

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen –
Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Génie industriel

Spécialité : Ingerierie de production

Par : Boufoulasalah Eddine et Bensaoucha Mohamed amine

Sujet

**Contribution à l'analyse technique d'un convoyeur incliné
pour transport d'agregat : cas de ENG de Sidi abdeli-Tlemcen**

Soutenu publiquement, le / 07 /2021, devant le jury composé de :

Mr Mangouchi A.	M.A.A.	Univ. Tlemcen	Président
Mr Benkhenafou F.	Professeur	Univ. Tlemcen	Encadreur
Mr Ramdani M.	Doctorant	Univ. Tlemcen	Co- encadreur
Mr BelarbiB .	MCB	Univ. Tlemcen	Examineur

Anneéuniversitaire: 2020/2021

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu Tout-Puissant et Miséricordieux pour nous avoir donné la force et la patience de faire ce travail.

Nous remercions les parents qui ont toujours soutenu nos études et n'ont ménagé aucun effort pour notre réussite.

*Merci à notre encadreur **benkhenafou.fethi**, **Ramdanimohammed** pour leur soutien, leurs précieux conseils et leur disponibilité, qui nous ont permis d'apprendre beaucoup dans ce travaille et de nous enrichir, sans oublier l'aide précieuse de **Rachid Abdassalam** ingénieur de maintenance de **ENIG** de **sidiabdelli-tsemcen**.*

*Nous remercions les membres du jury **Mrs Mangouchiahmed** et **Belarbinacer** d'avoir accepter d'examiner ce mémoire.*

Nous tenons à remercier tous les professeurs qui nous ont enseigné et soutenu nos recherches en cours avec leurs compétences.

Je remercie tous ceux qui m'ont appris même une lettre.

DÉDICACES

*Je dédie ce modeste travail à : Ma chère mère et
mon cher*

*père et mes frères et mes sœurs que dieu les
protège.*

*A mes amies qui ont fait avec moi le passage
universitaire et nos souvenirs inoubliables.*

*Tous les enseignants qui m'ont aidé, et les
étudiants de Génie INDUSTRIEL, surtout les étudiants
de 2eme année Master Promotion (2020-2021).*

Salah EDDINE

DÉDICACES

*Je dédie ce modeste travail à :Ma fiancée Hayet Ma
chère mère et mon cher
père et mes frères et mes sœurs que dieu les
protège.*

*A mes amies qui ont fait avec moi le passage
universitaire et nos souvenirs inoubliables.*

*Tous les enseignants qui m'ont aidé, et les
étudiants de Génie INDUSTRIEL, surtout les
étudiants de 2eme année MasterPromotion (2020-
2021).*

Bensaoucha Mohamed amine

Résumé

L'objet de notre travail est l'étude et l'analyse technique du convoyeur à bandes pour le transport des agrégats, situé niveau du carrière de E.N.G. de Sidi Abdeli –tlemcen. Ce convoyeur est placé en amont du broyeur et il est considéré comme la pièce principale de la production des agrégats.

Ce carrière est composé de plusieurs équipements importants, comme le Broyeur cru, le clincker, le concassage, et de plusieurs convoyeurs dont celui qui est étudié dans notre projet de PFE.

Le but principal de ce projet de fin des études est axé sur la vérification de la charge du convoyeur en fonction de la puissance nécessaire de moteur d'entraînement

Les caractéristiques dynamiques d'un convoyeur à bande sont déterminées essentiellement par les propriétés de la bande, ses caractéristiques dynamiques déterminent les avantages et les performances de fonctionnement des convoyeurs à bande.

Mots clés :

Convoyeur à bandes, tambour, bandes à tapis, sécurité de convoyeur, maintenance, dimensionnement.

Abstract :

The object of our work is the study and technical analysis of the conveyor belt for the transport of aggregates, located at the quarry of E.N.G. by Sidi Abdeli –tlemcen. This conveyor is placed upstream of the crusher and it is considered the main part of the production of aggregates.

This quarry is made up of several important equipment, such as the raw crusher, the clincker, the crushing, and several conveyors including the one studied in our PFE project.

The main goal of this graduation project is focused on checking the load of the conveyor according to the required power of the drive motor.

The dynamic characteristics of a belt conveyor are determined primarily by the properties of the belt, its dynamic characteristics determine the advantages and operating performance of belt conveyors.

Keywords :

Belt conveyor, drum, belt conveyor, conveyor safety, maintenance, sizing.

ملخص

E.N.G. الهدف من عملنا هو الدراسة والتحليل الفني للحزام الناقل لقللر كما موجود في محجر بواسطة سيد عبدلي تلمسان. يتم وضع هذا الناقل قبل الكسار و يعتبر الجزء الرئيسي من إنتاج الركام يتكون هذا المحجر من العديد من المعدات الهامة، مثل الكسار الخام، والماكينة، والسحق، والعديد من الناقلات بما في ذلك تلك التي تم تدرستها في مشروعنا الخاص بنا PFE ع

يتمثل الهدف الرئيسي لمشروعنا في التحقق من حمل الحزام الناقل وفقاً للقدر المطلوب من المحرك كالدفع يتم تحديد الخصائص الديناميكية للسير الناقل بشكل أساسي من خلال الخصائص الحزام، وتحديد خصائصها الديناميكية من أداء التشغيل للناقلات لحزامية

: الكلمات الدالة

الحزام الناقل، الأسطوانة، الحزام الناقل، سلامة الناقل، الصيانة، التحجيم

Nomenclature

C_m : Couple moteur.....[N.m]

P : Puissance nominal du moteur..... [W]

N :Nombre de tour du moteur par minute.....[tr/min]

W_g :vitesse de rotation de la pièce de sortie du réducteur.....[tr/min]

W_e :vitesse de rotation de la pièce d'entrée du réducteur.....[tr/min]

P_n ;Poids de la bande..... [Kg]

P_m : Poids du matériau sur une longueur de la.....[Kg]

m : La masse de la bande dépend des caractéristiques de la matière de la bande choisie...[Kg]

g : Accélération de la pesanteur..... [M/s²]

V_m : Volume du matériau transporté..... [m³]

ρ :Masse volumique de produit transporté..... [Kg/m³]

m^M :Masse du matériau transporté sur toute la branche supérieure du convoyeur.....[Kg]

I_v : Le débit volumique de la bande..... [m³/h]

I_{ve} :est le débit-volume corrigé pour tenir compte de l'inclinaison et de l'irrégularité d'alimentation du convoyeur.....[m³/h]

I_{vr} : est le débit-volume théorique..... [m³/h]

K : est le coefficient d'inclinaison.

K_1 : est le coefficient de correction

F_{bi} :effort tangentiel pour déplacer une section du brin inférieur..... [N]

L : entraxe du convoyeur..... [m]

μ_r : Coefficient de résistance fixe

μ_{rp} : Coefficient de résistance passive

μ_p : Coefficient de frottement des pièces tournantes

P_{Bl} : Poids de la bande par mètre linéaire.....[Kg/m]

PM_1 : Poids du produit transporté par mètre linéaire.....[Kg/m]

P_{pi} : Poids des parties tournantes inférieures..... [Kg/m]

P_{ps} : Poids des parties tournantes supérieures.....[Kg/m]

H : Variation de la hauteur de la bande..... [m]

E_{sup} : Ecartement des stations porteuses supérieures

P_o : Poids de la bande par mètre linéaire..... [Kg/m]

μ_{ch} : Coefficient de choc

μ_s : Coefficient de service déterminé

μ_{en} Coefficient liée à l'environnement déterminé,

μ_p : Le coefficient de participation d'une station support se détermine à partir de l'angle de talutage

E_{inf} : Ecartement des stations inférieures.

μ_y : Le coefficient de vitesse

P_{ps} : Poids des pièces tournantes supérieures..... [Kg/m]

α_d : Ecartement des stations-supports supérieures..... [mm]

P_{pi} : Poids des pièces tournantes inférieures.....[kg/m]

E_{inf} : écartement des stations support inférieures.....[mm]

μ_f : Coefficient de frottement entre la bande et le tambour

α : Angle d'enroulement de la bande.....[°]

e = base logarithmique naturelle 2.718

B = largeur de la bande.....[mm]

T_{max} =Tension de la bande au point où la contrainte est la plus forte.....[N]

P_t : Poids de tambour..... [Kg]

d :Diamètre de l'axe du tambour..... [mm]

η : Rendement de la transmission

η_1 : Rendement du moteur

V_m : Volume du matériau transporté..... [m³]

I_x :Moment d'inertie de la courroie[m]

E :Module d'élasticité [MPa]

Liste des Figures

FigureI.1.Organes constitutifs du convoyeur après le moteur-réducteur.....	11
Figure.II.1. Schéma technologique d'un convoyeur.....	13
FigureII.2. Le réducteur planétaire.....	16
FigureII.3.Le schéma cinématique d'un réducteur planétaire.....	16
FigureII.4. Types de garnitures de tambour.....	19
FigureII.5.Coupe d'une bande transporteuse d'un convoyeur.....	21
FigureII.6. Bande à chevron.....	22
FigureII.7. Bande à tasseaux.....	22
FigureI.8. Bande caoutchouc.....	23
FigureI.9. Courroie multicouches.....	23
FigureII.10. Bande à lisse.....	23
FigureIII.1.Schéma cinématique d'un convoyeur.....	27
FigureIII.2Stations-supports en auge à 3 rouleaux.....	34
Figure III.3.Coefficient d'inclinaison K	36
FigureIII.4 Longueur de transition LT	37
Figure.III.5Longueur de transition.....	38
FigureIII.6.Diagrammedes tensions de la bande enroulée sur le tambour.....	47
Figure.III.7tension de la bande.....	48
Figure.III.8 Tambours de commande.....	50
Figure.III.9La force résultante des tensions F_{rt}	52
Figure III.10La flèche du brin inférieur de la bande.....	54
Figure IV.1.Vue schématique de l'installation envisagée.....	61
FigureIV.2Diagramme des moments fléchissant et des efforts tranchant.....	71

Liste des Tableaux

Tableau II.1. Les caractéristiques des tambours.....	20
Tableau III.1 Vitesses maximales conseillées.....	33
Tableau III.2. Débit-volume avec stations-supports en auge à 3 rouleaux.....	34
Tableau. III.3 Coefficient de résistance fixe.....	39
Tableau III.4 Coefficient de résistance passive en fonction de la température.....	40
Tableau.III.5 Coefficient de frottement interne μ_f des produits et des parties tournantes.....	40
Tableau.III.6 Ecartement maximal préconisé entre les stations-supports.....	40
Tableau III.7 Diamètre recommandé pour les rouleaux.....	41
Tableau III.8 Poids de la bande par mètre carré PB	42
Tableau III. 9 Coefficient de choc μ_{ch}	43
Tableau III.10 Coefficient d'utilisation.....	43
Tableau III.11 Coefficient lié à l'environnement.....	44
Tableau. III. 12 Coefficient de vitesse μ_V	45
Tableau.III.13 Poids des parties tournantes des stations (supérieures/inférieures).....	46
Tableau.III.14 Coefficient d'enroulement μ_e	48
Tableau.III.15 Diamètres minimaux recommandés pour les tambours.....	50
Tableau III.16 tambours du convoyeur.....	51
Tableau III.17.Valeurs des contraintes admissibles a pour différents aciers.....	53



Table des matières

Table des matières

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

Chapitre I

I. Introduction.....	4
I.1. Historique du convoyeur à bandes.....	4
I.2. présentations générales du projet.	5
I.2.1. Les secteurs d'utilisation du convoyeur à bande.....	5
I.3. Types de convoyeur.....	6
I.3.1. Convoyeur magnétique.....	6
I.3.2. Convoyeur à courroie crantée.....	6
I.3.3. Convoyeur à chaînes.....	6
I.3.4. Convoyeur à rouleaux.....	7
I.3.5. Convoyeur à accumulation pour charges isolées.....	7
I.3.6. Convoyeur à vis sans fin.....	8
I.3.7. Convoyeur à bande.	8

Chapitre II

II.1 Introduction.	13
II.2. les principaux organe d'un convoyeur.	13
II.2.1. Moteur électrique.....	14
II.2.2, Le Réducteur.	14
II.2.2.1 Réducteurs planétaire.....	15
II.2.2.2. Description et fonctionnement.....	15
II.2.2.3 Critères de choix.....	17
II.2.3. Le tambour.....	17
II.2.3.1.1 les différents types de tambour.....	17

II.2.3.2. Garnitures de tambours.....	18
II.2.3.3. Caractéristiques des tambours.....	19
II.2.4 Les bandes transporteuses.....	21
II.2.4.1. Type des bandes transporteuses.....	21
II.2.5. Dispositifs de tension.....	24
II.3 Conclusion.....	25

Chapitre III

III.1. Introduction.....	27
III.2. Moteur électrique.....	28
III.3. Réducteur planétaire.....	29
III.3.1. Détermination de rapport de réduction.....	29
III.3.1.1. Principe.....	29
III.3.1.2. Formule de Willis.....	29
III.3.1.3. Raison basique ou de base.....	29
III.3.2. Les type de réducteur planétaire.....	30
III.3.3. Calcul du rapport de transmission du réducteur.....	31
III.4. Détermination des caractéristiques de la bande.....	31
III.4.1. Détermination de la charge maximale de la bande et du matériau.....	31
III.5. Détermination de la vitesse et la largeur de la bande.....	33
III.5.1 Détermination de la géométrie d'une section de la bande.....	34
III.6. Correction du débit-volume pour tenir compte des facteurs d'inclinaison et d'alimentation.....	35
III.7. Détermination de la longueur de transition LT.....	36
III.8. Effort tangentiel.....	38
III.9. Ecartement des stations-supports.....	40
III.10. Choix des rouleaux.....	41
III.11. Détermination le poids de la bande par mètre carré P_{bm}^2	41
III.12. Détermination des sollicitations.....	42
III.13. L'effort des rouleaux inférieurs.....	44
III.14. Poids des pièces tournantes.....	45

III.15.Détermination des tensions de la bande.....	46
III.16.Diamètres des tambours.....	49
III.17.Détermination de la flache du brin inférieur de la bande.....	53

Chapitre IV

IV.1 Introduction.....	58
IV.2.Dimensionnement de la puissance mécanique du moteur.....	58
IV.2.1. Puissance nominale du moteur.....	58
IV.2.2. Couple moteur.....	58
IV.2.3.Puissance absorbée.....	58
IV 3. Le rapport de réduction	59
IV 4. Calculs des caractéristiques de l'installation envisagée.....	59
IV.4.1 Calculs techniques de la bande.....	59
IV.4.2. Calculs relatifs au matériau à transporter.....	59
IV.4.3. Calcul du débit volumétrique de la bande IV.....	61
IV.4.4. Longueur de transition LT.....	62
IV.4.5. Choix des rouleaux.....	62
IV.4.6. Rouleau central.....	63
IV.4.7. Effort statique des brins inférieurs.....	64
IV.4.8.Effort tangentiel et puissance absorbée.....	64
IV.5.Calcul du diamètre de l'axe du tambour.....	67
IV.5.1.Caractéristiques du tambour de commande	67
IV.5.2.Détermination de la force résultante F_{rt}	67
IV.5.3.Détermination du moment de torsion M_t	67
IV.5.4.Détermination du moment fléchissant M_f	67
IV.5.5.Détermination du moment fléchissant idéal M_R	68
IV.5.6.Détermination du module de résistance W_t	68
IV.6.Détermination de la flèche maximale du brin inférieur de la bande.....	68
IV.6.1.Détermination du moment fléchissant.....	69
IV.6.2.Détermination de l'expression de la déformée.....	69

Chapitre V

V.1 Introduction :	72
V.2 Dispositions à prendre pour assurer la maintenabilit.	72
V.2.1Lieu pour effectuer des épissures et pour remplacerla bande.	72
V.2.2 Lieux de nettoyage fréquent.	73
V.3Maintenan cecorrective.	74
V.3.1 Dysfonctionnements du convoyeur et causes probables.	75
V.4 Maintenance préventive.	77
V.4.1 Maintenance des éléments en mouvement.	77
V.5Conception des protecteurs.	77
Conclusion générale.....	79
References bibliographiques	81



Introduction générale

Introduction general

De nos jours, dans le secteur de production toute industrie confondue, le transport et le transfert de matériaux bruts, semi - produits ou finis requiert une attention soutenue de la part des gestionnaires, afin de gagner plus de temps dans l'acheminement de ses produits en assurant leur sécurité ainsi que celle des travailleurs.

En effet pour augmenter et optimiser le rendement des différentes chaînes de production, il est nécessaire de disposer d'un équipement adéquat et spécifique à chaque type d'activité pour le transport des différents matériaux dans les meilleures conditions possibles, tout en facilitant le travail des ouvriers.

Cependant il est connu que chaque type d'activité dispose de moyens spécifiques de transport ou de transfert pour les différentes étapes du processus de production, et ainsi pour les produits solides, on utilise surtout soit des convoyeurs soit des transporteurs.

Les deux dispositifs ont un même but final, consistant à transporter des produits solides d'un endroit de la chaîne de production vers un autre.

Un convoyeur ou transporteur à bande ou courroie est une installation de transport de matériaux comportant une ossature métallique et une bande sans fin entraînée par des tambours et supportée par des rouleaux qui la déforment en auge, les termes " transporteur " et " convoyeur " ne sont pas pour autant de synonymes bien que désignant tous les deux un appareil de manutention continue pour le déplacement de charges isolées ou de produit en vrac, le transporteur repose au sol et peut être en circuit ouvert alors que le convoyeur possède une structure aérienne et fonctionne toujours en circuit fermé.

Un convoyeur est un système de transport continu par l'intermédiaire de tapis de raclettes ou d'écailles, cet appareil de manutention continu en circuit fermé destiné au transport au sol de charges ou de matériaux divers.

Dans notre travail nous proposerons de réaliser une étude technique d'un convoyeur incliné pour le transport d'agrégat sur un chantier de carrière E.N.G de sidi Abdeli-Tlemcen.

Pour mener à bien cette étude, nous présentons d'abord la conception d'un convoyeur avec ses principaux organes.

Ensuite nous présenterons le schéma technologique de cet équipement, pour passer après vers celui cinématique.

Afin de pouvoir optimiser sa vitesse pour passer ensuite vers une étude des différents organes et leurs calculs, avec une application pratique.

Ce manuscrit est composé de cinq parties :

_ **Chapitre I** : Généralités.

_ **ChapitreII** : Technologie de convoyeur.

_ **Chapitre III** : Dimensionnement d'un convoyeur.

_ **Chapitre IV** : Application.

_ **Chapitre V** : Maintenance.

_ **Conclusion générale**



Chapitre I **Généralité**

1.1. Historique du convoyeur à bande

Depuis les temps les plus anciens, le transport et le transfert de différents types de matériaux et produits ont été utilisés, notamment les vestiges anciens les rues romaines et les pyramides (d'Egypte) l'attestent.

Nous vous proposons un bref aperçu sur le développement de ce mode de transport.

Le transport ou le chargement par convoyeur à bande constitue, dès son invention, une solution de manutention privilégiée pour sa rentabilité, sa souplesse et son perfectionnement.

Antiquité (Egypte): principe de la transmission par courroie

1795 (Angleterre): description d'un convoyeur dans le Miller's Guide. Il s'agit d'une bande plate continue, en cuir tendre fin ou en toile, enveloppant deux tambours, se mouvant dans un caisson ou une auge

1844 (E.-U. et Angleterre): Goodyear aux E.-U et Hancock en Angleterre découvrent le procédé de la vulcanisation du caoutchouc qui permettra par la suite de coller deux bandes du même matériau.

1859 (France) invention du convoyeur à bande sans fin en toile caoutchoutée par de Lesseps, ingénieur français, pour percer l'isthme de Suez

1859 (Russie) Alexandre Lopatine, industriel, inventeur du "transporteur de sable constitué d'une bande sans fin, d'un tambour de commande, d'un tambour d'extrémité, d'une transmission à câble (force motrice d'une roue hydraulique ou d'un cabestan à cheval), d'un cadre et de galets porteurs.

1860 (Russie) première utilisation d'un convoyeur complexe dans les travaux miniers par Lopatine avec trois convoyeurs (un mobile et deux stationnaires) dans un dispositif de lavage pour transporter du sable aurifère.

09/03/1861 (Russie): brevet d'invention délivré à Lopatine pour le "transporteur de sable" utilisé dans les travaux de mine.

1868(Angleterre): Lister et Vestemacot construisent le premier convoyeur dans les docks de Mersey au port de Liverpool. Il s'agit d'un transporteur de charges en vrac, sous forme d'auge avec une bande constituée par deux couches de toile caoutchoutée sur galets concaves

1869 (Russie): principe du convoyeur mixte avec deux câbles en fil de fer en guise d'élément de traction de la bande sans fin 1873 (Russie): brevet d'invention à Michel Koozov pour un système de convoyeurs à commande individuelle par vapeur.

1883 (Angleterre): brevet d'invention pour l'Anglais Clark sur "l'emploi des bandes de caoutchouc pour le transport des masses terreuses".

1885 (Angleterre): mise au point du support à trois galets (en auge) par Thomas Robins avec revêtement en caoutchouc pour protéger la corde du tissu de la bande du convoyeur.

1905 (Angleterre): R. Satclif utilise les convoyeurs à bande dans les mines anglaises pour l'extraction de la houille.

Le transport de charges par convoyeur à bande reste, depuis lors, le moyen mécanique le plus rentable et le plus perfectionné qui soit employé pour le chargement et la reprise de matériaux, le-convoyeur est un appareil de transport-très souple qui reste souvent la solution de manutention privilégiée pour la construction d'un ouvrage important. [1]

1.2.présentations générales du projet

1.2.1. Les secteurs d'utilisation du convoyeur à bande

Les secteurs utilisant ce genre de dispositif de transport sont nombreux mais nous pouvons les classer dans cinq grands types:

- Industried'extraction de minerais.
- Industrie de production de matériaux.
- Industrie de transformation agro-alimentaire.
- Industriemétallurgique
- Les activités connexes de manutention transfert et transport de différents produits dans les entrepôts de stockage

Ce moyen de transfert et de convoyage, se retrouve donc dans de nombreuses d'activités industrielles et revêt une importance évidente pour l'efficacité des procédés de production et par extenso du rendement des processus de fabrication.

La nécessité de disposer d'un tel équipement est impérieuse dans le secteur productif, et notre thème de travail va consister justement à réaliser une étude technique pour un projet d'un convoyeur (transporteur) pour des matériaux solides, inclinable, pour une longueur et hauteur donnée ainsi que la quantité horaire à transporter.

I.3 Types de convoyeur

Parmi la multitude de convoyeurs existants nous citerons

I.3.1. Convoyeur magnétique

Le convoyeur magnétique est un appareil muni d'une bande avec une partie magnétique qui, placée en dessous de la bande, permet d'attirer les produits métalliques vers le bas leur donnant ainsi plus de stabilité.

Les convoyeurs à tambour magnétique permettent la séparation des particules ou déchets métalliques. Souvent employé en fonderie pour extraire les déchets métalliques d'un transporteur de sable après l'opération de décochage.

I.3.2. Convoyeur à courroie crantée

Le crantage de la bande permet son déplacement d'une valeur précise, sans craindre le glissement possible par comparaison avec un convoyeur à bande lisse.

I.3.3. Convoyeur à chaînes

Les convoyeurs à chaînes permettent le déplacement de charges qui ne pourraient pas l'être sur des convoyeurs à rouleaux (cas des palettes ou containers dont les "skis" sont perpendiculaires au sens de déplacement).

Selon la rigidité de la charge à transporter, le nombre de chaînes est augmenté de sorte à réduire l'entre-axe des chaînes. Il existe des convoyeurs à deux, trois, quatre, voire cinq chaînes et plus.

Ces convoyeurs se caractérisent par le nombre de chaînes, les matériaux des chaînes (acier, inox, plastique) ainsi que la robustesse de leur châssis porteur qui dépend de la charge à supporter.

Pour le passage d'un convoyeur à un autre, il est quelquefois conseillé d'imbriquer les convoyeurs entre eux en variant les entre-axes des chaînes. L'entraînement des charges est alors assuré en permanence, y compris durant le transfert.

1.3.4. Convoyeur à rouleaux

Ils sont utilisés pour transporter ou bloquer des produits assez longtemps pour éviter qu'ils ne soient happés par deux rouleaux. L'emballage d'expédition doit également être plat et rigide. Ce type de convoyeur est généralement utilisé pour transporter des produits le long d'un chemin tortueux.

Il existe des convoyeurs à rouleaux coniques pour décrire des courbes à 45, 90 et 180°. La conicité des rouleaux est en effet nécessaire pour appliquer au colis une vitesse linéarité différente dépend de sa position par rapport au rayon de la courbe.

Une autre méthode plus économique, généralement utilisée avec les convoyeurs à rouleaux libres, consiste à créer plusieurs guides à rouleaux cylindriques parallèles les uns aux autres et permettant des vitesses différentes.

Il existe aussi des convoyeurs à rouleaux :

- Convoyeur «gravitaire » et en fonction de la nature de la charge à transporter c'est-à-dire en fonction de la rigidité de sa face de contact et de sa masse, la pente nécessaire sera comprise entre 1.5 et 5% (soit une élévation 1.5 à 5 cm/m de convoyeur).
- Convoyeur à rouleaux motorisés
- Convoyeur à rouleaux coniques
- Convoyeur à rouleaux libres.

1.3.5. Convoyeur à accumulation pour charges isolées

Le chargement s'entend ici comme le stockage des sacs sur une bande transporteuse, généralement à rouleaux, et il existe une différence entre le chargement au contact et le chargement sans contact.

a) L'accumulation avec contact: est la solution de stockage la plus économique. Plusieurs technologies de convoyage (on parlera d'accumulateurs) se partagent ces applications: accumulateur à rouleaux commandés par courroies rondes, par courroie tangentielle, à

rouleaux débrayables à friction,...L'avantage de la première technique est qu'un seul moteur permet de réaliser des pièces droites et courbes, ce qui est particulièrement économique.

b) L'accumulation sans contact: est utilisée lorsque les charges à transporter ne doivent pas se toucher (fragilité, accumulation dans les courbes, ...). Il s'agit alors de parceller le convoyeur en différentes zones, chacune d'entre elles ne contenant qu'un seul colis; ces zones sont toutes indépendantes, et libère un colis lorsque la zone suivante est libre. En général, chaque zone intègre son propre système de motorisation et de détection; c'est la solution d'accumulation la plus performante mais reste assez couteuse considérant le nombre de motorisation et de dispositif de détection

1.3.6.Convoyeur à vis sans fin

Les convoyeurs à vis ou convoyeurs à vis sont spécialement conçus pour le transport de produits solides, pâteux ou troubles.Cette technologie de transport est basée sur l'utilisation de spirales (ou bobines) sans noyau. Cela permet de transporter efficacement de nombreux produits à des débits allant jusqu'à 200 m³/h. La bobine utilisée est un élément important de la conception du convoyeur, lui permettant de remplir de nombreuses fonctions liées au transport simple. La vis peut être fabriquée de 2 façons:

- Fabrication par secteurs soudés (assez fragile).
- Fabrication par roulage à froid d'un profil (résistance à l'abrasion et aux efforts mécaniques élevé)[2]

1.3.7.Convoyeur à bande

Convoyeur à bande est très utilisé dans le minerais, la métallurgie et l'industrie charbonnière pour transférer le matériel sablonneux et massif ou du matériel emballé.

La structure de la ceinture de convoyeur est simple et facile à traiter sa capacité de transfert est très élevée, la distance de transfert est plus longue.

Le convoyeur à bande peut être seul; ou multi transporteurs ou combiné avec d'autres équipements de transfert en fonction des différentes demandes initiales de transfert.

Le convoyeur à bande peut être installé horizontalement ou incliné selon les besoins des différentes chaînes de transfert.

Pour notre travail nous avons pris pour option, l'étude d'un convoyeur à bande.

L'objectif de ce projet est d'effectuer une étude approfondie sur les convoyeurs à bande et les critères de conception et de dimensionnement qui impose certains critères industriels d'optimisation économique et technique

Pour assurer ce but envisagé, on a adopté la méthode de calcul comportant les étapes Pour suivantes :

- • Déterminer l'itinéraire de convoyage et la vitesse requise du matériau convoyé.
- • Déterminer les caractéristiques du matériau de transport (densité, fluidité...).
- Choix et estimation des variables de calcul (des coefficients de frottement, vitesse linéaire de la bande, des angles, des distances).
- Essai primaire pour le dimensionnement des accessoires des différents organes (Les caractéristiques du moteur, celles du réducteur, la largeur de la bande, diamètre des tambours, diamètre des rouleaux...).
- Décomposition du système sur des tronçons selon le trajet et la variation des tensions pour faire un calcul des différentes tensions agissant sur le convoyeur [3]

Jusqu'à la validation des conditions initiales (fléchissement de la bande, tension minimale au niveau du système de tension).

- Application pratique.

En fin, on adopte les dimensions optimales des organes principaux du convoyeur à bande pour confirmer la fiabilité du système.

Un convoyeur en dehors du dispositif de transmission (moteur et réducteur) comporte un certain nombre d'organes dont les plus importants sont :

➤ **Tambour de commande (tambour menant)**

La surface du tambour d'entraînement traditionnel ou du tambour électrique peut être laissée avec une finition traditionnelle ou recouverte de caoutchouc.

Le revêtement peut comporter des rainures en chevron droites ou en forme de losange dans le sens de la marche pour augmenter le coefficient de frottement et favoriser l'élimination de l'eau de la surface du tambour.

Le diamètre du tambour est dimensionné en fonction de la catégorie et du type de bande, ainsi que des pressions calculées sur sa surface [3].

➤ **Tambours de renvoi (tambour mené)**

Sauf dans certains cas, il n'est pas nécessaire de recouvrir la surface du boîtier.

➤ **Tambours d'inflexion ou de contrainte**

Ils sont utilisés pour augmenter la courbure d'enroulement de la courroie et sont généralement utilisés pour réorienter la courroie sur un tendeur équilibré.

➤ **Rouleaux**

Ils soutiennent la bande tournent librement et facilement sous la charge, ce sont les composants du convoyeur qui représentent une part considérable de l'investissement total.

Les rouleaux porteurs sont généralement fixés sur des pattes de fixation soudées à une traverse ou un support. L'angle d'inclinaison des rouleaux latéraux varie entre 20° et 45°. [4]

Les rouleaux sont parallèles entre eux et perpendiculaires à la bande.

➤ **La station-support**

- Chaque station-support est constituée d'un ensemble de rouleaux installés dans un support fixe.

Il en existe deux principaux types:

- ✓ les stations supérieures qui portent la bande chargée de produit sur le brin supérieur
- ✓ Les stations inférieures qu'ils supportent la bande vide sur le brin inférieur.

La station supérieure porteuse comporte généralement:

- soit un ou deux rouleaux parallèles,
- soit deux, trois rouleaux ou plus formant une auge

➤ **La station inférieure peut être constituée:**

- soit d'un ou deux rouleaux plats,
- soit d'une auge comprenant deux rouleaux.

La figure I.1 représenté les différents organes constitutifs du convoyeur après le moteur-réducteur.

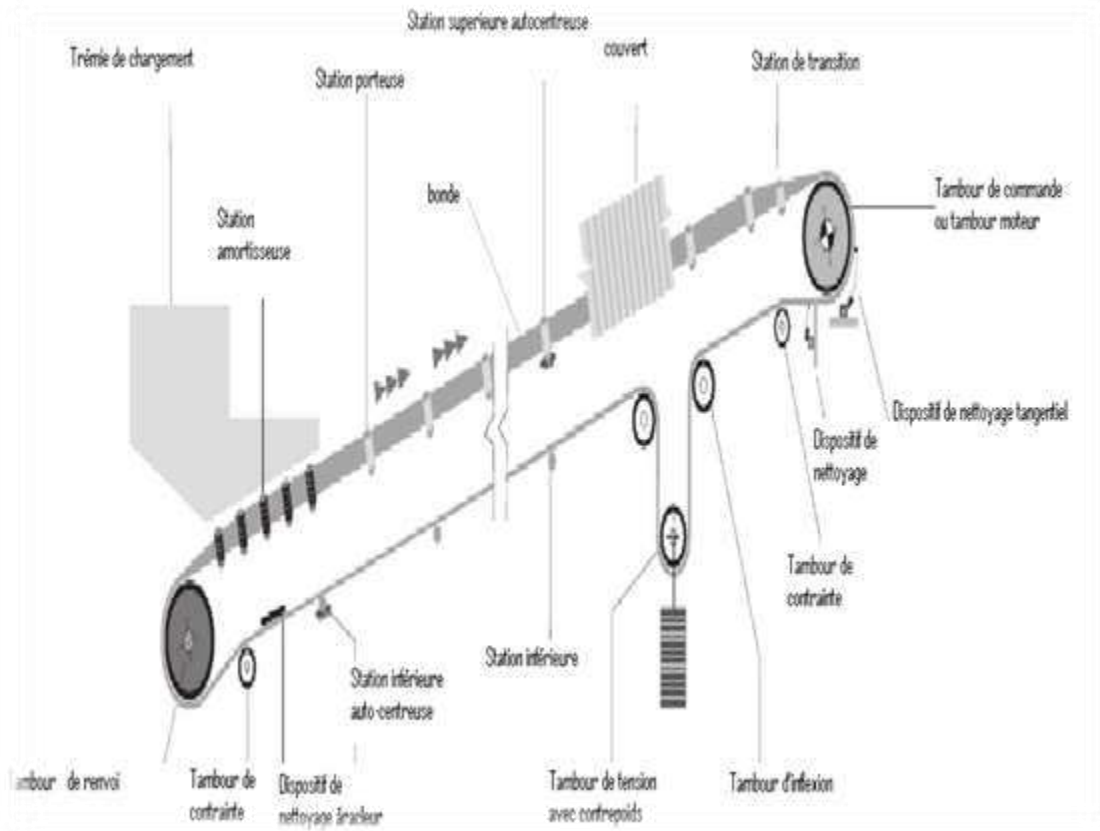


Figure I.1 Organes constitutifs du convoyeur après le moteur-réducteur



Chapitre II

Technologie de convoyeur

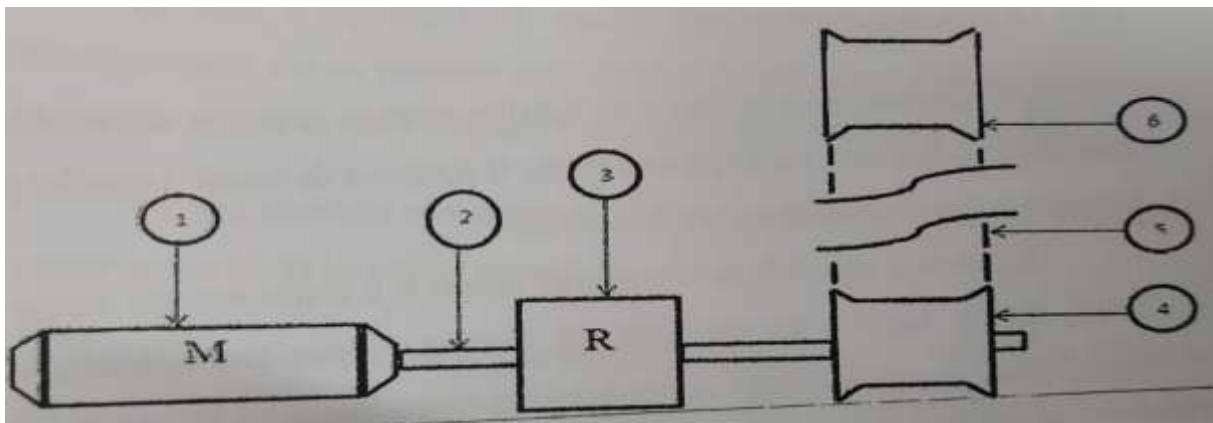
II.1 Introduction

Dans cette partie nous allons déterminer un certain nombre de paramètres des organes principaux d'un convoyeur.

Nous commencerons par établir le schéma technologique des convoyeurs en tenant compte de la réduction de vitesse du moteur électrique.

II.2.les principaux organe d'un convoyeur

En général, la conception pour un convoyeur tient compte des principaux organes présentés dans le schéma suivant :



1 : moteur électrique. 2 : arbre moteur 3 : réducteur planétaire 4 : tambour menant

5 : convoyeur ou tapis 6 : tambour mené

Figure. II.1. Schéma technologique d'un convoyeur

Comme nous l'avons vu, le convoyeur reçoit son mouvement à partir d'un moteur électrique, ensuite le nombre de tours du moteur étant assez élevé, nous sommes amenés à le réduire par un réducteur, lequel transmet le mouvement rotatif à l'axe du tambour menant, qui fait déplacer la bande et au retour, la bande revient grâce à un tambour en fin de bande Il faut souligner que la bande durant son parcours est soutenue par des différents rouleaux.

II.2.1. Moteur électrique

Il existe plusieurs types de moteurs pour convoyeur et le choix de ces moteurs se fait en fonction de:

- La puissance.
- La vitesse.
- Quantité de matière à transporter

La puissance du moteur est choisie sur la capacité des charges à transporter (le poids des produits ou des matériaux) ainsi que la hauteur finale à atteindre.

Généralement on utilise des moteurs triphasés

L'emploi d'un moteur électrique à puissance et vitesse élevées nécessite obligatoirement un réducteur pour réduire la vitesse de rotation des moteurs électriques qui est généralement de 1500 tr/min[5].

II.2.2. Le Réducteur

Une transmission de puissance est installée entre un moteur et une machine à commander et dans notre cas il faut bien étudier la puissance du moteur à installer pour permettre un fonctionnement optimal du convoyeur.

Dans la plupart des cas, utilisez des moteurs à couple et vitesse nominaux, qu'ils soient électriques, thermiques, hydrauliques ou pneumatiques, car c'est une solution économique.

Il est donc nécessaire d'adapter les caractéristiques du moteur à celles de la machine et pour cela l'élément d'adaptation entre moteur et machine est un réducteur de vitesse de rapport R_r constant. Il se nomme aussi réducteur de couple de rapport constant R_r .

Il existe différents types de mécanique, hydraulique, pneumatique, électrique, etc. Parmi les engrenages mécaniques, nous constatons que les roues à friction, les poulies et courroies, les pignons, les chaînes et les engrenages peuvent être utilisés selon des normes de performance spécifiques.

Dans notre étude nous utiliserons un réducteur de vitesse de type 'planétaire'.

Les caractéristiques techniques et cinématique des réducteurs planétaires sont différents d'un réducteur à un autre[6].

II.2.2.1 Réducteurs planétaire

L'engrenage planétaire, également appelé engrenage planétaire, est une boîte de vitesses constituée d'engrenages planétaires (ou engrenages planétaires), c'est donc une boîte de vitesses composée d'un ou plusieurs pignons qui tournent autour de l'axe de rotation. Par conséquent, les roues effectuent un mouvement de rotation relatif autour de leur axe et un mouvement de rotation autour de l'axe.

II.2.2.2. Description et fonctionnement

Un train d'engrenages est qualifié d'épicycloïdal-plan quand, pendant le fonctionnement, une ou plusieurs roues dentées tournent autour d'un axe géométrique mobile par rapport au carter principal. Ces roues dentées sont appelées satellites.

Un train planétaire peut comporter 2, 3 ou 4 satellites dans le but notamment de supporter aux mieux les actions mécaniques.

L'élément qui porte l'axe des satellites est appelé porte- satellite. Les éléments qui actionnent les satellites sont les planétaires d'entrée et de sortie, dans la plupart des applications un des planétaires est en fait solidaire du bâti.

Les trains épicycloïdaux autorisent de grands rapports de réduction sous faible encombrement et sont régulièrement utilisés dans les boîtes de vitesse automatiques.

La puissance transmise est modérée et le rendement diminue à mesure que le rapport de transmission augmente.

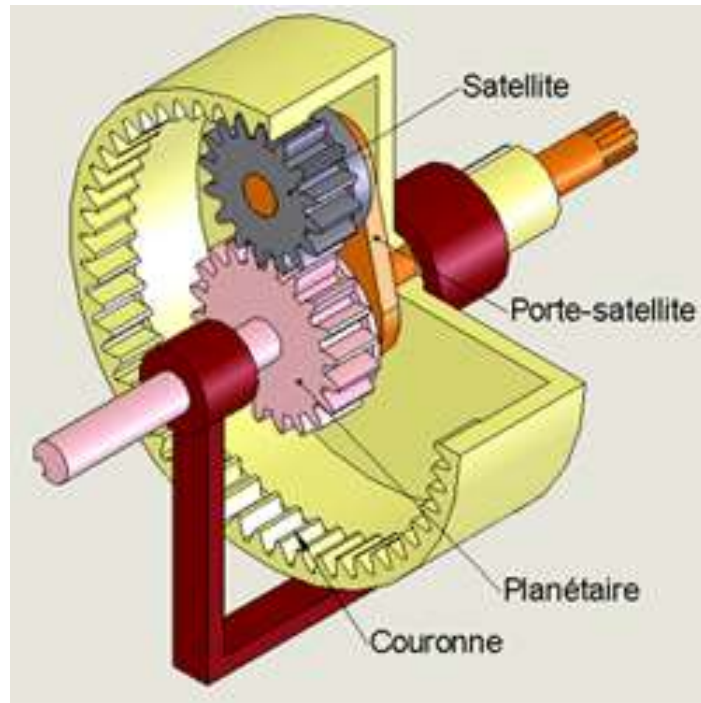
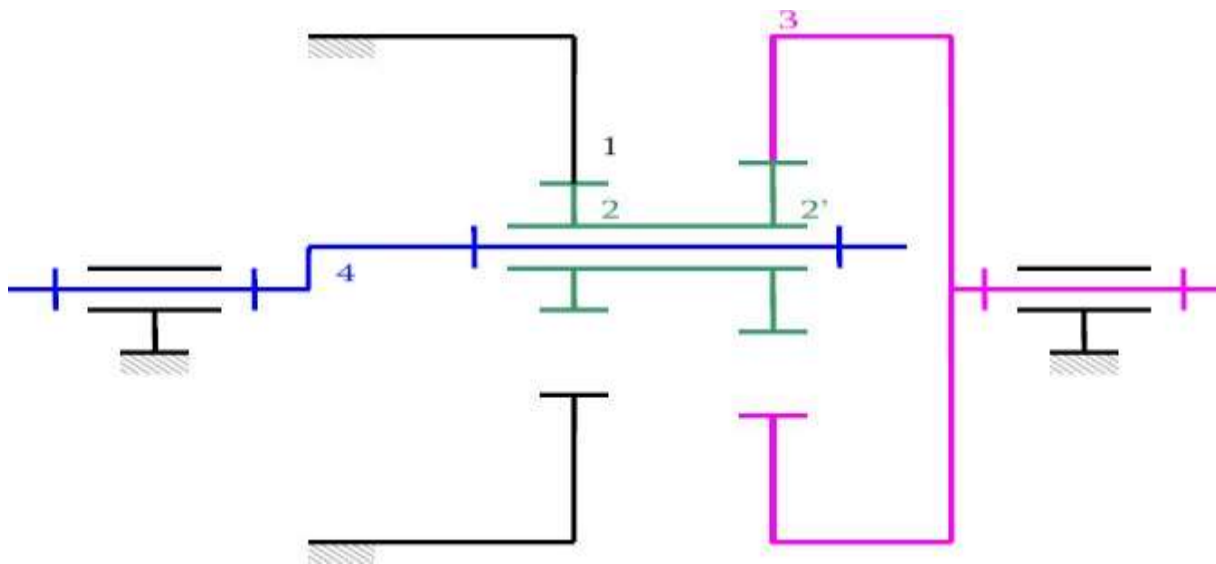


Figure II.2.le réducteur planétaire [5].



- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1 : port satellite | 2 : satellite |
| 3 : planétairextérieur | 4 : planétair central |

Figure II.3.Le schéma cinématique d'un réducteur planétaire [5]

II.2.2.3 Critères de choix

Les réducteurs planétaires sont utilisés dans toute application nécessitant de grands rapports de réduction avec un encombrement réduit et où un bon rendement est requis (boîte de vitesse automatique, différentes applications industrielles...).

Les aspects les plus importants à considérer lors du choix d'un réducteur planétaire sont la vitesse de l'arbre d'entrée, le couple d'entrée, la vitesse de l'arbre de sortie et le couple de sortie [6].

II.2.3. Le tambour

Les tambours sont des éléments essentiels du convoyeur. Ils ont une incidence directe sur le comportement et la durée de vie de la courroie. L'alignement des tambours a une importance capitale sur le centrage de la courroie.

II.2.3.1. Les différents types de tambour

Il existe de nombreuses sortes de tambours, chacun possède ses avantages et ses inconvénients.

Par exemple, certains types de tambours ne sont pas utilisables avec des courroies comprenant une carcasse à câbles d'acier.

La conception du tambour répond à de nombreuses normes.

De plus, de nombreux tambours sont personnalisés pour répondre à des conditions de fonctionnement spécifiques.

Ces tambours sont de différents types :

- ❖ Rouleau d'entraînement et courroie d'entraînement entraînés par moteur
- ❖ Tambour de tête renvoie la courroie vers le brin de retour (peut aussi être un tambour d'entraînement)
- ❖ Tambour de queue: renvoie la courroie vers le brin porteur (peut aussi être un tambour d'entraînement).
- ❖ Tambour de contrainte : en aval ou en amont d'un tambour, ramène ou maintient la courroie en ligne avec le brin de retour ou crée l'angle d'enroulement désiré autour du tambour d'entraînement

- ❖ Tambour tendeur: maintient la tension de la courroie au moyen d'un dispositif de tension par gravité ou autre
- ❖ Tambour d'enroulement crée l'angle d'enroulement souhaité autour du tambour d'entraînement.

Le tambour est caractérisé par :

- Son diamètre.
- Sa garniture;
- Salargeur.

II.2.3.2. Garnitures de tambours

La garniture d'un tambour a pour fonction principale d'augmenter le coefficient de friction entre la courroie-et-le tambour, mais elle sert aussi à réduire l'usure par abrasion afin d'augmenter la durée de vie du tambour. La garniture peut aussi avoir un effet autonettoyant et de centrage. La figure 11.4 illustre les différents types de garnitures de tambour.

Tous les tambours doivent être munis d'une garniture adaptée à l'usage du convoyeur (il faut aussi adapter la dureté de la garniture du tambour à la dureté du caoutchouc de la face interne de la bande) [4].

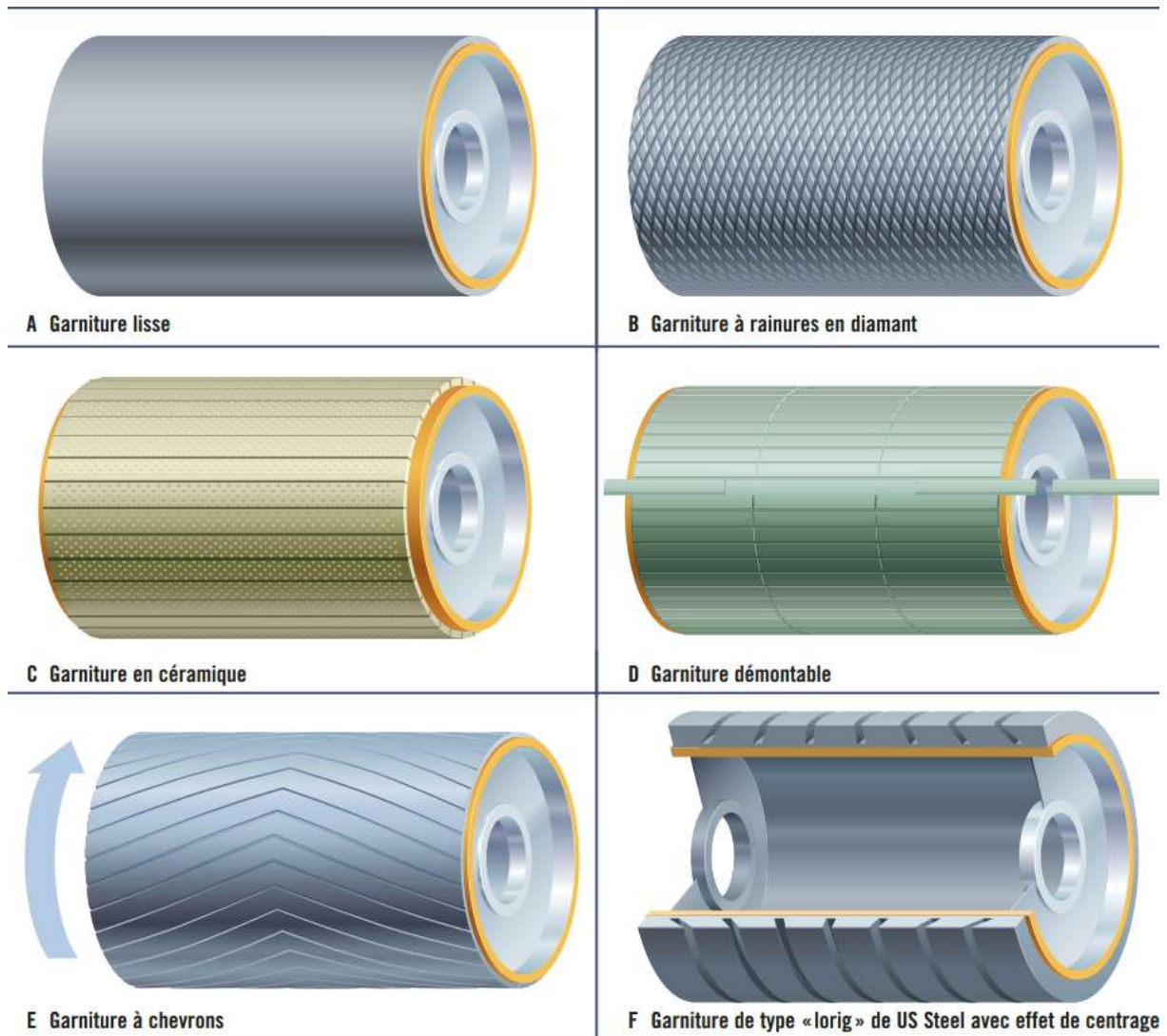


Figure II.4. Types de garnitures de tambour [Y].

II.2. 3.3. Caractéristiques des tambours

Pour le choix des tambours il faut nécessairement tenir compte de certains paramètres et caractéristiques techniques à même d'assurer un bon fonctionnement du convoyeur ainsi que sa durée de vie qui doit être optimisée.

Les différents paramètres de tambours sont présentés. Dans le tableau .II.1

Caractéristiques Des tambours	Effets positifs sur la sécurité	Effets négatifs sur la sécurité
Diamètre du tambour	Un diamètre correct minimise les contraintes dans les épissures et réduit les réparations. Un grand angle d'enroulement autour du tambour moteur permet de réduire la tension globale dans la courroie, ce qui permet la réduction du diamètre des tambours de contrainte et de déviation.	Un diamètre trop petit induit de grandes contraintes de flexion qui cause des bris et des réparations fréquentes de la courroie ou de l'épissure, surtout lorsque la tension est importante, ne pas respecter les critères de choix et les normes de construction des tambours mène à des réparations urgentes.
Matériau de la structure du tambour	Une construction réparation les conditions de fonctionnement (produits alimentaires, chimiques, etc) réduit les bris	Bris et réparation si les conditions spéciales ne sont pas prises en compte.
Largeur du tambour par rapport à la largeur de la courroie	Le respect des critères de choix et des normes de construction réduit les bris	Ne pas respecter les critères de choix et les normes de construction mène à des bris (usure du bord de la courroie, bris du tambour, de l'arbre).
Arbres de tambours	L'arbre et le tambour constituent un tout intégré qui répond à des normes de construction. Le respect de ces normes réduit les bris.	
Roulements	Choisis en fonction des charges de la vitesse, des conditions environnementales(eaux, produits chimique, poussière abrasive, ect) et de l'entretien prévu.	Ne pas tenir compte de ces facteurs mène à des bris fréquents

Tableau II.1.les caractéristiques des tambours

II.2.4.Les bandes transporteuses

II.2.4.1. Type des bandes transporteuses

Selon le type de convoyeur et les conditions d'utilisation Il existe plusieurs types de bandes transporteuses pour convoyeur.

Le choix de ces dernières s'opère en fonction des matériaux à transporter et en fonction de la hauteur finale à atteindre.

Le schéma suivant présente une coupe de bande transporteuse d'un tapis de convoyeur.
Technologie du convoyeur

Figure 11.5.Coupe d'une bande transporteuse d'un convoyeur.

Elle est caractérisée par différents paramètres pour les différents types convoyeurs.

- ✓ Epaisseur
- ✓ La largeur
- ✓ La longueur

Il faut noter qu'il existe différents types de bandes transporteuses pour convoyeur.

II.2.4.1.1.Bande à chevrons

La bande transporteuse est équipée d'un motif en forme de V moulé vulcanisé à chaud, qui peut avoir différentes formes, tailles et hauteurs selon différentes applications. Avec ce type de bande, l'angle de convoyage peut être augmenté à plus de 22°.

Les barres sont utilisées pour traiter les marchandises en vrac et les marchandises individuelles, telles que le gravier, les pommes de terre, les caisses, le minerai, les betteraves sucrières, les sacs, etc...



Figure II.6. bande à chevron.

II.2.4.1.2. Bande à tasseaux

La bande est équipée de lattes pour améliorer la manutention des marchandises en vrac sur les convoyeurs à bande à fortes pentes (supérieures à 22°).



Figure II.7. Bande à tasseaux

II.2.4.1.3 Bande caoutchouc ou courroie

Le composant de bande transporteuse se compose d'un cadre textile ou métallique et d'un revêtement en caoutchouc. La bande transporteuse en caoutchouc se compose de 4 parties, la couche supérieure, le cadre de bâche (composé de plusieurs couches, jusqu'à 6 couches), la couche inférieure et les bords.



Figure II.8.bande caoutchouc **Figure II.9.**courroie multicouche

II.2.4.1.4 Bande lisse

Les bandes sont généralement utilisées pour les convoyeurs horizontaux ou légèrement inclinés. Le ruban est découpé à une certaine taille en fonction de la largeur et de la longueur. Il peut être plat, rainuré ou en forme de V, et l'épaisseur varie en fonction de la longueur. Pour les bandes transporteuses revêtues, l'angle d'inclinaison ne dépassera pas 22° .



Figure II.10. Bande à lisse.

En choisissant un convoyeur, il faut tenir compte de plusieurs facteurs tels :

-l'inclinaison du convoyeur.

- la densité du matériau.
- la taille des morceaux.
- la forme des morceaux.
- l'angle interne de friction.
- Le coefficient de friction entre le matériau et le revêtement supérieur de la courroie.
- la teneur en eau du matériau.
- les conditions environnementales.

L'utilisation de convoyeurs inclinés peut entraîner plusieurs problèmes de déchargement :

- Déplacez toute la charge le long du convoyeur.
- Le glissement interne de la matière (le supérieur glisse sur l'inférieur).
- Les grandes pièces glissent le long du convoyeur.
- Faites glisser la grande partie sur la petite partie.

Ces glissements peuvent également avoir une incidence directe sur le fonctionnement du convoyeur, puisqu'ils peuvent endommager la courroie et d'autres composants du convoyeur.

Les convoyeurs à bande infinie peuvent prendre de multiples configurations qui peuvent améliorer la sécurité, en réduisant par exemple le nombre de convoyeurs ou la fréquence des nettoyages.

Différents types et contours de bandes sans fin ont été développés pour réduire les déversements, notamment sur les pentes (bandes rainurées avec nervures et crampons) et limiter les émissions de poussières (sacs à bandoulière).

Dans certains cas, il peut être nécessaire de fermer complètement la bande transporteuse pour empêcher la poussière de se répandre dans la zone...

Comme nous venons de le voir, on appelle aussi ces bandes infinies, courroies [4].

II.2.5. Dispositifs de tension

Les dispositifs de tension sont d'une importance capitale pour le fonctionnement du convoyeur, car ils permettent :

- Conservez la tension d'origine de la courroie à la sortie du tambour moteur pour éviter de glisser.
- De maintenir la tension au point de chargement et aux autres parties du convoyeur afin que la courroie puisse garder sa forme en auge et éviter ainsi le déversement de matériaux ;
- De compenser les phénomènes d'élongation de la courroie attribuables à l'usure, aux accélérations, aux freinages ou aux variations de la charge.
- De minimiser la tension et les étirements excessifs dans les épissures et de compenser l'étirement progressif de la carcasse, contrôlant ainsi l'usure de la courroie.

Les rouleaux fournissent la tension de courroie nécessaire (pour éviter le glissement sur le tambour d'entraînement).

- Par gravité : la masse contrôlée sur le tambour d'enroulement assure la tension.
- Manuel ou automatique : actionné manuellement par des vis ou automatiquement par un système de commande [7],[8].

II.3 Conclusion

En conclusion, les organes principaux d'un convoyeur que sont, le moteur électrique, le réducteur, la bande de transport, les tambour et les rouleaux doivent être choisis méticuleusement afin de garantir au dispositif un fonctionnement optimal en matière de rendement et de fiabilité et par conséquent optimiser le cout de transport des produits par rapport à d'autres moyens de transport (camions, grue à godet...).

Le convoyeur possède plusieurs avantages par rapport aux autres moyens de transport, nous citons les principaux :

- Une haute capacité de transport par unité de temps.
- La vitesse du convoyeur est réglable.
- Une structure simple.
- Entretien facile.

- Le coût du produit est faible.

Chapitre III

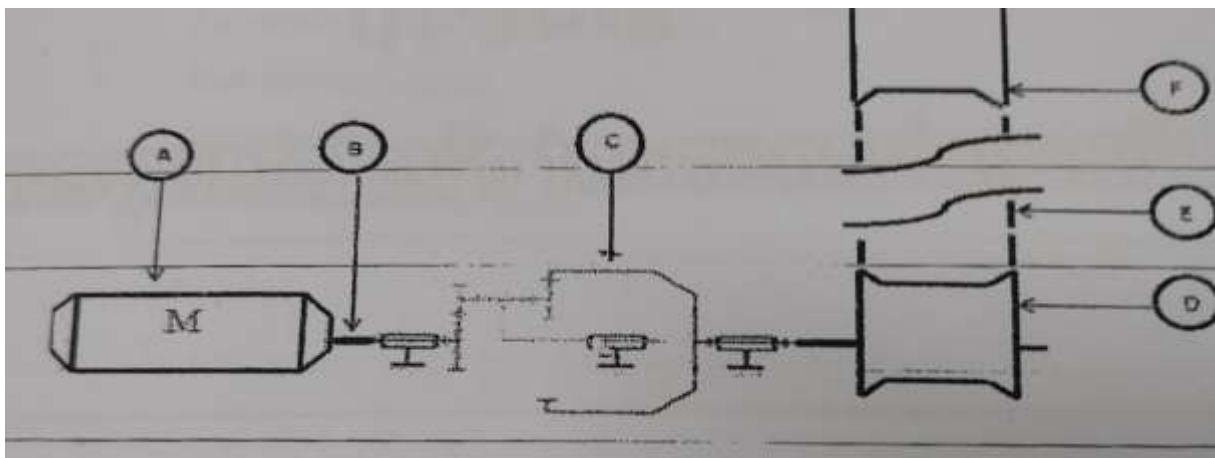
Dimensionnement d'un convoyeur

III.1.Introduction

Dans cette partie nous allons déterminer un certain nombre de paramètres techniques nécessaires au bon fonctionnement de notre convoyeur, dans ses organes tant principaux que sont le moteur, le réducteur, les tambours menant et mené, la bande transporteuse et les différents tendeurs qui eux représentent les organes annexes.

Pour l'étude technique de ces deux cas nous serons amenés à déterminer les paramètres de travail de l'ensemble des organes du convoyeur en fonction de la charge prévue et du rendement (matière transportée par unité de temps) qui demeurent les données de base et à partir de ces calculs nous déterminerons les différentes caractéristiques des moteurs, du réducteur, de la bande des rouleaux entraineurs et, ainsi que celles des rouleaux du dispositif de tension.

Nous commencerons par établir le schéma cinématique des convoyeurs en tenant compte de la réduction de vitesse du moteur électrique



A: Moteur électrique. B: Arbre moteur. C: Réducteur planétaire. D: Tambour menant. E: Convoyeur ou tapis. F: Tambour mené.

Figure III.1.Schéma cinématique d'un convoyeur

III.2. moteur électrique

Pour le choix du moteur électrique, nous prendrons le calcul des caractéristiques pour le convoyeur en position inclinée qui demande plus de puissance au démarrage, et nous calculerons la charge maximale transportée sur toute une longueur de la bande, la puissance absorbée, la puissance nominale du moteur, et enfin le couple moteur optimal.

Pour le choix du moteur électrique nécessaire au bon fonctionnement de notre convoyeur, nous devons au préalable prendre en considération la charge maximale qui peut être transportée, durant son fonctionnement normal. Et de ce fait nous déterminerons la puissance à développer par le moteur.

Ce choix se base sur la relation existante entre le nombre de tours du moteur exprimé en radian/seconde, et sa puissance exprimée en Watt

$$C_m = \frac{P_n}{W} = \frac{P_n \cdot 30}{\pi \cdot N} \quad [\text{N.m}] \quad [\text{III.1}]$$

III.2.1. Détermination de la puissance mécanique fournie par le moteur

Pour déterminer la puissance nominale d'un moteur électrique, il faut d'abord déterminer la puissance absorbée P_a , celle-ci est égale à :

$$P_a = \frac{F_t \cdot v}{100 \cdot \eta} \quad [\text{III.2}]$$

Ou

F_t : Effort tangentiel exercé par la bande sur le tambour [N]

L'effort tangentiel sera déterminé plus tard après avoir déterminé les caractéristiques de la bande.

V : vitesse linéaire de la bande [m/s]

η : rendement de la transmission

Par conséquent la puissance nominale sera :

$$P_n = \frac{P_a}{\eta_1} \quad [\text{KW}] \quad [\text{III.3}]$$

η_1 : Rendement du moteur

Une fois ces paramètres déterminés il faudra choisir un moteur normalisé

III.3. Réducteur planétaire

III.3.1.Détermination de rapport de réduction

III.3.1.1. Principe

La détermination de la raison basique du train planétaire, s'effectue en rendant le porte satellite fixe, mais dans la plupart des mécanismes utilisant un réducteur à trains planétaires (ou épicycloïdal), un des éléments est réellement fixe et lié au bâti (un planétaire ou le porte satellite). Dans un mécanisme ; il faut correctement identifier l'élément fixe (vitesse angulaire nulle), l'élément qui assure le mouvement d'entrée, et celui qui assure le mouvement de sortie.

Le mode opératoire pour déterminer le rapport de réduction d'un tel train est le suivant :
Détermination de la raison basique du train épicycloïdal

- Identification de l'élément fixe
- Vitesse angulaire nulle -Elimination des termes nuls dans la formule de Willis
- Identification de la vitesse angulaire d'entrée et de la vitesse angulaire de sortie dans la formule de Willis
- Détermination du rapport w_s/w_e .

III.3.1.2.Formule de Willis

La formule de Willis nous permettra de déterminer le rapport de réduction ainsi que la vitesse angulaire de sortie.

III.3.1.3. Raison basique ou de base

Pour un observateur lié aux portes satellites 4, le train est vu comme un train simple à axes fixes.

Dans ce cas, on exprime la raison basique du train épicycloïdal.

$$\lambda = \frac{Ws}{We} = \frac{Ns}{Ne}$$

$$\lambda = (-1)^P \frac{\text{produit des nombres de dents des roues menantes}}{\text{produit des nombres de dents des roues menées}} \quad [\text{III.5}]$$

Avec :

P : nombre de contacts extérieurs.

Ws : vitesse de rotation de la pièce de sortie du réducteur

We : vitesse de rotation de la pièce d'entrée du réducteur .

Donc :

$$\lambda = (-1)^P \times \frac{\prod Z_{\text{menantes}}}{\prod Z_{\text{menées}}}$$

III.3.2. Les types de réducteur planétaire

Dans le réducteur planétaire il existe 4 types de trains épicycloïdaux plans simples type (I, II, III, IV) est présenté les 4 type et sa raisons basique λ .

Type I

$$\lambda = (-1)^1 \cdot \frac{Z1.Z2}{Z2.Z3} = - \frac{Z1}{Z3} \quad [\text{III.7}]$$

Type II

$$\lambda = \frac{Z1.Z3}{Z2.Z4} \quad [\text{III.8}]$$

Type III

$$\lambda = \frac{Z1.Z3}{Z2.Z4} \quad [\text{III.9}]$$

Type IV

$$\lambda = \frac{Z1.Z3}{Z2.Z4} \quad [\text{III.10}]$$

Dans notre cas nous prenons le réducteur du type II pour pouvoir obtenir une vitesse linéaire de la bande assez faible, de l'ordre de 2 m/s.

III.3.3.Calcul du rapport de transmission du réducteur

Dans notre cas nous allons prendre un réducteur planétaire de type II.

Le rapport de transmission sera calculé pour pouvoir réduire le nombre de tours du moteur afin d'obtenir une vitesse de déplacement de la bande de 2 m/s.

De ce fait le rapport de transmission sera égal à:

$$R_r = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \quad [\text{III.11}]$$

Z1, Z2, Z3, Z4 Nombre de dents des roues.

III.4.Détermination des caractéristiques de la bande

Pour la détermination des caractéristiques de la bande transporteuse il est nécessaire au préalable d'effectuer la détermination d'un certain nombre de paramètres.

III.4.1.Détermination de la charge maximale de la bande et du matériau:

$$P_t = P_b + P_m \quad [\text{III.12}]$$

P_m: Poids du matériau sur une longueur de la bande. [Kg]

P_b: Poids de la bande dépend des caractéristiques de la matière de la bande choisie.

M_b: La masse de la bande dépend des caractéristiques de la matière de la bande choisie.

III.4.1.1.Détermination de la masse du matériau transporté

Pour cela sachant que le matériau à transporter est du gravier, alors nous déterminerons le volume occupé par ce matériau sur toute la bande:

$$V = L.B.h \quad [\text{III.12a}]$$

$$\delta = \frac{mM}{V} \quad [\text{III.12b}]$$

Avec :

V_m : Volume du matériau transporté [m³]

Chapitre III : Dimensionnement d'un convoyeur

L : longueur de la bande [m]

B : largeur de la bande utile [m].

Sachant que la masse volumique d'un corps solide est égale à

$$\delta = \frac{Pm}{Vm} \text{ [t/m}^3\text{]} \quad \text{[III.12e]}$$

Alors le poids du matériau transporté sur toute la branche supérieure du convoyeur sera égale à :

$$Pm = \delta \cdot Vm \quad \text{[Kg]} \quad \text{[III.12d]}$$

III.4.1.2. Détermination du débit volumique de la bande Iv:

Nous allons calculer le débit volumique à partir de la vitesse de la bande et le volume de matériaux à transporter

$$Iv = \frac{Vm \cdot Vb \cdot 3600}{L} \quad \text{[III.13]}$$

Iv: le débit volumique de la bande [m³/h]

Vb: Vitesse linéaire de la bande [m/s]

- Pour faire les calculs nécessaires pour la conception de notre convoyeur il faut tenir compte des données suivantes :

- ❖ **Les caractéristiques du produit à transporter :**

- ✓ La masse volumique du produit.
- ✓ La granulométrie du produit.
- ✓ L'angle d'éboulement.
- ✓ Le débit masse et le débit volume.

- ❖ **Caractéristiques de l'installation**

- ✓ l'entraxe, l'angle d'inclinaison.
- ✓ Condition d'exploitation.

A partir des données précédentes nous pouvons déterminer les paramètres suivants :

- la vitesse de la bande.
- la largeur de la bande.

Chapitre III : Dimensionnement d'un convoyeur

- le modèle et le type des stations-support.

Il faut souligner que les stations supports sont des organes secondaires utilisés pour éviter l'éboulement du matériau à transporter.

Avec ces mêmes données nous pouvons par la suite déterminer d'autres paramètres que sont:

- les tensions de la bande.
- la puissance absorbée.
- le type de bande.

III.5. Détermination de la vitesse et la largeur de la bande

A partir de données expérimentales, le tableau IV.1 indique les vitesses maximales recommandées, compte tenu des caractéristiques physiques et de la granulométrie du produit transporté, ainsi que de la largeur de la bande utilisée.

Granulométrie dimensions max		Largeur de la bande minimale mm	Vitesse maximale m/s			
Homogène jusqu'à mm	Mélangé jusqu'à mm		A	B	C	D
50	100	400	2.5	2.3	2	1.65
75	150	500				
125	200	650	3.5	2.75	2.38	2
170	300	800	3	3.2	2.75	2.35

Tableau III.1 vitesses maximales conseillées

- A- Produit léger glissant, non abrasif, masse volumique de 0.5/1.0 t/m³
- B- Produit non abrasif, granulométrie moyenne, masse volumique de 1.0+ 1.5 t/m³
- C- C-Produit moyennement abrasif et lourd, masse volumique de 1.5+2.1 t/m³
- D- Produit abrasif, lourd et présentant des arêtes aigües de plus de 2 U/m³ de masse volumique.

Chapitre III : Dimensionnement d'un convoyeur

D'après ce tableau et en fonction de notre produit à transporter (gravier) nous aurons la largeur de la bande sup ou égal à 800 mm, pour une vitesse maximale de 2.75 m/s.

III.5.1: Détermination de la géométrie d'une section de la bande

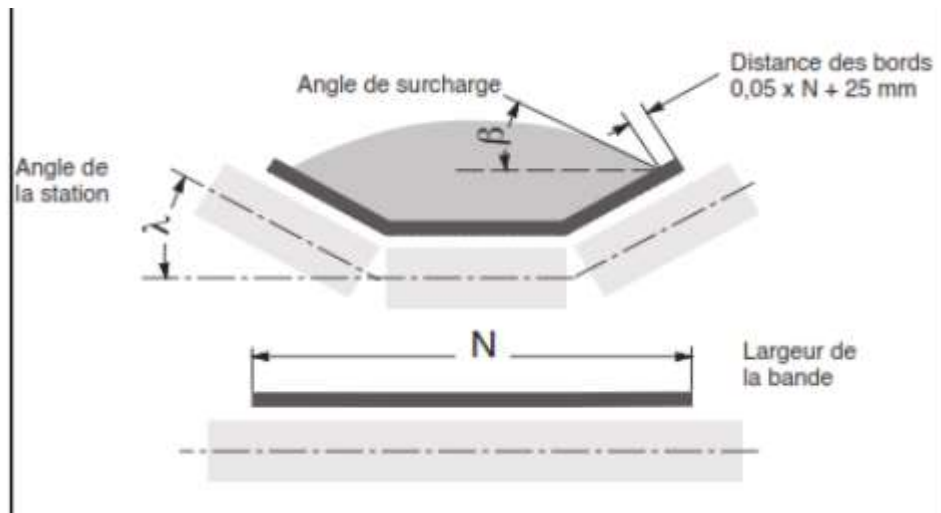


Figure III.6 stations-suppports en auge à 3 rouleaux

Largeur de la bande [mm]	Angle de talutage β	Lvt [m^3/h] débit volumétrique				
		$\lambda = 20^\circ$	$\lambda = 25^\circ$	$\lambda = 30^\circ$	$\lambda = 35^\circ$	$\lambda = 45^\circ$
650	5°	87.8	101.8	114.4	124.9	143.2
	10°	109.4	122.4	134.2	142.9	159.1
	25°	174.2	189.7	198.7	204.4	212.4
	30°	205.5	215.2	223.5	227.8	233.6
800	5°	139.6	162.0	182.1	198.3	227.1
	10°	173.6	194.4	212.7	226.8	252.0
	20°	244.0	262.8	278.2	290.1	306.0

Chapitre III :Dimensionnement d'un convoyeur

	25°	275.0	299.1	313.2	322.9	334.8
	30°	324.0	339.4	352.4	359.2	367.9

Tableau III.2.Débit-volume avec stations-supports en auge à 3 rouleaux

- Dans notre cas les angles de talutage et d'éboulement seront respectivement égal à $\beta = 30^\circ$, $\lambda = 45^\circ$

III.6. Correction du débit-volume pour tenir compte des facteurs d'inclinaison et d'alimentation :

Dans le cas de bandes inclinées, les valeurs du débit-volume I_{vr} sont corrigées de la manière suivante :

$$I_{vc} = I_{vtr} \cdot K_1 \quad [III.14]$$

I_{vc} : est le débit-volume corrigé pour tenir compte de l'inclinaison et de l'irrégularité d'alimentation du convoyeur en $[m^3/h]$

I_{vr} : est le débit-volume théorique $[m^3/h]$

K : est le coefficient d'inclinaison

K_1 : est le coefficient de correction pour l'irrégularité de l'alimentation.

Le coefficient d'inclinaison K , calculé lors de la conception, doit tenir compte de la diminution de la section du produit transporté lorsqu'il est en pente.

Le diagramme empirique de la Figure III.7 indique le coefficient K en fonction de l'angle d'inclinaison du convoyeur.

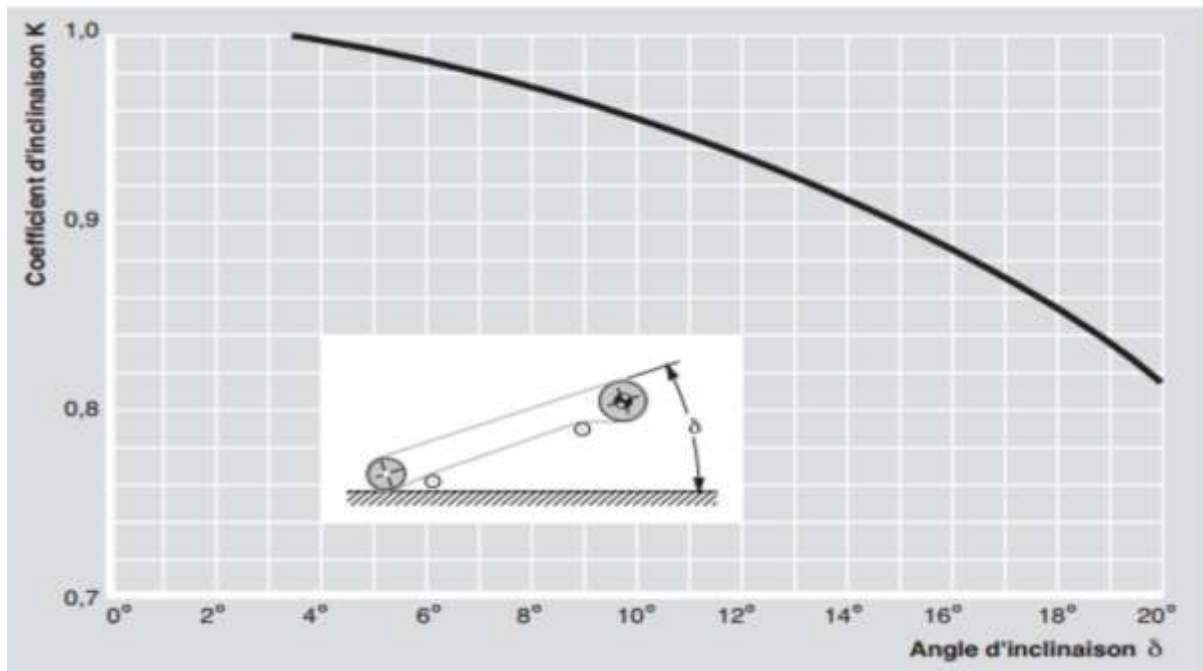


Figure III.7.Coefficient d'inclinaison K

Il est généralement nécessaire de tenir compte de la nature de l'alimentation du convoyeur (si elle est constante et régulière ou non), en introduisant un coefficient de correction K_1 , ayant les valeurs suivantes:

- ❖ $K_1=1$ alimentation régulière
- ❖ $K_1=0.95$ alimentation irrégulière
- ❖ $K_1=0.90/ 0.80$ alimentation plutôt irrégulière

Dans notre cas nous prendrons $K_1 = 0.95$

Nous obtenons le débit- volume réel à la vitesse souhaitée de la manière suivante

$$I_m = I_{vc} \cdot V_b \quad [III.15]$$

III.7.Détermination de la longueur de transition L_t

La distance entre la station-support la plus proche du tambour de tête ou du tambour de pied et ces tambours est appelée longueur de transition, Fig. III.8.

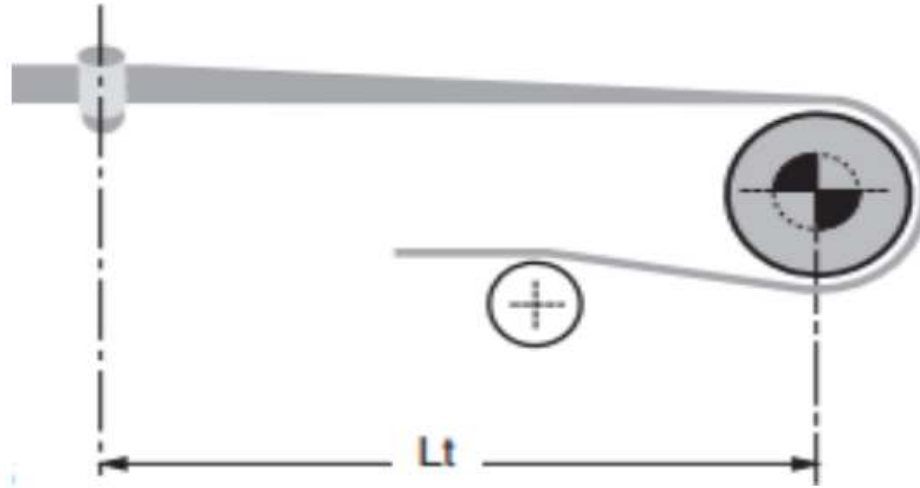


Figure III8 Longueur de transition L_t

Sur cette section, la bande perd sa forme en auge, déterminée par l'inclinaison des rouleaux des stations porteuses, pour devenir plate et s'adapter au tambour plat et inversement.

Le graphique de la Fig.III.9 permet de déterminer la longueur de transition L -(en fonction de la largeur de la bande et de l'inclinaison λ . des rouleaux latéraux des stations supports), pour des bandes à armature textile EP (polyester).

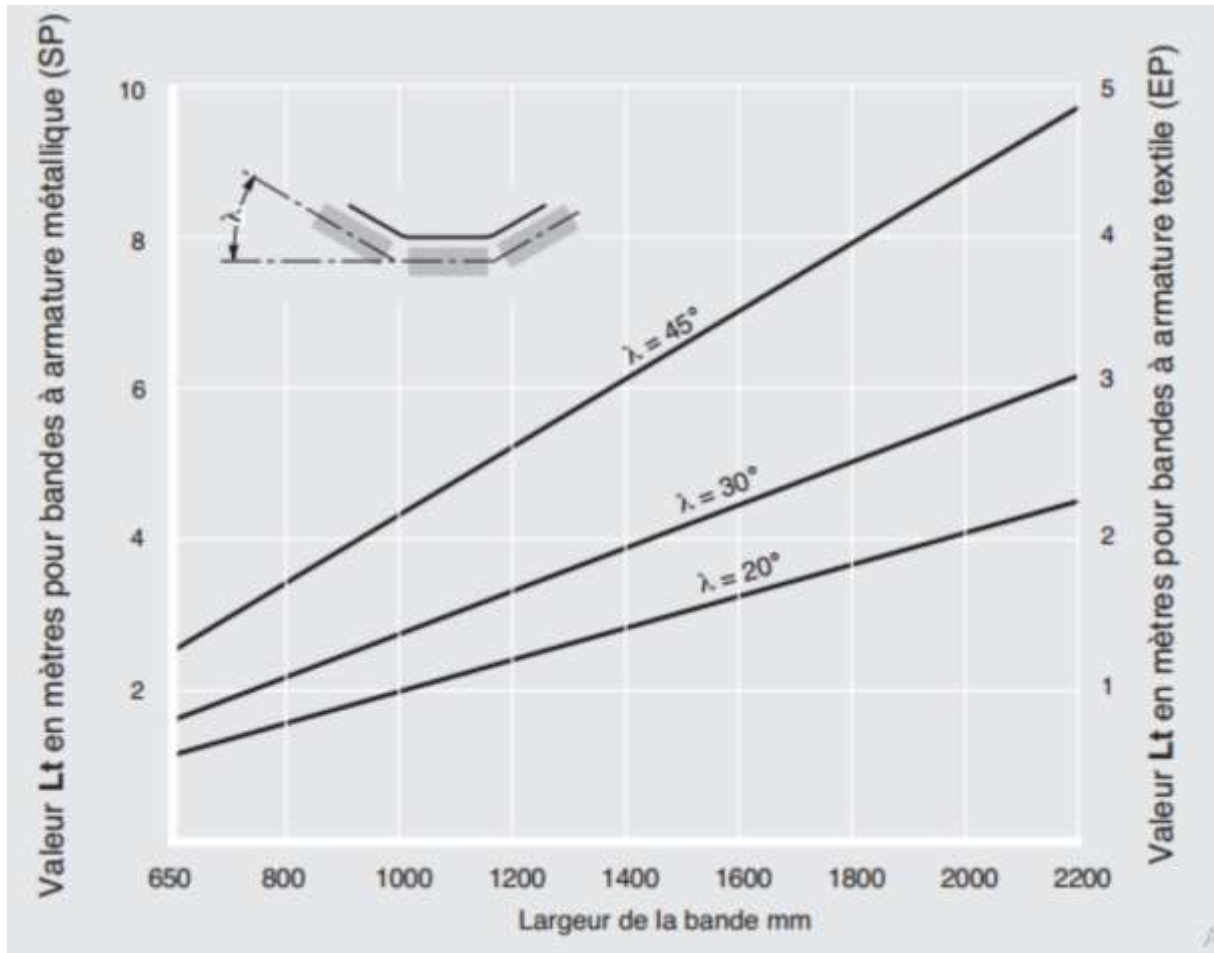


Figure.III.9 Longueur de transition

La longueur de transition L_r pour notre cas sera équivalente à 1.75 m

III.8.Effort tangentiel

Les efforts auxquels est soumis un convoyeur en marche, varient sur sa longueur.

Pour dimensionner et calculer sa puissance absorbée, il est nécessaire de déterminer les tensions qui s'exercent dans la portion la plus sollicitée.

Il faut d'abord calculer l'effort tangentiel total F_r sur le pourtour du tambour d'entraînement; il doit vaincre la résistance au roulement et il est la somme des efforts suivants:

- ❖ effort nécessaire pour déplacer la bande chargée
- ❖ effort nécessaire pour vaincre la résistance au déplacement horizontal du produit.
- ❖ effort nécessaire pour élever le produit à la hauteur requise

On obtient l'effort tangentiel total F_r sur le pourtour du tambour d'entraînement à l'aide de la formule suivante:

Chapitre III :Dimensionnement d'un convoyeur

$$Fr = Fbs + Fbi \quad [III.16]$$

$$Fbs = [L \cdot \mu_r \cdot \mu_f \cdot \mu_{rp} \cdot (Pb1 + Pm1 + Pps) + H \cdot (Pm + Pb)] \cdot 0.981 \quad [III.17a]$$

$$Fbi = [L \cdot \mu_r \cdot \mu_f \cdot \mu_{rp} \cdot (Pb1 + Ppi) + (H \cdot Pb1)] \cdot 0.981 \quad [III.17b]$$

Fbs: effort tangentiel pour déplacer une section du brin supérieur [daN]

Fbi: effort tangentiel pour déplacer une section du brin inférieur [daN]

L: entraxe du convoyeur (m)

μ_r : Coefficient de résistance fixe voir Tableau III.3

μ_{rp} : Coefficient de résistance passive voir Tableau III 4

μ_f : Coefficient de frottement des pièces tournantes voir Tableau III.5

Pb1: Poids de la bande par mètre linéaire en [Kg/m], voir Tableau III.8

Pm1: Poids du produit transporté par mètre linéaire Kg/m

Ppt: Poids des parties tournantes inférieures en Kg/m, voir Tableau.III.13

Pps: Poids des parties tournantes supérieures en Kg/m, voir Tableau.III.13

H: Variation de la hauteur de la bande. [m]

Détermination des différents coefficients et paramètres ci-dessus:

Extraxe(m)	Mr
10	4.5
20	3.2
30	2.6
40	2.2
50	2.1
60	2.0
80	1.8
100	1.7

Tableau.III.3 Coefficient de résistance fixe

➤ Pour notre cas nous prenons $\mu_r = 2$

Température°C	+20°	+10°	0	-10°	-20°	-30°
Coefficient μ_{rp}	1	1.01	1.04	1.10	1.16	1.27

Tableau.III.4.Coefficient de résistance passive en fonction de la température

Chapitre III :Dimensionnement d'un convoyeur

- Pour notre cas nous prenons $\mu_{rp}=1$

Convoyeur à bande horizontale montant et descendant légèrement	Vitesse m/s					
	1	2	3	4	5	6
Pieces tournantes et produit présentant un frottement interne standard	0.016	0.0165	0.017	0.018	0.02	0.022
Pieces tournantes et produit présentant un frottement interne élevé dans des conditions d'exploitation difficiles	De 0.023 à 0.027					
Pièces tournantes d'un convoyeur présentant une déclivité avec un frein moteur et/ou un générateur	De 0.012 à 0.016					

Tableau.III.5.Coefficient de frottement interne μ_f des produits et des parties tournantes

- Pour notre cas nous prenons $\mu_f=0.012$

➤ III.9.Ecartement des stations-supports

L'écartement peut être choisi en fonction de l'incurvation de la bande entre deux stations supports Le Tableau. 6 indique comment déterminer l'écartement maximal des stations supports en fonction de la largeur de la bande et de la masse volumique du produit transport. Largeur de la bande mm Ecartement des stations supérieures Masse volumique des produits transporté.

Largeur de la bande mm	Ecartement des stations supérieures masse volumique des produits transporté t/m ³			Ecartement des stations inferieures
	<1.2	1.2/2.0	2.0<	
	M	M	M	
500				
650	1.65	1.5	1.40	3.0
800	1.50	1.35	1.25	3.0
1000	1.35	1.20	1.10	3.0

TableauIII.6.Ecartement maximal préconisé entre les stations-supports

Chapitre III :Dimensionnement d'un convoyeur

- Pour notre projet nous prenons l'écartement entre deux stations supérieures égal à 135 m et inférieure égal à 3.0 m

III.10.Choix des rouleaux

Les rouleaux intermédiaires sont destinés pour le guidage de la bande transporteuse ainsi que la mise en place des différentes tensions nécessaires au bon fonctionnement le choix du diamètre doit tenir compte de la largeur de la bande Le tableau III.7 indique le diamètre des rouleaux en fonction de la largeur de la bande

Largeur de la bande mm	Pour une vitesse <2m/s		2-4m/s			>4m/s	
	Ø rouleau mm		Ørouleau mm			Ø rouleau mm	
500	89		89				
650	89		89	108			
800	89	108	89	108	133	133	
1000	108	133	108	133		133	159

Tableau.III.7.Diamètre recommandé pour les rouleaux.

- Pour notre cas nous prenons le diamètre du rouleau est égale à 89 mm pour $V=2m/s$

III.11.Détermination le poids de la bande par mètre carré P_{bm}^2

Dans le tableau III.8 nous allons prendre les paramètres de la bande EP en fonction de la largeur de celle-ci.

Type de bandes	Epaisseur des revêtement. Supérieur inférieur (mm)		Epaisseur totale(mm)	Poids kg/m^2	Largeur de bande
EP250/2	2	1	6	7.4	400-600
EP250/2	3	1	6.3	7.7	400-1600
EP250/2	3	1.5	6.8	8	400-1400
EP315/2	4	1.5	7.9	9.4	500-1600
EP315/3	3	1.5	7.3	8.2	800

Chapitre III :Dimensionnement d'un convoyeur

EP400/2	3	1	6.7	8.5	650-1600
EP400/2	5	1.5	9.4	11.3	650-1600
EP400/3	3	1	6.8	8.2	400-1000
EP400/3	4	2	8.8	10.4	500-1200
EP500/4	5	1.5	9.4	11.1	600-1600
EP500/4	3	1	7.8	9.4	1000-1200
EP500/4	4	2	9.8	11.6	1200-1400
EP500/4	5	2	10.8	2.8	650-1000
EP630/4	6	2	11.8	13.9	800
EP630/4	5	2	11	13	800-1600
EP630/4	6	2	12	14.1	1000-1200
EP630/5	8	3	15	17.7	800-1200

Tableau III.8. Poids de la bande par mètre carré Pb

➤ Pour notre cas nous prenons PE315/3 de largeur 800mm et de poids 8.2Kg/m²

III.12.détermination des sollicitations

Après avoir défini le diamètre des rouleaux en fonction de la vitesse et du nombre de rotations, on peut ensuite calculer l'effort statique exercé sur les stations supérieures porteuses.

III.12.1.L'effort statique

$$F_{st} = E_{sup} \left(P_b + \frac{lv}{v \cdot 3,6} \right) \cdot 0,918 \quad [III.18]$$

E_{sup} : écartement des stations porteuses supérieures

P_b : Poids de la bande par mètre linéaire en Kg/m

III.12.2.l'effort dynamique

A partir de l'effort statique on détermine l'effort dynamique selon la formule suivante :

$$F_{dy} = F_{st} \cdot \mu_{ch} \cdot \mu_s \cdot \mu_{en} \quad [III.19]$$

III.12.3.L'effort sur le rouleau central

En multipliant ensuite par le coefficient de participation, on obtient l'effort sur le rouleau le plus sollicité (rouleau central dans le cas d'une station en auge dont tous les rouleaux ont la même longueur):

Chapitre III : Dimensionnement d'un convoyeur

$$F_{st} = F_{dy} \cdot \mu_p \quad [\text{III.20}]$$

μ_c : Coefficient de choc selon le tableau III.9

Granulométrie du produit	Vitesse de la bande m/s						
	2	2.5	3	3.5	4	5	6
0 ÷ 100mm	1	1	1	1	1	1	1
100 ÷ 150mm	1.02	1.03	1.05	1.07	1.09	1.13	1.18
150 ÷ 300mm en couches de produit fin	1.04	1.06	1.09	1.12	1.16	1.24	1.33

Tableau III.9. Coefficient de choc μ_c

μ_s : Coefficient de service déterminé selon tableau III.10

Durée de vie	M_s
De 6 à 9 heures par jour	1.0
De 10 à 16 heures par jour	1.1
Plus de 16 heures par jour	1.2

Tableau III.10. Coefficient d'utilisation

- Pour notre cas nous prenons $\mu_s=1$

μ_{en} : Coefficient liée à l'environnement déterminé selon le tableau III.11

Condition	M_{en}
Maintenance propre et régulière	0.9
Présence de produit abrasif ou corrosif	1.0
Présence de produit très abrasif ou corrosif	1.1

Tableau III.11. Coefficient lié à l'environnement

- Pour notre cas nous prenons $\mu_{en}=1$

μ_{en} : Le coefficient de participation d'une station support se détermine à partir de l'angle de talutage.

III.13. L'effort des rouleaux inférieurs

III.13.1. L'effort statique

Après on détermine l'effort statique des rouleaux inférieurs en utilisant la formule suivante:

$$F_{sti} = E_{inf} \cdot P_b \cdot 0,981$$

[III.21]

Einf: Ecartement des stations inférieures.

III.13.2.L'effort dynamique

Donc nous pouvons calculer l'effort dynamique en fonction de l'effort statique en utilisant la formule suivante:

$$F_{dyi} = F_{sti} \cdot \mu_s \cdot \mu_{en} \cdot \mu_v \quad [III.22]$$

μ_v : le coefficient de vitesse tableau III.12

Chapitre III :Dimensionnement d'un convoyeur

Vitesse de la bande m/s	Diamètre des rouleaux(mm)						
	60	76	89-90	102	108-110	133-140	159
0.5	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
1.0	0.92	0.87	0.85	0.83	0.82	0.80	0.80
1.5	0.99	0.99	0.92	0.89	0.88	0.85	0.82
2.0	1.05	1.00	0.96	0.95	0.94	0.90	0.86
2.5			1.01	0.98	0.97	0.93	0.91
3.0			1.05	1.03	1.01	0.96	0.92

Tableau.III.12.Coefficient de vitesse μv

➤ Pour notre cas nous prenons $\mu v = 0.96$

III.13.33L'effort sur le rouleau inférieure avec des rouleaux ordinaires, l'effort sur le rouleau inférieur sera de :

$$F_{sti} = F_{dyi} \cdot \mu v \quad [\text{III.23}]$$

III.14.Poids des pieces tournantes

Le tableau III.13 indique les poids approximatifs des pieces tournantes d'une station supérieure montée sur traverse et d'une station inférieure à rouleaux plats.

On obtient le poids des pieces tournantes supérieures P_{ps} et inférieures P_{pi} par la formule:

$$P_{ps} = \frac{P_{prs}}{E_{sup}} \quad [\text{III.24}]$$

P_{ps} : Poids des pièces tournantes supérieures [Kg/m]

P_{prs} : Poids des pièces tournantes supérieures

Chapitre III :Dimensionnement d'un convoyeur

A0: Ecartement des stations-supports supérieures

$$P_{pi} = \frac{P_{pri}}{E_{inf}} \quad [III.25]$$

P_{pi} : Poids des pièces tournantes inférieures [kg/m]

P_{pri} :Poids des pièces tournantes inférieures

E_{inf} : Ecartement des stations supports inférieures

Largeur de la bande (mm)	Diamètre du rouleau(mm)									
	89		108		133		159		194	
	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	5.1	3.7	-	-	-	-	-	-	-	-
650	9.1	6.05	-	-	-	-	-	-	-	-
800	10.4	7.8	16.0	11.4	-	-	-	-	-	-
1000	11.7	9.1	17.8	13.3	23.5	17.5	-	-	-	-

Tableau III.13. Poids des parties tournantes des stations (supérieures/ inférieures)

III.15.Détermination des tensions de la bande :

Il est nécessaire de prendre en consideration les différentes tensions qui doivent être vérifiées dans un convoyeur ayant un système d'entraînement de bande motorisé.

III.15.Détermination des tensions T1 et T2

L'effort tangentiel total F_t sur la circonférence du tambour correspond à la différence entre les tensions T_1 (côté entrée) et T_2 (côté sortie).

On déduit le couple nécessaire pour mettre en mouvement la bande et à transmettre la puissance requise pour un bon fonctionnement du convoyeur.

En se déplaçant du point A au point B Figure.III.10 la tension de la bande passe exponentiellement d'une valeur T_1 à une valeur T_2 .

La relation entre T_1 et T_2 peut être exprimée de la manière suivante à partir de la formule d'Euler :

Chapitre III : Dimensionnement d'un convoyeur

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{f \cdot \alpha} \quad [\text{III.26}]$$

f: coefficient de frottement entre la bande et le tambour

α : Angle d'enroulement de la bande.

e : base logarithmique naturelle 2.718

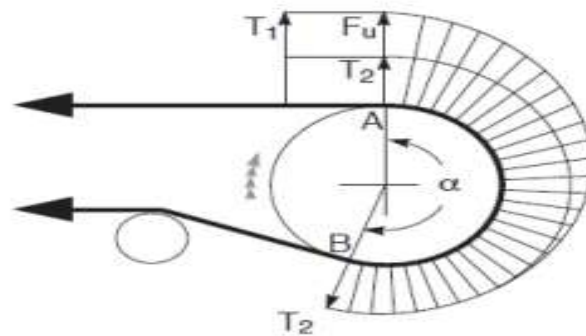
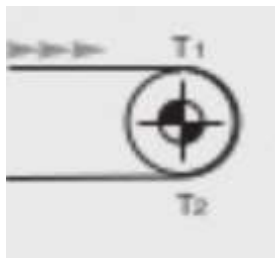


Figure III.10. Diagramme des tensions de la bande enroulée sur le tambour.

A partir du Tableau III.14 nous pouvons déterminer le coefficient d'enroulement μ_e .

Configuration de l'entraînement	Arc d'enroulement α	dispositif de reprise de tension à contrepoids		dispositif de reprise de tension à vis	
		Tambour non caoutchouté	Tambour caoutchouté	Tambour non caoutchouté	Tambour caoutchouté
	180	0.84	0.50	1.2	0.8

Chapitre III : Dimensionnement d'un convoyeur

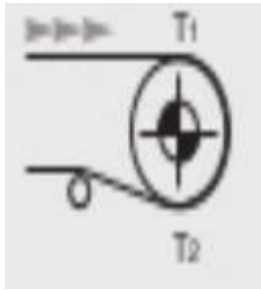
	200	0.72	0.42	1.00	0.75
	210	0.66	0.38	0.95	0.70
	220	0.63	0.35	0.90	0.65

Tableau.III.14.Coefficient d'enroulement μ_e

➤ Pour notre cas nous prenons $\mu_e = 0.5$ pour le tambour caoutchouté

La tension en aval du tambour est obtenue de la manière suivante:

$$T_2 = F_t \cdot \mu_e \quad [\text{III.27}]$$

La tension maximale en amont du tambour de commande sera de:

$$T_1 = F_t + T_2 \quad [\text{III.28}]$$

III.15.2. Détermination de la tension T3

On obtient donc la tension T3 par la formule suivante: [2]

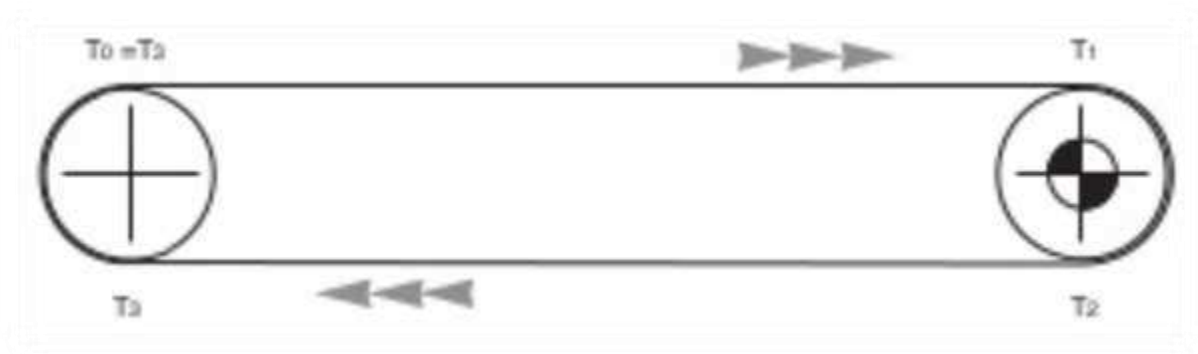


Figure.III.11.Tension de la bande

$$T_3 = T_2 + F_{bi} \quad [\text{III.29}]$$

III.15.3. Détermination de la tension T4

$$T_4 = 6.25(P_b + P_m) \cdot E_{sup} \cdot 0.981 \quad [\text{III.30}]$$

Si la tension T3 étant inférieure à T4, il faut prévoir un contrepoids dimensionné de manière à obtenir la tension T4.

Chapitre III :Dimensionnement d'un convoyeur

Il faut donc supposer $T_3=T_4$ et recalculer en consequence les tensions T_2 et T_1 ce qui donne :

$$T_2=T_3-F_{bi} \quad [III.31]$$

Donc :

$$T_1=F_t+T_2 \quad [III.32]$$

III.15.4.Choix de la bande

Etant donné la tension maximale de service du convoyeur:

La tension de service unitaire de la bande pour 800mm de largeur est obtenue de la manière suivante :

$$T_{max} = \frac{T_{max.10}}{B} \quad [III.33]$$

B = largeur de la bande en mm;

T_{max} = tension de la bande ou la contrainte est la plus forte en [daN]

III.16.Diamètres des tambours

Le dimensionnement du diameter d'un tambour de tête dépend étroitement des caractéristiques du type de bande utilisée. Le tableau III.15 indique les diamètres minimaux recommandés par rapport au type de bande utilisée, pour éviter son endommagement : séparation des nappes ou déchirure de l'armature.

Charge de rupture de la bande	Bande à armature textile EP		
	Ø tambour moteur(mm)	Renvoi(mm)	D'inflexion
200	200	160	125
250	250	200	160
315	315	250	200
400	400	315	250
500	500	400	315
630	630	500	400
800	800	630	500

Tableau.III.15.Diamètres minimaux recommandés pour les tambours

- Pour notre cas nous prenons le diamètre du tambour égale à 400mm

III.16.1.Dimensionnement du tambour

Le dimensionnement du diamètre d'un tambour de tête dépend étroitement des caractéristiques du type de bande utilisée [10].

Le tableau.III.16 indique les diamètres minimaux recommandés par rapport à la largeur de bande utilisée pour :

- ✓ Éviter son endommagement
- ✓ Séparation des nappes.
- ✓ Déchirure de l'armature.

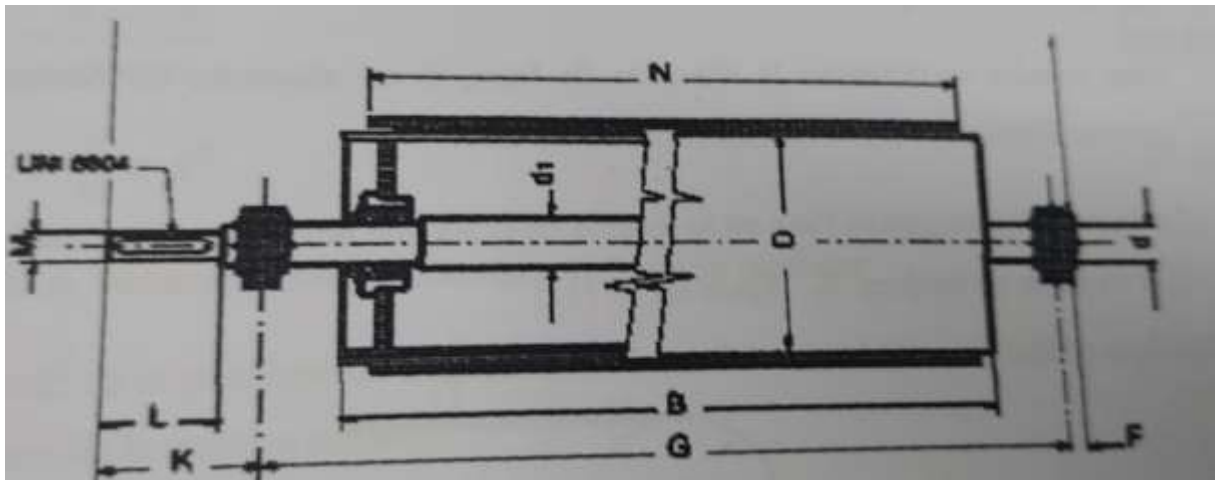


Figure .III.12.Tambours de commande

Le largeur de la bande	Type de tambour											Poids(kg)
	N (mm)		D Mm	B	D	C	d1	M n6	L	K	F	
500	USC	190	600	40	930	45	38	80	145	25	760	38
		270	600	40	930	45	38	80	145	25	760	52
650	USG	270	750	40	1080	45	38	80	145	25	910	62
		320	750	50	1140	55	48	110	180	30	930	79
		400	750	50	1140	55	48	110	180	30	930	111
800	USC	320	950	50	1350	55	48	110	180	30	1140	95
		400	950	50	1350	55	48	110	180	30	1140	133
		520	950	65	1400	70	60	140	225	35	1140	191

Tableau.III.16. Tambours du convoyeur.

Pour notre cas nous prenons le diamètre de tambour égal à 400 [mm] et le poids égal à 133 [kg].

L'axe des tambours est soumis en alternance à des flexions, entraînant des ruptures de fatigue.

Pour calculer correctement le diamètre de l'axe, il est nécessaire de déterminer le moment fléchissant M_f et le moment de torsion M_t .

Le moment fléchissant de l'axe est le résultat de la somme des vecteurs des tensions T_1 et T_2 et du poids du tambour P_t Figure.III.13 [11]

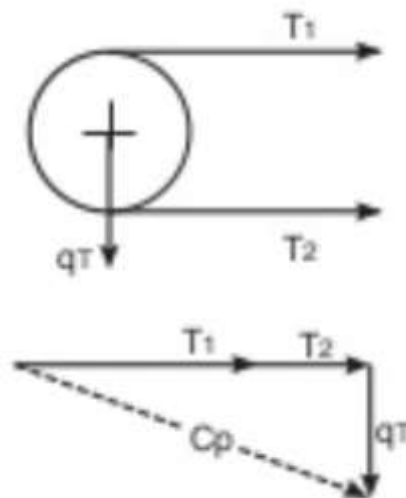


Figure.III.13. La force résultante des tensions F_{rt}

Pour déterminer le diamètre de l'axe, il faut déterminer les valeurs suivantes:

III.16.2. Détermination du moment de tension M_t

$$M_t = \frac{p}{n} \cdot 954,9 \quad [\text{III.34}]$$

III.16.3. Détermination de la résultante des tensions F_{rt}

En procédant par ordre, on obtient:

$$F_{rt} = \sqrt{(T_1 + T_2)^2 + P_t^2} \quad [\text{III.35}]$$

Pt: Poids de tambour [kg]

III.16.4.Détermination du moment fléchissant

$$Mf = \frac{Frt}{2} \cdot K \text{ [III.36]}$$

III.16.5.Détermination du module de résistance (d'inertie)Wt

$$Wt = \frac{Mf \cdot 1000}{\sigma_{amm}} \text{ [III.37]}$$

$$Wt = \frac{\pi}{32} \cdot d^3 \text{ [III.38]}$$

III.16.6.Détermination du diamètre de l'axe de tambour

A partir de la combinaison d'équations simultanées précédentes, on obtient le diamètre de l'axe de la manière suivante :

$$d = \sqrt[3]{\frac{Wi \cdot 32}{\pi}} \text{ [III.39]}$$

d: Diamètre de l'axe du tambour [mm]

Enacier	daN/mm ²
38 NCD	12.2
C 40 Revenu	7.82
C 40 Recuit de normalisation	5.8
Fe 37 Recuit de normalisation	4.4

Tableau III.17. Valeurs des contraintes admissible σ pour différents aciers

III.17.Détermination de la flache du brin inférieur de la bande

Pour le bon fonctionnement du convoyeur il est nécessaire de prévoir une tension suffisante au niveau des tambours menant et mené.

La tension du tambour menant sera régulé par l'intermédiaire d'un grand angle d'enroulement réalisé par un rouleau de détour don't le role et de permettre un contact permanent du brin inférieur de la bande avec le tambour menant.

Chapitre III : Dimensionnement d'un convoyeur

Dans notre partie la tension du bras supérieur sur le tambour mené est assurée par un dispositif de tension à contre-poids. [12]

En effet en l'absence de ces dispositifs, le brin inférieur a tendance à fléchir sous l'action de son propre poids comme le montre le schéma suivant:

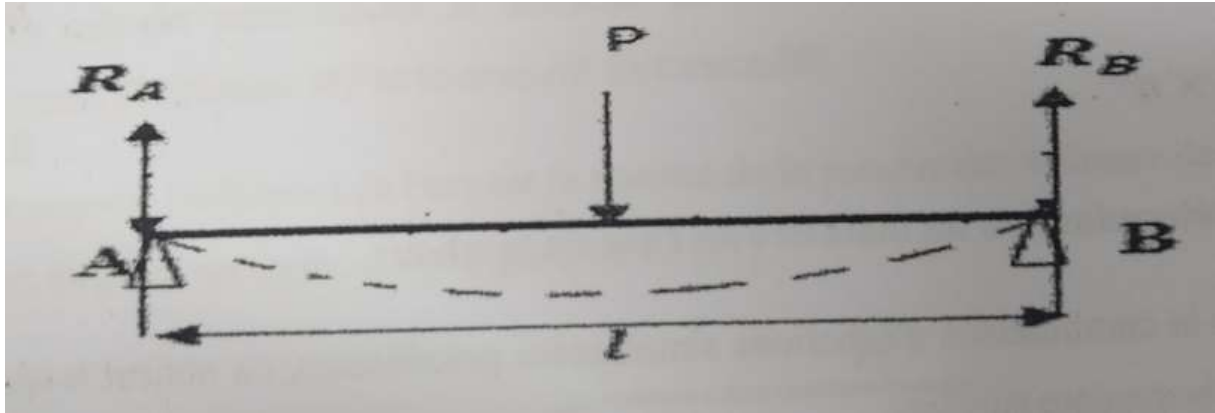


Figure III.14. La flèche du brin inférieur de la bande.

Pour la détermination de la flèche du brin inférieur de la bande nous allons utiliser une des méthodes de résistance de matériau pour sa détermination [9].

Il existe plusieurs méthodes:

- ✓ théorème de castigliano
- ✓ méthode du potentiel de déformation interne
- ✓ l'intégral de mohr
- ✓ la méthode de l'équation différentielle de la ligne élastique
 - pour notre cas nous allons utiliser la méthode de l'équation différentielle de la ligne élastique.

III.17.1. Détermination des réactions des supports

Le système étant symétrique, nous nous attèlerons à étudier la moitié du système les paramètres calculés seront identiques mais opposés dans l'autre moitié.

$$\sum F/x = R_A + R_B - P = 0 \quad [III.40]$$

La poutre étant symétrique, alors:

$$R_a = R_b = \frac{p}{2}$$

III.17.2. Détermination du moment fléchissant

$$\text{Pour : } 0 \leq x \leq \frac{1}{2}$$

$$M_x = R_a \cdot x$$

$$M_x = \frac{p}{2} \cdot x \quad [\text{III.41}]$$

❖ Conditions aux limites:

$$\text{Pour } x = 0: M_x = 0$$

$$\text{Pour } x = \frac{1}{2}: M_x = \frac{p \cdot 1}{4}$$

III.17.3. Détermination des efforts tranchant

$$T_x = \frac{\partial M_x}{\partial x}$$

$$T_x = \frac{p}{2} \quad [\text{III.42}]$$

M_x : Moment fléchissant de la courroie

T_x : L'effort tranchant de la courroie

❖ Conditions aux limites :

$$\text{Pour } x = 0: T_x = \frac{p}{2}$$

$$\text{Pour } x = 1: T_x = -\frac{p}{2}$$

III.17.4. Détermination de l'expression de la déformée

Pour déterminer ce paramètre nous utiliserons l'équation différentielle de la ligne élastique

$$Y''(x) = -\frac{M_x}{E \cdot I} \quad [\text{III.43}]$$

$$Y''(x) = \frac{-1}{E \cdot I} \left[\frac{p \cdot x}{2} \right]$$

$$Y'(x) = w(x) = \int_0^1 y''(x) \cdot dx = \frac{-1}{E \cdot I} \left[\frac{p \cdot x^2}{4} + C \right] \quad [\text{III.43a}]$$

$$Y(x) = \delta(x) = \int_0^1 y'(x) \cdot dx = \frac{-1}{E \cdot I} \left[\frac{p \cdot x^3}{12} + C \cdot x + D \right] \quad [\text{III.43b}]$$

Chapitre III :Dimensionnement d'un convoyeur

Ces deux equations $y'(x)$ et $y(x)$ représentent respectivement les expressions de la rotation et de la déformée (flèche).

Déterminons les constants C et D à partir des conditions aux limites :

Pour $x = 0$: $y(x) = 0 \rightarrow D = 0$

Pour $x = \frac{l}{2}$; $y'(x) = 0$

$$C = \frac{p.l^2}{16.E.I}$$

$$Y(x) = \frac{-1}{E.I} \left[\frac{p.l^3}{12} + \frac{P.l^2}{16} \cdot x \right] \quad [\text{III.43c}]$$

Pour $x = \frac{l}{2}$

$$Y(x) = \frac{-1}{E.I} \left[\frac{P.l^3}{48} \right] \quad [\text{III.4}]$$



Chapitre IV

applications

IV.1.Introduction

Dans cette partie nous allons calculer les valeurs principales des différents paramètres du convoyeur, pour assurer un fonctionnement optimal de ce dernier notamment:

- Le couple moteur et la puissance de celui-ci.
- Le rapport de transmission.
- La charge maximale de la bande ainsi que le poids du matériau.
- L'effort tangentiel (d'entraînement) de la bande.
- Les différentes sollicitations exercées sur la station supérieure et inférieure.
- La tension sur les bandes.

IV.2.Dimensionnement de la puissance mécanique du moteur

IV.2.1.Puissance nominale du moteur

$$P_n = \frac{C_m \cdot \pi \cdot N}{30} \quad [\text{KW}]$$

IV.2.2.Couple moteur

Il est déterminé par la formule suivante:

$$C_m = \frac{P_n}{\omega} = \frac{P_n \cdot 30}{\pi \cdot N} \quad [\text{N.m}]$$

IV.2.3.Puissance absorbée

En considérant un rendement du renvoi et des transmissions de $\eta = 0.86$ nous aurons la puissance absorbée P_a égale à:

$$P_a = \frac{F_t \cdot V}{100 \cdot \eta} \quad [\text{KW}]$$

$$P_a = \frac{14380.2}{100 \cdot 0.86} = 33,4 \quad [\text{KW}]$$

Maintenant déterminons la puissance du moteur électrique nominale

$$P_n = \frac{P_a}{\eta_1} \quad [\text{KW}]$$

η_1 : Rendement du moteur = 0.98

$$P_n = \frac{33.44}{0.98} = 34.12 \quad [\text{KW}]$$

Détermination du couple moteur sachant que le nombre de tours par minute $n=1500$

Trs/mm

La puissance nominale $P_n = 34.1$ [KW]

$$C_m = \frac{P \cdot 30}{\pi \cdot n} = \frac{34.12 \times 1000 \times 30}{\pi \cdot 1500} = 217.32 \quad [\text{N.m}]$$

A partir des normes des moteurs électriques nous aurons un moteur ayant les caractéristiques suivantes: $P_n=45[\text{KW}]$; $C_m=290[\text{N.m}]$; $n=1480$ (tr/mn).

IV.3. Le rapport de réduction

Pour notre projet nous allons prendre un réducteur planétaire à double étage avec le nombre de dents des roués suivant:

$Z_1=10$ dents; $Z_2=20$ dents ; $Z_3=10$ dents

Et une couronne de 76 dents= Z_4

Le rapport de réduction sera:

$$R_r = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{100}{1520} = 0.06$$

IV.4. Calculs des caractéristiques de l'installation envisagé :

IV.4.1. Calculs technique de la bande

IV.4.1.1. Surface utile de la bande

$$S = L \cdot B \quad [\text{m}^2]$$

$$S = 58 \cdot 0.8 = 46.4 \quad [\text{m}^2]$$

IV.4.1.2. Poids de la bande utile

A partir de la masse au m^2 de la bande et de sa surface nous avons déterminé la masse de la bande :

$$P_b = \frac{8.2 \times 46.4}{1} = 380.48 \quad [\text{kg}]$$

IV.4.1.2.1. Poids de la bande au mètre linéaire

$$Pb1 = \frac{Pb}{L} \quad [\text{Kg}]$$

$$Pb1 = \frac{380.48}{58} \quad [\text{kg}]$$

IV.4.2. Calculs relatifs au matériau à transporter

IV.4.2.1. Volume du matériau transporté

$$V_m = L \cdot B \cdot c \cdot h$$

$$V_m = 58 \cdot 0.6 \cdot 0.1 = 3.48 \quad [\text{m}^3]$$

IV.4.2.2. La masse du matériau transporté

Pour notre cas nous prenons le gravier ayant les caractéristiques suivantes :

-masse volumique: 1.44 [t/m³]

-granulométrie 0 à 100 mm

-abrasivité: moyennement abrasif

-angle d'éboulement: ~40°

$$M_m = V_m \cdot P = 3.48 \times 1.44 = 5.011$$

IV.4.2.3. Caractéristiques de l'installation



Figure IV.1. Vue schématique de l'installation envisagée

A partir de la figure IV.1. Nous disposons de la longueur de la bande (l'entre-axe) $L=58\text{m}$

La variation de la hauteur $H=15\text{m}$

La pente = 15°

Condition d'exploitation : normal

Utilisation : 12 heures par jour

A partir de ces données de base, nous pouvons déterminer les autres paramètres que sont

La vitesse, la largeur de la bande, le modèle et le type des stations-supports.

De plus, on peut définir les tensions de la bande en diverses zones critiques et partant de là la puissance absorbée et le type de bande.

IV.4.3.Calcul du débit volumétrique de la bande Iv

Nous allons calculer le débit volumétrique à partir de la vitesse de la bande et le volume des matériaux transportés.

$$I_v = \frac{V \cdot 2 \cdot 3600}{L} = \frac{3.48 \cdot 2 \cdot 3600}{58} = 432 \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

Iv: le débit volumétrique de la bande [m³/h]

A partir du Tableau III.1 on peut définir que le produit peut être classé en C et, la granulométrie étant de 100mm, il en ressort que la vitesse maximale conseillée est de 2m/s.

Pour obtenir ce résultat on doit calculer le débit volumétrique Iv_r pour une inclinaison du convoyeur de α = 15°

L'angle d'entraînement est égal à 45° et l'angle de talutage est égale à 30°, Iv = 576m³/h.

Dans notre cas le débit volumique sera calculé, avec une correction due au mode du fonctionnement du convoyeur (alimentation parfois discontinue)

$$I_{vc} = I_v \cdot K_c \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

K_c : coefficient correcteur = 0.845

$$I_{vc} = 432 \times 0.845 = 365 \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

IV.4.4.Longueur de transition Lt

Le graphique de la Fig.III.9 permet de déterminer la longueur de transition Lt (en fonction de la largeur de la bande et égale 800mm et de l'inclinaison λ = 45° des rouleaux latéraux des stations-supports), pour des bandes à armature textile EP (polyester)

Cette longueur doit dépasser la longueur du périmètre du tambour menant et mené.

Pour notre cas nous prenons:

$$L_t = 1.70 \quad [m]$$

IV.4.5.Choix des rouleaux

Dans le Tableau.III.7, pour une bande de 800 mm et une vitesse de 2m/s on peut choisir des rouleaux de 89 mm de diamètre.

On peut maintenant chercher à déterminer l'effort qui s'exerce sur les rouleaux porteurs et celui qui s'exerce sur les rouleaux du brin inférieur.

En supposant qu'on peut utiliser une bande ayant une catégorie de résistance égale à 315/3 [N/mm], une épaisseur de revêtement 3+1.5, et le poids au mètre carré de la bande P_b de 8.2[kg/m²]

IV.4.5.Effort statique

-Pour les stations porteuses, l'écartement recommandé est de $E_{sup}=1.35m$. [Tableau.III.8]

-Pour les stations inférieures, l'écartement recommandé est de $E_{inf}=3m$. [Tableau.III.8]

IV.4.5.2.Nombre de rouleaux dans le brin supérieur

$$N_{rs} = \frac{L}{E_{sup}}$$

$$N_{rs} = \frac{58}{1.35} = 43 \text{ rouleaux}$$

IV.4.5.3.L'effort statique du brin supérieur

$$F_{st} = E_{sup} \times \left(P_b + \frac{Iv}{V \cdot 3.6} \right) \times 0.918$$

$$F_{st} = 1.35 \times \left(6.56 + \frac{365}{2 \cdot 3.6} \right) \times 0.918 = 67.137 \quad [daN]$$

IV.4.5.4.Effort dynamique

$$F_{dy} = F_{st} \times \mu_{ch} \times \mu_s \times \mu_{en}$$

$$F_{dy} = 67.137 \times 1.04 \times 1 \times 0.9 = 62.840 \quad [daN]$$

Les valeurs de μ_h , μ_s , μ_n suivant les tableaux III.9, 10,11

IV.4.6. Rouleau central

IV.4.6.1. Effort statique

L'effort sur le rouleau central d'une station porteuse est obtenu de la manière suivante:

$$F_{st} = F_{dy} \times \mu_p$$

Où le coefficient de participation d'une station-support à 45° $\mu_p = 0.72$

$$F_{st} = 62.840 \times 0.72 = 45.24 \quad [\text{daN}]$$

IV.4.7. Effort statique des brins inférieurs

IV.4.7.1. Nombre de rouleaux dans le brin inférieur

$$N_{ri} = \frac{L}{E_{inf}}$$

$$N_{ri} = \frac{58}{3} = 19 \text{ rouleaux}$$

Pour les rouleaux inférieurs l'effort statique sera de

$$F_{sti} = E_{inf} \times P_b \times 0.981$$

$$F_{sti} = 3 \times 6.56 \times 0.981 = 19.306 \quad [\text{daN}]$$

IV.4.7.2. Effort dynamique

L'effort dynamique se calcule, en fonction de l'effort statique à partir de la formule suivante :

$$F_{dyi} = F_{sti} \times \mu_s \times \mu_n \times \mu_v$$

$\mu_v = 0.95$: pour le diamètre de rouleaux est égale 89 mm

$$F_{dyi} = 19.306 \times 1 \times 0.9 \times 0.95 = 16.506 \quad [\text{daN}]$$

En choisissant la station inférieure avec des rouleaux ordinaires, l'effort sur le rouleau inférieur sera de :

$$F_{sti} = F_{dyi} \cdot \mu_p$$

Le coefficient de participation avec des rouleaux inférieurs ordinaires $\mu_p = 1$

$$F_{sti} = 16.506 \times 1 = 16.506 \quad [\text{daN}]$$

IV.4.8. Effort tangentiel et absorbée

On peut maintenant déterminer l'effort tangentiel total F_t le pourtour du tambour en déduisant les valeurs P_{pi} , P_{ps} , et P_m

Étant donné:

$D = 89$ diamètre du rouleau

$\mu_f = 0.012$ coefficient de frottement interne du produit et coefficient de frottement des parties tournantes (Tableau III.5)

$\mu_r = 2$ coefficient de résistance fixe (Tableau III.3)

$P_b = 8.2$ [Kg/m²] (en utilisant une bande de résistance classe 315N/mm avec une épaisseur de revêtement de 3mm pour le brin supérieur et 1.5mm pour l'inférieur. (Tableau III.8)

$\mu_{rp} = 1$ coefficient de résistance passive en fonction de la température à [T=20°]

(pour P_{pi} – P_{ps} Tableau III.13)

$$P_{pi} = \frac{\text{poids des parties tournante sstation-supportsupérieur}}{\text{écartement des stations-supérieurs}}$$

$$P_{pi} = \frac{10.4}{1.5} = 7.70 \quad [\text{kg/m}]$$

$$P_{ps} = \frac{\text{poids des parties tournantesstation-supportinférieur}}{\text{écartement des stations-inférieurs}}$$

$$P_{ps} = \frac{7.8}{3} = 2.6 \quad [\text{kg/m}]$$

$$P_m = \frac{Iv}{3.6.v} = \frac{432}{3.6.2} = 60 \quad [\text{kg/m}]$$

On obtient l'effort tangentiel total F_t sur le pourtour du tambour d'entraînement à l'aide de la formule suivante:

$$F_t = F_{bs} + F_{bi}$$

$$F_{bs} = [L \times \mu_r \times \mu_{rp} \times (P_{b1} + P_{m1} + P_{ps}) + H \times (P_{m1} + P_{b1})] \times 0.981$$

$$F_{bs} = [58 \times 2 \times 0.012 \times 1 \times (6.56 + 60 + 7.70) + 15 \times (60 + 6.56)] \times 0.981 = 1080$$

$$F_{bi} = [58 \times 2 \times 0.012 \times 1 \times (6.56 + 2.6) + (15 \times 6.56)] \times 0.981 = 216.87 \quad [\text{daN}]$$

$$F_t = 1080 + 216.87 = 14380 \quad [\text{daN}]$$

IV.4.8.1. Détermination des tensions T_1 et T_2

$$T_2 = F_t \cdot \mu_e \quad [\text{daN}]$$

Le coefficient d'entroulement au dispositif de reprise de tensions à contrepoids pour les tambours caoutchoutés est égale $\mu_e = 0.5$

$$T_2 = 1297.7 \times 0.5 = 648.853 \quad [\text{daN}]$$

La tension maximale en amont du tambour de commande sera de :

$$T_1 = F_t + T_2$$

$$T_1 = 1297.7 + 648.853 = 1946.55 \quad [\text{daN}]$$

IV.4.8.2. Calcule la tension T_3

On obtient donc la tension T_3 par la formule suivante :

$$T_3 = T_2 + F_{bi}$$

$$T_2 = 648.853 + 216.87 = 865.72 \quad [\text{daN}]$$

Pour déduire une incuvation maximale de la bande entre deux stations porteuses égale à 2%, il faut appliquer la formule suivante :

$$T_4 = 6.25(P_b + P_m) E_{sup} \cdot 0.981$$

$$T_4 = 6.25(6.56 + 60) \times 1.5 \times 0.981 = 612.14 \quad [\text{daN}]$$

IV.4.8.3. Tension unitaire de la bande

Etant donné la tension maximale de service du convoyeur T_{max} la tension de service unitaire de la bande pour 800 mm de largeur est obtenue de la manière suivante:

$$T_{umax} = \frac{T_{max} \cdot 10}{B}$$

T_{max} : Tension de la bande au point où la contrainte est la plus forte est égale à T_1 :

$$T_{umax} = \frac{1946.55 \cdot 10}{800} = 24.33 \quad [\text{daN}]$$

IV.5. Calcul du diamètre de l'axe du tambour

$$n = \frac{v \cdot 1000 \cdot 60}{D \cdot \pi} \quad [\text{t/min}]$$

D: diamètre des rouleaux est égale 400mm d'après le Tableau III.16

$$n = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 60}{400 \cdot \pi} = 95.54 \quad [\text{t/min}]$$

IV.5.1. Caractéristiques du tambour de commande

D= 400mm diamètre (selon Tableau 16)

$P_t = 133\text{kg}$ poids du tambour

$n = 95.54$ t/min

$K = 0.18$ m distance entre les supports et les flasques du tambour

Déterminons la résultante F_{rt} des tensions et du poids du tambour (pour des raisons de simplicité, on supposera que T et P_t sont perpendiculaires entre eux)

IV.5.2. Détermination de la force résultante F_{rt}

$$F_{rt} = \sqrt{(T_1 + T_2)^2 + P_t^2}$$

$$F_{rt} = \sqrt{(1946.55 + 648.853)^2 + 133^2} = 2598.8 \quad [\text{daN}]$$

IV.5.3. Détermination du moment de tension M_t

$$M_t = \frac{P_t n}{n} \times 954.9$$

$$M_t = \frac{33.05}{95.54} \times 954.9 = 330.32 \quad [\text{daN.m}]$$

IV.5.4. Détermination du moment fléchissant M_f

$$M_f = \frac{Frt}{2} \times K$$

$$M_f = \frac{2598.8}{2} \times 0.18 = 233.89 \quad [\text{daN.m}]$$

IV.5.5. Détermination du moment fléchissant idéal M_r

$$M_r = \sqrt{mf^2 + 0.75 \cdot Mt^2}$$

$$M_r = \sqrt{233.89^2 + 0.75 \cdot 330.32^2} = 369.51 \quad [\text{daN.m}]$$

IV.5.6. Détermination du module de résistance W_i

$$W_i = \frac{M_r \cdot 1000}{\sigma_{amm}}$$

$\Sigma_{amm} 12.2$ [daN/mm²] d'après le tableau III.17

$$W_i = \frac{369.51 \times 1000}{12.2} = 30287.70 \quad [\text{mm}^2]$$

A partir de la combinaison d'équations simultanées, on obtient le diamètre de l'axe de la manière suivante:

$$d = \sqrt[3]{\frac{W_i \cdot 32}{\pi}}$$

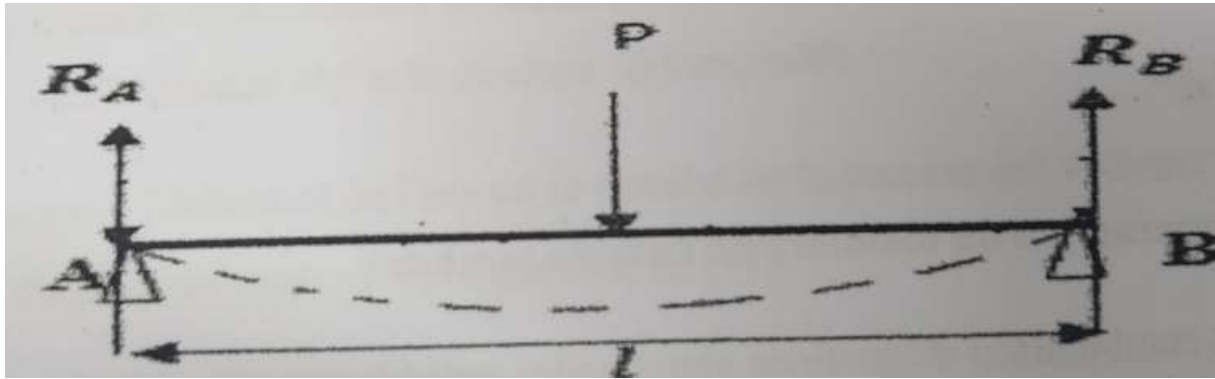
$$d = \sqrt[3]{\frac{30287.70 \cdot 32}{\pi}} = 67.57 \quad [\text{mm}]$$

De ce fait le tambour menant doit avoir un diamètre de 67.57mm.

De ce fait nous prenons le diamètre de l'axe du tambour menant de 80mm

IV.6. Détermination de la fleche maximale du brin inférieur de la bande

En effet Durant le fonctionnement du convoyeur, le brin inférieur a tendance à gondolier selon le schéma suivant:



$$\Sigma F/x - R_a + R_b - P = 0$$

La poutre étant symétrique , alors :

$$R_a = R_b = \frac{P}{2} = \frac{377}{2} = 188.5 \text{ kg}$$

IV.6.1.Détermination du moment fléchissant

Pour : $0 \leq x \leq \frac{l}{2}$

$$M_x = R_a \cdot x$$

Pour $x = \frac{l}{2}$

$$M_x = \frac{377}{2} \times \frac{58}{2} = 5466.5 \text{ [N.m]}$$

Détermination d'effort tranchant

$$T(x) = \frac{\partial M_x}{\partial x}$$

Donc :

$$T(x) = \frac{P}{2} = \frac{377}{2} = 188.5 \text{ [kg]}$$

IV.6.2.Détermination de l'expression de la déformé

Pour déterminer ce paramètre nous utiliserons l'équation différentielle de la ligne élastique

$$Y''(x) = - \frac{M}{E.I}$$

$$Y''(x) = \frac{-1}{E.I} \left[\frac{P \cdot x}{2} \right]$$

$$Y'(x) = W(x) = \int_0^x y''(x) \cdot dx = \frac{-1}{E.I} \left[\frac{P \cdot x^2}{4} + C \right]$$

$$Y(x) = \delta(x) = \int_0^1 y'(x) \cdot dx = \frac{-1}{E.I} \left[\frac{P \cdot x^3}{12} = C \cdot x + D \right]$$

Ces deux equations $y'(x)$ et $y(x)$ représentent respectivement les expressions de la rotation et de la déformée (flèche).

Déterminons les constantes C et D à partir des conditions aux limites :

$$\text{Pour } x = 0: y(x) = 0 \rightarrow D = 0$$

$$\text{Pour } x = \frac{1}{2}; y'(x) = 0$$

$$C = \frac{P \cdot I^2}{16 \cdot E \cdot I} = \frac{377 \times 58^2}{16 \times 10^9 \times 1.88 \times 10^{-6}} = 42.16$$

$$Y(x) = \frac{-1}{E.I} \left[\frac{P \cdot I^3}{12} + \frac{P \cdot I^2}{16} \cdot x \right]$$

$$\text{Pour } x = \frac{1}{2}$$

E: Module de Young de polyethylene égale 1GPA

Î: Moment d'inertie [N.m]

$$Y(x) = \frac{-1}{E.I} \left[\frac{P \cdot I^3}{48} \right] = \frac{-1}{16 \cdot 10^9 \cdot 1.88 \cdot 10^{-6}} \left[\frac{58^3 \cdot 377}{48} \right] = 0.87m$$

Nous remarquons que la fleche est très importante et par consequent il faut la diminuer en ajoutant un certain nombre de rouleaux intermédiaires

Nous prendons un écartement entre 2 rouleaux de trois mètre et il resort que nous aurons besoin de 19 rouleaux intermédiaires en pregnant pour la flèche de chaque section $y(x)=10\text{mm}$ ce qui est admissible.

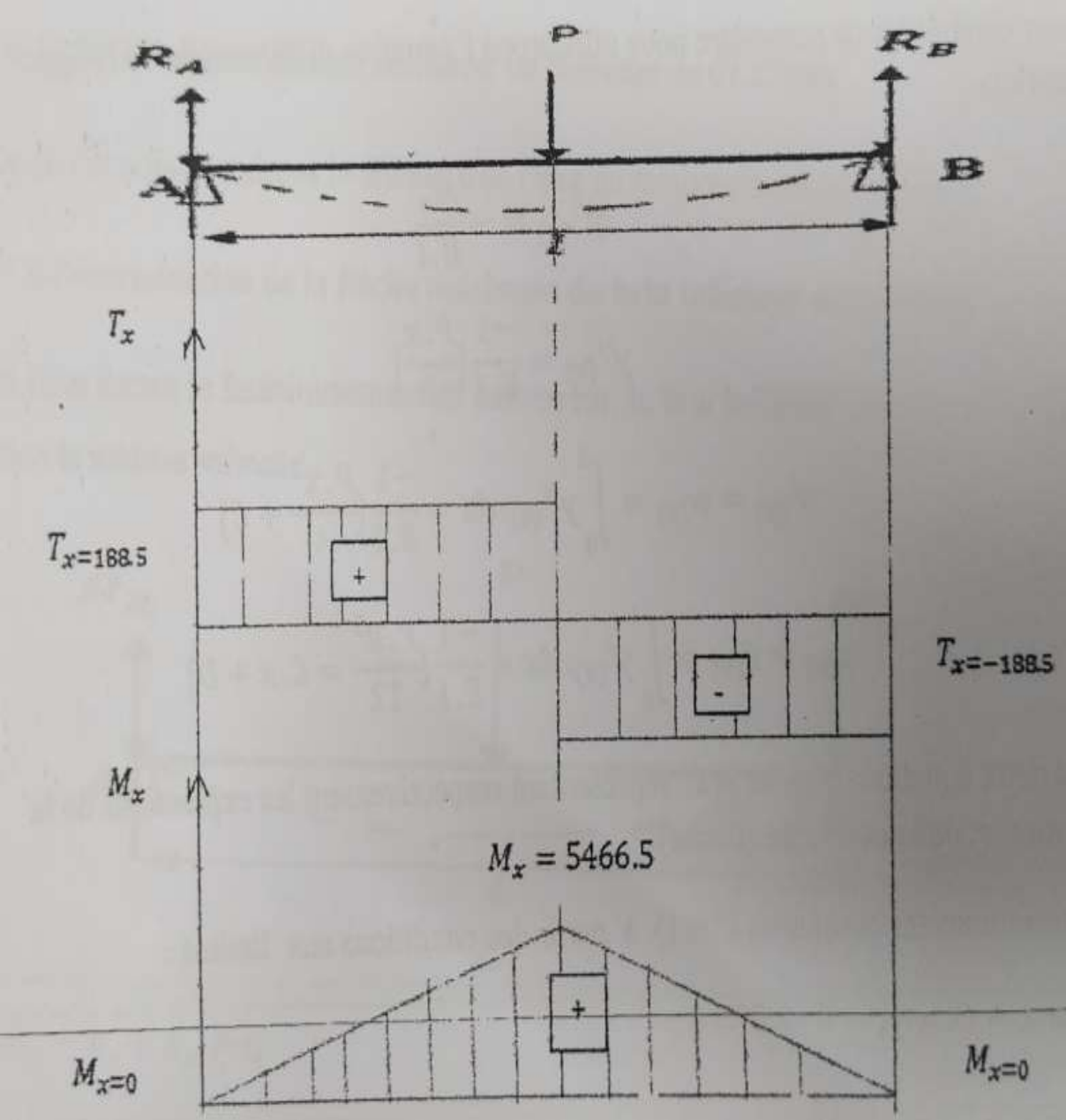


Figure IV.2. Diagramme des moments fléchissant et des efforts tranchant



CHAPITRE V
Maintenance

V.1 Introduction :

La maintenance et la sécurité sont complémentaires, car une maintenance insuffisante peut entraîner une panne du convoyeur et une intervention dangereuse, il est donc important d'éliminer la cause de la panne grâce à un plan de maintenance. C'est pourquoi nous assurons la maintenance corrective et préventive.

Voir l'arbre d'erreur dans la référence croisée :

- _ charge de la bande incorrecte
- _ patinage de la bande sur le tambour moteur
- _ déflexion de la bande de charge
- _ rebond de bande sur toute la longueur
- _ débordement du système de déchargement
- _ intervention préventive ou corrective sur la bande du convoyeur
- _ rupture de bande

V.2 Dispositions à prendre pour assurer la maintenabilité

Lors de la conception de l'équipement, il est important d'inclure des équipements tels que l'amarrage, le remplacement de la bande, le nettoyage et l'entretien de la bande transporteuse. Ces mesures peuvent être permanentes ou temporaires, et les employés doivent être formés.

V.2.1 Lieu pour effectuer des épissures et pour remplacer la bande

Afin de faciliter l'exécution des épissures, il faut:

- _ l'espace est suffisamment grand et les conditions environnementales sont acceptables ;
 - _ Il existe un moyen de desserrer la ceinture de sécurité et de verrouiller le tendeur en position rétractée. Le treuil et le descendeur doivent toujours être dans la position supérieure du tendeur par gravité ;
 - _ la ceinture peut être retirée et fixée dans la position désignée ;
 - il y a une surface suffisamment plane pour retirer le ruban et établir une connexion directe ;
 - _ enfin, une sécurité écrite procédure décrit comment réaliser chaque type de raccordement
- Pour faciliter le remplacement de la bande, il faut s'assurer des points suivants : Laisser la nouvelle bande se trouver à proximité du canal du convoyeur et Ancien ;
- _ un dispositif utilisé pour tirer la courroie de remplacement et l'enfiler dans la nouvelle courroie (par exemple : treuils et supports manuels, tracteurs, etc.);
 - _ il peut s'agir d'un dispositif qui pousse la bande jusqu'au point où la connexion doit être fait, et atteint une position suffisamment grande pour effectuer la connexion (voir ci-dessus) ;

_un dispositif utilisé pour desserrer la ceinture de sécurité et fixer le tendeur en position rétractée. En raison de la gravité, le treuil et le dispositif de serrage doivent toujours être situés dans la partie supérieure de la pièce ;

_enfin, une procédure de sécurité écrite doit décrire comment remplacer la courroie

V.2.2 Lieux de nettoyage fréquent

Bien que toutes les mesures aient été prises pour réduire les déversements et l'accumulation sous la bande transporteuse et favoriser la collecte des matériaux, les travaux de nettoyage doivent encore être poursuivis. Les zones dangereuses ne sont pas encore protégées, il est donc important de prévoir des zones plus susceptibles de déborder pour assurer une propreté sûre.[14].

La zone de nettoyage doit généralement être située :

- à proximité du point de chargement,
- sur une certaine longueur de bande transporteuse après le point de chargement,
- sous la première poulie ;

En plus d'évacuer les personnes de la zone dangereuse et de simplifier le travail, d'autres méthodes peuvent être utilisées : rapprocher le déversement de la pente du lieu (voir Figure 41), outils spéciaux (grattoirs ou grattoirs appropriés), etc.

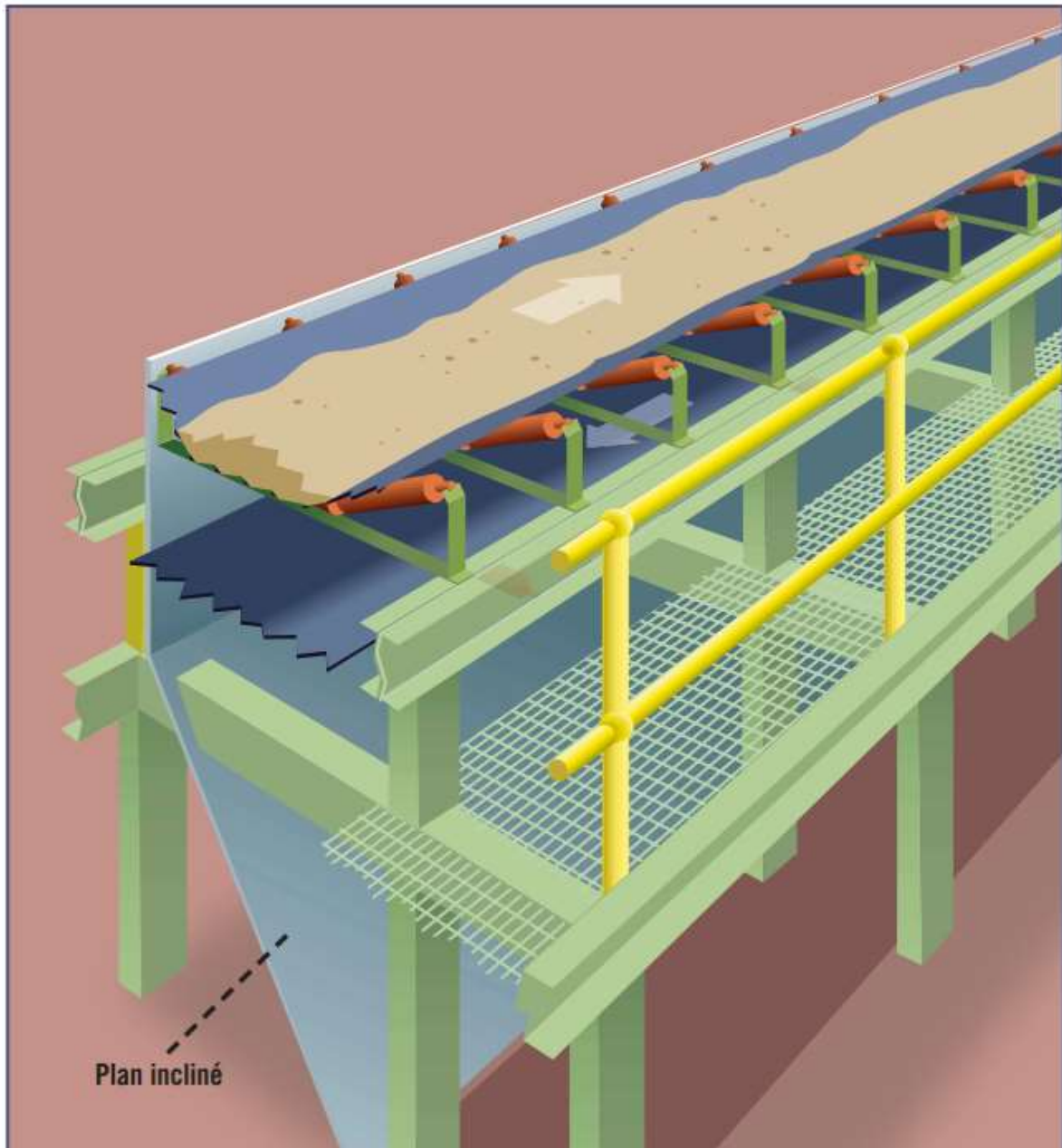


Figure V_1EXEMPLE DE PLAN INCLINÉ POUR FACILITERLE NETTOYAGE[14]

Enfin, il est important d'effectuer des nettoyages réguliers pour éviter que les dépôts n'atteignent un niveau critique, au-delà duquel certaines pièces peuvent être difficiles à manœuvrer (seaux en plastique près du sol, etc.)[14]

V.3Maintenancecorrective

La maintenance corrective exige, entre autres, une bonne connaissance du fonctionnement et des dysfonctionnements du convoyeur afin de pouvoir remettre le convoyeur en état de marche le plus vite possible. Il ne faut pas oublier que les interventions pour corriger un dysfonctionnement du convoyeur sont causes d'accidents. Afin de trouver les causes des

défaillances et des dysfonctionnements qui ont mené à l'accident, le préposé à la maintenance abesoind'outilsdediagnostic.Ilpeuteservirdestableaux[14]

V.3.1 Dysfonctionnements du convoyeur et causes probables

Le tableau 4-1 présentent les liens entre les dysfonctionnements des convoyeurs,leurs causes probables et les solutions qui peuvent y être apportées. Ils sont issus de l'expé-rience des utilisateurs, du personnel de maintenance et des fabricants de convoyeurs. De plus, dans le tableau suivant :

Dysfonctionnements pouvant créer un incidentde production ou un accident	Causes.dysfonctionnement	Solutions recommandées
Décentrage de bande à la hauteur du tambour de queue	L'effort du tendeur est trop faible	Recalculer l'effort requis et l'ajuster en conséquence Ajuster le poids ou la vis de tension en conséquence.
Décentrage de la courroie sur toute la longueur du convoyeur	La courroie est plus étirée d'un côté que de l'autre	Prévoir un peu de temps pour que la nouvelle courroie se mette en place. Si la courroie ne se met pas en place correctement pendant la période de rodage ou si elle n'est pas neuve, enlever la portion trop étirée et effectuer l'épissure sur une nouvelle portion de la courroie.
Déformation de la courroie par endroits, causant une déviation	La courroie est voilée L'épissure de la courroie est de mauvaise facture ou inadéquate.	Au moment de l'entreposage, il faut bien enrouler la courroie (les bords du rouleau doivent être bien droits). Éviter l'entreposage dans des endroits humides. Utiliser les agrafes qui conviennent Resserrer les agrafes après avoir fait fonctionner le convoyeur pendant un certain temps Enlever l'épissure et la

		refaire si elle a été mal exécutée.
Décentrage de la courroie à la hauteur du tambour de tête	Les rouleaux mal répartis.	Modifier l'emplacement des rouleaux ou insérer des rouleaux additionnels espacés pour supporter adéquatement la courroie
Décentrage de la courroie d'un côté sur toute la longueur à la hauteur d'une série de rouleaux	Il y a une accumulation de matériaux fins entre la courroie et le tambour.	Enlever les accumulations. Installer un dispositif de nettoyage de la courroie, et le racleurs et un racleur en «V» inversé pour empêcher l'insertion de matériaux entre la courroie et le tambour. Installer une plaque de protection entre le brin porteur et le brin de retour
Glissement de la courroie	La capacité d'entraînement entre le tambour moteur et la courroie insuffisante	Utiliser une garniture adéquate sur le tambour moteur ou la remplacer si elle est usée. Dans des conditions humides, utiliser des garnitures rainurées. Installer un dispositif de nettoyage adéquat.
Délabrement du tissu, fissuration de l'armature, éclatement, rainures (points tendres sur la courroie)	Le protecteur de la carcasse de la courroie manque ou est inadéquat.	Installer une nouvelle courroie pourvue du protecteur de carcasse adapté à l'usage
Séparation des couches de la courroie	La vitesse de la courroie est trop grande	Réduire la vitesse de la courroie.
Usure du rouleau	Les rouleaux mal répartis.	Modifier l'emplacement des rouleaux ou insérer des rouleaux additionnels espacés pour supporter adéquatement la courroie

V.4 Maintenance préventive

Les interventions de maintenance préventive doivent être effectuées conformément aux exigences hSécurité du convoyeur à bande de direction.

Un programme de maintenance préventive doit être mis en œuvre pour réduire les interventions de maintenance corrective. Par exemple, des bobines réglées (ou sur le point de l'être).

Il doit être remplacé immédiatement, car il peut user et couper la courroie ainsi Augmenter le risque de tomber dans un piège. Des inspections visuelles et des tests de vibration peuvent également être effectués régulièrement pour détecter toute position anormale.[14] .[15].

V.4.1 Maintenance des éléments en mouvement

Un programme de lubrification régulier pour les pièces rotatives ou mobiles doit être Établi. Ce programme devrait tenir compte, entre autres, du fait que les bobines en La hauteur de la zone de chargement peut nécessiter une lubrification plus fréquente que celle Qui se trouve sur la partie droite du convoyeur. C'est pareil pour les bobines.

Il se trouve dans les zones de transition et d'inclinaison, et est plus sollicité en raison de la tension de la courroie.

Les poulies et roulements, le réglage des roulements et du porte-à-faux, ainsi que l'alignement des poulies par rapport à la courroie et au châssis doivent être vérifiés soigneusement et régulièrement

V.5 Conception des protecteurs

Avant de concevoir des protections, il est important de prendre en compte les facteurs de conception décrits dans ce guide pour réduire le nombre d'interventions de nettoyage et maintenance, et donc le risque d'accident. Cependant, même si le transporteur Ça marche bien, encore faut-il protéger les zones dangereuses

Pour concevoir les dispositifs de protection, il faut analyser les besoins du personnel chargé de la production et de la maintenance. Ainsi, avant la conception, il est important de savoir : à quoi servira le convoyeur (caractéristiques des matériaux transportés, fréquence et durée d'utilisation, etc.) ;

où le convoyeur sera situé (proximité des autres machines, des voies de service et de circulation) ;

quel est le programme de maintenance prévu ;

dans quelles conditions environnementales le convoyeur sera utilisé ;[14].[15]



Conclusion Générale

Conclusion générale :

Dans notre étude concernant le projet d'un convoyeur à bande pour le transport d'agrégats, sur une distance donnée et une hauteur précise, nous avons mis en relief l'avantage de ce type de transport par rapport à d'autres moyens sur différents plans tant techniques qu'économiques.

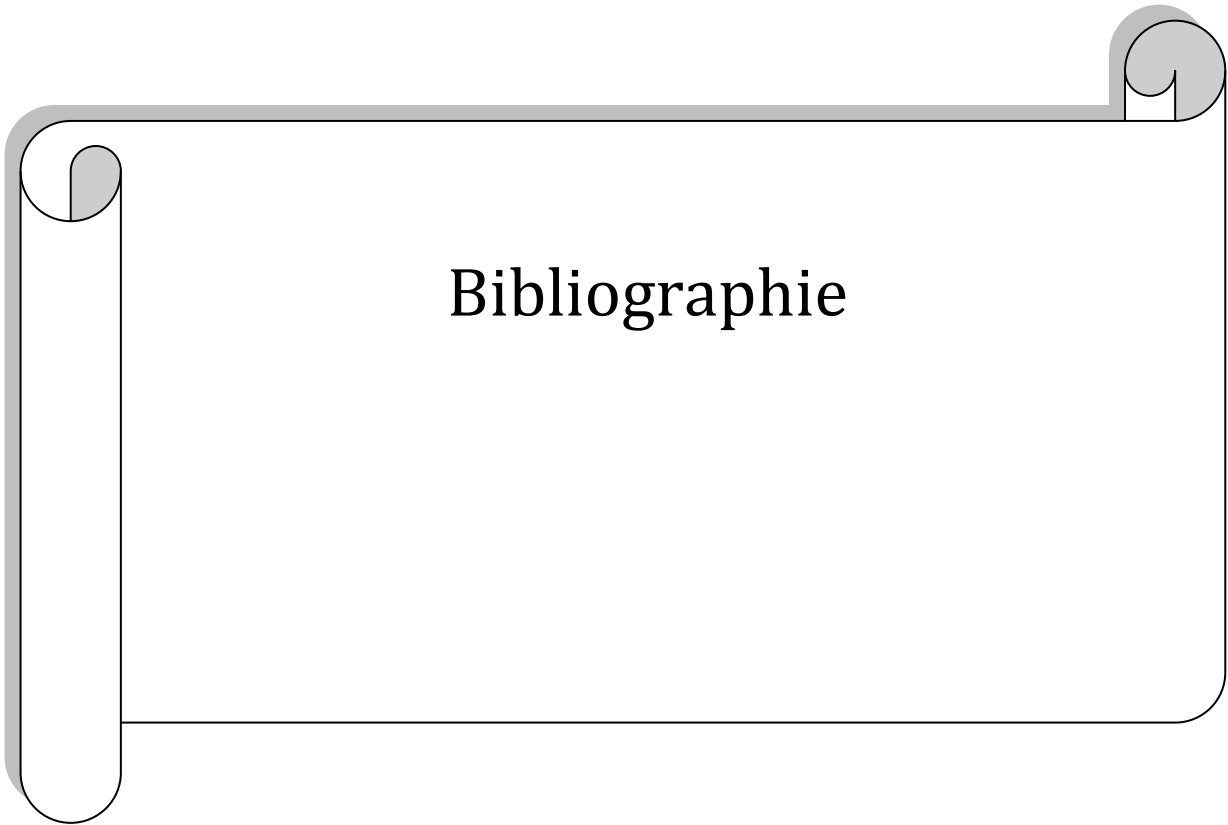
Le convoyeur a pour objectif de transporter des produits en vrac ou emballés en circuit fermé le système étant basé sur une bande infinie jouant le rôle d'une courroie, animée à partir d'un moteur central et d'un réducteur d'un tambour menant déplaçant linéairement une bande continue chargé de ces matériaux et d'un tambour mené ramenant cette même bande vers la ligne de départ.

Pendant l'établissement de cette étude nous avons mis en exerce :

- Le choix de la bande et de ses caractéristiques techniques.
- Le calcul de la motorisation
- Le calcul cinématique du type de réducteur de vitesse retenu
- Le calcul des caractéristiques de l'installation avec le dimensionnement de l'axe du tambour menant et le dispositif de tension.

Parmi les autres systèmes de transport, le plus compétitif est certainement le transport par camion. Par rapport à ce dernier, le convoyeur à bande présente les avantages suivants :

- Réduction des effectifs nécessaires,
- Réduction de la consommation d'énergie,
- Longs intervalles entre les périodes de maintenance,
- Indépendance du système par rapport à son environnement,
- Réduction des coûts d'exploitation.



Bibliographie

Bibliographie

- [1] B. V. Faddeyev "Historique de l'utilisation des convoyeurs à bande dans les travaux miniers", 1971
- [2] F. Esnault, "Construction mécanique" transmission de puissance par lien flexible", DUNOD, Paris, 1996, nouvelle présentation 1999, ISBN2-10-004703-5.
- [3] FICAP-ZI-23, rue Albert Einstein-77480 BRAY-SUR-SEINE
- [4] MetsoMinerals, "Système de Centrage de Bandes Transporteuses" North and Central America 3073 South Chase Avenue Milwaukee, WI53207 USA
- [5] Commutation technique, des contacteurs : BEP métiers de l'Électrotechnique. *LP descriptives 76400 FECAMP.*
- [6] R. Borzec, "Réducteurs de vitesse à engrenages" Techniques de l'Ingénieur, traité Génie mécanique, Doc. B 5 642.
- [7] J.L. Fanchon "guide de génie mécanique", Ed. Nathan, France, 2008.
- [8] S. Charlemagne, Modélisation et commande d'un système de transport de bande textile, application des concepts multi machines", thèse de doctorat, Lille 2003
- [9] S.P. Timoshenko "résistance des matériaux tome-1, Paris, 1968.
- [10] G.R. Nicolet "conception et calcul des éléments de machines volume-2" école d'ingénieurs de Fribourg (E.I.F) 2006
- [11] L.A. Burguer, "calcul de fiabilité des éléments de machines Moscou -1979
- [12] L. Miropolov. "Problème de résistance des matériaux", Ed. Mir- Moscou 1986
- [13] G. Pissarenko-"Aide mémoire de RDM" -Ed. Mir Moscou 1986.
- [14] <http://www.csst.qc.ca> (visite le 30 mai 2021)
- [15] F. L. Smidh, Catalogue d'instruction de convoyeur (BC-020), Montage, fonctionnement et maintenance, Edition LAFARGE, Paris, 2009, 45 pp.