N° Ordre...../DGM/FT/UMBB/2021

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARRA-BOUMERDES

Faculté de Technologie

Département Génie Mécanique

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER** en **:**

Filière : Génie Mécanique
Spécialité : Construction Mécanique

THEME

Etude en Flexion de la station supérieure d'un Convoyeur à bande UPN 100

Présenté par :

- **DJAKNOUN ABDELALI**
- **GAILA NASSREDDINE**

Propos Par :

CIMENTERIE DE MEFTAH

Promoteur : Mr :

- **BELHADEF KHEMISSI**

Co-Promoteur : Mr

- **RAFIK DJAFER CHERIF**

Promotion 2020- 2021

Remerciements

En termes de rédaction de cette thèse, nous remercions à
Tout instant notre dieu qui a toujours éclairé notre vie par le
Savoir, et nous a guidé dans le bon chemin.
Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre
Reconnaissance et nos sincères remerciements : à nos
Promoteur : Belhadef khemissi p*our avoir bien nous*
Guider et nous conseiller durant notre préparation du
Mémoire.

Nous remercions aussi les ingénieurs et les techniciens de
Gica meftah blida en particulier **Mr.** ***Rafik Djafer Cherif***
Nous tenons à remercier aussi les membres de jury qui
Nous ont fait l'honneur de juger notre travail
Enfin, nous tenons également à remercier toutes les
Personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation
De ce modeste travail.

Dédicace

Je dédie ce travail à nous chers parents que nous leurs doit tout l'amour de La vie.

A nous frères et sœurs.

A nous oncles et toute la famille.

A nous amis et amies qui ont fait de mon passage à l'université des souvenirs inoubliables.

.

- ***DJAKNOUN ABDELALI***
- ***GAILA NASSREDDINE***

Liste des Figure

N° Chapitre	Titre des Figures	Page

Chapitre I :

Figure 1.1: la vue du SCMI. 3
Figure 1.2: Localisation 4
Figure 1.3: Réalisations de Ciment. 5
Figure 1.4: Schéma synoptique du processus de fabrication du ciment 6
Figure 1.5 : Carrière calcaire. 6
Figure 1.6: Extraction de la matière première. 7
Figure 1.7: Déchargement du calcaire dans le concasseur. 7
Figure 1.8: Concassage et transport. 8
Figure 1.9: Cuisson 10
Figure 1.10: Four rotatif. 10
Figure 1.11: Broyage ciment. 11
Figure 1.12 : Expédition en sac ou vrac. 12
Figure 1.13: Expédition en vrac 12
Figure 1.14: Expédition en sac. 12
Figure 1.15 : Schéma de principe d'un convoyeur à bande [20] 15
Figure 1.16 : Transporteur à bande [25] 17
Figure 1.17: Transporteur à rouleaux [26] 17
Figure 1.18: Transporteur à galets [27] 18
Figure 19: Principe de transport pneumatique [28] 18
Figure 1.20: Transporteur a vis d'Archimède [29] 19
Figure 1.21: Convoyeur à câble [30] 19
Figure 1.22 : Vue d'une bande. 22
Figure 1.23 : Composants des tambours 23
Figure 1.24 : Tambour [21] 23
Figure 1.25 : tambour de commande 24
Figure 1.26 : Tambours de renvoi. 24
Figure 1.27 : Tambours de contrainte 25
Figure 1.28 : station Stations supérieures 25
Figure 1.29: Stations supérieures d'un rouleau 26
Figure 1.30 : Stations supérieures pour deux rouleaux 26

Figure 1.31: Stations supérieures pour trois rouleaux 26
Figure 1.32 : Stations supérieures pour cinq rouleaux Stations inférieures 27
Figure 1.33 : Stations inférieures 27
Figure 1.34: Stations en porte-à-faux 27
Figure 1.35: Stations amortisseuses 28
Figure 1.36 : Rouleaux supérieurs d'un convoyeur 29

Chapitre II :

Figure 2. 1: Stations qui montrent le problème de flexion 31
Figure 2. 2: Angle d'inclinaison des stations 33
Figure 2. 3: Ecartement des stations 34
Figure 2. 4 : Rouleau anti colmatant 37

Chapitre III :

Figure 3. 1 : Dessin technique d'une station supérieure 47
Figure 3. 2: Différents produite sidérurgique selon l'euro code 3 47
Figure 3. 3 : Poutre profile UPN100 50
Figure 3. 4 :Diagramme désigné les efforts éxercé sur la poutre 50
Figure 3. 5: Diagramme de moment fléchissant (RDM6) 51
Figure 3. 6: Diagramme de contrainte normale (RDM6) 52
Figure 3. 7: Contrainte de von mises sur la poutre transversale des stations porteuses (UPN100) 52
Figure 3. 8: Flèche de la poutre UPN 100 (RDM6) 54
Figure 3. 9: Poutre profile IPN140 55
Figure 3. 10: Diagramme contrainte normale poutre IPN 140 56
Figure 3. 11: Contrainte de von mises sur la poutre transversale des stations porteuses (IPN 140). 56
Figure 3. 12: Flèche de la poutre IPN 140 57

Liste des Tableaux

N° / Chapitre	Titre des Tableaux	Page

Chapitre I :

Tableau 1.1 : Transporteurs de grand franchissement [19] 15

Chapitre II :

Tableau 2. 1 : Propriété physique des produits 32

Tableau 2. 2 Ecartement entre les stations 35

Tableau 2. 3: Diamètre recommandé pour les rouleaux. 36

Tableau 2. 4: Longueur des rouleaux formant les guirlandes. 36

Tableau 2. 5: Coefficient de participation des rouleaux sous contrainte maximale $\boldsymbol{F_p}$ 38

Tableau 2. 6: Coefficient d'utilisation $\boldsymbol{Fs}$ 38

Tableau 2. 7: Coefficient de choc *Fd* 38

Tableau 2. 8: Coefficient lié à l'environnement $\boldsymbol{Fm}$ 39

Tableau 2. 9: Coefficient de vitesse $\boldsymbol{F_V}$ 39

Tableau 2. 10 : Détermination du coefficient de résistance fixe en fonction de l'entre axe $\boldsymbol{C_q}$ ... 40

Tableau 2. 11 : Coefficient de frottement interne des produits et des parties tournantes *f*. 40

Tableau 2. 12: Coefficient de frottement des produits et des parties tournantes. 40

Tableau 2. 13: Les valeurs de P_{PRS} et de P_{PRI} en (kg) 42

Tableau 2. 14: Détermination du coefficient de résistance fixe en fonction de l'entre axe $\boldsymbol{C_q}$ 42

Tableau 2. 15 : Coefficient de frottement interne des produits et des parties tournantes *f*. 43

Tableau 2. 16: Coefficient de frottement des produits et des parties tournantes 43

Chapitre III :

Tableau 3. 1: Caractéristique des acière de construction métallique 48

Sommaire

Table des matières

Introduction générale : 1

Ⅰ -1 Présentation générale: 3

I-1-1. Localisation : 4

I-1-2. Assiette de l'Usine : 4

I-1-3 Historique : 4

II-Etude descriptive de la chaine de fabrication [1] : 5

II-1.Définition : 5

II-1-1. Les composants du ciment : 5

II-2-1. Zone I : Carrière calcaire : 6

III-2-2. Zone II : Cru : 8

II-2-3. Zone III : Cuisson : 10

II-2-4. Zone IV : Ciment : 11

II-2-5. Zone V : Expédition : 12

Chapitre I : Généralités sur les Convoyeurs 13

I.A. Généralités sur les convoyeurs 13

I.B. Bref historique 13

Ⅰ -1-1 Définition du convoyeur: 15

I-1-3 Introduction : 16

I-1-4 Utilisation de convoyeurs à bande : 16

I -2-1 Différents types de transporteurs mécaniques 17

A-Transporteur a bande : 17

B-Transporteur à rouleaux : 17

C-Transporteur à galet : 17

D-Transport pneumatique 18

E-Transporteurs avis d'Archimède : 18

- Les convoyeurs à câbles (voies téléphériques) : 19

I -3-1Type et différents organes d'un convoyeur à bande : 20

A-Avantages du convoyeur à bande :[31] [24] 20

B-Inconvénients du convoyeur à bande [4] 20

I-3-2 Principaux types de convoyeurs à bande 20

1 : Convoyeur à bande horizontale : 20

2 : Convoyeur à tronçon horizontal et incliné : 20

3 : Convoyeur à bande horizontale et tronçon incliné : 20
4 : Convoyeur à tronçons horizontal et incliné : 21
5 : Convoyeur à bande inclinée et tronçon horizontal : 21
6 : Convoyeur à tronçons horizontal et incliné : 21
7 : Convoyeur à une seule bande comportant un tronçon horizontal : 21
8 : Convoyeur dont la bande est chargée en Pente ascendante ou descendante : 21
Ⅰ- 3- 3 Diffèrent Oranges d'un Convoyeur à Bande : 21
Ⅰ- 3- 3-1 la Bande : 21
I-3-3-2 Les tambours : 22
A-Tambour de commande : 23
B-Tambour de renvoi : 24
C-Tambours de contrainte : 24
I-3-3-3 station: 25
- **Stations -supports 25**

= Les stations supérieures : 25
B-Stations supérieures pour deux rouleaux : 26
D-Stations supérieures pour cinq rouleaux : 26
= les stations inférieures : 27
A-Stations en porte-à-faux : 27
B-Stations amortisseuses : 28
A- Rouleaux supérieurs : 28
1-Corps du rouleau : 28
2-Axe : 28
3-Lubrification : 29
4-Etanchéité : 29
5-Roulements : 29
B- Rouleaux inférieurs : 30
1-Rouleaux de guidage : 30
2-Rouleaux amortisseurs : 30
Chapitre II : Calcul des charges exerce sur la station supérieure 31
Ⅱ-1 Problématique: 31
Ⅱ.2 But de projet: 32
Ⅱ.3 Propriété physique des produits: 32
Ⅱ.4Les données: 32

II.5 La granulométrie du l'argile brut : 32
II.6 Le débit : 32
II.7 La masse volumique du l'argile brut : 33
II.8 La vitesse linéaire de la bande : 33
II.9 La Charge de rupture de la bande (N/mm) : 33
II.10 L'abrasivité et la corrosivité du produit à transporter : 33
II .11 Le poids de la bande par mètre linéaire : 33
II .12 Angle d'inclinaison des stations supérieures : 33
II .13 L'angle d'´éboulement : 33
II .14 Quantité de produit par mètre linéaire : 33
II .15 La largeur de la bande : 34
II .16 Ecartement des stations : 34
II.17 Choix des rouleaux : 35
II .18 Déterminer la vitesse de rotation des rouleaux : 37
II. 19 L'effort statique sur les rouleaux station (porteurs) supérieurs Ca : 37
II. 20 L'effort dynamique sur les rouleaux station (porteurs) supérieur Ca1 : 43
II. 21 L'effort sur le rouleau central d'une station (porteuse) supérieur Ca2 : 44
II. 22 L'effort statique sur les rouleaux des stations inferieur Cr : 44
II. 23 L'effort dynamique sur les rouleaux des stations inférieurs Cr1 : 44
II. 24 Détermination de la charge de la station supérieure : 45
En résumé : 46
Chapitre III : Etude de la poutre en flexion de la station supérieure (UPN100) 47
III.1 Présentation : 47
III.2 Différents produits sidérurgiques : 47
III.3 Caractéristiques de l'acier standard : 48
III.4 Autres caractéristiques de l'acier XC38 : 49
III.5 Traitement thermique approprié : 49
III.5.1 Recuit normalisé : 49
III.5.2 Trempe d'écrouissage : 49
III.5.3 Revenu après trempe : 49
III.6 Etudes de la poutre en flexion a station supérieur (UPN100) 50
III.6.1: Cas 1 : profile UPN100 50
III.6.1.1: Caractéristiques de (UPN 100) 50
III.6.2 : Etude de condition de résistance 50

III.6.2.1 : Calcul des réactions....50
III.6.2.2 : Calculs des moments fléchissant....51
III.6.2.3 : Calculs La contrainte normale maximale en flexion : 52
Interprétation : 53
III.6.3 : Etude de condition de déformation....53
III.6.3.1 Effort tranchant :....53
III.6.3.2 : Détermination des constants : 53
III.6.3.3 Détection de la zone dangereuse....54
Proposition :....55
III.7 : Cas 2 : profile IPN140....55
III.7.1 : Caractéristiques de IPN140....55
III.7.2 : Calculs La contrainte normale maximale en flexion : 55
Interprétation : 56
III.7.3. Études de condition de déformation 57
III.7.3.1 : Calcule la fléché maximale par la poutre IPN 140....57
Conclusion Générale : 58
Références Bibliographiques :....59

ملخص: يعتمد عملنا على البحث والتحليل الحزام الناقل الموجود على مستوى مؤسسه صناعه الاسمنت الرئيسية في البليدة، يعتبر الحزام جزء لا غنى عنه في انتاج الاسمنت، ويحتوي مصنع الاسمنت على العديد من المعدات المهمة، بما في ذلك الناقل المحدد مسبقا دراسته في مشروع نهاية دراستنا، يدور هدف المشروع حول البحث الميكانيكي، والتحليل الهيكلي، والبحث الديناميكي للإطار العلوي من اجل تقليل قوه الانحناء حاملات العلوية مباشره تحت نقطه التفريغ، العديد من الاجراءات التصحيحية، وتطوير خطط الصيانة والمراقبة، وفي الاخير ينتج لنا هذا المشروع فهم كيفية عمل هذا الجهاز بشكل أفضل.

الكلمات المفتاحية: سير الناقل، مصنع الاسمنت، التحليل انشائي، ديناميكيات صيانة.

Résumé :

Notre travail est basé sur la recherche et l'analyse de bandes transporteuses situées dans les cimenteries.

SCMI est à MEFTAH, BLIDA. Ce type de tapis est une partie importante de la production Ciment. La cimenterie contient de nombreux équipements importants, parmi lesquels Le but de nos recherches actuelles est un site supérieur.

Les objectifs du projet sont axés sur la recherche en mécanique, l'analyse structurelle et la recherche en dynamique.

Réduisez la gravité de ces problèmes de flexion du support supérieur Au-dessous du point de décharge.

Afin de proposer de nombreuses mesures correctives et de développer Entretien et suivi. Enfin, ce projet nous a permis de mieux comprendre le fonctionnement de l'appareil.

Mots clés : bande transporteuse, cimenterie, calcul de structure, dynamique, maintenance.

Summary:

Our work is based on the research and analysis of the treadmill at SCMI Cement Plant In Mefta, Blida. This kind of carpet is an important part of cement production. This The cement plant contains many important equipment, including The goal of our current research.

The purpose of this project is to focus on mechanics research, structural analysis and Station dynamic study to reduce the severity of bending problems These are the upper carriers below the discharge point.

Propose many corrective actions and develop maintenance and monitoring Program.

Finally, this project allows us to better understand how this device works.

Keywords: conveyor belt, cement plant, structural analysis, dynamics, maintenance.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale :

Le développement prodigieux de l'exploitation à découvert, notamment les produits miniers, nécessite la recherche de nouvelle solution au transport des matières premières. Par le passé, l'exploitation à découverte a été étroitement liée au transport par rails et par camions qui à l'époque donnait des résultats techniques et économiques suffisants grâce au perfectionnement continu du parc des voitures et de l'organisation du travail.

Depuis le début de ce siècle et à l'âge de la rationalisation industrielle, les transporteurs à manutention continue occupent une place importante dans toutes les industries grâce à leurs services économiques (le prix de transport (tonne/heure) est très réduit comparativement aux autres types de transporteurs) [1].

Le mode d'acheminement intermittent par rails ou camions n'a pu résister longtemps à la forte pression tendant à l'augmentation considérable du volume des exploitations, notamment lorsque la mise en œuvre d'un puissant matériel impose obligatoirement la modification du mode d'évacuation du produit.

Comme moyen complémentaire de mécanisation idéale s'est révélée la bande transporteuse en caoutchouc qui est à même de devenir partenaire économique très puissant par son mode de travail (évacuation continue de produit) que par la possibilité d'atteindre la plus haute capacité désirée. Ceci prouve également le fait qu'au transport par brouettage (rails– camions) le matériel produit fonctionnant sans relâche n'était exploité qu'à 50% au maximum [2].

L'introduction des bandes transporteuses a permis de relever l'exploitation du matériel d'environ 80 à 85%. Le côté économique du transport par bande pour lequel on doit préférer ce dernier au transport par rails et par camions est influencé principale me nt par les facteurs suivants [3] :

A- Quantité de matières transportées du chantier.

B-Profondeur du chantier (cas des mines souterraines).

C- Distance de déplacement.

D- Mode d'extraction.

D'après POTAPOV. M. G et A. S. SKOTCHINSKI de l'institut des mines de MOSCOU pour les mêmes conditions d'exploitation et tenant compte de l'influence des deux premiers facteurs il ressort que le convoyeur à bande est le mieux adapté du point de vue économique.

D'après l'étude comparative, le transport par camions et par bande transporteuse faite par REI (PRESA entreprise italienne) [4]

Il ressort que pour le même tonnage annuel, on économise jusqu'à 60% par rapport aux camions.

Durant notre stage au niveau de la cimenterie **GICA MAFTAH BLIDA,** nous avons assisté à l'extraction du ciment brut des gisements miniers ou il sera transporté par des convoyeurs à bandes vers le broyeur, par la suite stocké dans des silos.

Notre travail s'articulera autour de plusieurs volets principaux : après une recherche bibliographique sur les types de convoyeurs et leurs caractéristiques. La détermination des principaux paramètres des convoyeurs, l'analyse et le calcul cinématique de l'ensemble élément du convoyeur, la sélection du type de bande en fonction de l'effort de traction et l'élaboration d'un plan de la maintenance et de la sécurité de tout le système, afin de rationaliser le fonctionnement du convoyeur.

Ⅰ-1 Présentation générale:

La SCMI est une entreprise algérienne filiale du groupe GICA, spécialisée dans la fabrication de ciment. Le réseau national de la SCMI lui permet de fournir ses produits sur tout le territoire. Son procédé de fabrication spécifique procure à son ciment une excellente qualité respectant les normes internationales de fiabilité et de respect de l'environnement. La culture de SCMI repose sur les valeurs fondamentales de respect, de confiance, de responsabilité et d'autonomie.

L'usine possède une seule ligne de production, le procédé de fabrication est la voie sèche.

Figure 1.1: la vue du SCMI.

Raison Sociale : Société des Ciments de la Mitidja par Abréviation S.C.M.I.

Activités : production et commercialisation des ciments ordinaires, spéciaux et tous autres matériaux de construction.

Forme Juridique : Société Par Actions (S.P.A.).

Capital Social : 1 400 000 000DA, détenu à 65% par le Groupe Industriel des Ciments d'Algérie (G.I.C.A.) et à 35% par le Groupe LAFARGE Financière.

Effectif au 30 juin 2013 : 502 employés.

I-1-1. Localisation :

La Cimenterie de MEFTAH est localisée à proximité de la route nationale n°29, Reliant la commune de MEFTAH à celle de KHEMIS-EL-KHECHNA.

Elle est implantée dans la commune de MEFTAH, DAIRA de MEFTAH, Wilaya de Blida. Elle est située à 27km au sud-est d'Alger.

Elle est à une dizaine de kilomètres de la gare d'Oued SMAR et à une quinzaine de kilomètres de l'aéroport international d'Alger.

Figure 1.2: Localisation

I-1-2. Assiette de l'Usine :

La superficie de l'usine est de 356 811m^2, dont :

- **Bâté** : 72 708 m^2
- **Bâtiments techniques** : 42 457 m^2
- **Autres bâtiments** : 22 810 m^2

I-1-3Historique :

La cimenterie est implantée dans la commune de MEFTAH, daïra de MEFTAH, Wilaya de Blida. L'usine est située à 60 m au-dessous du niveau de la mer, la carrière à 150 m. Le projet s'est inscrit dans le cadre du plan quadriennal 1970-1973, il a été individualisé par décision n°

71-20 DI du 10 mars 1971, la formule de réalisation retenue est celle du lot par lot, par l'ingénieur conseil canadien SURVEYER NENNINGER et CHENEVERT (S.N.C).

Date de mise en service :

-31 janvier 1975 : démarrage de l'atelier cru.

- 06 mai 1975 : allumage du four.

-01 septembre 1975 : production de ciment.

-06 novembre 1975 : Commercialisation du ciment

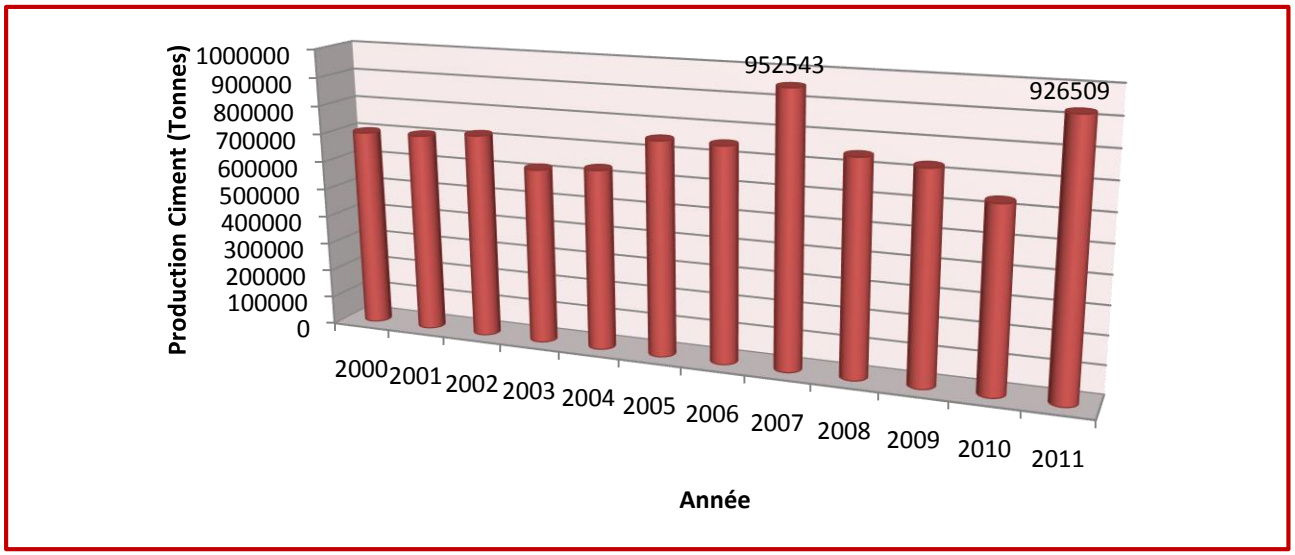


Figure 1.3: Réalisations de Ciment.

II-Etude descriptive de la chaine de fabrication [1] :

II-1.Définition :

Ciment : est un liant hydraulique obtenu par cuisson d'un mélange de calcaire et d'argile, puis broyage. La plupart des ciments sont à base de clinker et d'ajouts. Le ciment s'emploie le plus souvent sous forme de poudre : mélangé avec de l'eau, il fait prise et permet d'agglomérer entre eux des sables et des granulats (sable ou graviers), pour constituer de véritables roches artificielles, les bétons ou les mortiers.

II-1-1. Les composants du ciment :

Le ciment est fabriqué généralement à partir d'un mélange de:

- Calcaire ($CaCO_3$).
- Argile (SiO_2 –Al_2O_3).
- Sable.
- Fer.

Le processus de fabrication du ciment consiste à « cuire » à haute température (1450 °C), un mélange de calcaire et d'argile, convenablement dosé et broyé sous la forme d'une « farine crue » pour le transformer en « clinker ». Le clinker est un produit granuleux qui après broyage fin avec des ajouts convenablement choisis (du gypse, tuf), devient le ciment bien connu de tous, pour les maçonneries, les travaux du bâtiment et les ouvrages d'art...

La majorité des cimenteries modernes utilisent le procédé dit « en voie sèche », qui est le plus économique en consommation d'énergie (environ 0,9 KWh, par kg de clinker). C'est le procédé que nous retiendrons pour la suite du travail.

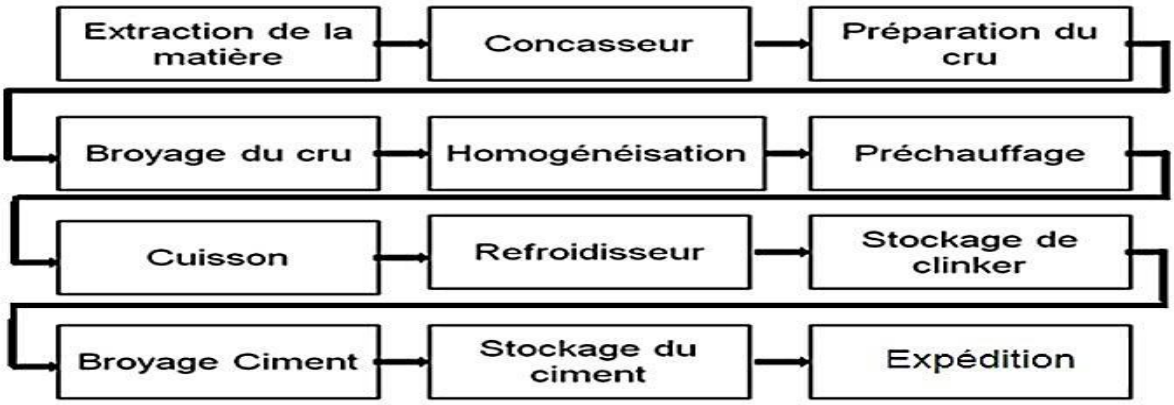


Figure 1.4: Schéma synoptique du processus de fabrication du ciment

Ce processus de fabrication du ciment est divisé en cinq zones :

- **Zone I** : Carrière calcaire.
- **Zone II** : Cru.
- **Zone III** : Cuisson.
- **Zone IV** : Ciment.
- **Zone V** : Expédition.

II-2-1. Zone I : Carrière calcaire :

Figure 1.5 : Carrière calcaire.

Dans la Zone I nous avons :

L'extraction de la matière : Les matières premières sont extraites de la carrière généralement à ciel ouvert :

– Le calcaire est extrait par abattage en grande quantité au moyen d'explosifs.

– L'argile est extraite à l'aide des pelles mécanique, elle est mélangée d'argile brune et d'argile rouge.

Le chargement : est réalisé en utilisant des engins, comme l'illustre **Figure (1.6) :** Il existe deux types d'engins :

– Le rôle du premier bulldozer (mini-chargeuse) est de rassembler le calcaire.

– Le rôle du deuxième (chargeuse) est de charger le calcaire dans les camions (dumper).

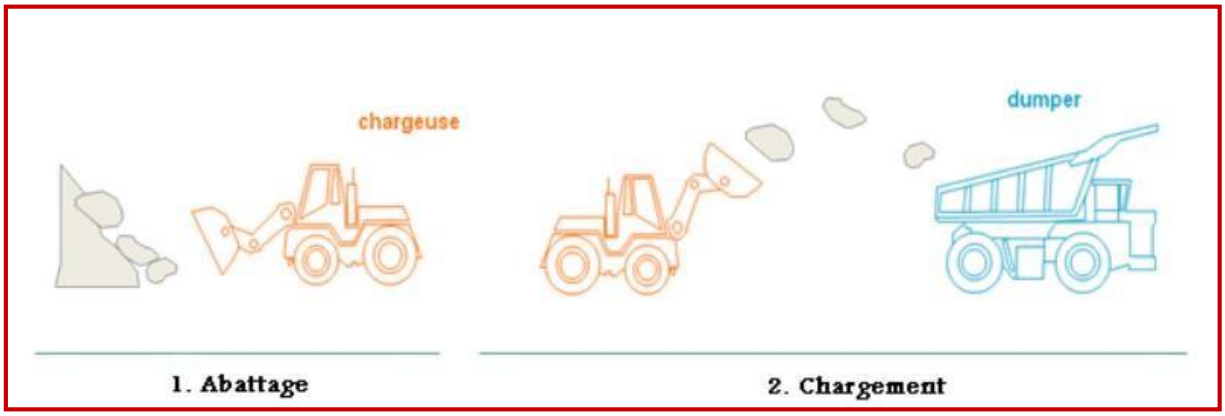


Figure 1.6: Extraction de la matière première.

Le transport : Les camions transportent le calcaire vers les concasseurs. Pour le décharger dans la chambre de concassage **figure (1.7).**

Figure 1.7: Déchargement du calcaire dans le concasseur.

Le concassage : Le concassage est une opération destinée à la réduction des blocs de calcaires qui sont obtenus pendant l'extraction **figure (1.8).** Le calcaire est acheminé vers le concasseur avec ATM (Alimentation Tablier Métallique).

On trouve deux concasseurs FCB 450T/H et KHD 1000 T/H. Le concassage est réalisé par un concasseur à battoirs qui est placé près de la carrière. Ce concasseur est constitué de deux rotors, primaire et secondaire. Il comporte aussi une chaudière pour chauffer les écrans de chocs et les parois du concasseur afin d'éviter le colmatage. Les tapis T0, T1, T2, T2 bis, transportent le calcaire vers le hall de stockage calcaire dont la capacité est de 60 000 T.

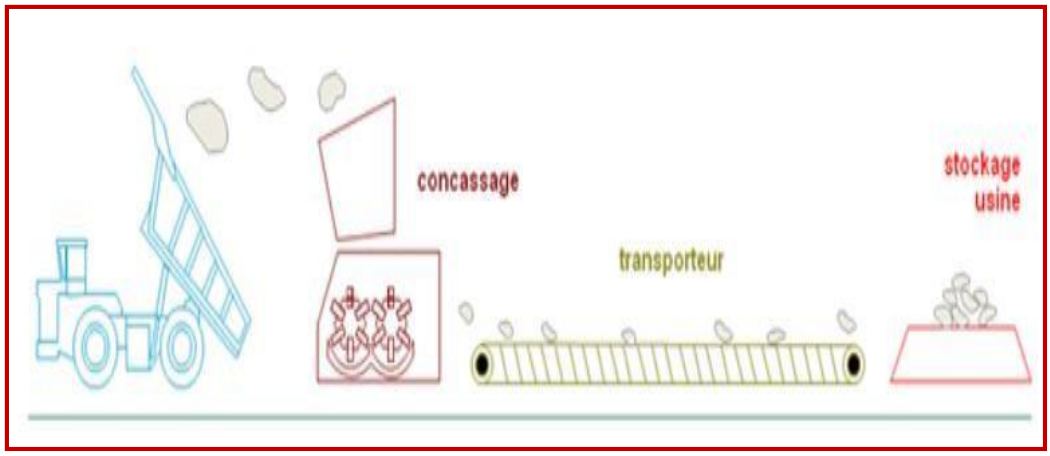


Figure 1.8: Concassage et transport.

III-2-2. Zone II : Cru :

L'extraction des matières premières vierges (comme le calcaire et l'argile) se fait à partir de la carrière à ciel ouvert. Le cru va suivre différentes étapes de transformation lors de sa progression. Ces étapes sont :

Préparation de la matière : On utilise deux constituants en général pour la préparation du cru qui sont le calcaire, et l'argile. Après le concassage de ces deux constituants de base on obtient une granulométrie de 0 à 25 mm Une prise d'échantillon sera réalisée pour effectuer les analyses afin de déterminer la composition. Les constituants sont acheminés vers l'usine par des transporteurs couverts puis, ce mélange est stocké dans un hall de pré homogénéisation. Le stockeur forme deux tas l'un en constitution, l'autre en reprise. Une seconde correction est prévue juste avant le broyage cru. Cette correction se fait pour ajouter du calcaire, du minerai de fer et du sable. Après correction du cru, le mélange est acheminé à l'aide de transporteurs vers un concasseur sécheur qui réduira la granulométrie de 0 à 7 mm

Hall calcaire : Le gratteur portique (à palette) sert à gratter le calcaire et se déplace en translation de tas en tas et jettent la matière sur le tapis 2MK 03 01 pour le transporter à la trémie calcaire.

Hall ajout : Nous avons deux gratteurs semi-portique (à palette) qui servent à gratter les ajouts (argile, sable, fer).

Il déverse les produits sur les bandes transporteuses jusqu'aux trémies. Il existe quatre (04) trémies (calcaire, fer, argile, sable). Le dosage des différents constituants du ciment est comme suit :

- **Calcaire 80%**
- **Argile 17%**
- **Sable 2%**
- **Fer 1%** Les ajouts sont acheminés par le transporteur T13 au broyeur à marteau.

Le broyeur à marteau : Il sert à concasser la matière.

L'aspiration : Aspiration de la matière et les gaz chauds par le ventilateur de tirage d'une puissance de 1600 KW.

Séparateur statique : Le séparateur statique sépare la granulométrie (grosses particules et fines particules).

- Les grosses particules passent vers les broyeurs à boulets.
- Les fines particules partent vers le stockage (silos d'homogénéisation).

Le broyeur à boulets : Tous les rejets du séparateur vont passer pour être broyés dans les deux compartiments du broyeur.

Elévateur à godets : Il transporte le produit vers le séparateur dynamique. Le produit tombe sur un plateau qui tourne à vitesse continue. Les grosses particules tombent sur l'aéroglisseur (rejet) et retournent au broyeur pour être broyé de nouveau. Les petites particules vont vers les silos de stockage.

L'homogénéisation : Le produit sera mélangé dans les silos H1, H2 pour être prêt au stockage. La farine crue expédiée par l'air lift est dégagée dans la boite de récupération. La capacité de stockage de chaque silo est de 10 000T. Chaque silo est équipé de deux sorties latérales pouvant assurer la totalité du débit farines vers le four. Il est donc possible de fonctionner avec un ou deux silos. Par ces étapes nous avons définies le cheminement des matières premières dans la zone crue. Le mélange est acheminé vers le four afin de permettre leurs cuissons.

II-2-3. Zone III : Cuisson :

La ligne de cuisson **figure (I.9)** est constituée :

- D'un pré chauffage.
- D'un four rotatif.
- D'un refroidisseur.

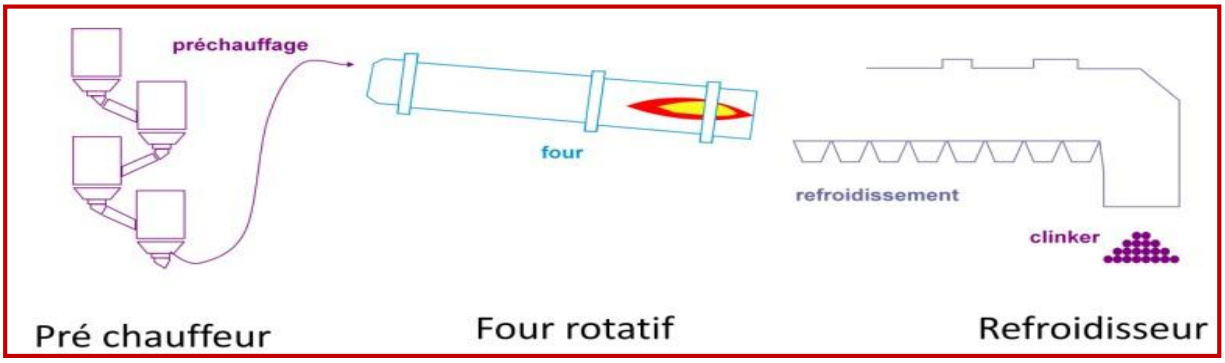


Figure 1.9: Cuisson.

Préchauffeur ou cyclones : Les gazes réchauffent la poudre crue qui circule dans les cyclones en sens inverse, par gravité. La poudre s'échauffe ainsi jusqu'à 800 °C environ et perd donc son gaz carbonique (CO2) et son eau. C'est un échangeur à contrecourant destiner à préchauffer la farine avant son entrée dans le four, en récupérant la chaleur de gaz sortant du four qui est environ égale à 100° C. Du fait que l'argile et le calcaire ont la même densité (2,70 g/cm3), un exhausteur monté sur les cyclones aspire les gazes de combustions et le mélange de la carrière.

Four rotatif : Le four est constitué d'une virole cylindrique de 90m de long et de 5.6m de diamètre protégé par la brique réfractaire), incliné selon un angle de 1 à 4 degrés par rapport à l'horizontale. Le calcaire est chargé à l'extrémité supérieure. **La figure (I.10)** montre un four rotatif.

Figure 1.10: Four rotatif.

Refroidisseur : Le refroidisseur a pour rôle d'abaisser la température du clinker tombant du four à une température d'environ 1135°C jusqu'a 80-100°C. Il est équipé d'une batterie de ventilateurs fournissant l'air de refroidissement.

II-2-4. Zone IV : Ciment :

Cet atelier est composé de deux lignes électriques avec un débit de production de 90T/H pour chacune.

Le remplissage des trémies (clinker gypse, tuf) :

Remplissage par la trémie de réception : Le gypse et le tuf sont transporté vers la trémie de réception par des camions. Le gypse sera transporté sur le tapis T 19 qui déverse sur T 20. A l'aide d'un élévateur gypse, ce dernier sera stocké dans le silo de stockage gypse d'une capacité de 5000 T (silo spécial gypse). Les ajouts et gypse seront transportés du T 20 vers le tapis AMOUND et vers l'élévateur à godet qui alimente la chaine TKF2 pour remplir la trémie tuf plus gypse.

Remplissage par T 16 : Le remplissage se fait soit directement de la zone cuisson à partir des chaines transporteuses qui versent la matière (clinker) dans une goulotte, qui à son tour le verse sur le T16. Ce remplissage peut aussi se faire Par des silos de stockages. En effet, chaque silo à trois bouches, deux bouches manuelles et une motorisée. A travers ces silos la matière est versée sur T 16 qui l'achemine vers l'élévateur à godets et est envoyé vers la chaine TKF1 pour remplir les trémies (clinker, gypse).

Broyages ciment : Après le dosage des matières (Clinker 80%, Gypse 5%, Tuf 15%). Elles sont transportées sur un tapis vers le broyeur ciment BK1-BK2 pour le broyage **figure (I.11).** La matière broyée sera transportée par élévateur à godets sortie broyeur, puis elle sera déversée dans un séparateur dynamique. Les rejets seront transportés par aéroglisseur rejets vers l'entrée broyeurs pour le ré-broyage. Le produit fini (ciment) sera acheminé par aéroglisseur principal vers les silos de stockage à l'aide des élévateurs à godets sur l'air lift.

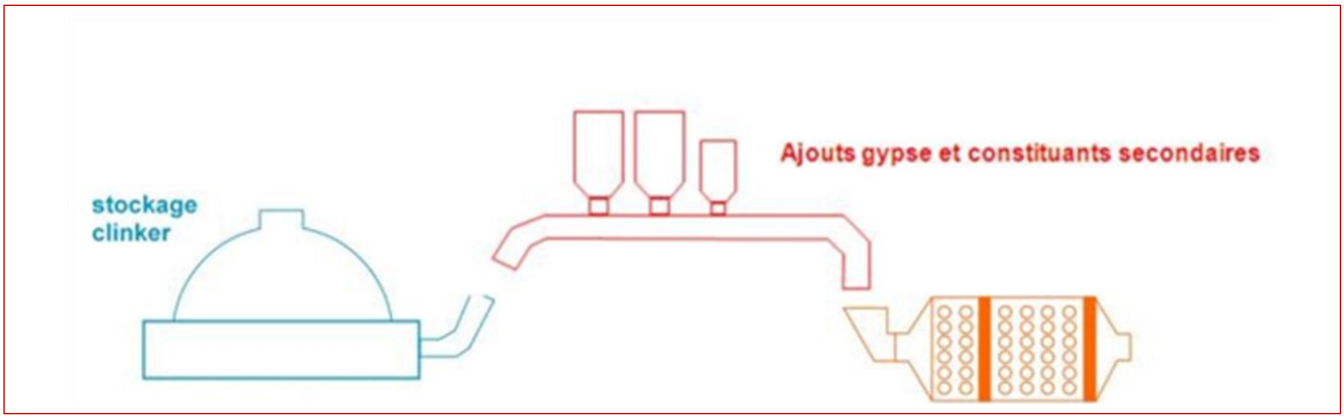


Figure 1.11: Broyage ciment.

II-2-5. Zone V : Expédition :

Le ciment est stocké dans huit silos avec une capacité de 500T chacun, L'expédition du ciment se fait en sac ou en vrac.

Expédition en sac : Elle est réalisée par quatre ensacheuses avec un débit de 90 T/h. Chacune possède huit becs pour le remplissage des sacs. Les sacs de 50 kg sont chargés sur des camions à bennes.

Expédition en vrac : Le remplissage se fait par un flexible branché au fond d'une trémie et qui est dirigé par l'opérateur pour le mettre à l'intérieur de la bouche de cocotte des camions pour les remplir. La **figure I-12** résume la partie expédition.

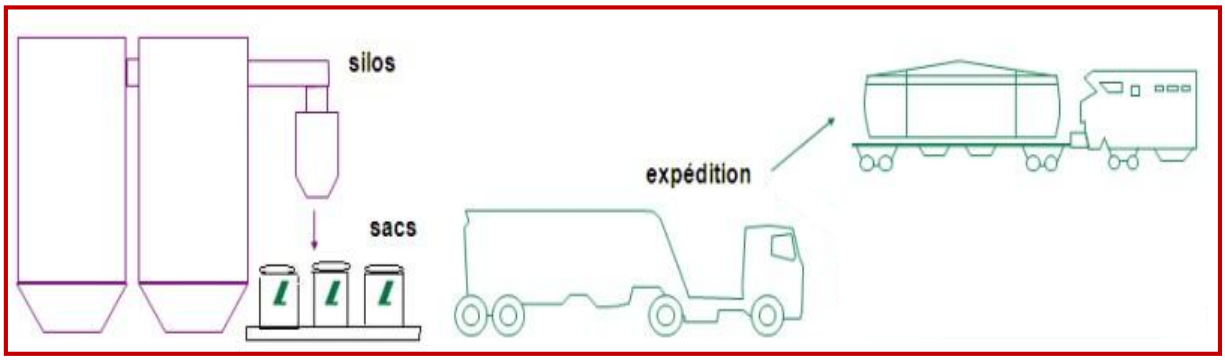


Figure 1.12 : Expédition en sac ou vrac.

Figure 1.13: Expédition en vrac.

Figure 1.14: Expédition en sac.

CHAPITRE I
Généralités sur les Convoyeurs

I.A. Généralités sur les convoyeurs

Généralement un convoyeur est un mécanisme composé de plusieurs éléments dont le but de transporter une charge isolée (cartons, bacs, sacs ...) ou de produit en vrac (terre, poudre, aliments...) d'un point A à un point B.

I.B. Bref historique

Après la découverte par Michelin de procédés de fabrication permettant l'adhérence totale d'un mélange caoutchouc sur l'acier, la bande transporteuse s'est révélée comme moye n de mécanisation idéale qui est à même de devenir partenaire équivalent à de très puissants engins d'abattage par son mode d'évacuation continu du produit et sa possibilité d'assurer des débits importants.

La première apparition des transporteurs à bande date de 1795 avec une bande en cuir et de là on peut citer le transporteur de sable de l'ingénieur Russe Lapotine (en 1860) mis en service dans l'exploitation des gisements alluviaux d'or en Sibérie.

À partir de cette époque, leur champ d'application n'avait pas cessé de s'étendre jusqu'à ce que Goodyear leur donne un nouvel élan avec la production de la première courroie à cordes métalliques et dès 1950 l'équipement des mines de lignite de l'Allemagne leur offrit un domaine d'application plus large [12].

L'année 1970 marque le début d'une nouvelle étape avec la réalisation du plus grand transporteur en un seul tronçon de 13,172 km installé en Nouvelle-Calédonie avec une capacité de transport de 1000 t/h suivi un peu plus tard d'un ensemble de 96 km en onze tronçons (Sahara occidental) dont le plus long est de 11,6 km.

En 1980 un nouveau pas a été franchi tant au plan de la puissance, de la longueur, qu'à celui de la flexibilité avec le lancement du projet d'équipement de la descenderie de la mine de charbon de Selby (Angleterre) d'un tronçon de 14,930 km [13, 14,15].

Ne Actuellement, les convoyeurs à bande sont considérés comme un moyen essentiel du transport continu dans les entreprises minières et industrielles, le taux de convoyeurisation Cesse d'augmenter actuellement, en 1960 celui-ci était inférieur à 5% pour les transports à ciel ouvert, comme c'était le cas de l'Allemagne qui réalisait 1 % du transport de terre de découverture, alors qu'en 1990 il passe directement à 30%.

L'Allemagne, la Tchéquie, la Slovaquie et la Pologne réalisent le déplacement de 50% de tout le volume de roche par convoyeurs et la situation est analogue aux USA, l'ex-URSS, et la France [17].

Pour l'année 1980, à lui seul l'ex-URSS a évacué 200 millions de roches tendres par 'intermédiaire d'une chaîne de convoyeurs de 10 kilomètres répartie sur vingt et une carrières et une chaîne de 3000 kilomètres dans des mines souterraines [18,19].

Pour illustrer d'une façon générale l'utilisation des convoyeurs à bandes dans le monde et les performances réalisées, nous avons dressé le tableau I.1, publié par Michel LEQUIME et Edmond BARIQUAND dans lequel les auteurs considèrent seulement les transporteurs de grand franchissement rectilignes ou curvilignes.

Pays	**Lounger (m)**	**Dénivelée (m)**	**Puissance (ch)**	**produite**	**Débit (t/h)**	**Largeur (m)**	**Vitesse (m/s)**
Grande Bretagne	15000	+1000	14000	Charon	3200	1.300	8.4
France	13172	-27	2250	Mi-Nickel	800	0.800	4.0
Sahara Occidental	11600	-10	2000	phosphate	2000	1.200	2.5
Nouvelle Calédonie	11120	-557	1100	Mi-Nickel	600	0.800	3.6
USA	8590	-	4000	Charon	2500	1.220	4.8
Japan	7732	-	1300	calcaire	2200	-	-
Grace	7500	-360	1400	Mi-Nickel	1500	1.000	4.0
Indonesia	6850	+12	1100	concassé	1100	0.800	4.0
Italie	5785	-72	400	calcaire	1000	0.800	3.0
Australia	5860	+10	1600	Bauxite	1220	-	4.6
	1905	+521	1900	charbon	600	0.940	3.2
Chili	5600	-	700	Mi-cuivre	900	-	2.4
Maroc	5355	-	650	phosphate	600	0.800	3.0
Pero	5015	-73	1200	Mi-fer	2000	-	-

RFA	5000	-	8000	Découverture	15000	3000	7.2
URSS	2200	-	680	Charon	1500	1.200	3.15

Tableau 1.1 : Transporteurs de grand franchissement [19]

Le convoyeur à bandes est le système le plus couramment mis en œuvre grâce aux avantages sous cités :

1- Le personnel de service très réduit par conséquent et un rendement de travail plus élevé.

2- Continuité du flux de charge ce qui est rassurant pour les excavateurs de grand débit, conditionné à un grand rythme, en même temps les équipements du transport minier et, permet l'automatisation du processus complexe.

3-Possibilité de transporter les charges sur des terrains de pente jusqu'à 18° (45° à 60°) dans des conditions spéciales.

Ⅰ-1-1 Définition du convoyeur:

Le convoyeur est un système de manutention automatique qui permet de déplacer des produits finis ou bruts d'un poste à un autre par le mécanisme de transmission de puissance. Cette dernière est transmise d'un arbre moteur vers un ou plusieurs arbres récepteurs par l'intermédiaire de courroies ou de chaînes.

Le produit ou la marchandise étant placés sur une bande ou sur une tôle se déplacent d'une manière uniforme dans un circuit fermé. La vitesse de déplacement est relative à la vitesse de rotation du moteur et peut être réduite ou augmentée selon la volonté de l'opérateur en tenant compte de quelques paramètres tels que la productivité et la cadence de production [5].

Ⅰ-1-2Composants de la convoyeur et leur dénomination :

Le schéma ci-dessous indique les principaux éléments du convoyeur à bande [20].

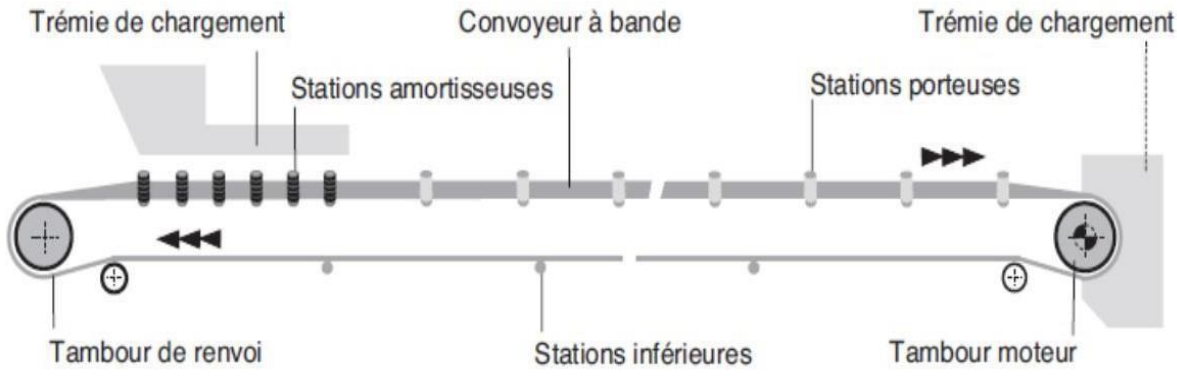


Figure 1.15 : Schéma de principe d'un convoyeur à bande [20]

I-1-3 Introduction :

Les systèmes de manutention de produits en vrac sont liés à un processus de transport continu ou discontinu. Le système discontinu a été jusqu'au début du vingtième siècle le seul moyen de transport des matériaux sur les grandes distances.

Avec l'apparition des systèmes de transport continu, la manutention discontinue est entrée dans sa phase d'hypertrophie, car les convoyeurs à bandes transporteurs ne sont handicapes par aucun problème de chargement, d'accélération, de freinage ou de déchargement.

Pourtant, ce moyen moderne de transport des produits en vrac, malgré sa fiabilité et son économie a eu des difficultés à s'imposer sur le marché des transports fortement dominé, à l'époque, par le marketing des constructeurs de camions.

Le domaine de prédilection du convoyeur à bande est le transport de tous les matériaux en général notamment, les minerais, et ce dans tous les secteurs industriels. Nous trouvons également des Convoyeurs à bande pour le transport des charges isolées telles que (les sacs, cartons, caisses).

Le développement technologique considérable des bandes transporteuses à armature textile et des nouveaux moyens mécaniques d'entraînement, positionne très fréquemment aujourd'hui le convoyeur comme un rival direct du camion, du chemin de fer [5].

I-1-4 Utilisation de convoyeurs à bande :

Les convoyeurs à bande sont très employés dans l'industrie, les mines et carrières et l'agriculture pour le déplacement, généralement à courte distance, de matériaux plus ou moins pondéreux tels que charbon, minerai, sable, céréales, etc. [22].

Cette technique a des emplois très variés. On la retrouve par exemple sous forme de trottoir roulant pour le déplacement de personnes dans les gares et aéroports, de fonds mobiles de certains véhicules auto-déchargeurs, de tapis roulants aux caisses des hypermarchés ou pour la livraison des bagages dans les aéroports [23].

Des bandes transporteuses mobiles, souvent appelées « sauterelles » servent généralement au chargement ou au déchargement de véhicules, notamment des wagons et des navires, par exemple pour le minerai.

Des mécanismes de convoyeurs à bandes sont utilisés comme composants dans les systèmes de distribution et d'entreposage automatisés. Combinés à des équipements de manutention de palette commandés par ordinateur, ils permettent une distribution plus efficace des produits manufacturés, de détail ou de gros. Ces systèmes permettent de traiter rapidement des volumes

de marchandises plus importants tant en réception qu'en expédition, avec des volumes de stockage plus réduits, autorisant d'intéressants gains de productivité aux entreprises [23].

I -2-1 Différents types de transporteurs mécaniques

A-Transporteur a bande :

Ils sont appelés fréquemment tapis roulants, ils sont utilisés pour transporter des charges à une faible distance.

Figure 1.16 : Transporteur à bande [25]

B-Transporteur à rouleaux :

Ils sont utilisés pour le transport des charges isolées.

Figure 1.17: Transporteur à rouleaux [26]

C-Transporteur à galet :

Il permet le transport des charges isolées de fond plan, lisse et dur.

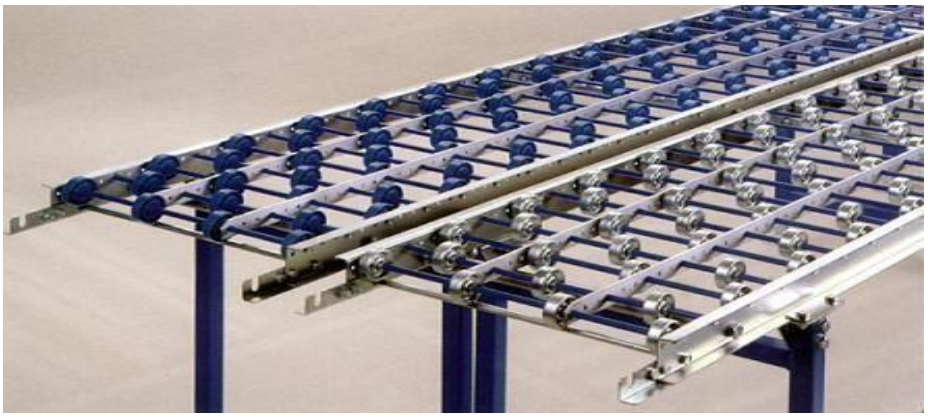


Figure 1.18: Transporteur à galets [27]

D-Transport pneumatique

Le déplacement de la charge s'effectue grâce à un jet d'air comprimé. Ce procédé est utilisé pour le transport des matériaux pulvérulents.

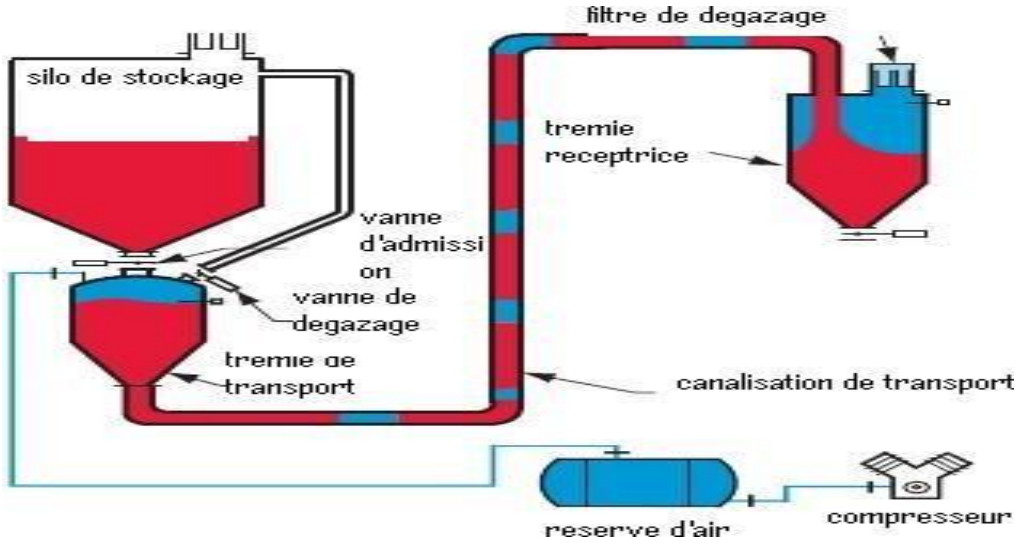


Figure 19: Principe de transport pneumatique [28]

E-Transporteurs avis d'Archimède :

Ces transporteurs sont utilisés pour le transport des charges en vrac et qui ne possèdent pas de gros morceaux (généralement pour les céréales, matériaux pulvérulents).

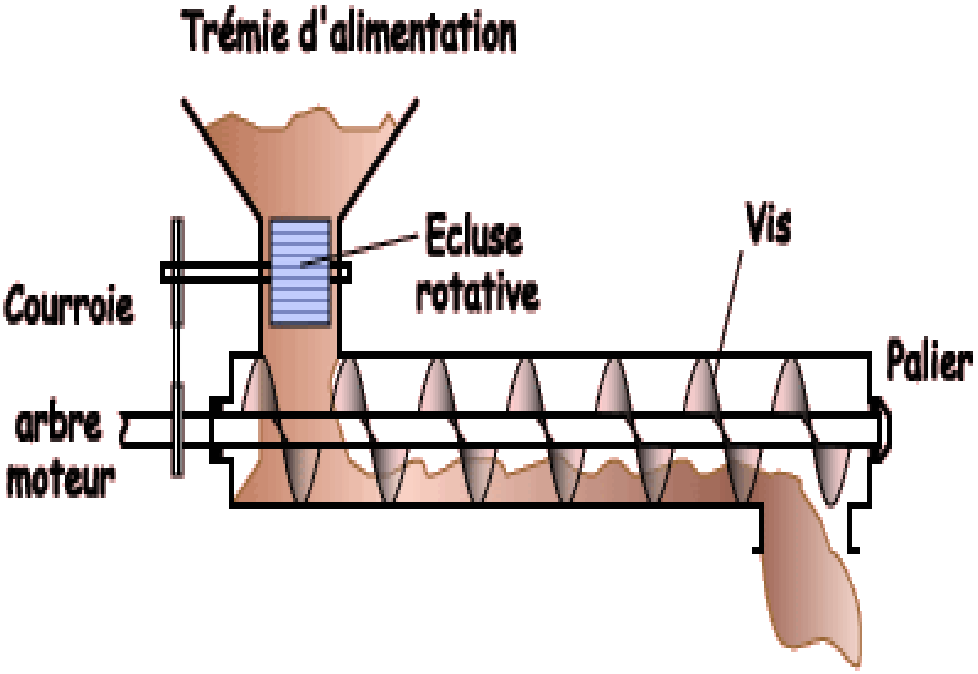


Figure 1.20: Transporteur a vis d'Archimède [29]

- Les convoyeurs à câbles (voies téléphériques) :

La charge est suspendue à un câble tendu.

Figure 1.21: Convoyeur à câble [30]

I -3-1Type et différents organes d'un convoyeur à bande :

A-Avantages du convoyeur à bande :[31] [24]

– Il peut assurer un très grand débit,
– Travail sans bruit particulier,
– Réduction des effectifs nécessaires,
– Long intervalle entre les périodes de maintenance par exemple : le revêtement caoutchouté des tambours a une durée de vie de deux ans,
– Indépendance du système par apports à son environnement,
– Réduction des coûts d'exploitation,

Selon les charges à transporter, les grands convoyeurs à bande peuvent représenter une économie de 40 % à 60 % par rapport au transport routier.

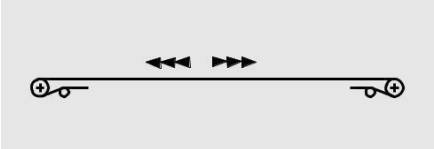
B-Inconvénients du convoyeur à bande [4]

– Adhésion de la matière à la bande et aux tambours,
– Ceci emmène à un changement périodique de certaines parties du convoyeur,
– L'angle maximum d'inclinaison du tracé,

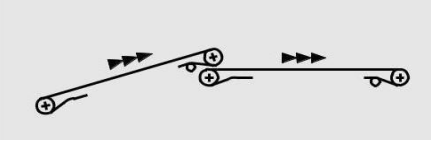
I-3-2 Principaux types de convoyeurs à bande

Les plans suivants montrent des configurations typiques du convoyeur à bande : [11]

1 : Convoyeur à bande horizontale :



2 : Convoyeur à tronçon horizontal et incliné : pour lequel est nécessaire d'utiliser deux bandes :

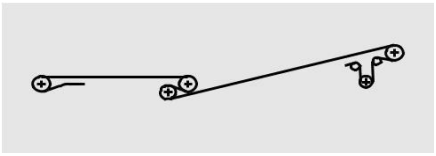


3 : Convoyeur à bande horizontale et tronçon incliné :

Où l'espace permet une courbe verticale et la charge ne nécessite qu'une seule bande :

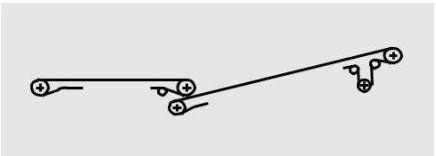
4 : Convoyeur à tronçons horizontal et incliné :

Où l'espace ne permet pas de réaliser une courbe verticale, mais la charge ne nécessite qu'une seule bande.

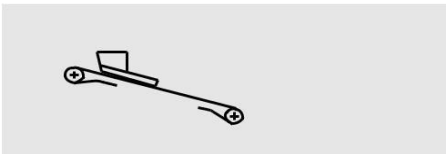


5 : Convoyeur à bande inclinée et tronçon horizontal : où la charge ne nécessite qu'une seule bande et l'espace permet une courbe verticale :

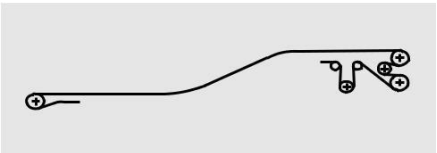
6 : Convoyeur à tronçons horizontal et incliné : où l'espace ne permet pas de courbe verticale et la charge nécessite deux bandes :



7 : Convoyeur à une seule bande comportant un tronçon horizontal : un tronçon incliné et un en descente avec des courbes verticales :



8 : Convoyeur dont la bande est chargée en Pente ascendante ou descendante :



Ⅰ - 3- 3 Diffèrent Oranges d'un Convoyeur à Bande :

Ⅰ - 3- 3-1 la Bande :

C'est l'élément le plus important du transporteur, elle a pour objet de transporter le matériau de la queue jusqu'à la tête du convoyeur. Se présente sous deux formes principales, plate et en auge ; Toute bande comporte deux faces : la face externe, qui est en contact avec les matériaux transportés, et la face interne, qui est en contact avec les rouleaux ou les tambours.[32] La bande est généralement constituée par une carcasse et par les revêtements porteurs et envers qui

enveloppent l'âme et les bords de la bande qui sont réalisés sans armature. La bande installée dans les transporteurs à bandes sont considérées comme des éléments de manutention sans fin composés d'un ou de plusieurs traçons de bandes réunis à leurs extrémités alors que les bandes transporteuses faible longueur peuvent être directement fabriquées sans fin. .[25]

On distingue différents types de bande :

- Bande de toile et caoutchouc.
- Bande de fibres naturelles et synthétiques.
- Bande d'acier.
- Bande e treillis métallique.

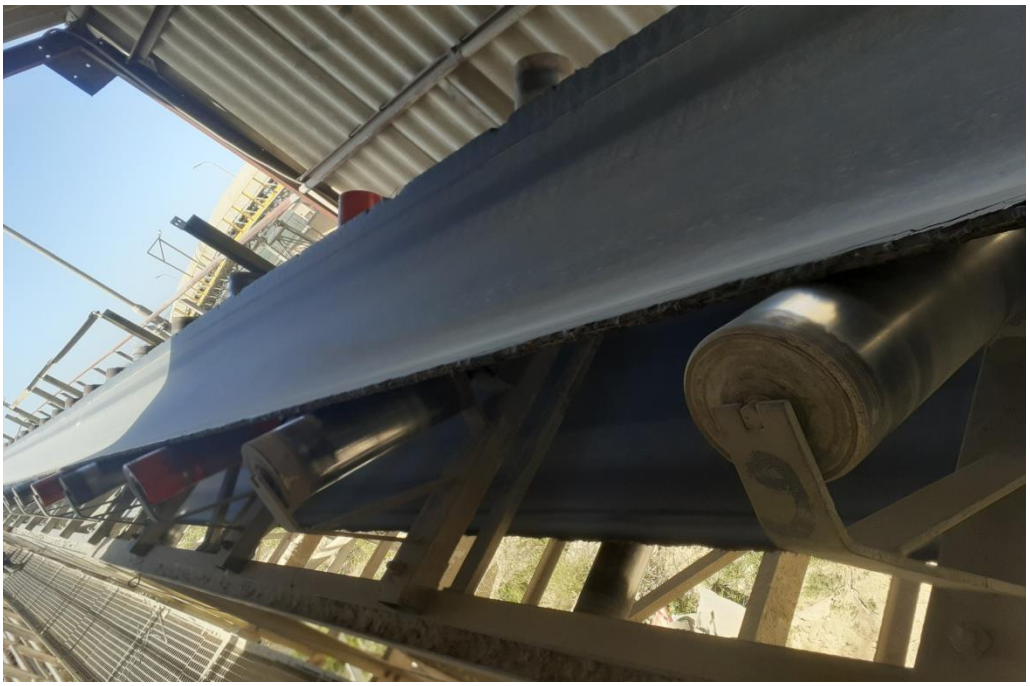


Figure 1.22 : Vue d'une bande.

I-3-3-2 Les tambours :

Les tambours utilisés dans les convoyeurs à bandes ont pour fonction d'entraîner la bande ou l'amener à changer de direction. Les tambours peuvent être recouverts d'un revêtement afin d'augmenter le coefficient de frottement entre la bande et le tambour, de réduire l'usure par abrasion de ce dernier ou de créer un effet autonettoyant [21].

La figure 1.23 représente les différents tambours ainsi que les différents composants d'un convoyeur :

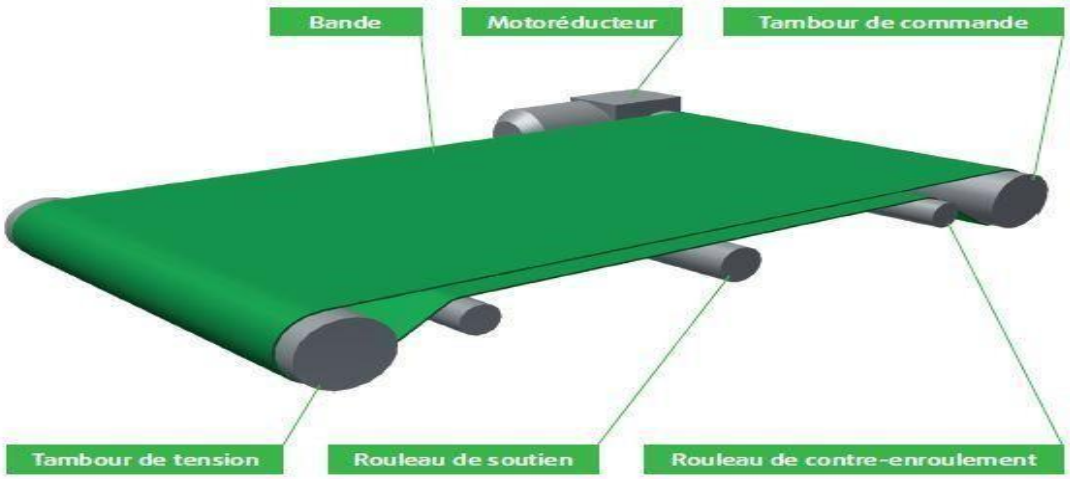


Figure 1.23 : Composants des tambours

Figure 1.24 : Tambour [21]

A-Tambour de commande :

La surface du tambour de commande peut être laissée en finition normale ou avoir un revêtement de caoutchouc dont l'épaisseur est calculée en fonction de la puissance à transmettre [20].

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

Figure 1.25 : tambour de commande

B-Tambour de renvoi :

La surface du carter n'a pas nécessairement besoin d'être munie d'un revêtement, sauf dans certains cas 1]. Le diamètre est normalement inférieur à celui qui est prévu pour le tambour de commande.

Figure 1.26 : Tambours de renvoi.

C-Tambours de contrainte :

Ils servent à augmenter l'arc d'enroulement de la bande, d'une manière générale, ils sont utilisés dans tous les cas où il est nécessaire de dévier la bande au niveau des dispositifs de tension à contrepoids, des appareils de déchargement mobiles, etc. [33]

Figure 1.27 : Tambours de contrainte

I-3-3-3 station:

- **Stations -supports**

On distingue deux types de stations supports sur un convoyeur à bande :

= Les stations inférieures : qui soutiennent à leur retour la bande non chargée. Elle est constituée soit d'un ou deux rouleaux plats, ou d'une auge comprenant deux rouleaux.

= Les stations supérieures : porteuses qui ont pour fonction de soutenir la partie chargée de la bande et de déplacer le produit. Elle comporte généralement un, deux ou trois rouleaux ou plus pour former une auge.

Figure 1.28 : station Stations supérieures

A-Stations supérieures pour un rouleau :

Elles sont plates comportant un seul rouleau horizontal généralement soutenu par deux pattes d'attache fixes montées sur le châssis du convoyeur.

Figure 1.29: Stations supérieures d'un rouleau

B-Stations supérieures pour deux rouleaux :

Les deux rouleaux forment un (V). Ce type de montage n'est utilisé que pour des courroies de faible largeur, sinon les rouleaux seront soumis à des charges qui peuvent occasionner une rupture.

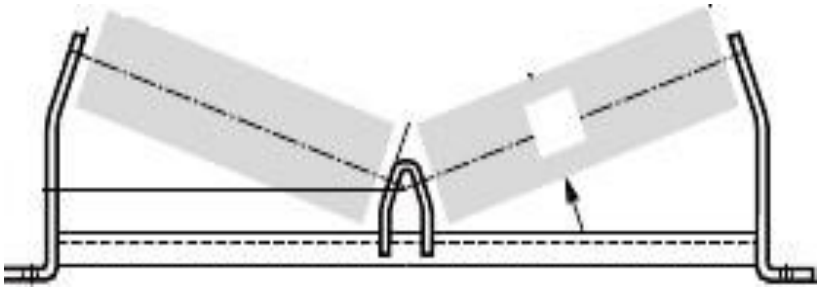


Figure 1.30 : Stations supérieures pour deux rouleaux

C-Stations supérieures pour trois rouleaux :

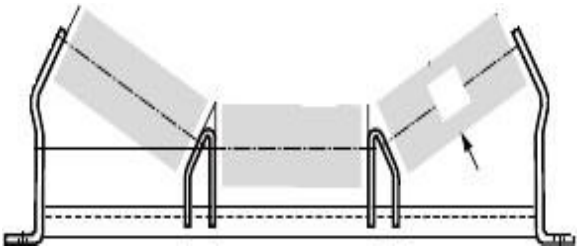


Figure 1.31: Stations supérieures pour trois rouleaux

Le rouleau central est horizontal, les deux autres rouleaux latéraux sont inclinés souvent d'un angle de 20 ou de 30°, il en résulte un effet d'auto centrage qui aide la bande à ne pas dévier, c'est la disposition la plus courante.

D-Stations supérieures pour cinq rouleaux :

Le rouleau central se trouve dans une position horizontale, les deux premiers rouleaux

Latéraux sont inclinés d'un angle de 20° et les deux autres rouleaux latéraux sont inclinés Souvent d'un angle de 30°, il en résulte un effet d'auto centrage qui aide la bande à ne pas dévier, c'est la disposition la plus utilisée pour les grands convoyeurs.

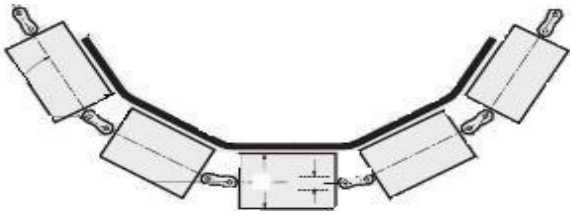


Figure 1.32 : Stations supérieures pour cinq rouleaux Stations inférieures

= les stations inférieures :

Le choix des **stations inférieures** joue une grande importance, étant donné qu'elles participent au centrage et au nettoyage de la bande. Les rouleaux des stations inférieures étant en contact avec le côté sale de la bande. Les stations inférieures peuvent comporter des rouleaux en acier ordinaires ou à amortisseurs. Ces stations comportent généralement un seul rouleau horizontal soutenu par deux pattes d'attache fixes montées sur le châssis du convoyeur.

Figure 1.33 : Stations inférieures

A-Stations en porte-à-faux :

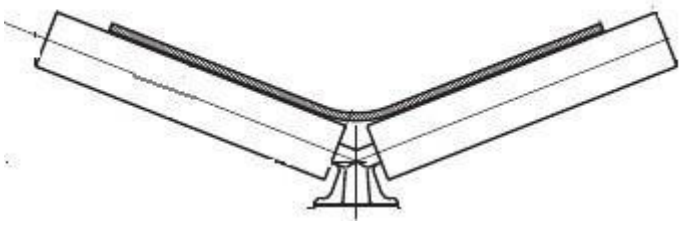


Figure 1.34: Stations en porte-à-faux

Les stations en porte-à-faux sont équipées de deux rouleaux. Elles peuvent être utilisées sur des convoyeurs de petite ou de moyenne capacitée transportant des produits à faible granulométrie

B-Stations amortisseuses :

Les stations amortisseuses sont équipées de rouleaux amortisseurs qui sont destinées à résister aux efforts dus au choc du produit sur la bande. Ces stations sont positionnées sous le brin porteur de la bande au point de chargement où tombe le produit.

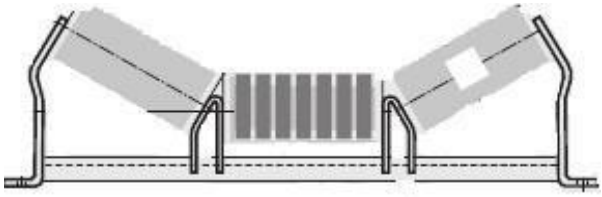


Figure 1.35: Stations amortisseuses

I-3-3-4 Rouleaux :

A- Rouleaux supérieurs :

Ils soutiennent la bande et tournent librement et facilement sous la charge. Ce sont les composants les plus importants du convoyeur et ils représentent une part considérable de l'investissement total. Le type et la taille des rouleaux à utiliser dans un convoyeur à bande dépendent essentiellement de la largeur de la bande, de l'écartement des stations-supports et surtout de la sollicitation maximale que doit supporter chaque rouleau. La température de service doit se situer entre (-20 et + 60°C).

Ses composants sont :

1-Corps du rouleau :

Il est constitué d'un tube en acier d'une épaisseur et d'un diamètre adaptés à l'utilisation prévue. Ses deux extrémités sont usinées pour permettre le maximum de précision au montage. Les cages des roulements sont fixées aux extrémités par soudage ou par emmanchements forcés.

2-Axe :

L'axe est le composant du rouleau qui est soumis à la charge. Il doit être dimensionné en fonction de celle-ci et de la longueur du rouleau. Il est important de ne pas surcharger le rouleau, car la flèche Excessive de l'axe qui en résulterait provoquerait une sollicitation irrégulière sur le roulement.

3-Lubrification :

La graisse utilisée est une graisse spéciale à base de lithium hautement résistante au vieillissement et à l'humidité. La quantité introduite dans le rouleau est suffisante pour assurer une parfaite lubrification des roulements pendant la durée de vie du rouleau.

4-Etanchéité :

La fonction essentielle des composants d'étanchéité est de protéger les roulements des éléments nuisibles pouvant provenir de l'extérieur ou de l'intérieur du rouleau.

On trouve à l'intérieur, une bague d'étanchéité avec des balais en contact avec l'axe pour protéger le roulement de la condensation ou de la rouille pouvant se former à l'intérieur du tube.

A l'extérieur, on remarque la présence d'un bouclier en matériau anticorrosif qui a pour rôle de protéger le système d'étanchéité contre les chutes des produits à transporter. Une capsule de protection et un joint d'étanchéité' extérieur sont placés derrière le roulement. Ils constituent un important réservoir de graisse permettant de lubrifier le roulement. Cette bague contribue également à l'étanchéité en faisant obstacle à la condensation ou à l'oxydation qui peuvent éventuellement se former à l'intérieur du tube.

5-Roulements :

Ce sont les éléments qui assurent la rotation du tube par rapport à l'axe fixe. On utilise des roulements à billes à contact radial.

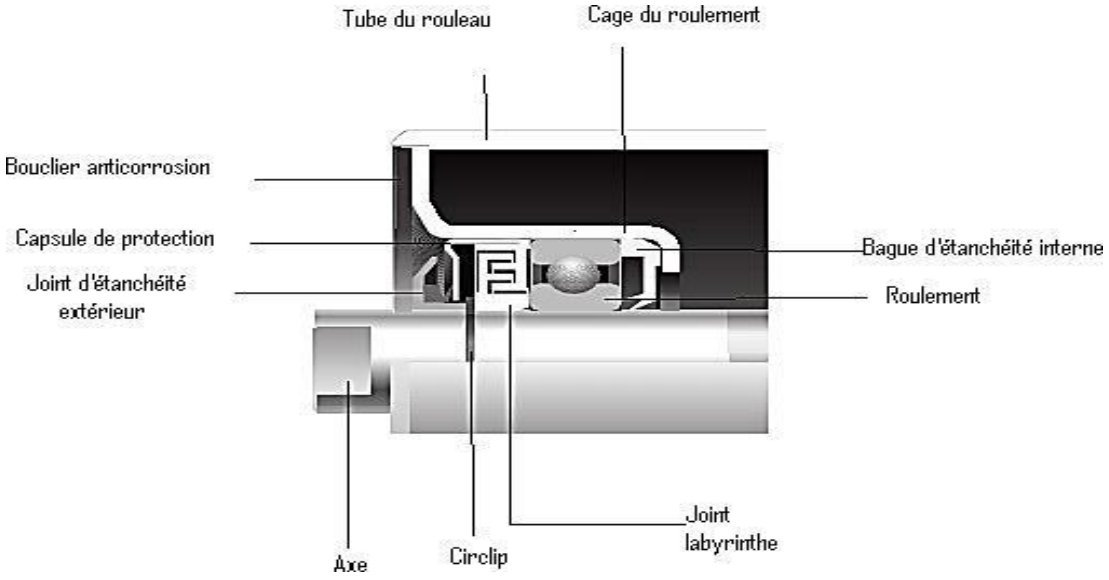


Figure 1.36 : Rouleaux supérieurs d'un convoyeur

B- Rouleaux inférieurs :

On utilise des rouleaux inférieurs espacés pour soutenir la bande dans sa partie inférieure.

1-Rouleaux de guidage :

Pour diverses raisons, la bande transporteuse peut parfois avoir tendance à dévier latéralement, des rouleaux de guidage sont montés pour remédier au problème.

2-Rouleaux amortisseurs :

C'est un modèle de base en acier muni de bagues qui sont destinées à résister aux efforts dus au choc du produit sur la bande. Ces rouleaux sont positionnés sous le brin porteur de la bande au point de chargement où tombe le produit transporté.

CHAPITRE II
Calcul des charges exerce sur la station supérieure

Ⅱ-1 Problématique:

A travers cette partie, notre travail consiste à mesurer le convoyeur ***T0*** à travers Graphique général, Ce convoyeur permettra de transporter l'argile brut de **A** à un partie **B** sur une importance de **24,35** mètres, en Utilisation d'une ceinture en forme d'auge (bande) au niveau des stations porteuses Avec trois rouleaux (deux rouleaux inclinés et un rouleau central horizontal).

Le problème est la courbure des bornes de charge supérieures qui sont en dessous du point d'appui.

En savoir plus sur ces plis sous les formes suivantes :

Figure 2. 1: les stations qui montrent le problème de flexion

Ⅱ.2 But de projet:

dans ce chapitre 2, nous examinerons de la bande transporteuse et de ses composants (rouleaux, stations).

Et à travers ça, nous présenterons le problème, et étudierons le cadre (stations, poutres) en effectuant des calculs pour un autre profil (UPN) et en les composants métallique.

Ⅱ.3propriété physique des produits:

Le tableau suivant illustre les caractéristiques de quelques produits à transporter :

Type	Masse volumique [t/m^3]	La granulométrie [mm]	Angle d'éboulement	abrasivité	corrosivité
Alumine	0,80-1,04	50-65	22°	C	A
Amiante, minéral ou roche	1,296	81	-	C	A
Anthracite	0,96	60	27°	B	A
Ardoise, de 40 mm à 80 mm	1,36-1,52	85-95	-	B	A
Argile brute	**0,96-1,20**	**60-75**	**35°**	**C**	**A**
Argile, sèche, Fine	1,60-1,92	100-120	35°	C	A
Asphalte broyé jusqu'à 13 mm	0,78	45	-	A	A
Asphalte, liant pour revêtement routier	1,28-136	80-85	-	A	B

Tableau 2. 1 : propriété physique des produits

N.B :

A : non abrasif/ non corrosif ;

B : moyennement abrasif/moyennement corrosif ;

C : très abrasif/très corrosif.

Ⅱ.4Les données:

II.5 La granulométrie du l'argile brut : [34]

Les morceaux du l'argile brut sont de taille moyenne et variable entre **65** et **75 mm**

II.6 Le débit :

Le débit massique souhaité est de : **500 t/h.**

II.7 La masse volumique du l'argile brut : [34]

La masse volumique du l'argile brute : 1,39 kg/L.

II.8 La vitesse linéaire de la bande :

La vitesse linéaire de la bande transporteuse : $v = 1{,}3\ m/s$

II.9 La Charge de rupture de la bande (N/mm) :

Charge de rupture de la bande : $\sigma_\alpha = 800\ (N/mm)$

II.10 L'abrasivité et la corrosivité du produit à transporter : [34]

L'argile brute est très abrasive et non corrosive.

II .11 Le poids de la bande par mètre linéaire :

Le poids de la bande par mètre linéaire est de : 24,64 kg/m.

II .12 Angle d'inclinaison des stations supérieures :

La bande transporteuse doit avoir une inclinaison de **30°** au niveau des rouleaux des stations porteuses supérieures.

Figure 2. 2: Angle d'inclinaison des stations

II .13 L'angle d'´éboulement :

- L'angle d'´éboulement d'un produit, que l'on appelle ´également "angle de frottement naturel",
- Est l'angle que la ligne de pente du produit, selon noter cas, il n'y pas de pente, il y a un plancher plat.
- Et donc l'angle est inexistant L'angle d'éboulement d'est : θ **= 0°.**

II .14 Quantité de produit par mètre linéaire : [34]

Où : qG=Iv÷V

qG : Masse de produit par mètre linéaire de convoyeur en kg/m ;

Iv = Débit-masse = 500 t/h.

Soit : 500 ÷ 1,6 =312,5 kg/s.

V =Vitesse linéaire de la bande = 1,3 **m/s].**

Soit : qG=500÷3,6×1,3= 106,83 **[kg/m]**

q_G : Sert à déterminer l'effort tangentiel Fu

II .15 La largeur de la bande :

Ça correspond à une bande de largeur **1600 mm** pour λ = 30.

II .16 Ecartement des stations supports :

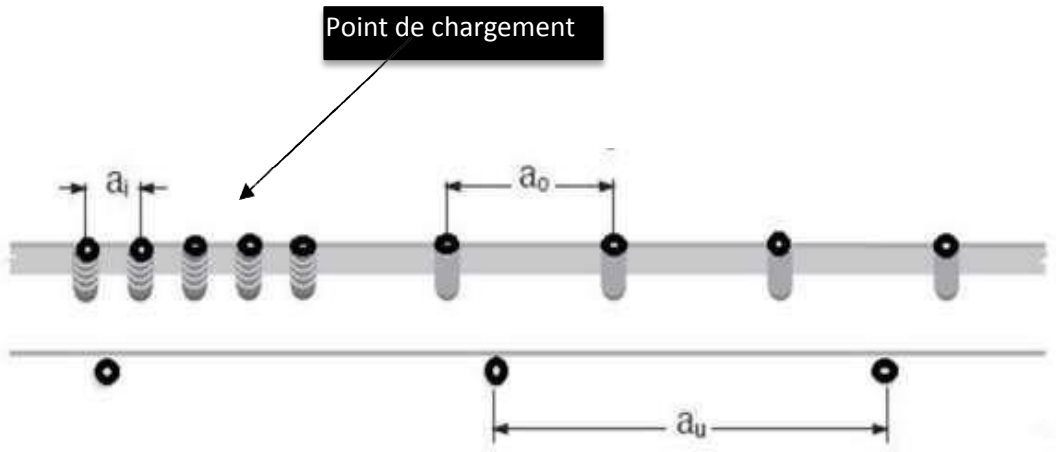


Figure 2. 3:Ecartement des stations

L'écartement des stations supports c'est la distance qui sépare deux stations porteuses supérieures ou bien celles qui portent le brin inférieur de la bande transporteuse.

Comme l'indique la figure, elles sont respectivement indiquées par a_0. a_u.

Et on définit l'écartement des stations selon la largeur de la bande et la masse volumique du produit à transporter.

Le tableau ci-après indique les différentes valeurs de l'écartement maximal préconisé :

Largeur de la bande [mm]	**Ecartement maximal préconisé entre les stations [m]**			
	Ecartement des stations supérieures Selon la masse volumique du produit transporté [t/m^3]			**Stations inférieures [m]**
	< 1,2 [t /m^3]	De 1,2 à 2,0[t/m^3]	> 2,0[t/m^3]	
300 400 500 650	1,65	1,50	1,40	3
800	1,50	1,35	1,25	3
100 0	1,35	1,20	1,10	3
1200 1400 1600 1800	1,20	**1,00**	0,80	**3**
2000 2200	1,00	0,80	0,70	3

Tableau 2. 2 Ecartement entre les stations **[34]**

- Pour notre cas, la largeur de la bande est de : 1600 mm, donc :
- Ecartement des stations supérieures a_0 =1m.
- Ecartement des stations inférieures a_u = 3m.
- L'écartement des stations supérieures situées au niveau du point de chargement , **ai est** réduit par rapport à l'écartement des stations supérieures **a_0** de moitié ou même voir plus.
- Pour éviter toute incurvation excessive de la bande transporteuse et son débordement.

On prendra donc **: $a_i = a_{0\div3} = 0.33m$**

II.17 Choix des rouleaux : [34]

Le choix du diamètre doit tenir compte de la largeur et de la vitesse linéaire de bande. **Le tableau 2.3** indique le diamètre des rouleaux en fonction de ces deux paramètres.

Largeur de la bande [mm]	**Diamètre recommandé pour les rouleaux pour une Vitesse de 3 m/s**							
	≤ 2 m/s ø rouleaux [mm]			De 2 à 4 m/s ø rouleaux [mm]			≥ 4 m/s ø rouleaux [mm]	
1000	108	133		108	133		133	159
1200	108	133		108	133	159	133	159
1400	133	159		133	159		133	159
1600	**133**	159	1800	159	159	194	159	194

Tableau 2. 3: Diamètre recommandé pour les rouleaux.

La largeur de la bande	Diamètre des rouleaux ø	Rouleaux en auge	Rouleaux droit	Rouleaux en v
1000	108 ou 133 ou 159	360	1115	570
1200	108 ou 133 ou 159	430	1315	640
1400	133 ou 159	500	1515	725
1600	133 ou 159	**570**	**1715**	875
1800	159 ou 197	640	1915	975

Tableau 2. 4: Longueur des rouleaux formant les guirlandes.

Pour notre cas, de vitesse est à 1,3 m/s, et une bande de largeur de 1600 mm on a :

Les stations supérieures :

Ø = 133 mm

∫ = 570 mm

Les stations inférieures

Ø = 133 mm

∫ = 1800 mm

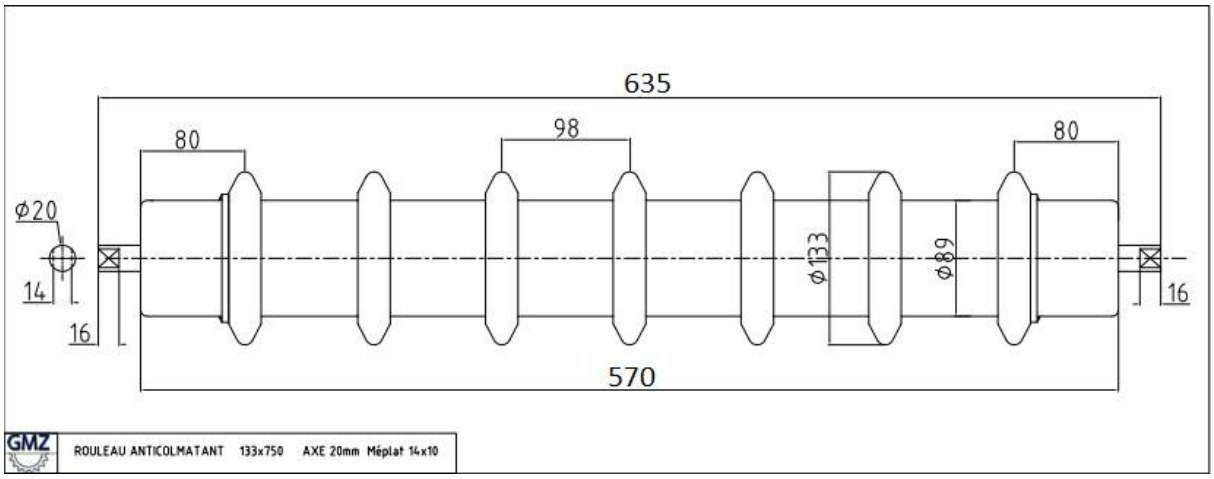


Figure 2. 4 : Rouleau anti colmatant

II .18 Déterminer la vitesse de rotation des rouleaux :

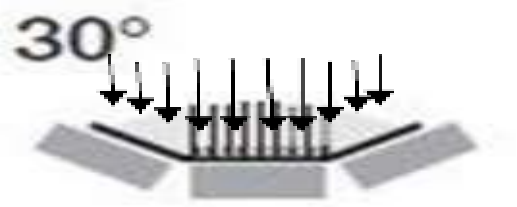
A partir de la vitesse linéaire de la bande et du diamètre des rouleaux, on peut déterminer la vitesse de rotation (en tr/min) des rouleaux à l'aide de la formule suivante :

- **n=v** ×1000×60÷D×π **[tr/min]**.
- **D**= Diamètre des rouleaux [mm].
- v = vitesse de la bande [m/s].
- **Soit** : n =1,3×1000×60÷133×3,14=186,77**[tr/min]**.
- **n = 186,77 [tr/min]**.

A partir des caractéristiques de la bande :

- Le poids de la bande par mètre linéaire : q_b **= 24 ,64 kg/m.**
- La résistance à la rupture : σ_α = $800\ N/mm$.

On peut maintenant chercher à déterminer l'effort qui s'exerce sur les rouleaux :



II. 19 L'effort statique sur les rouleaux station (porteurs) supérieurs Ca :

L'effort statique sur les rouleaux porteurs supérieurs est donné par la relation :

- Ca=$a0 \times (qb + Lv \div 3{,}6 \times v) \times 9{,}81$
- Ca=1× (24,64+500÷3,6×1,3) ×9,81 =1289,79 N
- Ca : L'effort statique sur les rouleaux (N)

- $a0$: Ecartement des stations support supérieures (m)
- Q_b **:** poids de la bande par mètre linéaire (kg/m)
- v **:** vitesse linéaire de la bande (m/s)
- Lv **:** Débit massique (t/h)

0°	20°	20°	30°	35°	45°
1,00	0,50	0,60	0,65	0,67	0,72

Tableau 2. 5: Coefficient de participation des rouleaux sous contrainte maximale F_p

Pour calculer l'effort dynamique, on doit tenir compte des paramètres suivants :

Coefficient de participation des rouleaux sous contrainte maximale :

Durée d'utilisation/jour	F_s
Moins de 6 heures par jour	0,8
De 6 à 9 heures par jour	1
De 10 à 16 heures par jour	**1,1**
Plus, de 16 heures par jour	1,2

Tableau 2. 6: Coefficient d'utilisation Fs

La granulométrie du produit [mm]	**Vitesse linéaire de la bande [m/s]**						
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
De 0 à 100	1	**1**	1	1	1	1	1
De 100 à 150	1,02	1,03	1,05	1,07	1,09	1,13	1,18
De 150 à 300 En couche de produit fin	1,04	1,06	1,09	1,12	1,16	1,24	1,33
De 150 à 300 Sans couche de produit fin	1,06	1,09	1,12	1,35	1,21	1,35	1,5
De 300 à 450	1,2	1,32	1,5	1,7	1,9	2,3	2,8

Tableau 2. 7: Coefficient de choc Fd

F_d **:** C'est un paramètre lié à la granulométrie du produit et à la vitesse linéaire de la bande.

Conditions	Fm
Maintenance propre et régulière	0,9
Présence de produit abrasif ou corrosif	1,0
Présence de produit très abrasif ou très corrosif	**1,1**

Tableau 2. 8: Coefficient lié à l'environnement Fm

Vitesse de bande [m/s]	Diamètre des rouleaux [mm]						
	60	76	89-90	102	108-110	133-140	159
0,5	0,81	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
1	0,92	0,87	0,85	0,83	0,82	**0,80**	0,80
1,5	0,99	0,99	0,92	0,89	0,88	0,85	0,82
2	1,05	1,00	0,96	0,95	0,94	0,90	0,86
2,5			1,01	0,98	0,97	0,93	0,91
3			1,05	1,03	1,01	0,96	0,92
3,5					1,04	1,00	0,96
4					1,07	1,03	0,99
4,5					1,14	1,05	1,02
5					1,17	1,08	1,00

Tableau 2. 9: Coefficient de vitesse F_V

D'après le tableau **2.5** F_P**=0,65**.

Notre convoyeur est conçu pour une utilisation de 10 à 16 heures/jour, donc d'après le tableau **2.6**, le coefficient d'utilisation : F_S **=1,1**.

En tenant compte de la granulométrie du l'argile brut qui est de 60 à 75 mm et de la vitesse linéaire de la bande qui de l'ordre de 1,3 m /s, et d'après le tableau **2.7**, le coefficient de choc F_d sera égal à **1**.

En tenant compte de l'abrasivité et de la corrosivité du produit transporté (l'argile brut : très abrasif /non corrosif) et l'agressivité de l'environnement, on prendra en considération la présence de produits très abrasifs ou très corrosifs. Et d'après le tableau **2.8**, sera égal à **1,1**. Et pour le coefficient de la vitesse, pour une vitesse linéaire de la bande de 1,3 m/s et l'utilisation des rouleaux de 133 mm de diamètre, on peut tirer du tableau 2.9 la valeur de F_V = **0,85**.

Entre axe [m]	C_q
10	**4,5**
20	3,2
30	2,6
40	2,2
50	2,1
60	2
80	1,8
100	1,7
150	1,5
200	1,4
250	1,3
300	1,2
400	1,1
500	1,05
1000	1,03

Tableau 2. 10 : détermination du coefficient de résistance fixe en fonction de l'entre axe C_q

C_q : Coefficient de résistance passive, il est donné en fonction de la température de fonctionnement et égal à 1 d'après le tableau suivant : **[34]**

Température [C°]	+ 20°	+10°	0	-10°	-20°	-30°
Coefficient C_t	**1**	1,01	1,04	1,10	1,16	1,27

Tableau 2. 11 : Coefficient de frottement interne des produits et des parties tournantes *f*.

f : Coefficient de frottement interne des produits et des parties tournantes.

Convoyeur à bande horizontal	**Vitesse m/s**					
	1	2	3	4	5	6
Pièces tournantes et produit présentant un frottement interne standard	**0 ,016**	0,0165	0,017	0,018	0,02	0,022
Pièces tournantes et produit présentant un frottement interne élevé dans des Conditions exploitation difficiles.	De 0,023 à 0,027					
Pièces tournantes d'un convoyeur	De 0,012 à 0,016					

Tableau 2. 12: coefficient de frottement des produits et des parties tournantes.

D'après le tableau, f sera égal à : 0,016 compte tenu de la vitesse (v = 1,3 m /s) et le fait que le produit transporté présente un frottement interne standard.

D'après **le tableau [2.13],** f sera égal à : 0,016 compte tenu de la vitesse (v = 1,3 m /s) et le Fait que le produit transporté présente un frottement interne standard**.**

- qRO : Poids des pièces tournantes des stations supérieures.
- qRU : Poids des pièces tournantes des stations inférieures.

Le tableau [2.14] indique les poids approximatifs des pièces tournantes d'une station supérieure montée sur traverse et d'une station inférieure à rouleaux.
On obtient le poids des pièces tournantes supérieures qRO et qRU inférieures par la Formule :

- qRO = $PPRS$ ÷ $a0$ [kg/m**]**
- $PPRS$: Poids des pièces tournantes supérieures.
- $a0$: Ecartement des stations supports supérieures.

- qRU = $PPRI$ ÷ aU [kg/m**]**
- $PPRI$: Poids des pièces tournantes inférieures.
- aU : Ecartement des stations supports inférieures.

$$qRO = \frac{31,8}{1}$$

qRO = 31,8 [kg/m]

$$qRu = \frac{25,8}{3}$$

qRu = 8,6 [kg/m] / qG = 106,83 [kg/m]

***** P_{PRS} : Poids des pièces tournantes supérieures.

*P_{PRI} : Poids des pièces tournantes inférieures.

Largeur de la Diamètre des rouleaux (mm)					
(mm)	89 *PPRS* *PPRI*	108 *PPRS* *PPRI*	133 *PPRS* *PPRI*	159 *PPRS* *PPRI*	194 *PPRS* *PPRI*
400	-				
500	5,1 3,7	-			
650	9,1 6,5	-			
800	10,4 7, 8	16,0 11,4	-		
1000	11,7 9,1	17,8 13,3	23,5 17,5	-	
1200		20,3 15,7	26,7 20,7	-	
1400			29,2 23,2	-	
1600			**31,8** **25,8**	-	
1800				47,7 38,8	70,5 55,5

Tableau 2. 13: les valeurs de P_{PRS} et de P_{PRI} en (kg)

Entre axe [m]	C_q
10	**4,5**
20	3,2
30	2,6
40	2,2
50	2,1
60	2
80	1,8
100	1,7
150	1,5
200	1,4
250	1,3
300	1,2
400	1,1
500	1,05
1000	1,03

Tableau 2. 14: détermination du coefficient de résistance fixe en fonction de l'entre axe C_q

C_q : Coefficient de résistance passive, il est donné en fonction de la température de Fonctionnement et égal à 1 d'après le tableau suivant :

Température [C°]	+ 20°	+10°	0	-10°	-20°	-30°
Coefficient C_t	**1**	1,01	1,04	1,10	1,16	1,27

Tableau 2. 15 : Coefficient de frottement interne des produits et des parties tournantes *f*.

f : Coefficient de frottement interne des produits et des parties tournantes.

Convoyeur à bande horizontal	**Vitesse m/s**					
	1	2	3	4	5	6
Pièces tournantes et produit présentant un frottement interne standard	**0 ,016**	0,0165	0,017	0,018	0,02	0,022
Pièces tournantes et produit présentant un frottement interne élevé dans des conditions d'exploitation difficiles.	De 0,023 à 0,027					
Pièces tournantes d'un convoyeur	De 0,012 à 0,016					

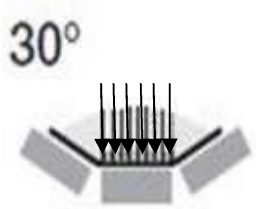
Tableau 2. 16: coefficient de frottement des produits et des parties tournantes

D'après le tableau, f sera égal à : 0,016 compte tenu de la vitesse (v = 1,3 m /s) et le fait que le produit transporté présente un frottement interne standard.

II. 20 L'effort dynamique sur les rouleaux station (porteurs) supérieur Ca1 :

- **Ca1**=Ca×Fd×Fs×Fm
- **Ca1**=118498×1×1,1×1,1
- **Ca1**= $\mathbf{1560,65\ N}$
- C_a **:** Effort statique sur les rouleaux supérieurs.
- F_d **:** Coefficient de choc.
- F_s **:** Coefficient d'utilisation.
- F_m **:** Coefficient lié à l'environnement.

II. 21 L'effort sur le rouleau central d'une station (porteuse) supérieur Ca2 :



L'effort sur le rouleau central d'une station porteuse supérieure est obtenu par la formule suivante :

- **Ca2**= Ca1×Fb
- **Ca2**=1814,2×0,65
- **Ca2**=$\mathbf{1014}$, $\mathbf{42}$ $\boldsymbol{N}$
- **Ca2** : Effort sur le rouleau central d'une station porteuse.
- **Ca1** : Effort dynamique sur les rouleaux.
- **Fb** : Coefficient de participation.

II. 22 L'effort statique sur les rouleaux des stations inferieur Cr :

L'effort statique sur les rouleaux des stations inférieures est donné par la formule suivante :

- $C_r = a_u \times qb \times g$
- C_r**=3× 24,64 × 9,81**
- C_r**=725,15 N**
- C_r : Effort statique sur les rouleaux inférieurs (N).
- a_u : Ecartement des stations inférieure (m).
- **qb** : poids de la bande/mètre linéaire (kg/m).
- **g** : Accélération de la pesanteur (9,81m/s^2).

II. 23 L'effort dynamique sur les rouleaux des stations inférieurs Cr1 :

L'effort dynamique sur les rouleaux des stations inférieurs est donné par la formule suivante :

- C_{r1}=$C_r \times F_s \times F_m \times F_v$
- C_{r1} = 725,15 × 1,1 × 1,1 × 0,85
- C_{r1} = $\mathbf{745}$, $\mathbf{81}$ $\boldsymbol{N}$
- $\boldsymbol{Cr1}$ **:** Effort dynamique sur les rouleaux inférieurs (N)
- $\boldsymbol{Cr}$ **:** Effort statique sur les rouleaux inférieurs (N)
- $\boldsymbol{Fv}$ **:** Coefficient de la vitesse.

II. 24 Détermination de la charge de la station supérieure :

*** L'effort exercé par le produit sur l'élément transversal de la station P_s :**

$P_s = q_G \times a_0 \times g$ **[N]**

- P_s **:** L'effort exercé par le produit sur l'élément transversal de la station (N).
- q_G : Poids du produit par mètre linéaire (kg/m).
- a_0 : Ecartement des stations supérieures (m).
- g **:** Accélération de la pesanteur (m/s^2).

P_s = 106,83 × 1 × 9,81

P_s = 1048 [N]

$PS1$ = (1048÷1,85) ×0,33=186,94**[N]**

$PS1$ **:** L'effort exercé par le produit réparti par mètre linéaire sur la poutre transversale.

*** L'effort exercé par les rouleaux sur l'élément transversal (P_R)**

(P_R) **:** $P_R = p_0 \times z \times g$

$p0$: Poids du rouleau de diamètre 133 mm (kg). jgb,m m

z : nombre de rouleau par station

P_R = 8,8 × 3 × 9,81
P_R = 258,98 **[N]**
P_{R1} = 258,98 **[N]**
P_{R1} **:** L'effort exercé par les rouleaux répartis par mètre linéaire sur la poutre transversale.

*** Déterminer la charge de la bonde *Pu1* :**

qb=24,6(kg/m).

Pu= qb× g×

Pu=24,64 × 9,81×1=241,7**[N]**

$Pu1$= Pu÷L=241,7÷1,85=130,65**[N]**

$Pu1$=130,65→*1m*

$Pu1$→0,33m

$Pu1$=*395*,5**[N]**

- **qb** : poids de la bande/mètre linéaire (kg/m).
- **g** : Accélération de la pesanteur (9,81m/s^2).
- a_0 : Ecartement des stations supérieures (m).

***Déterminer La charge total Pt**

- $Pt = PS1 + P_{R1} + Pu1$
- Pt=186,94+258,98+395,5=841,42**[N]**

En résumé :

- L'effort statique sur les rouleaux des stations supérieures est de : **Ca=1289,79(N).**
- L'effort dynamique sur les rouleaux des stations supérieures est de : **Ca1= 1560,65 (N)**.
- L'effort sur le rouleau central d'une station supérieure est de : **Ca2=1014,42 (N)**.
- L'effort statique sur les rouleaux des stations inférieures est de : **Cr= 725,15(N)**.
- L'effort dynamique sur les rouleaux des stations supérieures est de**:** **Cr2**=**745,81 (N)**.
- La vitesse de rotation des rouleaux : **n= 186 ,77 [tr/min]**.
- L'effort exercé par le produit réparti par mètre linéaire sur la poutre transversale. $\boldsymbol{PS1}$ =**186,94[N].**
- L'effort exercé par les rouleaux répartis par mètre linéaire sur la poutre transversale $\boldsymbol{P_{R1=}}$**258,98[N]**.
- La charge de la bonde ***Pu1=395,5*[N]**.
- La charge total **Pt =841,42[N]**

CHAPITRE III
Etude de la poutre en flexion de la station supérieure (UPN100)

III.1 Présentation :

Dans ce chapitre, nous allons vérifier la solidité du cadre et Station de support de support (UPN 100)

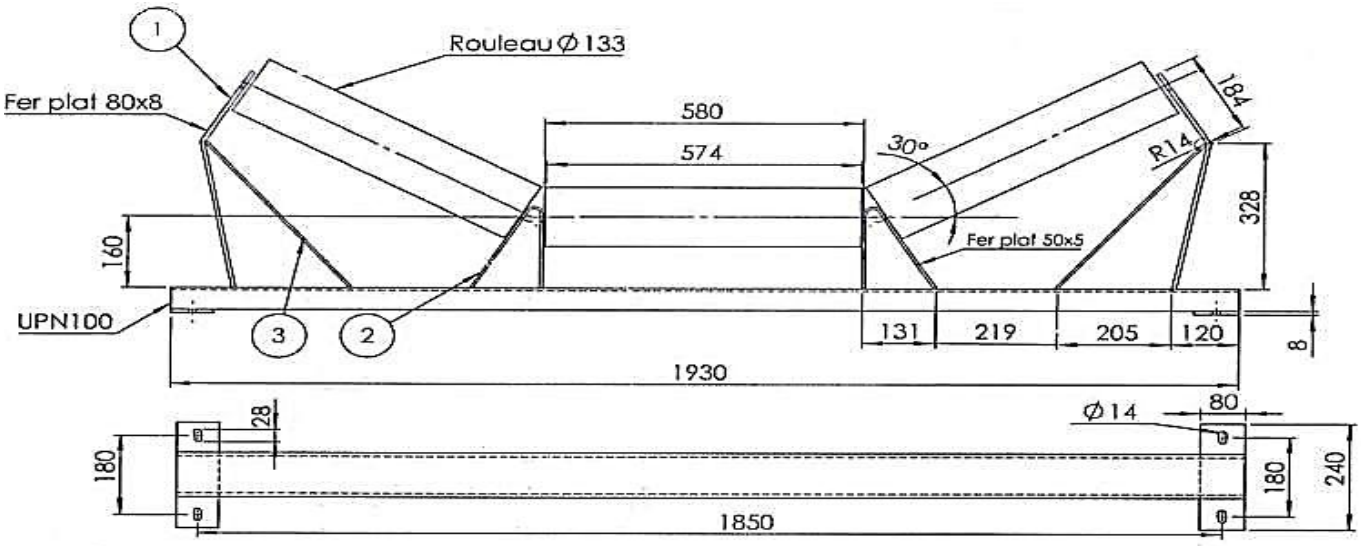


Figure 3. 1 : dessin technique d'une station supérieure

Le matériau utilisé est **l'acier xc 38** couramment utilisé dans les structures métalliques, Normalisation et cotation (selon Euro code 3).

III.2 Différents produits sidérurgiques :

L'acier utilisé pour la construction métallique est obtenu par laminage à chaud Leurs dimensions et caractéristiques sont normalisées et répertoriées sur catalogue

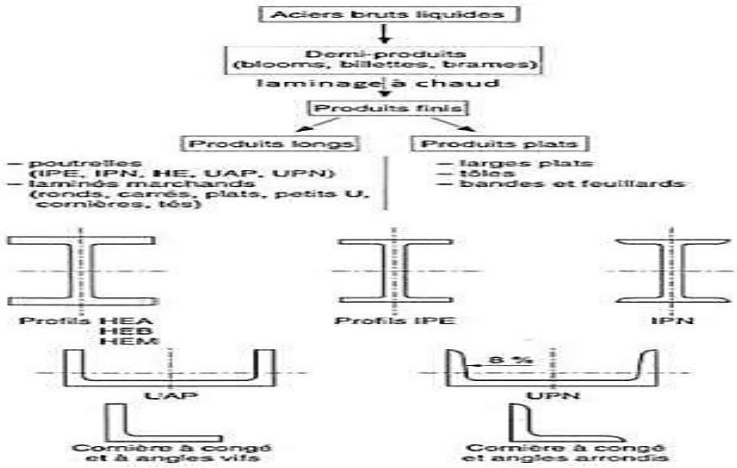


Figure 3. 2: différents produite sidérurgique selon l'euro code 3

III.3 Caractéristiques de l'acier standard :

Divers aciers de construction sont réglementés par la norme européenne EN 10025 (AFNOR a été émise en octobre 1990 pour remplacer l'ancienne norme NF A 35.501 avril 1987). Cette norme concerne les aciers non alliés, laminés à chaud et utilisés dans la fabrication Les éléments de structure, qu'ils soient soudés ou non, et qu'il s'agisse de produits plats et Produit long. Nous limitons notre construction à trois principales nuances d'acier S235 dans la plupart des cas, S275 et S355 sont moins courants, par exemple, utilisés dans les structures Art), conformément aux exigences de conception de plasticité. En effet, le calcul plastique peut être utilisé pour l'analyse globale de la structure ou Ils partent du principe que l'acier répond aux trois exigences suivantes :

- La contrainte de traction $\boldsymbol{fu}$ doit être supérieure d'au moins **20 %** à la contrainte de traction Limite d'élasticité **:** $\boldsymbol{fy}$ **:** $\boldsymbol{fu}$ **1,2 ×** $\boldsymbol{fy}$**.**
- L'allongement à la rupture doit être supérieur à **15 %.**
- L'allongement à la rupture $\boldsymbol{\varepsilon u}$ (correspondant à $\boldsymbol{fu}$) doit être supérieur à 20 fois Étirez $\boldsymbol{\varepsilon y}$ ($correspondant$ à $\boldsymbol{fy}$) : **≥ 20 ×** $\boldsymbol{\varepsilon y}$**.**

Les trois nuances d'acier indiquées dans le tableau ci-dessous répondent aux trois exigences.

Caractéristiques macaques des acers en fonction de leur Epaisseur	**Nuances d'aciers**		
	S235	S275	S355
Limite élastique $\boldsymbol{fy}$ (**MPa**) t≤16 mm 16< t ≤40 mm 40< t ≤63 mm	 235 225 215	 275 265 255	 355 345 335
Contrainte de rupture en traction $\boldsymbol{fu}$ $(\boldsymbol{MPa})$ t≤3 mm 3< t≤ 100 mm	 360/510 340/470	 430/580 410/560	 510/680 490/630
Allongement minimal moyen ε t≤ 3 mm 3< t≤ 150mm	 18% 23%	 15% 19%	 15% 19%

Tableau 3. 1: caractéristique des acière de construction métallique

III.4 Autres caractéristiques de l'acier XC38 :

Les principales propriétés mécaniques de L'acier XC38 sont les suivantes :

- Module d'élasticité transversale : **G = 84 000** MPa.
- Coefficient de poisson : ν **=0,3.**
- Coefficient de dilatation linéaire : $\lambda = 11 \times 10^{-6}$.
- Masse volumique de l'acier **: ρ = 78 KN/**m^3**.**
- Module d'élasticité longitudinal : **E = 210 000** MPa.

III.5 Traitement thermique approprié :

Le produit peut être traité thermiquement et/ou traité mécaniquement Finitions pour améliorer et modifier les performances de l'acier. Présentons brièvement les principaux parmi eux.

III.5.1 Recuit normalisé :

Y compris le chauffage à une température de 30 à 50°C au-dessus de la consigne La transformation de l'austénite se situe entre 727 et 912 °C, selon la teneur en carbone Dans l'alliage, maintenez-le à cette température pendant une courte période, puis Refroidissement par air. Ce traitement a pour but d'ajuster la structure du métal, d'affiner ses grains et Réduire les effets négatifs de la déformation thermique et à froid des pièces souffrir.

III.5.2 Trempe d'écrouissage :

Y compris le chauffage de la pièce à la température d'austénitisation, puis Garde-le à cette température puis refroidissez-le rapidement. On a ingrédient.

L'or est plus dur que le refroidissement lent. La vitesse Le refroidissement doit être adapté à la composition du métal et dépend de la nature du bain de fusion Trempe (trempe à l'eau, à l'huile, etc.). L'avantage de la trempe est qu'elle augmente considérablement les caractéristiques Résistance mécanique de l'acier. L'opération de trempe affecte les pièces Une dureté énorme s'accompagne d'une fragilité et de contraintes énormes Résiduel. De telles pièces ne peuvent pas être utilisées car elles devraient être un revenu.

III.5.3 Revenu après trempe :

La trempe après trempe est un traitement thermique utilisé pour ajuster la ténacité de l'acier La trempe réduit sa fragilité. La ténacité est une caractéristique du matériau La trempe consiste à chauffer le métal à une température relativement basse (inférieure à la température à laquelle il

se transforme en austénite) pour réduire la dureté de l'acier et éliminer une partie de la tension, puis maintenir cette température et refroidir plus ou moins, selon la forme de la pièce. L'opération de revenu doit être effectuée immédiatement après la fin de la trempe.

III.6 études de la poutre en flexion a station supérieur (UPN100)

III.6.1: Cas 1 : profile UPN100

III.6.1.1: Caractéristiques de (UPN 100)

Poids : 10.6 (kg/m)

Hauteur : 100 mm

Largeur : 50 mm

Epaisseur d'amé : 6 mm

Epaisseur d'aile : 8.5 mm

Figure 3. 3 : poutre profile UPN100

III.6.2 : étude de condition de résistance

III.6.2.1 : calcul des réactions

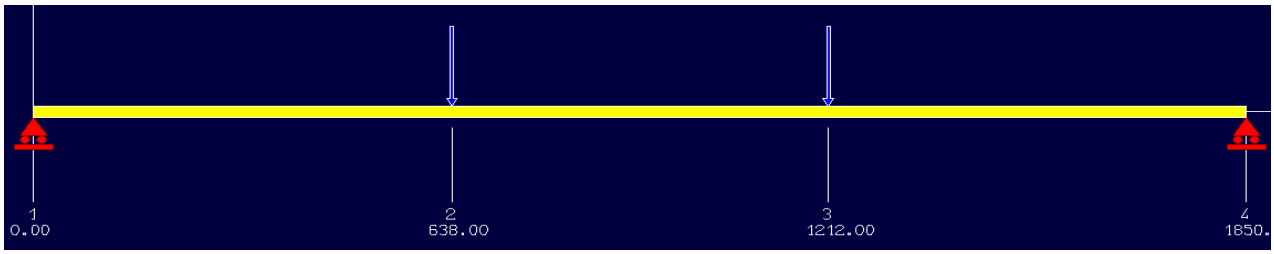


Figure 3. 4 : Diagramme désigné les efforts exercé sur la poutre

$F_2 = F_1 = (Ft /2) = (841.18/2) = 420.9$ N

$F_2 = F_1 = 420.9$ N

$\sum F_{est} = 0 \Rightarrow Ra - F_1 - F_2 + R_b = 0$

$\sum M_{fest/a} = 0 \Rightarrow R_b .1850 - F_1.(638) - F_2.(1212) = 0$

$R_b = (1850/1850)\ F_1$

R_b = 420.9 N

$R_a = F_1 + F_2 - R_b$

R_a= 420.9 N

Donc

$R_a = F_1 = F_2 = R_b$=420.9 N

III.6.2.2 : calculs des moments fléchissant

Zon 10 ≤ x ≤ 638

$M_f = R_a\ x$

$$\Rightarrow \begin{cases} X = 0 \Rightarrow Mf = 0 \\ X = 44 \Rightarrow Mf = R_a\ x = \mathbf{268534.2\ N.mm} \end{cases}$$

Zon 2 638 ≤ x ≤ 1212

$M_f = R_a\ x - F_1\ (x - 638)$

$$\Rightarrow \begin{cases} X = 638 \Rightarrow Mf = 268534.2\ N.mm \\ X = 1212 \Rightarrow Mf = \mathbf{268534.2\ N.mm} \end{cases}$$

Zon 3 1212 ≤ x ≤ 1850

$M_f = R_a\ x - F_1(X - 638) - F_2(X - 1212)$

$$\Rightarrow \begin{cases} X = 1212 \Rightarrow Mf = 268534.2 N.m \\ X = 1580 \Rightarrow Mf = 0\ N.mm \end{cases}$$

Donc **M_f max= 268534.2 N.mm**

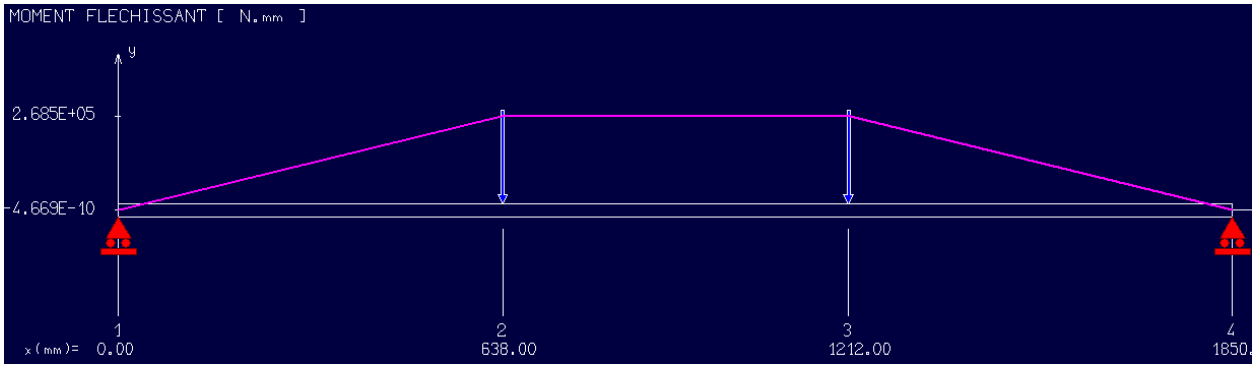


Figure 3. 5: diagramme de moment fléchissant (RDM6)

III.6.2.3 : calculs La contrainte normale maximale en flexion :

$\sigma_{MAX} = [\ (M_{f\,MAX} \times y_{MAX})\ ] / (I_G z) < Rp$

$\sigma_{ADM} = Rp$

$Rp = (Re/S)$

S = 4 : coefficient de sécurité

$Re = 245\ N/mm^2$: limite d'élasticité de l'acier **XC38**

Alor Re = (245/4) =61.25 N/mm².

$(I_G z / Vz)$ = 32.95 Cm³ =32.95×10³ mm³.

$(I_G z / Vz)$: moment de résistance à la flexion.

σ max= (268534.2 / 32.95×10³) **= 8.14 N/ mm³=8.14 MPa**

σ max=8.14 MPa < **Rp**= 61.25 MPa

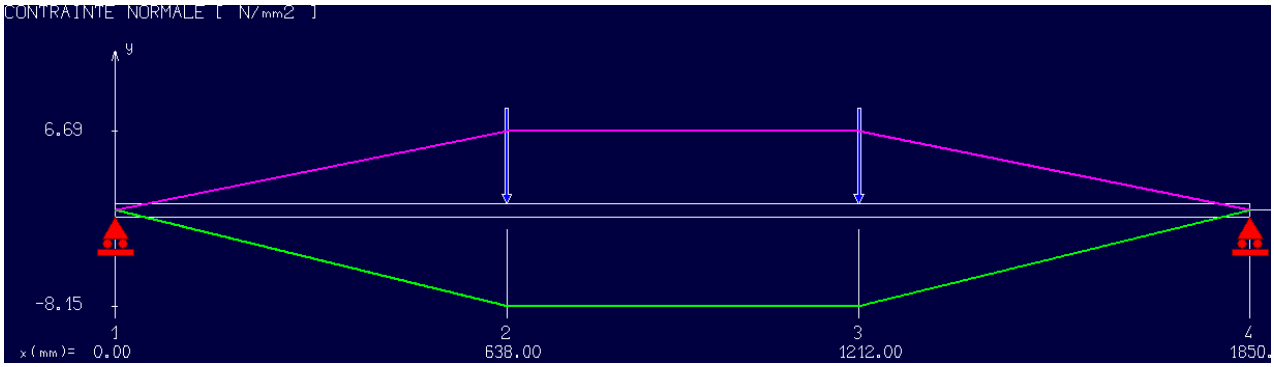


Figure 3. 6: diagramme de contrainte normale (RDM6)

Alors la contrainte normale maximale obtenue est inférieure à la contrainte admissible, donc notre station supérieure pourra supporter la charge maximale.

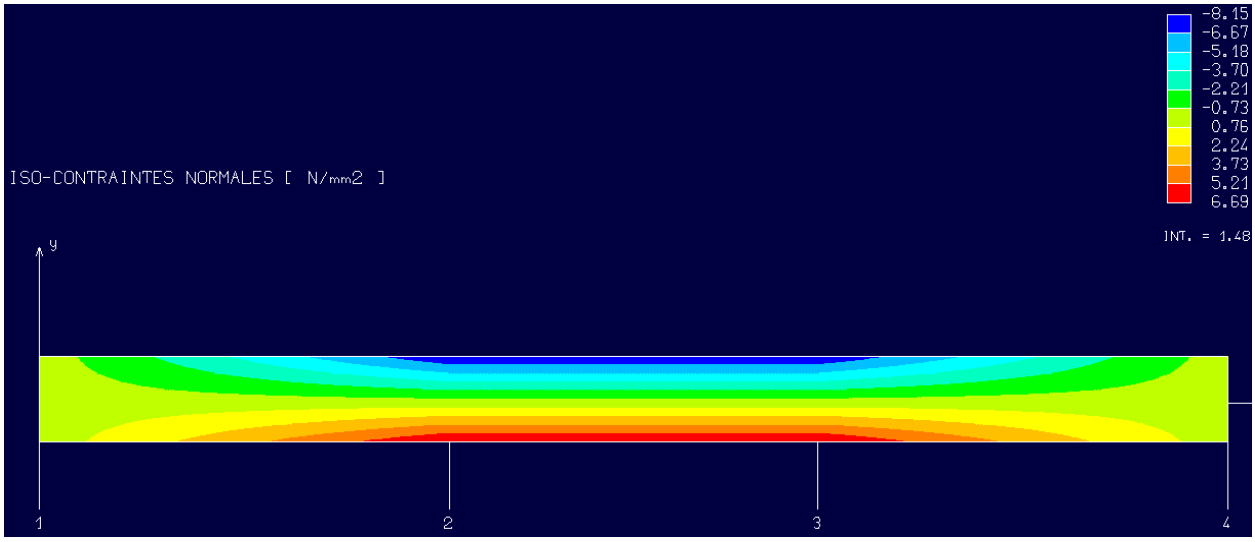


Figure 3. 7: Contrainte de von mises sur la poutre transversale des stations porteuses (UPN100)

Interprétation :

La figure ci-dessus montre le résultat de contrainte de von mises sur la poutre transversale des stations porteuse (UPN 100).

Nous avons remarqué que la contrainte maximum de von mises est : **8.14 *N*/mm**, et la limite d'élasticité du matériau xc38 est : **245 *N*/mm**

Pour vérifier que **l'UPN** dans le domaine élastique, nous appliquons la formule suivante :

$\sigma\ adm \leq (R_e/s)$

Avec un coefficient de sécurité **s = 4 on aura σ adm ≤ (245/4) = 61.25 N/mm** $8.14 \leq 61.25$

III.6.3 : Etude de condition de déformation

III.6.3.1 Effort tranchant :

$EIy'' = -Mf$

$EIy_1'' = -R_a x$ Pour $0 \leq x \leq 0.638$

$EIy_2'' = -R_a x + F_1(x - 0.638)$ Pour $0.638 \leq x \leq 1.212$

$EIy_3'' = -R_a x + F_1(x-0.638) + F_2(x-1.212)$ Pour $1.212 \leq x \leq 1.85$

Intégrons une fois

$EIy_1' = -\frac{1}{2}R_a x^2 + C_1$ Pour $0 \leq x \leq 0.638$

$EIy_2' = -\frac{1}{2}R_a x^2 + F_1(\frac{1}{2}x^2 - 0.638x) + C_2$ Pour $0.638 \leq x \leq 1.212$

$EIy_3' = -\frac{1}{2}R_a x^2 + F_1(\frac{1}{2}x^2 - 0.638x) + F_2(\frac{1}{2}x^2 - 1.212x) + C_3$ Pour $1.212 \leq x \leq 1.85$

Intégrons une 2eme fois

$EIy_1 = -\frac{1}{6}R_a x^3 + C_1 x + C_4$ Pour $0 \leq x \leq 0.638$

$EIy_2 = -\frac{1}{6}R_a x^3 + F_1(\frac{x^3}{6} - \frac{x^2}{2}0.638) + C_2 x + C_5$ Pour $0.638 \leq x \leq 1.212$

$EIy_3 = -\frac{1}{6}R_a x^3 + F_1(\frac{x^3}{6} - \frac{x^2}{2}0.638) + F_2(\frac{x^3}{6} - \frac{x^2}{2}1.212) + C_3 x + C_6$ Pour $1.212 \leq x \leq 1.85$

III.6.3.2 : Détermination des constants :

Condition aux limites (appui simple)

Pour $x=0 \rightarrow y_1 = 0 \rightarrow C_4 = 0$

Pour $x = 0.638 \rightarrow y_1' = y_2' \rightarrow C_1 = C_2 + F_1(\frac{1}{2}x^2 - 0.638x)$

Pour $x = 0.638 \rightarrow y_1 = y_2 \rightarrow C_1 X = F_1(\frac{x^3}{6} - \frac{x^2}{2}0.638) + C_2 X + C_5$

$C_5 = \frac{x}{2} + \frac{x}{3}$

Pour x=1.212 $\rightarrow y_2' = y_3' \rightarrow C_2 = C_3 + F_1(\frac{1}{2}x^2 - 1.212x)$

Pour x=1.212 $\rightarrow y_3 \rightarrow C_6 = -C_5 - \frac{x}{3} + \frac{x}{2}$

Pour x=1.85 $\rightarrow y_3 = 0 \rightarrow C_3 = 480$

C_1= 85.73 **C_4= 0**

C_2=171.4 **C_5= 0.652**

C_3= 480.6 **C_6= 0.833**

III.6.3.3 Détection de la zone dangereuse

$y_{MAX} = y_3(\frac{L}{2}) = f$

$EIy_2 = -\frac{1}{6}R_a x^3 + F_1(\frac{x^3}{6} - \frac{x^2}{2}0.638) + 228.47x - 18.2$

$\rightarrow y3 = \frac{1}{EI}\left(-\frac{1}{6}Rax^3 + F1\left(\frac{x^3}{6} - \frac{x^2}{2}0.638\right) + F2\left(\frac{x^3}{6} - \frac{x^2}{2}1.212\right) + 48 + 0.833\right)$ Donc $\frac{L}{2}$

$= \frac{420.9}{2} = 0.925 m$

E : module d'élasticité longitudinale de l'acier xc38 (MPa).

I : moment d'inertie de la section UPN100.

f : la fléché maximale par la poutre (mm) .

$y_3(\frac{L}{2}) = -54.5 - 60.36 - 163.1 + 445.85 + 0.833$

$y_3 = 172.31\ N.m^3 = 172.31 \times 10^6\ N.mm^3$

$f = \frac{172.31 \times 10^8}{(2.1 \times 10^5) \times (32.95 \times 10^3)} = 2.51$ **mm**

***f*= 2.51 mm**

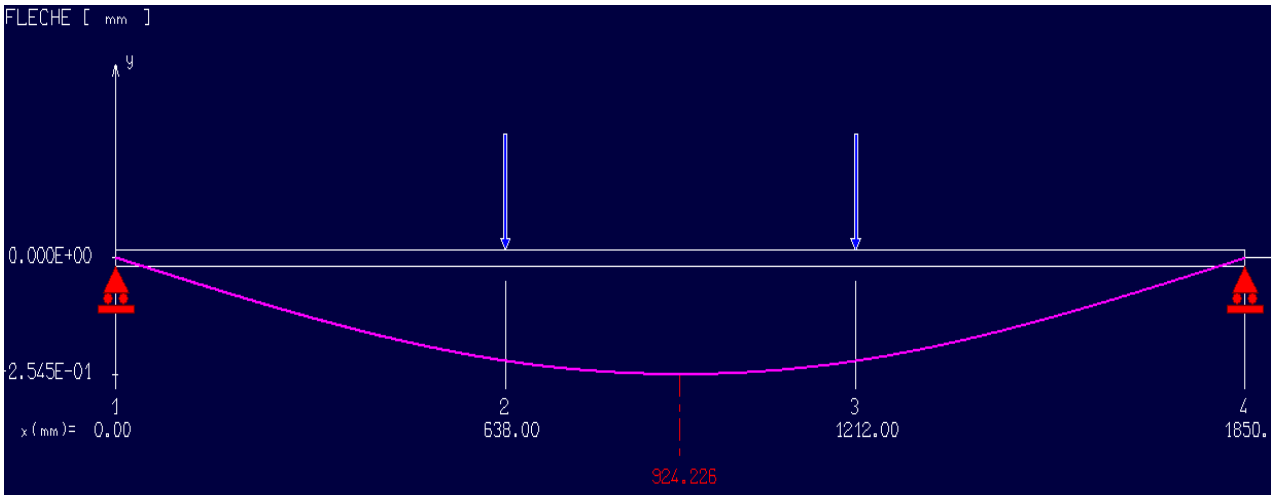


Figure 3. 8:flèche de la poutre UPN 100 (RDM6)

Proposition :

Nous allons effectuer un nouveau calcul pour obtenir moins d'avant, nous allons donc montrer comment se débarrasser du problème avec le pliage du cadre est de change **l'UPN 100** en **l'IPN 140**.

III.7 : Cas 2 : profile IPN140

III.7.1 : Caractéristiques de IPN140

Poids : 14.4 (kg/m)

Hauteur : 140 mm

Largeur : 66 mm

Epaisseur d'amé : 5.7 mm

Epaisseur d'aile : 8.6 mm

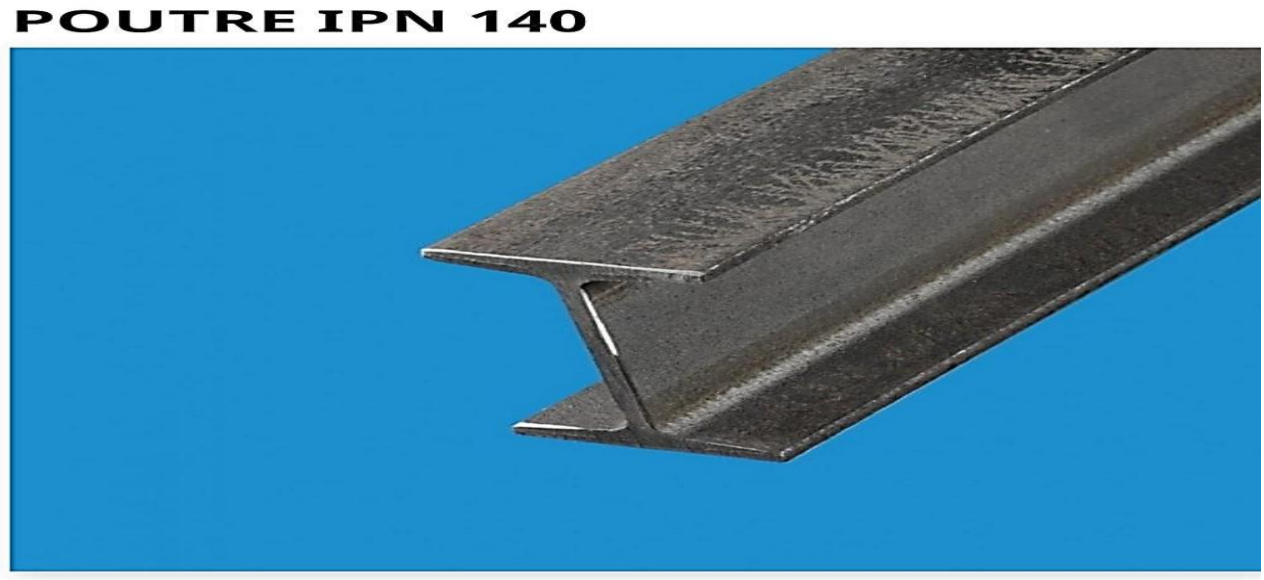


Figure 3. 9: poutre profile IPN140

III.7.2 : calculs La contrainte normale maximale en flexion :

$\sigma_{MAX} = [(M_{f\,MAX} \times y_{MAX}) / (I_{Gz})] < R_p$

$\sigma_{ADM} = R_p$

$R_p = (R_e / S)$

S =4 : coefficient de sécurité

$R_e = 245\ N/mm^2$: limite d'élasticité de l'acier XC38

Alor $R_e = (245/4) = 61.25\ N/mm^2$

(I_Gz/Vz) = 82.67 Cm^3 = **74.13×10^3 mm**

(I_Gz/Vz) : moment de résistance a la flexion

σ_{MAX} = (268534.2 / 74.13×10^3) = **3.58 N/ mm^3 = 3.58 MPa**

σ_{MAX} = 3.58 MPa < **R_p** = 61.25 MPa

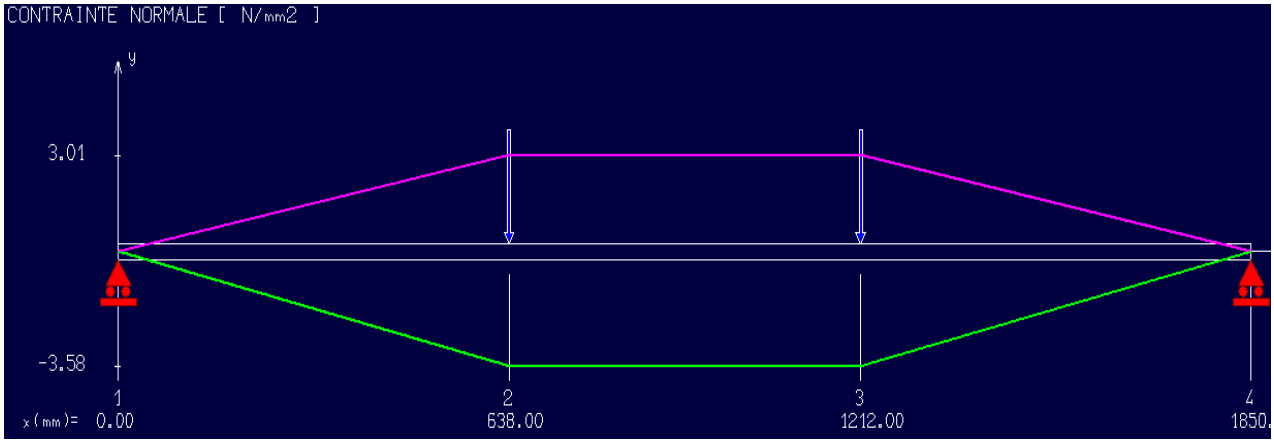


Figure 3. 10: diagramme contrainte normale poutre IPN 140

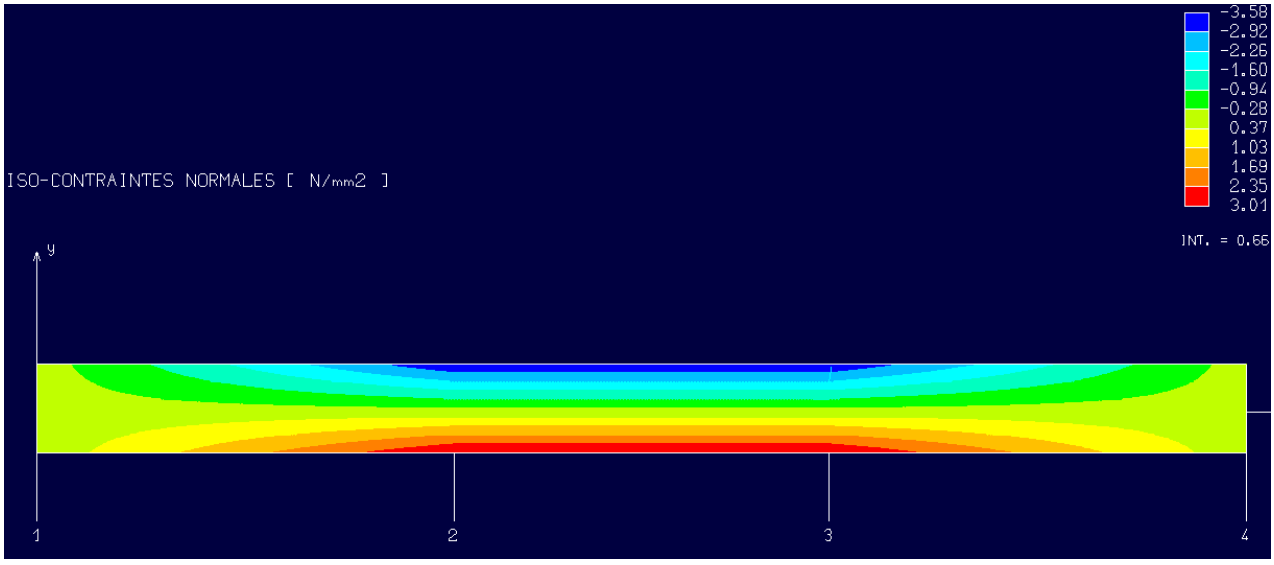


Figure 3. 11: Contrainte de von mises sur la poutre transversale des stations porteuses (IPN 140).

Interprétation :

La figure ci-dessus montre le résultat de contrainte de von mises sur la pouter transversal des stations porteuses (IPN 140).

Nous avons remarqué que la contrainte maximum de von mises est : **3.58 N/mm** , et la limite d'élasticité du matériau xc38 est : **245 *N*/mm**

Pour vérifier que **l'UPN** dans le domaine élastique, nous appliquons la formule suivante :

Avec un coefficient de sécurité **s = 4 on aura** σ **adm** $\leq$ **(245/4) = 61.25 N/mm** $\sigma adm \leq (R_e/s)$

$3.58 \leq 61.25$

De là, nous concluons que l'UPN supportera la force appliquée, et nous sommes toujours dans le domaine élastique.

III.7.3. Études de condition de déformation

III.7.3.1 : Calcule la fléché maximale par la poutre IPN 140

$$y_3\left(\frac{L}{2}\right) = f$$

$$y_3\left(\frac{L}{2}\right) = -54.5 - 60.36 - 163.1 + 445.85 + 0.833$$

$$y_3 = 172.31\ N.m^3 = 172.31 \times 10^8\ N.mm^3$$

$$f = \frac{172.31 \times 10^8}{(2.1 \times 10^5) \times (82.27 \times 10^3)} = \mathbf{1.1\ mm}$$

$$f = \mathbf{1.1\ mm}$$

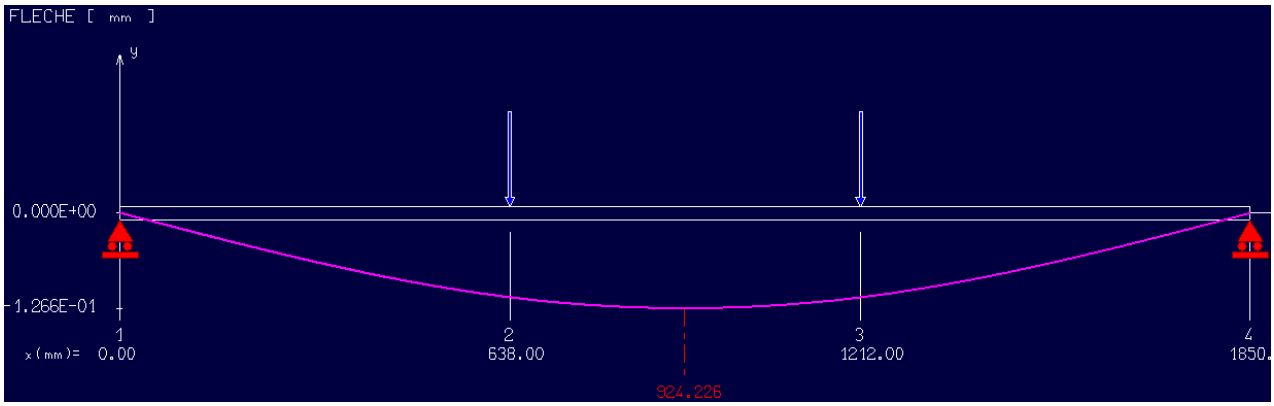


Figure 3. 12: fléche de la poutre IPN 140

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion Générale :

L'objectif de ce travail était d'étudier la flexion de la station supérieure d'un convoyeur à bande UPN100 et de trouver solution à la déformation en flexion de la poutre de la station en premier lieu nous avons présentes les différents étapes de calcul de la bande transporteuse entrainé par un motoréducteur électrique qui nécessite une certaine puissance ainsi les différents composant de transmission à partir du débit massique et volumique du produit transporter à la vitesse de la bande du convoyeur.

Cette étude est validée par un logiciel du calcul des structures RDM6 par la méthode des éléments finis pour **deux Cas** :

Cas 1 : poutre existant actuellement UPN100.

Cas 2 : poutre proposé IPN140

Vu les résultats obtenus pour comparaisons notre travail montre d'une part la possibilité de changer UPN100 par IPN140 cette dernière résiste mieux en flexion.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques :

[1] H. BREIDENBACH, Convoyer Belt Technique Design and Calculation, NETHERLANDS, 1983.

[2] A. BELHAMRA, Amélioration des conditions d'exploitation des convoyeurs à bande, université BADJI MOKHTAR d'Annaba, Thèse de Doctorat d'Etat, 2015, 155 pp.

[3] Meziane Ridha, Étude mécanique et électrique d'un convoyeur à bande afin d'augmenter sa charge, mémoire de Master en Électrotechnique, Université Abderrahma ne Mira-Bejaia, Algérie, 2013, 108 pp.

CHEKKAF Z., GHEZOUANI M., Étude, analyse et synthèse d'un convoyeur à bande cas SCIBS Beni saf, mémoire de Master en Construction mécanique, Université Boubaker Belkaïd Tlemcen, Algérie, 81 pp.

[4] Léon Dubois, Lafarge Coppée. 150 ans d'industrie, Paris, Belfond, 1988, 324 pp.

[5] Dominique Barjot, « Lafarge : l'ascension d'une multinationale à la française [1833- 2005] », Relations internationales, 124, octobre 2005, 51-67 pp.

[6] D. Barjot, « Un leadership fondé sur l'innovation, Colas : 1929-1997 », Trajectoires technologiques, Marchés, Institutions.

[7] Jung- yeon Lee, Lafarge 1946-1974, mémoire de maîtrise d'histoire, Université Paris- Sorbonne (Paris IV), septembre 2004, 331 pp.

[8] Peter Lang, Les pays industrialisés, XIXe-XXe siècles, Bern, 2001, 273-296 pp.

[9] Cimenterie LAFARGE, Manuelle de la cimenterie Lafarge GICA MAFTAH BLIDA, 1975

[10] Alexander P., Blandine A., Formation « ciment », Lafarge, 2009, 63 pp.

[11] F. V. Hetzel and R. K. Albright, Belt conveyors and belt elevators, New York, London, 1941.

[12] G. M. Metcalfe, G. A. R. Prentice, Conveyor Belting in Canada, Canadian Mining Journal, no. 3,1958.

[13] A. Lopatin, Opisanie razrabotki zolotyh priiskov posredstvom peskovoza, Irkoutsk, 1960.

[14] Peskovoz dlya razrabotki zolotyh promyslov, Gazeta Vostotchnoi Sibiři « Amour », Irkoutsk, n° 1, 1861.

[15] A. A. Ostrometski, Otcherki po istorii rousskoi gornoi mekhaniki, Ougletekhizdat, 1953.

[16] P. N. Goulenkov, Primenenie transporterov pri otkrytyh razrabotkah, Ougol. Moscow, n° 110, 1934.

[17] N. V. Berezin, B. Ia. Finkelchtein, Podemno-transportnye machiny, Machgiz, Moskva, 1951.

[18] Faddeev B. V. Historique de l'utilisation des convoyeurs à bande dans les travaux miniers, histoire des sciences, tome 24, n°1, 1971. 61-66 pp.

[19] DUNLOB, Constructeur de bandes pour convoyeurs, site *internet : www.Dunlop.com, consulter le 22 Fevrier 2019.*

[20] L. Melco, Informations techniques pour l'étude et la conception des convoyeurs à bande, 2015, 88 pp.

[21] Latreche kaddour, boumagouda loubna, Conception d'un convoyeur à bande, thème de master, 2011, 65 pp.

[22] DIN22101, Continuous conveyors-Belt conveyors for loos bulk materials- Basics for calculation and dimensioning, 1982.

[24] ETUDE INFORMATISEE D'UN CONVOYEUR A BANDE (1994).

Présenté par : M^{R}. AMARA ZENATI

M^{R}. S. R. TALEB

[25] : http://www.manutan.fr/fr/maf/transporteur-motorise-a-bande

[26] : http://www.usinenouvelle.com/expo/transporteur-a-rouleaux-motorises-par- p18891895.html

[27] :http://www.hellopro.fr/convoyeurs-transporteurs-a-galets-2002983-fr-1-feuille.html

[28] :http://www.fiktech.de/pages/005-produits-venturis-transport-pneumatique-fr.php

[29]: http://www.al-industrie.fr/vis-d-archimede-ga1-seg8-prod68.htm l

[30] : http://www.remontees-mecaniques.net/bdd/liste-6-77-pohlig.html

[31] : Catalogue : Rouleaux et composants pour la manutention des produits en vrac.

[32] RULMECA : COMPANY WITH QUALITY SYSTEM CERTIED BY DNV ISO 9001. COPYRIGHT JUIN 2002.

[33] : ETUDE D'UN CONVOYEUR A BANDE (1997).

Présenté par : M^{r}. EL HADJ MIMOUN MORAD et M^{r} GHOMRI MOHAMED

[34] RULMECA. Constructeur de convoyeurs : 61 boulevard saint germain, 42240 Saint Etienne cedex 06. Site internet : ww://rulmeca.com.