



République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة العربي التبسي - تبسة
Université Larbi Tebessi – Tébessa
معهد المناجم
Institut des Mines
قسم الألكتروميكا
Département Electromécanique



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention d'un diplôme de Master

Filière : Electromécanique

Option : Electromécanique minier

ETUDE DES PROBLEMES D'USURE DES BANDES TRANSPORTEUSES 'CAS DE LA CIMENTERIE D'EL-MALABIOD' TEBESSA

Réalise Par

AIT IDIR SALAH

Soutenu Publiquement, devant le jury composé de :

| | | | |
|-------------------|-----|-----------|---------------------------------|
| Soudani Med Salah | MAA | Président | Université Larbi TebessiTébessa |
| Taleb Mounia | MCA | Encadreur | Université Larbi TebessiTébessa |
| Rechach Abdelkrim | MCA | Examineur | Université Larbi TebessiTébessa |

Promotion 2022-2023

Remerciements

En termes de rédaction de ce mémoire, je remercie

DIEU qui a toujours éclairé notre vie par le

*S'avoit, et qui nous a donné le courage, la force et la volonté pour
réaliser ce modeste travail.*

*Je tiens à remercier tout particulièrement mon encadreur Dr
Talbi M pour m'avoir permis de réaliser ce travail et pour son
aide, son accueil et sa disponibilité.*

*Guider et conseiller durant ma préparation de la
Mémoire.*

*Je tiens à remercier aussi les ingénieurs et les techniciens de
La cimenterie d'El-malabiod Tébessa*

Spécialement mon cher oncle zeghoane rachid

*Je tiens à remercier aussi les membres du jury qui
Mon fait l'honneur de juger mon travail Dr Soudani med-salah et
Dr rechach abdelkrim*

*Enfin, je tiens également à remercier toutes les
Personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation
De ce modeste travail.*

Dédicas

Je dédie ce modeste travail à :
Ma chère mère et mon cher père
mon frère et ma sœur, mon grand père ma grande mère
et mes oncles, mes cousins, que dieu les protège Tous
les enseignants qui m'ont aidé,
Et pour tous mes amis
Et les étudiants de Génie Electromécanique,

Promotion (2022-2023).

RESUME

Dans cette étude, nous présenterons les différents types de transport dans les mines et carrières, concentrée essentiellement sur les bandes transporteuses et leur composante clé puis nous allons décortiqué les problèmes des bande transporteuse et spécialement les problèmes d'usure qui est le principal problème dont il souffre le convoyeur en générale, tout en dénonc des solutions a chaque problème, afin d'améliorer leur efficacité aussi dans notre étude nous proposons d'autre perspectives et de nouvelles solution pour le cas de la cimenterie d'el-malabiod Tébessa .

ABSTRACT

In this study, we will present the different types of transport in mines and quarries, focusing mainly on conveyor belts and their key component, then we will dissect the problems of conveyor belts and especially the problems of wear, which is the main problem. suffers the conveyor in general, while denons solutions to each problem, in order to improve their efficiency also in our study we propose other perspectives and new solutions for the case of the cement factory of el-malabiod Tébessa.

ملخص

هذه الدراسة ، سوف نقدم أنواع النقل المختلفة في المناجم والمحاجر ، مع التركيز بشكل أساسي على السيور الناقلية ومكوناتها الرئيسية ، ثم سنقوم بتشريح مشاكل السيور الناقلية وخاصة مشاكل التآكل والتي تعتبر المشكلة الرئيسية. الناقل بشكل عام ، بينما حلول معطاة لكل مشكلة ، من أجل تحسين كفاءتها أيضًا في دراستنا ، نقترح وجهات نظر أخرى وحلولاً جديدة لحالة مصنع الأسمنت في الماء الأبيض تبسه

Table des matières

| | |
|--|----|
| CHAPITRE I : LES MODES DE TRANSPORT DANS LES MINES..... | 15 |
| 1. INTRODUCTION | 15 |
| 1.1. Généralités | 15 |
| 2. Les différents types de mines et leurs caractéristiques géographiques | 15 |
| 2.1. Définition de transport dans le domaine des mines | 17 |
| 3. les différents modes de transports..... | 18 |
| 3.1. le transport par camion | 18 |
| 3.2. Le transport par convoyeur à bande | 19 |
| 3.3. LE TRANSPORT PAR CHEMIN DE FER..... | 22 |
| 3.4. le transport par ascenseur..... | 24 |
| 3.5. Les modes de transport auxiliaire | 27 |
| 3.6. Compatibilité entre le chargement et le transport | 32 |
| 3.7. Le choix de mode de transport..... | 32 |
| 4. Conclusion du chapitre | 34 |
| CHAPITRE II LES CONVOYEURS A BANDE | 36 |
| 1. INTRODUCTION | 36 |
| 2. Les différents types des convoyeurs | 37 |
| 2.1. Les convoyeurs a écailles..... | 37 |
| 2.2. LES CONVOYEURS A RACLETTES | 38 |
| 2.3. Le convoyeur a bande..... | 39 |
| 2.4. Les types secondaires de convoyeurs..... | 41 |
| 3. LA BANDE..... | 42 |
| 3.1. Types des bandes..... | 44 |
| 3.2. Les rouleaux..... | 45 |
| 3.3. Les formes des rouleaux..... | 48 |
| 4. LES METHODES DE JONCTIONNEMENT DES BANDES | 50 |
| 4.1. Jonction mécanique par agrafes..... | 50 |
| 4.2. Jonction mécanique par crochets..... | 50 |
| 4.3. Jonction à chaud | 50 |
| 4.4. Jonction par collage | 51 |
| 4.5. Jonction par recouvrement | 51 |
| 5. LES MOTEURS | 51 |
| 5.1. Fonctionnement du moteur de convoyeur | 52 |
| 5.2. LES TYPES DE MOTEURS DE CONVOYEUR | 53 |
| 6. LES TAMBOURS..... | 53 |
| 6.1. Composition des tambours | 53 |
| 6.2. Fonctionnement des tambours | 53 |

| | | |
|--------------|--|----|
| 6.3. | Types de tambours | 54 |
| 6.4. | Entretien des tambours | 54 |
| 7. | NETTOYAGE DES BANDES | 54 |
| 7.1. | Méthodes de nettoyage | 55 |
| 7.2. | Équipements de nettoyage..... | 55 |
| 7.3. | Précautions de sécurité | 55 |
| 8. | DISPOSITIFS DE TENSION POUR LES CONVOYEURS..... | 55 |
| 8.1. | Rôle des dispositifs de tension | 55 |
| 8.2. | Types de dispositifs de tension..... | 55 |
| 9. | INFRASTRUCTURE | 56 |
| 9.1. | Structure de support | 56 |
| 9.2. | Rouleaux et tambours | 56 |
| 9.3. | Bande transporteuse | 57 |
| 9.4. | Dispositifs de tension..... | 57 |
| 9.5. | Système d'entraînement | 57 |
| 9.6. | Dispositifs de nettoyage | 57 |
| 9.7. | Système de contrôle | 57 |
| 10. | Conclusion du chapitre..... | 55 |
| CHAPITRE III | CALCUL DES CONVOYEURS A BANDE | 60 |
| 1. | INTRODUCTION | 60 |
| 2. | L'ordre de calcul | 60 |
| 2.2. | PRODUIT TRANSPORTE..... | 66 |
| 2.3. | Parcours du produit transporté..... | 68 |
| 3. | LARGEUR ET LONGEUR DE LA BANDE | 68 |
| 4. | LA VITESSE DE LA BANDE | 69 |
| 5. | La masse | 71 |
| 5.1. | Masse de stations de rouleaux..... | 73 |
| 5.2. | coefficient de résistance..... | 74 |
| 5.3. | Puissance d'entraînement | 75 |
| 5.4. | Force périphérique | 75 |
| 6. | Patinage de la bande autour de tambour d'entraînement | 76 |
| 6.1. | Surchauffe du moteur | 76 |
| 6.2. | Déversement de matériel..... | 76 |
| 7. | L'épaisseur de la bande | 76 |
| 7.1. | Facteurs influençant l'épaisseur de la bande | 77 |
| 7.2. | Conséquences de l'épaisseur inappropriée de la bande..... | 78 |
| 8. | Facteur de sécurité de la bande | 79 |
| CHAPITRE IV | : Solutions pour améliorer les performances des bandes transporteuses..... | 81 |

| | |
|---|----------------------------------|
| 1. Introduction..... | 81 |
| 2. Problématique et solutions proposées | 82 |
| 2.1. Niveaux de la bande | خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة. |
| 2.2. L'accumulation de matière au niveau des tambours | 84 |
| 3. Usure des rouleaux..... | 85 |
| 3.1. Freinage des rouleaux | 85 |
| 3.2. Mauvais alignement | 86 |
| 4. Proposition de nouvelles solutions | 88 |
| 4.1. Cas de la bande (A1J04)..... | 88 |
| 4.2. Convoyeur en pipe..... | 88 |
| 4.3. Caractéristiques du Pipe Conveyor..... | 88 |
| 4.4. Principe du Pipe Conveyor..... | 89 |
| 4.5. Le coût du projet selon les normes disponibles sur le marché | 92 |
| 4.6. Les avantage | 93 |
| 5. La deuxième solution (Le système autocentreure) | 95 |
| 5.1. Principe de fonctionnement..... | 95 |
| 5.2. Choix de type | 96 |
| 5.3. Exemples d'implantation | 97 |
| 5.4. Les avantages..... | 97 |
| 5.5. Conclusion | 98 |
| Conclusion générale | 98 |
| Bibliographie | 100 |
| Annexes | 108 |

Table des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 Granulométrie des produits..... | 67 |
| Tableau 2 La largeur de la bande en fonction de sa charge de rupture et de l'inclinaison des rouleaux latéraux | 69 |
| Tableau 3 caractéristiques physiques, de la granulométrie du matériau transporté et de la largeur de la bande utilisée | 70 |
| Tableau 4 Résistance à l'avancement des rouleaux – porteurs | 72 |
| Tableau 5 Coefficient de frottement interne f des produits et des parties tournantes. | 74 |
| Tableau 6 Coefficient de résistance passive en fonction de la température. | 74 |
| Tableau 7 Caractéristique des bande (A1J04,A1U15) | 88 |

Table des figures

| | |
|---|----------------------------------|
| Figure 1 Mine à ciel ouvert..... | 16 |
| Figure 2 La mine souterraine..... | 17 |
| Figure 3 Camion minier de l'industrie..... | 18 |
| Figure 4 Schéma du convoyeur à bande..... | 20 |
| Figure 5 Transport par chemin de fer..... | 23 |
| Figure 6 L'ascenseur minier..... | 25 |
| Figure 7 Chargeuse-transporteuse..... | 28 |
| Figure 8 Le transport par skipe..... | 29 |
| Figure 9 Transport par telepherique mine du charbon..... | 30 |
| Figure 10 Schéma simplifié d'un convoyeur à bande..... | 36 |
| Figure 11 Structure du convoyeur à écailles..... | 37 |
| Figure 12 Convoyeurs à raclettes..... | 39 |
| Figure 13 Convoyeur a bande, plate en V..... | 40 |
| Figure 14 Convoyeur à bande avec supports de centrage..... | 41 |
| Figure 15 la conception du la bande..... | 42 |
| Figure 16 Type d'une bande en caoutchouc..... | 43 |
| Figure 17 Bande textile..... | 44 |
| Figure 18 Structure du rouleaux..... | 46 |
| Figure 19 Type des rouleaux..... | 48 |
| Figure 20 Rouleaux en acier..... | 48 |
| Figure 21 Rouleaux en caoutchouc..... | 48 |
| Figure 22 Rouleaux en polyuréthane..... | 49 |
| Figure 23 Rouleaux à rainure en V..... | 49 |
| Figure 24 Rouleaux amortisseur..... | 49 |
| Figure 25 Conception du moteur du convoyeur..... | 52 |
| Figure 26 Angle de talus naturel..... | 66 |
| Figure 27 Angle de surcharge..... | 66 |
| Figure 28 Parcours du produit transporté..... | 68 |
| Figure 29 Résistance à l'avancement pour une bande transporteuse..... | 71 |
| Figure 30 Ecartement des stations-supports..... | 73 |
| Figure 31 Profil à hauteur variable..... | 75 |
| Figure 32 Distribution des forces de traction..... | 76 |
| Figure 33 Principe du Pipe Conveyor..... | 89 |
| Figure 34 Conception du convoyeur en pipe..... | 89 |
| Figure 35 Zone de fermeture de la bande..... | 90 |
| Figure 36 Zone de chargement..... | 90 |
| Figure 37 bande fermée pendant le transport..... | خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة. |
| Figure 38 Zone de déchargement du matériau..... | 90 |
| Figure 39 Transporte de matériau sur les deux brins..... | 92 |
| Figure 40 Exemple de réalisation du convoyeur en pipe..... | خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة. |
| Figure 41 Chemin de convoyeur en pipe 10 km..... | 94 |
| Figure 42 Etape de fermeture..... | 94 |
| Figure 43 Fraicheur générale de l'autocentreur..... | 95 |
| Figure 44 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT..... | 96 |
| Figure 45 Dimensions contrôlées..... | 96 |
| figure 46 exemples d'implantatio..... | 97 |

Symboles

| | |
|-----------------------------|--|
| V | Vitesse de la bande m/s |
| η | Rendement de système de convoyeur _ |
| lv | Capacité de charge de la bande t/h |
| qs | Masse volumique du produit t/m ³ |
| T1 | Tension sur le brin supérieur de la bande daN |
| T2 | Tension sur le brin inférieur de la bande daN |
| fα | Coefficient de frottement entre la bande et le tambour en fonction de l'angle d'enroulement _ |
| e | Basse logarithmique naturelle qui est égale à 2,718 2.718 |
| a0 | Ecartement des stations supérieures m |
| au | Ecartement des stations inférieures m |
| IVT | Volume transporté à une vitesse de 1 m/s m ³ /h |
| Anom | Section nominale d'un convoyeur à bande |
| ps | Densité du matériau solide en vrac transporté Kg/m ² |
| Vnom | Vitesse nominale du convoyeur à bande m/s |
| Vnom | Vitesse nominale m/s |
| Vact | Vitesse réelle non nominale (inférieur à la vitesse nominale) m/s |
| Qact | Taux d'alimentation réel |
| Qnom | Capacité nominale de convoyeur t/h |
| Aact | Section transversale du matériau sur la bande lorsque le convoyeur tourne à la vitesse nominale M2 |
| SA,min | Facteur de sécurité minimum dans les opérations stationnaires _ |
| SB,min | Facteur de sécurité minimum dans les opérations transitoires _ |
| Tmax;A | Tension maximale de travail en sécurité dans les opérations stationnaires daN |
| Tmax;,B | Tension maximale de travail en sécurité dans les opérations transitoires daN |
| kN | Tension de la bande ou résistance à la rupture minimale daN |
| Pm | Puissance mécanique Kw |
| Fd | Forces d'entraînement exercées sur le tambour d'entraînement daN |
| Pe | Puissance électrique Kw |
| ηsys | Rendement de système de convoyeur à bande _ |
| Fd | Forces motrices daN |
| Ff | Résistances totales de mouvement le long du trajet de transport daN |
| FH | Résistance principale daN |
| FN | Résistances secondaires daN |
| FSt | Résistances due à l'inclinaison daN |
| FS | Résistances spéciales daN |
| L | Longueur du convoyeur m |
| m'roll | Masse métrique des rouleaux intermédiaires Kg/m |
| m'belt | Masse métrique de la bande Kg/m |
| m'bulk | Masse métrique de la matière solide en vrac sur la bande Kg/m |
| δ | Angle d'inclinaison d'un système de convoyeur à bande [°] |

Introduction générale

Les bandes transporteuses sont l'un des composants les plus importants des convoyeurs, largement utilisés dans les mines et les industries lourdes pour transporter des matériaux en vrac sur de longues distances. En Algérie, les convoyeurs sont essentiels pour le transport de matériaux dans les mines, mais ils sont souvent confrontés à des problèmes tels que la défaillance des bandes transporteuses, la contamination, l'usure excessive et les défaillances mécaniques et les problème des tensions, Cette étude vise à identifier les problèmes courants des bandes transporteuses dans les convoyeurs en Algérie et à proposer des solutions pour améliorer leur efficacité et leur fiabilité.

Les mines en Algérie utilisent plusieurs modes de transport pour déplacer les matériaux extraits des zones minières vers les zones de traitement et de stockage. Les modes de transport les plus couramment utilisés sont les convoyeurs à bande, les camions et les wagons. Les convoyeurs à bande sont souvent préférés aux autres modes de transport en raison de leur capacité à transporter de grandes quantités de matériaux sur de longues distances de manière continue et fiable.

La défaillance des bandes peut être causée par une mauvaise conception ou une mauvaise utilisation, ce qui peut entraîner une perte de production et une augmentation des coûts de maintenance. L'usure excessive peut être causée par une utilisation prolongée des bandes transporteuses, tandis que la contamination peut être causée par des particules étrangères qui s'accumulent sur les bandes. Les défaillances mécaniques, quant à elles, peuvent être causées par une utilisation excessive des convoyeurs ou par des chocs sur les bandes transporteuses, il existe de nombreuses solutions aux problèmes courants des bandes transporteuses, notamment l'utilisation de matériaux de haute qualité pour fabriquer les bandes, la mise en œuvre d'un programme d'entretien préventif régulier pour les convoyeurs, la mise en œuvre de systèmes de surveillance de la tension des bandes et l'utilisation de systèmes de nettoyage des bandes transporteuses pour réduire la contamination.

Cette étude est structurée en 4 chapitres, le premier chapitre est sur les différents modes de transport dans les mines et les carrières, dans le deuxième chapitre nous présentons les convoyeurs à bande, puis dans le troisième chapitre en basées sur les calculs des convoyeurs à bande, et dans le chapitre finale nous proposons des solutions pour améliorer les performances des bandes transporteuses et suggérerons la meilleure solution pour réduire les problèmes et les coûts de maintenance.

CHAPITRE I
LES MODES DE
TRANSPORT DANS LES
MINES

CHAPITRE I : LES MODES DE TRANSPORT DANS LES MINES

1. INTRODUCTION

Dans le domaine des matières minérales, le transport est un maillon essentiel de la production. Amener les matières premières (brutes ou prétraitées, stériles) depuis les gisements vers les usines de traitement ou les marchés engendre en effet des coûts significatifs ou bien dans la carrière elle-même, qu'il faut intégrer dans la démarche du Project minier

Les moyen employés pour transporter les matières minérales du gisement aux utilisateurs via les usines de traitement sont très variés : dumpers (tombereaux rigides ou articulés) trains et convoyeurs à courroie dans les exploitations à ciel ouvert : méthode avec rail (scrapers, berlines, bande transporteuse, skips) ou trackless (camion, chargeuses-transporteuse, camionsnavettes). Dans les mines souterraines, bandes transporteuse ou conduites pour le transport des pulpes en usine aussi les chargeuse-transporteuse de petit tonnage ...

1.1. Généralités

Les mines sont des environnements uniques qui nécessitent des modes de transport spécifiques pour acheminer les matières premières et les produits finis. Selon la nature de la mine, les modes de transport peuvent varier considérablement, il existe deux axe de transport le transport contenu et le transport discontinu, allant des wagons sur rail aux camions et aux convoyeurs. Le choix du mode de transport dépend de nombreux facteurs, notamment la géologie, la topographie, les coûts et les considérations de sécurité. Les mines souterraines nécessitent souvent des modes de transport spécialisés pour répondre aux exigences de sécurité et de maniabilité dans les espaces restreints.

Dans le contexte des mines, la sécurité est une considération primordiale lorsqu'il s'agit de choisir des modes de transport. Les accidents peuvent être coûteux en termes de vies humaines, de temps d'arrêt et de pertes financières. Les opérateurs de mines doivent être conscients des risques liés à chaque mode de transport et mettre en place des mesures de sécurité appropriées, telles que des formations pour les conducteurs et des protocoles d'urgence. L'utilisation de technologies avancées, telles que les systèmes de guidage par satellite et les véhicules autonomes, peut également contribuer à améliorer la sécurité et l'efficacité du transport dans les mines. [1]

2. Les différents types de mines et leurs caractéristiques géographiques

Les différents types de mines peuvent avoir des caractéristiques géographiques très différentes, ce qui a une incidence directe sur les modes de transport utilisés pour déplacer

les matériaux extraits. Les mines souterraines, par exemple, nécessitent souvent des modes de transport spécifiques tels que des convoyeurs souterrains, des trains de wagonnets, ou des skip (des sortes de seaux montés sur des câbles qui descendent dans les puits). [1]

Les mines à ciel ouvert (fig. N°1), quant à elles, sont souvent plus étendues et ont besoin de modes de transport différents pour déplacer les matériaux extraits. Les camions miniers sont couramment utilisés dans les mines à ciel ouvert, car ils peuvent transporter des quantités importantes de matériaux sur de longues distances. Les chargeuses-transporteuses sont également utilisées pour déplacer des matériaux dans les zones d'exploitation minière à ciel ouvert.

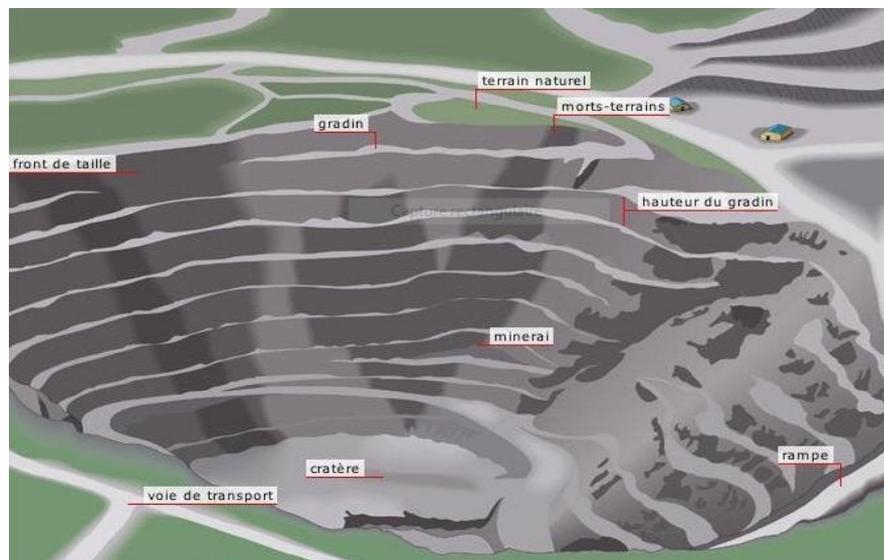


Figure 1 Mine à ciel ouvert

[1]

Il est important de noter que chaque type de mine aura ses propres exigences en matière de transport de matériaux, et que les modes de transport utilisés devront être adaptés en fonction des contraintes spécifiques à chaque site. Les coûts, la capacité de transport, la sécurité et les impacts environnementaux seront tous des facteurs à prendre en compte dans le choix des modes de transport appropriés pour chaque mine.

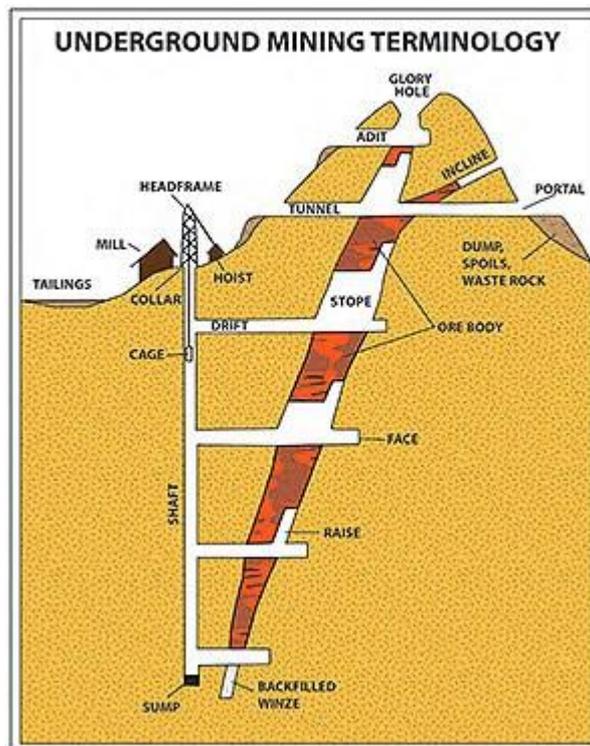


Figure 2 La mine souterraine

[2][3]

2.1. Définition de transport dans le domaine des mines

Le transport dans le domaine des mines est un élément crucial de l'exploitation minière, qui permet de placer des matériaux tels que le minéral, les déchets et les fournitures d'un endroit à un autre dans la mine. Les méthodes de transport peuvent varier en fonction de la nature de la mine, de la quantité de matériaux transportés et de la distance à parcourir. Les principaux modes de transport dans les mines sont les wagons sur rail, les chariots sur rails, les convoyeurs, les camions et les équipements de levage. Chacun de ces modes de transport présente des avantages et des inconvénients, et le choix dépendra des conditions spécifiques de la mine.

Dans les mines à ciel ouvert, les camions sont souvent utilisés pour transporter des matériaux sur des terrains difficiles, tandis que dans les mines souterraines, les wagons sur rail et les chariots sur rails sont couramment utilisés pour transporter des matériaux sur des voies ferrées. Les convoyeurs sont également couramment utilisés pour transporter des matériaux à travers des zones où la hauteur est limitée ou où l'accès est restreint. Les équipements de levage, tels que les grues, sont utilisés pour soulever des matériaux lourds et volumineux vers la surface de la mine.

Le transport efficace des matériaux dans les mines est essentiel pour maximiser la productivité et minimiser les coûts d'exploitation. Des études ont été menées pour évaluer les différents modes de transport dans les mines et leur efficacité. Par exemple, une étude

menée par l'Université Laval a comparé les coûts de transport des wagons sur rail et des camions dans les mines souterraines et a conclu que les wagons sur rail étaient plus rentables pour les transports à longue distance. En revanche, les camions étaient plus rentables pour les transports à courte distance et pour les mines à ciel ouvert. [3]

3. Les différents modes de transports

3.1. Le transport par camion

Les camions sont des moyens de transport couramment utilisés dans les mines. Ils offrent une flexibilité et une maniabilité supérieures à celles des wagons sur rail et des chariots sur rails. Dans ce chapitre, nous examinerons les différents types de camions utilisés dans les mines, leurs avantages et inconvénients, ainsi que leur rôles dans le transport minier.[3]



Figure 3 Camion minier de l'industrie

3.1.1. Les différents types de camions dans les mines

Il existe plusieurs types de camions utilisés dans les mines, chacun ayant des caractéristiques et des capacités différentes. Voici quelques-uns des types de camions les plus couramment utilisés dans les mines :

3.1.1.1. Camions à benne basculante

Ce sont les camions les plus couramment utilisés dans les mines à ciel ouvert pour le transport de matériaux en vrac tels que le minerai, le charbon et les déchets. Ils ont une capacité de charge allant de 20 à 400 tonnes, et leur benne est conçue pour basculer pour décharger la cargaison. Les camions à benne basculante peuvent être à deux, trois, quatre ou même cinq essieux.

3.1.1.2. Camions-citernes

Les camions-citernes sont utilisés pour le transport de liquides tels que le carburant, l'eau et les produits chimiques. Ils ont une capacité de charge allant jusqu'à 60 000 litres et peuvent être équipés de systèmes de pulvérisation pour arroser les routes poussiéreuses.

3.1.1.3. Camions-grues

Les camions-grues sont utilisés pour soulever et déplacer des équipements et des matériaux lourds dans les mines souterraines. Ils ont une capacité de levage allant jusqu'à 40 tonnes et sont équipés de bras télescopiques.

3.1.1.4. Camions de transport de personnel

Les camions de transport de personnel sont utilisés pour transporter les travailleurs dans les mines souterraines. Ils peuvent avoir une capacité de transport allant de 12 à 50 personnes et sont équipés de sièges et de ceintures de sécurité. [6]

3.1.2. Avantages

Les camions offrent plusieurs avantages dans les mines. Tout d'abord, ils sont plus flexibles que les wagons sur rail et les chariots sur rails, ce qui leur permet de circuler plus facilement dans les espaces restreints et de suivre les fronts de production en constante évolution. De plus, les camions sont également plus polyvalents que les convoyeurs, car ils peuvent transporter une variété de matériaux, des matières premières aux produits finis. En outre, les camions peuvent être équipés de dispositifs de sécurité, tels que des systèmes de détection des piétons et des capteurs de distance, pour réduire les risques d'accidents

3.1.3. Inconvénients

Malgré leurs avantages, les camions présentent également des inconvénients dans les mines. Les camions à benne basculante peuvent être coûteux à l'achat et à l'entretien, en raison de la complexité de leur mécanisme de benne basculante. De plus, les camions peuvent être source de pollution sonore et atmosphérique, ce qui peut être préjudiciable à la santé des travailleurs et à l'environnement. [3]

3.2. Le transport par convoyeur à bande

Les convoyeurs à bande est un autre mode de transport très répandu dans les mines. Une bande transporteuse est une ceinture en caoutchouc ou en tissu qui est enroulée autour de deux poulies pour déplacer les matériaux telle que (charbon, sable et le calcaire...) de la mine d'un point à un autre. Ce mode de transport est souvent utilisé pour transporter des matériaux en vrac sur de longues distances.

Il existe différents types de bandes transporteuses qui peuvent être utilisés dans les mines, tels que les bandes transporteuses en caoutchouc, en PVC et en tissu. Les bandes

transporteuses en caoutchouc sont souvent utilisées dans les mines souterraines, car elles sont plus résistantes à l'usure et peuvent supporter des charges plus lourdes. Les bandes transporteuses en PVC sont souvent utilisées pour transporter des matériaux légers et non abrasifs, tandis que les bandes transporteuses en tissu peuvent être utilisées pour transporter des matériaux en vrac plus fins.

3.2.1. **Le fonctionnement du convoyeur à bande**

Lorsque le convoyeur à bande est en marche, le moteur alimente une des poulies, qui fait tourner la bande transporteuse. Les matériaux sont placés sur la bande transporteuse à un point donné, puis sont transportés le long de la bande à la vitesse de déplacement de celle-ci. Les matériaux peuvent être déchargés du convoyeur à bande à tout moment à l'aide d'un système de déchargement situé à un point donné, généralement à l'extrémité opposée à laquelle les matériaux ont été chargés.

Le convoyeur à bande peut être équipé de différents types de dispositifs de guidage et de supports pour assurer un transport stable et efficace des matériaux dans la mine. Les convoyeurs à bande peuvent également être équipés de dispositifs de nettoyage pour éliminer les débris et les matériaux collants qui peuvent causer des blocages. [4]

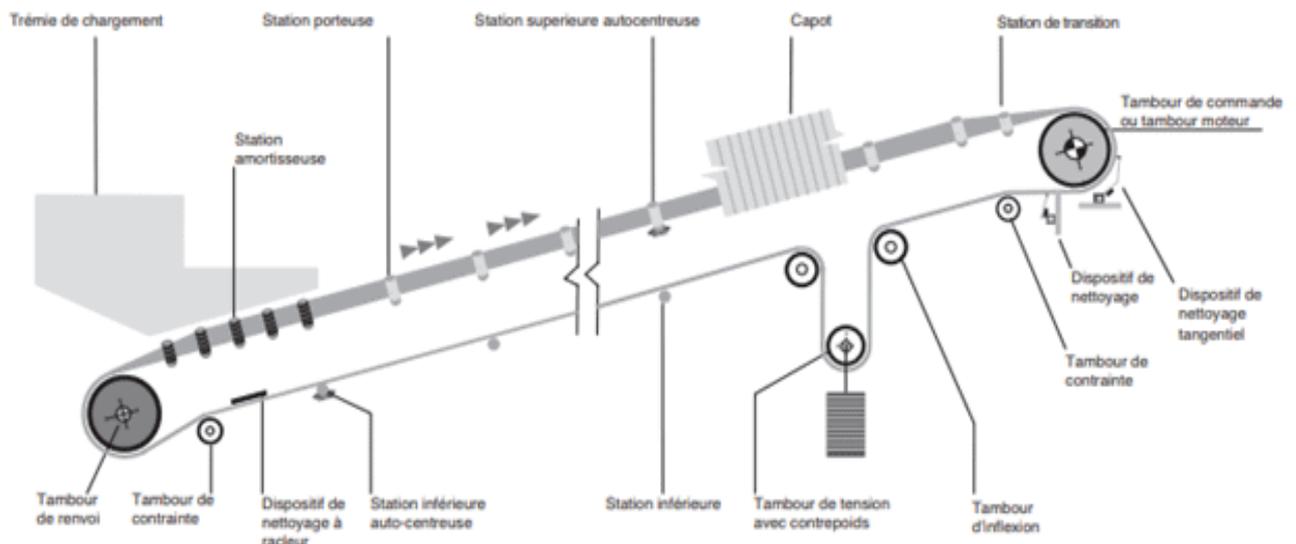


Figure 4 Schéma du convoyeur à bande

3.2.2. **LES CRITERES DE CHOIX DE LA BANDE TRANSPORTEUSE**

Participent plusieurs facteurs dans le choix du type de la bande

- ✓ **Le matériau à transporter:** La bande transporteuse doit être choisie en fonction du matériau à transporter, car certains matériaux peuvent nécessiter une bande

plus résistante ou une surface spéciale pour empêcher le glissement ou l'adhérence.

- ✓ **La charge à transporter:** La charge à transporter détermine également le type de bande à choisir en termes de résistance à la traction et à la déchirure.
- ✓ **La température et l'environnement:** Si la bande doit être utilisée dans un environnement chaud ou froid, il est important de choisir une bande qui peut résister à des températures extrêmes. Si la bande doit être utilisée dans un environnement corrosif, il est important de choisir une bande qui peut résister à la corrosion.
- ✓ **La vitesse de transport:** La vitesse de transport détermine le type de bande à choisir en termes de résistance à l'usure et à la flexion.
- ✓ **La longueur et la largeur de la bande:** La longueur et la largeur de la bande dépendent de la quantité de matériau à transporter et de la taille de la zone de transport
- ✓ **Le coût:** Le coût de la bande transporteuse est également un facteur important dans le choix, car il doit être rentable pour l'entreprise.
- ✓ **La durée de vie et la maintenance:** La durée de vie de la bande transporteuse et la maintenance nécessaire sont également des facteurs à considérer lors du choix de la bande.
- ❖ En résumé, le choix de la bande transporteuse doit être basé sur une compréhension complète des exigences de l'application de transport et de l'environnement dans lequel elle sera utilisée. [5]

3.2.3. **LES AVANTAGE DU CONVOYEUR A BANDE**

- ✓ **Efficacité énergétique :** Les convoyeurs à bande peuvent transporter des charges volumineuses sur de longues distances avec une efficacité énergétique élevée.
- ✓ **Faible coût d'exploitation :** Les convoyeurs à bande ont un coût d'exploitation relativement faible par rapport aux autres méthodes de transport telles que les camions ou les trains.
- ✓ **Flexibilité :** Les convoyeurs à bande peuvent être conçus pour transporter une grande variété de matériaux, avec des vitesses et des capacités de charge adaptées aux besoins spécifiques.

3.2.4. LES INCONVENIENTS DE CONVOYEUR A BANDE

- ✓ **Coût initial** : Le coût initial de la construction d'un convoyeur à bande peut être élevé par rapport à d'autres méthodes de transport.
- ✓ **Maintenance** : Bien que les convoyeurs à bande nécessitent peu d'entretien, leur maintenance peut être coûteuse si elle est nécessaire.
- ✓ **Bruit** : Les convoyeurs à bande peuvent produire un bruit important, ce qui peut nécessiter des mesures de réduction du bruit pour protéger la santé des travailleurs et des voisins.
- ✓ **Espace requis** : Les convoyeurs à bande nécessitent un espace relativement important pour leur construction et leur fonctionnement, ce qui peut être un inconvénient dans les zones où l'espace est limité.
- ✓ **Pollution de l'air** : Les convoyeurs à bande peuvent produire de la poussière, ce qui peut être un problème dans les zones où la qualité de l'air est un enjeu. [7]

Les convoyeurs à bande sont largement utilisés dans l'industrie minière pour transporter des matériaux en vrac sur de longues distances. Ils offrent des avantages tels que des coûts de main-d'œuvre réduits, une amélioration de l'efficacité et de la sécurité du transport, ainsi qu'une réduction de la pollution de l'air. Cependant, leur utilisation peut également présenter des défis, tels que la nécessité d'une maintenance régulière, des coûts d'installation élevés et des risques de sécurité potentiels. Néanmoins, avec une conception appropriée, une maintenance régulière et des mesures de sécurité appropriées, les convoyeurs à bande

peuvent être une solution efficace et rentable pour le transport de matériaux dans les mines. [8]

3.3. LE TRANSPORT PAR CHEMIN DE FER

Le transport par chemin de fer dans le domaine des mines est une méthode de transport de matériaux en vrac, tels que le charbon, le minerai de fer, le cuivre, le zinc et d'autres minerais, depuis les mines jusqu'aux installations de traitement ou aux points de transfert pour une livraison ultérieure.

3.3.1. Le fonctionnement des trains miniers. Étapes clés du transport de matériaux

Le fonctionnement des trains miniers dépend du type de mine, de la topographie et du volume de production de la mine. Les trains miniers sont constitués de wagons spécialisés qui transportent des matériaux en vrac, tels que le charbon, le minerai de fer, le cuivre, le zinc et d'autres minerais. Voici les étapes générales du fonctionnement des trains miniers

3.3.1.1. Chargement

les matériaux sont extraits de la mine à l'aide d'équipements miniers tels que des pelles, des bulldozers ou des chargeurs frontaux. Les matériaux sont alors chargés dans les wagons à l'aide de grues ou d'autres équipements de chargement.

3.3.1.2. Transport

les wagons sont attachés les uns aux autres pour former un train et sont tirés par une locomotive diesel électrique. Le train suit un itinéraire prédéfini, généralement un réseau de rails à l'intérieur de la mine.

3.3.1.3. Déchargement

à l'arrivée à la destination finale, les wagons sont déchargés à l'aide d'équipements de déchargement tels que des convoyeurs ou des trémies. Les matériaux sont ensuite transférés vers des installations de traitement ou des zones de stockage pour une livraison ultérieure.

3.3.1.4. Retour

les wagons vides sont renvoyés à la mine pour être rechargés. Les locomotives peuvent également être retournées à la mine ou stationnées à la destination finale

Dans les mines souterraines, les trains peuvent circuler sur des voies de chemin de fer encastrées dans le sol ou suspendues à des supports métalliques. Les tunnels sont souvent étroits, donc les wagons sont généralement plus petits et conçus pour tourner dans des rayons de courbure plus serrés que les wagons utilisés sur les rails extérieurs.



Figure 5 Transport par chemin de fer

Les transports par chemin de fer dans les mines présentent plusieurs avantages et inconvénients. [8]

3.3.2. LES AVANTAGES

- ✓ **Grande capacité de transport** : les trains miniers peuvent transporter de grandes quantités de matériaux en vrac à la fois, ce qui en fait un moyen de transport efficace pour les mines produisant des volumes importants de matières premières.
- ✓ **Économies d'échelle** : le transport par chemin de fer peut être moins coûteux que d'autres méthodes de transport, tels que le transport routier, lorsque la distance de transport est importante.
- ✓ **Réduction des émissions de gaz à effet de serre** : les trains miniers produisent moins d'émissions de gaz à effet de serre par tonne-kilomètre que les camions, ce qui en fait une option de transport plus respectueuse de l'environnement.
- ✓ **Faible impact sur les routes** : le transport par chemin de fer évite les embouteillages sur les routes et réduit l'usure des routes, car il est effectué sur des rails dédiés.

3.3.3. **LES INCONVENIENTS**

- ✓ **Besoin d'infrastructures coûteuses** : le transport par chemin de fer nécessite des investissements importants dans la construction et la maintenance des infrastructures, y compris les voies ferrées, les ponts, les tunnels et les équipements connexes.
- ✓ **Limitations géographiques** : le transport par chemin de fer est limité par les zones où les voies ferrées sont présentes, ce qui peut entraîner des coûts supplémentaires pour les mines situées loin des voies ferrées.
- ✓ **Limitations de flexibilité** : les trains miniers suivent des itinéraires prédéfinis et ne peuvent pas facilement être réaffectés en cas de changements dans les besoins de transport de la mine.
- ✓ **Temps de transit** : les temps de transit peuvent être plus longs que les autres méthodes de transport, tels que le transport routier ou aérien, en raison des temps de chargement, de déchargement et de transit entre la mine et les voies ferrées.[9]

3.4. **le transport par ascenseur**

Le transport par ascenseur dans les mines est une méthode de transport verticale qui utilise des cages ou des plateformes pour déplacer des personnes et des matériaux entre différents niveaux d'une mine. Les ascenseurs de mine sont équipés d'un système de câbles et de poulies pour soulever ou abaisser la charge. Ces ascenseurs peuvent être actionnés manuellement ou électriquement, et peuvent être utilisés pour transporter une variété de charges, y compris des travailleurs, des équipements et des minerais extraits (Fig.N°6).

Les ascenseurs de mine peuvent être utilisés pour atteindre des niveaux souterrains profonds ou pour transporter des charges lourdes et volumineuses à des endroits spécifiques dans la mine. Ils peuvent également être utilisés comme moyen de transport en cas d'urgence pour évacuer rapidement les travailleurs de la mine.

Cependant, le transport par ascenseur peut être dangereux s'il n'est pas effectué correctement. Les accidents peuvent se produire en cas de rupture de câble, de panne de courant ou de défaillance de l'équipement. En outre, la surcharge de l'ascenseur peut également entraîner des risques pour la sécurité.

Malgré ces risques, le transport par ascenseur reste une méthode de transport importante dans le domaine des mines en raison de sa capacité à transporter rapidement et efficacement des charges lourdes et de sa capacité à atteindre des niveaux souterrains profonds.

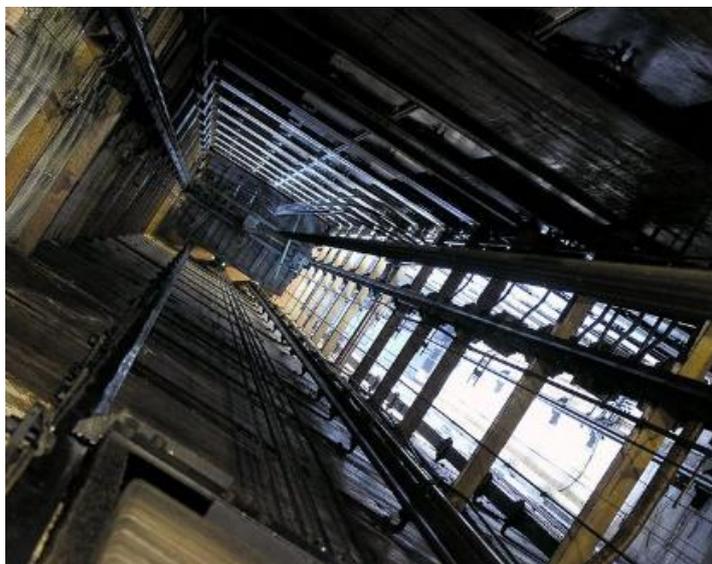


Figure 6 L'ascenseur minier

3.4.1. Le fonctionnement de l'ascenseur

Le fonctionnement de l'ascenseur de mine est relativement simple, mais nécessite des précautions de sécurité importantes. L'ascenseur est généralement constitué d'une cage ou d'une plate-forme qui est suspendue à un ou plusieurs câbles en acier. La cage est conçue pour accueillir des travailleurs, des équipements ou des matériaux extraits.

L'ascenseur est généralement actionné par un moteur électrique qui utilise des poulies et des câbles pour soulever ou abaisser la cage le long de la gaine de l'ascenseur. Les poulies sont fixées à des points d'ancrage situés à l'intérieur de la gaine de l'ascenseur et les câbles sont fixés à la cage ou à la plate-forme. [10]

3.4.2. La propriété et caractéristique de l'ascenseur minier

L'ascenseur minier, comme tout autre système de levage, a des propriétés spécifiques qui doivent être prises en compte pour son fonctionnement efficace et en toute sécurité. Voici quelques propriétés importantes de l'ascenseur minier :

- ✓ **Capacité de charge** : l'ascenseur minier est conçu pour transporter des charges spécifiques, généralement des minéraux, des équipements ou des travailleurs. La capacité de charge maximale de l'ascenseur doit être clairement définie et respectée pour éviter toute surcharge ou tout risque de rupture.
- ✓ **Vitesse de levage** : la vitesse de levage de l'ascenseur doit être régulée en fonction de la capacité de charge et de la hauteur de levage. Une vitesse trop élevée peut entraîner des vibrations excessives et des dommages à l'ascenseur, tandis qu'une vitesse trop faible peut entraîner des temps d'attente prolongés et une inefficacité.
- ✓ **Système de freinage** : l'ascenseur minier doit être équipé d'un système de freinage fiable pour garantir l'arrêt en toute sécurité en cas d'urgence. Les freins doivent être régulièrement entretenus et testés pour assurer leur fonctionnement optimal.
- ✓ **Système de guidage** : l'ascenseur doit être équipé d'un système de guidage pour assurer un mouvement vertical stable et régulier. Le système de guidage doit être vérifié régulièrement pour s'assurer qu'il est en bon état.

Alimentation électrique : l'ascenseur minier nécessite une alimentation électrique fiable pour son fonctionnement. Des mesures de sécurité doivent être prises pour éviter les surtensions ou les pannes de courant qui pourraient mettre en danger la sécurité des travailleurs.

Ces propriétés sont essentielles pour assurer un fonctionnement efficace et en toute sécurité de l'ascenseur minier dans le domaine des mines. [11]

3.4.3. Les avantages

Le transport vertical est rapide et efficace, permettant de transporter rapidement les mineurs, le matériel et le minerai vers la surface ou les différents niveaux de la mine.

La capacité de charge des ascenseurs miniers est très importante, ce qui permet de transporter de grandes quantités de matériel à la fois.

L'ascenseur permet un transport de minerai en vrac sans nécessiter de conditionnement préalable comme c'est le cas pour le transport routier.

Le transport vertical réduit les risques de collisions et d'accidents lors des déplacements à travers les tunnels souterrains.

3.4.4. Les inconvénients

- ✓ Les ascenseurs miniers nécessitent une infrastructure coûteuse pour leur construction, leur maintenance et leur exploitation.
- ✓ Les ascenseurs peuvent être soumis à des pannes imprévues, ce qui peut interrompre temporairement les opérations minières.
- ✓ Les mineurs et les équipements doivent être chargés et déchargés avec soin pour éviter les accidents et les pertes de production.
- ✓ Les ascenseurs miniers peuvent également causer des vibrations et du bruit, ce qui peut perturber la vie locale et l'environnement. [11]

3.5. Les modes de transport auxiliaire

Le transport dans les mines ne se limite pas aux moyens mentionnés ci-dessus, Il existe d'autres moyens de transport

3.5.1. Les chargeuse-transporteuse

Une chargeuse transporteuse est une machine utilisée dans les mines et les carrières pour charger et transporter des matériaux en vrac tels que le minerai, le charbon, le sable et le gravier. Elle se compose d'une pelle mécanique montée sur une bande transporteuse qui permet de déplacer les matériaux de la zone de chargement à la zone de déchargement. La chargeuse transporteuse peut être utilisée pour charger directement les camions, les wagons de train ou les silos, ce qui permet de réduire le temps de chargement et d'améliorer l'efficacité du transport de matériaux en vrac. La chargeuse transporteuse peut être équipée de diverses options, telles que des convoyeurs à bande pliables, des trémies d'alimentation et des systèmes de pesage, pour améliorer la flexibilité et la précision de l'opération. Elle est également utilisée dans d'autres industries telles que la construction, le recyclage et le traitement des déchets.[12]



Figure 7 Chargeuse-transporteuse

3.5.2. Le transport par skip

Le transport par skip dans les mines est une méthode de transport vertical utilisée pour déplacer le minerai et les déchets du fond de la mine à la surface. Un skip est un conteneur métallique qui est accroché à un câble ou à une chaîne et qui peut être soulevé et abaissé à l'aide d'un treuil. Les skips sont souvent utilisés pour transporter de grandes quantités de minerai ou de déchets de la mine en un seul voyage. Les skips peuvent être équipés de portes de chargement et de déchargement pour faciliter le chargement et le déchargement du minerai. Cette méthode de transport est couramment utilisée dans les mines souterraines pour acheminer le minerai vers la surface pour le traitement. Le transport par skip est considéré comme une méthode sûre et efficace pour déplacer les matériaux dans les mines. [13]

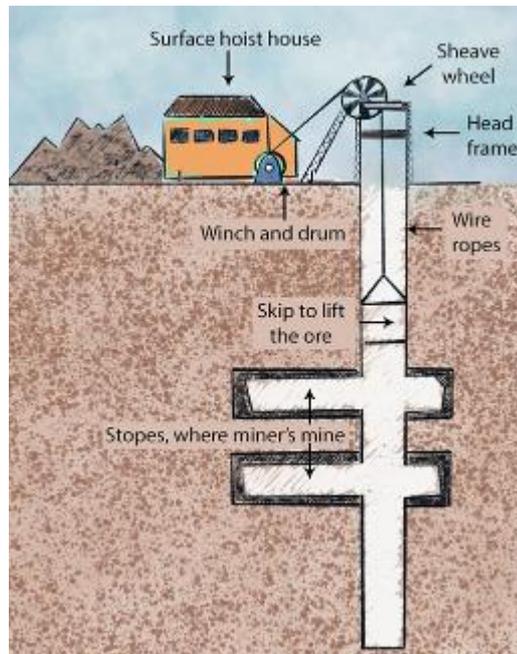


Figure 8 Le transport par skipe

3.5.3. Les chariots élévateurs

Les chariots élévateurs sont des machines utilisées pour soulever et déplacer des matériaux légers sur de courtes distances dans les mines. Ils sont souvent utilisés pour déplacer des équipements et des fournitures vers des zones de travail éloignées ou difficiles d'accès. Les chariots élévateurs peuvent être équipés de fourches, de godets ou de pinces pour manipuler différents types de matériaux. Ils peuvent également être équipés de pneus spéciaux pour permettre la conduite sur des terrains accidentés ou difficiles d'accès.

Les chariots élévateurs sont généralement alimentés par des moteurs à combustion interne ou des batteries électriques. Les chariots élévateurs à combustion interne sont souvent utilisés dans les mines à ciel ouvert, tandis que les chariots élévateurs électriques sont utilisés dans les mines souterraines en raison de leurs faibles émissions et de leur fonctionnement silencieux.

3.5.4. Le transport par téléphérique

Le transport par téléphérique est un mode de transport couramment utilisé dans les mines pour le déplacement de matériaux sur de longues distances ou dans des zones difficiles d'accès. Les téléphériques sont constitués d'un câble porteur et d'un ou plusieurs câbles porteurs, sur lesquels sont suspendus des bennes ou des paniers pour transporter les matériaux.

Les téléphériques sont souvent utilisés pour transporter des matériaux en vrac tels que le minerai, les déchets, les gravats et les matériaux de construction. Ils peuvent également être utilisés pour transporter des équipements et des fournitures vers des zones de travail éloignées ou difficiles d'accès.

Les avantages du transport par téléphérique dans les mines comprennent une grande capacité de transport, une vitesse de déplacement élevée, une faible consommation d'énergie et une empreinte environnementale réduite par rapport aux modes de transport traditionnels. Les téléphériques peuvent également être utilisés pour contourner les obstacles naturels tels que les montagnes, les rivières ou les canyons.

Cependant, les téléphériques nécessitent un investissement initial important pour la construction des infrastructures, des équipements et des technologies nécessaires à leur fonctionnement. Ils nécessitent également une maintenance régulière et des opérations de surveillance pour assurer leur sécurité et leur fiabilité. Les téléphériques sont également limités dans leur capacité à transporter des matériaux lourds ou de grande taille en raison de la taille des bennes ou des paniers. [14][13]

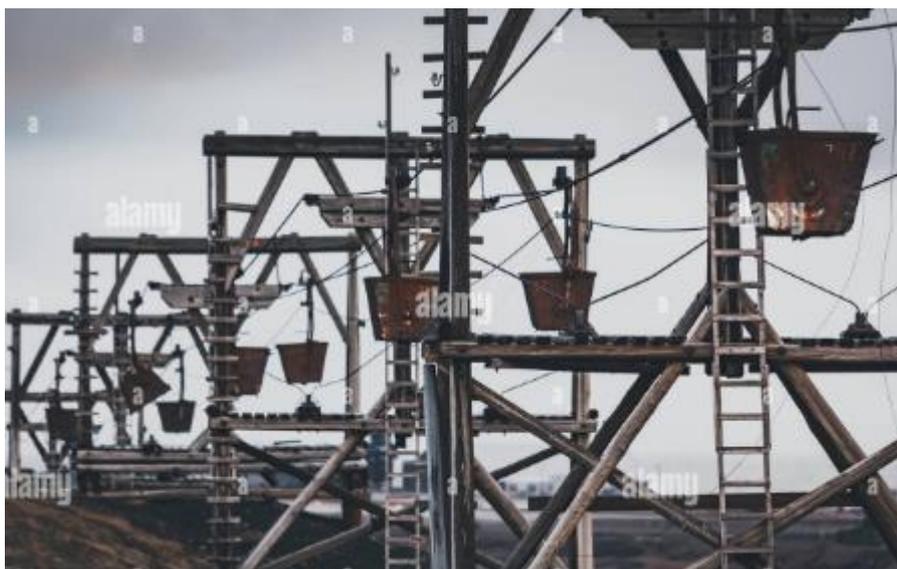


Figure 9 Transport par telepherique mine du charbon

Les modes de transport dans les mines sont des éléments clés pour la réussite de l'exploitation minière. Les modes de transport appropriés doivent être choisis en fonction des conditions géographiques, des volumes de matériaux à déplacer et des contraintes de sécurité. Les modes de transport les plus couramment utilisés dans les mines comprennent les convoyeurs à bande, les camions, les chargeuses-transporteuses, les téléphériques et les pipelines. Chacun de ces modes de transport présente des avantages et des

inconvenients en termes de capacité de transport, de coûts, de sécurité et d'impact environnemental.

Il est important de noter que les modes de transport ne sont pas exclusifs les uns des autres et peuvent être utilisés en combinaison pour maximiser l'efficacité et la sécurité du transport de matériaux dans les mines. En outre, l'évolution des technologies et des méthodes d'exploitation minière peut également influencer le choix des modes de transport. Par conséquent, les entreprises minières doivent être constamment en mesure d'évaluer et d'adapter leurs stratégies de transport pour répondre aux besoins de leur exploitation minière spécifique.[13]

3.6. Compatibilité entre le chargement et le transport

Le transport combiné avec les modes de chargement est une méthode de transport efficace et souvent utilisée dans l'industrie minière. Les méthodes de transport combiné permettent de transférer les matériaux extraits des mines à travers différents modes de transport, tels que les camions, les trains, les navires, les pipelines et les téléphériques, pour atteindre leur destination finale. Le choix de la méthode de transport dépend de plusieurs facteurs tels que la distance à parcourir, les volumes à transporter, les coûts et les considérations environnementales.

Le transport combiné implique souvent le transbordement des matériaux entre différents modes de transport. Cela peut se faire à l'aide de ponts-bascules pour charger les matériaux sur des camions, des trains ou des navires, ou en utilisant des conteneurs standardisés pour faciliter le transfert des matériaux entre les différents modes de transport. La planification et la coordination efficaces entre les différents transporteurs et les opérateurs miniers sont également essentielles pour optimiser l'efficacité et minimiser les coûts de transport tout en réduisant les impacts environnementaux.

3.7. Le choix de mode de transport

Le choix du mode de transport dans les mines est une décision importante qui peut avoir un impact significatif sur la rentabilité de l'exploitation minière. Pour prendre cette décision, les entreprises minières doivent tenir compte de plusieurs facteurs tels que la quantité de matériau à transporter, la distance à parcourir, les coûts de transport et la capacité des équipements de transport disponibles.

Pour aider à prendre cette décision, il existe des formules mathématiques qui permettent de calculer le coût de transport pour différents modes de transport et de déterminer le mode le plus économique. Ces formules peuvent prendre en compte des paramètres tels que la distance à parcourir, la charge utile de l'équipement de transport, la consommation de carburant, les coûts d'entretien et les coûts de main-d'œuvre.

Cependant, si le choix du mode de transport est mal fait, cela peut avoir des conséquences négatives sur la rentabilité de l'exploitation minière. Par exemple, le choix d'un mode de transport inadapté peut entraîner des coûts supplémentaires liés à l'entretien des équipements, des retards dans la livraison de matériaux, des accidents de transport et des temps d'arrêt imprévus. [13]

3.7.1.1. Les facteurs qui influent le choix

Il est important de noter que ces formules ne sont que des indications et que d'autres facteurs doivent être pris en compte pour déterminer le mode de transport le plus économique, tels que la distance totale à parcourir, le type de matériau transporté, la capacité de l'équipement de transport et les conditions environnementales. Les entreprises minières peuvent consulter des experts en transport ou des ingénieurs de mines pour obtenir une analyse plus détaillée et précise. [16]

3.7.2. *Les perspectives d'avenir pour le transport de matériaux dans les mines*

Les perspectives d'avenir pour le transport de matériaux dans les mines sont multiples et se concentrent principalement sur l'amélioration de l'efficacité, de la sécurité et de la durabilité environnementale.

En termes d'efficacité, les mines cherchent à améliorer la productivité et à réduire les coûts de transport en utilisant des technologies telles que l'automatisation, la télémétrie et la simulation numérique pour optimiser les opérations de transport. Les véhicules autonomes, les drones et les robots peuvent également être utilisés pour le transport de matériaux dans les zones dangereuses ou difficiles d'accès.

En ce qui concerne la sécurité, de nouvelles technologies de surveillance, de contrôle et de communication permettent une meilleure gestion des risques liés au transport de matériaux, comme les accidents de la route, les incendies ou les effondrements de tunnels. De plus, la formation des travailleurs et l'amélioration des pratiques de maintenance des équipements contribuent également à réduire les risques pour la sécurité des travailleurs.

Enfin, l'aspect environnemental est de plus en plus important dans le choix des modes de transport de matériaux dans les mines. Les mines cherchent à réduire leur empreinte environnementale en utilisant des sources d'énergie plus propres, en réduisant les émissions de gaz à effet de serre et en minimisant la consommation d'eau.

En somme, les perspectives d'avenir pour le transport de matériaux dans les mines reposent sur une combinaison de technologies et de pratiques améliorées pour améliorer l'efficacité, la sécurité et la durabilité environnementale des opérations de transport.(17)

4. Conclusion du chapitre

À la fin de ce chapitre sur les modes de transport dans les mines, il est clair que le choix du mode de transport peut avoir un impact significatif sur la sécurité, la productivité et l'efficacité des opérations minières. Les mines souterraines nécessitent souvent des modes de transport spéciaux pour les travailleurs, les équipements et les matériaux, tels que les véhicules sur rails, les convoyeurs, les treuils et les ascenseurs.

Il est important de comprendre les avantages et les inconvénients de chaque mode de transport pour déterminer celui qui convient le mieux à chaque situation. Les coûts, la flexibilité, la capacité, la vitesse et la sécurité sont tous des facteurs à prendre en compte lors du choix du mode de transport dans les mines.

En fin de compte, il est essentiel de mettre en place des pratiques de sécurité robustes et de formation adéquate pour les travailleurs impliqués dans l'utilisation des différents modes de transport. La technologie continue de jouer un rôle important dans l'amélioration de la sécurité et de l'efficacité des opérations minières, et il est important de surveiller et de mettre en œuvre les innovations pour améliorer continuellement les pratiques de transport dans les mines.

CHAPITRE II
LES CONVOYEURS A
BANDE

CHAPITRE II LES CONVOYEURS A BANDE

1. INTRODUCTION

Les convoyeurs à bande sont largement utilisés dans l'industrie minière et des carrières pour le transport de matériaux en vrac tels que le charbon, le minerai, le sable, le gravier et les roches. Ils sont utilisés pour transporter de grandes quantités de matériaux sur de longues distances de manière efficace et économique.

Les convoyeurs à bande sont disponibles dans une variété de tailles et de capacités pour répondre aux besoins spécifiques de l'industrie minière et des carrières. Ils peuvent être équipés d'une variété de dispositifs pour répondre à des besoins spécifiques tels que des tambours de tension, des systèmes de nettoyage de bande, des systèmes de contrôle de vitesse et des dispositifs de détection de blocages. Les convoyeurs à bande sont conçus pour résister aux environnements difficiles des mines et des carrières, et sont généralement construits avec des matériaux robustes tels que l'acier. Des normes de sécurité strictes doivent être respectées pour assurer la sécurité des travailleurs et la protection de l'environnement. [18]

Schéma simplifié d'un convoyeur à bande

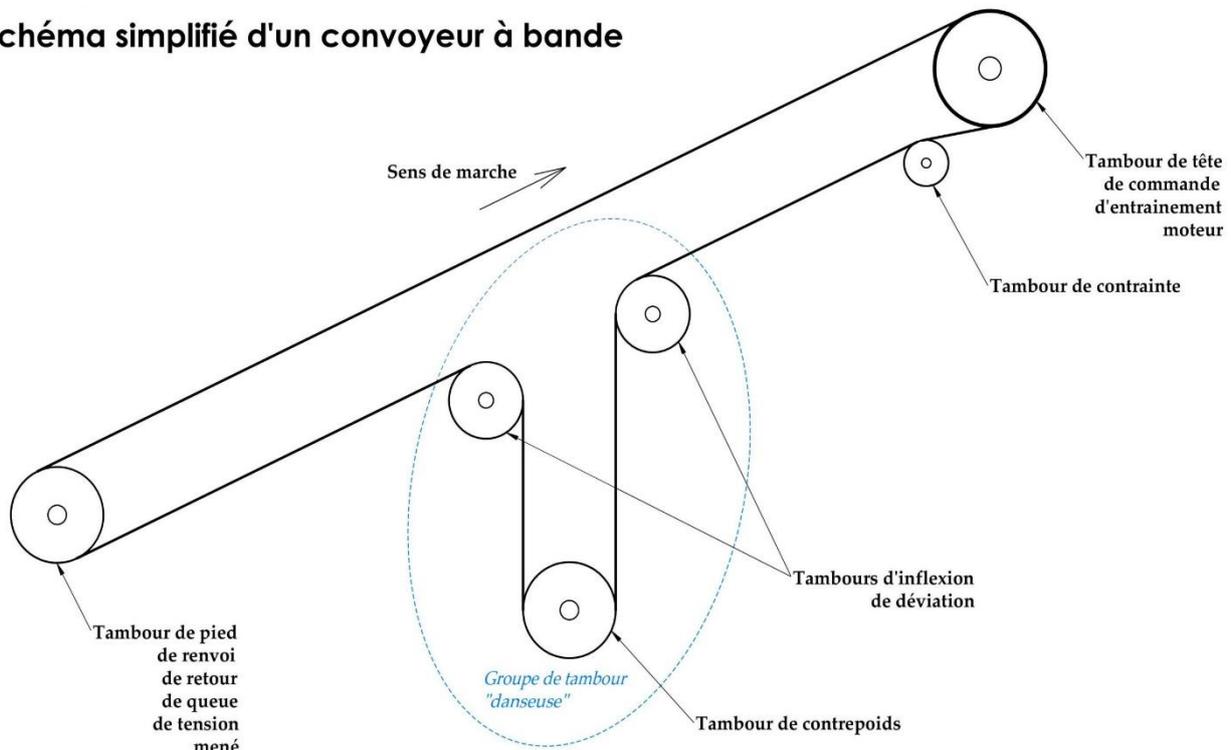


Figure 10 Schéma simplifié d'un convoyeur à bande

2. Les différents types des convoyeurs

Il existe plusieurs types des convoyeurs, chacun ayant des caractéristiques spécifiques qui le rendent adapté à des applications particulières.

2.1. Les convoyeurs a écailles

Les convoyeurs à écailles sont des équipements de manutention qui permettent de transporter des matériaux en vrac de manière efficace et fiable. Ils sont couramment utilisés dans l'industrie minière, la production d'énergie, l'agriculture et d'autres secteurs qui nécessitent le transport de grandes quantités de matériaux.

Ils sont composés d'une chaîne des écailles légèrement inclinées pour assurer l'emplacement des matériaux, d'un système de tension et des supports, des roulements et d'un moteur et les dispositifs de sécurité et nettoyage

En fonction des besoins spécifiques, les convoyeurs à écailles peuvent être équipés de différents accessoires tels que des trémies de chargement, des convoyeurs de déchargement, des détecteurs de métaux, des systèmes de nettoyage, etc.

[19]

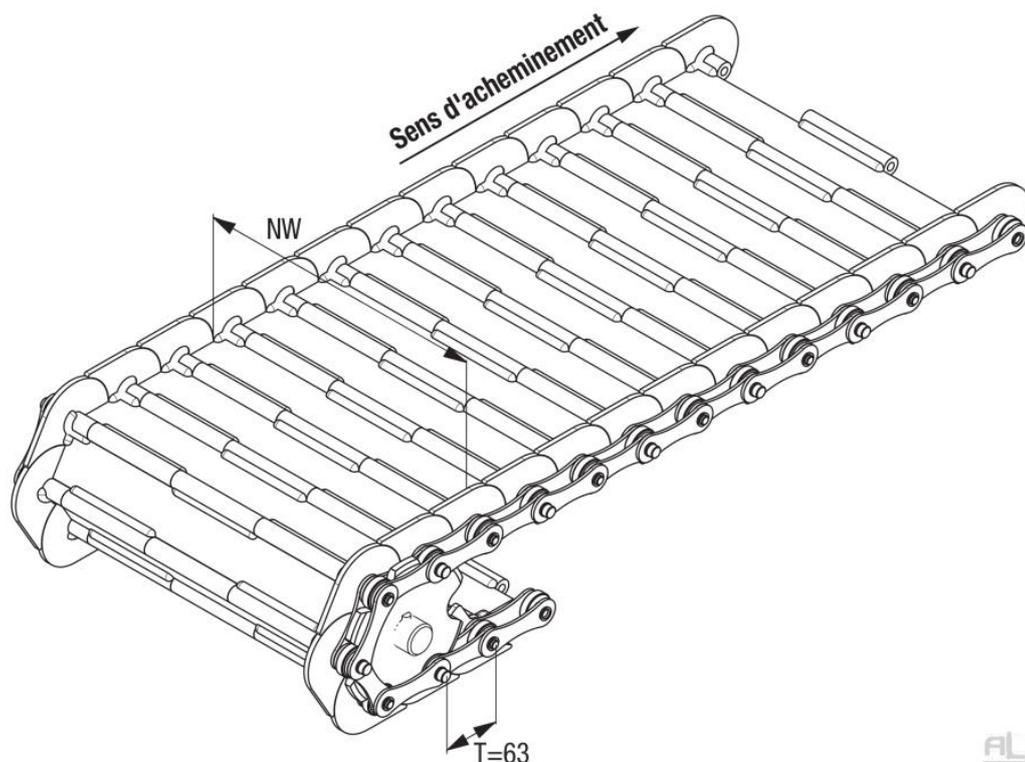


Figure 11 Structure du convoyeur à écailles

2.2. LES CONVOYEURS A RACLETTES

Les convoyeurs à raclettes sont des équipements de manutention utilisés pour transporter des matériaux en vrac ou en blocs dans les industries minière, sidérurgique, cimentière et d'autres secteurs qui nécessitent un transport robuste et fiable.

Les convoyeurs à raclettes sont constitués d'une chaîne avec des lames ou des plaques, appelées raclettes, fixées sur des attaches. Les raclettes sont en contact avec le matériau à transporter et permettent de le faire avancer. Le mouvement est généralement horizontal ou légèrement incliné.

2.2.1. *Voici les principaux éléments qui composent un convoyeur à raclettes*

- ✓ **La chaîne** : elle est constituée de maillons en acier robustes qui permettent de supporter les raclettes.
- ✓ **Les raclettes** : ce sont des lames ou des plaques qui sont fixées sur des attaches de la chaîne. Les raclettes sont légèrement inclinées pour faciliter le transport des matériaux.
- ✓ **Les attaches** : elles permettent de fixer les raclettes à la chaîne.
- ✓ **Les pignons** : ils sont situés aux extrémités de la chaîne et permettent de la faire tourner.
- ✓ **Les tambours** : ils sont situés aux extrémités du convoyeur et permettent de guider la chaîne.
- ✓ **Les supports** : ils maintiennent le convoyeur en place et peuvent être ajustés pour modifier l'inclinaison du convoyeur.
- ✓ **Les capots** : ils recouvrent le convoyeur pour éviter les projections de matériaux.
- ✓ **Les roulements** : ils assurent la rotation des tambours.
- ✓ **Le moteur** : il entraîne la chaîne et permet de faire avancer les raclettes.
- ✓ **Les dispositifs de sécurité** : ils permettent de protéger les opérateurs en cas de problème sur le convoyeur.[20]

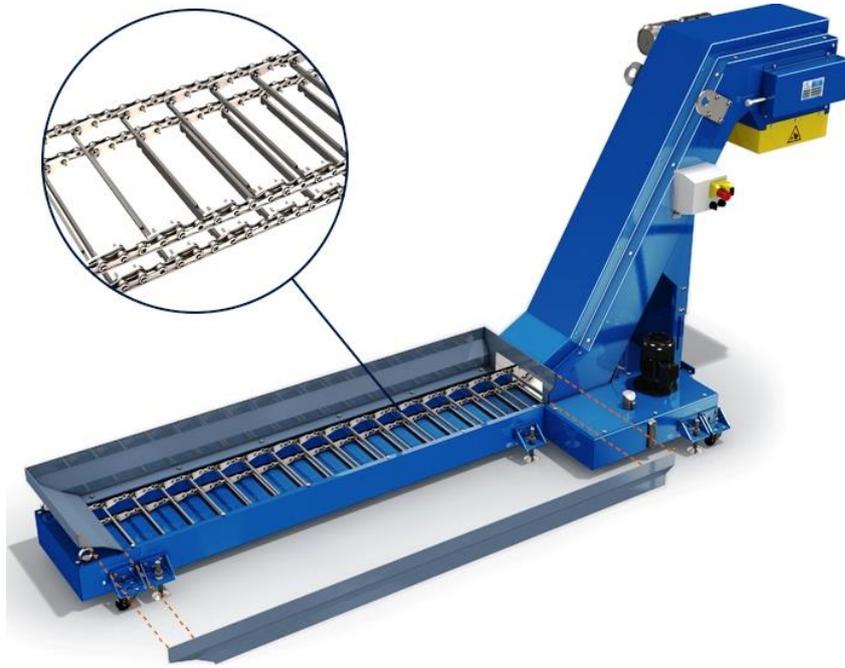


Figure 12 Convoyeurs à raclettes

2.3. Le convoyeur a bande

Le convoyeur à bande se compose d'une bande transporteuse, d'un système de motorisation et de dispositifs de guidage et de tension pour maintenir la bande en place. La bande transporteuse est fabriquée en caoutchouc, en PVC, en nylon ou en d'autres matériaux résistants à l'abrasion et peut être plate ou en forme de V pour faciliter le transport de matériaux inclinés.

les convoyeurs à bande peuvent transporter des charges allant de quelques grammes à des milliers de tonnes par heure il sont adaptés pour le transport de différents types de matériaux, savon les matériaux en vrac, les matériaux solides, les matériaux liquides et les matériaux fragiles. Ils sont tres utilisés dans une variété d'industries, y compris l'industrie alimentaire, l'industrie minière, l'industrie de la construction et l'industrie pharmaceutique.



Figure 13 Convoyeur a bande, plate en V

2.3.1. **Les principaux éléments qui composent un convoyeur à bande sont les suivants**

- ✓ **La bande transporteuse** : elle est constituée d'une ceinture en caoutchouc, en PVC ou en nylon, qui est maintenue en place par des rouleaux. La bande transporteuse peut être équipée des rouleaux de guidage pour empêcher la tombée des matériaux.
- ✓ **Les rouleaux** : permettent à la bande transporteuse de se déplacer et peuvent être de différents diamètres pour adapter la vitesse du convoyeur. Les rouleaux sont montés sur des supports qui permettent de les régler pour maintenir la tension de la bande.
- ✓ **Les moteurs** : entraînent les rouleaux qui font avancer la bande transporteuse.
- ✓ **Les supports** : maintiennent le convoyeur en place et peuvent être ajustés pour modifier l'inclinaison du convoyeur.
- ✓ **Les capots** : recouvrent le convoyeur contre la pluie et la neige, éviter les projections de matériaux et pour des raisons de sécurité.
- ✓ **Les dispositifs de guidage et de tension** : ils permettent de maintenir la bande transporteuse en place et de la tendre pour éviter les glissements.
- ✓ **Les dispositifs de sécurité** : ils permettent de protéger les opérateurs en cas de problème sur le convoyeur, tels que des arrêts d'urgence, des barrières de sécurité, des détecteurs de proximité, etc. [21]



Figure 14 Convoyeur à bande avec supports de centrage

2.4. Les types secondaires de convoyeurs

2.4.1. Convoyeurs à rouleaux

Ces convoyeurs utilisent des rouleaux pour transporter les produits ou les matériaux. Ils peuvent être utilisés pour le transport de charges légères ou lourdes.

2.4.2. Convoyeurs à chaîne

Ces convoyeurs utilisent une chaîne pour transporter les produits ou les matériaux. Ils ne sont pas souvent utilisés dans les industries lourdes, telles que la production de ciment ou la production de produits chimiques.

2.4.3. Convoyeurs à tapis

Ces convoyeurs utilisent un tapis roulant pour transporter les produits ou les matériaux. Ils ne sont pas souvent utilisés dans les entrepôts pour le tri et la distribution des colis.

Il n'existe pas également d'autres types de convoyeurs spécialisés pour des applications spéciales, tels que les convoyeurs de palettes, les convoyeurs de chaîne de montage, les convoyeurs de chariots, etc. [22]

3. LA BANDE

La sélection du type de bande dépend de plusieurs facteurs tels que la distance de transport, la capacité de transport, la nature des matériaux transportés et les conditions environnementales. Il existe différents types de bandes transporteuses, chacun adapté à un usage spécifique :

- ✓ **Les bandes transporteuses en PVC** : ces bandes sont utilisées pour le transport de matériaux légers et fragiles, et sont adaptées à une utilisation en intérieur.
- ✓ **Les bandes transporteuses en caoutchouc** : ces bandes sont utilisées pour le transport de matériaux lourds et abrasifs, et sont adaptées à une utilisation en extérieur.
- ✓ **Les bandes transporteuses métalliques** : ces bandes sont utilisées pour le transport de matériaux chauds, abrasifs et lourds.

Dans le domaine des mines et des carrières, les bandes transporteuses sont utilisées pour transporter des matériaux tels que des minerais, des roches et des débris de grande taille sur de longues distances. Les bandes transporteuses dans ce domaine doivent être capables de résister aux conditions difficiles et extrêmes telles que la poussière, les vibrations et les températures élevées

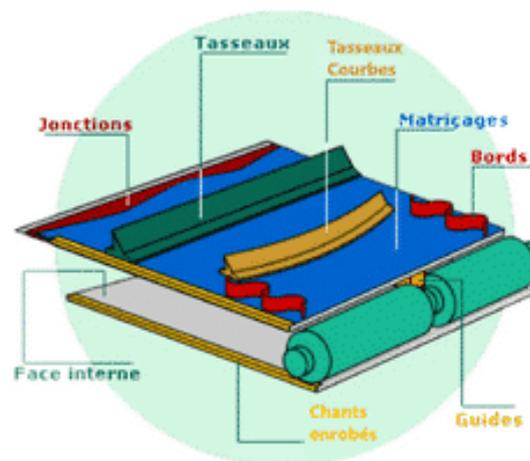


Figure 15la conception du la bande

Les composants clés d'une bande transporteuse dans les mines et les carrières sont les suivants:

- ✓ **La ceinture** : la ceinture est le composant principal de la bande transporteuse. Elle est fabriquée à partir de matériaux résistants tels que le caoutchouc, le PVC ou le polyuréthane, et peut être renforcée avec des couches de tissu ou de câbles en acier.
- ✓ **Les rouleaux de soutien** : les rouleaux de soutien sont utilisés pour soutenir la bande transporteuse et pour faciliter son mouvement. Ils sont généralement fabriqués en acier et peuvent être recouverts de caoutchouc pour améliorer la traction.
- ✓ **Les tambours** : les tambours sont utilisés pour entraîner la bande transporteuse. Ils sont généralement fabriqués en acier et peuvent être entraînés par un moteur électrique.
- ✓ **Les châssis** : les châssis sont utilisés pour maintenir les rouleaux de soutien en place et pour soutenir la structure de la bande transporteuse. Ils sont généralement fabriqués en acier et peuvent être conçus pour être modulaires afin de faciliter l'assemblage et la maintenance.
- ✓ **Les dispositifs de protection** : les dispositifs de protection sont utilisés pour garantir la sécurité des travailleurs. Ils comprennent des capots de protection pour les parties mobiles, des barrières de sécurité pour empêcher l'accès à la zone de la bande transporteuse et des détecteurs de déviation pour arrêter automatiquement la bande transporteuse en cas de déviation.

En outre, pour garantir une performance optimale de la bande transporteuse dans les mines et les carrières, une maintenance régulière est essentielle. Cela comprend la vérification de la tension de la ceinture, le graissage des roulements et le remplacement des pièces usées.

Enfin, pour assurer un fonctionnement fiable et efficace de la bande transporteuse, une maintenance régulière est nécessaire. Cela comprend le nettoyage de la bande transporteuse, le remplacement des pièces usées, le graissage des roulements et la vérification de la tension de la ceinture.[23]



Figure 16 Type d'une bande en caoutchouc

3.1. Types des bandes

Il existe différents types de bandes transporteuses, chacun ayant ses propres avantages et inconvénients en fonction de l'application spécifique et en fonction des matériaux utilisés pour leur fabrication

3.1.1. *Bande transporteuse textile*

sont fabriquées en couches superposées de tissus synthétiques tels que le polyester, le nylon, le coton ou le rayon. Les couches sont assemblées à l'aide de colles spéciales, de pression et/ou de chaleur. Les bandes textiles sont légères, flexibles, résistantes à la traction et à l'usure, et peuvent être fabriquées avec des revêtements spéciaux tels que le caoutchouc, le PVC ou le polyuréthane pour une meilleure résistance à l'abrasion ou aux produits chimiques. [24]

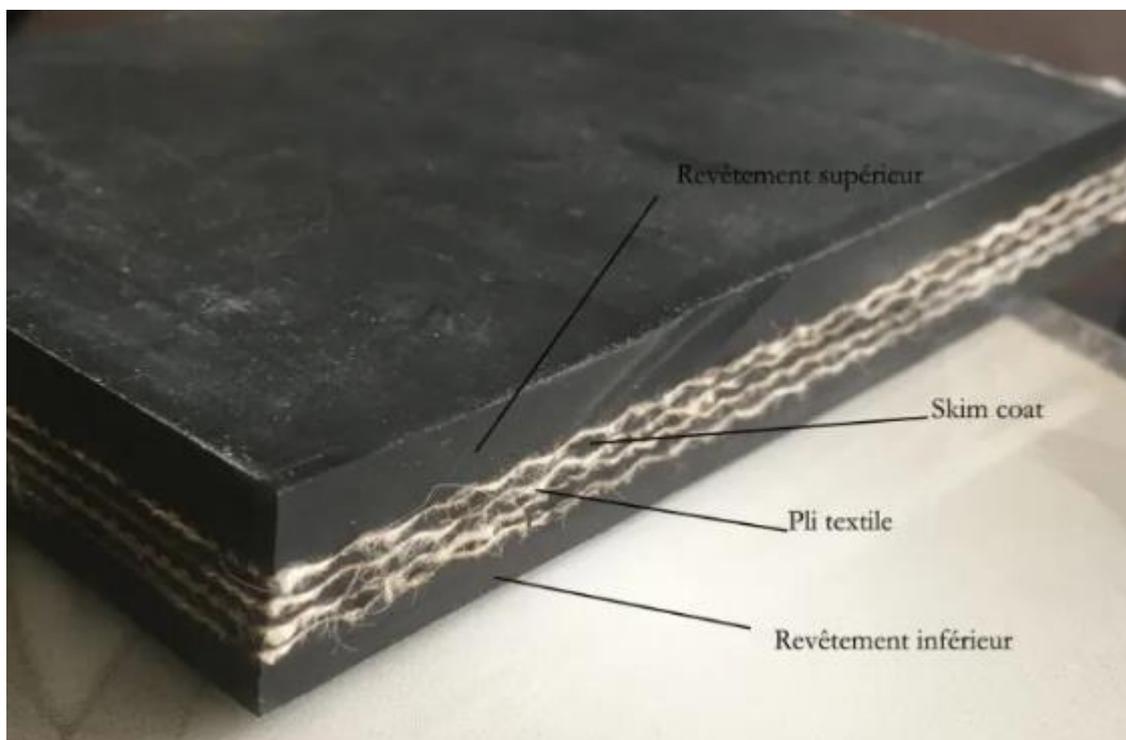


Figure 17Bande textile

3.1.2. *Bande transporteuse en caoutchouc*

Sont fabriquées à partir de couches de caoutchouc vulcanisé. Le caoutchouc peut être renforcé avec des tissus synthétiques pour une meilleure résistance à la traction. Les bandes en caoutchouc sont lourdes, robustes et résistantes à l'abrasion, à la chaleur, aux produits chimiques et aux intempéries. Elles sont utilisées dans les mines, les carrières, les centrales électriques, les usines sidérurgiques, les ports, etc.[24]

3.1.3. Bande transporteuse en acier

Les bandes transporteuses en acier sont fabriquées à partir de câbles d'acier disposés en spirale autour d'un noyau central. Les câbles sont ensuite recouverts de caoutchouc, de PVC ou de polyuréthane pour une meilleure résistance à l'abrasion ou aux produits chimiques. Les bandes en acier sont extrêmement résistantes, robustes et durables, et sont utilisées pour transporter des produits très lourds, tels que des blocs de béton, des machines, etc.[24]

3.1.4. Bande transporteuse en PVC

Les bandes transporteuses en PVC sont fabriquées à partir de couches de PVC souple renforcées de tissus synthétiques. Les bandes en PVC sont légères, flexibles, résistantes à l'abrasion et aux produits chimiques, et peuvent être fabriquées en différentes couleurs pour faciliter la reconnaissance des produits transportés. Elles sont couramment utilisées dans l'industrie alimentaire, l'emballage, la logistique, etc.[24]

3.1.5. Bande transporteuse en polyuréthane

Les bandes transporteuses en polyuréthane sont fabriquées à partir de polyuréthane extrudé. Le polyuréthane est un matériau résistant à l'abrasion, aux produits chimiques, à la chaleur et aux intempéries. Les bandes en polyuréthane sont légères, flexibles, résistantes à la traction et à l'usure, et sont couramment utilisées dans l'industrie automobile, l'emballage, la logistique, etc. [24]

3.2. Les rouleaux

Les rouleaux de convoyeur sont des composants clés des systèmes de convoyeur à bande et sont utilisés pour soutenir et guider la bande transporteuse. Ils sont conçus pour fonctionner dans des environnements de travail exigeants tels que les mines, les carrières, les usines de transformation des aliments, les ports et les entrepôts. Les rouleaux de convoyeur sont disponibles dans une variété de tailles, de matériaux et de configurations pour répondre aux besoins spécifiques de chaque application.

Les rouleaux de convoyeur sont généralement fabriqués en acier, en acier inoxydable, en aluminium, en plastique ou en caoutchouc. Ils peuvent être équipés de divers types de revêtements de surface pour améliorer la traction, réduire l'usure et prolonger leur durée de vie.

Les dimensions et la configuration des rouleaux dépendent de la largeur de la bande transporteuse, du poids de la charge transportée et des exigences de la configuration du système de convoyeur. [25]

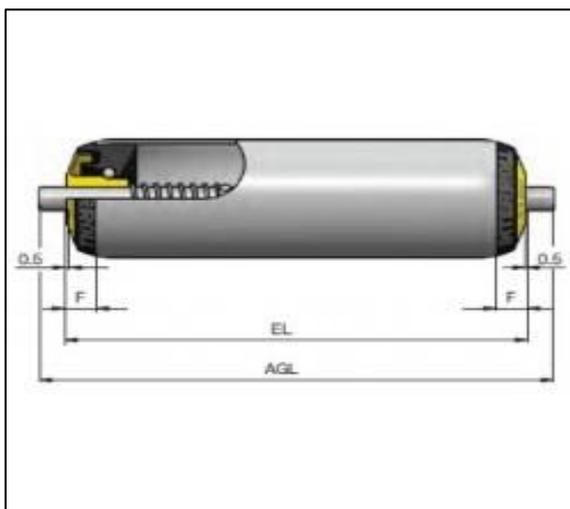


Figure 18 Structure du rouleaux

3.2.1. Types des rouleaux

Les rouleaux de convoyeur sont des composants importants des systèmes de convoyeur à bande utilisés pour transporter des matériaux en vrac ou des charges lourdes d'un point à un autre. Il existe différents types de rouleaux de convoyeur, chacun ayant un mécanisme de fonctionnement spécifique. Voici un aperçu des différents types de rouleaux de convoyeur :

3.2.1.1. Rouleaux d'entraînement

Les rouleaux d'entraînement sont utilisés pour entraîner la bande du convoyeur. Ils sont placés à l'extrémité d'entraînement du convoyeur et sont généralement équipés d'un moteur électrique pour les faire tourner.

3.2.1.2. Rouleaux de support

Les rouleaux de support sont utilisés pour supporter le poids de la charge transportée sur la bande du convoyeur. Ils sont généralement placés à intervalles réguliers le long du convoyeur et sont conçus pour minimiser la friction entre la bande et le rouleau.

3.2.1.3. Rouleaux de retour

Les rouleaux de retour sont utilisés pour maintenir la tension de la bande du convoyeur. Ils sont placés à l'extrémité de retour du convoyeur et aident à maintenir la bande en position lorsqu'elle revient à son point d'origine.

3.2.1.4. Rouleaux de centrage

Les rouleaux de centrage sont utilisés pour maintenir la bande du convoyeur centrée sur la structure du convoyeur. Ils sont généralement placés à l'extrémité d'entraînement et à l'extrémité de retour du convoyeur.

3.2.1.5. Rouleaux de renvoi

Les rouleaux de renvoi sont utilisés pour changer la direction de la bande du convoyeur. Ils sont généralement placés à des points où la bande doit changer de direction, comme dans les virages ou les angles.

3.2.1.6. Rouleaux de guidage

Les rouleaux de guidage sont utilisés pour guider la bande du convoyeur le long de la structure du convoyeur. Ils sont placés à des points où la bande peut avoir tendance à dévier de sa trajectoire.

Chaque type de rouleau de convoyeur a un mécanisme de fonctionnement spécifique, conçu pour répondre à des besoins spécifiques en matière de transport de matériaux et de charges lourdes. [26]

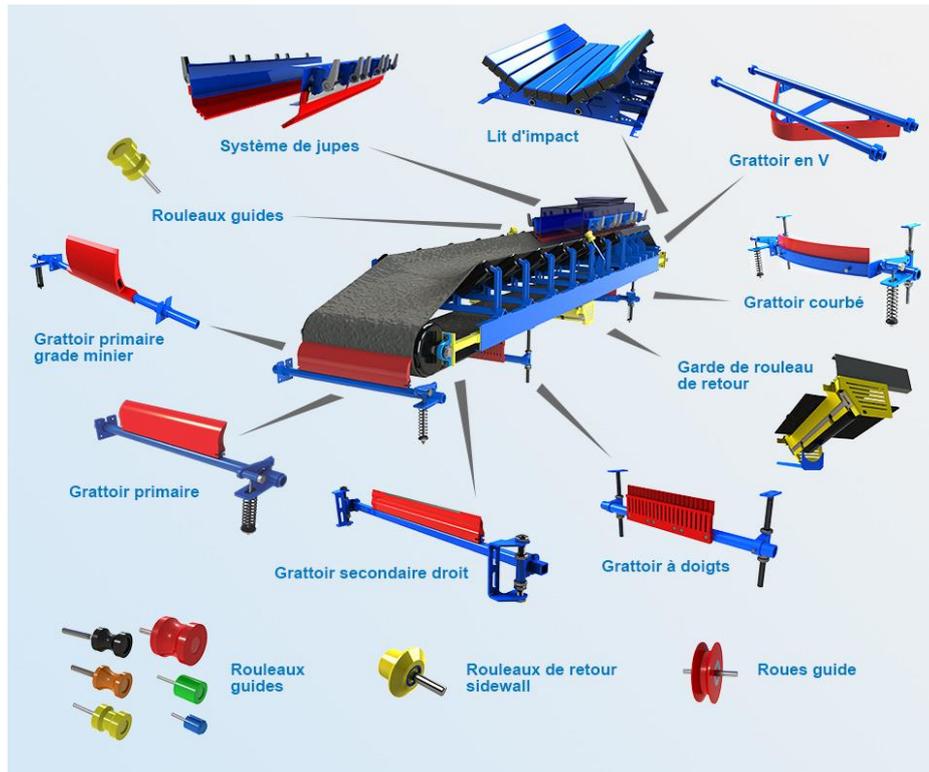


Figure 19 Type des rouleaux

3.3. Les formes des rouleaux

Les rouleaux de convoyeur sont disponibles dans différentes formes, chacune adaptée à un usage spécifique. Voici quelques-unes des formes courantes de rouleaux de convoyeur :

3.3.1. Rouleaux en acier

Les rouleaux en acier sont les plus courants et les plus économiques. Ils sont généralement cylindriques, avec une surface lisse ou rainurée pour minimiser la friction avec la bande du convoyeur.



Figure 20 Rouleaux en acier

3.3.2. ROULEAUX EN CAOUTCHOUC

Les rouleaux en caoutchouc sont utilisés pour minimiser les dommages sur la bande du convoyeur. Ils ont une surface en caoutchouc doux qui offre une friction réduite et une absorption des chocs, ce qui est particulièrement utile pour les matériaux fragiles ou abrasifs.



Figure 21 Rouleaux en caoutchouc

3.3.3. *Rouleaux en polyuréthane*

Les rouleaux en polyuréthane sont utilisés pour les applications de convoyage à haute vitesse, car ils offrent une friction réduite et une durabilité accrue. Ils sont également utilisés dans les environnements humides ou corrosifs.



Figure 22 Rouleaux en polyuréthane

3.3.4. *Rouleaux à rainure en V*

Les rouleaux à rainure en V sont utilisés pour les convoyeurs à bande à sections en V, où la bande du convoyeur est placée dans une rainure en forme de V sur le rouleau. Ils offrent une meilleure stabilité pour les charges plus lourdes et minimisent la tension de la bande du convoyeur.



Figure 23 Rouleaux à rainure en V

3.3.5. *Rouleaux amortisseurs*

Les rouleaux à impact sont utilisés pour absorber les chocs lorsque des matériaux lourds ou des charges tombent sur la bande du convoyeur. Ils ont une surface renforcée pour minimiser l'usure et prolonger la durée de vie du rouleau.

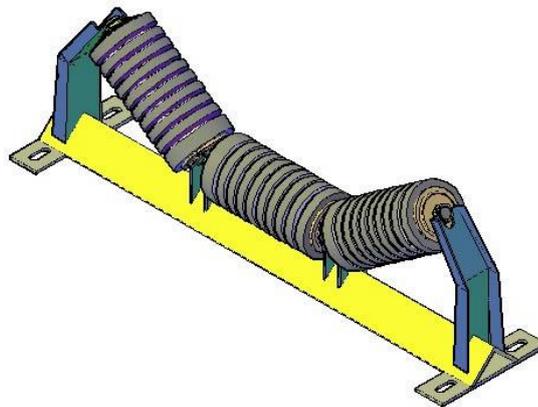


Figure 24 Rouleaux amortisseur

Il existe également d'autres formes de rouleaux de convoyeur, y compris des rouleaux à revêtement céramique, des rouleaux à revêtement en caoutchouc double, et des rouleaux plats, coniques ou coniques à rainure en V. La forme des rouleaux de convoyeur dépend des

spécifications et des exigences de l'application de convoyage, et les fabricants peuvent offrir des rouleaux de forme personnalisée en fonction des besoins spécifiques. [27]

4. LES METHODES DE JONCTIONNEMENT DES BANDES

Il existe plusieurs méthodes pour joindre les bandes de convoyeur afin de les connecter de manière fiable et solide. Voici quelques-unes des méthodes courantes de jonctionnement des bandes :

4.1. Jonction mécanique par agrafes

Cette méthode utilise des agrafes pour connecter les extrémités de la bande du convoyeur. Les agrafes sont insérées dans des trous perforés dans les extrémités de la bande, puis les deux extrémités sont serrées ensemble à l'aide d'une pince spéciale. Cette méthode est relativement simple et rapide, mais peut avoir des limites en termes de résistance à la tension

Cette méthode est relativement simple à mettre en œuvre, mais elle peut présenter des difficultés lors de la mise en place des agrafes dans les trous de la bande. De plus, les agrafes peuvent parfois se détacher sous tension, en particulier si la bande est utilisée dans des applications lourdes. [28]

4.2. Jonction mécanique par crochets

Cette méthode utilise des crochets métalliques pour connecter les extrémités de la bande du convoyeur. Les crochets sont insérés dans des trous perforés dans les extrémités de la bande, puis sont fixés en place à l'aide de boulons. Cette méthode est plus robuste que la jonction par agrafes et peut être utilisée pour des bandes plus épaisses et plus lourdes.

Cette méthode est plus robuste que la jonction par agrafes, mais elle peut être plus difficile à installer en raison de la nécessité de fixer les crochets à l'aide de boulons. De plus, cette méthode peut être plus coûteuse que la jonction par agrafes. [28]

4.3. Jonction à chaud

Cette méthode utilise de la chaleur pour fondre les extrémités de la bande et les connecter ensemble. Les extrémités de la bande sont recouvertes d'un matériau de liaison thermique, puis sont chauffées à une température spécifique à l'aide d'un équipement de soudage à chaud. Une fois la bande fondue, les extrémités sont pressées ensemble pour former une jonction solide.

Cette méthode peut offrir une jonction solide et fiable, mais elle nécessite un équipement spécialisé pour chauffer les extrémités de la bande et appliquer la pression nécessaire pour les presser ensemble. Cette méthode peut également être coûteuse et peut prendre plus de temps pour être mise en œuvre.[28]

4.4. Jonction par collage

Cette méthode utilise des adhésifs pour connecter les extrémités de la bande du convoyeur. Les extrémités sont recouvertes d'un adhésif, puis sont pressées ensemble et maintenues en place jusqu'à ce que l'adhésif sèche. Cette méthode peut être utilisée pour des bandes légères à moyennes et offre une jonction fiable et lisse.

Cette méthode peut offrir une jonction lisse et fiable, mais elle dépend de la qualité de l'adhésif utilisé. De plus, cette méthode peut prendre plus de temps pour être mise en œuvre, car l'adhésif doit sécher complètement avant que la bande puisse être utilisée. [28]

4.5. Jonction par recouvrement

Cette méthode consiste à superposer les extrémités de la bande du convoyeur et à les fixer ensemble à l'aide de boulons ou de rivets. Cette méthode est souvent utilisée pour les bandes en caoutchouc et peut être utilisée pour des bandes plus épaisses et plus lourdes.

Cette méthode peut être plus facile à installer que certaines autres méthodes de jonctionnement, mais elle peut présenter des problèmes de vulnérabilité aux bords qui se décollent ou s'effilochent. De plus, les boulons ou les rivets utilisés pour fixer les extrémités ensemble peuvent causer des bosses ou des irrégularités sur la surface de la bande. [29]

5. LES MOTEURS

Un moteur de convoyeur est un type de moteur électrique utilisé pour faire fonctionner les convoyeurs à bande, qui sont utilisés pour déplacer des matériaux d'un point à un autre. Il s'agit généralement d'un moteur électrique monté directement sur l'arbre d'entraînement de la bande transporteuse.

Les moteurs de convoyeur sont sélectionnés en fonction de la charge à transporter, de la distance à parcourir, de la vitesse requise et des conditions environnementales. Il est important de choisir le bon type de moteur pour garantir des performances optimales et une longue durée de vie du convoyeur.

Le choix d'un moteur de convoyeur peut également dépendre de facteurs tels que le coût, l'efficacité énergétique, la facilité d'entretien et la fiabilité. Les moteurs de convoyeur

modernes sont souvent équipés de capteurs pour surveiller la vitesse, la température et les vibrations, ce qui peut aider à prévenir les défaillances et les pannes.

En résumé, un moteur de convoyeur est un composant essentiel des systèmes de convoyeurs à bande, qui permet de faire avancer les matériaux sur la bande transporteuse en convertissant l'énergie électrique en énergie mécanique.[30]



Figure 25 Conception du moteur du convoyeur

5.1. Fonctionnement du moteur de convoyeur

Le fonctionnement d'un moteur de convoyeur dépend du type de moteur utilisé. Cependant, la plupart des moteurs de convoyeur fonctionnent sur le même principe fondamental : la conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique.

En général, un moteur de convoyeur est constitué d'un stator et d'un rotor. Le stator est fixe et contient des bobines de fil électrique qui génèrent un champ magnétique lorsqu'elles sont alimentées en courant électrique. Le rotor est l'élément mobile du moteur et est généralement constitué d'un axe et d'un ensemble de bobines ou d'aimants.

Lorsque le courant électrique est appliqué au stator, un champ magnétique est créé, qui induit un courant électrique dans le rotor. Ce courant crée un autre champ magnétique dans le rotor qui interagit avec le champ magnétique du stator, ce qui fait tourner le rotor.

Le rotor est directement relié à l'arbre d'entraînement du convoyeur, ce qui permet de faire avancer la bande transporteuse. La vitesse de rotation du moteur détermine la vitesse de la bande, et peut être contrôlée à l'aide d'un variateur de fréquence ou d'un variateur de vitesse.

En résumé, un moteur de convoyeur fonctionne en convertissant l'énergie électrique en énergie mécanique pour faire avancer la bande transporteuse. Le principe de base implique l'utilisation d'un champ magnétique pour faire tourner un rotor qui est directement connecté à l'arbre d'entraînement du convoyeur. [31]

5.2. LES TYPES DE MOTEURS DE CONVOYEUR

Il existe plusieurs types de moteurs de convoyeur, chacun ayant ses propres avantages et inconvénients. Voici une liste des types de moteurs de convoyeur les plus courants :

- ✓ Moteurs à courant continu (CC)
- ✓ Moteurs à courant alternatif (CA)
- ✓ Moteurs à aimant permanent (PM)
- ✓ Moteurs hydraulique
- ✓ Moteurs pneumatiques

Le choix du type de moteur dépendra des besoins spécifiques du convoyeur et de l'application.

6. LES TAMBOURS

Les tambours sont des éléments clés des convoyeurs car ils fournissent la force motrice nécessaire pour faire avancer la bande transporteuse.

6.1. Composition des tambours

Les tambours de convoyeur sont généralement constitués d'un cylindre en acier, en aluminium ou en polymère, qui est fixé à un arbre. Les cylindres peuvent être recouverts de caoutchouc, de polyuréthane ou de céramique pour améliorer la traction de la bande transporteuse.

6.2. Fonctionnement des tambours

Les tambours de convoyeur sont généralement entraînés par un moteur à travers une chaîne, une courroie ou un engrenage. Le tambour entraîne la bande transporteuse, qui est enroulée autour du tambour et transportée le long du convoyeur.

6.3. Types de tambours

Il existe plusieurs types de tambours de convoyeur, notamment les tambours de queue, les tambours de tête, les tambours de tension et les tambours de renvoi. Les tambours de queue sont situés à l'extrémité arrière du convoyeur et fournissent un point d'appui pour la bande transporteuse. Les tambours de tête sont situés à l'extrémité avant du convoyeur et fournissent la force motrice pour faire avancer la bande transporteuse. Les tambours de tension sont utilisés pour maintenir la tension de la bande transporteuse et éviter qu'elle ne se relâche. Les tambours de renvoi sont utilisés pour faire tourner la bande transporteuse à un angle de 180 degrés.

6.4. Entretien des tambours

Les tambours de convoyeur nécessitent un entretien régulier pour garantir leur bon fonctionnement. Le caoutchouc ou le polyuréthane qui recouvre les cylindres peut s'user avec le temps, ce qui peut entraîner une perte de traction de la bande transporteuse. Il est important de vérifier régulièrement l'état des tambours et de remplacer le revêtement si nécessaire.

En résumé, les tambours sont des éléments clés des convoyeurs et fournissent la force motrice nécessaire pour faire avancer la bande transporteuse. Il existe plusieurs types de tambours de convoyeur, qui varient en taille et en fonctionnement. Les tambours nécessitent un entretien régulier pour garantir leur bon fonctionnement et prolonger leur durée de vie.
[32]

7. NETTOYAGE DES BANDES

Le nettoyage régulier des bandes transporteuses est essentiel pour garantir leur bon fonctionnement et prolonger leur durée de vie. Voici quelques informations supplémentaires sur le nettoyage des bandes transporteuses :

Les bandes transporteuses peuvent accumuler des résidus de produit, de la poussière, des débris et de l'eau, qui peuvent affecter leur traction et leur durée de vie. Le nettoyage régulier des bandes transporteuses peut aider à éviter ces problèmes et à prolonger leur durée de vie.

7.1. Méthodes de nettoyage

Il existe plusieurs méthodes de nettoyage des bandes transporteuses, notamment le nettoyage à l'eau, le nettoyage à la vapeur, le nettoyage à sec et le nettoyage chimique. Le choix de la méthode dépend de la nature des résidus et des débris à éliminer.

7.2. Équipements de nettoyage

Les équipements de nettoyage comprennent des brosses, des grattoirs, des souffleurs, des aspirateurs et des nettoyeurs haute pression. Les équipements doivent être choisis en fonction de la nature des résidus à éliminer et du type de bande transporteuse.

7.3. Précautions de sécurité

Lors du nettoyage des bandes transporteuses, il est important de prendre des précautions de sécurité pour éviter les accidents. Les travailleurs doivent être formés à l'utilisation des équipements de nettoyage et équipés de vêtements de protection. [32][33]

8. DISPOSITIFS DE TENSION POUR LES CONVOYEURS

Les dispositifs de tension sont des éléments importants des convoyeurs. Ils sont utilisés pour maintenir la tension de la bande transporteuse et garantir son bon fonctionnement.

8.1. Rôle des dispositifs de tension

Les dispositifs de tension maintiennent la tension de la bande transporteuse constante, ce qui permet de réduire l'usure de la bande et des autres composants du convoyeur. Ils assurent également un fonctionnement régulier de la bande, ce qui permet d'éviter les arrêts de production.

8.2. Types de dispositifs de tension

Il existe plusieurs types de dispositifs de tension, notamment les tambours de tension, les vis de tension, les ressorts de tension et les poids de tension. Le choix du dispositif dépend de la longueur de la bande, de la charge transportée et de l'espace disponible pour le dispositif.

8.2.1. Tambours de tension

Les tambours de tension sont des cylindres qui sont montés à l'extrémité du convoyeur et qui permettent de maintenir la tension de la bande transporteuse. Ils sont généralement utilisés pour les convoyeurs de grande longueur.

8.2.2. Vis de tension

Les vis de tension sont des vis qui permettent d'ajuster la tension de la bande transporteuse en tournant la vis. Elles sont généralement utilisées pour les convoyeurs de petite et moyenne longueur.

8.2.3. Ressorts de tension

Les ressorts de tension sont des éléments de suspension qui maintiennent la tension de la bande transporteuse en étant comprimés. Ils sont généralement utilisés pour les convoyeurs de longueur moyenne.

8.2.4. Poids de tension

Les poids de tension sont des poids qui sont suspendus à la bande transporteuse pour maintenir la tension constante. Ils sont généralement utilisés pour les convoyeurs de petite longueur.

Les dispositifs de tension sont des éléments importants des convoyeurs, qui permettent de maintenir la tension de la bande transporteuse constante. Il existe plusieurs types de dispositifs de tension, qui sont utilisés en fonction de la longueur de la bande et de la charge transportée. Les tambours de tension sont utilisés pour les convoyeurs de grande longueur, les vis de tension pour les convoyeurs de petite et moyenne longueur, les ressorts de tension pour les convoyeurs de longueur moyenne et les poids de tension pour les convoyeurs de petite longueur.[33]

9. INFRASTRUCTURE

L'infrastructure d'un convoyeur se compose généralement des éléments suivants :

9.1. Structure de support

La structure de support du convoyeur est généralement fabriquée à partir de poutres en acier ou en aluminium, et peut être de différentes formes en fonction de l'application. Elle est conçue pour supporter la charge du convoyeur, de la bande transporteuse et du matériau transporté.

9.2. Rouleaux et tambours

Les rouleaux et tambours sont fixés sur la structure de support et servent à guider et à soutenir la bande transporteuse. Les rouleaux peuvent être en acier ou en caoutchouc, et sont souvent dotés de paliers étanches pour minimiser la friction et prolonger leur durée de vie.

9.3. Bande transporteuse

La bande transporteuse est l'élément central du convoyeur et transporte le matériau d'un point à un autre. Elle est généralement en caoutchouc ou en PVC, et peut être équipée de différents types de revêtements en fonction de l'application.

9.4. Dispositifs de tension

Les dispositifs de tension sont utilisés pour maintenir la tension appropriée de la bande transporteuse et éviter les problèmes tels que le glissement ou le dérapage. Les dispositifs de tension courants comprennent les vis de tension, les poulies de tension et les vérins hydrauliques.

9.5. Système d'entraînement

Le système d'entraînement du convoyeur est responsable de la mise en mouvement de la bande transporteuse. Les moteurs électriques sont couramment utilisés pour fournir la puissance nécessaire, et peuvent être associés à différents types de réducteurs pour réguler la vitesse et le couple.

9.6. Dispositifs de nettoyage

Les dispositifs de nettoyage sont utilisés pour éliminer les débris et les résidus de la bande transporteuse afin de prévenir les blocages et les dommages. Les dispositifs de nettoyage courants comprennent les raclettes, les brosses et les systèmes de lavage.

9.7. Système de contrôle

Le système de contrôle est utilisé pour surveiller et contrôler le fonctionnement du convoyeur, en fournissant des informations sur la vitesse, le débit et la position. Les systèmes de contrôle peuvent également être utilisés pour automatiser le fonctionnement du convoyeur et optimiser l'efficacité.

L'infrastructure d'un convoyeur peut varier considérablement en fonction de l'application, de la capacité et des conditions environnementales. Des équipements supplémentaires tels que des protections anti-poussière, des systèmes de lubrification et des dispositifs de sécurité peuvent également être ajoutés en fonction des exigences spécifiques. [33][26][25]

10. Conclusion de chapitre

Ce chapitre sur les convoyeurs à bande met en évidence l'importance cruciale de ces systèmes dans diverses industries. Les convoyeurs à bande offrent une solution efficace pour le transport de matériaux en vrac ou en vrac, facilitant ainsi la productivité et l'efficacité des opérations. Grâce à leur conception robuste, ils peuvent résister aux conditions les plus difficiles et s'adapter à une grande variété d'environnements de travail.

De plus, les convoyeurs à bande peuvent être personnalisés pour répondre aux besoins spécifiques de chaque industrie, offrant une flexibilité et une adaptabilité accrues. Ils jouent un rôle crucial dans des secteurs tels que l'exploitation minière, la construction, l'agriculture, la logistique et bien d'autres encore.

Les convoyeurs à bande sont des outils essentiels pour les industries modernes, permettant un transport efficace et fiable des matériaux. Leur polyvalence, leur durabilité et leur capacité à améliorer la productivité font d'eux des éléments clés dans l'optimisation des processus industriels.

CHAPITRE III
CALCUL DES
CONVOYEURS A BANDE

CHAPITRE III CALCUL DES CONVOYEURS A BANDE

1. INTRODUCTION

Le présent chapitre se concentre sur le calcul des convoyeurs à bande, des dispositifs largement utilisés dans divers secteurs industriels. Comprendre les principes de conception et de calcul de ces convoyeurs est essentiel pour assurer leur bon fonctionnement et leur fiabilité.

Nous aborderons les composantes clés des convoyeurs à bande, telles que la bande transporteuse, les tambours et les rouleaux de support. En comprenant le rôle de chaque composant Comme j'ai eu mentionné dans le chapitre précédent , nous pourrons effectuer des calculs précis.

En utilisant une méthodologie appropriée, nous explorerons les différentes méthodes de calcul couramment utilisées pour évaluer les performances et la capacité des convoyeurs à bande.

Ce chapitre nous permettra de développer une compréhension approfondie des calculs nécessaires pour concevoir et optimiser les convoyeurs à bande, en tenant compte de leurs différentes charges et exigences spécifiques.

2. L'ordre de calcul

Pour effectuer le calcul du convoyeur à bande, il faut déterminer les données principales

2.1.1. Déterminer les propriétés du support matériel

Avant de commencer les calculs, il est important de connaître les propriétés du support matériel, telles que sa densité, sa granulométrie, sa cohésion, etc. Ces informations aideront à évaluer les forces et les contraintes appliquées à la courroie. [34]

2.1.2. Calcul de la longueur et de la pente du convoyeur

La longueur totale du convoyeur et la pente (si le convoyeur est sur une pente) sont des facteurs importants à prendre en compte. Ils affectent la résistance au roulement et la puissance nécessaire pour que la courroie se déplace. Pour la bande A1J04

$$\% \text{ de pente} = (H / L) \times 100$$

Où :

✓ **% de pente** :représente le pourcentage de montée du convoyeur,

- ✓ **H** : est la hauteur de la montée en mètres (m), = 15m
- ✓ **L** : est la longueur horizontale correspondante en mètres (m). = 1200m

Angle d'inclinaison (en degrés) :

$$\text{Angle} = \text{arc tan}(H / L)$$

Où :

- ✓ **Angle** : représente l'angle d'inclinaison en degrés,
- ✓ **H** : est la hauteur de la montée en mètres (m),
- ✓ **L** : est la longueur horizontale correspondante en mètres (m).[35]

Application : pour la bande (A01J04)

H : 15m

L : 800m

$$\% \text{ de pente} = (15 / 800) \times 100 = 1.875$$

Application : pour la bande (A01U15)

H : 11m

L : 290m

$$\% \text{ de pente} = (11 / 290) \times 100 = 3,8$$

2.1.3. Calcul de la résistance au roulement

La résistance au roulement est obtenue à partir du frottement entre la courroie et la poulie/le rouleau. Peut-être renommé en fonction de divers paramètres tels que le diamètre de la poulie, la tension de la courroie, les caractéristiques du matériau transporté, etc.

$$\mathbf{RRs = (C \times F) / V}$$

où :

- ✓ **RRs** : représente la résistance au roulement spécifique en N/m (Newtons par mètre)
- ✓ **C** : C'est le coefficient de résistance au roulement spécifique du convoyeur à bande, qui dépend de nombreux facteurs tels que la nature de la bande, la surface de contact avec les rouleaux, etc.
- ✓ **F** : est la charge appliquée sur la bande en N (Newtons)

✓ **V** : est la vitesse linéaire de la bande en m/s (mètres par seconde)

Application : pour la bande (A01J04)

$$RRs = (C \times F) / V \quad RRs = (0.05 \times 3.44) / 1.09$$

$$RRs \approx 0.1577$$

Application : pour la bande (A01U15)

$$RRs = (C \times F) / V \quad RRs = (0.11 \times 2,77) / 1.55$$

$$RRs \approx 0.1965$$

[35]

2.1.4. Calcul de la résistance à la traction

La résistance à la traction est la force nécessaire pour déplacer une charge le long de la bande transporteuse. Cela dépend de la résistance aux dirigeants, de la Pentecôte, de la tension des bandes et d'autres forces liées au système.

$$Rt = (k * L * G) / (b * 1,000)$$

où :

- ✓ **Rt** : représente la résistance à la traction en Newtons (N)
- ✓ **K** : est le coefficient de résistance à la traction spécifique du matériau de la bande
- ✓ **L** : est la longueur totale du convoyeur en mètres (m)
- ✓ **G** : est la masse totale du matériau transporté sur le convoyeur en kilogrammes (kg)
- ✓ **b** : est la largeur de la bande en millimètres (mm)

Application : pour la bande (A01J04)

Longueur du convoyeur (L) : 800 m

Largeur de la bande (b) : 1,2 m

Coefficient de résistance spécifique (k) : 0,03

Charge du matériau transporté (G) : 1000 tonnes par heure (1000 T/h)

Substituons les valeurs dans l'équation :

$$Rt = (0,03 * 800 * 1000) / (1,2 * 1,000)$$

Calculons le résultat :

$$R_t = 20$$

Application : pour la bande (A01U15)

Longueur du convoyeur (L) : 290 m

Largeur de la bande (b) : 0,65 m

Coefficient de résistance spécifique (k) : 0,033

Charge du matériau transporté (G) : 380 tonnes par heure (380 T/h)

Substituons les valeurs dans l'équation :

$$R_t = (0,033 * 290 * 380) / (0,65 * 1,000)$$

Calculons le résultat :

$$R_t = 5,6$$

2.1.5. Calcul de la puissance du moteur d'entraînement

Une fois que la charge, la longueur, la pente et la résistance sont connues, la puissance requise pour entraîner le moteur de la bande transporteuse peut être calculée. Cela est très vrai lors de l'utilisation de formules spéciales qui consomment des facteurs qui excluent les déterminants.

$$\text{Puissance} = (\text{Charge} * \text{Vitesse}) / (1000 * \text{Rendement})$$

Où :

- ✓ **Puissance** : représente la puissance du moteur d'entraînement en kilowatts (kW)
- ✓ **Charge** : est la charge à transporter sur le convoyeur en kilogrammes (kg)
- ✓ **Vitesse** : est la vitesse de déplacement de la bande en mètres par seconde (m/s)
- ✓ **Rendement** : est le rendement global du système d'entraînement (souvent exprimé en pourcentage)

Application : pour la bande (A01J04)

$$(1000000 * 1,09) / (1000 * 70) = 155,7 \text{ KW}$$

Je prends le rendement 70% Selon les données approximatives de l'entreprise en raison de l'ancienneté du tapis roulant

Application : pour la bande (A01U15)

$$(380000 \cdot 1,55) / (1000 \cdot 70) = 21 \text{KW}$$

Pour obtenir une valeur précise de la puissance du moteur d'entraînement, il est recommandé de prendre en compte les caractéristiques spécifiques de votre convoyeur et de consulter les spécifications techniques du moteur et du système d'entraînement pour obtenir des valeurs de rendement appropriées. En outre, il peut être judicieux d'inclure une marge de sécurité pour tenir compte des variations de charge et des conditions de fonctionnement réelles du convoyeur.[36]

2.1.6. LA MASSE METRIQUE DE LA BANDE

La masse métrique de la bande transporteuse fait référence à la masse linéaire de la bande, c'est-à-dire la masse d'une unité de longueur de la bande. Elle est généralement exprimée en kilogrammes par mètre (kg/m). La masse métrique de la bande est utilisée pour déterminer les forces de tension et les charges supportées par la bande transporteuse lors de son utilisation. Elle est calculée en prenant en compte le poids de la bande elle-même ainsi que le poids du matériau transporté, le cas échéant.

$$\text{Masse métrique de la bande} = \mathbf{B} * \mathbf{T} * \mathbf{L} * \mathbf{\rho_b}$$

Dans cette formule :

- ✓ **B** : représente la largeur de la bande en mètres.
- ✓ **T** : représente l'épaisseur de la bande en mètres.
- ✓ **L** : représente la longueur de la bande en mètres.
- ✓ **ρ_b** : représente la densité du matériau constituant la bande en kilogrammes par mètre cube.

Application : pour la bande (A01J04)

Largeur de la bande (B) : 1.2 m

Épaisseur de la bande (T) : 3 cm = 0.03 m

Longueur de la bande (L) : 800 m

Densité du produit (ρ_b)(le gibs) : 2400 kg/m³

Substituons ces valeurs dans l'équation :

Masse métrique de la bande = $1.2 * 0.03 * 800 * 2400$

Calculons le résultat : 86.4. Kg

Masse métrique de la bande = 1036.8 kg

Application : pour la bande (A01U15)

Largeur de la bande (B) : 0,65 m

Épaisseur de la bande (T) : 3 cm = 0.03 m

Longueur de la bande (L) : 290 m

Densité du produit (ρ_b)(l'argile) : 1,1 g/cm³ équivaut à 1100 kg/m³.

Substituons ces valeurs dans l'équation :

Masse métrique de la bande = $0,65 * 0.03 * 290 * 1100$

Calculons le résultat :

Masse métrique de la bande = 6.4435 kg

En utilisant cette formule, vous pouvez calculer la masse métrique de la bande pour un convoyeur à bande donné en spécifiant les valeurs appropriées pour chaque paramètre.

Enfin, il est important de vérifier d'autres paramètres tels que la vitesse de la bande, la tension de la bande, la déformation de la bande, la sélection du rouleau, etc. Ces éléments doivent respecter les normes et standards de l'industrie. [37]

2.2. PRODUIT TRANSPORTE

L'étude de conception d'un convoyeur à bande commencer par une évaluation des attributs du produit à traiter [39]

2.2.1. Angle de frottement naturel

Lorsque la matière prend naturellement une pente constante par rapport au plan horizontal. Souvent notée angle Δ [38]

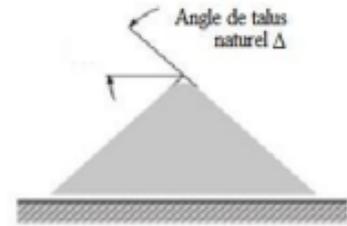


Figure 26 Angle de talus naturel

2.2.2. Angle de surcharge ou d'éboulement du produit

C'est l'angle que forme l'horizontale avec la surface du produit lors de son transport sur une bande en mouvement ; Cet angle est généralement compris entre 5° et 15° [38]

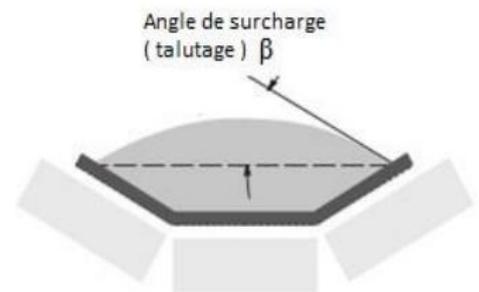


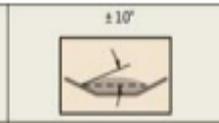
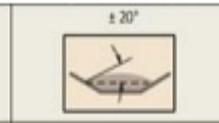
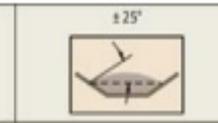
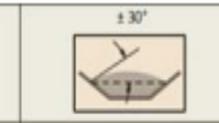
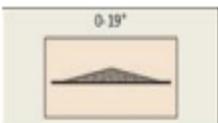
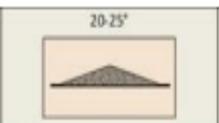
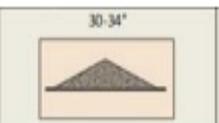
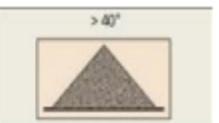
Figure 27 Angle de surcharge

2.2.3. Granulométrie

Ce facteur est également important, notamment pour définir la largeur minimum de la bande à adopter. Donc Il faut étudier la distribution statistique des tailles d'une collection

Tableau 1 Granulométrie des produits

d'éléments finis de matière naturelle ou fractionnée a transporté, [39]

| Caractéristiques des produits | | | | |
|--|---|---|--|---|
| - Dimensions uniformes - Particules arrondies, - Très petite taille. -Très humides ou secs | - Particules partiellement rondes - moyenne | - Produit irrégulier, granulats de poids moyen | -Produits ordinaires | -Produits irréguliers, visqueux, fibreux dont l'état tend à se détériorer pendant la manutention. |
| Exemple de matière | | | | |
| - Sable sec - Ciment - Calcaire humide - laitier | - Céréales - Grain - Haricots | - Argile - anthracite | - Charbon bitumineux - la plupart des minerais, | - Copeaux de bois, - sable de fonderie |
| Fluidité très élevée | Fluidité élevée | Fluidité moyenne | Fluidité faible | Mauvais fluidité |
| Angle de talutage β | | | | |
|  |  |  |  |  |
| $\beta = 5^\circ$ | $\beta = 10^\circ$ | $\beta = 20^\circ$ | $\beta = 25^\circ$ | $\beta = 30^\circ$ |
| Angle d'éboulement Δ | | | | |
|  |  |  |  |  |
| $\Delta = 0^\circ-19^\circ$ | $\Delta = 20^\circ-29^\circ$ | $\Delta = 30^\circ-34^\circ$ | $\Delta = 35^\circ-39^\circ$ | $\Delta = 40$ et plus |

[39]

2.3. Parcours du produit transporté

Pour les transporteurs à bandes comportant une suite de pentes variables ou ayant un trajet mixte (horizontal et incliné) en prend les différences de niveau accessoires aux tronçons correspondants. [44]

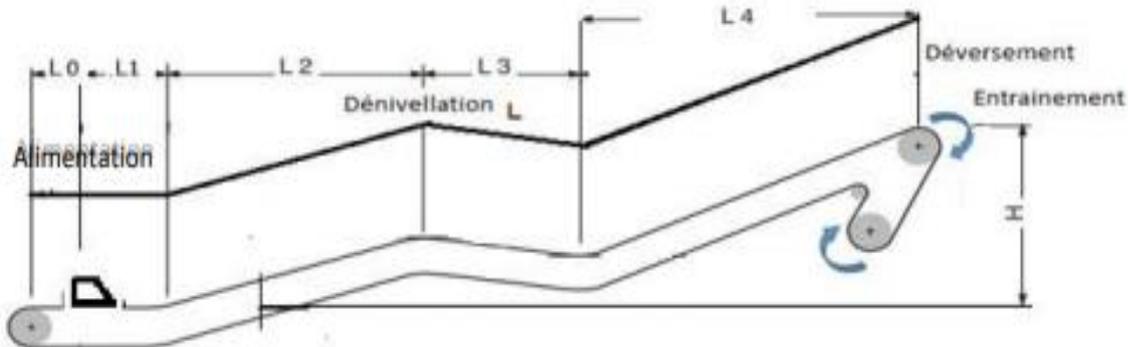


Figure 28 Parcours du produit transporté

En choisissant un convoyeur, il faut tenir compte de

- L'inclinaison du convoyeur,
- Les propriétés physiques du produit, Alimentation
- Le revêtement supérieur de la bande.

Pour éviter tous les dommages et les risques lors de déversement du produit, il faut faire attention sur le choix de la bande, en tenant compte les points suivants :

- ✓ Largeur de bande,
- ✓ Tension maximale,
- ✓ Nombre de plis,
- ✓ Type de revêtement,
- ✓ Type de carcasse (matériau). [43]

3. LARGEUR ET LONGEUR DE LA BANDE

Le choix de la largeur de la bande transporteuse dépend également de plusieurs facteurs.

La largeur minimum de la bande est dépendante de la grandeur Maximum d'un morceau de matière ; Une formule généralement admise est la suivante

$$L \geq a.X+200 \text{ Avec :}$$

- ✓ L= largeur de bande en [mm]

- ✓ **a**=facteur de correction,
- ✓ **X** = plus grande dimension d'un morceau de matière en [mm].

Pour le calcul des dimensions de la bande, on doit tenir compte des valeurs minimales de la largeur de la bande en fonction de sa charge de rupture et de l'inclinaison des rouleaux latéraux, comme indiqué au Tableau

Tableau 2 La largeur de la bande en fonction de sa charge de rupture et de l'inclinaison des rouleaux latéraux

| Charge de rupture (N/mm) | Largeur min. de la bande (mm) | | |
|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| | $\lambda = 20/25$ | $^\circ \lambda = 30/35^\circ$ | $\lambda = 45^\circ$ |
| 250 | 400 | - | - |
| 315 | 400 | 400 | 400 |
| 400 | 400 | 400 | 400 |
| 500 | 450 | 450 | 450 |
| 630 | 500 | 500 | 500 |
| 800 | 500 | 600 | 600 |
| 1000 | 600 | 650 | 650 |
| 1200 | 600 | 800 | 800 |
| 1600 | 600 | 800 | 800 |

[38]

4. LA VITESSE DE LA BANDE

La vitesse de la bande transporteuse joue un rôle crucial dans l'efficacité et les performances globales du système. En ajustant la vitesse, il est possible d'optimiser le débit de matériaux transportés, de réduire les temps d'attente et d'assurer une meilleure synchronisation avec les autres équipements de production

la vitesse doit être adaptée au type de matériaux transportés ainsi qu'au profil de la bande. La trémie d'alimentation doit aussi être adaptée à cette vitesse

$$V = \frac{Qv}{A \cdot 3600} = \frac{Qm \cdot \rho}{A \cdot 3600} \text{ en [m/s]}$$

Ou :

- ✓ **Qm** = débit-masse en[t/h],

- ✓ **Qv** = capacité en [m³/h],
- ✓ **V** = vitesse de la bande en [m/s],
- ✓ **A**= Surface transversal matière en [m²],
- ✓ **ρ**=densité apparent en [t/m³].

Pour maintenir un débit constant, il est souvent préférable d'opter pour des vitesses de bande relativement basses, ce qui nécessite une bande plus large ou une forme d'auge à plus grande capacité. Ce choix permet de compenser les forces de traction plus élevées tout en ressentant l'usure de la bande et en préservant l'intégrité des produits transportés . En se basant sur des données expérimentales, le Tableau fournit des recommandations sur les vitesses maximales en fonction des caractéristiques physiques, de la granulométrie du matériau transporté et de la largeur de la bande utilisée.[40]

Tableau 3 caractéristiques physiques, de la granulométrie du matériau transporté et de la largeur de la bande utilisée

| Granulométrie | | | | | | |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| Dimensions max | | Largeur min/bande mm | Vitesse max | | | |
| homogène | Mélangé | | M | B | C | D |
| Jusqu'à mm | Jusqu'à mm | | m/s | | | |
| 50 | 100 | 400 | 2.5 | 2.3 | 2 | 1.65 |
| 75 | 150 | 500 | | | | |
| 125 | 200 | 650 | 3 | 2.75 | 2.38 | 2 |
| 170 | 300 | 800 | 3.5 | 3.2 | 2.75 | 2.35 |
| 250 | 400 | 1000 | 4 | 3.65 | 3.15 | 2.65 |
| 350 | 500 | 1200 | | | | |
| 400 | 600 | 1400 | 4.5 | 4 | 3.15 | 3 |
| 450 | 650 | 1600 | | | | |
| 500 | 700 | 1800 | 5 | 4.5 | 3.5 | 3 |
| 550 | 750 | 2000 | | | | |
| 600 | 800 | 2200 | 6 | 5 | 4.5 | 4 |

- ✓ **A - Produit léger glissant, non abrasif,**

Masse volumique de $0.5 \div 1,0 \text{ t/m}^3$.

- ✓ **B - Produit non abrasif, granulométrie moyenne**

Masse volumique de $1.0 \div 1.5 \text{ t/m}^3$.

- ✓ **C - Produit moyennement abrasif et lourd**

Masse volumique de $1.5 \div 2 \text{ t/m}^3$.

- ✓ **D - Produit abrasif, lourd et présentant des arêtes aigües**

Masse volumique de plus de 2 t/m^3

5. La masse

Pour le Calcul de la résistance progressive pour détermination automatique de la puissance d'entraînement nécessaire, Il faut donc compter la masse de la charge transportée, celle de la bande et celles des pièces tournantes des stations de rouleaux et les éléments d'entraînement (Totalisé tous les masses en mouvement sur tous le parcours) [39]

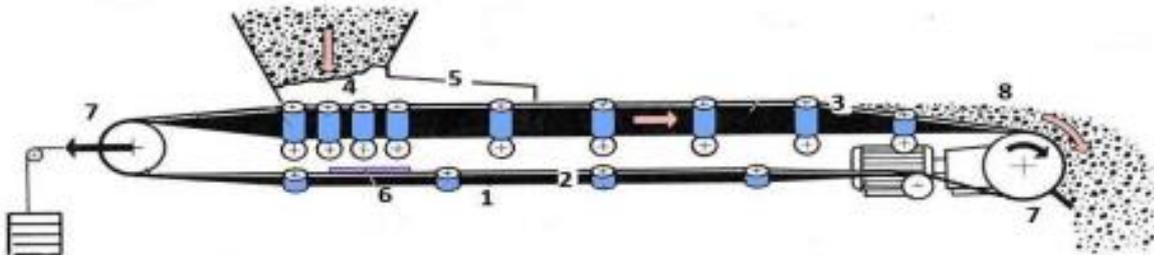


Figure 29 Résistance à l'avancement pour une bande transporteuse

Tableau 4 Résistance à l'avancement des rouleaux – porteurs

| 1 | Résistance à l'avancement des rouleaux – porteurs |
|---|--|
| 2 | Résistance localisées de la bande |
| 3 | Résistance localisées du produit |
| 4 | Résistance au niveau de l'alimentation |
| 5 | Résistance de frottement au niveau de la goulotte |
| 6 | Résistance produite par les racleurs |
| 7 | Résistance de flexion de la bande au niveau des tambours |
| 8 | Résistance ascensionnelles |

La masse mL du produit transporté, appliqué sur une longueur d'un mètre du parcours s'obtient à partir du débit exprimé en masse et de la vitesse de translation : [39]

$$mL = \frac{Qm}{3.6 * v} \text{ [kg / m]}$$

Où :

- ✓ **mL**: Poids ou masse du produit en mètre linière,
- ✓ **Qm**: Débit exprimé en masse [t /h],
- ✓ **V** : vitesse de translation de la bande [m/s]. [39]

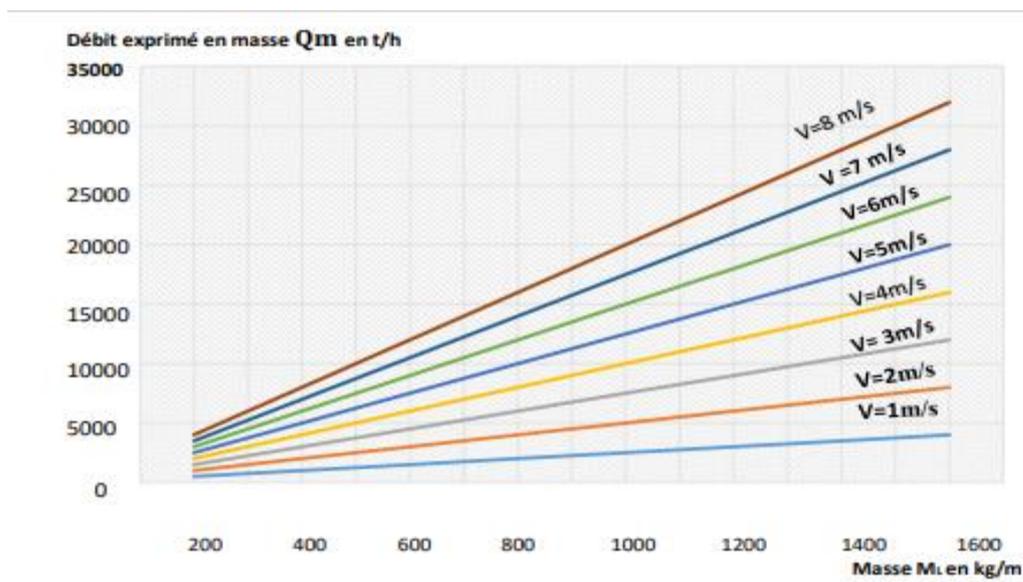


Figure 30 Variation de la vitesse de translation en fonction de la masse et le débit

[39]

5.1. Masse de stations de rouleaux

5.1.1. Ecartement

La distance entre deux stations-soutiens L_0 la plus couramment utilisée pour le brin supérieur d'un convoyeur à bande est 1 mètre, alors que pour le brin inférieur les stations sont normalement espacées de 3 mètres L_u

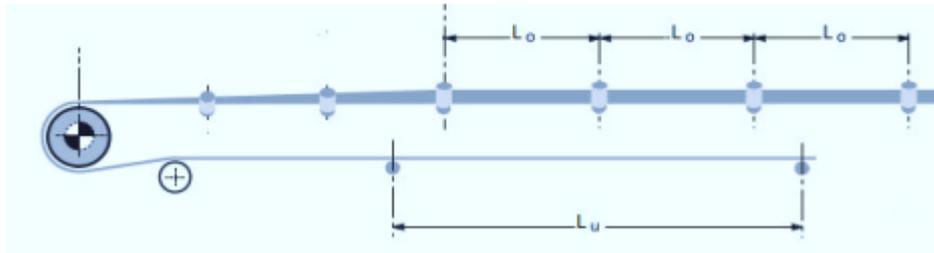


Figure 31 Ecartement des stations-soutiens.

On obtient le poids

des pièces tournantes supérieures m_{r0} et inférieures m_{ru} par

la formule suivante :

$$m_r = \frac{m_{r0}}{L_0} + \frac{m_{ru}}{L_u} \text{ en [kg / m]}$$

Où :

- ✓ m_{r0} = poids des pièces tournantes supérieures.
- ✓ L_0 = écartement ou espacement des stations supports supérieures.
- ✓ m_{ru} = poids des pièces tournantes inférieures.
- ✓ L_u = écartement ou espacement des stations supports supérieures.

5.1.2. Masse de la bande

La masse de la bande transporteuse est la somme de la masse de la carcasse m_z et de la masse des revêtements (inférieur et supérieur) m_d , la masse de bande m_g est exprimée par

$$mG = m_z + md \text{ [kg /m]}$$

5.2. coefficient de résistance

Le coefficient de frottement interne (coefficient de résistance) f qui est le produit d'un rapport entre les forces exercées par les masses et les résistances à l'avancement, donne les résistances principales F_H de la bande transporteuse.[39]

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

| Convoyeur à bande horizontal | | f pour vitesse en m/s | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| montant et descendant légèrement | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| pièces tournantes et produit présentant un frottement interne standard | | 0.0160 | 0.0165 | 0.0160 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0220 |
| Pièces tournantes et produit présentant un frottement interne élevé dans des conditions d'exploitation difficiles | | De 0.023 a 0.027 | | | | | |
| Pièces tournantes d'un convoyeur présentant une déclivité avec un frein moteur et/ou un générateur | | De 0.012 a 0.016 | | | | | |

Le coefficient de résistance passive (l'incidence de la température extérieure) peut être quantitativement retenue avec plus de précision pour autant que l'on obtienne des valeurs f peu différentes des valeurs indicatives après multiplication de f par le facteur CT [41]

Tableau 6 Coefficient de résistance passive en fonction de la température.

| Température en °C | +20 | +10 | 0 | -10 | -20 | -30 |
|-------------------|-----|------|------|------|------|------|
| Facteur CT | 1 | 1.02 | 1.07 | 1.17 | 1.20 | 1.47 |

Résistance à l'avancement F_f

On calcule le coefficient de frottement et f d'une bande transporteuse au moyen des coefficients C et f

$$F_f = C f L [m_r + (2.mG + mL)] g + H.mL g \text{ [N]}$$

Où :

- ✓ m_r = poids des parties tournantes en [Kg/m],

- ✓ **H** = variation de la hauteur de la bande,
- ✓ **g** = accélération de la pesanteur terrestre, $g=0.981 \text{ m/s}^2$
- ✓ **C** = coefficient de résistance passive,
- ✓ **f** = coefficient de frottement des pièces tournantes (stations-supports),
- ✓ **L** = entraxe du convoyeur [m],
- ✓ **mG** = poids de la bande par mètre linéaire en [Kg/m],
- ✓ **mL** = poids du produit transporté par mètre linéaire [Kg/m],

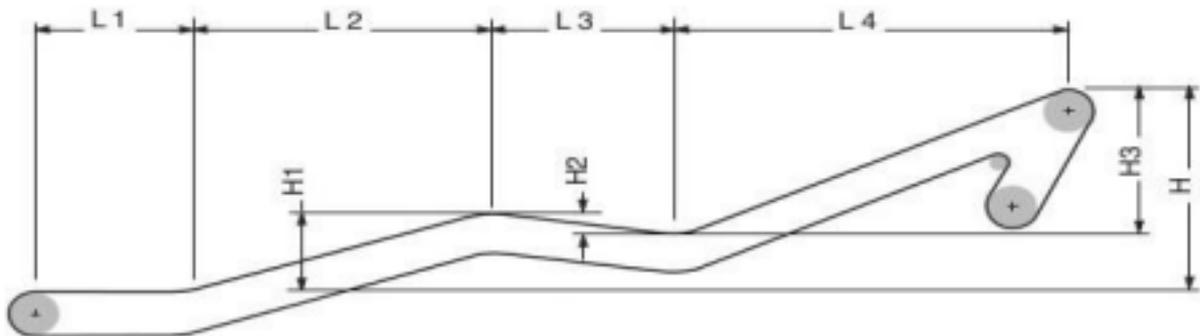


Figure 32 Profil à hauteur variable

[43]

5.3. Puissance d'entraînement PT_r

La puissance d'entraînement nécessaire d'un transporteur, qui doit être transmise à la bande par un seul ou simultanément par plusieurs tambours est donnée par la formule

$$PT_r = \frac{F * V}{\mu * 100}$$

À partir de la résistance à l'avancement F. [42]

5.4. Force périphérique

Les forces tangentielles sont produits au niveau des tambours moteur, qu'ils exercent un effort de traction ou de retenue, et sont transmises à la bande pour toutes les forces agissant sur celle-ci.

$$F_u = F = \frac{PT_r * V}{100 * \mu}$$

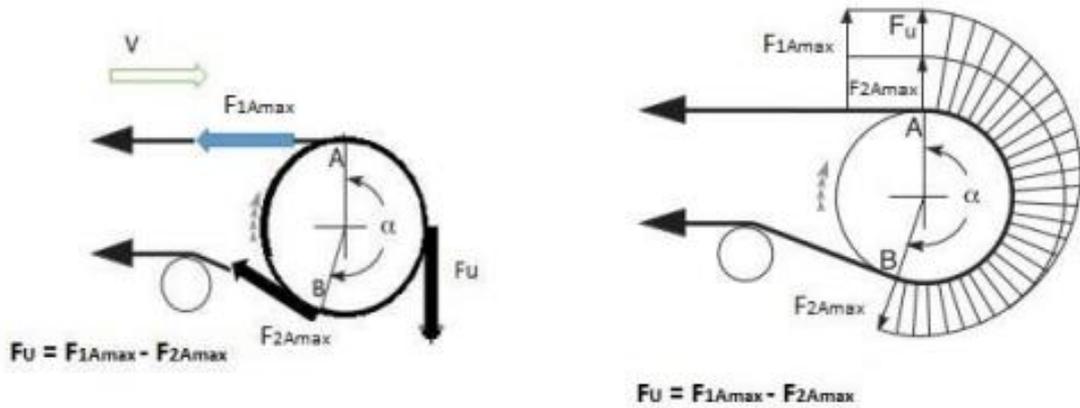


Figure 33 Distribution des forces de traction.

[10]

6. Patinage de la bande autour de tambour d'entraînement

Le patinage de la bande autour de tambour moteur indique, que si le couple d'entraînement exercé sur le tambour d'entraînement est plus grand que ce qui est autorisé, la bande glissera autour de tambour. Le glissement de la bande peut entraîner une usure importante du couvercle inférieur du convoyeur, alors un blocage de la goulotte d'alimentation de la bande ou un déversement de matériau peut se produire.

6.1. Surchauffe du moteur

Le couple nominal du moteur est le couple continu maximum disponible à la vitesse de conception qui permet au moteur de faire le travail sans surchauffe.

Dans les opérations d'accélération pratiques, le couple de service maximal doit être supérieur au couple nominal pendant une courte période.

Le rapport entre le couple de service maximum et le couple nominal est défini comme facteur de service. Dans le contrôle de vitesse active,

6.2. Déversement de matériel

En raison des propriétés élastiques de la bande, l'opération d'accélération provoque les fluctuations de la tension et de la vitesse de la bande. Si l'amplitude de la fluctuation de la vitesse de la bande est excessive, la bande à proximité de la zone de chargement peut être surchargée et du matériau en vrac peut être déversé de la bande.

7. L'épaisseur de la bande

L'épaisseur de la bande dans les convoyeurs à bande fait référence à la dimension perpendiculaire à la surface de la bande, mesurée de la partie supérieure à la partie

inférieure de celle-ci. Il s'agit de la distance verticale entre les deux surfaces de la bande qui sont en contact avec les rouleaux et les poulies du convoyeur.

L'épaisseur de la bande revêt une importance cruciale dans la conception et le fonctionnement des convoyeurs à bande, car elle a un impact direct sur plusieurs aspects essentiels. Voici les raisons qui soulignent l'importance de l'épaisseur de la bande [9]

- ✓ **Durabilité et résistance** : Une bande d'épaisseur adéquate est essentielle pour assurer la durabilité et la résistance de la bande. Une épaisseur insuffisante peut entraîner une usure prématurée, des déchirures et une dégradation rapide de la bande, ce qui nécessite des réparations fréquentes ou un remplacement précoce.
 - ✓ **Capacité de charge** : L'épaisseur de la bande influence directement la capacité de charge du convoyeur. Une bande plus épaisse peut supporter des charges plus importantes sans se déformer excessivement ou se rompre, ce qui est particulièrement crucial dans les applications nécessitant le transport de matériaux lourds ou en vrac.
 - ✓ **Résistance à l'usure et à la déchirure** : Une bande d'épaisseur appropriée est plus résistante à l'usure et à la déchirure, ce qui lui permet de résister aux contraintes et aux frottements répétés auxquels elle est soumise lors du transport des matériaux. Cela contribue à prolonger la durée de vie de la bande et à réduire les coûts de maintenance.
 - ✓ **Flexibilité et adaptation aux contours** : L'épaisseur de la bande peut affecter sa flexibilité et sa capacité à s'adapter aux contours des rouleaux et des poulies. Une épaisseur incorrecte peut entraîner des problèmes de suivi de la bande, des déviations et des risques de déraillement, ce qui compromet la fiabilité et l'efficacité du convoyeur.
 - ✓ **Stabilité du transport des matériaux** : Une bande d'épaisseur appropriée contribue à assurer la stabilité du transport des matériaux. Une épaisseur inadéquate peut entraîner des vibrations excessives, des perturbations du flux de matériaux et des problèmes de dispersion ou de chute des matériaux transportés.
- [39]

7.1. Facteurs influençant l'épaisseur de la bande

Plusieurs facteurs peuvent influencer le choix de l'épaisseur de la bande dans les convoyeurs à bande

- ✓ **Nature des matériaux transportés** :
- ✓ **Capacité de charge** :

- ✓ **Contraintes mécaniques :**
- ✓ **Conditions environnementales :**
- ✓ **Normes et recommandations industrielles :**

Il est important de prendre en compte ces facteurs et de consulter les spécifications du fabricant, les recommandations de l'industrie et les données d'expérience pour déterminer l'épaisseur optimale de la bande pour chaque application spécifique.[43]

7.2. Conséquences de l'épaisseur inappropriée de la bande

Le choix d'une épaisseur inappropriée de la bande dans un convoyeur à bande peut entraîner diverses conséquences négatives.

- ✓ **Usure prématurée :**

Une bande trop mince peut s'user prématurément en raison des contraintes mécaniques et de l'abrasion causée par les matériaux transportés. Cela peut entraîner une détérioration rapide de la bande, nécessitant des réparations fréquentes ou un remplacement prématuré, ce qui entraîne des coûts supplémentaires et des temps d'arrêt non planifiés.

- ✓ **Rupture de la bande :**

Une bande trop mince peut ne pas avoir la résistance nécessaire pour supporter la charge de matériaux ou les contraintes mécaniques auxquelles elle est soumise. Cela peut entraîner des déchirures, des fissures ou même une rupture complète de la bande, provoquant un arrêt de la production et des risques de sécurité pour les opérateurs.

- ✓ **Instabilité du suivi de la bande :**

Une épaisseur inappropriée de la bande peut affecter le suivi de la bande sur les rouleaux et les poulies. Une bande trop mince peut avoir du mal à rester centrée et à suivre correctement la trajectoire du convoyeur, entraînant des déviations, des sauts de la bande hors des rouleaux ou même un déraillement complet du convoyeur.

- ✓ **Diminution de la capacité de charge :**

Une bande trop mince peut limiter la capacité de charge du convoyeur, réduisant ainsi son efficacité et sa productivité. La bande peut se déformer ou se plier sous le poids des matériaux, ce qui limite la quantité de matériaux pouvant être transportés à la fois.

- ✓ **Coûts de maintenance accrus :**

Une épaisseur inadéquate de la bande peut augmenter les coûts de maintenance du convoyeur à bande. Des réparations fréquentes ou un remplacement prématuré de la bande

peuvent être nécessaires, entraînant des dépenses supplémentaires en termes de main-d'œuvre, de matériaux et de temps d'arrêt.

✓ **Perturbations du flux de matériaux :**

Une bande d'épaisseur inappropriée peut entraîner des perturbations du flux de matériaux transportés. Des vibrations excessives, des glissements ou des déversements de matériaux peuvent se produire, ce qui peut entraîner des retards, des problèmes de qualité des produits finis ou des pertes de matériaux précieux.[43]

8. Facteur de sécurité de la bande

Les facteurs de sécurité liés à la bande sont essentiels pour assurer la protection des opérateurs, prévenir les accidents et garantir un fonctionnement sûr du système. Voici les principaux facteurs de sécurité à prendre en compte :

- ✓ **Résistance de la bande :**
- ✓ **Conception et fabrication de la bande :**
- ✓ **Dispositifs de protection :**
- ✓ **Systèmes de surveillance et de détection :**
- ✓ **Formation et sensibilisation des opérateurs :**
- ✓ **Maintenance régulière :**
- ✓ **Respect des normes et réglementations [44]**

CHAPITRE IV

Solution proposées dans le cadre
d'amélioration des bandes
transporteuses

CHAPITRE IV : Solutions proposées dans le cadre d'amélioration des bandes transporteuses

1. Introduction

Le secteur industriel repose largement sur l'efficacité et la fiabilité des systèmes de transport, et les bandes transporteuses jouent un rôle essentiel dans cette dynamique. Ces dispositifs sont utilisés dans une variété d'industries, allant de la logistique à la fabrication, pour déplacer des matériaux, des produits et des marchandises sur de longues distances de manière automatisée. Cependant, malgré leur utilité, les bandes transporteuses sont souvent confrontées à des problèmes qui entravent leur fonctionnement optimal et réduisent leur efficacité.

Après avoir calculé les deux convoyeurs que nous avons opté pour étudier leur défaillances en particulier le problème d'usure, nous avons jugé

Après analyse que les problèmes les plus fréquents touchant les deux convoyeurs étudiés sont

- ✓L'usure décomposée en différents niveaux (usure du brin inférieur, usure du brin supérieur, usure des bords)
- ✓Désalignement de la bande
- ✓L'accumulation de matière
- ✓Usure des rouleaux
- ✓Mauvais alignement
- ✓Les pertes de la matière transportée

Dans ce dernier chapitre, nous nous penchons sur les solutions possibles pour remédier aux problèmes auxquels sont confrontées les bandes transporteuses. Nous examinerons les défis couramment rencontrés et proposerons des approches novatrices pour améliorer leurs performances. L'objectif est de développer des solutions pratiques et efficaces qui permettent de minimiser les interruptions de production, d'accroître la productivité et d'optimiser les flux de matériaux.

Ensuite, nous examinerons les solutions actuellement disponibles sur le marché et les techniques traditionnellement utilisées pour résoudre ces problèmes. Nous évaluerons leur efficacité et mettrons en évidence leurs limites afin de mieux comprendre les besoins non satisfaits.

Notre étude se concentrera également sur les avancées technologiques récentes qui offrent de nouvelles perspectives pour résoudre les problèmes des bandes transporteuses.

Enfin, nous discuterons des aspects pratiques de la mise en œuvre de ces solutions, des étapes recommandées pour leur adoption et des considérations logistiques à prendre en compte. Nous aborderons également les méthodes d'évaluation des performances après l'implémentation des solutions, afin de mesurer les améliorations obtenues et de justifier leur valeur nous pouvons créer un environnement de transport plus efficace, fiable et productif, soutenant ainsi la croissance continue du secteur industriel.

2. *Problématique et solutions proposées*

Les bandes transporteuses, en tant que composants clés des systèmes de transport industriels représentant jusqu'à 70% du prix total de toute l'installation, font face à divers problèmes qui peuvent entraver leur fonctionnement optimal.

Dans notre cas nous avons une série des bandes de plus de 8 km de longueur, nous étudions leurs problèmes et Nous proposerons des solutions pour les bandes (A1J04) (A1U15)

Nous décomposerons la cause du problème en 4 niveaux et nous analysons chaque problème puis nous disons Comment y faire face et pour corriger ou dépanner

2.1. Usure de la bande

Le problème d'usure sera décomposé en 4 parties ou niveaux comme signalés précédemment

2.1.1. *USURES DU BRUN INFÉRIEUR*

Dans cette partie de la bande, le problème d'usure se concentre en particulier sur les cotés des tambours moteur et de renvoi, c'est dans les points de contact avec la bande, provoquant le phénomène de frottement au fur et à mesure le fonctionnement pendant une période provoque l'usure de la bande

Le glissement entre le tambour moteur et la bande est souvent une cause à considérer et qu'il faut vérifier à chaque fois [45]

2.1.2. USURES DU BRIN SUPERIEUR

Dans cette partie de la bande , un paramètre important provoque l'usure est la en plus de la pression des bavettes latérales au niveau de la goulotte d'alimentation , une fois la matière piégée dans cette zone, se frotte contre la bande provoquant son usure .

Pour éviter ce dernier problème on doit verifier cette position de temps en temps, il faut aussi voir l'état des racleurs de nettoyage et les remplacer une fois leur fonction n'est plus assurée

Lorsque les indications d'usure sont profondes if faut remplacer la bande ou les parties usées de cette dernière

2.1.3. USURE DES BORDS

Pour ce type d'usure, il s'agit de l'une des causes majeures provoquant ce problème :

Soit c'est la mauvaise position de la bande c'est-à-dire des tensions sur un cote et dans ce cas il faut vérifier que la bande est bien centrée sur les rouleaux porteurs et les rouleaux , voire l'alignement de la bande, et qu'aucune pièce de la structure ne se frotte contre la bande, corriger les tensions et donc l'alignement on d'autres termes .

La 2eme cause à prendre en considération sont les bords de la bande dérangeant ainsi le châssis des rouleaux ou le structure du convoyeur, dans ce cas il faut déplacer les supports ou pièces de la structure qui dérangent les bords de la bande

Enfin la 3eme cause à considèrent est l'ajustement du la bande qui est n'est pas courbée à son niveau de bord inférieur quand elle passe en position verticale au niveau du poste de changement, et pour ce cas il faut Augmenter la hauteur des rouleaux horizontaux situés avant et après les verticaux. Ajustez la largeur entre les rouleaux verticaux à approximativement 1.5 fois l'épaisseur de la bande [45]

2.1.4. Embardée de la bande

Une des principales cause de déviation des bandes transporteuse est le positionnement inadéquat de la charge sur la bande surtout au niveau des tambours, il faut repositionner la bande au centre et vérifier le déchargement, le long de la bande, et utiliser les auto-centreure

2.2. L'accumulation de matière au niveau des tambours

Un autre problème fréquemment observé dans les bandes transporteuses est l'accumulation de matière sur les tombeurs ces derniers sont

Utilisés pour décharger les matériaux de la bande transporteuse dans des trémies, des silos ou d'autres équipements de stockage. Cependant, au fil du temps, il arrive que des résidus ou des matières collantes se déposent sur les tombeurs, ce qui peut entraîner une accumulation excessive et perturber le processus de déchargement. Cette accumulation peut provoquer des blocages, des obstructions ou même des déversements, entraînant des arrêts de production, des dommages aux équipements et des pertes de matériaux. La présence de matière accumulée sur les tombeurs peut également entraîner une usure prématurée de la bande transporteuse, nécessitant des réparations fréquentes et coûteuses [45]

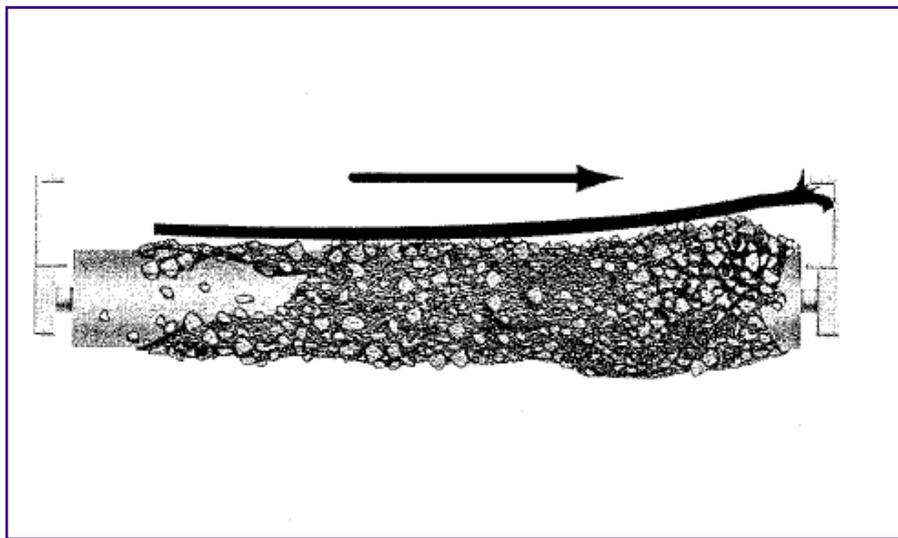


Figure 34 L'accumulation de matière au niveau des tambours

Pour résoudre ce problème, on doit diminuer le vide entre le dispositif de nettoyage et le tambour, utiliser des revêtements anti-adhésifs sur les tambours pour diminuer l'accumulation de la matière sur ces dispositifs

3. Usure des rouleaux

Au niveau des rouleaux, le problème d'usure est provoqué par deux causes principales le freinage des rouleaux et le mauvais alignement

3.1. Freinage des rouleaux

Lors du fonctionnement des bandes transporteuses, il peut survenir un phénomène de freinage indésirable, où certains rouleaux freinent de manière excessive le mouvement de la bande. Ce problème peut entraîner une diminution de la vitesse de déplacement des matériaux transportés, des perturbations dans le flux de production et une usure prématurée des composants du système. Comprendre les causes de ce freinage indésirable des rouleaux est essentiel pour trouver des solutions efficaces afin de minimiser ces effets néfastes et d'optimiser les performances globales des bandes transporteuses.

Les principales causes peuvent inclure

✓Frottement excessif : Des surfaces de rouleaux rugueuses, encrassées ou incompatibles avec la bande transporteuse peuvent créer un frottement excessif, provoquant un ralentissement ou un arrêt involontaire de la bande.

✓Problèmes de lubrification : Un manque de lubrification appropriée des rouleaux peut augmenter le frottement et causer un freinage excessif. D'autre part, une lubrification excessive peut entraîner une accumulation de matière et une adhérence accrue.

✓Obstacles ou accumulation de matière : La présence d'obstacles ou d'accumulation de matière sur les rouleaux peut entraîner un freinage indésirable lors du passage de la bande transporteuse.[45]

3.1.1. Solutions

Pour résoudre ce problème, on doit inspecter

Régulièrement les rouleaux : selon un programme d'inspection périodique pour vérifier l'état des rouleaux. Identifiez les rouleaux qui présentent un freinage excessif et effectuez les ajustements nécessaires.

Assurer un nettoyage et une lubrification appropriés : c'est-à-dire avoir des rouleaux propres et exempts de tout matériau indésirable qui pourrait causer un frottement contre la bande

Utilisation de revêtements spéciaux : Si les rouleaux présentent des surfaces rugueuses ou incompatibles avec la bande transporteuse, envisagez l'utilisation de revêtements spéciaux

tels que des revêtements en caoutchouc ou en polymères pour réduire le frottement et améliorer le mouvement de la bande.

3.2. Mauvais alignement

Pour cette cause, les problèmes sont nombreux, nous citons les plus fréquents

✓**Usure prématurée de la bande** : Lorsque les rouleaux ne sont pas correctement alignés, la bande transporteuse peut frotter contre les côtés des rouleaux, entraînant une usure excessive et accélérée de la bande. Cela peut réduire sa durée de vie et nécessiter des remplacements fréquents, ce qui engendre des coûts supplémentaires.

✓**Déviaton de la bande** : Le mauvais alignement des rouleaux peut provoquer une déviation de la bande transporteuse, où celle-ci ne suit pas une trajectoire droite. Cela peut entraîner des problèmes de stabilité et de contrôle du matériau transporté, ainsi que des perturbations dans le flux de production.

✓**Tension inégale de la bande** : Lorsque les rouleaux sont mal alignés, la tension de la bande transporteuse peut être inégale. Certains tronçons de la bande peuvent être surtendus, tandis que d'autres peuvent être sous-tendus. Cela peut entraîner des problèmes de traction incohérente et de déséquilibre dans le mouvement de la bande.

✓**Endommagement des rouleaux et des composants** : Le frottement et la pression causés par un mauvais alignement peuvent endommager les rouleaux, les axes et autres composants associés. Cela peut entraîner des déformations, des dommages structurels et une réduction de la durée de vie des équipements.

✓**Augmente les coûts de maintenance** : ce qui situe a des interventions fréquentes et couteuse, en termes de main-d'œuvre, de temps d'arrêt de la production et de pièces de rechange.

3.2.1. Solutions

Pour remédier à ce problème, on doit établir un programme d'ajustement régulier des rouleaux pour garantir un alignement adéquat.

✓Utiliser et Installer des dispositifs de guidage tels que des guides latéraux ou des galets de guidage pour maintenir la bande transporteuse dans une position correcte et empêcher la déviation causée par un mauvais alignement des rouleaux.

✓ Bien former le personnel responsable de la maintenance des bandes transporteuses est formé aux procédures d'alignement des rouleaux. Ils doivent comprendre l'importance de l'alignement adéquat et savoir comment effectuer correctement les ajustements nécessaires.

✓ Vérifier la tension de la bande et qu'elles sont réglée et uniforme sur toute sa longueur. Une tension inégale peut contribuer au mauvais alignement des rouleaux. Utilisez des dispositifs de tension appropriés et suivie les recommandations du fabricant et mettre en place un programme de maintenance préventive.

✓ Maintenance préventive Mettez en place un programme de maintenance préventive pour inspecter régulièrement les rouleaux et les composants associés. Cela permettra de détecter et de corriger rapidement tout problème d'alignement avant qu'il ne conduise à des dommages plus importants. [46]

4. Proposition de nouvelles solutions

Pour rendre notre plus efficace, nous proposons d'autres perspectives et solutions pour notre cas, nous avons accentué notre étude sur les bandes (A1J04) et (A1U15) (cas de la cimenterie EL malabiod)

Ces dernières sont les plus défaillantes, touchées par le problème d'usure décortique précédemment [46]

Caractéristique des bandes (A1J04),(A1U15)

Tableau 7 Caractéristique des bande (A1J04,A1U15)

| | Largeur de la bande En (mm) | Longueur de la bande En (m) | Epaisseur de la bande (inf+sup)(cm) | Puissance de moteur (kw) | Vitesse de la bande (t/min) |
|-------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| A1J04 | 1200 | 800 | 6+2 | 244 | 140 |
| A1U15 | 650 | 290 | 6+2 | 28 | 17.06 |

4.1. Cas de la bande (A1J04)

Comme je l'ai mentionné déjà précédemment, la bande (A1J04) est sujette au problème d'usure donc, j'ai réfléchi sur la solution du (pipe convoyeur) c'est-à-dire le convoyeur en tube qui peut être la meilleure solution à tous les problèmes d'usure étudiés dans la partie précédente

4.2. Convoyeur en pipe

Le convoyeur en pipe, également connu sous le nom de convoyeur tubulaire, est un type de système de transport utilisé pour le déplacement de matériaux en vrac sur de longues distances. Il est caractérisé par une conception en forme de tube ou de tuyau qui enveloppe la bande transporteuse et les matériaux transportés.

4.3. Caractéristiques du Pipe Conveyor

- Adaptable aux exigences et applications locales
- Encombrement minimum
- Forte inclinaison possible
- Transport possible sur de longues distances (10 km et plus)

- Peu de tour de transfert nécessaires donc "réduction de coût"
- Courbes horizontal, verticales et tri-dimensionnelles possibles [47]

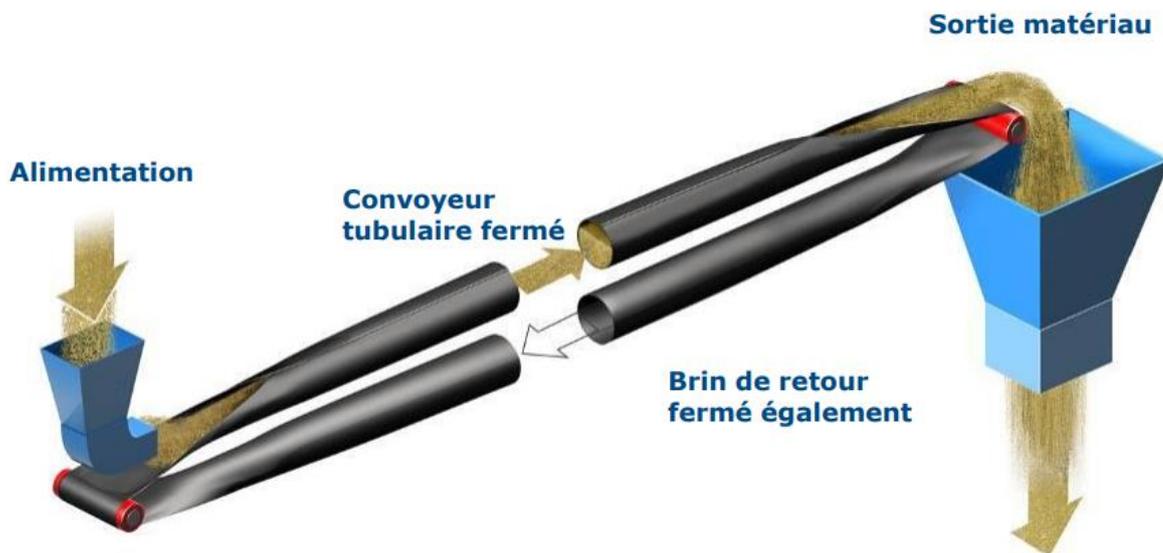


Figure 35 Principe du Pipe Conveyor

4.4. Principe du Pipe Conveyor

C'est le même principe utilisé habituellement, mais avec l'intervention des rouleaux qui lui donnait la forme tubulaire.

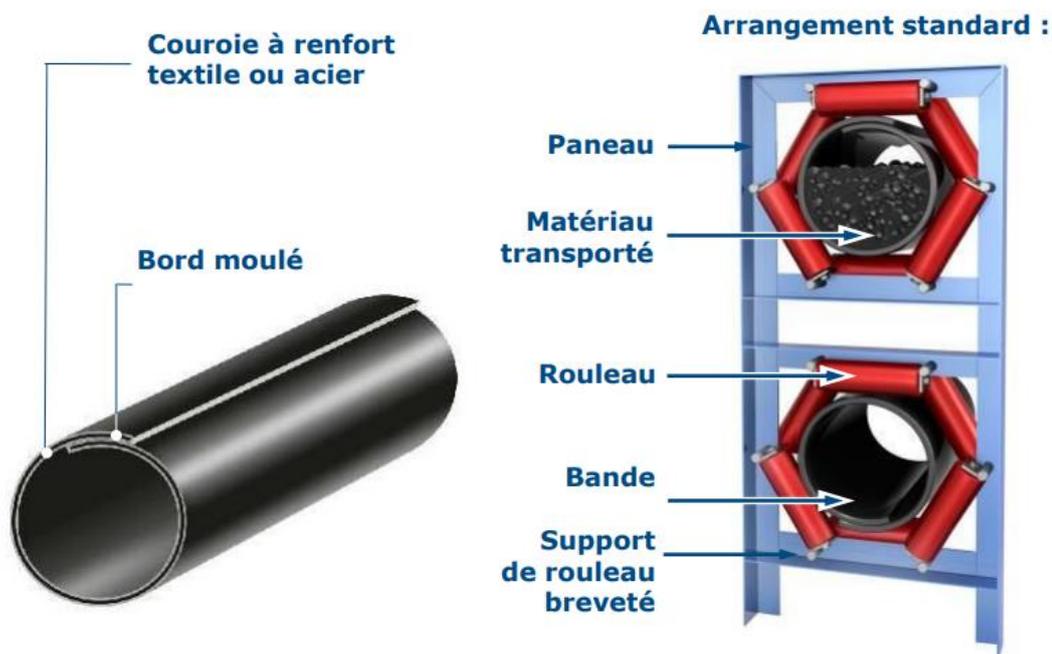


Figure 36 Conception du convoyeur en pipe



Figure 37 Zone de chargement



Figure 38 Zone de fermeture de la bande



Figure 39 Bande fermée pendant le transport



Figure 40 Zone de déchargement du matériau

Pour ce qui concerne "l'architecture" de la bande, il faut avoir en tête les 2 configurations "antagonistes" des bandes tubulaires. Elles doivent présenter un tube parfait entre la fin de la zone d'alimentation et la zone de transition en tête, puis avoir un profil "à plat" à la fin de cette zone de transition et , de la même manière, une variation de son profil brin retour. Sur tout l'entraxe du convoyeur, en profil tubulaire, la bande doit garder une forme "circulaire" parfaite, y compris pour la largeur de bande en recouvrement, afin de garantir une bonne étanchéité du tube; c'est-à-dire sans pollution du produit et sans pollution par le produit. j'ai une étude en attente de validation à l'échelle industrielle. Sous l'aspect "économique", lors de la comparaison avec une bande en auge classique à 3 secteurs, la situation est également très favorable en termes de coût direct. La structure utilisée maintenant dans l'entreprise utilise des piliers en fer en plus de Utilisez beaucoup de contrepoids Et la perte de la charge due au vent avec de nombreux problèmes mentionnés ci-dessus . [47]

Mon étude personnelle pour une bande tubulaire diamètre intérieur 652mm quice sera approprié dans notre cas , pour diamètre 712 mm extérieur, il faut une bande largeur 2050 mm mesuré "à plat" et ceci est à comparer pour une même manutention à une bande largeur 1450 mm (-28.6%) en auge à 6 secteurs 4 à 60° et 2 horisantale . Dans cet étude, il s'agit de manutentionner arrive à 1780.2t/h de gibs, coefficient de remplissage du tube 85 %. Là encore, le delta de 33 % sur la "vitesse" de la bande a une grosse influence sur la puissance absorbée, en considérant un bon fonctionnement des 2 types de convoyeur.

Aussi c'est parmi ses avantages, c'est le transport de la matière sur deux brins (voir fig. 39)

Procède au calcule de la charge transportée en tonne par heure pour le convoyeur (A1J04) qui transporte du calcaire selon la formule suivante :

$$\text{Charge (C)} = (V) * (B) * (L) * (\rho) * 3600/1000$$

Ou:

C : charge transportée en tonnes/heure.

V : vitesse de la bande en m/s.

B : largeur de la bande en mètres.

L : longueur du convoyeur en mètres.

ρ : densité du calcaire en kg/m³.

3600/1000 est un facteur de conversion pour obtenir le résultat en tonnes/heure.

Longueur du convoyeur (L) = 800 m

Largeur de la bande (W) = 2050 mm = 2,05 m / d= 652mm=0.652m

Vitesse de la bande (V) = 140 t/min

Densité du calcaire (ρ) = 2400 kg/m³

Nous devons d'abord convertir la vitesse de la bande en m/s :

Vitesse de la bande (V) = 140 t/min = 140 * 1000 kg/min / (60 s/min * 2050 mm) \approx 1.09 m/s

Maintenant, nous pouvons calculer la charge transportée par heure :

$$(C) = 1.09 \text{ m/s} * 2.05 \text{ m} * 800 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 * 3600/1000$$

(C) $\approx 1780224 \text{ kg/h} = 1780.22 \text{ T/h}$

Par conséquent, la charge transportée par heure pour ce convoyeur de calcaire est d'environ 1780.22 tonnes/heure

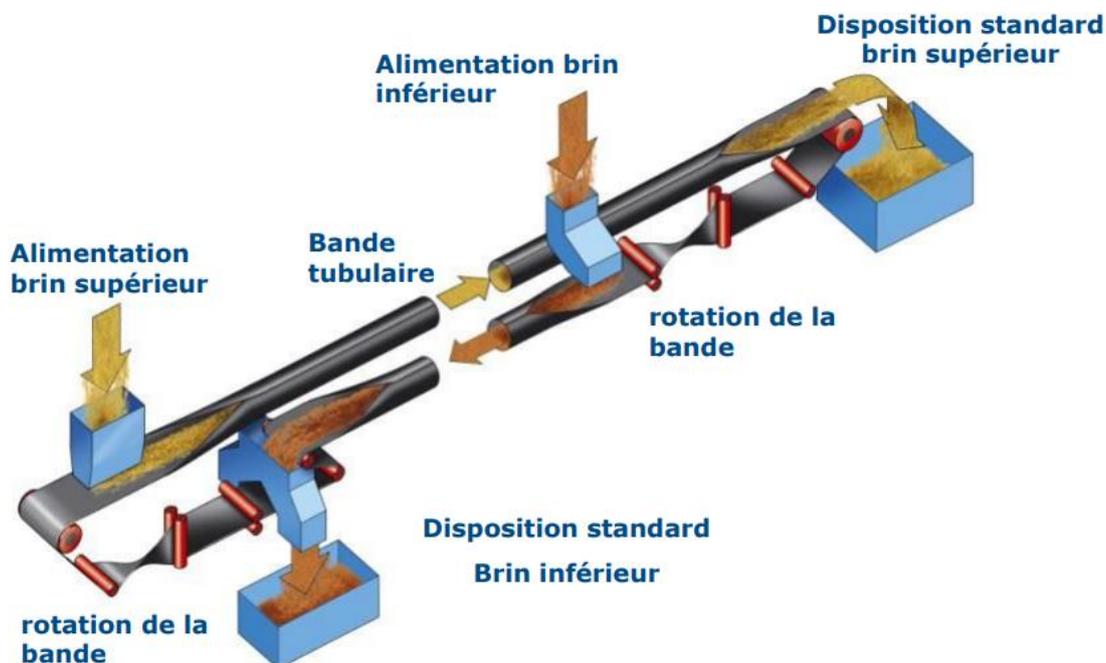


Figure 41 Transporte de matériau sur les deux brins

4.5. Le coût du projet selon les normes disponibles sur le marché

Bande transporteuse est 1610 m de longueur :

Coût par mètre linéaire : entre 1092 et 2457 dollar **Coût total de la bande transporteuse** : entre 17587640 et 3957219 Dinar algérien (calculé en multipliant la longueur par le coût par mètre linéaire)

4800 rouleaux : Coût par rouleau : entre 1638 et 2048 Dinar algérien

Coût total des 4800 rouleaux : entre 7865280 et 9831600 Dinar algérien (calculé en multipliant le nombre de rouleaux par le coût par rouleau)

Moteur de puissance de 244 kW : Coût du moteur : entre 819300 et 2321350 Dinar algérien

Tambour de renvoi : Coût du tambour de renvoi : entre 150205 et 682750 Dinar algérien

Panneau : en acier Nous avons besoin entre 400 et 410 panneaux avec les supports des rouleaux Habituellement, le poids de panneau est compris entre 32 et 45 kilogrammes : le tonne est 143104 Dinar algérien

Donc le cout c'est entre 1831681 et 2640194

Et pour (Dispositifs de nettoyage + cout de la sécurité et contrôle du la bande + l'infrastructure + la main d'œuvre)Je ne peux pas donner une valeur exacte

Donc le cout total est entre : 12685490 Dinar algérien et 19840710 Dinar algérien sans (Dispositifs de nettoyage + cout de la sécurité et contrôle du la bande + l'infrastructure + la main d'œuvre)

4.6. Les avantage

Le convoyeur en tube (pipe conveyor) est très avantageux et offre de très bonnes solutions aux différents problèmes rencontrés sur les convoyeurs à bande en particulier ceux touchant la bande transporteuse a savoir

- Réduction de la dispersion de matériau** : la conception en forme de tuyau du convoyeur aide à réduire la dispersion de matériau pendant le transport. Cela permet de minimiser les pertes de matériau et d'améliorer l'efficacité globale du système.

- Protection contre les intempéries** : La structure tubulaire du convoyeur en pipe offre une protection contre les intempéries telles que la pluie, la neige, le vent, etc. Cela vous permet de maintenir l'intégrité du transport sanitaire et d'éviter les problèmes de météorologiques.

- Réduction des émissions de poussière** : Grâce à son design fermé, le convoyeur en pipe limite la dispersion de poussière dans l'environnement. Cela contribue à créer un environnement de travail plus sûr pour les opérateurs et à réduire les impacts environnementaux.

- Flexibilité de disposition** : Le convoyeur en tuyau peut être configuré de manière flexible pour s'adapter aux contraintes d'espace et aux besoins spécifiques du site. Il peut être installé en ligne droite ou en suivant des courbes, ce qui permet une utilisation optimale de l'espace disponible.

- Réduction du bruit** : La structure en tube du convoyeur en tuyau aide à réduire le bruit généré pendant le transport du matériau. Cela peut aider à prévenir les conditions de travail et à réduire les impacts sur les zones sensibles.

● **Maintenance réduite** : En raison de son concept simplifié et de l'absence de la bande retournée, le convoyeur en tuyau nécessite généralement moins de maintenance par rapport aux convoyeurs à bande traditionnels. Cela permet de restituer les coûts de maintenance et les temps d'arrêt de l'équipement.

● Pas de poussière, pas de fuite de matériau, ni sur le brin aller ni sur le brin retour

● Plusieurs point d'alimentation peuvent être implantés tout le long du parcours

● Convoyage simultané possible sur le brin aller et retour

● Exécution réversible possible

● Réduction de la dispersion de matériau [47]



Figure 42 Chemin de convoyeur en pipe 10 km



Figure 43 Etape de fermeture

5. La deuxième solution (Le système autocentreur)

Le système autocentreur permet de corriger efficacement le déport des bandes transporteuses sur le brin supérieur.

Installé à titre curatif ou préventif, il fonctionne aussi bien sur les transporteurs à un ou deux sens de marche.

Entièrement galvanisé, il est équipé d'un châssis réglable, d'un pivot en INOX avec un axe de \varnothing 60 ou 80 mm sur lequel est fixé le support en auge à trois rouleaux garnis en caoutchouc vulcanisé à chaud.

De conception très robuste, le supérieur pourra équiper toutes les manutentions même lourdes, à grandes vitesses (6m/s maxi) ou bien dans des ambiances de travail poussiéreuses.

Pour les applications très abrasives, il pourra être équipé de rouleaux garnis en polyuréthane (PU) ou en caoutchouc antistatique (A) pour des montages en zone [48]



Figure 44 Fraicheur générale de l'autocentreur

5.1. Principe de fonctionnement

Les rouleaux tronconiques du système créent des forces de frottement horizontales, Lorsque la bande est centrée, la station à 3 rouleaux, perpendiculaire à l'axe du transporteur est sans effet de correction parce qu'il y a une symétrie des frottements.

Lors d'un déport de la bande, à droite par exemple, les efforts de frottement sont plus importants sur la partie conique droite à faible diamètre que sur la partie conique du rouleau opposé à gauche.

La force de frottement droite entraîne de ce côté la station vers l'avant, apportant ainsi une correction de la trajectoire de la bande jusqu'à ce que l'ensemble retrouve son équilibre les mouvements de correction sont proportionnels à l'importance des déports [48]



Figure 45 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

5.2. Choix de type

Pour la bande (A1U15) qui souffre du plus gros problème d'embarquée de la bande

En applique le type SK 650/P

| Type | Largeur bande | E/min | E/max | H | D/min | D/max | X | Poids Kg |
|------------|---------------|--------|-------|-----|-------|-------|-----|----------|
| SK 650/P | 650 | 870 * | 1120 | 289 | 104 | 256 | 150 | 63 |
| SK 800/P | 800 | 880 | 1330 | 289 | 104 | 256 | 150 | 70 |
| SK 1000/P | 1000 | 990 | 1460 | 289 | 104 | 256 | 150 | 80 |
| SKL 1200/P | 1200 | 1340 * | 1930 | 428 | 152 | 316 | 180 | 156 |
| SKL 1400/P | 1400 | 1390 | 2150 | 428 | 152 | 316 | 180 | 166 |
| SKL 1600/P | 1600 | 1640 | 2360 | 428 | 152 | 316 | 180 | 178 |
| SKL 1800/P | 1800 | 1840 | 2560 | 428 | 152 | 316 | 180 | 188 |

Figure 46 critere de choix le type de rouleaux

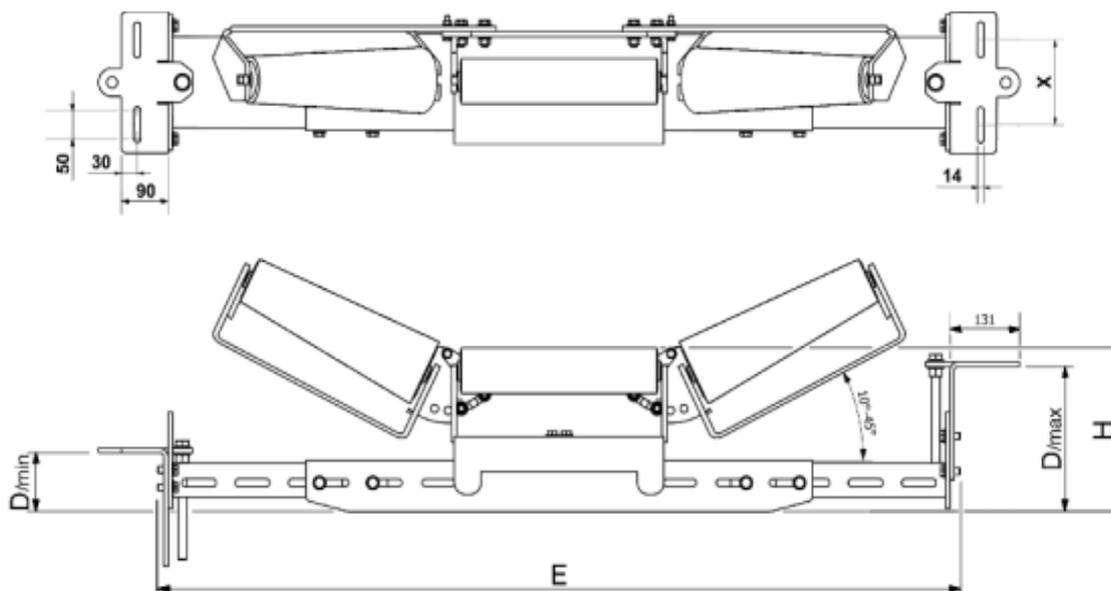


Figure 47 Dimensions contrôlées

5.3. Exemples d'implantation

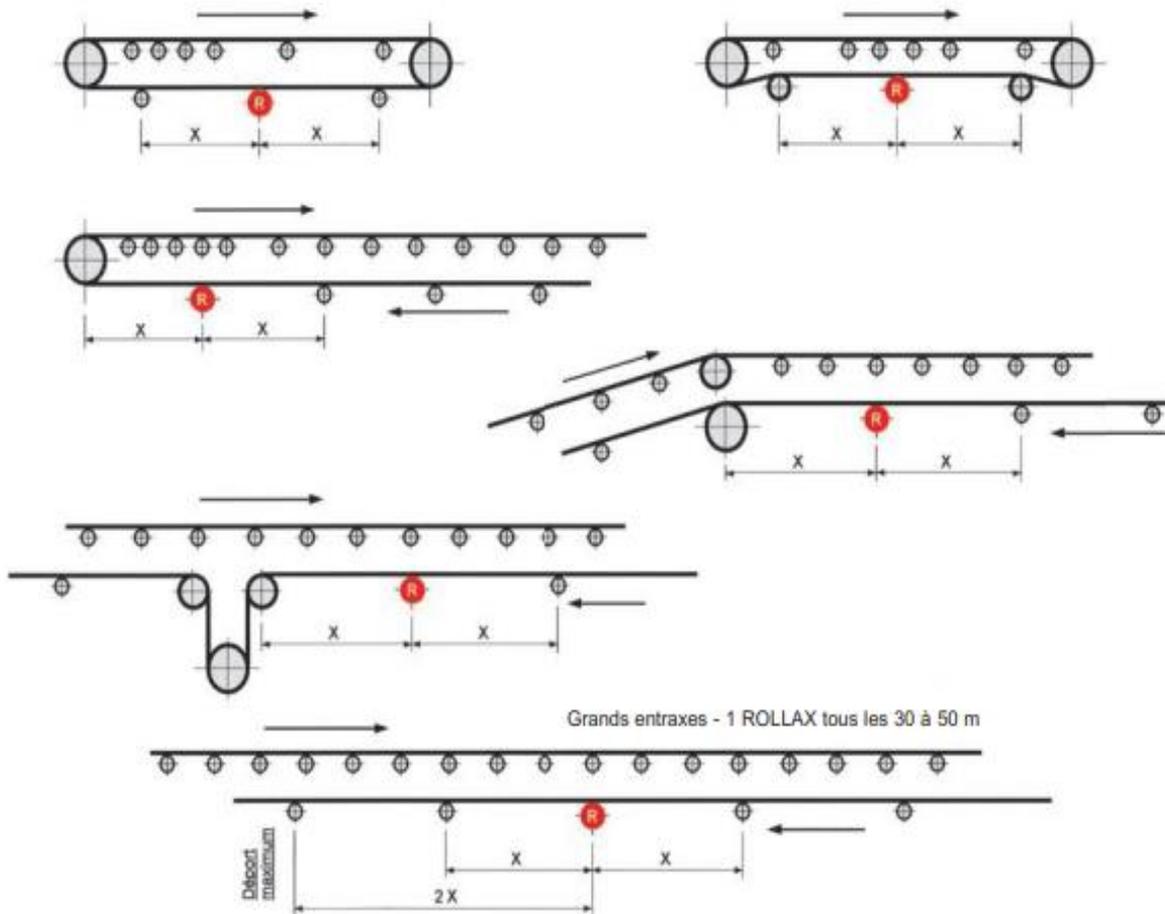


figure 48 exemples d'implantatio

5.4. Les avantages

Stabilité du produit : Les convoyeurs à bande autocentrés sont conçus pour maintenir le produit transporté au centre de la bande. Cela garantit une distribution uniforme du poids sur la bande et évite les déplacements latéraux indésirables. Ainsi, les produits restent stables pendant le transport, réduisant les risques de dommages ou de renversement.

Réduction des perte : Grâce à leur capacité à maintenir les produits centrés, les convoyeurs à bande autocentrés minimisent les pertes de matériau ou les déversements. Cela permet de réduire les déchets et les coûts associés à la gestion des déchets.

Réduction de l'usure de la bande : L'auto-centrage réduit l'usure de la bande transporteuse. Lorsque la bande est correctement alignée, elle subit moins de frottements et d'efforts inutiles. Cela prolonge la durée de vie de la bande et réduit les besoins de maintenance.

Facilité d'installation : Les convoyeurs à bande autocentrés sont généralement faciles à installer et à mettre en service. Ils sont souvent équipés de systèmes de réglage et de

tension automatiques, ce qui simplifie le processus d'installation et permet d'économiser du temps et des ressources.

Flexibilité d'application : Les convoyeurs à bande autocentrés peuvent être utilisés dans une variété d'applications industrielles. Ils conviennent aux matériaux en vrac, aux produits emballés, aux charges lourdes et même aux produits fragiles. Leur capacité à maintenir les produits centrés les rend polyvalents et adaptés à divers secteurs tels que l'industrie minière, l'industrie alimentaire, l'industrie pharmaceutique, etc.

Amélioration de l'efficacité : L'auto-centrage des convoyeurs à bande permet d'optimiser l'efficacité du transport. En évitant les déplacements latéraux et les interruptions fréquentes pour réaligner les produits, la productivité est améliorée et les temps d'arrêt sont réduits.

Sécurité accrue : Les convoyeurs à bande autocentrés contribuent à améliorer la sécurité sur le lieu de travail. En maintenant les produits centrés, ils réduisent les risques de blocage ou de coincement, minimisant ainsi les accidents potentiels liés au fonctionnement du convoyeur. [48]

5.5. Conclusion

En conclusion, l'autocentrage des bandes transporteuses est une technologie qui offre de nombreux avantages significatifs dans le domaine de la manutention et du transport des matériaux. En maintenant les produits centrés sur la bande, cette technologie améliore la stabilité du produit, réduit les déchets, prolonge la durée de vie de la bande et facilite son installation. De plus, elle offre une flexibilité d'application et contribue à améliorer l'efficacité et la sécurité sur le lieu de travail.

L'autocentrage des bandes transporteuses est particulièrement précieux dans divers secteurs industriels tels que l'industrie minière, et bien d'autres. Les fabricants et les fournisseurs spécialisés dans les solutions de convoyage proposent une gamme de produits et de technologies pour répondre aux besoins spécifiques des entreprises.

En adoptant la technologie d'autocentrage des bandes transporteuses, les entreprises peuvent améliorer leur productivité, réduire les coûts associés aux déchets et à la maintenance, tout en assurant un transport plus sûr et plus fiable de leurs produits.

En définitive, l'autocentrage des bandes transporteuses représente une avancée technologique prometteuse dans le domaine de la manutention et du transport des matériaux, offrant des avantages significatifs qui contribuent à l'efficacité opérationnelle et à la rentabilité des entreprises.

Conclusion générale :

A la fin de cette étude nous aboutissons aux points suivants :

L'usure des bandes transporteuses au niveau de la cimenterie d'El-malabiod de Tébessa, met en évidence les défis auxquels sont confrontées les industries locales utilisant ces systèmes de transport essentiels. J'ai identifié des problèmes récurrents tels que l'usure prématurée des bandes, les coûts élevés de maintenance et les arrêts de production indésirables, qui ont un impact significatif sur l'efficacité opérationnelle et les résultats financiers de l'entreprise.

Cependant, cette étude ne se contente pas de mettre en évidence que les problèmes. Nous avons également proposé des solutions pratiques et durables pour atténuer ces problèmes et minimiser les pertes.

De plus, nous avons souligné l'importance d'une maintenance régulière et préventive, en recommandant des inspections fréquentes pour détecter les signes d'usure et de dommages potentiels.

Dans le contexte spécifique de la cimenterie el-malabiod, nous avons également proposé des solutions temporaires pour réduire les pertes et maintenir la continuité des opérations en cas de panne ou d'usure soudaine des bandes. Cela peut inclure la disponibilité de bandes de rechange, des procédures d'urgence pour les réparations rapides et des plans de contingence pour minimiser les temps d'arrêt et les perturbations de la production.

Il est important de souligner que ces solutions ont été développées en tenant compte des ressources disponibles localement et de la réalité de la cimenterie el-malabiod. Nous reconnaissons également que chaque entreprise est unique, et il est essentiel d'adapter les recommandations spécifiques aux besoins et aux contraintes spécifiques de chaque contexte opérationnel.

Nous avons aussi suggéré une solution pour reconstruire le convoyeur a bande (A01J04) qui rencontre de nombreux problèmes, et adapter une nouvelle technologie pour ce convoyeur qui est capable d'éliminer tous les problèmes , Et suggérer également l'application de la technologie autocentreuse pour la bande (A01U15) qui est Très rentable pour l'entreprise

En conclusion, cette étude fournit un aperçu approfondi des problèmes d'usure des bandes transporteuses dans l'entreprise à Tébessa, en Algérie, tout en offrant des solutions pratiques pour atténuer ces problèmes et réduire les pertes. Les recommandations fournies, combinées à des solutions temporaires pour maintenir la continuité des opérations,

permettront à l'entreprise de faire face plus efficacement aux défis liés à l'usure des bandes transporteuses, d'améliorer sa productivité et de réduire les coûts de maintenance. En mettant en œuvre ces recommandations, la cimenterie d'EI-malabiod Tébessa peut renforcer sa compétitivité, augmenter son rendement et assurer une exploitation plus durable de ses systèmes de transport à bande.

Bibliographie :

- [1] Peng, S. S., Huang, B., Liu, J. (2018). Transportation in underground mines. In *Underground Mining Methods* (pp. 423-461). Springer, Cham.
- Wilkie, J., Wagner, W. (2017). *Introduction to mineral processing* (2nd ed.). Denver: Colorado School of Mines.
- [2] Tatiya, R., Kumar, U., Rishi, M. P. (2017). Material handling in underground mines. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Applied Sciences*, 6(9), 40-49.
- Morin, K. A., & Saindon, R. (2012). Rail versus truck haulage in Canadian underground mines: a comparison of costs. *CIM Journal*, 3(4), 237-247
- [3] Maden, i. (2016). Evaluation of truck dispatching alternatives in an underground mine. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 116(11), 1067-1074.
- Bi, M., & Xu, Y. (2020). An effective truck dispatching algorithm for underground mining. *Applied Sciences*, 10(3), 875.
- Wang, W., Yang, R., Zhang, X., Li, Y. (2021). An integrated decision-making model for truck allocation in underground mines. *Resources Policy*, 72, 102135.
- Elbrond, J., Johansson, B. (2017). Heavy vehicle selection for mining in Indonesia. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 31(2), 108-120.
- Sayadi, A., Rahmanpour, M. (2019). Performance evaluation of haul trucks using a new classification approach in a mine operation. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 33(3), 187-199.
- [4] Harrison, A. (2017). *Conveyor belt engineering for the coal and mineral mining industries*. CRC Press.
- Gupta, J. D. (2016). A review on belt conveyor idlers. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 5(10), 17494-17499.
- [5] "Conveyor Belt Selection Guide" de Viking Conveyor:
<https://www.vikingconveyor.co.nz/images/pdfs/Conveyor%20Belt%20Selection%20Guide.pdf>
"Selecting the Right Conveyor Belt Material for Your Application" de Multi-Conveyor:
<https://www.multi-conveyor.com/selecting-the-right-conveyor-belt-material-for-your-application/>
- [6] "Different Types of Trucks Used in Mining" de tradequip.com:
<https://www.tradequip.com/blog/different-types-of-trucks-used-in-mining>
- [7] "Design of Belt Conveyor System for Material Handling: An Overview" de IJSRD :
<https://www.ijssrd.com/articles/IJSRDV7I120353.pdf>
"Belt Conveyors for Bulk Materials" de Conveyor Equipment Manufacturers Association :
<https://www.cemanet.org/publication/belt-conveyors-for-bulk-materials/>
"Advances in Conveyor technology" de BEUMER Group :
https://www.beumergroup.com/Uploads/Media/Advances-in-Conveyor-Technology_EN.pdf
- [8] "Belt Conveyors for Bulk Materials" de Conveyor Equipment Manufacturers Association
"Bulk Material Handling by Conveyor Belt 7" de M.A. Alspaugh
"Conveyors and Related Equipment" de A. Spivakovsky et S. Dyachkov
- [9] Maclean, A. (2017). Rail-Veyor: a new bulk material handling solution for underground mining applications. *Mining Technology*, 126(1), 36-42.
- Singh, R., & Pande, K. (2015). An assessment of the role of rail transportation in the development of the Indian mining sector. *Transport Policy*, 44, 67-75.

Tukker, J. (2008). Rail freight transport for development of mining areas in Africa. *Resources Policy*, 33(3), 170-177.

Yellishetty, M., & Knights, P. (2012). The role of railways in reducing carbon emissions from mining: A case study of coal and iron ore exports from Australia. *Journal of Cleaner Production*, 33, 94-101.

[10] Railroads in the Mining of Iron Ore in Minnesota by William G. Thompson
Mining Railways of the Klondike by Frank W. Wightman
Mining Railways of the Canadian West: Volume 1: British Columbia by Robert D. Turner

[11] Mine hoisting in Deep Shafts in the 21st century, W. J. Brune, T. J. L Du Bruyn, A. H. Gray (2010)

Underground Mining Transportation Systems, K. Matsui (1982)

Hoist and Haul 2010, A. L. Mular, D. N. Collins, G. R. O'Brien, P. J. Chiesa (2010)

Mining Engineering Analysis, Second Edition, Christopher J. Bise (2012)

Shaft Engineering, W. J. Brune (1988)

[12] Mining Railways of the Canadian West: Volume 1: British Columbia by Robert D. Turner

[13] "Mining Transport" sur le site web de TechnoMine :

<https://www.technomine.com/transport.htm>

"Transportation in Mines" sur le site web de Mine Safety and Health News :

<https://www.minesafety.com/tips/transportation-in-mines/>

"Transportation in the Mining Industry" sur le site web de AZoMining :

<https://www.azomining.com/article.aspx?ArticleID=1638>

[14] M. Kecojevic, P. L. Mccarter, and J. A. Reyes, "Development of an empirical formula to quantify haul truck payload capacity," *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment*, vol. 14, no. 1, pp. 35-42, 2000.

J. C. C. Costa, F. A. C. Vilela, and J. S. O. Júnior, "Loading and haulage equipment selection for optimum production in a granite quarry," *Journal of Mining Science*, vol. 50, no. 6, pp. 1193-1201, 2014.

J. Zhang, J. Li, and Z. Li, "Research on truck dispatching method based on loading density," in *Proceedings of the 2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Dubai, UAE, 2015, pp. 2115-2122.

S. Kumar and D. K. Singh, "A mathematical model for optimization of cycle time in mining truck-shovel operation," *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, vol. 119, no. 11, pp. 1117-1125, 2019.

S. A. Ayer and D. M. Wagner, "Mathematical models for truck dispatching in underground mining," *European Journal of Operational Research*, vol. 98, no. 3, pp. 420-429, 1997.

[15] Kecojevic, V., Komljenovic, D., & Groves, W. (2011). A review of operations in mine planning and equipment selection. *Interfaces*, 41(3), 222-245.

Dimitrakopoulos, R. (2012). *Mining engineering handbook*. CRC Press.

Rai, A. K. (2008). Reliability analysis of mining equipment: A case study of a crushing plant at Jajarm Bauxite Mine in Iran. *Reliability Engineering & System Safety*, 93(4), 647-653.

Golosinski, T. S., Kecojevic, V., & Komljenovic, D. (2015). Integrated optimization of mining and processing systems. *SME*.

[16] Golev, A., & Corder, G. (2019). Future trends in the development of underground mine transportation systems. *Minerals Engineering*, 139, 105870.

De Souza, C. T., & Dinis, M. A. (2018). Transport system performance improvement in underground mines: A state-of-the-art review. *Journal of Cleaner Production*, 187, 620-631.

Bascetin, A., & Topal, E. (2018). A review of automation in underground mining: mapping the way forward. *Journal of Mining Science*, 54(5), 744-755.

- [17] Underground Mining Transportation Systems, par C. Spathis et E. Tzamos
 Mine Ventilation and Air Conditioning, par H. Hartman, J. Mutmansky, and R. Ramani
- [18] «Conveyor belt systems for mining and construction industries" par Masuko T.,
 Ishikawa M., Kumagai S. et Nakaoka M., publiés dans les Proceedings of the 2013 International
 Conference on Mechanical Engineering and Material Science, 2013.
 "Conveyor Belt Monitoring for Wear Detection" par C. Landgren, publiés dans les Proceedings
 of the 6th International Symposium on Mining with Backfill, pp. 45-54, 2013.
- [19] Mallepree GmbH & Co. KG : entreprise allemande spécialisée dans la conception et la
 fabrication de convoyeurs à écaillés pour le transport de matériaux en vrac.
 Bühler Group : entreprise suisse spécialisée dans les technologies de transformation des
 aliments, propose également des convoyeurs à écaillés pour le transport de céréales et
 d'autres matières premières.
- [20] "Bulk Material Handling by Conveyor Belt 7" publié par SME en 2008
- [21] Bulk Material Handling by Conveyor Belt de Mark Alspaugh
- [22] Conveyors: Application, Selection, and Integration by Patrick M. McGuire
 Bulk Material Handling by Conveyor Belt 7 by M.A. Alspaugh
 Belt Conveyors for Bulk Materials: A Guide to Design and Application Engineering Practice
 by Conveyor Equipment Manufacturers Association
 Unit Handling Conveyors by Harold E. Zimmermann and Thomas S. Arnold
- [23] "Conveyors in Mining" par R. Todd Swinderman, publié dans la revue Engineering &
 Mining Journal en janvier 2013
 "Mining and quarrying industries - Conveyor belts - Specification for rubber or plastics
 covered conveyor belts of textile construction for general use" (ISO 14890:2013) publié par
 l'Organisation internationale de normalisation (ISO)
 "Bulk Material Handling by Conveyor Belt 7" publié par SME en 2008
 "Belt Conveyors for Bulk Materials" publié par Conveyor Equipment Manufacturers
 Association (CEMA)
- [24] Pour les bandes textiles :
 "Handbook of Belting, Conveyor and Elevator" de Goodyear Tire and Rubber Company
 (disponible sur Google Books)
 "Engineering Guide Fabric Conveyor Belts" de Continental (disponible sur le site de
 Continental)
 Pour les bandes en caoutchouc :
 "Conveyor Belt Design Manual" de Bridgestone (disponible sur le site de Bridgestone)
 "Handbook of Conveyor Belt Design" de G. E. Totten (disponible sur Google Books)
 Pour les bandes en acier :
 "Steel Cord Conveyor Belt Standards" de l'Association for Rubber Products Manufacturers
 (disponible sur le site de l'ARPM)
 "Conveyor Belting: A Comprehensive Guide" de E. D. Yardley (disponible sur Google Books)
 Pour les bandes en PVC et les bandes en polyuréthane :
 "Lightweight Conveyor Belts" de Habasit (disponible sur le site de Habasit)
 "Conveyor Belts: Selection Guide" de Direct Conveyors (disponible sur le site de Direct
 Conveyors)
- [25] Conveyor Roller Selection for Your Conveyor System (article technique de Cisco-
 Eagle)
 Conveyor Rollers (guide technique de Conveyor Units Limited)
 Conveyor Roller Bearings (article technique de Ritbearing Corporation)
 Conveyor Rollers and Idlers - All State Conveyors (guide technique d'All State Conveyors)
 Conveyor Roller Catalog (catalogue de produits de Ashland Conveyor Products)

[26] "Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA) Standards," publié par la Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA), qui fournit des normes de l'industrie pour les équipements de convoyage, y compris les rouleaux de convoyeur. "Belt Conveyors for Bulk Materials," publié par le CEMA, qui fournit des informations techniques et pratiques sur les convoyeurs à bande et les rouleaux de convoyeur. "The Complete Guide to Chain," publié par Renold, qui fournit des informations techniques sur les systèmes de transmission de puissance par chaîne, y compris les rouleaux de chaîne.

[27] "Belt Conveyors for Bulk Materials," publié par le CEMA, qui fournit des informations techniques et pratiques sur les convoyeurs à bande et les rouleaux de convoyeur. "Design and Analysis of Belt Conveyor Roller Shaft," un article publié dans la revue International Journal of Engineering Trends and Technology, qui fournit des informations techniques sur la conception et l'analyse des arbres de rouleaux de convoyeur.

[28] Conveyors Plus Inc. (2019). Mechanical Splicing vs. Vulcanization. Récupéré de <https://www.conveyorsplus.ca/mechanical-splicing-vs-vulcanization/>
Habasit (2020). Belt joining methods. Récupéré de <https://www.habasit.com/en/joining-belts>
Martin Engineering (2021). Belt Joining Methods. Récupéré de <https://www.martin-eng.com/content/belt-joining-methods>

[29] Conveyor Systems Ltd. (2021). Motorized Conveyor Rollers. Récupéré de <https://www.conveyorsystems.co.uk/conveyor-systems/motorized-roller-conveyors/>

[30] Control Engineering. (2018). Conveyor motor sizing forms calculate the necessary Torque, Speed, Stopping Accuracy and System Inertia important when selecting a proper motor for the application. Récupéré de <https://www.controleng.com/articles/conveyor-motor-sizing-forms-calculation>

[31] L'express international - Numéros 2809 à 2825

[32] "Handbook of Belting, Conveyor and Elevator" de Goodyear Tire and Rubber Company (disponible sur Google Livres)
"Designing a Conveyor System" de Mineral Processing & Metallurgy (disponible sur leur site web)
"Conveyor Belt Tensioning Systems for Mining and Ship-Loading Applications" de Nepean Conveyors (disponible sur leur site web)

[33] "Belt Conveyors for Bulk Materials" de Conveyor Equipment Manufacturers Association
"Bulk Material Handling by Conveyor Belt" de Allen Reickset Andrew D. Marti
"Conveyor Equipment Manufacturers Association: Application Guide for Unit Handling Conveyors" de The Conveyor Equipment Manufacturers Association
"Conveyor Belt Troubles (Bulk Material Handling)" de V. P. S. Rao

[34] Hamaizi N. « Contrôle et réglage de la vitesse du convoyeur à bande pendant le régime transitoire » mémoire de master, Université badji mokhtar, Annaba 2017-2018

[35] Etude Mécanique et électrique d'un convoyeur à bande afin d'augmenter sa charge
Par Meziane Ridha et Mouhli Toufik

[36] Article de eurotransis (Une bande transporteuse. Principes de fonctionnement)
Visite de site <https://eurotransis.com/fr/une-bande-transporteuse-principes-de-fonctionnement/>

[37] Guide technique de méthode de calcul pour conception de bande transporteuse
CONTITECHNIK

[38] DIN22101, Continuous conveyors-Belt conveyors for loose bulk materials-Basics
for calculation and dimensioning, 1982

[39] guide de conception Sécurité des convoyeurs à courroie GSST

[40] <http://www.thecementgrindingoffice.com/fr/presentations/belt4/belt4.htm>

[41] P. Stoop, Energy Management and Saving Systems for a Belt Conveyor, Delft
University of Technology, 2010.

[42] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Convoyeur>

[43] DJOUEMA Naima : surveillance et diagnostic des convoyeurs à bande

[44] Thèse de doctorat réalisée par Mr BELHAMRA ALI, amélioration des
conditions des convoyeurs à bande

[45] LAFARGE TECHNICAL CENTRE EUROPE_AFRIQUE

[46] Belt 0 - conveyor malfunction root causes global . doc . june 2007

[47] FL Smidth koch pipe conveyor septembre 2019

[48] FLSmidth Wadgassen- centre de compétence pour la Manutention Mécanique

BIBLIOGRAPHIE DES FIGURE

Table des figures

- [Figure 1 Mine à ciel ouvert](#) IKONET,com / énergies géothermie et énergie fossile consultee 24 mars 2023
- [Figure 2 La mine souterraine](#) "Safety and Health in Opencast Mines: A Code of Practice" - Ce code de pratique de l'International Labour Organization (ILO)
- [Figure 3 Camion minier de l'industrie](#) "Mine Haul Road Design and Management Best Practices for Safe Haulage" - Ce document de référence de l'International Council on Mining and Metals (ICMM)
- [Figure 4 Schéma du convoyeur à bande](#)
- [Figure 5 Transport par chemin de fer](#) "Underground Mining Transportation Systems" - Ce livre, écrit par Evgeny D. Yantekh et Vladimir M. Gerget,
- [Figure 6 L'ascenseur minier](#) "Surface Mining Transportation Systems" - Ce livre, rédigé par Eugeniusz Rusiński, Jerzy Haratym,
- [Figure 7 Chargeuse-transporteuse](#) "Best Practices for Dust Control in Metal/Nonmetal Mining" - Ce guide, publié par le National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) des États-Unis,
- [Figure 8 Le transport par skipe](#) "Mine Haul Road Design and Management Best Practices for Safe Haulage" - Ce document de référence de l'International Council on Mining and Metals (ICMM)
- [Figure 9 Transport par telepherique mine du charbon](#) "Underground Mining Transportation Systems" - Ce livre, écrit par Evgeny D. Yantekh et Vladimir M. Gerget,
- [Figure 10 Schéma simplifié d'un convoyeur à bande](#) "Conveyor Belt Systems for Bulk Material Handling" - Ce livre, rédigé par Hans-Jörgen Henriksson
- [Figure 11 Structure du convoyeur à écailles](#) "Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA)" - Le site web de l'Association des fabricants d'équipements de convoyage (CEMA)
- [Figure 12 Convoyeurs à raclettes](#) "Conveyor Belt Design Manual" - Ce manuel, édité par Bridgestone,
- [Figure 13 Convoyeur a bande, plate en V](#) "Conveyor Belt Design Manual" - Ce manuel, édité par Bridgestone,
- [Figure 14 Convoyeur à bande avec supports de centrage](#) "Conveyor Belt Design Manual" - Ce manuel, édité par Bridgestone,
- [Figure 15 la conception du la bande](#) "Conveyor Belt Design Manual" - Ce manuel, édité par Bridgestone,
- [Figure 16 Type d'une bande en caoutchouc](#) "Conveyor Belt Design Manual" - Ce manuel, édité par Bridgestone,
- [Figure 17 Bande textile](#) "Conveyor Belt Design Manual" - Ce manuel, édité par Bridgestone,
- [Figure 18 Structure du rouleaux](#) "Conveyor Belt Handbook" - Ce guide pratique, publié par l'entreprise ContiTech,
- [Figure 19 Type des rouleaux](#) "Conveyor Belt Handbook" - Ce guide pratique, publié par l'entreprise ContiTech,
- [Figure 20 Rouleaux en acier](#) "Conveyor Belt Handbook" - Ce guide pratique, publié par l'entreprise ContiTech,
- [Figure 21 Rouleaux en caoutchouc](#) "Conveyor Belt Handbook" - Ce guide pratique, publié par l'entreprise ContiTech,
- [Figure 22 Rouleaux en polyuréthane](#) "Conveyor Belt Handbook" - Ce guide pratique, publié par l'entreprise ContiTech,
- [Figure 23 Rouleaux à rainure en V](#) "Conveyor Belt Handbook" - Ce guide pratique, publié par l'entreprise ContiTech,
- [Figure 24 Rouleaux amortisseur](#) "Conveyor Belt Handbook" - Ce guide pratique, publié par l'entreprise ContiTech,
- [Figure 25 Conception du moteur du convoyeur](#) "Belt Conveyors for Bulk Materials" - Ce livre, édité par le Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA)
- [Figure 26 Angle de talus naturel](#) "Belt Conveyors for Bulk Materials" - Ce livre, édité par le Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA)
- [Figure 27 Angle de surcharge](#) "Belt Conveyors for Bulk Materials" - Ce livre, édité par le Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA)

[Figure 28 Parcours du produit transporté](#) "Belt Conveyors for Bulk Materials" - Ce livre, édité par le Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA)

[Figure 29 Résistance à l'avancement pour une bande transporteuse](#) "Belt Conveyors for Bulk Materials" - Ce livre, édité par le Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA)

[Figure 30 Ecartement des stations-supports.](#) "Conveyor Belt Design Manual" - Ce manuel, édité par Bridgestone,

[Figure 31 Profil à hauteur variable](#) "Conveyor Belt Design Manual" - Ce manuel, édité par Bridgestone, "Conveyor Belt Design Manual" - Ce manuel, édité par Bridgestone,

[Figure 32 Distribution des forces de traction.](#) "Introduction to Conveyor Systems" - Cette ressource en ligne, fournie par le site web GlobalSpec,

[Figure 33 Principe du Pipe Conveyor](#) "Introduction to Conveyor Systems" - Cette ressource en ligne, fournie par le site web GlobalSpec,

[Figure 34 Conception du convoyeur en pipe](#) FL Smideth koch pipe conveyor septembre 2019

[Figure 35 Zone de fermeture de la bande](#) FL Smideth koch pipe conveyor septembre 2019

[Figure 36 Zone de chargement](#) FL Smideth koch pipe conveyor septembre 2019

[Figure 37 bande fermée pendant le transport](#) FL Smideth koch pipe conveyor septembre 2019

[Figure 38 Zone de déchargement du matériau](#) FL Smideth koch pipe conveyor septembre 2019

[Figure 39 Transporte de matériau sur les deux brins](#) FLSmidth Wadgassen- centre de compétence pour la Manutention Mécanique

[Figure 40 Exemple de réalisation du convoyeur en pipe](#) FLSmidth Wadgassen- centre de compétence pour la Manutention Mécanique

[Figure 41 Chemin de convoyeur en pipe 10 km](#) FLSmidth Wadgassen- centre de compétence pour la Manutention Mécanique

[Figure 42 Etape de fermeture](#) FLSmidth Wadgassen- centre de compétence pour la Manutention Mécanique

[Figure 43 Fraicheur générale de l'autocentreur](#) FLSmidth Wadgassen- centre de compétence pour la Manutention Mécanique

[Figure 44 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT](#) FLSmidth Wadgassen- centre de compétence pour la Manutention Mécanique

[Figure 45 Dimensions contrôlées](#) "Conveyor Belt Technology" - Ce livre, écrit par S. Spivakovsy, J. Drozdowski, et W. Długosz,

ANNEXES

| Charge de rupture (N/mm) | Largeur min. de la bande (mm) | | |
|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| | $\lambda = 20/25$ | $^{\circ} \lambda = 30/35^{\circ}$ | $\lambda = 45^{\circ}$ |
| 250 | 400 | - | - |
| 315 | 400 | 400 | 400 |
| 400 | 400 | 400 | 400 |
| 500 | 450 | 450 | 450 |
| 630 | 500 | 500 | 500 |
| 800 | 500 | 600 | 600 |
| 1000 | 600 | 650 | 650 |
| 1200 | 600 | 800 | 800 |
| 1600 | 600 | 800 | 800 |

| Granulométrie | | | | | | |
|----------------|------------|----------------------------|-------------|------|------|------|
| Dimensions max | | Largeur min/bande mm | Vitesse max | | | |
| homogène | Mélangé | | M | B | C | D |
| Jusqu'à mm | Jusqu'à mm | | m/s | | | |
| 50 | 100 | 400 | 2.5 | 2.3 | 2 | 1.65 |
| 75 | 150 | 500 | | | | |
| 125 | 200 | 650 | 3 | 2.75 | 2.38 | 2 |
| 170 | 300 | 800 | 3.5 | 3.2 | 2.75 | 2.35 |
| 250 | 400 | 1000 | 4 | 3.65 | 3.15 | 2.65 |
| 350 | 500 | 1200 | | | | |
| 400 | 600 | 1400 | 4.5 | 4 | 3.15 | 3 |
| 450 | 650 | 1600 | | | | |
| 500 | 700 | 1800 | 5 | 4.5 | 3.5 | 3 |
| 550 | 750 | 2000 | | | | |
| 600 | 800 | 2200 | 6 | 5 | 4.5 | 4 |

| | |
|----------|--|
| 1 | Résistance à l'avancement des rouleaux – porteurs |
| 2 | Résistance localisées de la bande |
| 3 | Résistance localisées du produit |
| 4 | Résistance au niveau de l'alimentation |
| 5 | Résistance de frottement au niveau de la goulotte |
| 6 | Résistance produite par les racleurs |
| 7 | Résistance de flexion de la bande au niveau des tambours |
| 8 | Résistance ascensionnelles |