

## **CHAPITRE III :**

### **Etude de la bande transporteuse**

#### **332-BT2**

## I-Introduction :

A partir de la révolution industrielle et le progrès technologique, l'homme a pu arriver à l'industrialisation et le développement des moyens de transport et d'en faciliter l'usage. Parmi, ces moyens de transports développés, on trouve : le convoyeur à bande, le redler et l'élévateur.

- ❖ ***Un convoyeur à bande :*** Les convoyeurs à bande sont caractérisés par le type de bande transporteuse utilisée (matériaux, texture, épaisseur) et par la position du groupe de motorisation (central ou en extrémité). Un convoyeur à bande se compose : D'un tambour de commande et de sa moto réductrice, d'un rouleau d'extrémité, d'un châssis porteur avec une sole de glissement, d'une bande transporteuse.
- ❖ ***L'élévateur à godets :*** sont les plus anciens pour le transfert vertical même pour des hauteurs élevées. Les élévateurs à godets sont utilisés pour le transport des produits en vrac, étant en état poussiéreux, en grains ou en petits morceaux. Ils sont utilisés en industrie chimique, alimentaire...
- ❖ ***Le redeler :*** Le convoyeur Redler est un convoyeur à chaîne droit ou coudé, destiné au transport horizontal et incliné de matériaux granuleux et à petit grain en vrac.

## II- Les caractéristiques techniques des moyens de transport :

Le convoyeur est un mécanisme ou machine qui permet le transport d'une charge isolée (cartons, bacs, sacs, ...) ou de produit en vrac (terre, poudre, aliments...) d'un point A à un point B. Parmi, les convoyeurs utilisés dans le monde industriels on trouve :

- ✓ ***Le convoyeur à bande***
- ✓ ***Le convoyeur redler***
- ✓ ***Le convoyeur élévateur***

## 1-Le convoyeur élévateur:

Les élévateurs à godets modèle "Industriel" pour élever : Ciment, mortier, plâtre, agrégats, fertilisants... sont un élément essentiel pour transporter des matériaux verticalement à plusieurs mètres de hauteur en utilisant le moins d'espace physique possible et en même temps en toute sécurité et rapidement.

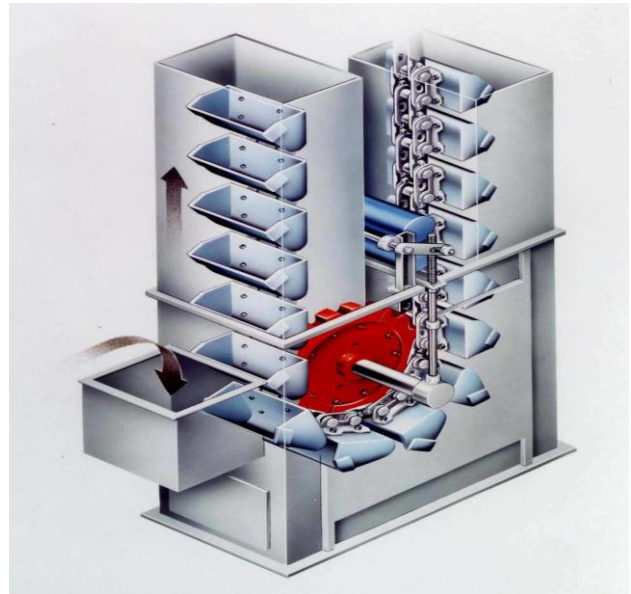


Figure 5: Elévateur à godets.

On distingue dans un élévateur à godets trois sous ensembles:

- La base de l'élévateur, où sont remplis les godets.
- La colonne, dans laquelle la bande monte et redescend.
- Le sommet de l'élévateur, où se fait la vidange des godets.

## 2-Le convoyeur à chaîne (Redler) :

Le transporteur Redler à chaîne d'entraînement, est caractérisé principalement par sa grande capacité, préférentiellement pour le transport horizontal sur de longues distances d'une grande quantité de produits au détail comme par exemple des céréales, des semences, des farines, en somme tout produit sous forme de grain, permettant de réaliser des déchargements en n'importe quel point du parcours en s'adaptant aux différents processus.

Les dimensions de largeur et hauteur, la capacité et la vitesse du transport dépendra du produit et des besoins spécifiques de chaque installation.



Figure 6: Convoyeur à chaîne (Redler).

### 3-Le convoyeur à bande :

Les éléments qui composent le convoyeur à bande sont les suivants :

#### 3-1-Les tambours :

Ils entraînent la bande ou l'amènent à changer de direction. Celui de contrainte, il ramène le brin entrant ou sortant de la bande en ligne avec le brin de retour ou crée l'angle d'enroulement voulu autour du tambour d'entraînement.

#### 3-2- Brin de retour :

Il est généralement soutenu par des batteries à rouleaux plats. Dans le cas de transporteurs de grande longueur, il peut être utile d'employer des batteries à deux rouleaux qui facilitent le guidage de la bande

#### 3-3-La bande :

La bande transporte 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. La courroie comporte aussi deux brins :

**1a** : Brin supérieur (ou brin porteur)

**1b** : Brin inférieur (ou brin de retour).

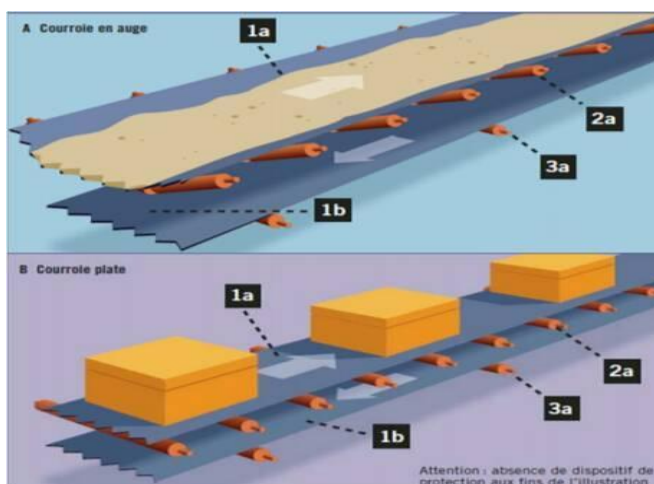


Figure 7 : Types de supports de bande.

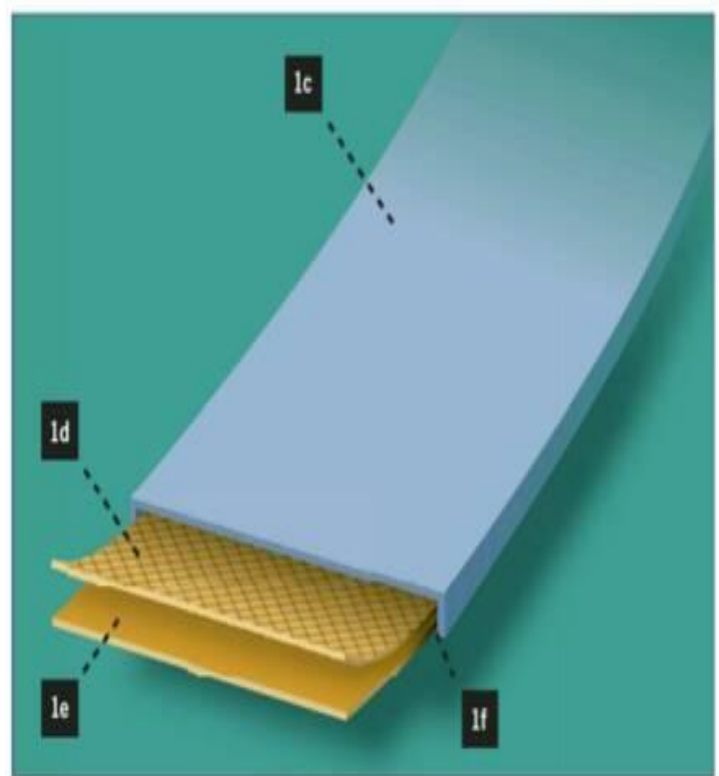
- Les éléments qui composent la bande (courroie) sont les suivants :

**1c** : Revêtement de protection de la face externe (contre l'abrasion, les piqûres, les produits chimiques, la chaleur, etc.). Il peut aussi être construit de façon à obtenir un grand coefficient de frottement entre la charge transportée et la courroie.

**1d** : Protecteur de la carcasse : sert, en option, dans des conditions extrêmes et est généralement fait d'un matériau industriel tissé, placé, puis vulcanisé sur le dessus (pour prévenir les impacts) ou sur le dessous (protection contre les abrasifs qui adhèrent aux tambours) de la carcasse.

**1e** : Carcasse : élément flexible qui résiste à la tension. Elle peut être faite d'un matériau industriel tissé ou de cordage d'acier ou d'une combinaison des deux.

**1f** : Revêtement de protection de la face interne.



**Figure 8: Coupe transversale de la bande.**

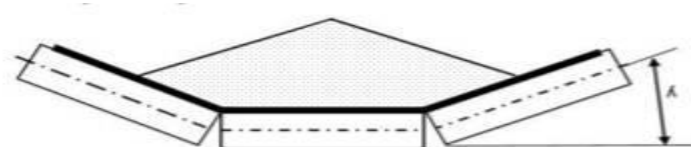
### 3-4-Brin Porteur :

Le brin porteur peut avoir pour soutien :

- Une batterie à rouleaux formés en auge.
- Une batterie à rouleaux plats.
- Un support de glissement.

#### **Batterie à trois rouleaux formés en auge :**

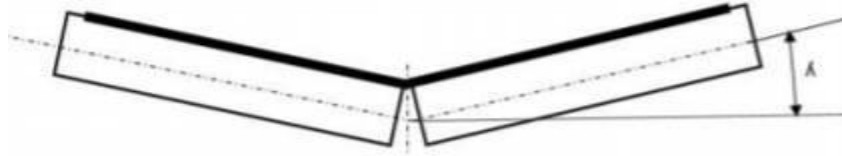
Il est utilisé pour le transport de marchandises en vrac. La batterie à rouleaux en auge offre une grande capacité, faible risque de perte de matières, et un guidage efficace de la bande avec  $\lambda$  l'angle d'auge



**Figure 9: batterie à trois rouleaux**

### ❖ Batteries à deux rouleaux :

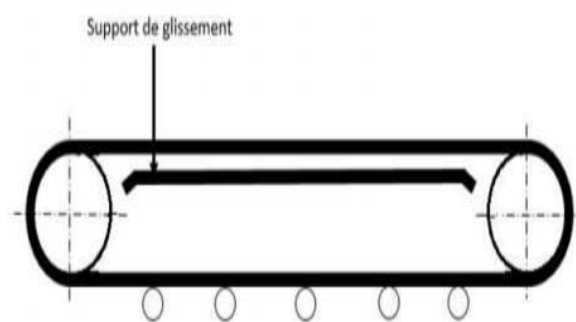
En général, cette batterie n'est utilisée qu'en cas de largeurs de bandes inférieures à 650 mm un angle d'auge supérieur à  $25^\circ$  n'est pas utile du fait des efforts exercés sur la bande.



**Figure 10: batterie à deux rouleaux**

### ❖ Support de glissement :

Peut être utilisé pour le transport de charges individuelles ou de produits en vrac. Le support de glissement peut être réalisé en acier, en tissu synthétique ou en bois dur on utilise normalement, sur la face inférieure de la bande des bandes à faible frottement en raison des forces de friction entre la bande et le support de glissement.



**Figure 11: support de glissement.**

### ❖ Les types du convoyeur à bande dans LafargeHolcim :

Au sein de l'usine LafargeHolcim de Fès, on trouve deux types du convoyeur à bande qui sont très utilisés pour le transport et la manutention des marchandises, une bande transporteuse avec contrepoids et l'autre sans contrepoids.

- **Le convoyeur à bande avec contrepoids :** c'est un dispositif de transport incliné permettant le déplacement continu de la matière en vrac ou de charge isolé. Le contrepoids est une masse inerte qui permet d'augmenter la tension de la bande pour assurer le bon fonctionnement de cette dernière, il est surtout utilisé pour les convoyeurs à bande qui ont une grande longueur.



Figure 12 : Le convoyeur à bande inclinée.

- **Le convoyeur à bande sans contrepoids :** C'est un mécanisme qui permet le transport horizontal de la matière de la tête de la bande transporteuse jusqu'à sa queue. Ce convoyeur ne contient pas un contrepoids car il est facile d'augmenter la tension de la bande manuellement pour assurer le bon fonctionnement de ceci.



Figure 13: Le convoyeur à bande horizontale

## III-Application de l'AMDEC moyen de production au convoyeur

### à bande :

#### 1- Initiation de l'étude :

##### ❖ Problématique:

Au sein de l'usine LafargeHolcim de Fès, La plupart des moyens de transport présentent des arrêts qui peuvent agir directement sur la productivité, et afin de déterminer le moyen de transport le plus critique, nous avons fait un brainstorming avec l'équipe de travail et à partir de l'historique des pannes de l'ensemble de ces moyens nous avons conclu que le convoyeur à bande 332-BT2 est le moyen le plus critique.

Notre but de cette étude est d'améliorer le temps de disponibilité du convoyeur à bande tout en mettant le doigt sur la source et la cause d'anomalie et en essayant de trouver une solution réelle et faisable.

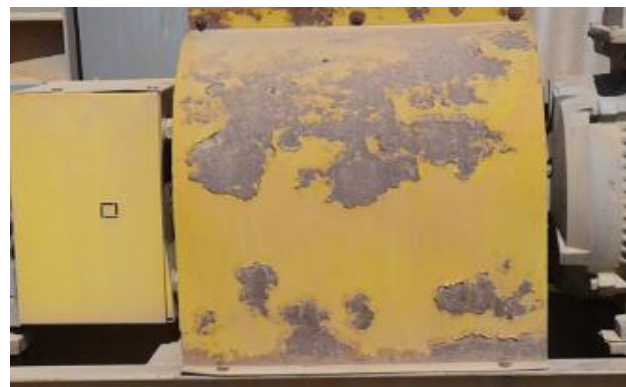
#### 2-Description du convoyeur à bande :

##### ❖ Découpage du convoyeur à bande :

- **Moteur** : c'est un moteur asynchrone triphasé avec 4 pôles, sa puissance nominale est : 1.5 KW et son tension nominal est : 380V.



- **L'accouplement** : assurer la liaison entre l'arbre du moteur et l'arbre du réducteur.





- **Réducteur** : son rôle est de diminuer la vitesse du moteur, il est fabriqué par SEW. Il est à engrenage rigide.



- **Bande**: la bande est composée de quatre couches de toile à voile de polyester dont la tension admissible peut atteindre 52kN, et elle est jointe sur place pour former une boucle.



- **Rouleau** : les rouleaux porteurs sont formés en auge, avec un angle de 35°. La branche de retour de la bande adopte les rouleaux.



- **Tambours :** Ils entraînent la bande ou l'amènent à changer de direction. Son diamètre d'entraînement est de 630mm et celui du tambour caudal à renversement est de 400mm.



- **Interrupteur d'urgence:** il est installé aux deux latéraux de la bande transporteuse. C'est un câble en fil d'acier plastifié posé tout au long de la bande qui permet à l'opérateur de pouvoir tirer ce câble à n'importe quelle place à côté de la bande pour l'arrêter.



- **Racleur :** il est utilisé pour le nettoyage de la bande. Il y a deux types de balayeurs : le balayeur de plate-forme et le balayeur du retour qui normalement installé avant le tambour caudal à renversement pour nettoyer la partie hors plate-forme de la bande



- **Interrupteur de dérivation de la bande** : il ya 4 interrupteur de dérivation de la bande.ils doivent être installés dans les endroits où la dérivation est la plus grave après l’installation de la mise en marche.



Pour notre sujet, nous avons choisit de traiter une bande transporteuse horizontale (332-BT2) car c’est la bande la plus critique dans l’usine le choix est basé sur l’historique des pannes et à partir d’un brainstorming avec l’équipe de travail.

***Tableau 5: Fiche technique de la bande transporteuse 332-BT2 (sans contre poids):***

<b>Données de conception</b>	<b>caractéristiques</b>	<b>unité</b>
Capacité de la bande par heure	450	t/h
Largeur de la bande	1000	mm
Vitesse de la bande	1.5	m/s
Longueur total de la bande	20	m
Inclinaison de la bande	0	Deg
Nombre de plis de la bande	4	-
Force de traction nominale	80	KN
L’épaisseur de la gomme sup de la bande	4.5	mm
L’épaisseur de la gomme inf de la bande	1.5	mm
L’épaisseur totale de la bande	5.2	mm
Diamètre du tambour d’entraînement	630	mm
Diamètre du tambour de retour	630	mm
Type des rouleaux porteurs	DTII04C0133	-
Type des rouleaux de retour	DTII04C2133	-
Diamètre des rouleaux porteurs	108	mm

Longueur des rouleaux porteurs	380	mm
Nombre des rouleaux dans chaque station	3	-
Angle d'auge des rouleaux	35	deg
Quantité des rouleaux porteurs	12	-
Quantité des rouleaux de retour	4	-
Type du moteur	M2QA160L4A	-
Puissance du moteur	11.162	KW
Vitesse du moteur	1440	Tr/min

### 3-Analyse AMDEC :

#### 3-1-Diagramme d'ISHIKAWA :

La figure 14 présente le diagramme d'ISHIKAWA prenant comme objectif de déterminer les causes des modes de défaillance du convoyeur à bande.

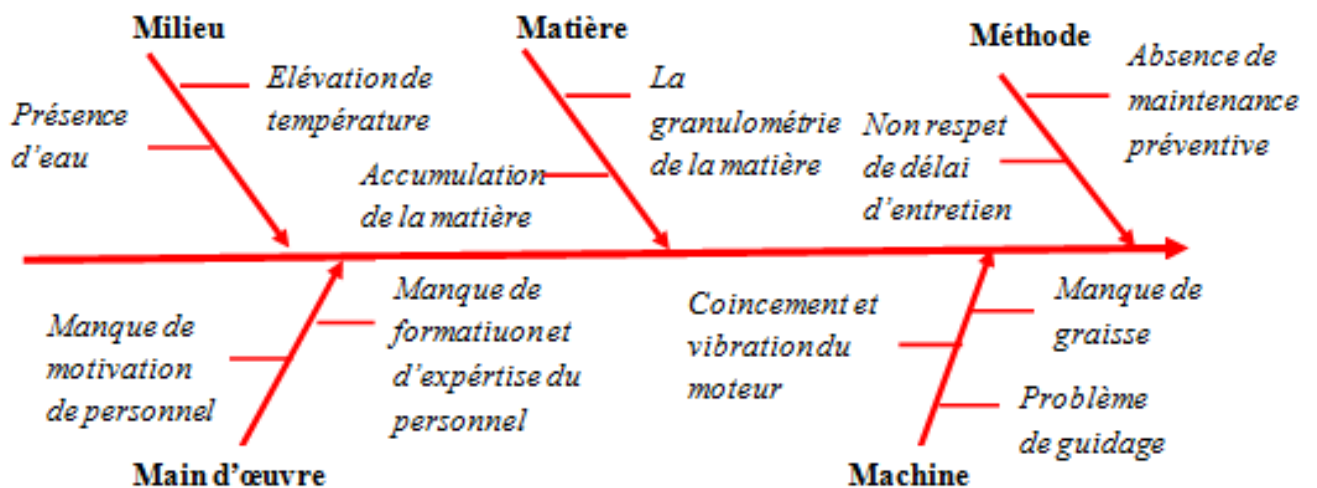


Figure 14: Diagramme d'ISHIKAWA

3-2-Tableau d'analyse AMDEC :

**Tableau 6 : Analyse AMDEC.**

***Bande transporteuse 332-BT2***

Composant	Fonction	Mode de défaillance	cause	effet	criticité		
					A	B	C
<b>Le moteur</b>	-Source d'énergie électrique	-Casse des pattes de fixation. -Casse de roulement. -Casse de l'arbre. -Combustion du moteur.	-Vibration du moteur. -Manque de graisse. -Coincement du moteur. -Elevation de température. -Présence d'eau.	-Blocage de la bande 332-BT2. -Blocage du tambour d'entraînement	X		
<b>L'accouplement</b>	-Assurer la liaison entre l'arbre du moteur et l'arbre du réducteur.	-Usure des roulements. -Elévation de température. -Gripage de pignon.	-La vieillissement. -Défaut d'alignement des arbres.	-Mauvais entraînement du moteur. -Mauvais entraînement de la bande.		X	
<b>Le réducteur</b>	-Réduire la vitesse du moteur.	-Manque de l'huile dans le réducteur. -Usure des pignons du réducteur.	-Manque de graisse. -Niveau d'huile insuffisant. -Huile polluée ou inadéquate. - Elévation de la température.	-Mauvais entraînement des tambours. -Grande vitesse de la bande. -Blocage de la bande.	X		
<b>La bande</b>	-Assurer le transport de la matière.	-Usure de la bande. -Dérivation de la ligne médiane. -Dilatation de la bande. -Coincement de la bande. -Déchirure de la bande.	-Mauvaise jonction. -Mauvais alignement. -Vieillessement de la bande. -Accumulation de la matière sur la bande.	-Blocage du transport de matière.	X		

<b>Les tambours</b>	-Guidage de la bande transporteuse.	-Blocage du tambour.	-Problème de guidage. -Contact entre le tambour et le raccord de la bande.	-Blocage de la bande.	<b>X</b>		
<b>Les rouleaux</b>	-Facilite l'entrainement de la bande transporteuse.	-Usure des rouleaux.	-Accumulation de la matière. -vieillessement des rouleaux.	-Usure de la bande.			<b>X</b>
<b>Les racleurs</b>	-Transporter et gratter la matière.	-Déformation du racleur. -Usure des racleurs.	-Contact avec la matière. -Effort mal réparti sur le long des racleurs. -Excès de la quantité transportée.	-Coincement d'un racleur. -Déformation de la bande.		<b>X</b>	

#### 4-Synthèse d'étude :

##### 4-1-Action corrective :

Vu l'apparition des défaillances sur les éléments critiques de la bande transporteuse 332-BT2, nous avons proposé des actions à engager contre les défaillants les plus fréquents avant que l'équipement soit défaillant. Ces interventions sont représentées de la façon suivante :

- ✓ **Moteur** : lorsque la température ou bien la vibration du moteur dépasse le seuil critique (100 °C, 7 m/s), il faut réagir de la manière suivante :
  1. Graisser les roulements du moteur.
  2. Diminuer la charge transportée.
  3. Chagement des roulements du moteur.
- ✓ **Accouplement** : lorsque l'accouplement n'est pas bien aligner, il faut réagir de la façon suivante :
  1. Fixer l'arbre du moteur avec le demi-accouplement.
  2. Fixer l'arbre du réducteur avec le demi-accouplement.
  3. Aligner les deux demi-accouplements.
  4. Stocker un accouplement au magasin.

- ✓ **Réducteur** : lorsque l'huile du réducteur est polluée il faut intervenir de la manière suivante :
  1. Vider le réservoir d'huile.
  2. Remplir le réservoir avec l'huile de rinçage.
  3. Nettoyer le réservoir d'huile.
  4. Remplir le réservoir avec une nouvelle huile.
- ✓ **La bande** : lorsque l'épaisseur de la bande diminue il ya deux cas :
  - La bande est vieillie : dans ce cas il faut changer la bande.
  - La bande est encore neuve : dans ce cas il faut réagir de la manière suivante :
    1. Nettoyer la bande systématiquement.
    2. Changer les rouleaux usés.
    3. Changer les racleurs usés.
- ✓ **Les rouleaux** : lorsque les rouleaux sont usés il faut les changer.
- ✓ **Les racleurs** : lorsque les racleurs sont usés il faut les changer.
- ✓ **Les tambours** : lorsque le tambour est bloqué il faut réagir de la manière suivante :
  1. Vérifier le contact entre le tambour et le raccord de la bande.
  2. Nettoyer la bande systématiquement.
  3. Changer les rouleaux usés.
  4. Aligner la bande.

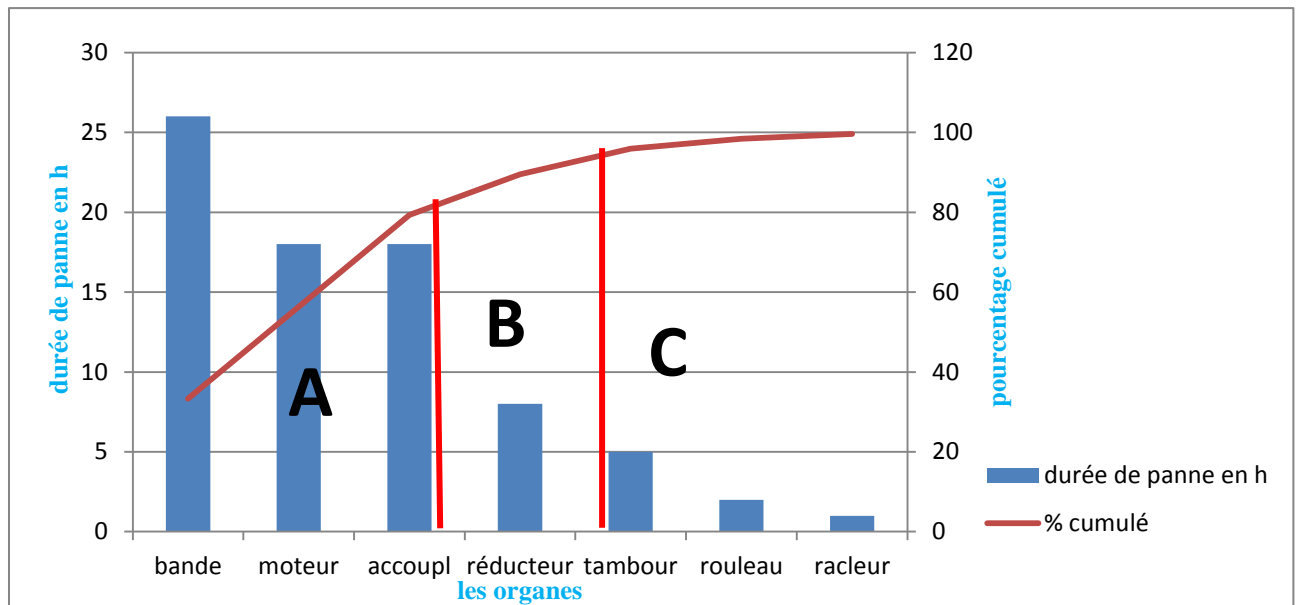
#### 4-2-Diagramme de PARETO et classification ABC :

Le tableau ci-dessous illustre les différentes données pour créer le diagramme de PARETO :

**Tableau 7: la durée des pannes des sous ensembles de la bande transporteuse 332-BT2**

Organe	Durée de panne en h	% de durées d'arrêts	%cumulés
La bande	26	33.3	33.3
Le moteur	18	23	56.3
L'accouplement	18	23	79.3
Le réducteur	8	10.2	89.5
Les tambours	5	6.4	95.9
Les rouleaux	2	2.5	98.4
Les racleurs	1	1.2	99.6
Totale	78	99.6	

Après le remplissage du tableau, vient la phase de la représentation du diagramme de PARETO afin d'en sortir les organes critiques. La figure ci-dessous représente le diagramme PARETO obtenu à partir du tableau 3 :



**Figure 15: Diagramme de PARETO de pannes en h.**

❖ **Interprétation du diagramme PARETO :**

La zone A doit suivre une politique de maintenance préventive systématique avec un mode opératoire bien définie et une durée déterminée, pour la zone B nous avons le choix d'appliquer une politique de maintenance préventive ou non et la zone C doit suivre une politique de maintenance corrective.

D'après cette analyse et selon la loi 20/80, on trouve que 3 organe parmi les 7 organes représentent plus que 80% de la durée cumulée des pannes et qui sont les éléments les plus critiques qui necessitent une intervention systématique. Ces 3 organes sont :

- La bande
- Le moteur
- L'accouplement



### 4-3-Plan de maintenance préventive :

Afin d'assurer une bonne gestion de la maintenance du convoyeur à bande, il faut chercher les solutions appropriées pour éliminer les causes de défaillances et enfin engager un plan de maintenance préventive sur les 7 organes de la bande transporteuse et surtout sur les 3 organes obtenus à l'aide du diagramme de PARETO car ces 3 organes sont les plus critiques. Comme dans le plan suivant :

**Tableau 8: plan de maintenance préventive :**

Gamme de préventive (actions ajoutées)				Equipement : convoyeur à bande			
Liste des interventions	Marche	Arrêt	Intervention	Périodicité			
				J	S	M	A
-Graissage systématique des roulements du moteur.		X	Opérateur			X	
-Mesure et suivi de vibration du moteur.	X		Opérateur	X			
-Mesure et suivi de température du moteur.	X		Opérateur	X			
-Contrôle systématique visuelle de l'équipement.	X		Technicien		X		
-Contrôle systématique d'alignement d'accouplement.		X	Technicien			X	
- Contrôle visuelle des pignons du réducteur.		X	Technicien			X	
-Analyse d'huile de réducteur.		X	Opérateur				X
-Mesure systématique d'épaisseur de la bande.		X	Opérateur			X	
-Nettoyage systématique de la bande.		X	Opérateur		X		
-Contrôle systématique du revêtement du tambour.		X	Technicien			X	
-Contrôle visuelle des rouleaux.	X		Technicien		X		
-Contrôle visuelle des racleurs.	X		Technicien			X	
-Mesurer le jeu entre les roulements des tambours.		X	Opérateur			X	

A l'aide de la courbe de PARETO, nous avons définie les éléments de la zone A qui sont en jaune et qui nécessitent certainement une maintenance préventive.

### 5-Etude économique:

En terme économique, le totale des arrêts en 2016 pour les organes critiques (la bande, le moteur, l'accouplement) est :

<b>L'organe</b>	<b>La durée de panne en h</b>	<b>Le nombre de panne</b>	<b>Total d'arrêt en h</b>
La bande	13	2	$13*2=26$
L'accouplement	6	3	$6* 3=18$
Le moteur	6	3	$6*3=18$
Temps total d'arrêt	-	-	62
Total de fonctionnement	-	-	$8*335=2680$

Donc le pourcentage d'arrêt en 2016 est :

$$62/2680= 2.3\%$$

D'après ces résultats on conclue qu'il est très nécessaire de conduire une démarche pour déterminer les modes de défaillances, leurs effets, les causes possibles de dysfonctionnements afin de définir des actions préventives et correctives pour assurer le fonctionnement continue de cette machine et cela pour minimiser les temps d'arrêts et optimiser les coûts qu'engendrent les pannes.