

**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 : CONSTRUCTION MÉCANIQUE

PAR :

**BENKELOUF YASSER**

**AMARI YASMINA**

**Thème**

---

**Diagnostic d'un convoyeur en auge de CEVITAL**

---

Soutenu le 02/07/2019 devant le jury composé de:

Mr. AMARI

Président

Mlle. HIMED

Rapporteur

Mr. BOUTANI

Examineur

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2018-2019

# Remerciements

*Avant tout : Louange à celui qui nous créé, protégé, aidé et nous a donné la patience et le courage pour pouvoir accomplir entre autre ce mémoire de fin d'étude dans les meilleurs conditions, « Dieu Merci»*

*A l'issue de notre stage, on tient à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon acheminement de cette formation. Je remercie Mr. **SADAOUNI Nassim** et **DEBABI Khaled**, ainsi que tout le personnel du bureau de méthodes et les opérateurs de la raff 3000t de **CENTRAL** pour leur orientation et accueil sympathique lors des jours précédant du stage.*

*Notre profonde reconnaissance et nos remerciements les plus sincères vont en tout premier lieu, à notre promotrice **M<sup>lle</sup> AHMED Lynda**, pour nous avoir accueillis et pour le temps et l'intention qu'il*

*A bien voulu consacré au bon déroulement de ce travail.*

*Aux membres de jurys pour l'honneur qu'ils nous ont accordé en jugeant Notre travail, notamment.*

*Nos remerciements vont aussi pour le personnel du hall de technologie **ATTOUB Noureddine**, **OUADJEL Abdellah**, **BOUKOU Smail**, **KHELFAOUI Rabah**, **FERHOUNE Riad** et **YOUSFI Rachid** pour Nous avoir ouvert les portes et mis à notre disposition les moyens nécessaires, et pour leur entière disponibilité et coopération lors de la réalisation de ce travail. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde affection.*

*Nous remercions aussi, tous ceux et toutes celles qui ont contribué, à quelque titre ou degré que ce soit, à la réalisation de ce modeste travail.*

*Yasser Benkhelouf  
Yasmina Amari*

# Dédicace

*En guise de reconnaissance*

*Je dédie ce modeste travail à*

*Mes très chers parents, exemplaires, pour leur amour,*

*Leurs sacrifices et soutien, et qui ont été patients et compréhensifs, affectueux et tendres, en espérant les rendre fières. En témoignage de mon éternelle reconnaissance*

*Mes deux frères Hakim et Aïmed*

*À ma famille et mes amis*

*À toute personne ayant contribué soit de près ou de loin à la réalisation de notre projet.*

*À mes chers camarades de la promotion construction mécanique Khoya Rougi, Labri boumaza, Mamou, Ahmed, Lyes viking, mamy, Rachid, boulu, nadir, Nabil, chavi,*

*Saddam .....*

*À mes chers amis Heinou Kherraz (Khali Heen), Toufik, Missibssa, Farouk et Rabah.*

*Mon binôme Yasmina, auquel je serais reconnaissant pour toujours.*

*À notre promotrice Melle Hïmed Lynda, nous avons eu la chance et le privilège de travailler sur votre direction, nous avons apprécié votre gentillesse inégalée.*

*Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.*

*- MERCI -*

*Yasser Benkhelouf.*

# *Dédicace*

*En guise de reconnaissance*

*Je dédie ce modeste travail à*

*A l'âme de mon père*

*Ma chère mère, exemplaires, pour son amour,*

*Son sacrifices et soutien, et qui été patients et compréhensif, affectueuse et tendre,  
en espérant la rendre fière. En témoignage de mon éternelle reconnaissance*

*Mes frères Kinas et sa femme, Mounir, Ahcène*

*Mes sœurs Zakia et Houda*

*Ma chère copine Amel*

*Mon petit chère Moumouh*

*A toute ma famille et mes amis*

*A toute personne ayant contribué soit de près ou de loin à la réalisation de notre  
projet.*

*A mes chers camarades de la promotion construction mécanique Mamou,  
Larbi, Rougi, Karim...etc.*

*Mon binôme Yasser, auquel je serais reconnaissant pour toujours.*

*A notre promotrice Melle Himed Lynda, nous avons eu la chance et le privilège  
de travailler sur votre direction, nous avons apprécié votre gentillesse inégalée.*

*Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.*

*- MERCI -*

*Yasmina AMARI.*

# TABLE DES MATIERES

---

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

## **CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES CONVOYEURS**

Introduction .....	2
I.1. Définition de convoyeur .....	2
I.2. Le rôle d'un convoyeur.....	2
I.3. Les différents types de convoyeurs.....	2
I.3.1. Le Convoyeur À Rouleaux.....	2
I.3.2. Le Convoyeur À Bande.....	3
I.3.3. Le Convoyeur À Chaine Modulaire .....	4
I.3.4. Le Convoyeur Courbe .....	5
I.3.5. Le Convoyeur En Auge.....	6 <sup>2</sup>
I.3.6. Le Convoyeur Retourneur .....	7
I.3.7. Le Convoyeur À Maille Inox .....	8
I.3.8. Convoyeur à pas de pèlerin .....	8
I.3.9. Convoyeur a vis sans fin .....	9
I.3.10. Les convoyeurs à vis d'Archimède.....	9
Conclusion.....	13

**CHAPITRE II :LES ACCOUPLEMENTS**

Introduction : .....	15
II.1. Définition d'accouplement .....	15
II.2. Importance de l'accouplement.....	15
II.3. Fonction globale .....	16
II.4. Les types principaux des accouplements.....	16
II.4.1. Accouplement permanent .....	16
II.4.2. Accouplement temporaire .....	20
II.4.3. Accouplement ou joint homocinétique .....	20
II.5. Le rôle d'un accouplement .....	21
II.6. Détermination des accouplements .....	22
II.7. Défauts d'alignements des accouplements.....	22
Conclusion.....	23

**CHAPITRE III : PRESENTATION DE CONVOYEUR EN AUGES ET LA  
PROBLEMATIQUE**

Introduction .....	26
III.1. Présentation et fonctionnement de convoyeur en auge .....	26
III.2. Description de convoyeur.....	26
III.2.1. Description de la vis .....	27
III.2.2. La partie moteur.....	29
III.3. Fonctionnement de convoyeur .....	30
III.4. Dimensionnements de convoyeur et problématique .....	30
□ Problématique .....	31
Conclusion.....	34

# TABLE DES MATIERES

---

## CHAPITRE IV : ELEMENT DE CALCUL ET DIMENTIONNEMENT

Introduction .....	35
IV.1. Géométrie.....	35
IV.2. Détermination des différents paramètres.....	35
IV.2.1. Coté adjacente et la hauteur de convoyeur.....	36
IV.3. Calcul les réactions et les efforts.....	39
IV.4. Calcul sur le cisaillement des boulons .....	42
IV.5.1. Définition de coussinet .....	44
IV.5.2. Pression diamétrale P .....	45
IV.5.3. Le facteur PV.....	46
IV.5.4. Le jeu exagéré .....	46
IV.6. Les ajustements normalisé de coussinet.....	47
CONCLUSION .....	52



## Chapitre I

<b>Figure I. 1:</b> Convoyeur à rouleaux .....	3
<b>Figure I. 2 :</b> Convoyeur à bande.....	4
<b>Figure I. 3 :</b> Convoyeur à chaîne modulaire .....	5
<b>Figure I. 4:</b> Convoyeur à courbe .....	6
<b>Figure I. 5:</b> Convoyeur en auge.....	7
<b>Figure I. 6:</b> Convoyeur en auge.....	7
<b>Figure I. 7:</b> Convoyeur en auge.....	8
<b>Figure I. 8:</b> Convoyeur à maille inox .....	9
<b>Figure I. 9:</b> Convoyeur à maille inox .....	10
<b>Figure I. 10:</b> Convoyeur à vis d'Archimède tubulaire .....	11
<b>Figure I. 11:</b> Convoyeur à vis d'Archimède en auge .....	12

## Chapitre II

<b>Figure II.1 :</b> L'accouplement.....	15
<b>Figure II.2 :</b> Montage fretté (serré) .....	17
<b>Figure II.3 :</b> Montage par clavette .....	17
<b>Figure II.4 :</b> Montage par goupille.....	17
<b>Figure II.5 :</b> Manchons à coquilles boulonnées .....	17
<b>Figure II.6 :</b> Manchon à plateaux.....	18
<b>Figure II.7 :</b> Accouplement à denture interne .....	19
<b>Figure II.8:</b> Accouplement à membrane .....	20
<b>Figure II.9:</b> Accouplement à chaîne.....	20
<b>Figure II.10 :</b> Joint de cadran.....	21
<b>Figure II.11 :</b> Joint d'Oldham .....	21
<b>Figure II.12</b> Rôle d'un accouplement .....	23
<b>Figure II.13 :</b> Principaux défauts d'alignements .....	24

## CHAPITRE III

<b>Figure III.1</b> : convoyeur en auge DN 1000 et LG 20400.....	27
<b>Figure III 2</b> : spire de ruban .....	28
<b>Figure III 3</b> : vis avec âme en ruban .....	29
<b>Figure III 4</b> : Position de montage de motoréducteur .....	30
<b>Figure III 5</b> : Les vis desserré .....	32
<b>Figure III 6</b> : vis cisailée .....	33
<b>Figure III 7</b> : Le lubrifiant sur les coté de coussinet.....	33
<b>Figure III 8</b> : Le jeu de la soudure .....	34

## CHAPITRE IV

<b>Figure IV. 1</b> : schéma de démonstration de l'angle d'inclinaison.....	36
<b>Figure IV 4</b> : Les ajustement normalisé de coussinet .....	47

## LISTE DES TABLEAUX

---

**Tableau. IV. 1** : principaux écarts en micromètres.....47

**Tableau. IV. 2** : principaux écarts en micromètres.....48

## SYMBOLES MATHEMATIQUE

---

- $P_m$  = Puissance du moteur ( $\text{mm}/\text{N}^2$ ).
- $V$  = Vitesse de rotation (tr/min).
- $CN$  = Cote nominal (mm).
- $P$  = Pression diamétrale (MPa ou  $\text{N}/\text{mm}^2$ ).
- $F$  = Charge sur le palier (N).
- $L$  = Longueur du coussinet (mm).
- $d$  = diamètre de l'alésage (mm).
- $V_c$  = Vitesse circonférentielle (m/s).
- $\tau_p$  = La contrainte pratique de cisaillement ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ).
- $\tau_e$  = La contrainte élastique de cisaillement ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ).
- $R_e$  = Résistance élastique (MPa)
- $R_m$  = Résistance mécanique (MPa)
- $S$  = coefficient de sécurité.
- $A$  = Surface du boulon ( $\text{mm}^2$ ).

# Introduction générale

# INTRODUCTION GENERALE

---

## INTRODUCTION GENERALE

Le besoin de l'homme de se décharger des tâches nécessaires au déplacement d'objets et de matières dans les usines l'a poussé à la création de nouvelles techniques et de nouvelles machines afin de satisfaire ce besoin et rentabiliser la production. Pour transporter ces objets d'un point à un autre l'homme à tout essayé. Au tout début, il a utilisé l'animal, mais il s'est vite rendu compte qu'il est limité par ces aptitudes physiques et ne répondait pas à ces besoins de plus en plus importants.

A ce stade, la découverte de la roue est d'un apport très considérable. Plus loin, la révolution industrielle et ce qu'elle a généré comme techniques a donné naissance à une large gamme de machines. L'évolution industrielle a poussé les conducteurs à s'engager dans la recherche technologique pour alléger et rentabiliser l'activité, parmi ces aboutissements, il y eut la création des convoyeurs à fonctionnement continu qui rend l'intervention humaine presque inutile.

Notre travail consiste justement en l'étude d'un convoyeur en auge DN 1000 6°- LG 20400, l'entreprise (CEVITAL) nous a proposé l'étude de ce convoyeur qui transporte le sucre. Cela nous a permis de nous mettre en contact avec les ingénieurs de l'entreprise et de voir en détail le fonctionnement et les problèmes de ce convoyeur.

Ce mémoire s'articule autour de trois chapitres :

Dans le premier chapitre, nous citerons les différents convoyeurs utilisés dans l'industrie, leur fonctionnement et leur domaine d'utilisation.

Le deuxième chapitre est consacré pour l'étude des accouplements, les types, le fonctionnement, le rôle, le choix et les domaines d'utilisations.

Dans le troisième chapitre nous aborderons à quoi consiste exactement notre problématique, afin de définir le problème et proposer notre solution.

Et nous terminerons notre mémoire par une conclusion générale.

# **Chapitre I :**

# **Généralités sur les convoyeurs**





## **Introduction**

Le convoyeur est destiné à la manutention industrielle et à la logistique pour le transport et le traitement de produits dans le cadre de la chaîne de production. Il présente une grande capacité de flexibilité et peut adopter différentes formes, constitutions ou courbes, selon les besoins requis, afin de s'inclure parfaitement au cœur de la manutention continue pour répondre à vos objectifs en vous faisant gagner en efficacité et en productivité.

### **I.1. Définition de convoyeur [1]**

Le convoyeur est une machine qui transporte des produits selon différents buts et conditions. Sous forme de tapis aux caractéristiques variables, il permet un transport stable et sécurisé, en toute fiabilité. Grâce à ses grandes capacités d'adaptation et à ses multiples déclinaisons, il s'inscrit pleinement dans la chaîne de manutention continue.

### **I.2. Le rôle d'un convoyeur**

Comme son nom l'indique, le convoyeur sert au convoyage, c'est-à-dire au transport des charges, de légères à lourdes, en vrac ou conditionnées, en vue de leur traitement futur. Il convoie les produits en les guidant depuis leur réception jusqu'à leur déversement.

Parfaitement intégré à la chaîne de manutention continue, il permet de gagner en efficacité et en productivité en limitant la dispersion des matières, favorisant ainsi le transport, le stockage dynamique de matières fines et la préparation de commandes.

### **I.3. Les différents types de convoyeurs [2]**

Il existe un grand nombre de convoyeurs différents, chacun présentant des caractéristiques similaires et spécifiques aux charges qu'ils transportent.

#### **I.3.1. Le convoyeur à rouleaux**

Le convoyeur à rouleaux est comme son nom l'indique, équipé de rouleaux cylindriques (dans le cas d'un convoyeur droit) ou coniques (dans le cas d'un convoyeur courbe) commandés par courroies, par bandes ou par chaînes. Ces rouleaux permettent à la charge qui y est déposée de rouler et d'être ainsi transportée d'un point vers un autre, sur des distances plus ou moins longues. C'est un moyen fiable et économique de gestion du transit de charges à fond plat. Il peut être gravitaire ou motorisé, droit ou courbe, ou encore revêtir tout un tas d'options. Sa polyvalence et sa capacité d'accumulation permettent de rationaliser

les flux de matières. Le convoyeur est ainsi une pièce maîtresse de l'ensemble de la chaîne logistique.



**Figure I. 1:** Convoyeur à rouleaux [2]

### **I.3.2. Le convoyeur à bande**

Le fonctionnement du convoyeur à bande se base sur le principe de friction. Sa bande, plus ou moins large et épaisse, est entraînée par un système de poulies motorisées et transporte ainsi la charge qui y est posée. Elle peut contenir des nervures en chevrons afin de mieux entraîner certains types de matériaux et produits.

La bande transporteuse peut réaliser un parcours linéaire ou courbé, horizontal, montant ou descendant. Les types de bandes (lisse, à picots, à nervures, crantée, rugueuse, glissante, etc.) sont définis selon leur application. Elle permet un entraînement direct, sous bande ou encore central, selon les besoins.

Le convoyeur à bande évite ainsi le transport manuel ou par tout autre moyen mécanique, en transportant horizontalement, en montée, en descente ou en courbe, des éléments variés d'un point A vers un point B. Il est également idéal pour des activités nécessitant du tri, la vitesse de son défilement étant réglable.



**Figure I. 2 :** Convoyeur à bande

### **I.3.3. Le convoyeur à chaîne modulaire**

Le convoyeur à chaîne modulaire permet, grâce à sa grande flexibilité, de transporter des pièces en réalisant des courbes ou de forme S selon les angles souhaités ; il peut en outre être allongé ou diminué selon les besoins. Le convoyeur à chaîne modulaire utilise une chaîne rigide et résistante. Économique et facile d'entretien, il convient au transport de produits nécessitant un soutien pour des raisons de stabilité et de sécurité.

Sa flexibilité en fait une machine-outil idéale pour le convoyage horizontal de produits entre différents outils de conditionnements (remplissage, emballage, conditionnement, etc.), le nettoyage et la manutention des pièces en vue de leur utilisation future.



**Figure I. 3 :** Convoyeur à chaîne modulaire

#### **I.3.4. Le convoyeur courbe**

Le convoyeur courbe convient au transport de charges légères à lourdes, tout en réalisant une courbe de 30° à 180° sans partie droite. Il est idéal pour le transport sécurisé et hygiénique de produits d'un point A vers un point B dans de nombreux domaines, alimentaires ou non, dans un mouvement régulier, fluide et sans glissement. L'entraînement se fait par chaîne, par courroie ou par bande. Sa courbure, sa faible hauteur et son aspect compact permettent d'optimiser le transport tout en s'inscrivant pleinement dans la chaîne de manutention continue.

Le convoyeur courbe se décline en plusieurs modèles. Il peut en effet être à bande ou bien à rouleaux, selon les utilisations et les besoins qu'il couvre. Sa polyvalence lui permet d'être utile dans de nombreux domaines d'activités. Le convoyeur est ainsi une pièce maîtresse de l'ensemble de la chaîne logistique.



**Figure I. 4:** Convoyeur à courbe

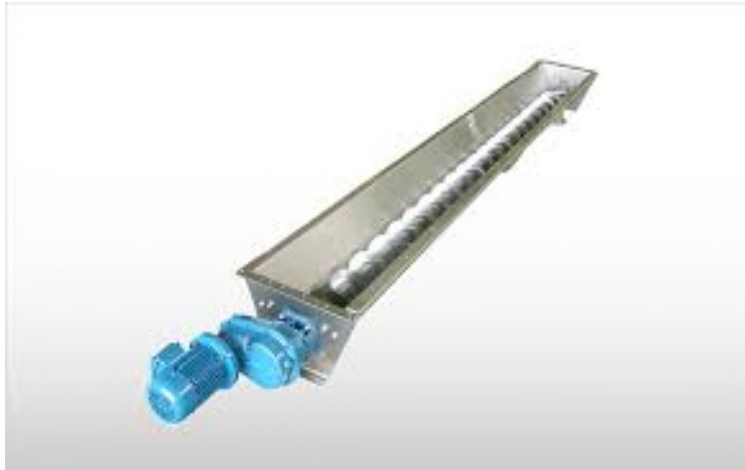
### **I.3.5. Le convoyeur en auge**

Le convoyeur en auge convient au transport de produits en vrac, en grande majorité dans le domaine agroalimentaire. Il comprend une bande transporteuse en auge plus ou moins prononcée selon le produit transporté. Ce dernier est en effet contenu et canalisé au centre de la bande afin de mieux le diriger et de faciliter son transport. Le guidage est ainsi idéal, sans qu'il soit nécessaire d'utiliser des rives.

Le convoyeur en auge permet le transport de nombreux produits alimentaires et d'une multitude de matières en vrac : les farines, les céréales, les graines, le sable, les poudres, les produits carnés, les légumes et fruits, les pâtons de pâte, le minerai, etc.



**Figure I. 5:** Convoyeur en auge

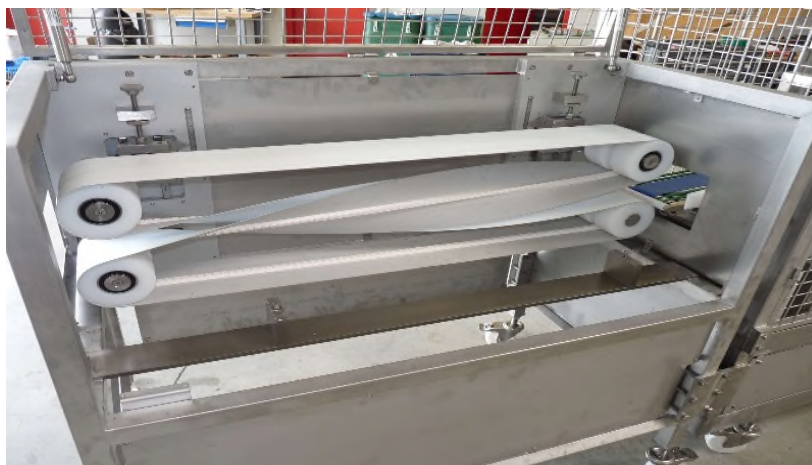


**Figure I. 6:** Convoyeur en auge [1]

### **I.3.6. Le convoyeur retourneur**

Le convoyeur retourneur participe à la ligne de manutention continue en retournant les pièces de  $0^\circ$  à  $180^\circ$  en vue de leur traitement futur. Il assure principalement quatre missions : l'élévation, le convoyage, la translation et la rotation des pièces. Sa vitesse est variable selon les besoins et les matières transportées. Après déchargement, le convoyeur retourneur permet le transport de produits en vrac ou conditionnés, de charge légère ou lourde, en les retournant ; il agit ainsi comme un basculeur.

Il a pour avantage de permettre un chargement rapide de la bande, y compris sur le côté et sans outils, et d'être démontable unitairement en cas de besoin, ce qui facilite grandement les opérations sur cette machine-outil. En outre, son nettoyage est facile, de même que son entretien.



**Figure I. 7:** Convoyeur retourneur

### I.3.7. Le convoyeur à maille inox

Le convoyeur à maille inox est une sorte de convoyeur à bande qui convient au transport de produits en vrac avec une parfaite stabilité, en particulier dans le domaine agroalimentaire. Sa maille inox permet le transport, le lavage, le refroidissement, le traitement thermique, la cuisson ou encore le nappage de pièces de tailles variables, selon les besoins et les secteurs d'activité.

Le convoyeur à maille inox peut revêtir différents types de tapis selon les besoins et les matières : le tapis à mailles, le tapis à grille compacte, le tapis à œillets ou le tapis à spirales continues.

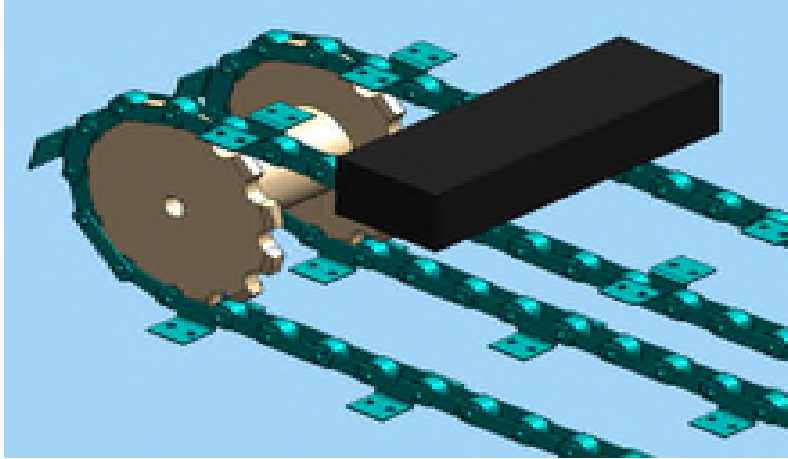


**Figure I. 8:** Convoyeur à maille inox

### I.3.8. Convoyeur à pas de pèlerin

C'est le cas du système où le produit avance pas à pas. Le mécanisme décrit un rectangle : Montage et levage du produit / avance avec le produit / descente et pose du produit / retour à ce système est employé pour transporter les pièces le long des lignes d'usage composées par une ou plusieurs stations placées en série. Son utilisation est convenue lorsqu'il faut transporter les pièces d'une station à la suivante par une simple translation, sans utiliser

d'autres manipulateurs afin de positionner la pièce sur la machine. Le convoyeur à pas de pèlerin est indiqué surtout pour la manutention de pièces à géométrie axiale symétrique, où la longueur axiale est plus grande que la dimension du diamètre.



**Figure I. 9:** Convoyeur à maille inox

### **I.3.9. Convoyeur a vis sans fin**

Les convoyeurs à vis sans fin sont des installations de convoyage pour matériaux en vrac, fonctionnant sur le principe de la vis d'Archimède. L'élément convoyeur est un élément métallique plat prenant la forme d'une hélice. Cette hélice tourne sur l'axe longitudinal du système et transporte le matériau en vrac dans une direction axiale, jusque dans une trémie ou une conduite stationnaire, servant également d'organe porteur. Le matériau peut être convoyé à l'horizontale, à la verticale ou incliné. Des étapes de traitement peuvent être réalisées pendant le transport du matériau, par exemple le malaxage, le drainage ou le compactage. On peut également envisager un refroidissement ou un séchage pendant l'opération. Les convoyeurs à vis ont une conception simplifiée, mais leur usage est idéal pour les courtes distances de transport. Par ailleurs, le frottement généré par le matériau en vrac dans l'auge induit une consommation d'énergie nettement supérieure à celle d'un tapis transporteur ou d'un convoyeur à godets.

### **I.3.10. Les convoyeurs à vis d'Archimède**

Nos convoyeurs à vis d'Archimède (convoyeurs tubulaires ou en auge) sont spécialement adaptés pour transporter, extraire et doser des produits en vrac secs, non



volatiles, et se déclinent avec de nombreuses options et variantes selon la typologie des produits et l'environnement de travail.

➤ **Convoyeurs à vis d'Archimède tubulaires [1]**

Les convoyeurs à vis tubulaires sont spécialement adaptés pour transporter et doser des produits en vrac secs et non volatiles. Ils se présentent sous la forme d'un tube fermé dans lequel tourne une vis sans fin : la vis d'Archimède. De par leur bonne étanchéité, ils limitent ainsi les émissions de poussières. Ces convoyeurs sont des équipements plus simples que les convoyeurs à vis en auge. Ils permettent une inclinaison plus importante et donc un encombrement réduit pour un même débit.

Débit : de 1 à 100m<sup>3</sup>/h

Longueur : jusqu'à 20m

Diamètre : jusqu'à 500mm



**Figure I. 10:** Convoyeur à vis d'Archimède tubulaire

➤ **Convoyeurs à vis d'Archimède en auge [3]**

Les convoyeurs à vis en auge sont spécialement adaptés au transport des produits en vrac secs pulvérulents ou colmatant (pulpe de betterave, pulpe de bois, déchets organiques, etc.). Le convoyeur en auge est le convoyeur à vis le plus facile à dépanner. 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 (carrières, cimenteries par exemple). Le capot démontable ou amovible de ce type de convoyeur permet une grande accessibilité à ses organes internes (hélices, paliers intermédiaires). Il permet également de changer le rotor par le dessus et non en son extrémité réduisant ainsi l'implantation et facilitant la maintenance.

Débit : de 1 à 200m<sup>3</sup>/h

Longueur : jusqu'à 40 m

Diamètre : jusqu'à 1.2 m



**Figure I. 11:** Convoyeur à vis d'Archimède en auge

### **I.3.10.1. Caractéristiques techniques générales de nos convoyeurs à vis**

La vis d'Archimède est un système de convoyage constitué d'un rotor central et supporté à chacune de ses extrémités par un palier. Des spires sont soudées sur le rotor et des paliers intermédiaires peuvent être installés, suivant la longueur du convoyeur. Le convoyeur à vis peut être composé d'une enveloppe tubulaire ou en auge et être équipé, selon les besoins, de rotors à spires pleines, à spires ruban, à spires palettes ou de filet sans âme.

Généralement, un convoyeur à vis est constitué des éléments structurels suivants :

- l'auge à vis, doté d'un couvercle selon l'exécution
- la vis, composée d'un filetage en hélice, de l'arbre de la vis avec arbre
- d'entraînement, de l'arbre de palier d'extrémité et des joints
- une unité d'entraînement, composée d'un accouplement d'arbre ou d'un entraînement à chaîne
- l'entraînement lui-même
- les paliers de l'arbre de la vis
- une entrée et une sortie

### I.3.10.2. Options et variantes possibles

- Possibilités d'avoir plusieurs entrées et sorties
- Composants ATEX et alimentaires
- Lit de vis pour extracteur sans trémie
- Option dosage précis
- Vis verticale
- Matière anti-abrasion
- Solution de rechargement par augmentation de la durée de vie

### I.3.10.3. Différents types de spires utilisées

- Spires pleines normales.
- Hélices sans âme.
- Spires crantées.
- Spires "pas" extracteur.
- Autres : arbres à pâles sécants pour extracteur, arbres mélangeur double spire diamètre 1080.

### I.3.10.4. Les fonctions possibles :

- Extraction
- Transport
- Dosage



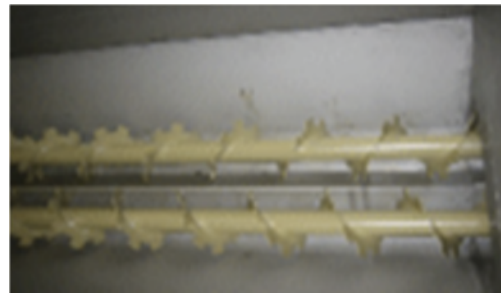
**Figure I.12** : Spires pleines normale



**Figure I.13** : Arbres à pâles sécants



**Figure I.14** : Hélice sans âme



**Figure I.15** : Spire crantées



**Figure I.16** : Arbres mélangeur double spire

### **Conclusion**

Le convoyeur présente de nombreuses qualités dans le cadre de la manutention continue. Il convient au transport et au traitement de charges légères à lourdes dans de multiples conditions. Ses nombreuses fonctionnalités et ses capacités d'adaptabilité en font un outil efficace et pratique qui convient à des secteurs très variés et diversifiés.

**Chapitre II :**  
**Les accouplements**

## Introduction

Le besoin d'un accouplement se fait sentir dès qu'il s'agit de transmettre une puissance entre deux arbres placés bout à bout. La jonction des arbres se fera alors par un organe de transmission tels que : accouplement élastique, rigide.... etc. le mieux adapté au fonctionnement de l'ensemble.

### II.1. Définition d'accouplement [4]

Les accouplements sont utilisés pour transmettre la vitesse et le couple, ou la puissance, entre deux arbres de transmission en prolongement l'un de l'autre comportant éventuellement des défauts d'alignement. Il existe une étonnante diversité de solutions aux différents cas posés.

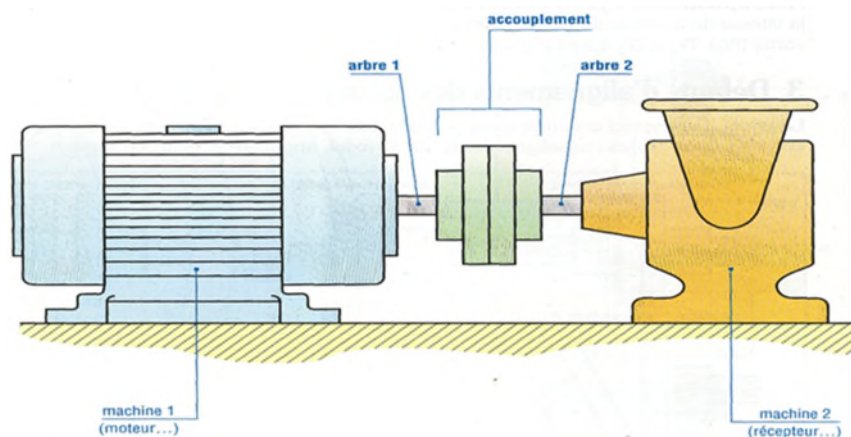


Figure II.1 : L'accouplement

### II.2. Importance de l'accouplement

Lors de nombreux montages mécaniques se présente le problème de la transmission du mouvement entre les axes ou les arbres des machines. L'union est la manière la plus simple d'obtenir cette transmission car elle fonctionne en unissant les extrémités de ces arbres, et en transmettant ainsi la rotation d'un arbre à l'autre. La bonne résolution de cette transmission dépend non seulement du bon fonctionnement de l'appareil mais également de la durée de vie utile des codeurs ou des machines connectées.

### II.3. Fonction globale

Les accouplements sont des organes de transmission permettant de transmettre la puissance mécanique en rotation entre deux arbres sensiblement alignés, sans modification de la fréquence de rotation de l'ensemble et d'une manière permanente.

La position relative des arbres à accoupler est donc une contrainte déterminante dans le choix des accouplements. Quatre déplacements relatifs des arbres sont répertoriés par la norme NF-E 22-611.

### II.4. Les types principaux des accouplements [4]

#### II.4.1. Accouplement permanent

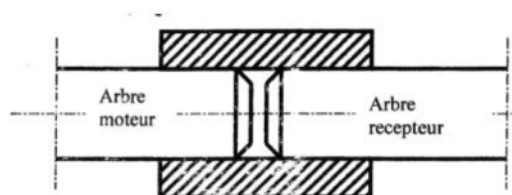
Il est dit permanent lorsque l'accouplement des deux arbres est permanent dans le temps. Le désaccouplement n'est possible que par démontage du dispositif.

##### II.4.1.1. Accouplements fixes ou rigides

Permettre la transmission de puissance en rotation, d'une manière permanente, entre deux arbres parfaitement alignés (et le restant lors du fonctionnement), sans modification de la fréquence de rotation de l'ensemble.

➤ **Les accouplements à douilles:**

Les extrémités des deux arbres sont ajustées dans l'alésage d'une douille en fonte ou en acier. La liaison arbre-douille est complétée par un goupillage pour les faibles puissances ou par un clavetage forcé.



**Figure II.2 :**Montage fretté (serré)[4]

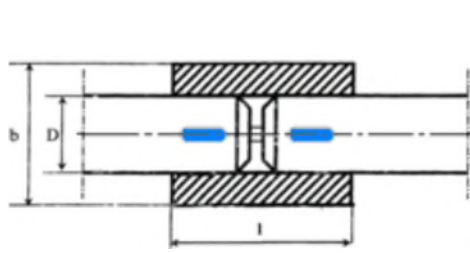


Figure II.3 : Montage par clavette [5]

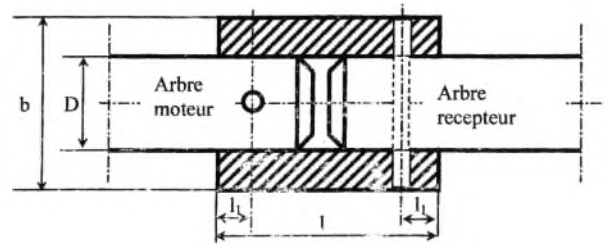


Figure II.4 : Montage par goupille [5]

### ➤ Les accouplements à coquilles

Il se compose de deux coquilles pressées sur deux bouts d'arbres à l'aide de boulons. L'entraînement en rotation se fait par adhérence ; un clavetage peut accroître la sécurité.

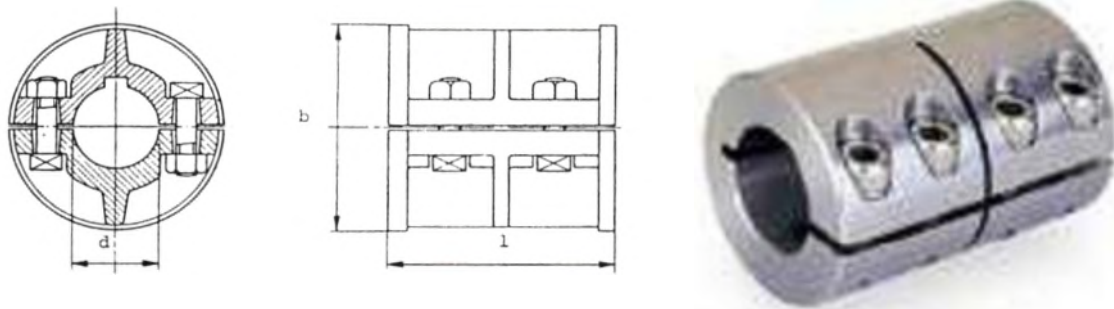
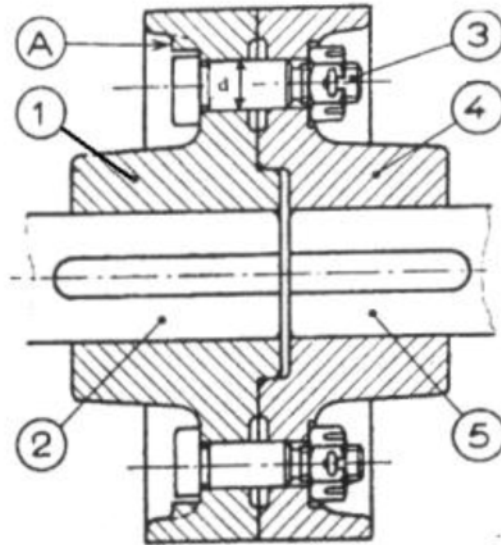


Figure II.5 : Manchons à coquilles boulonnées [5]

### ➤ Accouplements à plateaux

Les deux plateaux sont encastrés (serrage ou encastrement démontable) sur leur bout d'arbre respectif. Un clavetage peut augmenter le couple transmissible. Les deux plateaux sont mis en position l'un par rapport à l'autre par un appui plan associé à un centrage court. La transmission du couple et le maintien en position respectif des plateaux étant réalisés par des boulons ajustés.





**Figure II.6 : Manchon à plateaux[5]**

#### II.4.1.2. Accouplements mobiles

En pratique, il est parfois difficile d'assurer aux arbres un alignement suffisamment précis, pour l'utilisation d'un accouplement rigide.

D'autre part, l'alignement initial peut être modifié sous l'action des déformations provoquées par les surcharges, la température, ...

##### ➤ Accouplements sans élasticité torsionnelle (flexibles)

Permettre la transmission de puissance en rotation de manière permanente, entre deux arbres sensiblement alignés, sans modification de la fréquence de rotation de l'ensemble et en conservant la rigidité de torsion.

##### • Principaux types d'accouplements flexibles

- Les accouplements à denture interne.
- Les accouplements à membranes.
- Les accouplements à chaîne.



**Figure II.7 :** Accouplement à denture interne



**Figure II.8 :** Accouplement à membrane



**Figure II.9 :** Accouplement à chaîne

➤ **Accouplements élastiques en torsion**

Permettre la transmission de puissance en rotation, d'une manière permanente, entre deux arbres sensiblement alignés, sans modification de la fréquence de rotation de l'ensemble, et en régularisant les variations de couple.

• **Principaux types d'accouplements élastiques**

- Les accouplements à éléments élastiques soumis à la pression.
- Les accouplements à éléments élastiques soumis au cisaillement.
- Les accouplements à éléments élastiques soumis à la traction.

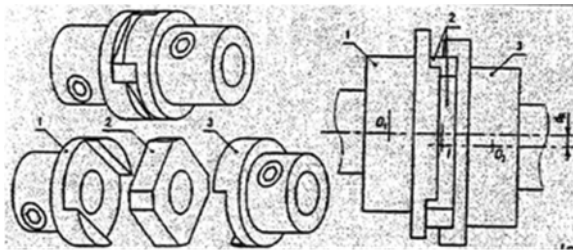
➤ **Accouplements universels (cadrans et assimilés)**

Ils assurent la transmission des arbres concourants. Ils sont utilisés lorsque le désalignement est supérieur à  $3^\circ$  avec un maxi de  $45^\circ$ .

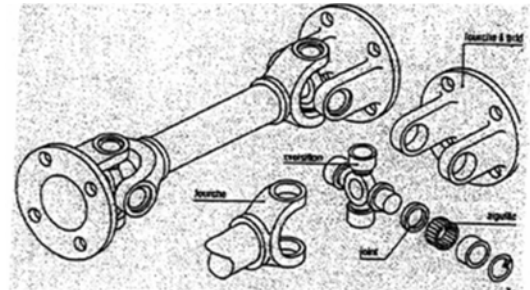
Non flexible en torsion. Ils peuvent transmettre des couples très élevés.

• **Principaux types d'accouplements universels [6]**

- Joint de cadrant
- Joint d'Oldham



**Figure II.10:** Joint d'Oldham




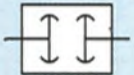


**Figure II.11:** Joint de cadrant

#### II.4.2. Accouplement temporaire

Il est dit temporaire lorsque l'accouplement ou le désaccouplement peuvent être obtenus à n'importe quel moment, sans démontage du dispositif, suite à une commande extérieure (intervention humaine ou commande automatisée).

#### II.4.3. Accouplement ou joint homocinétique

Un accouplement est dit homocinétique lorsque la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée ( $N_1$ ) est rigoureusement identique à celle de l'arbre de sortie ( $N_2$ ).  $N_2 = N_1$  à tout instant.

accouplements permanents			
accouplements rigides	accouplements flexibles	accouplements élastiques	cardans et assimilés
aucun désalignement possible – à plateaux – à manchon goupillé – à douille biconique...	non flexibles en torsion – joint d'Oldham – à denture bombée – à soufflet...	flexibles en torsion – à ressort – à blocs en caoutchouc – à membrane souple...	– joints de cardans – joints tripodes – joints à quatre billes
$dR = 0 ; dA = 0$ $d\alpha = 0$ et $d\theta = 0$	désalignements : $dR, dA$ et $d\alpha$	désalignements : $dR, dA, d\alpha$ et $d\theta$	désalignement angulaire $d\alpha$
			

**Tableau.II.01** : principaux types d'accouplements [7]

## II.5. Le rôle d'un accouplement [8]

L'accouplement situé après l'actionneur du mouvement de rotation transmet celui-ci vers l'effecteur. Dans la chaîne cinématique du mécanisme à concevoir, il peut avoir le rôle différent suivant :

- **Transmetteur du mouvement de rotation**

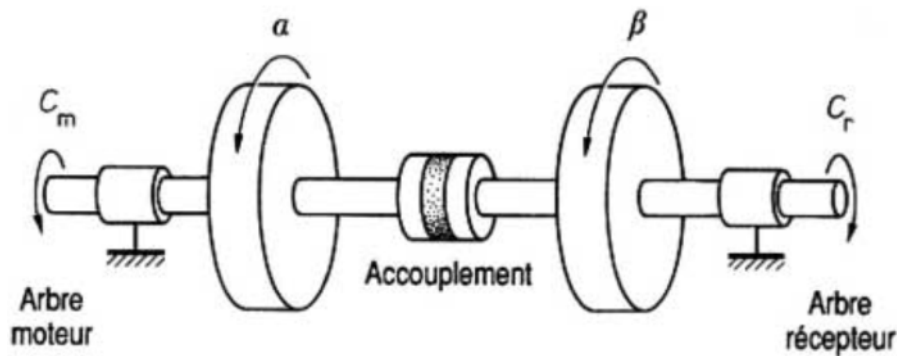
Une information angulaire à l'entrée du système est transmise (déformée ou non) à la sortie de celui-ci.

- **Transmetteur du couple**

Les vitesses de rotation de part et d'autre de l'accouplement peuvent être différentes. Par contre, le couple sur l'arbre d'entrée est intégralement restitué sur l'arbre de sortie.

- **Transmetteur de puissance**

La précision sur les différences de vitesse importe peu. Cet élément de transmission de puissance permet le passage de l'énergie mécanique



$$\begin{aligned} \text{Transmission de mouvement : } & \beta = f(a) \\ \text{de couple : } & C_r = f(C_m) \\ \text{de puissance : } & C_r \cdot \frac{d\beta}{dt} = f\left(C_m \cdot \frac{da}{dt}\right) \end{aligned}$$

motrice au récepteur dans les meilleures conditions. La notion de rendement est alors primordiale.

**Figure II.12 : Rôle d'un accouplement**

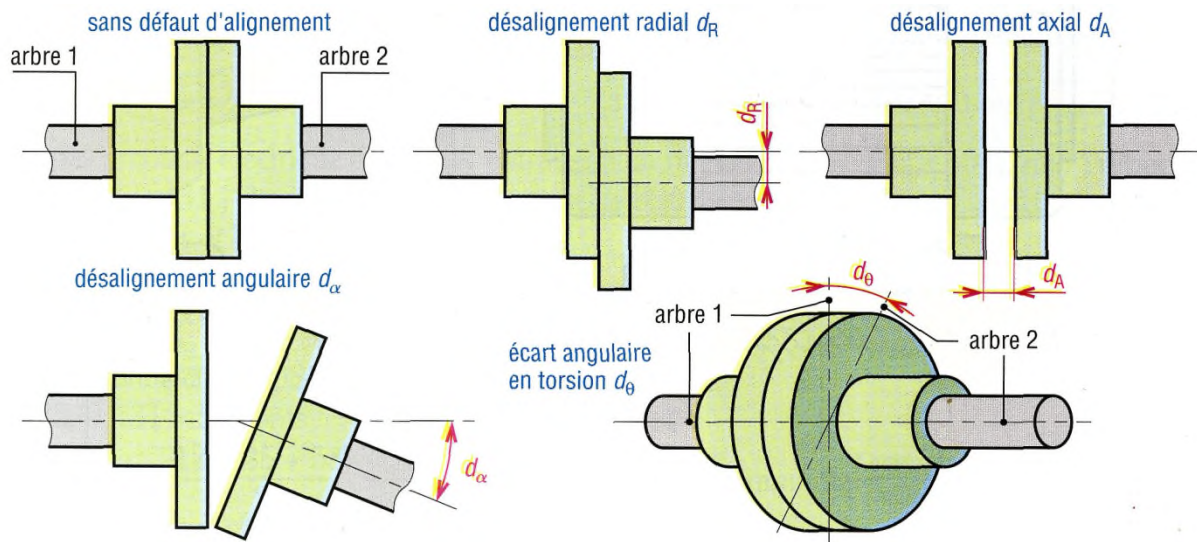
## II.6. Détermination des accouplements [9]

Le choix d'un accouplement dépend de différents facteurs comme le coût, l'espace de montage disponible, la durée prévue et les prestations de transmission, tout en respectant les conditions suivantes :

- La nature des défauts d'alignement des deux arbres
- Le couple maximal à transmettre
- Les caractéristiques du moteur et du récepteur et des conditions de fonctionnement (fréquence de démarrages, chocs et vibrations, température de service, ...)
- La vitesse de rotation maximale
- L'encombrement

## II.7. Défauts d'alignements des accouplements

Le choix d'un type d'accouplement dépend d'abord des défauts d'alignement pouvant exister entre les deux arbres : désalignements radial, axial, angulaire et écart en torsion.



**Figure II.13:** Principaux défauts d'alignements.

### Conclusion

Dans ce chapitre nous avons exposé les différents types d'accouplement et leur rôle pour l'utilisation de transmettre le mouvement entre deux arbres.



**Chapitre III :**  
**Présentation de convoyeur**  
**en auge et la problématique**



### Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter les différentes parties et le fonctionnement de convoyeur en auge et la problématique.

### III.1. Présentation et fonctionnement de convoyeur en auge

Lors de notre stage au sein de cevital nous avons étudié le fonctionnement du convoyeur en auge de vis sans fin à la sortie des turbines de l'unité de raffinage de sucre.

Ce convoyeur a un diamètre nominal 1000 mm, une longueur de 20400 mm et une inclinaison de 6°.

### III.2. Description de convoyeur

Ce convoyeur a une vis inclinée transporte le sucre il est recouvert par une auge en U sur toute sa longueur, cette conception empêche le matériau en vrac (sucre) de s'échapper par les cotées ou par le bas. L'auge doit cependant être ajustée au plus près de la vis .



**Figure III.1** : convoyeur en auge DN 1000 et LG 20400

Le convoyeur constitué des éléments suivants :

Au début de convoyeur :

- Motoréducteur type R147
- Carter commande
- Accouplement élastique entre le moteur et l'arbre de la vis
- Palier a rouleaux fixe
- Flasque commande
- Presse étoupe
- Le rotor (4 vis sans fin et 3 arbres intermédiaires)
- Auge en U

A la fin de convoyeur :

- Presse étoupe
- Carter opposé commande
- Etoile de détection
- Détecteur de rotation
- Palier a rouleaux libres

### III.2.1. Description de la vis

La vis sans fin peut être équipée de spires de formes différentes :

Plane, en ruban continu et a palette séparée ces dernières étant des secteurs de spires ou ruban soudés ou boulonnés sur l'axe central.

Notre vis est une vis avec âme comporte un axe creux et des spires a ruban pour éviter de tasser le produit.



**Figure III 2:** spire de ruban



**Figure III 3:** vis avec âme en ruban

Cette vis est constituée de :

- Arbre de commande
- Arbre opposée commande
- Arbre intermédiaire
- Manchon taraudé
- Des demi-spires
- Arbre principale

### III.2.2. La partie moteur

C'est un motoréducteur de type R147, ces caractéristiques est comme suit :

- Motoréducteurs à vis sans fin
- Réducteurs à engrenage cylindrique
- Exécution a pattes (R)
- Taille 147
- La puissance 37 KW
- Vitesse de rotation 41 tr/min
- Le couple de transmise 8530 Nm
- La position de montage M1-M4 5°

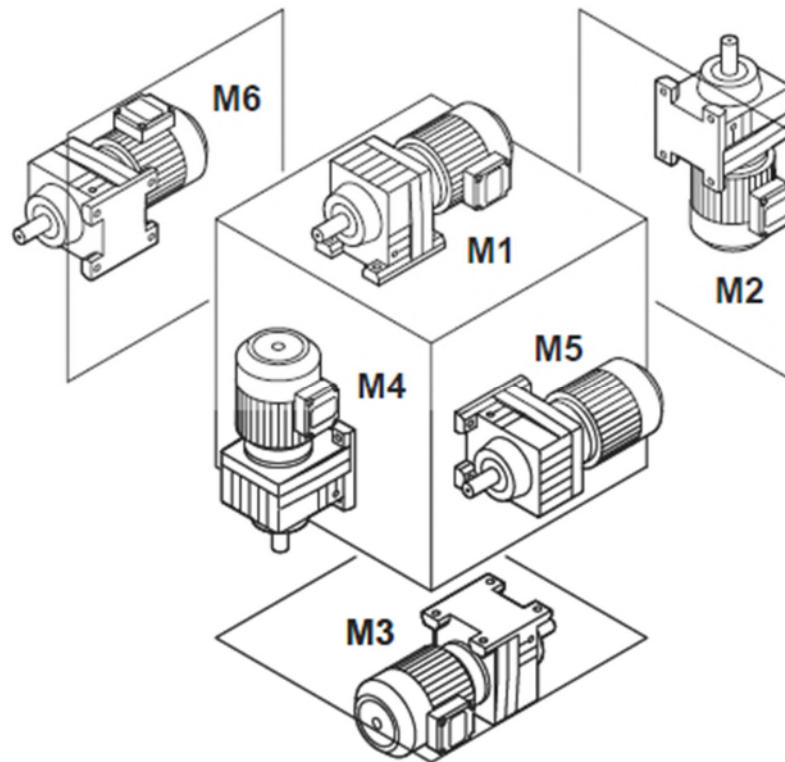


Figure III 4: Position de montage de motoréducteur

### III.3. Fonctionnement de convoyeur

Après l'alimentation de motoréducteur de convoyeur, la vis commence à tourner avec une vitesse  $V = 41 \text{ tr/min}$  et elle reçoit le sucre qui sort de turbines qui fonctionnent à la manière suivante :

Les turbines sont automatisées chaque 1 min une turbine décharge 800 kg du sucre dans le convoyeur.

Une turbine à la fin de décharge l'autre sera au début de décharge et la troisième se prépare pour la décharge, les turbines automatisées de ce régime temporaire donc la vis avant de transporter la première charge elle reçoit la deuxième et la même chose pour la troisième.

### III.4. Dimensionnements de convoyeur et problématique

Lors de notre stage nous avons consulté les dessins et les informations sur le convoyeur en auge et on a vérifié sur le terrain.

Sur le dessin industriel, le convoyeur en auge de longueur 20400 mm doit être incliné avec un angle de  $6^\circ$  et la position de montage M1 inclinée avec un angle  $5^\circ$ .

Pour avoir cette inclinaison on propose les calculs suivants :

Le convoyeur incliné un triangle rectangle.

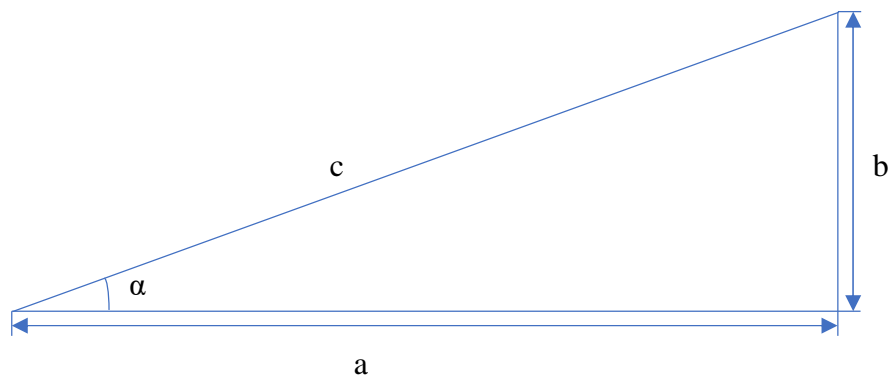


Schéma de démonstration de l'angle d'inclinaison

Soit :

- a : coté adjacent.
- b : côté opposé.
- c : hypoténuse.
- $\alpha$  : angle d'inclinaison.

### ➤ Problématique

A partir de la maintenance préventive on trouve que :

- L'inclinaison de convoyeur provoque la vibration de l'auge.
- Cisaillement et desserrage de vis de l'accouplement au niveau de premier palier intermédiaire presque chaque jour.
- La sortie de lubrifiant sur les coté de coussinet.
- Le jeu exagéré entre le coussinet et l'arbre intermédiaire.
- Le jeu de soudure de manchon d'accouplement et l'arbre de vis sans fin est grand.



**Figure III 5:** Les vis desserré



**Figure III 6:** vis cisailée



**Figure III 7:** Le lubrifiant sur les coté de coussinet



**Figure III 8 :** Le jeu de la soudure



Pour les vérifications, nous allons déterminer :

- ✓ L'angle d'inclinaison de convoyeur.
- ✓ Le type d'ajustement et le jeu de coussinet.
- ✓ Les forces appliquées sur la vis sans fin.
- ✓ La résistance des boulons.
- ✓ Le jeu de manchon et l'arbre.

### **Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons présenté les différentes parties de convoyeur en auge étudié et la problématique qu'on va essayer de la déterminer dans le chapitre suivant.

**Chapitre IV :**  
**Elément de calcul et**  
**dimensionnement**

## Introduction

Dans ce chapitre, nous allons montrer les méthodes de calculs concernant le convoyeur en auge.

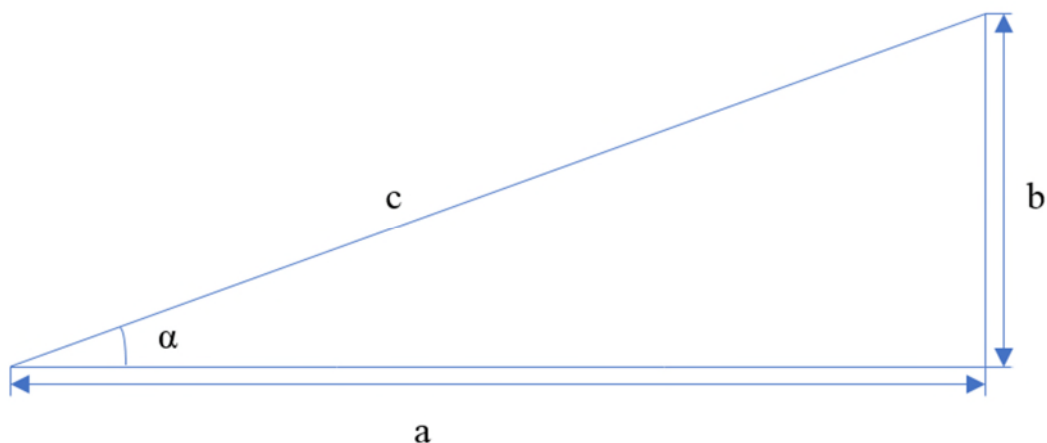
### IV.1. Géométrie

Les éléments géométriques essentiels de convoyeur en auge sont indiqués sur ANNEX.1 Les paramètres suffisent à définir cette géométrie sont :

### IV.2. Détermination des différents paramètres

Les paramètres qui rentrent en jeu sont :

- Longueur du convoyeur : selon le schéma et les dimensions de fabricant.
- Angle d'inclinaison ( $6^\circ$ ) de la vis : pour déterminer la hauteur de fin de convoyeur sur terre (côté opposé de l'angle d'inclinaison) et le côté adjacent.
- Longueur de convoyeur et les mesures appliquées on réalité pour déterminer l'angle d'inclinaison appliquée.
- Les dimensions du coussinet : selon la fig.01 pour déterminer le jeu et le type d'ajustement.
- Les dimensions du palier intermédiaire et l'accouplement : selon fig.. Pour calculer les forces appliquées, les réactions.



**Figure IV.1:** schéma de démonstration de l'angle d'inclinaison

- Longueur de convoyeur (hypoténuse) : **c**
- Angle d'inclinaison de convoyeur :  **$\alpha$**
- La hauteur de la fin de convoyeur sur terre (Côté opposé) : **b**
- Coté adjacente de convoyeur incliné : **a**

#### IV.2.1.Coté adjacente et la hauteur de convoyeur

L'angle d'inclinaison ( **$\alpha$** ) et la longueur de convoyeur (**c**) permettent de calculer la hauteur (**b**) et l'adjacente (**a**) :

$$- \cos (\alpha) = \frac{a}{c} \dots\dots\dots(1)$$

$$- \sin (\alpha) = \frac{b}{c} \dots\dots\dots(2)$$

La hauteur (b) et l'adjacente (a) peut être déterminés par :

$$\cos (\alpha) = \frac{a}{c} \quad \longrightarrow \quad a = c * \cos (\alpha) \dots\dots\dots(3)$$

$$\sin (\alpha) = \frac{b}{c} \quad \longrightarrow \quad b = c * \sin (\alpha) \dots\dots\dots(4)$$

d'où;

$$a = 20400 * \cos (6)$$

$$a = \mathbf{20288,3 \text{ mm}}$$

$$b = 20400 * \sin (6)$$

$$b = \mathbf{2132.4 \text{ mm}}$$

- **Calcul (a') et (b') et l'angle appliqué**
  - **a'** : Coté adjacente mesuré de convoyeur incliné
  - **b'** : La hauteur mesuré de la fin de convoyeur sur terre (Côté opposé)

On calcule l'angle  $\alpha$  avec les valeurs mesurées :

$$a' = 19820 \text{ mm.}$$

$$c = 20400 \text{ mm.}$$

$$\cos(\alpha') = \frac{a'}{c} \quad \longrightarrow \quad b' = c * \sin(\alpha')$$

$$\cos(\alpha') = 19820/20400$$

$$\cos(\alpha') = 0.972$$

$$\alpha' \approx 14^\circ$$

$$b' = 20400 * \sin(14)$$

$$b' = 4935.2 \text{ mm}$$

➤ **Comparaison entre les valeurs demandées et les valeurs appliquées**

$$a' = 19820 \text{ mm}$$

$$a = 20288.2 \text{ mm}$$

$$b' = 4935.2 \text{ mm}$$

$$b = 2132.3 \text{ mm}$$

$$\alpha' \approx 14^\circ$$

$$\alpha = 6^\circ$$

$$a'' = a - a'$$

$$b'' = b' - b.$$

$$\alpha'' = \alpha' - \alpha.$$

**A.N:**

$$a'' = 20288.2 - 19820$$

$$a'' = 468.2 \text{ mm.}$$

$$b'' = 4935.2 - 2132.3$$

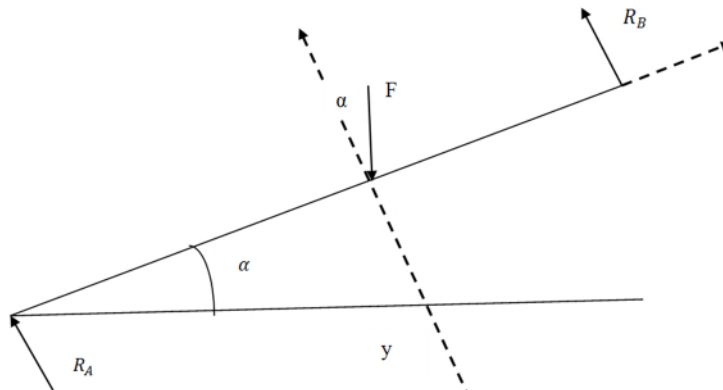
$$b'' = 2802.9 \text{ mm}$$

$$\alpha'' = 14 - 6$$

$$\alpha'' = 8^\circ.$$

On remarque que la vis inclinée avec  $14^\circ$  c'est une valeur presque le double de celle qui été demander.

**IV.3. Calcul les réactions et les efforts**



➤ **Calcule des réactions aux appuis**

$$R_A \begin{cases} R_{Ax} \\ R_{By} \end{cases}, \quad R_B \begin{cases} R_{Bx} \\ R_{By} \end{cases}$$

**En appliquant le principe fondamental de la dynamique :**

$$\sum \overrightarrow{F \text{ ext}} = \vec{0} \Rightarrow \overrightarrow{R_A} + \overrightarrow{R_B} + \overrightarrow{F} = \vec{0} \dots\dots\dots(1)$$

**Si on projette (1) selon (xx) on trouve :**

$$R_{Ax} - Fx = 0$$

Donc :  $R_{Ax} = Fx$

$$Fx = F * \sin(\alpha)$$

**AN:**

$$R_{Ax} = F * \sin(\alpha)$$

$$R_{Ax} = 1935.37 \text{ N.}$$

**Si On projette (1) selon (yy) on trouve**

$$\sum (\overrightarrow{F/y}) = 0 \Leftrightarrow R_{Ay} - F_y + R_{By} = 0$$

$$F_y = F * \sin(\alpha)$$

Donc :

$$R_{Ay} + R_{By} = F_y$$

AN:

$$R_{Ay} + R_B = 7762.39 \text{ N} \dots\dots\dots (2)$$

➤ Calcule le moment de couple :

$$\sum(M/b) = 0 \Leftrightarrow -R_{Ay} * 4725 + F_y * 1495 = 0$$

$$R_{Ay} = (F_y * 1495) / 4725$$

AN :

$$R_{Ay} = 2456 \text{ N}$$

On remplace dans (2) on trouve :

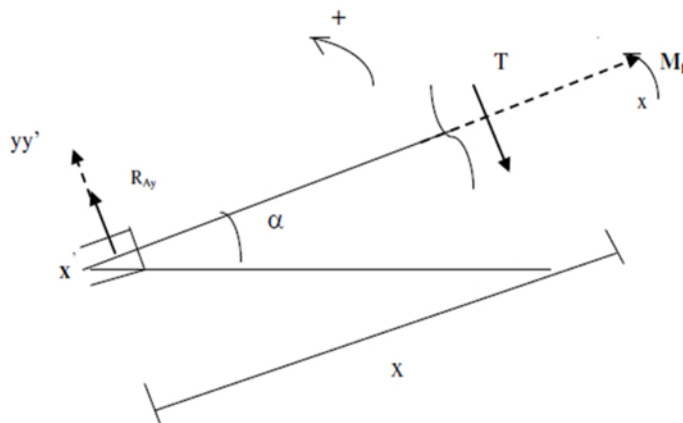
$$R_{By} = F_y - R_{Ay}$$

AN:

$$R_{By} = 5306.36 \text{ N}$$

➤ Calcule l'effort tranchant :

Tronçon 1 :





$$\sum(\vec{F}/y) = 0 \Leftrightarrow -R_{Ay} + T = 0$$

$$T = R_{Ay}$$

AN :

$$T = 2465 \text{ N}$$

**Tronçon 2 :**

$$\sum(\vec{F}/y) = 0 \Leftrightarrow -R_{Ay} + F_y + T = 0$$

Donc :

$$T = R_{Ay} - F_y$$

AN :

$$T = 2465 - 7762.38$$

$$T = -5306.36 \text{ N}$$

➤ Calculer le moment fléchissant :

**Tronçon 1 :**

$$0 \leq x \leq 3230$$

$$\sum(\vec{M}/b) = 0 \Leftrightarrow -R_{Ay} * x + M_f = 0$$

Donc :

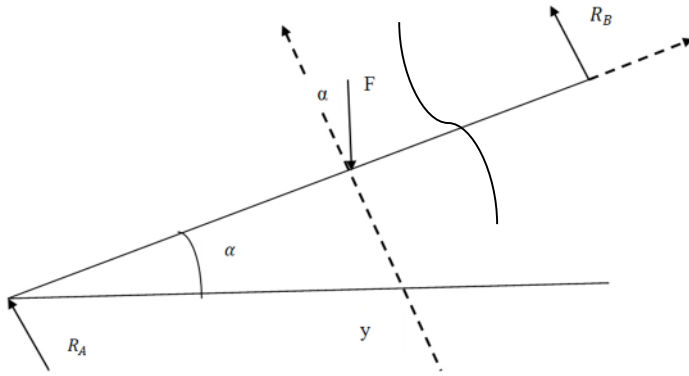
$$M_f = R_{Ay} * x$$

$$\text{Pour } \begin{cases} x = 0 \Leftrightarrow M_f = 0 \\ x = 3230 \Leftrightarrow M_f = 7932880 \text{ N} \end{cases}$$

AN:

$$M_f = 2456 x.$$

**Tronçon 2:**



$$\sum \overrightarrow{(M/b)} = 0 \Leftrightarrow -R_{Ay} * x + F_y * (x - 3230) + M_f = 0$$

$$M_f = R_{Ay} * x - F_y * (x - 3230)$$

AN:

$$M_f = 2456 x - 7762,39x + 25072551$$

$$M_f = -3506.36x + 25072551$$

$$\begin{cases} x = 3230 \Leftrightarrow M_f = 7932880 \text{ N. mm} \\ x = 4725 \Leftrightarrow M_f = 0 \end{cases}$$

#### IV.4. Calcul sur le cisaillement des boulons [10]

Le boulon de la classe 10.9.

Donc on a :

$$R_e = 900 \text{ N/mm}^2.$$

$$R_m = 1000 \text{ N/mm}^2.$$

On va vérifier la condition de résistance et de résistance, pour vérifier si la pièce étudiée qui soumise à des forces de cisaillement est compatible avec le matériau prévu (qui résiste dans le domaine élastique), il faut comparer deux valeurs :

- $\tau_{\text{moy}}$  qui dépend des forces, des dimensions de la pièce et de sa forme.

- $\tau_p$  qui dépend de la résistance élastique au cisaillement  $\tau_e$  et du coefficient de sécurité.

Pour que la pièce résiste face aux sollicitations de cisaillement il faut vérifier la condition de résistance suivante :

$$\tau_{moy} \leq \tau_p$$

On a :

$$\tau_p = \frac{\tau_p}{S} \tau_p = \text{La contrainte pratique de cisaillement (N/mm}^2\text{)}.$$

$$\tau_e = 0.8 R_e.$$

$$\tau_e = \text{La contrainte élastique de cisaillement (N/mm}^2\text{)}.$$

$$\tau_e = 1000 * 0.8$$

$$S = \text{coefficient de sécurité.}$$

$$\tau_e = 720 \text{ N/mm}^2.$$

$$S = 3$$

$$\tau_p = \frac{720}{3}$$

$$\tau_p = 240 \text{ N/mm}^2.$$

$$\tau_{moy} = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$A = 854.87 \text{ mm}^2.$$

$$\tau_{moy} = \frac{16000}{854.87}$$

$$\tau_{moy} = 18.71 \text{ N/mm}^2.$$

Donc :

$$\tau_{moy} < \tau_p$$

La contrainte moyenne de boulon est inférieure à la contrainte pratique de cisaillement.

## IV.5. Calcul des coussinets [11]

### IV.5.1. Définition de coussinet

Un coussinet est une bague de forme cylindrique, avec ou sans collerette. Il se monte avec serrage dans l'alésage et glissant dans l'arbre. Les coussinets permettent d'atteindre des performances bien supérieures à celles obtenues avec un contact direct entre surfaces :

- Réduction du coefficient de frottement ;
- Augmentation de la durée de vie, fonctionnement silencieux.

Les coussinets sont réalisés à partir de différents matériaux : bronze, matières plastiques (nylon, téflon). Ils peuvent être utilisés à sec ou lubrifiés. Il existe d'ailleurs des coussinets autolubrifiants imprégnés d'huile dans leur structure.



**Figure IV .1 : Les coussinets**

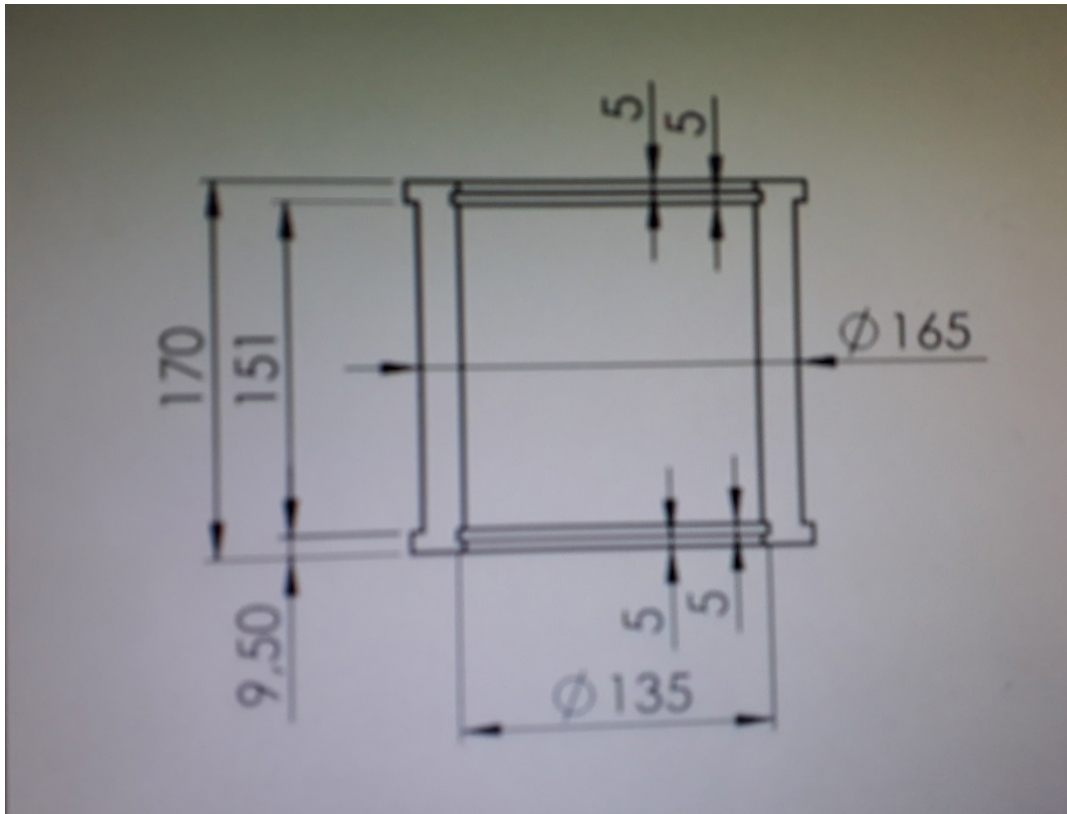


Figure IV.2: Les dimensions de coussinet

#### IV.5.2. Pression diamétrale P

$$P = \frac{F}{d \cdot L}$$

**P** : pression diamétrale (MPa ou N/ mm<sup>2</sup>).

**F** : charge sur le palier (N).

**L** : longueur du coussinet (151mm).

**d** : diamètre de l'alésage (135 mm).

**N** = nombre de tr/ min.

**La charge de rotor** = 4845.23 kg.

**La charge de sucre** = 1600 kg.

$$F = \frac{\text{la charge de rotor} + \text{la charge de sucre}}{3}$$

$$F = (6445.23)/3$$

$$F = 2148.41 \text{ kg} \Leftrightarrow F = 21484.1 \text{ N}$$

$$P = 21484.1 / (125 * 151)$$

$$P = 1.13 \text{ N/mm}^2$$

#### IV.5.3. Le facteur PV

**PV = pression diamétrale (N/mm<sup>2</sup>) × vitesse circonférentielle (m/s).**

- Calculer V :

$$V = \frac{\pi * N * d}{30 * 2}$$

$$V_c = (3.14 * 41 * 125) / 60$$

$$V_c = 268.20 \text{ mm/s}$$

$$V_c = 0.268 \text{ m/s}$$

$$PV = 1.13 * 0.268$$

$$PV = 0.30 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$$

#### IV.5.4. Le jeu exagéré

**d<sub>a</sub>** : diamètre de l'arbre : 125mm

**d<sub>c</sub>** : diamètre de coussinet : 130mm

**J** : jeu

$$J = d_c - d_a$$

$$J = 130 - 125$$

$$J = 5 \text{ mm}$$

Le jeu exagéré est très grand, donc le montage entre le coussinet et l'arbre intermédiaire est un ajustement H7 f6.

Pour vérifier le coussinet nous allons définir les écarts supérieurs et inférieurs de l'arbre et de l'alésage.

#### IV.6. Les ajustements normalisés de coussinet

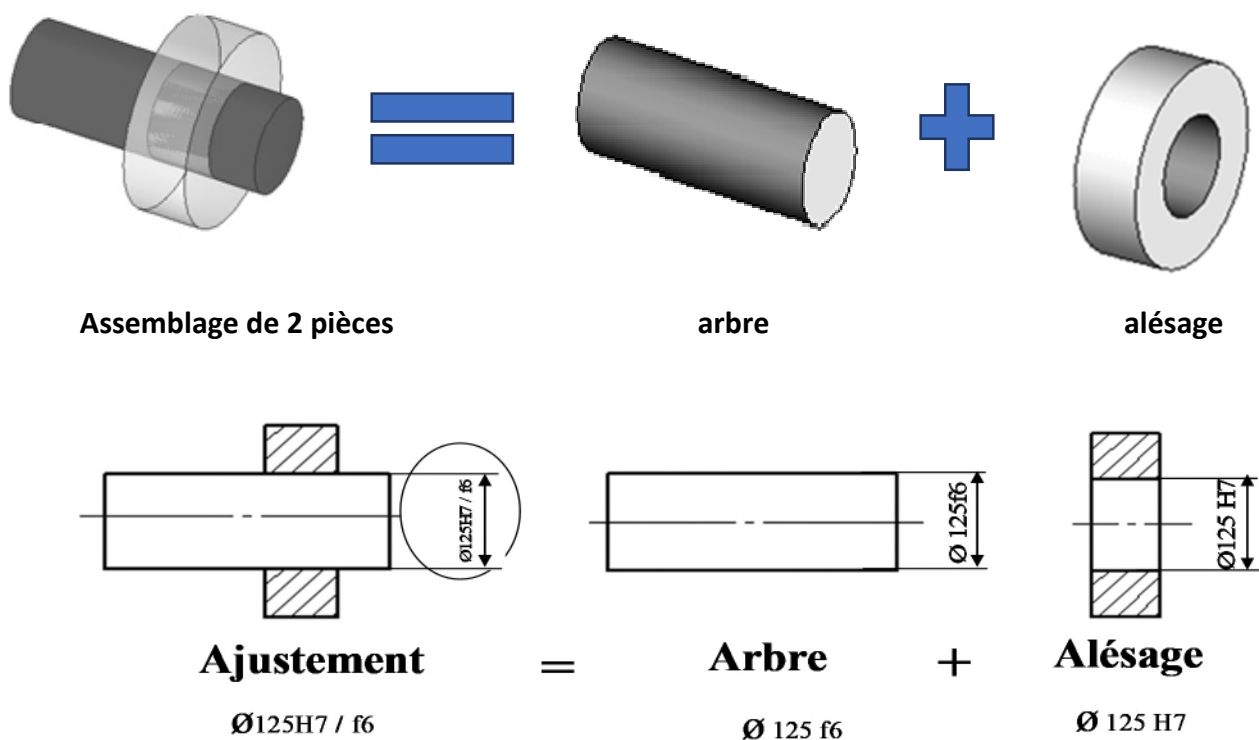


Figure IV 2 : L'ajustement normalisé de coussinet

Ces formes sont cotées avec des dimensions normalisées ISO

Dans notre cas, grâce à l'ajustement  $\varnothing 125 H7 / f6$  nous avons une fonction de glissement qui va donc permettre aux pièces de tourner l'une dans l'autre.

**Ø 125 H7 / f6 :**

- Le chiffre indique la qualité de l'usinage. La valeur de la tolérance
- Lettre minuscule pour les arbres. La lettre indique la tolérance.
- Lettre majuscule pour les alésages. La lettre indique la position de la tolérance
- Dimension nominale
- Symbole diamètre

**IV.6.1. Le tableau des tolérances pour les alésages [12]**

Alésage

Diamètre nominal 125

ALÉSAGES	PRINCIPAUX ÉCARTS EN MICROMETRES										Température de référence : 20 °C			
	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 16	16 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500	
D 10	+ 60 + 20	+ 78 + 30	+ 98 + 40	+ 120 + 50	+ 149 + 65	+ 180 + 80	+ 220 + 100	+ 260 + 120	+ 305 + 145	+ 355 + 170	+ 400 + 190	+ 440 + 210	+ 480 + 230	
F 7	+ 16 + 6	+ 22 + 10	+ 28 + 13	+ 34 + 16	+ 41 + 20	+ 50 + 25	+ 60 + 30	+ 71 + 36	+ 83 + 43	+ 96 + 50	+ 108 + 56	+ 119 + 62	+ 131 + 68	
G 6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 14 + 5	+ 17 + 6	+ 20 + 7	+ 25 + 9	+ 29 + 10	+ 34 + 12	+ 39 + 14	+ 44 + 15	+ 49 + 17	+ 54 + 18	+ 60 + 20	
H 6	+ 6 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0	+ 13 0	+ 16 0	+ 19 0	+ 22 0	+ 25 0	+ 29 0	+ 32 0	+ 36 0	+ 40 0	
H 7	+ 10 0	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0	+ 21 0	+ 25 0	+ 30 0	+ 35 0	+ 40 0	+ 46 0	+ 52 0	+ 57 0	+ 63 0	
H 8	+ 14 0	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0	+ 33 0	+ 39 0	+ 46 0	+ 54 0	+ 63 0	+ 72 0	+ 81 0	+ 89 0	+ 97 0	
H 9	+ 25 0	+ 30 0	+ 36 0	+ 43 0	+ 52 0	+ 62 0	+ 74 0	+ 87 0	+ 100 0	+ 115 0	+ 130 0	+ 140 0	+ 155 0	
H 10	+ 40 0	+ 48 0	+ 58 0	+ 70 0	+ 84 0	+ 100 0	+ 120 0	+ 140 0	+ 160 0	+ 185 0	+ 210 0	+ 230 0	+ 250 0	
H 11	+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0	+ 130 0	+ 160 0	+ 190 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 290 0	+ 320 0	+ 360 0	+ 400 0	
H 12	+ 100 0	+ 120 0	+ 150 0	+ 180 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 300 0	+ 350 0	+ 400 0	+ 460 0	+ 520 0	+ 570 0	+ 630 0	
H 13	+ 140 0	+ 180 0	+ 220 0	+ 270 0	+ 330 0	+ 390 0	+ 460 0	+ 540 0	+ 630 0	+ 720 0	+ 810 0	+ 890 0	+ 970 0	
J 7	+ 4 - 6	+ 6 - 6	+ 8 - 7	+ 10 - 8	+ 12 - 9	+ 14 - 11	+ 18 - 12	+ 22 - 13	+ 26 - 14	+ 30 - 16	+ 36 - 16	+ 39 - 18	+ 43 - 20	
K 6	0 - 6	+ 2 - 6	+ 2 - 7	+ 2 - 9	+ 2 - 11	+ 3 - 13	+ 4 - 15	+ 4 - 18	+ 4 - 21	+ 5 - 24	+ 5 - 27	+ 7 - 29	+ 8 - 32	
K 7	0 - 10	+ 3 - 9	+ 5 - 10	+ 6 - 12	+ 6 - 15	+ 7 - 18	+ 9 - 21	+ 10 - 25	+ 12 - 28	+ 13 - 33	+ 16 - 36	+ 17 - 40	+ 18 - 45	
M 7	- 2 - 12	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52	0 - 57	0 - 63	
N 7	- 4 - 14	- 4 - 16	- 4 - 19	- 5 - 23	- 7 - 28	- 8 - 33	- 9 - 39	- 10 - 45	- 12 - 52	- 14 - 60	- 14 - 66	- 16 - 73	- 17 - 80	
N 9	- 4 - 29	0 - 30	0 - 36	0 - 43	0 - 52	0 - 62	0 - 74	0 - 87	0 - 100	0 - 115	0 - 130	0 - 140	0 - 155	
P 6	- 6 - 12	- 9 - 17	- 12 - 21	- 15 - 26	- 18 - 31	- 21 - 37	- 26 - 45	- 30 - 52	- 36 - 61	- 41 - 70	- 47 - 79	- 51 - 87	- 55 - 95	
P 7	- 6 - 16	- 8 - 20	- 9 - 24	- 11 - 29	- 14 - 35	- 17 - 42	- 21 - 51	- 24 - 59	- 28 - 68	- 33 - 79	- 36 - 88	- 41 - 98	- 45 - 108	
P 9	- 9 - 31	- 12 - 42	- 15 - 51	- 18 - 61	- 22 - 74	- 26 - 88	- 32 - 106	- 37 - 124	- 43 - 143	- 50 - 165	- 56 - 186	- 62 - 202	- 68 - 223	

**Tableau. IV. 1 : principaux écarts en micromètres**

On trouve dans le tableau(+40) et(0) ces valeurs en micromètre.



1  $\mu\text{m}$  = 0.001 mm

40  $\mu\text{m}$  = 0.04 mm

Ce qui veut dire que :  $125_0^{+0.04}$   $\rightarrow$  Alésage.

**IV.6.2. Tableau des tolérances pour les arbres [12]**

Arbre

Diamètre nominale 125

Arbres	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
a 11	-270 -330	-270 -345	-280 -370	-290 -400	-300 -430	-320 -470	-360 -530	-410 -600	-580 -710	-820 -950	-1 050 -1 240	-1 350 -1 560	-1 650 -1 900
c 11	-60 -120	-70 -145	-80 -170	-95 -205	-110 -240	-130 -280	-150 -330	-180 -390	-230 -450	-280 -530	-330 -620	-400 -720	-480 -840
d 9	-20 -45	-30 -60	-40 -75	-50 -93	-65 -117	-80 -142	-100 -174	-120 -207	-145 -245	-170 -285	-190 -320	-210 -350	-230 -385
d 10	-20 -60	-30 -78	-40 -98	-50 -120	-65 -149	-80 -180	-100 -220	-120 -250	-145 -305	-170 -355	-190 -400	-210 -440	-230 -480
d 11	-20 -80	-30 -105	-40 -130	-50 -160	-65 -195	-80 -240	-100 -290	-120 -340	-145 -395	-170 -460	-190 -510	-210 -570	-230 -630
e 7	-14 -24	-20 -32	-25 -40	-32 -50	-40 -61	-50 -75	-60 -90	-72 -107	-85 -125	-100 -146	-110 -162	-125 -182	-135 -198
e 8	-14 -28	-20 -38	-25 -47	-32 -59	-40 -73	-50 -89	-60 -106	-72 -126	-85 -148	-100 -172	-110 -191	-125 -214	-135 -232
e 9	-14 -39	-20 -50	-25 -61	-32 -75	-40 -92	-50 -112	-60 -134	-72 -159	-85 -185	-100 -215	-110 -240	-125 -265	-135 -290
f 6	-6 -12	-10 -18	-13 -22	-16 -27	-20 -33	-25 -41	-30 -49	-36 -58	-43 -68	-50 -79	-56 -88	-62 -98	-68 -108
f 7	-6 -16	-10 -22	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-36 -71	-43 -83	-50 -96	-56 -106	-62 -119	-68 -131
f 8	-6 -20	-10 -28	-13 -35	-16 -46	-20 -53	-25 -64	-30 -76	-36 -90	-43 -106	-50 -122	-56 -137	-62 -151	-68 -165
g 5	-2 -6	-4 -9	-5 -11	-6 -14	-7 -16	-9 -20	-10 -23	-12 -27	-14 -32	-15 -35	-17 -40	-18 -43	-20 -47
g 6	-2 -8	-4 -12	-5 -14	-6 -17	-7 -20	-9 -25	-10 -29	-12 -34	-14 -39	-15 -44	-17 -49	-18 -54	-20 -60
h 5	0 -4	0 -5	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -15	0 -18	0 -20	0 -23	0 -25	0 -27
h 6	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -22	0 -25	0 -29	0 -32	0 -36	0 -40
h 7	0 -10	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40	0 -46	0 -52	0 -57	0 -63
h 8	0 -14	0 -18	0 -22	0 -27	0 -33	0 -39	0 -46	0 -54	0 -63	0 -72	0 -81	0 -89	0 -97
h 9	0 -25	0 -30	0 -36	0 -43	0 -52	0 -62	0 -74	0 -87	0 -100	0 -115	0 -130	0 -140	0 -155
h 10	0 -40	0 -48	0 -58	0 -70	0 -84	0 -100	0 -120	0 -140	0 -160	0 -185	0 -210	0 -230	0 -250
h 11	0 -60	0 -75	0 -90	0 -110	0 -130	0 -160	0 -190	0 -220	0 -250	0 -290	0 -320	0 -360	0 -400
h 13	0 -140	0 -180	0 -220	0 -270	0 -330	0 -390	0 -460	0 -540	0 -630	0 -720	0 -810	0 -890	0 -970
j 6	+ 4 - 2	+ 6 - 2	+ 7 - 2	+ 8 - 3	+ 9 - 4	+ 11 - 5	+ 12 - 7	+ 13 - 9	+ 14 - 11	+ 16 - 13	+ 16 - 16	+ 18 - 18	+ 20 - 20
js 5	$\pm 2$	$\pm 2,5$	$\pm 3$	$\pm 4$	$\pm 4,5$	$\pm 5,5$	$\pm 6,5$	$\pm 7,5$	$\pm 9$	$\pm 10$	$\pm 11,5$	$\pm 12,5$	$\pm 13,5$
js 6	$\pm 3$	$\pm 4$	$\pm 4,5$	$\pm 5,5$	$\pm 6,5$	$\pm 8$	$\pm 9,5$	$\pm 11$	$\pm 12,5$	$\pm 14,5$	$\pm 16$	$\pm 18$	$\pm 20$
js 9	$\pm 12$	$\pm 15$	$\pm 18$	$\pm 21$	$\pm 26$	$\pm 31$	$\pm 37$	$\pm 43$	$\pm 50$	$\pm 57$	$\pm 65$	$\pm 70$	$\pm 77$
js 11	$\pm 30$	$\pm 37$	$\pm 45$	$\pm 55$	$\pm 65$	$\pm 80$	$\pm 95$	$\pm 110$	$\pm 125$	$\pm 145$	$\pm 160$	$\pm 180$	$\pm 200$
k 5	+ 4 0	+ 6 + 1	+ 7 + 1	+ 9 + 1	+ 11 + 2	+ 13 + 2	+ 15 + 2	+ 18 + 3	+ 21 + 3	+ 24 + 4	+ 27 + 4	+ 29 + 4	+ 32 + 5
k 6	+ 6 0	+ 9 + 1	+ 10 + 1	+ 12 + 1	+ 15 + 2	+ 18 + 2	+ 21 + 2	+ 25 + 3	+ 28 + 3	+ 33 + 4	+ 36 + 4	+ 40 + 4	+ 45 + 5
m 5	+ 6 + 2	+ 9 + 4	+ 12 + 6	+ 15 + 7	+ 17 + 8	+ 20 + 9	+ 24 + 11	+ 28 + 13	+ 33 + 15	+ 37 + 17	+ 43 + 20	+ 46 + 21	+ 50 + 23
m 6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 15 + 6	+ 18 + 7	+ 21 + 8	+ 25 + 9	+ 30 + 11	+ 35 + 13	+ 40 + 15	+ 46 + 17	+ 52 + 20	+ 57 + 21	+ 63 + 23
n 6	+ 10 + 4	+ 16 + 8	+ 19 + 10	+ 23 + 12	+ 28 + 15	+ 33 + 17	+ 39 + 20	+ 45 + 23	+ 52 + 27	+ 60 + 31	+ 66 + 34	+ 73 + 37	+ 80 + 40
p 6	+ 12 + 6	+ 20 + 12	+ 24 + 15	+ 29 + 18	+ 35 + 22	+ 42 + 26	+ 51 + 32	+ 59 + 37	+ 68 + 43	+ 79 + 50	+ 88 + 56	+ 98 + 62	+ 108 + 68

Tableau. IV.2 : principaux écarts en micromètres

On trouve dans le tableau (-43) et (-68), ces valeurs en micromètre

$$1 \mu\text{m} = 0.001 \text{ mm}$$

$$-43 \mu\text{m} = -0.043 \text{ mm}$$

$$-68 \mu\text{m} = -0.068 \text{ mm}$$

Ce qui veut dire :  $125^{+0.043}_{-0.068}$   Tolérance pour les arbres

**A/ Pour arbre :**

**Cote nominale (CN en mm) : 125 mm**

**Ecarte Supérieur (en mm) : es = -0.043**

**Ecarte Inférieur (en mm) : ei = -0.068**

**IT (en mm): IT = (es) – (ei)**

$$IT = (-0.043) - (-0.068)$$

$$IT = 0.025 \text{ mm}$$

**Côte maxi (en mm) : Cote maxi = CN + (es)**

$$\text{Cote maxi} = 125 + (-0.043)$$

$$\text{Cote maxi} = 124.957 \text{ mm}$$

**Côte mini (en mm) : Cote mini = CN + (ei)**

$$\text{Cote mini} = 125 + (-0.068)$$

$$\text{Cote mini} = 124.932 \text{ mm}$$

**Côte moyenne (en mm) : Cote moye=  $\frac{(\text{cote maxi} + \text{cote mini})}{2}$**

$$\text{Cote moye} = \frac{124.957 + 124.932}{2}$$

$$\text{Cote moye} = 124.945 \text{ mm}$$

**B/ Pour alésage :**

**Cote nominale (CN en mm): 125 mm**

**Ecarte Supérieur (en mm) : ES = +0.04**

**Ecarte Inférieur (en mm) : EI = 0**

**IT (en mm) : IT = (ES) – (EI)**

IT = (0.04) – (0)

**IT = 0.04 mm**

**Côte maxi (en mm) : Cote maxi = CN + (ES)**

Cote maxi = 125+0.04

**Cote maxi = 125.04 mm**

**Côte mini (en mm) : Cote mini = CN + (EI)**

Cote mini = 125 + 0

**Cote mini = 125 mm**

**Côte moyenne (en mm) : Cote moyenne = (cote maxi + cote mini) /2**

Cote moyenne = (125.04 + 125)/2

**Cote moyenne = 125.02 mm**

**Jeu maxi (en mm) : Jeu maxi = cote maxi alésage – cote mini arbre**

Jeu maxi = 125.04 -124.932

**Jeu maxi = 0.108 mm**

**Jeu mini (en mm) : Jeu mini = cote mini alésage – cote maxi arbre**

Jeu mini = 125 - 124.957

**Jeu mini = 0.043 mm**

On remarque que le **jeu exagéré** et très grand par rapport au **jeu maximale** d'ajustement normalisé.

➤ **Le jeu de manchon d'accouplement et le l'arbre de vis sans fin**

$\Phi_{\text{int/a}}$  : Diamètre intérieure de l'arbre (246 mm)

$\Phi_{\text{ext/m}}$  : Diamètre extérieure de manchon (244.5mm)

$$\text{Le jeu} = \Phi_{\text{int/a}} - \Phi_{\text{ext/m}}$$

$$\text{Le jeu} = 246 - 244.5$$

**Le jeu = 1.5 mm**

Le jeu entre l'arbre et le manchon est grand se qui provoque la vibration de l'accouplement.

➤ **Résultats**

D'après les dimensionnements et les calculs appliquée nous avons trouvé que :

- ✓ La résistance des boulons est admissible pour la charge appliquée.
- ✓ La vis sans fin résiste aux efforts appliqués.
- ✓ Le jeu de coussinet et le jeu de manchon et l'arbre sont très grand.
- ✓ L'inclinaison de convoyeur est supérieure à 6°.

➤ **Solution proposée**

Pour éviter le cisaillement des boulons de l'accouplement on propose de démunie le jeu de coussinet et l'arbre intermédiaire, le jeu de manchon et l'arbre de la vis sans fin (appliqué un montage sérer) pour éliminer les vibrations de l'accouplement.

## CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons calculer les efforts appliqués sur la vis sans fin et les ajustements normalisé de coussinet, aussi on a proposé une solution.

# CONCLUSION GENERALE

---

## CONCLUSION GENERALE

L'objectif de ce projet de fin d'études est de résoudre les problèmes de convoyeur en auge DN 1000 6° - LG 20400, et cela en passant par plusieurs étapes.

Ce travail rentre dans le cadre d'un stage pratique que nous avons effectué au sein de l'unité de conditionnement de sucre de CEVITAL.

Ce dernier nous a été bénéfique à plus d'un titre compte tenu des nombreux avantages qu'il présente. La découverte du monde industriel, la mise en application de la théorie acquise lors de notre cursus, l'expérience engrangée lors de notre collaboration avec l'équipe d'ingénieurs.

Nous avons pu voir le fonctionnement et le problème de notre convoyeur ainsi les accouplements utilisés et leurs importances.

A la fin de ce travail nous avons trouvé que le problème se pose :

- dans le mauvais dimensionnement de coussinet alors on a modifié le coussinet selon les normes.

-le fonctionnement correct de moteur est à 6° au lieu de 14° selon le catalogue.

On a invité l'ensemble de l'entreprise cevital de faire de la maintenance préventif de lubrifiant des pièces constitues le convoyeurs.

## REFFIRENCE

---

[1] : <http://serva-conveyors.fr/convoyeurs-a-vis-1-3.html>

[2] : thèse« étude d'un convoyeur et installation d'une navette automatisée de transport de palettes » .

[3] :<https://www.cermac.fr/convoyeur-fonctionnement-declinaisons-et-secteurs-dactivite/>

Conception, Étude, Réalisation de Machines Automatisées et Convoyeurs

[4] : BTS ELECTROTECHNIQUE, Chapitre 2, TRANSMISSION DE PUISSANCE SANS TRANSFORMATION DE MOUVEMENT.

[5] :[https://zpag.net/technologie\\_industrielles/accouplements.htm](https://zpag.net/technologie_industrielles/accouplements.htm) ,

[6] :Guide des sciences, page 392.

[7] : accouplement d'arbre Guy VALEBOIS ,10/11/1990 ,réf :B5800V1 .

[8] : Guy. VALEBOIS « Accouplement d'arbre » Technique de l'ingénieur, Réf : B5800V1

[9] :<https://www.researchate.net/publication/29331042>,Moez Ben Jaber on 29/02/2016

[10] :<http://perso.fr/harve.jardin-nicolas> / sollicitation de de cisaillement

[11] :[https://zpag.net/Technologie\\_reelles/accouplement.htm](https://zpag.net/Technologie_reelles/accouplement.htm)

[12] :guide du dessinateur industriel chevalier, page 258.



## Résumé

Le but de notre travail, est faire une étude et résoudre les problèmes d'un convoyeur en auge DN 1000 6° - LG 20400, nous avons vérifié la résistance des boulons au cisaillement et l'ajustement de coussinet utilisé.

Nous avons proposé quelque solution pour éliminer les problèmes.

## Abstract

The purpose of our work, is to make a study and solve the problems of a trough conveyor DN 1000 6° - LG 20400, we checked the resistance of the bolts in the shear and the adjustment of pad used.

We have proposed some solution to eliminate the problems.