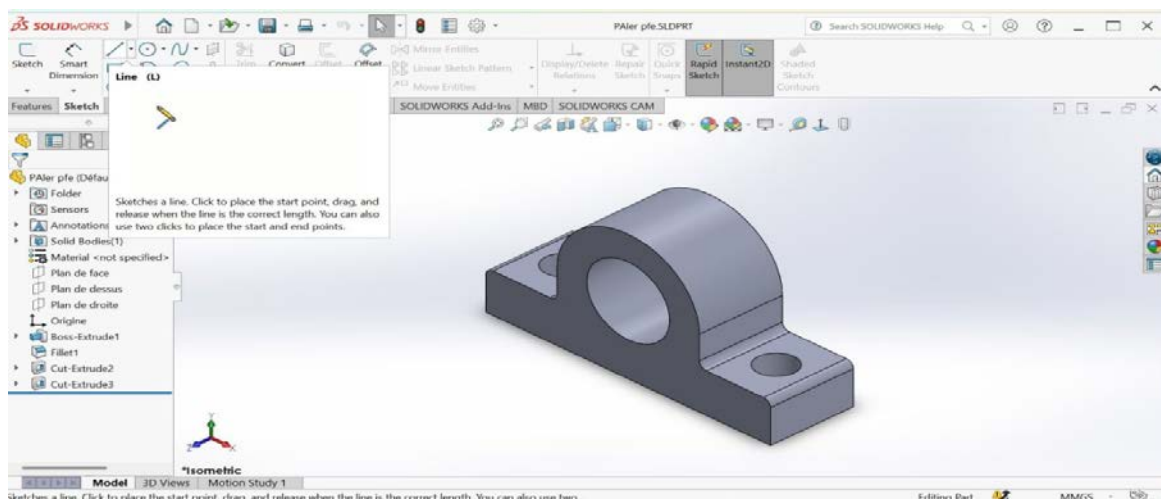
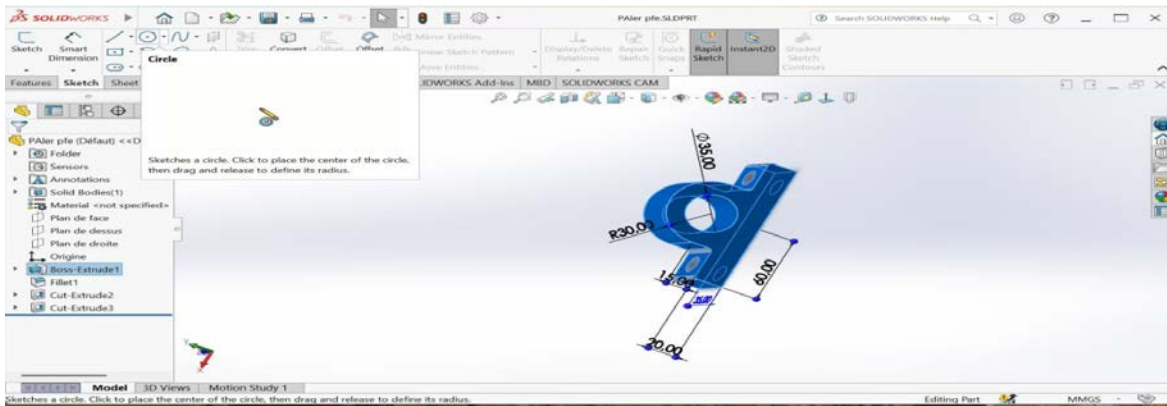
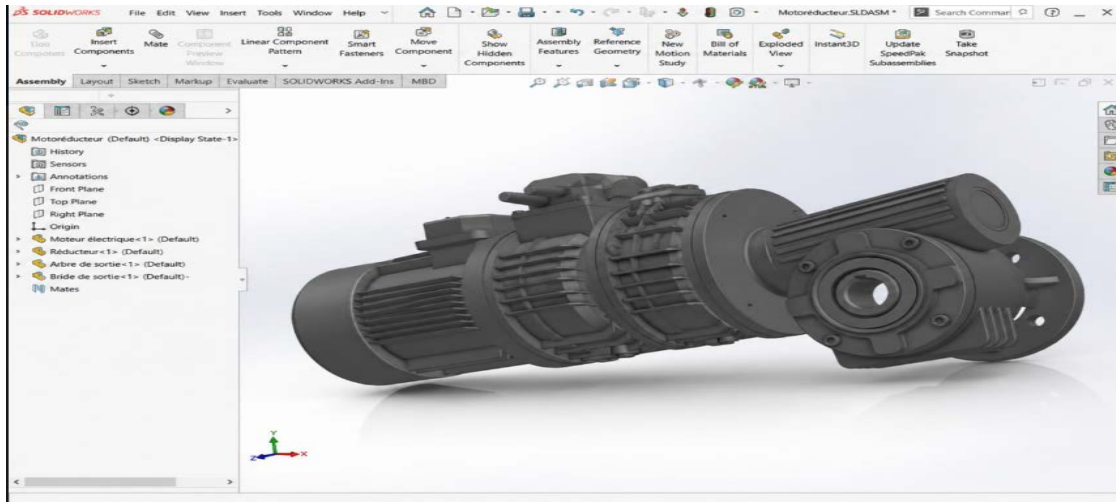


III.10.2 Esquisse du profil de la vis

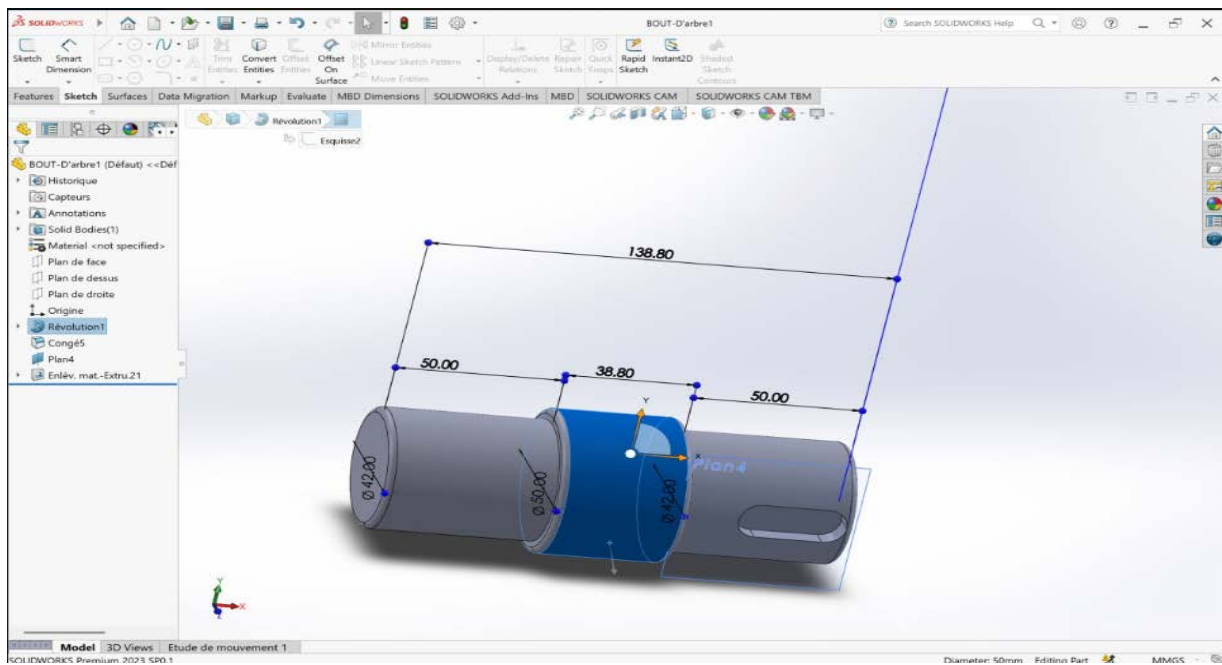
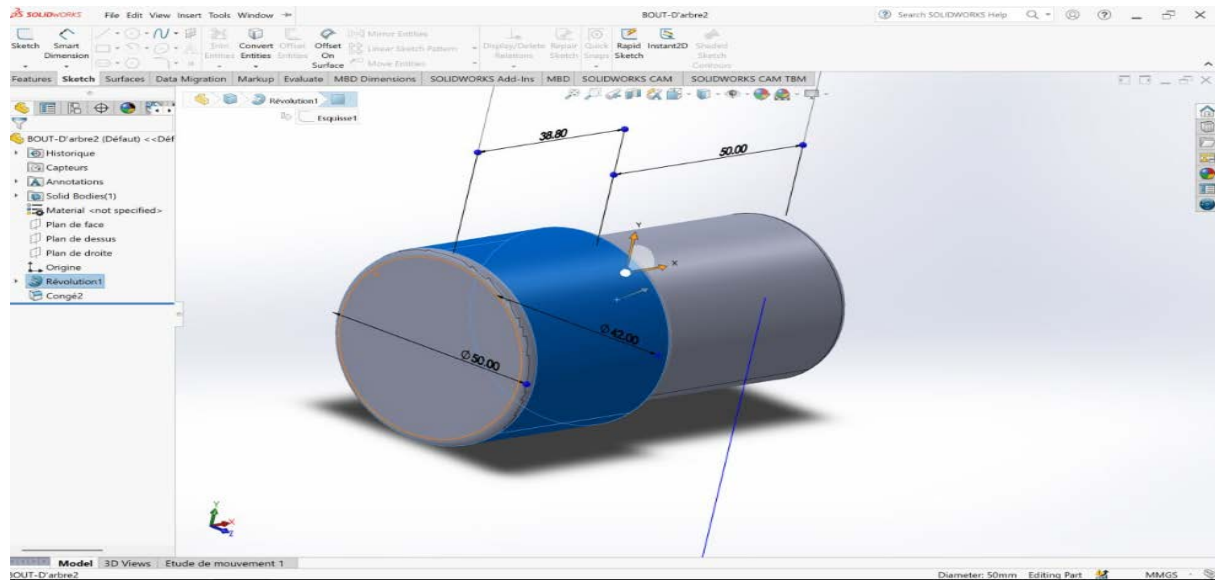
Chapitre III : Calcul des éléments du convoyeur à vis



Chapitre III : Calcul des éléments du convoyeur à vis



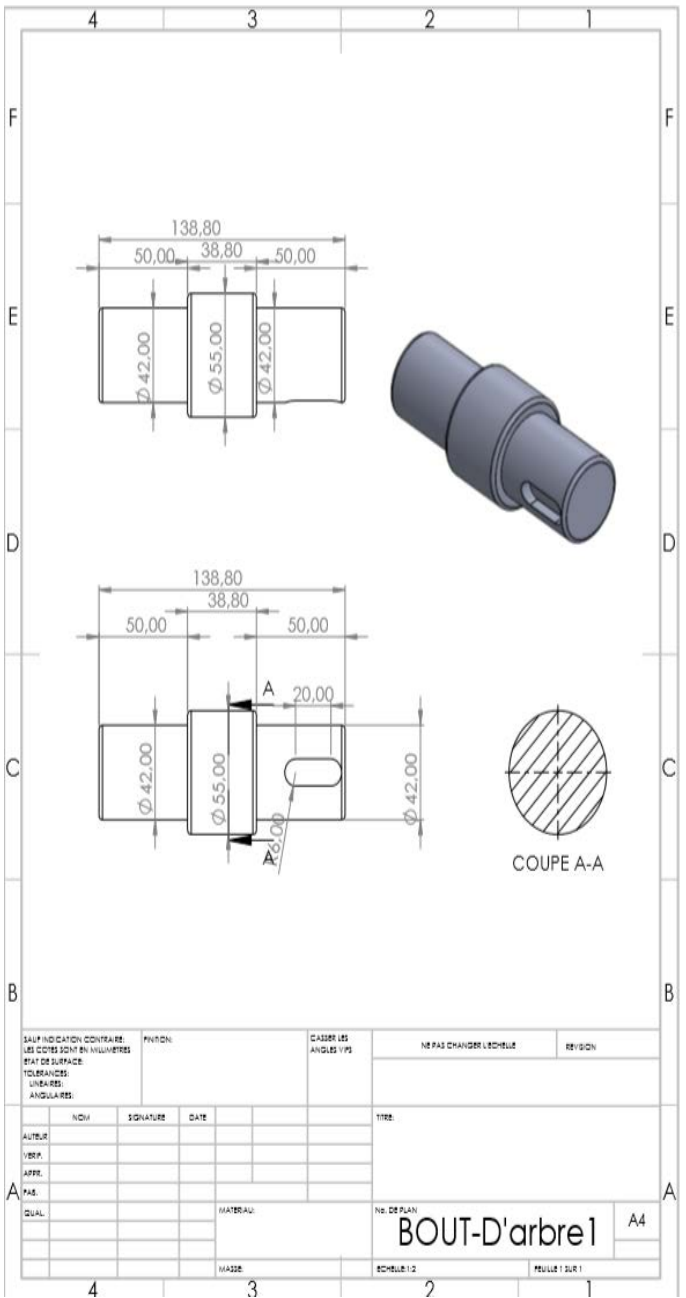
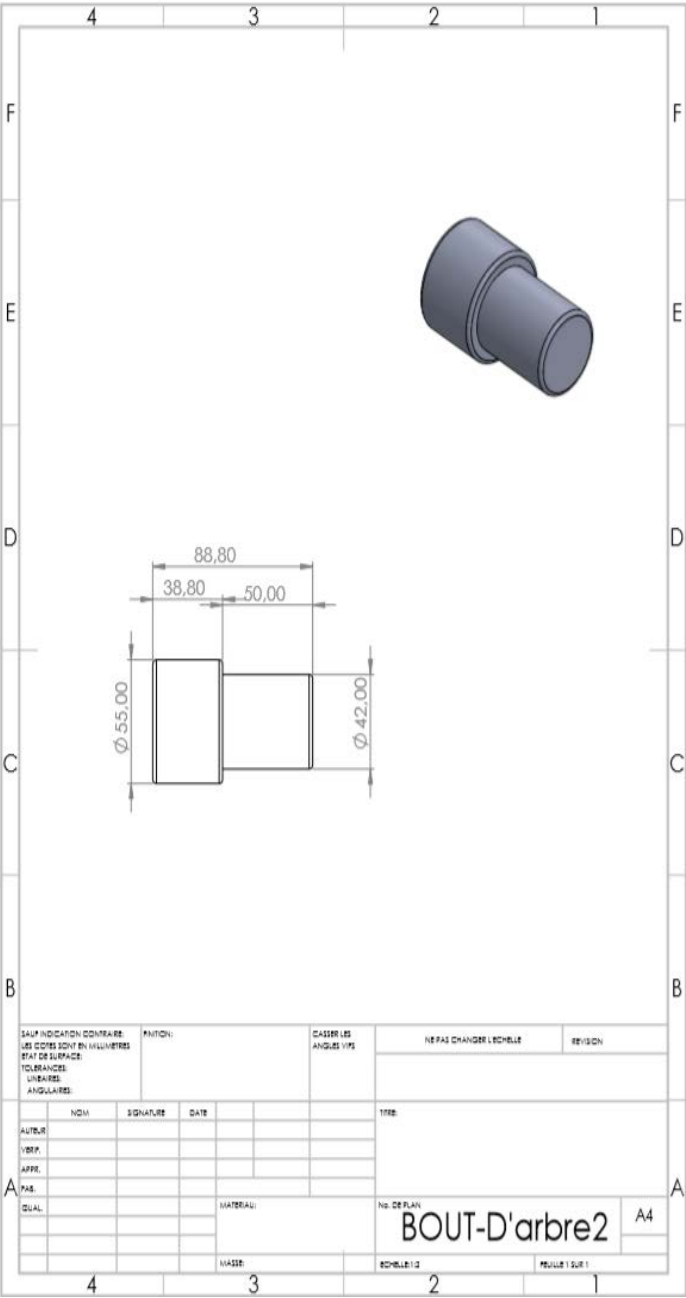
III.10.4 Bout d'arbre sur deux côté (côté motoréducteur et côté opposé) :



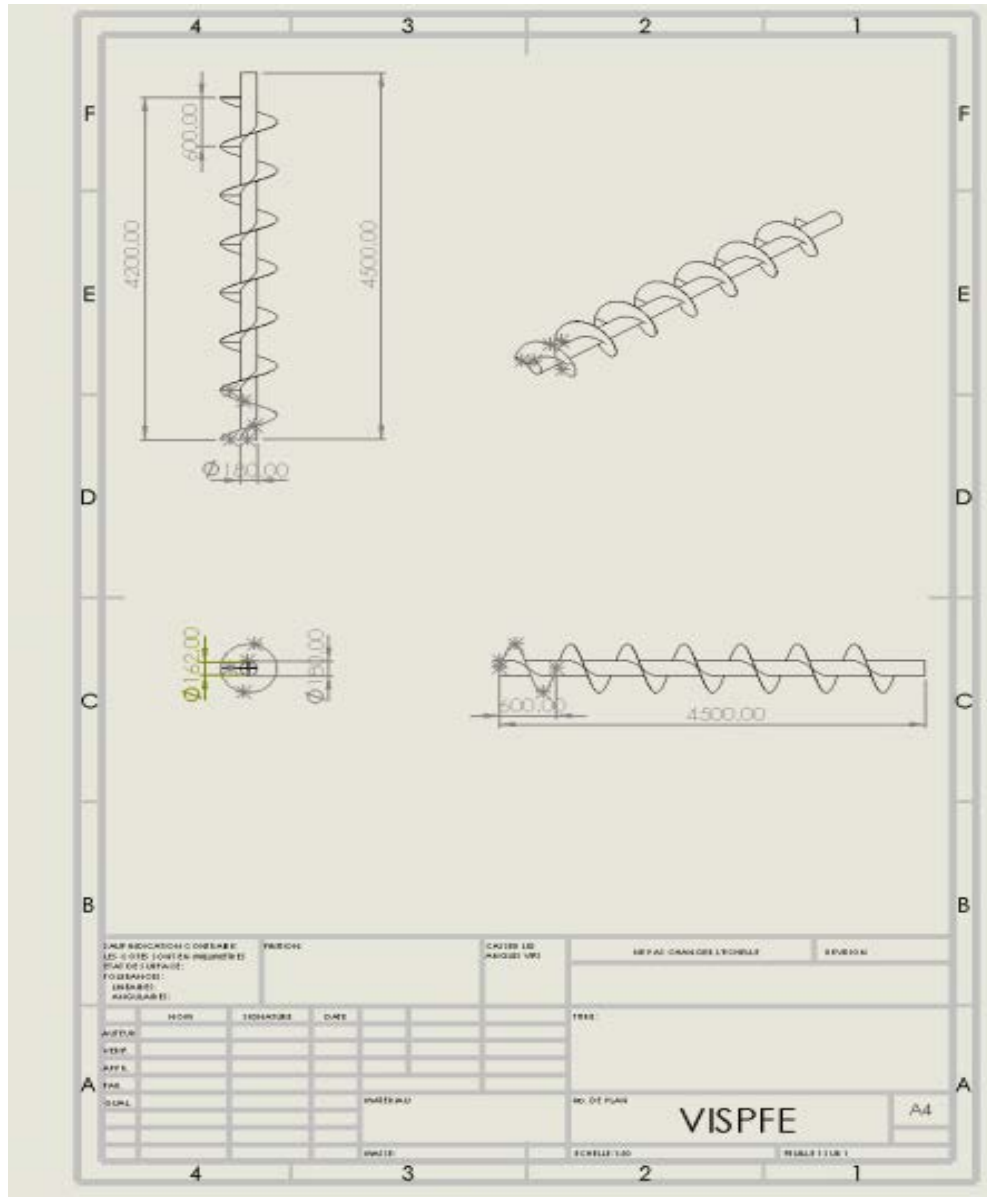
Chapitre III : Calcul des éléments du convoyeur à vis

III.10.5 dessin technique

III.10.5.1 Bout – d’arbre de convoyeur :



III.10.5.2 vis de convoyeur :



Conclusion générale

Conclusion générale

L'étude réalisée dans ce mémoire a conduit au calcul des organes mécaniques nécessaires pour la conception d'un convoyeur à vis, en se basant sur les propriétés de la matière à transporter et les théories de dimensionnement des pièces comme l'arbre, et roulements avec paliers.

Selon les propriétés de la farine de silice, nous avons entamé notre étude de conception par la détermination de la quantité de matière en vrac à transporter (débit massique), puis nous avons dimensionné l'arbre principal de la vis, il s'agit d'un arbre en tube creux afin de minimiser son poids, et par conséquent la charge sur les paliers. Ensuite nous avons réalisé le calcul des roulements et des paliers appelés **paliers Y**, ces derniers assurent une bonne résistance aux charges et composent les déaux de désalignement, puisque nous avons une longueur importante d'arbre.

Nous avons aussi réalisé des dessins des pièces conçues par le logiciel SOLIDWORKS, afin d'avoir une aperçu général sur notre travail (dessin de définition et de montage).

Afin de continuer ce travail, nous proposons les points suivants :

- Enrichir ce travail par un calcul en fatigue de l'arbre.
- Etude du phénomène d'usure sur les hélices de la vis.
- Procéder à la réalisation de ce convoyeur à vis.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

[1] SANYUAN TANGEN, « How does a screw conveyor work? », Sanyuan Tangen Blog, disponible sur [<https://sanyuantangen.com/fr/blog/how-does-a-screw-conveyor-work.html>] (consulté le 10 mars 2026)

[2] AAF INTERNATIONAL, « Manipulation du vrac : Solutions de dépoussiérage industriel », disponible sur [<https://www.aafintl.com/Fr-fr/industry/industrial/application/manipulation-du-vrac/>] (consulté le 20 mars 2026)

[3] HEILIG GROUP, « Manutention de matériaux en vrac : Projets et systèmes », disponible sur [heilig-group.com] (consulté le 5 avril 2026)

[4] BEUMER GROUP « Technologie de transport et manutention de matériaux en vrac », disponible sur [<https://www.beumergroup.com/fr/produit-systemes/technologie-de-transport/manutention-de-materiaux-en-vrac/>] (consulté le 15 avril 2026)

[5] KMK ENGINEERS, « la manutention des produits en vrac : Solutions d'ingénierie », disponible sur [<https://www.kmkengineers/fr/la-manutention-des-produits-en-vrac/>] (consulté le 20 avril 2026).

[6] CORNELOUP, « Convoyage et solution industrielles », disponible sur [corneloup.com] (consulté en 25 avril 2026)

[7] NORDA, « Nos solutions : manutention des matériaux », disponible sur [<http://norda.com/nos-solutions/manutention-des-matériaux/>] (consulté le 20 avril 2026)

[8] KWS MANUFACTURING, « Screw Conveyor Engineering GUIDE », Catalogue technique, 2016. Disponible sur [kwsmfg.com] (consulté le 2 mai 2026).

[9] SYNTRON LINK-BELT, « Proven Engineered Products –Complete Material », Catalogue technique, disponible sur [syntronmh.com] (consulté le 15 mai 2026)

[10] SAMIRA, A et IMENE, B. Conception et fabrication d'un convoyeur à vis, Mémoire de fin d'étude, Université Abderrahmane MIRA BEJAIA, 2024, disponible sur [<https://www.univ-bejaia.dz/>] (consulté le 16 mai 2026)

Références bibliographiques

[11] Pompe Moteur, « Choisir et dimensionner son motoréducteur », disponible sur [https://www.pompe-moteur-fr./blog/choisir-et-dimisioner-son-motoreducteur-n26] (consulté le mai 2026)

[12] ZPAG, « Roulements – tableau », technologies industrielles, disponible sur. [zpag.net] (consulté le 20 mai 2026)

[13] Catalogue des roulements SKF. Code de publication : PUB BU/P117000/1 FR, édition SKF France, Juillet 2019, p.367