



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC OF ALGERIA  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTRY OF HIGH EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH  
جامعة العربي التبسي - تبسة  
LARBI TEBESSI UNIVERSITY - TEBESSA  
معهد المناجم  
INSTITUTE OF MINES  
قسم الإلكتروميكانيك  
ELECTROMECHANICAL DEPARTEMENT



## **MEMOIRE**

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

*Filière : Electromécanique*

*Option : Maintenance Industrielle*

### **Contribution a l'étude de la maintenance et fonctionnement du convoyeur à bande « Cas de mine de l'Ouenza »**

**Par :**

**GATTAL SAMI**

**BELFAR SOFIANE**

**Devant le jury :**

<b>TALEB MOUNIA</b>	<b>MCB</b>	<b>Président</b>	<b>Université Larbi Tebessi Tébessa</b>
<b>ZOUBIR AOULMI</b>	<b>MCA</b>	<b>Encadreur</b>	<b>Université Larbi Tebessi Tébessa</b>
<b>FARES NOUREDDINE</b>	<b>MAA</b>	<b>Examineur</b>	<b>Université Larbi Tebessi Tébessa</b>

*Promotion 2020 /2021*

## *Remerciement*

Merci a notre seigneur Allah qui nous a dotés d'une grande capacité de raisonnement. Louange à notre créateur qui nous a donnés, la capacité pour acquérir le savoir, qui a guidés durant tout notre parcours. Et c'est à lui que j'adresse toute notre gratitude.

Nous souhaitons la bienvenue aux du jury qui vont prendre part à notre soutenance.

Nous remercions les travailleurs de la mine de l'Ouenza pour leurs conseils et leur accompagnement durant notre stage pratique et, Boucetta Abdenour, Houari Belgacem, Toumari Mohammed.

Nous tenons aussi à remercier nos Enseignants qui ont fait de leur mieux pour nous transmettre leurs précieuses connaissances.

Par la même occasion, nous tenons à remercier vivement notre encadreur Dr. AOULMI ZOUBIR qui nous a suivie dans l'élaboration de ce travail par son constante disponibilité, ses critiques constructives ainsi que ses bonnes suggestions qui ont été d'une grande importance.

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes très chers parents, avant tout et partout, que j'aime et souhaite les avoir toujours à mes côtés.*

*A la plus merveilleuse mère, que j'aime du fond du cœur qui ma tout donnée depuis mon enfance.*

*Au mon père au monde, qui ma tout donné sans rien recevoir en parallèle, que je remercie infiniment de ces services.*

*A mes très chers frères et chère sœur*

*A mes chers amis : Sofiane, Tayeb, Brahim, Nour Eddine, Mounir et Hicham. et tous quand j'oublier de mentionne*

*A ma très chère personne ce qui signifie beaucoup pour moi « to2 »  
Je dédie ce modeste travail.*

*Sami.*

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes très chers parents, avant tout et partout, que j'aime et souhaite les avoir toujours à mes côtés.*

*A la plus merveilleuse mère, que j'aime du fond du cœur qui ma tout donnée depuis mon enfance.*

*Au plus adorable et gentil père au monde, qui ma tout donné sans rien recevoir en parallèle, que je remercie infiniment de ces services.*

*A mon très chers frères : Samir .*

*A mes très chères sœurs : Hadjer et Sihem.*

*A mes chers amis : Sami, Aymen, Nour Eddin, Badis, khaled, Tayeb, Brahim.*

*A tous les bons amis.*

*Sans oublier ma grande famille.*

*Ma Grand-mère et mon grand-père.*

*A ma très chère ami et ma cœur et ce qui signifie beaucoup pour moi et qu'ensemble on a vécu des moments inoubliables ...Chaima...*

*Je dédie ce modeste travail.*

*Sofiane.*

## **Abstract:**

The current paper presents the study of applying the FMECA method to the belt conveyor. The research focused on the risk indicators used in the FMECA method. Pareto diagram for the description of the frequency and importance of causes that may cause a problem were applied. With participative method of brainstorming information was gathered concerning the failures that can occur in the belt conveyer 660, their causes and their effects, as well as preventive and error detection methods. The information was then processed by means of different quality instrument (cause-effect diagram) resulting in a ranking of risk coefficient used in the FMECA method. To increase conveyor life and minimize breakdowns, a range of maintenance has been proposed.

## **Keywords:**

Mine, FMECA method, Pareto diagram, cause-effect diagram, belt conveyor

## **Résumé :**

Le présent travail présente l'étude de l'application de la méthode AMDEC au convoyeur à bande. La recherche a porté sur les indicateurs de risque utilisés dans la méthode AMDEC. Un diagramme de Pareto pour la description de la fréquence et de l'importance des causes pouvant poser problème a été appliqué. Grâce à cette méthode participative d'analyse, des informations ont été recueillies concernant les pannes qui touchent le convoyeur à bande 660, leurs causes et leurs effets, ainsi que les méthodes de prévention et de détection des erreurs. Les informations ont ensuite été traitées au moyen de différents instruments de qualité (diagramme de cause à effet) aboutissant à un classement des coefficients de risque utilisé dans la méthode AMDEC. Pour augmenter la durée de vie de convoyeur et minimiser les panne, ne gamme d'entretien a été proposé.

**Mots clés:** Mine, méthode AMDEC, diagramme de Pareto, diagramme Ishikawa, convoyeur à bande.

## **ملخص :**

يقدم هذا العمل دراسة لتطبيق منهجية AMDEC (تحليل أنماط الفشل والتأثير الحرج) على الحزام الناقل. ركز البحث على مختلف مؤشرات طريقة AMDEC لتحديد المخاطر و الأعطال. حيث تم تطبيق مخطط باريتو لتشخيص المشاكل و الاعطاب كميًا. كما تم جمع المعلومات المتعلقة بالفشل المسجل في الحزام الناقل 660 وأسبابها و تأثيراتها بالإضافة كذلك إلى طرق الوقاية والكشف عن الأخطاء. بعد ذلك تمت معالجة المعلومات باستخدام مخطط ايشيكاوا (مخطط السبب و النتيجة) حيث يؤدي إلى تصنيف الأسباب و النتائج في تشخيص الأعطال . ولزيادة العمر الافتراضي للحزام الناقل تم اقتراح مجموعة من عمليات الصيانة الوقائية و العلاجية.

**الكلمات المفتاحية :** منجم، منهجية AMDEC، مخطط باريتو، مخطط ايشيكاوا ، حزام ناقل .

# Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Abréviations

Listes des figures

Liste des tableaux

Introduction générale .....1

## Chapitre I : Généralité sue la maintenance

Introduction .....3

I.1. Historique de la maintenance.....3

I.2. Définition .....3

I.3. Quelques définitions .....4

I.4. Les objectifs de la maintenance .....4

I.4.1. Objectifs financiers .....5

I.4.2. Objectifs opérationnels .....5

I.5. Rôle de la maintenance .....6

I.5.1. Court terme .....6

I.5.2. Moyen terme .....6

I.5.3. Long terme .....6

I.6. Importance de la maintenance par rapport à l'activité de l'opérateur .....6

I.7. Type de maintenance .....7

<b>I.7.1. Maintenance préventive .....</b>	<b>7</b>
<b>a) Maintenance Systématique .....</b>	<b>7</b>
<b>b) Maintenance conditionnelle .....</b>	<b>8</b>
<b>c) Maintenance prévisionnelle .....</b>	<b>8</b>
<b>I.7.2. Maintenance corrective .....</b>	<b>8</b>
<b>A. Paliative .....</b>	<b>9</b>
<b>B. Curative .....</b>	<b>9</b>
<b>I.7.3. Maintenance améliorative .....</b>	<b>9</b>
<b>I.8. Choix d'un type de maintenance .....</b>	<b>10</b>
<b>I.9. But de la maintenance .....</b>	<b>11</b>
<b>I.10. Les opérations de la maintenance.....</b>	<b>11</b>
<b>I.10.1. Les opérations de maintenance préventive.....</b>	<b>11</b>
<b>I.10.2. Les opérations de maintenance corrective.....</b>	<b>12</b>
<b>I.11. Les niveaux de la maintenance.....</b>	<b>13</b>
<b>I.12. Diagnostique industrielle.....</b>	<b>15</b>
<b>I.12.1. Méthode de diagnostique.....</b>	<b>15</b>
<b>I.12.2. Analyse de défaillance.....</b>	<b>15</b>
<b>I.12.2.1. Analyse quantitative.....</b>	<b>16</b>
<b>a- Methode ABC .....</b>	<b>16</b>
<b>b- Abaque de Noiret.....</b>	<b>17</b>
<b>c- Tableau de coefficient.....</b>	<b>18</b>
<b>I.12.2.2. Analyse qualitative.....</b>	<b>18</b>
<b>a- Diagramme cause-effet.....</b>	<b>18</b>
<b>b- Arbre de défaillance.....</b>	<b>19</b>
<b>I.12.3. Analyse AMDEC.....</b>	<b>20</b>

<b>a- Les mots relatifs à l'AMDEC.....</b>	<b>21</b>
<b>b- Types d'AMDEC .....</b>	<b>21</b>
<b>c- Les étapes nécessaires pour une méthode AMDEC complète .....</b>	<b>22</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>23</b>

**Chapitre II : moyens de transport dans les mines à ciel ouvert**

<b>Introduction .....</b>	<b>24</b>
<b>II.1. Définition .....</b>	<b>24</b>
<b>II.2. Le transport dans les mines a ciel ouvert.....</b>	<b>24</b>
<b>II.3. Utilisation Habituelle de ces matériels .....</b>	<b>25</b>
<b>II.3.1. Transport sur des distances inférieures à 200 m .....</b>	<b>25</b>
<b>II.3.1.1. Les Bouteurs (bulldozer) .....</b>	<b>25</b>
<b>II.3.1.2. Chargeuses sur pneumatiques .....</b>	<b>26</b>
<b>II.3.1.3. Décapeuses sur chaines .....</b>	<b>27</b>
<b>II.3.1.4. Tombereaux sur chaines .....</b>	<b>27</b>
<b>II.3.2. Distances de transport supérieur à 200 m. ....</b>	<b>27</b>
<b>II.3.2.1. Les décapeuses ou scrapers .....</b>	<b>27</b>
<b>II.3.2.2. Les tombereaux .....</b>	<b>28</b>
• <b>Tombereaux à châssis rigides .....</b>	<b>28</b>
• <b>Les tombereaux à châssis articulés .....</b>	<b>30</b>
<b>II.3.3. Chargement des engins de transport.....</b>	<b>31</b>
<b>II.3.3.1. Généralités .....</b>	<b>31</b>
<b>II.3.3.2. Les chargeuses sur pneumatiques .....</b>	<b>32</b>
<b>II.3.3.3. Les chargeuses sur chenilles .....</b>	<b>32</b>
<b>II.3.3.4. Les pelles à câbles sur chenilles .....</b>	<b>32</b>

II.3.3.5. Les pelles hydrauliques .....	33
II.3.3.6. Les draglines .....	33
II.4. Transport par matériels fixes (continu) .....	34
II.4.1. Les transporteurs (Les convoyeurs) à bande .....	34
II.4.1.1. Eléments constitutifs d'une bande transporteuse .....	35
II.4.1.1.1. la carcasse .....	35
a) Définition .....	35
b) Fonctions .....	36
II.4.1.1.2. Le revêtement .....	36
a) Les revêtements et leur utilité .....	36
b) Grandes familles de revêtement .....	36
II.4.1.2. Les avantages de transport par bande .....	37
II.5. Choix des moyens de transport .....	37
Conclusion .....	38

### Chapitre III : Généralité sur le convoyeur à bande

Introduction .....	39
III.1. Bref historique .....	39
III.2. Définition du convoyeur .....	41
III.3. Types de convoyeurs .....	42
III.3.1. Convoyeur à bandes métalliques .....	42
III.3.2. Convoyeur à bandes textiles .....	42
III.3.3. Convoyeur à raclette .....	43
III.3.4. Convoyeur à magnétique .....	43
III.3.5. Convoyeur à chaîne .....	44

<b>III.3.6. Convoyeur en courbe .....</b>	<b>45</b>
<b>III.3.7. Convoyeur à rouleaux .....</b>	<b>45</b>
<b>III.3.8. Convoyeur à bande .....</b>	<b>46</b>
<b>III.4. Composants du convoyeur et leurs dénominations .....</b>	<b>47</b>
<b>III.4.1. Moto- réducteur .....</b>	<b>48</b>
<b>III.4.2. La bande .....</b>	<b>48</b>
<b>III.4.2.1. Types de la bande transporteuse .....</b>	<b>49</b>
<b>III.4.2.2. Profils de la bande .....</b>	<b>50</b>
<b>III.4.2.3. Vitesse de la bande .....</b>	<b>50</b>
<b>III.4.2.4. Largeur de la bande .....</b>	<b>52</b>
<b>III.4.3. Les tambours .....</b>	<b>53</b>
<b>III.4.3.1. Tambour de commande .....</b>	<b>55</b>
<b>III.4.3.2. Tambour de renvoi.....</b>	<b>56</b>
<b>III.4.3.3. Tambours de contrainte.....</b>	<b>56</b>
<b>III.4.3.4. Diamètres des tambours .....</b>	<b>56</b>
<b>III.4.4. Dispositifs de tension .....</b>	<b>57</b>
<b>III.4.4.1. Système auto-réglant .....</b>	<b>57</b>
<b>III.4.4.2. Système de tension fixe .....</b>	<b>58</b>
<b>III.4.5. Les rouleaux de supports .....</b>	<b>58</b>
<b>III.4.5.1. Les rouleaux de supports supérieurs .....</b>	<b>58</b>
<b>III.4.5.2. Les rouleaux de supports inférieurs .....</b>	<b>59</b>
<b>III.4.5.3. Ecartement des rouleaux de supports .....</b>	<b>60</b>
<b>III.4.6. Système de chargement(Trémie) .....</b>	<b>62</b>

III.4.7. Dispositifs de nettoyage .....	63
III.4.8. Capots pour convoyeurs .....	64
III.4.9. Le châssis .....	64
III.5. Configurations des convoyeurs à bande .....	64
III.6. Pente des convoyeurs gravitaires .....	65
III.7. Application exigeant des convoyeurs .....	65
Conclusion .....	66

***Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC sur le convoyeur à bande***

Introduction .....	67
IV.1. Présentation de l'entreprise .....	67
IV.1.1. La mine de l'Ouenza .....	67
IV.1.1.1. Situation géographique .....	67
IV.1.1.2. Historique de la mine .....	68
IV.1.1.3. Nature du gisement .....	69
IV.1.1.4. Morphologie et Structure Géologique .....	70
IV.1.1.4. Minéralisation .....	70
IV.1.1.5. Développement .....	71
IV.1.1.6. Organigramme de l'entreprise .....	73
IV.1.1.7. Travaux de prospection et d'exploitation effectuée .....	75
IV.1.1.7.1. Travaux de découverte .....	76
IV.1.1.7.2. La forassions .....	76
IV.1.1.7.3. Abattage-Chargement des trous forés avec l'explosif .....	76
IV.1.1.7.4. Tir des mines et rechargement des masses abattues .....	77

IV.1.1.7.5. Le rechargement des masses abattues par des pelles et des chargeuses .....	78
IV.1.1.7.6. Le transport .....	79
IV.1.1.7.7. Le traitement mécanique des roches abattues .....	79
IV.1.2. Description du convoyeur à bande .....	80
IV.1.2.1. Caractéristiques techniques de chaque tapis .....	82
IV.1.2.2. Caractéristiques techniques des bandes transporteuses .....	82
IV.1.2.3. Fiche technique des composants du convoyeur TC1bis .....	83
IV.1.3. Les composants principaux du convoyeur à bande TC1-bis .....	83
IV.1.3.1. Fonction du convoyeur .....	83
a- Groupe de commande .....	83
b- Système de tension (à vis ou à contrepoids) .....	84
c- Rouleaux supérieurs .....	85
d- Rouleaux inférieurs .....	85
e- Courroie (bande) Transporteuse .....	86
f- Un (ou plusieurs) centrage d'alimentation .....	86
g- Dispositif de nettoyage de la courroie .....	86
h- Tambours .....	87
IV.1.4. Les formes de la maintenance adoptée par l'entreprise .....	87
a- Entretien préventif .....	87
Entretiens systématiques .....	88
Graissage et lubrification .....	88
b- Entretien corrective .....	89
IV.1.5. Analyse du plan de maintenance actuel du convoyeur à bande .....	89
IV.1.5.1. Statistiques des heures de pannes du convoyeur 660 .....	90
IV.1.5.2. Répartition des heures de marches et heures d'arrêts non planifié .....	91

<b>IV.1.5.3. Analyse des heures de pannes par type .....</b>	<b>92</b>
<b>IV.1.5.3.1. Etude de diagramme de Pareto .....</b>	<b>93</b>
<b>a- Partage de la machine .....</b>	<b>93</b>
<b>b- Diagramme de Pareto .....</b>	<b>94</b>
<b>c- Interprétation du diagramme de Pareto .....</b>	<b>94</b>
<b>IV.1.5.3.2. Recherche des causes racines (Diagramme Ishikawa) .....</b>	<b>95</b>
<b>IV.1.5.3.3. Analyse AMDEC .....</b>	<b>97</b>
<b>a- Synthèse ou évaluation de la criticité .....</b>	<b>99</b>
<b>IV.1.6. Proposition d'une gamme d'entretien du convoyeur à bande .....</b>	<b>100</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>102</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>103</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>104</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>109</b>

## *Liste d'abréviations*

**TTR** : Time To Repair

**MTTR** : Midium Time To Repair

**AMDEC** : Analyse des Modes de Défaillance de leur Effets et leur Criticités

**F** : Fréquence

**D** : Detection

**G** : Gravité

**C** : Criticité

**NNE** : Nord, nord-est

**SSE** : Sud, sud-est

**NE** : Nord-est

**SW** : Sud-ouest

**SE** ; Sud-est

**MFE** : Mine de Fer de l'Est

**MGX** : moyen généraux

**MRO/C** : Matériel roulant carrier

**SNTF** : Société Nationale Transport Ferroviaire Algérie

**DP** : Département de production

**BM** : Bureau des méthodes

## Liste des Figures

### Chapitre I

<b>Fig.1.1.</b> Types de maintenance D'après la norme AFNOR: X60- 010 .....	<b>10</b>
<b>Fig.1.2.</b> Démarche suivi pour le choix d'un type de maintenance .....	<b>11</b>
<b>Fig.1.3.</b> Diagramme de la méthode ABC .....	<b>17</b>
<b>Fig.1.4.</b> méthode d'ISHIKAWA (5M) .....	<b>19</b>
<b>Fig.1.5.</b> Symboles de l'arbre de défaillance .....	<b>20</b>
<b>Fig.1.6.</b> Arbre de défaillance .....	<b>20</b>

### Chapitre II

<b>Fig.1.1.</b> Belle à chenille .....	<b>26</b>
<b>Fig.2.2.</b> Chargeuse sur pneumatique .....	<b>27</b>
<b>Fig.2.3.</b> Décapeuses ou scrapers .....	<b>28</b>
<b>Fig.2.4.</b> Tombereaux à châssis rigides .....	<b>29</b>
<b>Fig.2.5.</b> Les tombereaux à châssis articulés .....	<b>30</b>
<b>Fig.2.6.</b> Chargement des engins de transport .....	<b>31</b>
<b>Fig.2.7.</b> Les pelles à câbles sur chenilles .....	<b>32</b>
<b>Fig.2.8.</b> Les pelles hydrauliques .....	<b>33</b>
<b>Fig.2.9.</b> Les draglines .....	<b>34</b>
<b>Fig.2.10.</b> Convoyeur à bande .....	<b>35</b>

### Chapitre III

<b>Fig. 3.1.</b> Convoyeur à bandes métalliques .....	<b>42</b>
<b>Fig.3.2.</b> Convoyeur à bandes textile .....	<b>42</b>
<b>Fig.3.3.</b> Bande en textile .....	<b>42</b>

<b>Fig.3.4.</b> Convoyeur à raclette .....	<b>43</b>
<b>Fig.3.5.</b> Bande magnétique .....	<b>44</b>
<b>Fig.3.6.</b> Convoyeur à chaîne .....	<b>44</b>
<b>Fig.3.7.</b> Convoyeur à rouleaux libres .....	<b>45</b>
<b>Fig.3.8.</b> Convoyeur à rouleaux conique .....	<b>45</b>
<b>Fig.3.9.</b> Vue générale du convoyeur à bande .....	<b>46</b>
<b>Fig.3.10.</b> Convoyeur à bande .....	<b>46</b>
<b>Fig.3.11.</b> Schéma de principe d'un convoyeur à bande .....	<b>47</b>
<b>Fig.3.12.</b> Groupe de commande .....	<b>48</b>
<b>Fig.3.13.</b> Constructions de bande transporteuse .....	<b>48</b>
<b>Fig.3.14.</b> Coupe transversale de la bande transporteuse .....	<b>50</b>
<b>Fig.3.15.</b> La largeur de la bande .....	<b>52</b>
<b>Fig.3.16.</b> Composants des tambours .....	<b>54</b>
<b>Fig.3.17.</b> Emplacement des tambours .....	<b>54</b>
<b>Fig.3.18.</b> Comparaison entre les deux systèmes d'entraînement .....	<b>55</b>
<b>Fig.3.19.</b> Système auto-réglant .....	<b>57</b>
<b>Fig.3.20.</b> Système de tension fixe .....	<b>57</b>
<b>Fig.3.21.</b> Les rouleaux de supports supérieurs .....	<b>58</b>
<b>Fig.3.22.</b> Rouleaux Réguliers .....	<b>58</b>
<b>Fig.3.23.</b> Rouleaux amortisseurs .....	<b>59</b>
<b>Fig.3.24.</b> Rouleaux guides .....	<b>59</b>
<b>Fig.3.25.</b> Rouleaux régulier .....	<b>59</b>
<b>Fig.3.26.</b> Rouleaux d'inflexions .....	<b>60</b>

<b>Fig.3.27.</b> Rouleaux d'alignements .....	<b>60</b>
<b>Fig.3.28.</b> Ecartement des rouleaux des supports .....	<b>60</b>
<b>Fig.3.29.</b> Les rouleaux des supports .....	<b>62</b>
<b>Fig.3.30.</b> Système de chargement .....	<b>62</b>
<b>Fig.3.31.</b> Dispositifs de nettoyage de la face externe de la courroie .....	<b>63</b>
<b>Fig.3.32.</b> Capot pour convoyeur .....	<b>64</b>
<b>Fig.3.33.</b> Châssis utilisé dans le transport des produits .....	<b>64</b>

#### **Chapitre IV**

<b>Fig.4.1.</b> Situation géographique de la zone de l'Ouenza .....	<b>68</b>
<b>Fig.4.2.</b> Situation géographique des zones du minéral .....	<b>72</b>
<b>Fig.4.3.</b> Organigramme de l'entreprise .....	<b>73</b>
<b>Fig.4.4.</b> Organigramme de la Direction Générale de la mine de l'Ouenza .....	<b>74</b>
<b>Fig.4.5.</b> Processus d'exploitation de la mine de l'Ouenza .....	<b>75</b>
<b>Fig.4.6.</b> Engin de forage (sondeuses) .....	<b>76</b>
<b>Fig.4.7.</b> Chargement des trous forés avec l'explosif .....	<b>76</b>
<b>Fig.4.8.</b> Tir des mines.....	<b>77</b>
<b>Fig.4.9.</b> Rechargement des masses abattues .....	<b>78</b>
<b>Fig.4.10.</b> Convoyeur à bande .....	<b>80</b>
<b>Fig.4.11.</b> Schéma chaîne de manutention homogénéisation .....	<b>81</b>
<b>Fig.4.12.</b> Groupe de commande .....	<b>84</b>
<b>Fig.4.13.</b> La bande avec les rouleaux supérieurs et de guide .....	<b>85</b>

<b>Fig.4.14.</b> Diagramme Identification d'éléments critiques de convoyeur à bande 660...	<b>90</b>
<b>Fig.4.15.</b> Plan de maintenance actuel du convoyeur 660 .....	<b>92</b>
<b>Fig.4.16.</b> Répartition des heures de marche et de panne .....	<b>92</b>
<b>Fig.4.17.</b> Répartition des heures de panne par types .....	<b>92</b>
<b>Fig.4.18.</b> Diagramme de Pareto .....	<b>94</b>
<b>Fig.4.19.</b> Palier .....	<b>94</b>
<b>Fig.4.20.</b> Rouleau .....	<b>94</b>
<b>Fig.4.21.</b> Diagramme d'Ishikawa .....	<b>95</b>
<b>Fig.4.22.</b> Jonction super screw .....	<b>101</b>
<b>Fig.4.23.</b> Les aggraves .....	<b>102</b>

## Liste des Tableaux

### Chapitre I

<b>Tableau.1.1.</b> Les niveaux de maintenance .....	<b>15</b>
<b>Tableau.1.2.</b> tableau d'AMDEC .....	<b>22</b>

### Chapitre III

<b>Tableau.3.1.</b> Transporteurs de grand franchissement .....	<b>40</b>
<b>Tableau.3.2.</b> Vitesses maximales conseillées .....	<b>51</b>
<b>Tableau.3.3.</b> Largeur minimale de la bande .....	<b>53</b>
<b>Tableau.3.4.</b> Diamètres minimaux recommandés pour les tambours .....	<b>56</b>
<b>Tableau.3.5.</b> Ecartement entre les rouleaux des supports .....	<b>61</b>

### Chapitre IV

<b>Tableau.4 .1.</b> Etat des réserves géologiques au 31 décembre 2017 .....	<b>71</b>
<b>Tableau.4.2.</b> Etat des réserves exploitables au 31 décembre 2017 .....	<b>72</b>
<b>Tableau.4.3.</b> Taille des engins de chargement .....	<b>78</b>
<b>Tableau.4.4.</b> Caractéristiques de chaque tapis .....	<b>82</b>
<b>Tableau.4.5.</b> Caractéristiques techniques des bandes transporteuses .....	<b>82</b>
<b>Tableau.4.6.</b> Distribution les nombres des pannes .....	<b>90</b>
<b>Tableau.4.7.</b> Types de maintenance actuelle du convoyeur .....	<b>91</b>
<b>Tableau.4.8.</b> Heures de marche et heures de panne .....	<b>91</b>
<b>Tableau.4.9.</b> Répartition des heures de panne par type .....	<b>92</b>
<b>Tableau.4.10.</b> Les nombres des pannes accumulées .....	<b>93</b>
<b>Tableau.4.11.</b> Tableau d'AMDEC .....	<b>98</b>
<b>Tableau.4.12.</b> Evaluation de la criticité .....	<b>99</b>
<b>Tableau.4.13.</b> les opérations de maintenances préventives .....	<b>100</b>
<b>Tableau.4.14.</b> Les opérations de la maintenance corrective .....	<b>101</b>

***Introduction***  
***générale***

## Introduction générale

Le monde industriel a connu un grand développement au cours de ces dernières années. La technologie moderne a permis d'utiliser des machines et installations de plus en plus performantes et complexes.

La maintenance industrielle joue un rôle efficace et prépondérant. Elle doit assurer le respect des exigences de protection et de sécurité, la réduction des coûts d'exploitation et la bonne maîtrise de la disponibilité des équipements. Elle doit résoudre les problèmes en cas de présence des éléments défectueux, de minimiser le temps de réparation, et de fournir un diagnostic fiable et facilement interprétable malgré la complexité des équipements.

Pour satisfaire la demande en qualité et en quantité, tout en respectant les délais de livraison et les coûts, l'entreprise doit disposer d'un outil de production fiable, et donc d'une stratégie de maintenance adaptée. A chaque instant de l'exploitation du système, le gestionnaire de maintenance doit faire un choix entre le préventif et le correctif sur le système afin de déterminer la meilleure action à effectuer. Ce choix doit permettre de satisfaire aux mieux les objectifs fixés a priori et permettre ainsi une exploitation optimale du système.

La mise en œuvre des concepts de maintenance pour maximiser la performance globale de l'entreprise exige des techniciens compétents, des outils adaptés aux machines à entretenir, une gestion des pièces de rechange adéquate et un système d'information efficace pour gérer toutes les tâches de maintenance qui requièrent des méthodes de travail toujours plus pointues.

Les mines en Algérie est une énorme plateforme dans l'économie national. L'utilisation des machines fiables et efficace reste une préoccupation des responsables et techniciens.

L'absence d'outils efficaces de traitement des données a réduit la fonction maintenance à des tâches de dépannage, et par le fait même, à une fonction dont les coûts ne cessent d'augmenter et dont la contribution à la performance de l'entreprise n'est pas évidente. Le problème qui se pose au niveau de la division de maintenance de la mine de l'**OUENZA** c'est l'augmentation des coûts de maintenance due aux pannes du convoyeur à bande et par conséquent la perte de production.

Le convoyeur à bande transporte le minerai réduit par l'un des deux concasseurs du niveau 803m ou 660m jusqu'a la gare, où il sera par la suite acheminé par voie ferrée vers le

complexe sidérurgique d'El Hadjar wilaya d'Annaba. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre présent travail intitulé : Contribution de la maintenance et le fonctionnement du convoyeur à bande (cas de mine de l'Ouenza).

Le but essentiel de ce travail est de présenter une aperçue globale sur la maintenance. Nous insistons, sur ces bases théoriques et techniques, d'une part. Et d'autre part, nous utilisons l'AMDEC comme méthode, qui cerne assez bien les anomalies du convoyeur à bande (660).

Cette étude s'articule sur quatre chapitres.

- Le premier chapitre est basé sur des généralités sur la maintenance, et son rôle dans l'entreprise
- Le deuxième chapitre traite les opérations de transport dans les carrières ou les mines à ciel ouvert
- Dans le troisième chapitre, nous avons fait une étude sur les différents types des convoyeurs et leur fonctionnement et les composants qui constituent
- Le quatrième chapitre c'est l'application de l'AMDEC et l'analyse critique du convoyeur 660

Ce travail se termine par une conclusion générale.

**Chapitre I : Généralité  
*sur la maintenance***

## **Chapitre I : Généralité sur la maintenance**

### **Introduction**

Quel que soient les efforts entrepris au stade de la conception et la fabrication des machines pour assurer leur sûreté de fonctionnement, des défaillances apparaissant au cours de leur exploitation, les causes d'apparition de ces défaillances sont variables. Elles vont du coût de simple remplacement d'une pièce détériorée à d'importants frais d'immobilisation pour la machine donnée, elles peuvent aussi provoquer de graves accidents corporels. C'est pourquoi on fait appel à la maintenance à fin de maintenir en état les machines et rétablir leur performance après défaillance. La maintenance implique un certains nombres de mesures organisationnelles, techniques et économiques. Après avoir démontré sa rentabilité la maintenance représente une fonction principale dans beaucoup d'entreprises industrielles et de services. Dans ce chapitre, nous présentons un aperçu général sur les concepts généraux de la maintenance industrielle.

### **I.1. Historique de la maintenance**

Le terme « maintenance », forgé sur les racines latines Manus et tenere, est apparu dans la langue française au XIIème siècle. L'étymologiste Wace a trouvé la forme mainteneur (celui qui soutient), utilisé en 1169 : c'est une forme archaïque de mainteneur. L'usage du mot « maintenance » dans la littérature française trouve trace depuis le seizième siècle, et pour les anglo-saxons l'utilisation de ce terme est plus moderne surtout dans le vocabulaire militaire : « le maintien dans des unités de combat, de l'effectif et du matériel à un niveau constant » [F. Monchy, 2003]. Au cours du dernier demi-siècle, la maintenance a connu une évolution très profonde. Cette évolution a touché les stratégies, les attitudes, les habitudes, les moyens et les méthodes. La maintenance a évolué du concept d'entretien suite à la défaillance d'un système, à celui d'une politique de maintenance basée sur des stratégies préventives, correctives, proactives et même améliorative. [1]

### **I.2. Définition**

D'après la norme AFNOR X 60-010, la maintenance est définie comme étant « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ». En effet, maintenir, c'est donc effectuer des opérations (dépannage, graissage, réparation, amélioration, vérification...) qui permettent de conserver le

potentiel du matériel pour assurer la continuité et la qualité de la production ainsi que la sécurité d'opération. [2]

### I.3. Quelques définitions

Les définitions de base dans la fonction de maintenance sont [3] :

**La défaillance** : Est l'altération ou la cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise. Après défaillance d'une entité, celle-ci est en état de panne.

Les définitions complémentaires suivantes sont selon la norme AFNOR, 2001 [4] :

**La sûreté de fonctionnement** : Est « un ensemble des propriétés qui décrivent la disponibilité et les facteurs qui la conditionnent : fiabilité, maintenabilité, et logistique de maintenance ».

**La disponibilité** : Est « une aptitude d'un bien à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou durant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires est assurée ». Cette aptitude dépend de la combinaison de la fiabilité, de la maintenabilité et de la supportabilité de maintenance.

**La fiabilité** : Est « une aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, durant un intervalle de temps donné ».

**La maintenabilité** : Est « dans des conditions données d'utilisation, une aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état où il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, en utilisant des procédures et des moyens prescrits ».

### I.4. Les objectifs de la maintenance

**Les zéro pannes c'est l'objectif principal de la maintenance.**

L'objectif des équipes de maintenance est de maintenir les installations de production en parfait état et d'assurer le rendement global maximum tout en optimisant le coût. L'obtention

du meilleur rendement passe par la prévention des pannes, le respect des cadences de production et l'amélioration continue de la qualité des produits. Maintenir, ce n'est plus subir les pannes mais maîtriser les défaillances par l'optimisation de la politique de maintenance, par une bonne prévention, par des réparations rapides et efficaces, enfin par l'amélioration du matériel [5]

Pour assurer correctement cette mission, il est nécessaire de se doter en plus de la compétence technique des hommes, d'une organisation efficace et d'outils adéquats. C'est la nature de l'entreprise qui fixe les l'objectifs, des services de la maintenance. On peut classer les objectifs de la maintenance on deux catégories:

1. Les objectifs financiers;
2. Les objectifs opérationnels.

Le fait que ces deux objectifs sont différents expliquera pourquoi la production et la maintenance sont souvent à couteau tirés et pourquoi les deux attitudes sont apparemment opposés

#### **I.4.1. Objectifs financiers**

- Réduire au minimum les dépenses de la maintenance;
- Augmenter au maximum les profits;
- Avoir des dépenses de maintenance en fonction de l'âge des installations et de son taux d'utilisation.

#### **I.4.2. Objectifs opérationnels**

- Maintenir les équipements;
- Assurer la disponibilité maximale des installations et des équipements;
- Fournir un service qui élimine la panne a tous les moments à tout prix;
- Pousser à la dernière limite la durée de vie de l'installation;
- Assurer une performance (rendement) de haute qualité.

Les objectifs peuvent changer avec le temps, une révision des objectifs et de la politique de l'entreprise doit avoir lieu tous les deux ans.

## **I.5. Rôle de la maintenance**

La maintenance doit assurer la rentabilité des investissements matériels de l'entreprise, en maintenant le potentiel d'activités en tenant compte de la politique de maintenance définis par l'entreprise. [6]

### **I.5.1. Court terme**

Objectifs essentiels :

- Réduire les durées d'immobilisations;
- Réduire les coûts des interventions.

### **I.5.2. Moyen terme**

Elaboration d'un plan de prévisions des interventions à l'immobilisation des équipements.

### **I.5.3. Long terme**

Réalisation d'opérations directement liées à la politique générale de l'entreprise et fin de minimiser l'ordonnancement :

- Des charges;
- Des stocks;
- Des investissements

## **I.6. Importance de la maintenance par rapport à l'activité de l'entreprise**

- Importance fondamentale : nucléaire, chimie, pétrochimie, transport;
- Importance indispensable : entreprise à forte valeur ajoutée;
- Importance moyenne : industrie de construction diversifiée, équipement semi automatique;
- Importance secondaire : entreprise sans production de série, équipement variées;
- Importance faible ou négligeable : entreprise manufacturière, faible valeur ajoutée [7]

## I.7. Types de maintenance

D'après la définition, on a plusieurs types de maintenance. [8]

### I.7.1. Maintenance préventive

Et / ou des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou de service. Cette politique de maintenance s'adresse aux machines provoquant une perte de production ou des coûts d'arrêts imprévisibles classés comme important pour l'entreprise. Telle est le cas des machines des chantiers de forages. Il convient donc d'organiser un système de maintenance visant à minimiser ces arrêts souvent trop onéreux. Ainsi on aura à pratiquer trois formes de maintenance dite préventive

#### a- Maintenance Systématique

Maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage. La mise en pratique de cette maintenance nécessite de décomposer les machines en éléments maintenables. Ces éléments doivent être visités ou changés régulièrement

La périodicité de ces visites s'établit par l'étude des lois de durée de vie. On harmonisera ces périodicités de façon à les rentres multiple les unes des autres. Des gammes d'entretien seront élaborées de façon à préciser le travail à exécuter par l'équipe de maintenance, un rapport sera rédigé mettant en relief les résultats des diverses mesures et les observations. L'intérêt de cette méthode est de diminuer les risques de défaillance. Ceux – ci restants néanmoins possible entre deux visites.

• Les opérations de maintenance préventive systématique peuvent être :

#### ➤ Le remplacement

- De l'huile des boites de vitesse;
- Des filtres (air, huile, carburant...);
- Des pièces d'usure normale.

#### ➤ Le réglage et l'étalonnage

- Des niveaux de pressions hydrauliques et pneumatiques;
- Des tensions de courroies;

- Des jeux glissières ou des cales d'ajustement.

➤ Le contrôle de l'état général

- Des niveaux d'huile;

- Des divers blocages;

- Apparence d'usure ou de fissure.

#### **b- Maintenance conditionnelle**

Maintenance préventive subordonnée au franchissement d'un seuil prédéterminé Significatif de l'état de dégradation du bien.

**Note :** Le franchissement du seuil peut être mis en évidence par l'information donnée par un capteur ou par tout autre moyen.

#### **• Outil disponibles pour la maintenance conditionnelle industrielle**

L'intégration des différentes technologies de la maintenance préventive prévisionnelle conduit à une optimisation de la disponibilité des équipements.

➤ Analyse des vibrations pour la détection de problèmes mécanique sur les machines rotatives;

➤ Analyse d'huile sur site ou avec l'aide d'un laboratoire d'analyse externe;

➤ Mesure de température, thermographie infrarouge pour le contrôle périodique de l'installation électrique, mécanique.

#### **c- Maintenance prévisionnelle**

Maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée des paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et de planifier les interventions.

### **I.7.2. Maintenance corrective**

Ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien, ou la dégradation de son fonctionnement, pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement.

**Note :** la maintenance corrective comprend en particulier :

• La localisation de la défaillance et son diagnostic;

- La remise en état avec ou sans modification;
- Le contrôle du bon fonctionnement.

a) **Maintenance palliative**

Activités de maintenance corrective destinées pour permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou une partie d'une fonction requise.

**Note :** Appelée couramment "dépannage", la maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'actions curatives.

b) **Maintenance curative**

Activités de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Le résultat des activités réalisées doit présenter un permanent, ces activités peuvent être :

- Des réparations;
- Des modifications ayant pour objet de supprimer la (ou les) défaillance (s).

### **I.7.3. Maintenance améliorative**

Ce type de maintenance permet, après réflexion et étude, d'éliminer le problème. Elle nécessite obligatoirement une concertation entre services production-bureau d'étude et maintenance

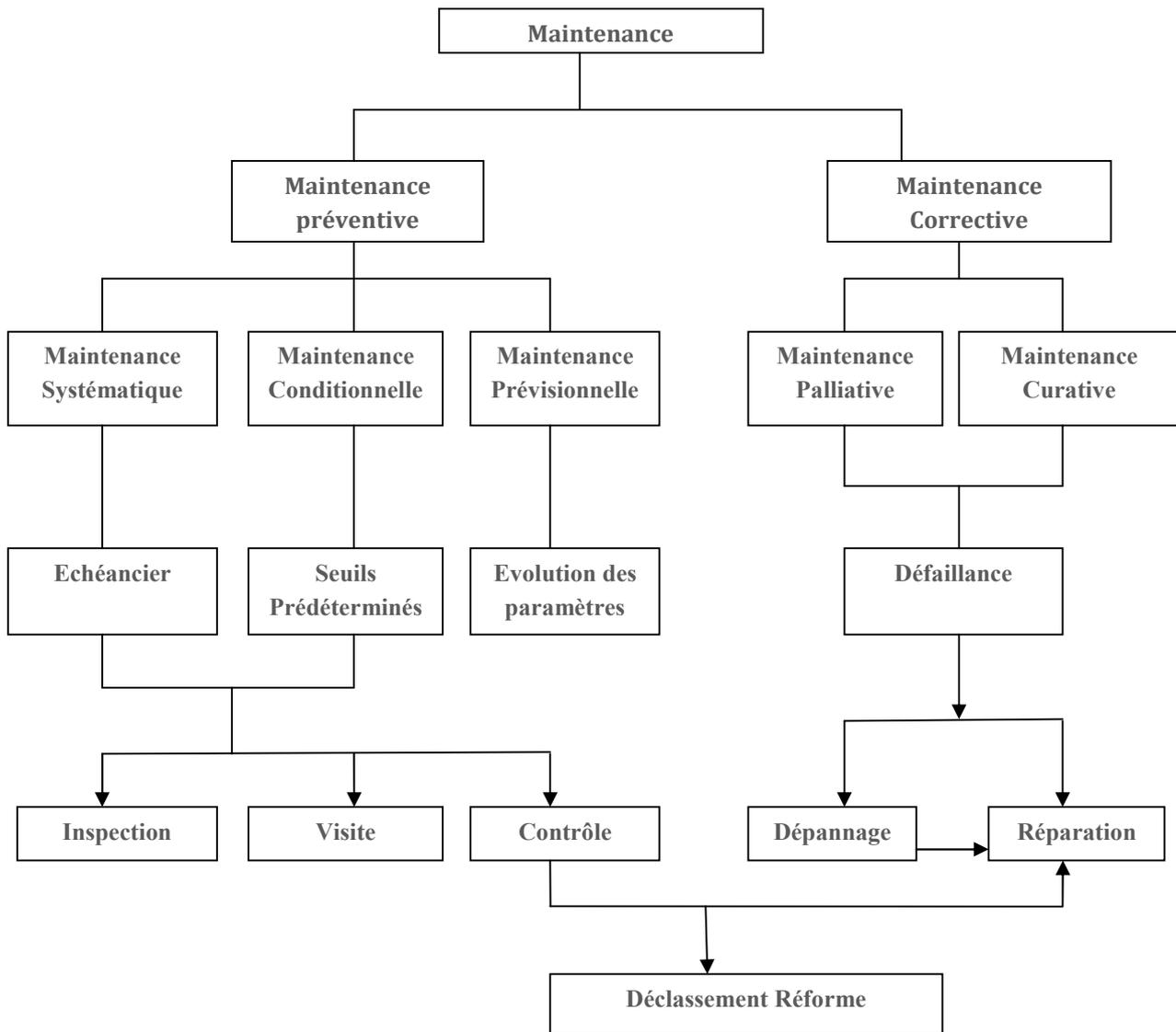


Fig.1.1. Types de maintenance D'après la norme AFNOR: X60-010/

### I.8. Choix d'un type de maintenance

La mise en place d'une politique de maintenance nécessite une analyse rigoureuse du système de production, des modes de dégradation, des paramètres physiques pertinents, des moyens à mettre en œuvre, des coûts induits, des objectifs en disponibilité et en gain économique, des qualifications du personnel, des réticences des personnels et des conséquences sur l'organisation générale du service. L'organigramme suivant représente la démarche suivie pour le choix d'un type de maintenance [6]

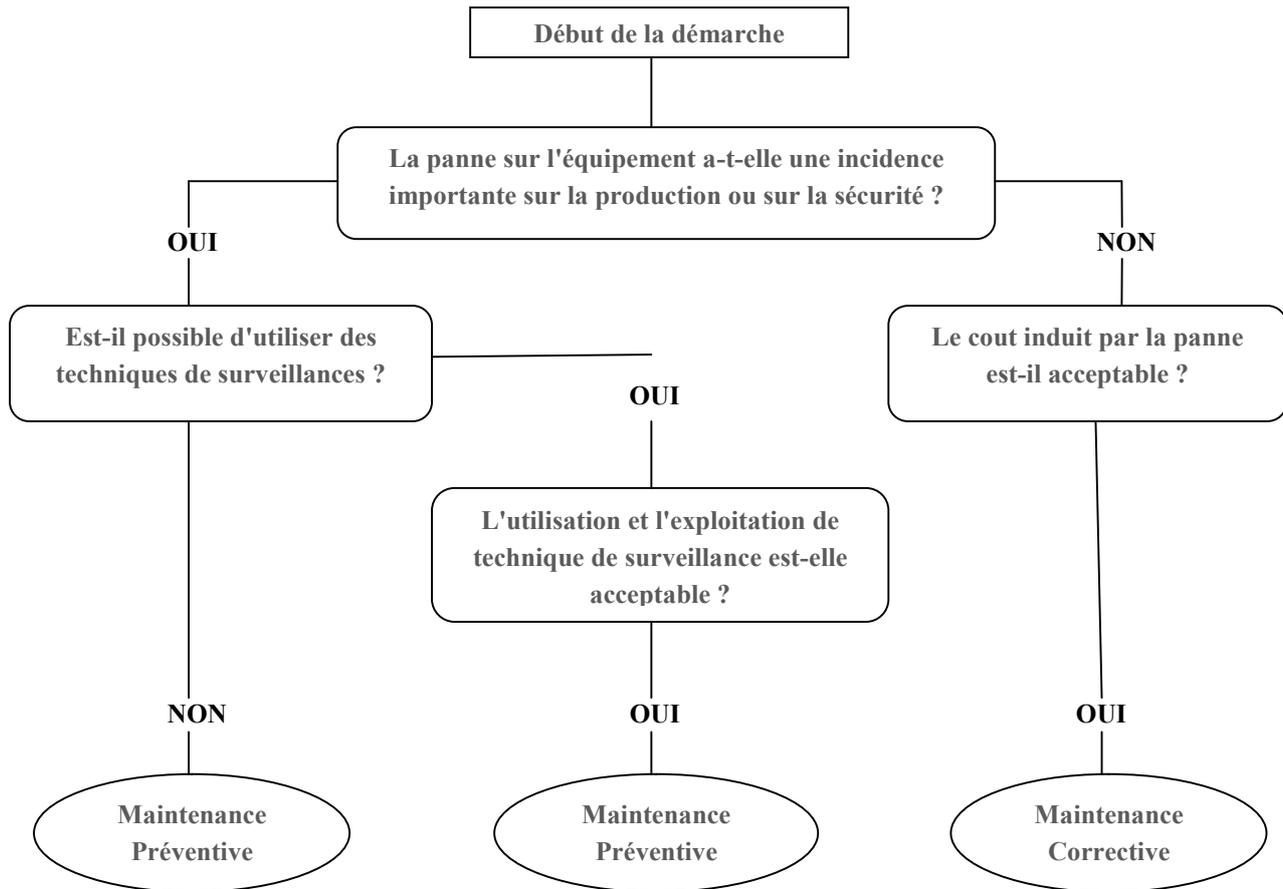


Fig.1.2. Démarche suivi pour le choix d'un type de maintenance. [6]

## I.9. But de la maintenance

La maintenance à pour but : [9]

- Le maintien du capital machine;
- Minimiser les arrêts et les chutes de production;
- Améliorer la sécurité de personnel et la protection de l'environnement.

## I.10. Les opérations de maintenance

### I.10.1. Les opérations de maintenance préventive

- **Les inspections** : Activités de surveillance consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique, ni d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.

- **Les visites** : Opérations de surveillance qui, dans le cadre de la maintenance préventive systématique, s'opèrent selon une périodicité déterminée. Ces interventions correspondent à une liste d'opérations définies préalablement qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du matériel. Une visite peut entraîner une action de maintenance corrective.
- **Les contrôles** : Cette opération a pour objectif de vérifier des critères ou des données définis. Elle a pour base des références de vérification parfaitement établies.

- **Révision**

Ensemble des actions d'exams, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique, pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné. Il faut distinguer suivant l'étendue des opérations à effectuer les révisions partielles et les révisions générales. Dans les 2 cas, cette opération nécessite la dépose de différents sous ensembles. Le terme révision en doit en aucun cas être confondu avec les termes visites, contrôles, inspections. Les 2 types d'opérations définis (révision générale ou partielle) relèvent du 4ème niveau de maintenance. [10]

### I.10.2. Les opérations de maintenance corrective

- **Le dépannage** : Action sur un bien en panne, en vue de le remettre en état de fonctionnement. Compte tenu de l'objectif, une action de dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires (maintenance palliative) avec des conditions de réalisation hors règles de procédures, de coûts et de qualité, et dans ce cas sera suivie de la réparation. Le dépannage n'a pas de conditions d'applications particulières. La connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation sont à la base d'un bon diagnostic et permettent souvent de gagner du temps.
- **La réparation** : Intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance. L'application de la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique.

**Remarque** : la réparation correspond à une action définitive. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu. Tous les équipements sont concernés.

## I.11. Les niveaux de la maintenance

Dans l'application de la maintenance, les différents cas à intervenir sont repartis selon leurs importances en cinq niveaux

Un niveau de la maintenance se définit par rapport :

- A la nature de l'intervention;
- A la qualification de l'intervenant;
- Aux moyens mis en œuvre.

Selon « AFNOR X60-010 » donne, à titre indicatif, 5 niveaux de maintenance, en précisant la responsabilité, la production ou la maintenance. [11].

### • 1<sup>er</sup> Niveau

Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants ou certains fusibles, etc.... Ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant du bien, sur place, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock des pièces consommables nécessaires est très faible.

### Exemples

- Echanges en toutes écrite d'élément consommables tels que : fusibles, voyants...
- Dégradation d'un produit défectueux sur une machine automatisée après la mise en sécurité de la machine.

Ces interventions de premier niveau peuvent être réalisées par l'exploitant du bien, Sans outillage particulier à partir des instructions d'utilisation.

### • 2<sup>ème</sup> Niveau

Dépannage par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement. Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien habilité de qualification moyenne, sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions. On peut se procurer les pièces de rechange transportables nécessaires sans délai et à proximité immédiate du lieu d'exploitation.

**Exemples :**

- Graissages d'une machine;
- Contrôle du bon fonctionnement d'un four de traitement thermique;
- Remplacement d'une électrovanne sur un système desserrage de pièce .

Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien de qualification moyenne, sur place avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance.

**• 3ème Niveau**

Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réalignement des appareils de mesure. Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage, et éventuellement des bancs d'essais et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.

**Exemples :**

- Remplacement d'une bobine de contacteur défectueuse à la suite d'une sur tension;
- Démontage d'un manomètre donnant des indications erronées réétalonnage sur un banc de contrôle, remontage sur la machine.

**• 4ème Niveau**

Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la construction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance et éventuellement la vérification des étalons de travail par les organismes spécialisés.

**Exemples :**

- Révision générale d'un compresseur;
- Démontage, réparation, remontage, réglage d'un treuil de levage.

### • 5ème Niveau

Rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une unité extérieure. Par définition, ce type de travaux est donc effectué par le constructeur, ou par le reconstruteur, avec des moyens définis par le constructeur et donc proches de la fabrication.

#### Exemples :

- Révision générale de la chaufferie d'une usine;
- Rénovations d'une ligne de conditionnement.

**Tableau.1.1.** Les niveaux de maintenance

<b>Niveau</b>	<b>Activités</b>
<b>1</b>	<b>Ronde petit entretien, Graissage</b>
<b>2</b>	<b>Echange standard, Contrôle du bon fonctionnement</b>
<b>3</b>	<b>Diagnostic, Petites réparations, Operations mineures préventives</b>
<b>4</b>	<b>Travaux de maintenance préventive et corrective, Réglage des moyens de mesure</b>
<b>5</b>	<b>Rénovation, Reconstruction et réparations importes</b>

## I.12. Diagnostic Industrielle

La norme NF EN 13306 va plus loin, puisqu'elle indique que le diagnostic d'une panne est << L'ensemble des actions menées pour la détection de la panne, sa localisation et l'identification de la cause >>

### I.12.1 Méthode de diagnostic

Si la prise de décision conduit a déclaré le processus défaillant, il convient alors de sélectionner une méthode de diagnostic

Les méthodes de diagnostic sont :

- Les méthodes internes;
- Les méthodes externes;
- Les méthodes inductives;
- Les méthodes déductives.

### **I.12.2. L'analyse de Défaillance**

#### **I.12.2.1. Analyse quantitative**

L'analyse quantitative d'un historique va permettre de dégager des actions d'amélioration, donc d'identifier les défaillances à approfondir afin de les corriger et les prévenir, analyser quantitativement les résultats des diagnostics constitue ainsi un axe de progrès, les données chiffrées à saisir deviennent être les suivants :

- Dates des interventions correctives (jour/ heure) et nombre de défaillances;
- Temps d'arrêt de production, tous les événements sont systématiquement consignés, même les plus anodins;
- durées d'intervention maintenance (TTR = Time To Repair) et leur moyenne (MTTR).

#### **a- Méthode ABC (Diagramme de Pareto)**

La méthode ABC apporte une réponse. Elle permet l'investigation qui met en évidence les éléments les plus importants d'un problème afin de faciliter les choix et les priorités. On classe les événements (pannes par exemple) par ordre décroissant de coûts (temps d'arrêts, coût financier, nombre, etc.), chaque événement se rapportant à une entité. On établit ensuite un graphique faisant correspondre les pourcentages de coûts cumulés aux pourcentages de types de pannes ou de défaillances cumulés. Sur le schéma figure 6.2, on observe trois zones [12]

- **Zone A** : 20% des pannes occasionnent 80% des coûts;
- **Zone B** : les 30% de pannes supplémentaires ne coûtent que 15% supplémentaires;
- **Zone C** : les 50% de pannes restantes ne concernent que 5% du coût global.

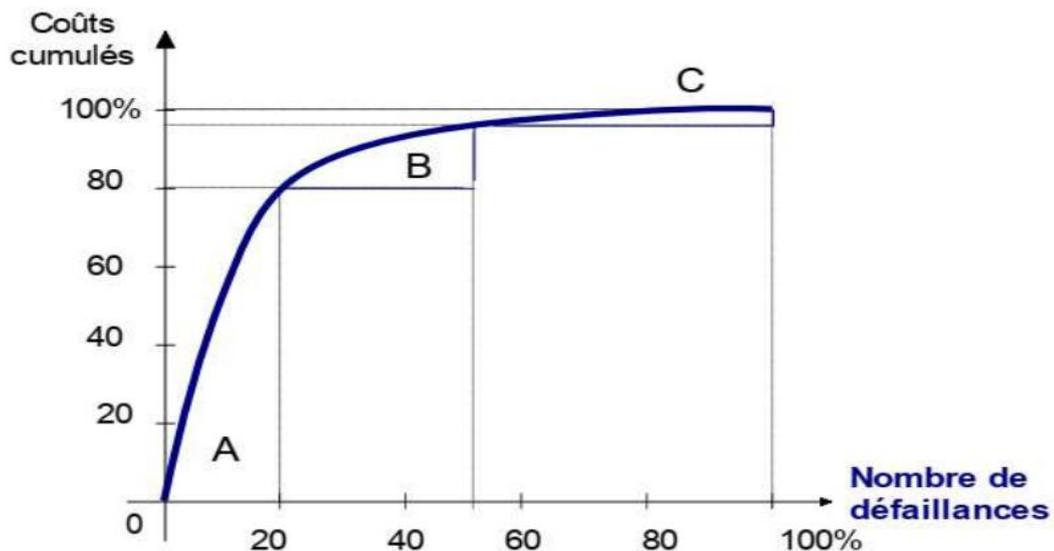


Fig.1.3. Diagramme de la méthode ABC

En maintenance cette méthode est très utile pour déterminer les urgences ou les tâches les plus rentables, par exemple : [13]

- S'attacher particulièrement à la préparation des interventions sur les défaillances les plus fréquentes et/ou les plus coûteuses (documentation, gammes opératoires, contrats, ordonnancement, etc.);
- Rechercher les causes et les améliorations possibles pour ces mêmes défaillances;
- Organiser un magasin en fonction des fréquences de sortie des pièces (nombre de pièces et emplacement);
- Décider de la politique de maintenance à appliquer sur certains équipements en fonction des heures et des coûts de maintenance.

**But :** Le diagramme **A.B.C(PARETO)** permet de visualiser l'importance relative des différentes parties ou catégories d'un ensemble précédemment analysé et chiffré sous la forme d'un classement et d'une hiérarchisation. [14]

#### b- Abaque de Noiret

L'abaque de Noiret est un outil de calcul scientifique qui permet d'orienter le choix de la politique de maintenance en fonction

- des caractéristiques de l'équipement;
- de son utilisation.

Le résultat en est une recommandation offrant trois options possibles :

- préventif recommandé;
- préventif possible;
- préventif non nécessaire.

**Principe :**

L'abaque de Noiret est basé sur les critères suivants :

- l'âge de l'équipement;
- son l'interdépendance : dans quelle mesure est-il vital pour la production;
- son coût;
- sa complexité et son accessibilité;
- sa robustesse et sa précision;
- son origine : France ou Etranger;
- son utilisation dans le temps;
- les conséquences de ses défaillances sur les produits;
- les délais de production qui lui sont liés.

**c- Tableau à coefficient**

Basé sur les mêmes critères que l'abaque de Noiret mais avec des points coefficients en considérant que le total des points obtenus se situait dans trois zones :

- **Première zone** en dessous de 500 points : pas de nécessité du préventif;
- **Deuxième zone** entre 500 et 540 points : possibilité du préventif;
- **Troisième zone** au-dessous de 540 points : le préventif est nécessaire.

**I.12.2.2. Analyse qualitative****A- Diagramme Cause-Effets**

Cet outil a été créé par **Ishikawa**, professeur à l'Université de TOKYO dans les années 60 et concepteur d'une méthode de management de la qualité totale. Le diagramme causes-effet est une représentation graphique du classement par familles de toutes les causes possibles pouvant influencer un processus. Ces familles de causes au nombre de 5 engendrent la non qualité dans un processus de fabrication. Leur nom commence par la lettre M d'où l'appellation 5M. Ishikawa a proposé une représentation graphique en « arête de poisson »

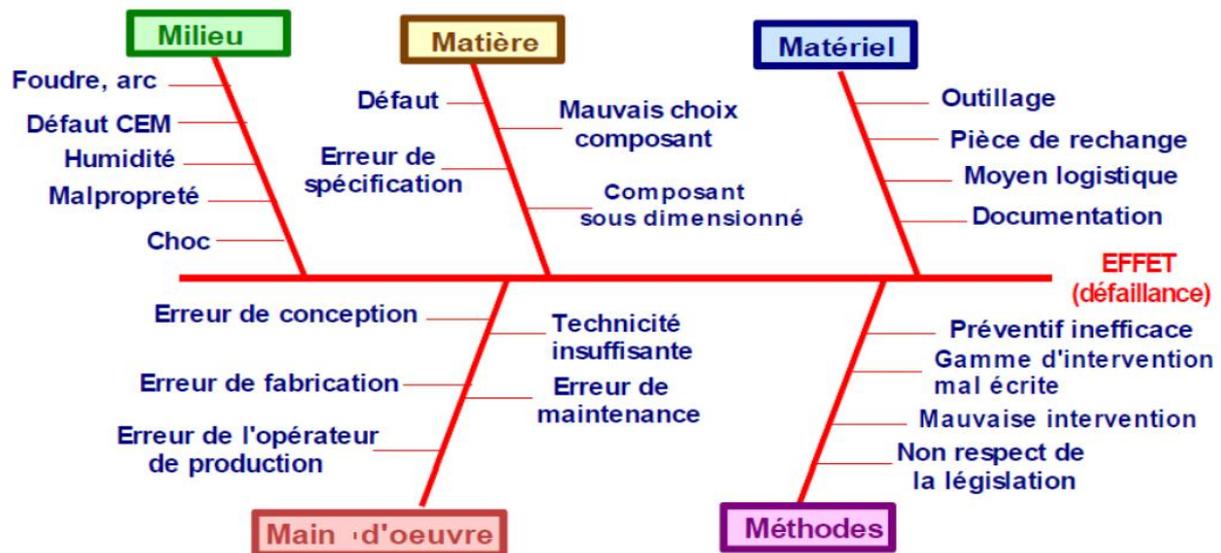


Fig.1.4. méthode d'ISHIKAWA (5 M) [15]

On peut adapter cet outil à l'aide au diagnostic de la manière suivante: [15]

- définition de l'effet étudié en regroupant le maximum de données;
- recensement de toutes les causes possibles ; le brainstorming est un outil efficace pour cette phase de recherche;
- classement typologique des causes;
- hiérarchisation des causes dans chaque famille par ordre d'importance.

**But :** Analyser et visualiser le rapport existant entre un problème (effet) et toutes ses causes possibles. Le diagramme d'Ishikawa est un outil graphique qui sert à comprendre les causes d'un défaut de qualité [14]

### B- Arbre de défaillances

C'est un diagramme déductif qui va de l'effet vers la cause et qui a pour objet de rechercher toutes les combinaisons de défaillances élémentaires (primaires) pouvant déboucher vers une panne.

- **Symbolisme :** Cet outil utilise un symbolisme qu'on utilise également sur les circuits logiques. On parle aussi de logigramme de dépannage. Ce symbolisme est donné à la figure;

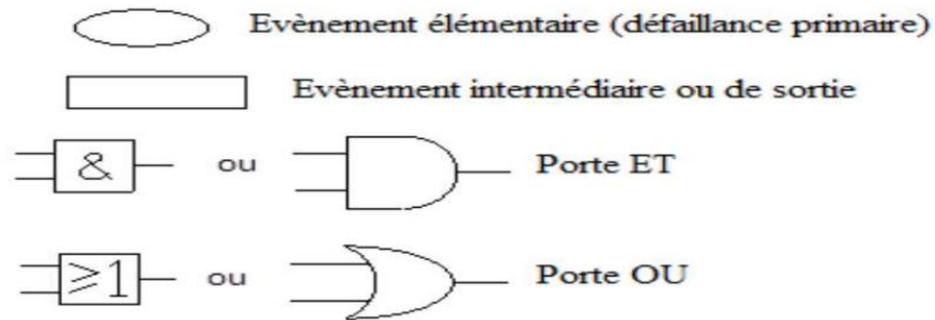


Fig.1.5. Symboles de l'arbre de défaillance [15]

- **Construction de l'arbre de défaillances :** Pour construire un arbre de défaillance, on peut utiliser l'organigramme de la Fig.1.6. Notons que cette construction est tout à fait qualitative [15]

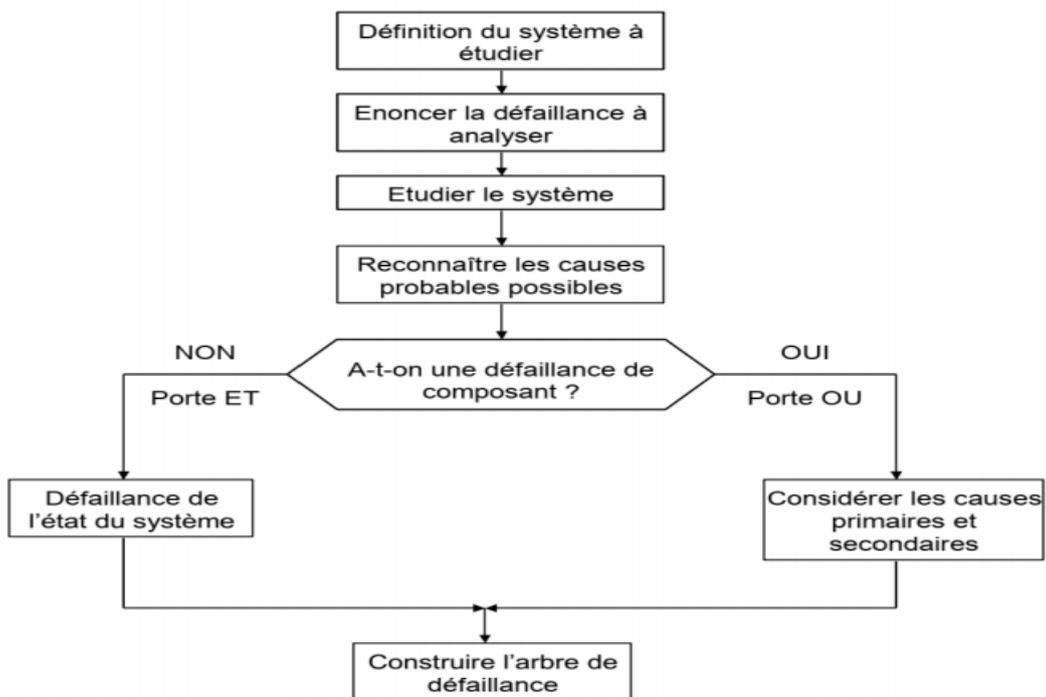


Fig.1.6. Arbre de défaillance [15]

### I.12.3. Analyse AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances de leur Effet et de leur Criticité)

L'AMDEC est une méthode qualitative et inductive qui définit une règle ou une loi à partir de l'expérience : un raisonnement inductif visant à identifier les risques de pannes potentielles contenues dans un avant-projet de produit ou du système, quelles que soient les technologies, de façon à les supprimer ou à les maîtriser (norme AFNOR X 60-510 de décembre 1986). [16]

**a- Les mots relatifs à l'AMDEC : sont**

- **Fréquence (F) :** Fréquence d'apparition de la défaillance : elle doit représenter la probabilité d'apparition du mode de défaillance résultat d'une cause;
- **Détection (D) :** Fréquence de non détection de la défaillance : elle doit représenter la probabilité de ne pas détecter la cause ou le mode de défaillance avant que l'effet survient;
- **Gravité (G) :** Gravité des effets de la défaillance : la gravité représente la sévérité relative à l'effet de la défaillance;
- **Criticité (C) :** Elle est exprimée par l'indice de priorité risque.

$$C = F.G.D \dots \dots \dots I.1$$

**But:** L'AMDEC doit analyser la conception du moyen de production pour préparer son exploitation afin qu'il soit fiable et maintenable dans son environnement opérationnel pour parvenir à ce but, le propriétaire de l'installation exige :[17]

- Quelle soit intrinsèquement fiable ;
- De disposer des pièces de rechange et des outillages adaptés;
- De disposer des procédures ou aides minimisant les temps d'immobilisation du moyen par la diminution du temps d'intervention (diagnostique, réparation ou échange, et remise en service);
- Que les personnels (d'exploitation et de maintenance soient formés, qu'une maintenance préventive adaptée soit réalisée, afin de réduire la probabilité d'apparition de la panne.

**b- Types d'AMDEC**

Il existe globalement trois types d'AMDEC suivant que le système analysé est :[18]

- Le produit fabriqué par l'entreprise ;
- Le processus de fabrication du produit de l'entreprise ;
- Le moyen de production intervenant dans la production du produit de l'entreprise.

Ce sont :

1. AMDEC- Produit ;
2. AMDEC- Process ;
3. AMDEC- Moyen de production.

**c- Les étapes nécessaires pour une méthode AMDEC complète**

La méthode s’inscrit dans une démarche en huit étapes comme suit

- **Étape 1** : La constitution d’une équipe de travail;
- **Étape 2** : Analyse fonctionnelle;
- **Étape 3** : L’étude qualitative des défaillances;
- **Étape 4** : L’étude quantitative;
- **Étape 5** : La hiérarchisation;
- **Étape 6** : La recherche des actions préventives/correctives;
- **Étape 7** : Le suivi des actions prises et la réévaluation de criticité;
- **Étape 8** : La présentation des resultants.

**Exemple**

**Tableau.1.2.** tableau d'AMDEC

Analyse des Modes de Défaillance de leur Effets et de leur Criticité										
SYSTÈME : Système de graissage de machine outil sous système : pompage de lubrifiant				phase de fonctionnement		Date d'analyse				
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de la défaillance	détection	Criticité				Action corrective
						F	D	G	C	
moteur	Entrainer la pompe	Pas de rotation	Pas d'alimentation	Arrêt de production	Visuel	1	2	4	8	
		Absence de commande		Arrêt de production	Visuel	21	2	4	168	MPS
		Moteur HS		Arrêt de production	Visuel	2	2	4	16	PR: moteur
		Rotation inversée	Erreur de câblage	Arrêt de production	Visuel	1	2	12	24	D
Crépine d'aspiration	Filtrer le lubrifiant	Colmatage partiel ou total	Présence d'impuretés diverses au remplissage	Arrêt machine Mano	Visuel	1	3	3	9	MR
		Mauvais filtrage	Détérioration crépine	Usure pompe		1	2	3	6	
Pompe	Entraine la bande	Pas de débit	Rupture accouplement	Arrêt machine Mano		1	43	4	1612	PR

			Rupture interne	Arrêt machine Mano		1	4 3	4	1612	PR MR
		Débet insuffisant	Usure interne	Arrêt machine Mano		1	4	3 2	168	MPT
Circuit pompe	Etablir la liaison entre la pompe et les soupapes	Obturation	Impureté dues à l'usure	Arrêt machine Mano	Visuel	1	4	3	12	MPT

Cet arrêt machine est commandé par le manocontact si la pression dans le circuit primaire est insuffisante à la fin de cycle de graissage

### Légende

**D** : divers;

**MPT** : maintenance préventive trimestrielle;

**MPS** : maintenance préventive semestrielle;

**MPA** : maintenance préventive annuelle;

**MR** : modification à réaliser;

**PR** : pièce de rechange.

### Conclusion

Ce chapitre comprends une généralité sur la maintenance industrielle, ses étapes et principes pour détecter la panne, ainsi que les diagnostics des installations industrielles.

Dans toute entreprise bien structurée, le service maintenance accomplisse avec un maximum d'efficacité et au coût minimum, l'ensemble des travaux inhérents à sa fonction

La maintenance doit assurer la rentabilité des investissements matériels de l'entreprise en maintenant le potentiel d'activité et en tenant compte de la politique définie de l'entreprise.

**Chapitre II : Moyens  
de transport dans les  
mines à ciel ouvert**

## **Chapitre II : Les moyens du transport dans les mines à ciel ouvert**

### **Introduction**

Dans les carrières ou les mines à ciel ouvert l'objectif de transport est le déplacement des charges « soit minéraux utiles, soit roches stériles » depuis les fronts de travail vers les lieux de déchargement (stocke, usine de traitement, station de concassage) pour les substances utiles, et les terrils pour les roches encaissantes (stériles). Dans ce chapitre on distingue les engins qui assurent le transport en continu (convoyeurs à bandes), et ceux qui réalisent des transports en discontinu (les tombereaux articulés, les tombereaux rigides, les décapeuses, les chargeuses sur pneumatiques, les bouteurs).

### **II .1. Définition générale de transport**

Le transport est un déplacement de marchandise ou de personne, effectué au moyen d'un certain mode de transport.ces modes sont, de nos jours, le transport routier, ferroviaire, maritime, fluvial et aérien.

Les moyens de transport c'est-a-dire tous ce qui permet de transporter, de transmettre, de propager

### **II.2. Le transport dans les mines à ciel ouvert ou les carrières**

Un des processus principaux dans la mine à ciel ouvert est le transport des minéraux utiles et des roches stériles, dont le pourcentage dans le prise de revient total d'exploitation 30 à 50%.

Le transport de carrière prédéterminé le mode d'ouverture du gisement, le choix de la méthode d'exploitation, des équipements minier, le mode mine à terril...etc.

Le but principal du transport dans la carrière est le déplacement de la masse minière des chantiers au point de déchargement qui sont les terrils pour les roches stériles et les stocks ou les trémies de réception des usines de traitement pour les minéraux utiles.

Le transport des roches abattues dans carrière de l'Ouenza s'effectue par la combinaison suivante :

**Camions-Convoyeur-Train.**

Dans cette catégorie on distingue les engins qui assurent le transport en continu, convoyeurs à bandes, et ceux qui réalisent des transports en discontinu.

**a. transports continus**

- ✓ les transporteurs a bande.

**b. transports discontinus**

- ✓ les tombereaux articule (dumpers articule);
- ✓ les tombereaux rigides(dumpers rigides);
- ✓ les decapeuses (scrapers);
- ✓ les chargeuses sur pneumatique;
- ✓ les boteurs (bulldozer).

Différents systèmes, combinaisons entre un engin de chargement et un engin de transport ou deux engins de même type sont envisageables, chaque combinaison ayant un domaine d'application bien défini.

Dans cette présentation nous analyserons : les matériels de chargement, les matériels de transport et les combinaisons d'engins les plus courantes

### **II.3. Utilisation Habituelle de ces matériels**

Dans ce paragraphe nous allons dresser une liste, par engin, des applications les plus courantes des matériels énumérés ci-dessus. Les chapitres suivants traiteront en détails des possibilités de chacun et de diverses combinaisons de matériels possibles.

#### **II.3.1. Transport sur des distances inférieures à 200 m**

##### **II.3.1.1. Les Boteurs (bulldozer)**

Les boteurs sont les matériels privilégiés lors de refoulement de matériaux sur courtes distances. En effet, ils sont bien adaptés à tous les matériaux, à toutes les conditions de roulage, leur lame de refoulement ce charge rapidement, mais leur distance de transport est limitée à 80 à 100 m au maximum sauf cas particuliers. [19]



**Fig.1.1. Belle à chenille [19]**

Le boteur se charge rapidement en roches meubles. Il est utilisé pour refouler les matériaux sur des distances courtes de l'ordre de 40 à 100 m. maximum pour les équipements sur chenilles. Dans cette fonction il faut porter attention aux points suivants : Le choix de la lame et le nombre de vérins de dévers est important. Pour le refoulement de matériaux de carrières on utilisera une lame droite avec joues latérales dites lame " semi U " avec doubles vérins de dévers hydrauliques ; La pente a une influence le rendement.

**Exemple** : Sur une pente de 10% la production varie de plus ou moins 20% suivant que l'on refoule en descendant ou en montant. [19]

### **II.3.1.2. Chargeuses sur pneumatiques**

L'utilisation des chargeuses sur pneumatiques peut être une solution pour transporter des matériaux à moins de 200 m. Les chargeuses sur pneumatiques sont utilisées pour le chargement et le transport en carrière lorsqu'elles sont équipées de concasseurs mobiles. Elles peuvent encore être employées après le concasseur, pour constituer des stocks de granulats. En effet les chargeuses sur pneus sont très mobiles leur vitesse de déplacement pratique pouvant être de 25 à 30 km/h. L'utilisation, économiquement rentable, des chargeuses sur pneus en chargement transport est limitées à des distances ne dépassant pas 150 m sauf exception. Bien entendu, dans ces applications de roulage, il est conseillé d'équiper ces matériels d'un dispositif "anti-tangage" qui améliore beaucoup le confort de conduite, la longévité des organes de transmission et la structure de ces chargeuses. [20]



**Fig.2.2.** Chargeuse sur pneumatique [20]

### **II.3.1.3. Décapeuses sur chaines**

Ces matériels peu utilisés, en Europe, mais peuvent présenter un avantage dans les cas suivants :

- Distances de transport très court;
- Matériaux meubles;
- Fortes résistances au roulement ou pente importante. [20]

### **II.3.1.4. Tombereaux sur chaines**

Ces matériels très peu utilisés en Europe ont une application dans les cas suivants :

- Distances de transport très court;
- Tous types des matériaux;
- Fortes résistances au roulement ou pente importante. [20]

## **II.3.2. Distances de transport supérieur à 200 m**

### **II.3.2.1. Les décapeuses ou scrapers**

Ces machines réalisent à la fois l'extraction par couche de 20 à 25 cm. Le transport sur des distances de 100 à 2000 m. et le déversement. Les décapeuses peuvent être tractées ou automotrices. Ce dernier cas est le plus courant. On les utilise en tandem, une machine poussant ou tractant l'autre durant la phase de raclage. Lorsque la machine travaille en « solo » un buteur assure la phase chargement (ripage) sauf en terrain très meuble. [19]



**Fig.2.3.** Décapeuses ou scrapers [19]

Leurs principales utilisations sont :

- L'extraction des terres végétales avant exploitation à ciel ouvert;
- Les terrassements de routes et de plates-formes;
- L'extraction des stériles de recouvrement, en général après travail au ripper. [19]

Les bennes de décapeuses d'une conception très différente, ces bennes, moins robustes que celles des autres matériels de transport sont adaptées au chargement par le fond de matériaux meubles ou bonne granulométrie. [20]

### **II.3.2.2. Les tombereaux**

- **Tombereaux à châssis rigides**

Les tombereaux rigides couramment utilisés en carrière et Travaux publics sont des engins à 4 ou 6 roues avec un essieu moteur. Leur capacité utile est très variable, elle va de 25 à 150 tonnes. Il existe même des prototypes de 320 t. Quelques engins de 200 t sont déjà en service. Les pentes couramment admises pour les montés en charge sont de 8% avec un maximum de 10 à 12% sur de très courtes distances. Les performances dépendent étroitement de la qualité des pistes, pente, courbe, largeur, état d'entretien etc. et de l'aménagement des points de déversement. [19]



**Fig.2.4.** Tombereaux à châssis rigides [19]

Ils sont particulièrement recommandés :

- En mines et carrières;
- En transport des matériaux rocheux ou abrasif;
- Sur les chantiers de terrassement importants qui justifient la création de bonnes pistes.

Les seules limitations à leur utilisation sont :

- Ouvertures de chantiers lorsque les pistes ne sont pas faites;
- Roulage sur des pistes avec de fortes résistances au roulement supérieur à 5% ;
- Grandes distances de transport, supérieures à 5000 m. [20].

Les bennes des tombereaux rigides sont très polyvalentes et s'adaptent bien à tous types de matériaux. Ces bennes, qui peuvent être renforcées facilement, sont particulièrement bien adaptées au transport de matériaux rocheux et abrasifs.

La plupart des constructeurs offrent sur cette taille de tombereaux deux types de bennes :

- **Les bennes à fond plat** : qui sont particulièrement bien adaptées aux carrières de roche dures et abrasives. Le vidage est plus régulier et l'usure de la partie arrière de la benne est moindre. (Réchauffage de benne ne possible par échappement lors de travaux dans matériaux collants);
- **Les bennes à double déclive** : qui sont mieux adaptées aux travaux traditionnels de terrassement. La charge est mieux centrée et la « queue » arrière est plus relevée pour mieux retenir les matériaux dans les pentes. Par contre le vidage est moins régulier avec une usure importante de la partie arrière de la benne dans les matériaux abrasifs. (Réchauffage de benne possible par échappement lors des travaux dans matériaux collants). [20]

- **Les tombereaux à châssis articulés**

La dernière décennie a vu se développer ce type de matériel en carrière et découverte alors qu'il était jusqu'alors plutôt réservé aux chantiers de TP et aux exploitations souterraines. Ils ont en général un châssis articulé oscillant ce qui leur confère une excellente maniabilité et une meilleure adhérence au sol. Comme ils ont en général 4 ou 6 roues motrices mieux retenir les matériaux dans les pentes. Par contre le vidage est moins régulier avec une usure importante de la partie arrière de la benne dans les matériaux abrasifs. (Réchauffage de benne possible par échappement lors des travaux ils peuvent évoluer en mauvais terrains sans trop de difficulté en particulier pour les montés en charge. [19]



**Fig.2.5.** Les tombereaux à châssis articulés [19]

Leurs emplois sont conseillés dans les applications suivantes :

- Sur pistes avec des fortes résistances au roulement;
- Lorsque les zones de chargement et de vidage sont étroites et difficile;
- En transport de matériaux avec bonne granulométrie et peu abrasifs;
- Sur des distances de transport moyennes de (200 à 2000 m). [20]

Les bennes de ces tombereaux sont d'une conception très différentes des de celles des tombereaux rigides. Par contre ces bennes sont plus longues, plus étroites et plus basses que les bennes des camions rigides. Cependant la largeur de la benne, et l'application de ces tombereaux sur des terrains plus souple, nous fait privilégier une association avec les pelles en « rétro » au chargement.

Ces bennes peuvent être équipées de réchauffage pour réduire le colmatage fréquent et, comme les tombereaux rigides, elles peuvent être équipées de portes arrières, soit hydrauliques soit mécaniques de type « ciseaux ».

Ces bennes sont particulièrement bien adaptées au terrassement et déconseillées en matériaux rocheux de par leur forme qui augment l'abrasion des tôles arrières.

Enfin, ce seront des bennes plus difficiles à renforcer avec, au moins 5 tôles différentes. Ne pas oublier de minorer la charge utile du tombereau du poids des renforts. [20]

### II.3.3. Chargement des engins de transport

#### II.3.3.1. Généralités

Lorsqu'on aborde ce problème on doit avoir à l'esprit qu'il faut réduire au maximum le temps d'immobilisation de l'engin de transport. On détermine avec soin le rapport entre le volume du godet et la charge utile du camion en fonction des conditions locales de chantier. Il en est de même pour les caractéristiques des machines de chargement, hauteur de déversement, force de levage, force de cavage etc. Tous ces paramètres seront étudiés dans les chapitres suivants consacrés à l'étude particulière de la productivité de chaque machine.



**Fig.2.6.** Chargement des engins de transport [19]

### II.3.3.2. Les chargeuses sur pneumatiques

Ces machines sont identiques à celles utilisées en " **chargement- transport** " sur des distances faibles. Lorsqu'elles sont utilisées pour charger un engin de transport, en général des tombereaux articulés ou non on peut dans une certaine mesure adapter la chargeuse aux dimensions de l'engin de transport en particulier les hauteurs de levage et les capacités de godet.

En conditions d'adhérence précaires il est possible d'adapter des systèmes de chaînes ou de tuiles pour réduire l'usure des pneus et améliorer la pénétration au tas. Toutefois dans ce cas particulier il est préférable d'orienter le choix de la machine vers une chargeuse sur chenille, tracteur à chaînes qui, présente un meilleur potentiel de productivité en terrains difficiles. [19]

### II.3.3.3. Les chargeuses sur chenilles

Ce matériel est l'évolution d'un tracteur sur chaînes équipé d'un système à godet chargeur. Son utilisation principale consiste à extraire les matériaux du tas abattu en roches massives lorsque les conditions locales de granulométrie et/ou de foisonnement sont mauvaises ou médiocres. Ce type de matériel est également bien adapté à l'extraction directe des matériaux alluvionnaires secs ou humides. [19]

### II.3.3.4. Les pelles à câbles sur chenilles

La pelle à câbles a été et reste malgré la montée en puissance des pelles hydrauliques l'engin de chargement des grandes mines à ciel ouvert. Pour des pelles de 3 à 30 m<sup>3</sup> de godet il existe sur le marché mondial 8 constructeurs qui proposent environ 40 modèles de poids de 100 à 1500 tonnes. Les progrès ont été très rapides durant la dernière décennie.



**Fig.2.7.** Les pelles à câbles sur chenilles [19]

### II.3.3.5. Les pelles hydrauliques

Cet autre type de pelles a connu ces dernières années un développement considérable. Initialement conçues pour les chantiers de travaux publics ces machines se sont imposées en carrière et découverte grâce à leur souplesse d'emploi due à la transmission hydraulique.

Les possibilités de travailler en butte ou en rétro à diverses hauteurs offre au mineur un choix de solutions techniques qui en font un outil polyvalent. Par ailleurs sa force de pénétration élevée ainsi que le mouvement de cavage du godet conduit assez fréquemment la suppression de l'abattage à l'explosif et par voie de conséquence une diminution significative du coût d'extraction.



**Fig.2.8.** Les pelles hydrauliques [20]

### II.3.3.6. Les draglines

Le parc de ces matériels s'est considérablement réduit au cours de ces vingt dernières années sous la concurrence des pelles hydrauliques. L'équipement dragline est cependant toujours utilisé pour les grands travaux de découverte des mines à ciel ouvert en Amérique du Nord, Afrique et Australie. En France ces matériels sont presque exclusivement réservés à l'extraction de gisements alluvionnaires en eau.

A sec l'avantage de la dragline sur la pelle hydraulique réside dans le fait que l'on peut stocker des quantités importantes de matériaux grâce à la hauteur de gerbage et la portée importante de ces machines. Il devient alors possible d'extraire des tranches importantes de gisement que l'on pourra par la suite homogénéiser en fonction de la demande du marché. [21]



**Fig.2.9.** Les draglines. [21]

## **II.4. Transport par matériels fixes (continu)**

Le minerai concassé sera transporté depuis les mines jusqu'à l'installation de traitement par le biais de convoyeurs installés le long de la crête. Le système de convoyeur sera composé de convoyeurs au niveau du sol installés sur des tréteaux bas permettant un accès aisé au mécanisme de convoyeur. [22]

### **II.4.1. Les transporteurs (Les convoyeurs) à bande**

Les convoyeurs sont utilisés pour le transport des roches tendres ou des produits bien fragmentés. La pente admissible pour Les convoyeurs à bandes est de ( $18^\circ$  à  $20^\circ$ ), la largeur de la bande varie entre (800 à 3000 mm) avec une vitesse de (3 à 6 m/s) étant donnée le rendement important des convoyeurs, la production de la carrière doit être grande pour justifier les dépenses d'investissement pour ce genre de transport.

Suivant l'endroit où les convoyeurs sont installés et leur usage, on distingue :

- Les convoyeurs de taille;
- Les convoyeurs de concentration ;
- Les convoyeurs d'élévation. [23]



**Fig.2.10.** Convoyeur à bande [23]

#### **II.4.1.1. Eléments constitutifs d'une bande transporteuse**

Les bandes transporteuses sont essentiellement constituées d'une carcasse textile ou métallique destinée à supporter les efforts liés au fonctionnement et de revêtement assurant la protection de la carcasse et la résistance à l'usure vis-à-vis des contacts extérieurs. [20]

##### **II.4.1.1.1. La carcasse**

###### **a) Définition**

Les carcasses sont composées soit de plis de tissus, soit de nappes de câble (textile ou acier), de résistance et de modules d'élasticité appropriés. [20]

Dans le sens longitudinal, on utilise le terme chaîne ; et dans le sens transversal, trame

Les tôles des courroies transporteuses de même matériau en chaîne et en trame ou en matériaux différents, chacun des matériaux est désigné par un symbole EP ou E signifie polyester en chaîne et P polyamide en trame.

Nous donnons un matériau de carcasse le plus employé : Polyester Polyamide EP : les toiles EP sont constituées de polyester en chaîne et de polyamide en trame. Cette combinaison assure à la toile des propriétés apportant des avantages suivants :

- Résistance élevée par rapport au poids;
- Grande résistance aux impacts;
- Allongement minime ;
- Grande flexibilité et bonne formation à l'auge;
- Insensibilité à l'humidité et aux micro-organismes. [24]

**b) Fonctions**

La carcasse a pour fonctions d'une part de transmettre et d'absorber les efforts auxquels est soumise la bande. Il s'agit des efforts de traction transmis par le tambour moteur; d'autre part, la carcasse doit absorber les impacts produits au chargement de la matière sur le transporteur ou au passage de la bande chargée des matières sur les rouleaux porteurs. [24]

**II.4.1.1.2. Le revêtement**

Il a pour fonctions de protéger la carcasse et d'assurer les frottements nécessaires entre la bande et le tambour moteur et entre la bande et la matière transportée. Le revêtement doit résister à la fois aux effets de la matière transportée et aux intempéries. Cette double fonction nécessite l'emploi des types de revêtement qui répondent aux impératifs de résistance à l'abrasion, aux huiles et à la chaleur, ou qui possèdent une combinaison de deux ou plus de ces propriétés. [24]

Les revêtements protègent donc la carcasse de la bande avec :

- Leur résistance à l'abrasion (en  $\text{mm}^3/\text{m}$ );
- Leur résistance à la traction (en MPa);
- Leur % d'allongement à la rupture;
- Leur résistance aux produits :
  - chauds (150 °C, 180 °C, 220 °C avec pointes à 400 °C)
  - gras (d'origines végétales et animales / d'origines minérales) ou la nécessité que la bande soit auto-extinguible (norme ISO 340). [23]

**a) Les revêtements et leur utilité**

La bande est généralement composée de 2 revêtements :

- le revêtement supérieur en contact avec le produit;
- le revêtement inférieur en contact avec les rouleaux et les tambours.

Les revêtements sont exprimés en mm d'épaisseur. [23]

**b) Grandes familles de revêtement**

- Uniquement Anti-abrasif;
- Anti-chaleur;
- Anti-gras;
- Auto-extinguible. [23]

#### II.4.1.2. Les avantages de transport par bande

Les avantages de transport par bande par rapport aux autres modes de transport sont

- Simplicité ;
- Facilité d'entretien ;
- Rendement remarquable;
- Transport continu ;
- Réduction des travaux en tranchées ;
- Possibilité d'automatisation. [23]

#### II.5. Choix des moyens de transport

Le transport dans la carrière prédéterminer dans une large mesure; le mode d'ouverture du gisement, la méthode d'exploitation et le mode de la mise à terrils; il représente des dépenses très considérables qui peuvent aller de 20% à 30% du prix de revient total d'exploitation. Il est caractérisé par :

- le débit à transporter;
- la distance comprise entre le front de travail et le point de déchargement;
- la matière à transporter.

Le choix des moyens de transport dépend des facteurs principaux suivants :

- La production de la carrière;
- La distance de transport ;
- Du type d'engins de chargement ;
- Des caractéristiques de la masse minière a transportée;
- Des conditions géologiques du gisement ;
- Des dimensions de la carrière .

Actuellement le transport par camion est le plus répandu vu la simplicité de construction des engins, la manœuvrabilité, la possibilité de surmonter la pente élevée allant jusqu'à 15%, la simplicité d'organisation de travail caractérisent fort bien le mode de transport par camion.

Le volume de la benne du camion sur le volume du godet de l'excavateur est un rapport qui dépend de la distance de transport, à partir de ces conditions on aboutit à un choix rationnel des camions assurant la production planifiée de la carrière. Pour les carrières de grande productivité il convient de choisir des camions de grande capacité de charge. [21]

## **Conclusion**

Les moyens de transport ont une importance majeure pour développer et simplifier le travail dans les mines et carrière.

Dans ce chapitre, nous avons introduit les moyen de transport utilisable pour les opérations de transports soit d'un transport discontinue comme les engins et ceux qui réalisent des transports en continu comme le convoyeurs à bandes.

**Chapitre III :**  
***Généralité sur le***  
***convoyeur à bande***

## **Chapitre III : Généralité sur le convoyeur à bande**

### **Introduction**

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**.

Il y'a des plusieurs types des convoyeurs, et chaque type est spécifier dans son domaine d'utilisation

Dans les mines à ciel ouvert ou les carrières le convoyeur à bande joue un rôle vital pour simplifier l'opération de transport des produits (minerai, ...)

### **III.1. 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 moyen 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 Lapointe (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 [25].

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 Shelby (Angleterre) d'un tronçon de 14,930 km [26, 27,28].

Actuellement, les convoyeurs à bande sont considérés comme un moyen essentiel du transport continu dans les entreprises minières et industrielles, le taux de convoyeurisation ne 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 découverte, alors qu'en 1990 il passe directement à 30% [26].

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 [29].

Pour l'année 1980, à lui seul l'ex-URSS a évacué 200 millions de roches tendres par l'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 [30,31].

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 EDMEND BARIQUAND dans lequel les auteurs considèrent seulement les transporteurs de grand franchissement rectilignes ou curvilignes.

**Tableau.3.1.** Transporteurs de grand franchissement [31]

<b>Pays</b>	<b>Longueur (m)</b>	<b>Dénivelée (m)</b>	<b>Puissance (ch.)</b>	<b>Produite</b>	<b>Débit (t/h)</b>	<b>Largeur (m)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>
<b>Grande Bretagne</b>	15000	+1000	14000	Charbon	3200	1.300	8.4
<b>France</b>	13172	-27	2250	Mi-Nickel	800	0.800	4.0
<b>Sahara Occidental</b>	11600	-10	2000	Phosphate	2000	1.200	2.5
<b>Nouvelle Calédonie</b>	11120	-557	1100	Mi-Nickel	600	0.800	3.6
<b>USA</b>	8590	-	4000	Charbon	2500	1.220	4.8

<b>Japon</b>	7732	-	1300	Calcaire	2200	-	-
<b>Grèce</b>	7500	-360	1400	Mi-Nickel	1500	1.000	4.0
<b>Indonésie</b>	6850	+12	1100	Concassé	1100	0.800	4.0
<b>Italie</b>	5785	-72	400	Calcaire	1000	0.800	3.0
<b>Australie</b>	1905	+521	1900	Charbon	600	0.940	3.3
<b>Chili</b>	5600	-	700	Mi-Cuivre	900	-	2.4
<b>Maroc</b>	5355	-	650	Phosphate	600	0.800	3.0
<b>Pérou</b>	5015	-73	1200	Mi-Fer	2000	-	-

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 pentes jusqu'à 18° (45° à 60°) dans des conditions spéciales.

### III.2. Définition du convoyeur

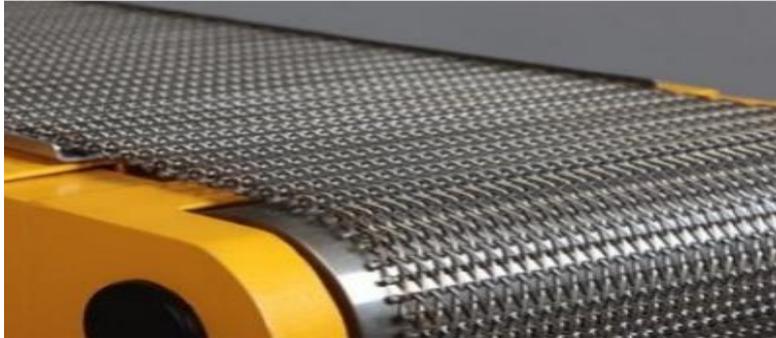
Le convoyeur est un système de manutention automatique qui permet de déplacer des produits finis ou bruts d'un poste à un autre par le mécanisme de transmission de puissance. Cette dernière est transmise d'un arbre moteur vers un ou plusieurs arbres récepteurs par l'intermédiaire de courroies ou de chaînes.

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. [32]

### III.3. Types de convoyeurs

#### III.3.1. Convoyeur à bandes métalliques

Ces convoyeurs sont principalement utilisés dans le domaine de la métallurgie, ils permettent de transporter des pièces coupantes, abrasives, lourdes et à des températures élevées [48].



**Fig.3.1.** Convoyeur à bandes métalliques [48]

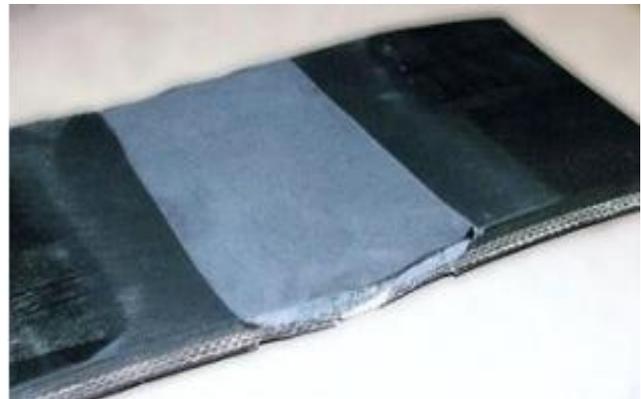
Ces convoyeurs sont particulièrement adaptés à l'évacuation des chutes redécoupés et de copeaux métallique et non ferreux les rendant incompatibles avec un convoyeur magnétique.

#### III.3.2. Convoyeur à bandes textiles

Les bandes transporteuses à carcasse textile ont, suivant leur domaine d'utilisation, des revêtements avec différentes propriétés ainsi que des carcasses textiles à un ou plusieurs plis. Ce sont des produits endurants pour une multitude d'opérations de transport dans la construction mécanique en général, ainsi, que dans de nombreux autres secteurs industriels. [48]



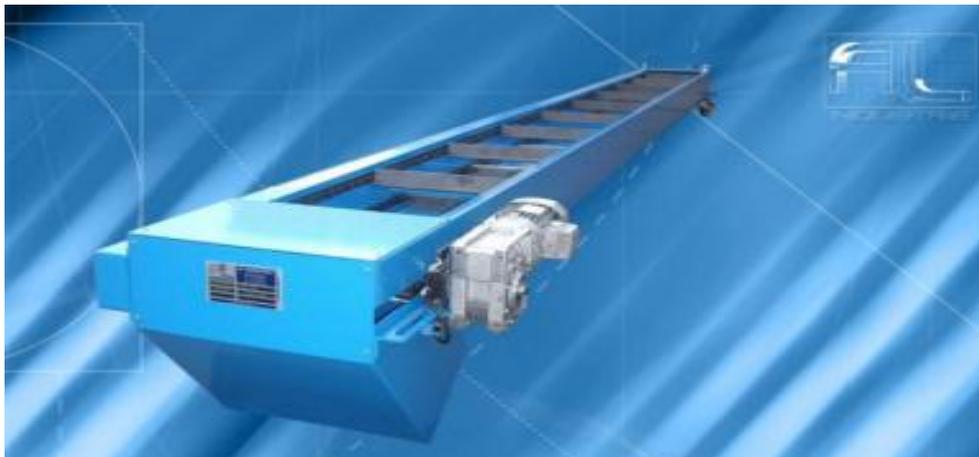
**Fig.3.2.** Convoyeur à bandes textile [48]



**Fig.3.3.** Bande en textile [48]

### III.3.3. Convoyeur à raclette

Le convoyeur à raclette est un engin de transport continu dont l'organe de traction est une chaîne ou deux sans fin portant des raclettes. Lors du déplacement de la chaîne, les raclettes accrochent la matière chargée et la déplacent dans le couloir en tôle dans le sens du mouvement de la chaîne.



**Fig.3.4.** Convoyeur à raclette [48]

Les convoyeurs à raclettes (**fig.3.4**) se composent des éléments suivants [48].

- Tête motrice;
- Chaîne de traction;
- Raclettes;
- Étoile de retour;
- Dispositif de tension;
- Couloir du convoyeur.

### III.3.4. Convoyeur à magnétique

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

Les convoyeurs à tambour magnétique permettent la séparation des particules ou déchets métalliques. Souvent employé en fonderie pour extraire les déchets métalliques d'un transporteur de sable après l'opération de décochage [48].

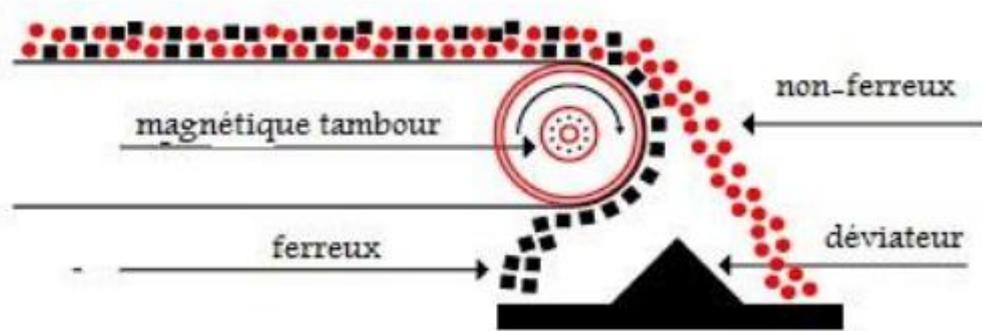


Fig.3.5. Bande magnétique [48]

### III.3.5. Convoyeur à chaîne

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

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

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

L'accumulation est en général non préconisée. Pour le passage d'un convoyeur à l'autre, il est quelquefois conseillé d'imbriquer les convoyeurs entre eux en variant les entre axes des chaînes. L'entraînement des charges est alors assuré en permanence, y compris durant le transfert. [48]



Fig.3.6. Convoyeur à chaîne [48]

### III.3.6. Convoyeur en courbe

Il existe des convoyeurs à rouleaux coniques pour décrire des courbes à 45, 90 et 180°. La conicité des rouleaux est en effet nécessaire pour appliquer au colis u

Une vitesse linéaire différente en fonction de sa position par rapport au rayon de la courbe.

Une autre méthode plus économique, et appliquée généralement aux convoyeurs à rouleaux libres consiste à réaliser plusieurs voies de rouleaux cylindriques, parallèles entre elles, et permettant la différenciation des vitesses. [48]

### III.3.7. Convoyeur à rouleaux

Ils sont utilisés pour le transport ou l'accumulation de produits suffisamment longs pour ne pas tomber entre deux rouleaux. Les colis à transporter doivent être également à fond plats et rigides (voir méthode de détermination dans la rubrique Lien externe) [48].



Fig.3.7. Convoyeur à rouleaux libres [48]



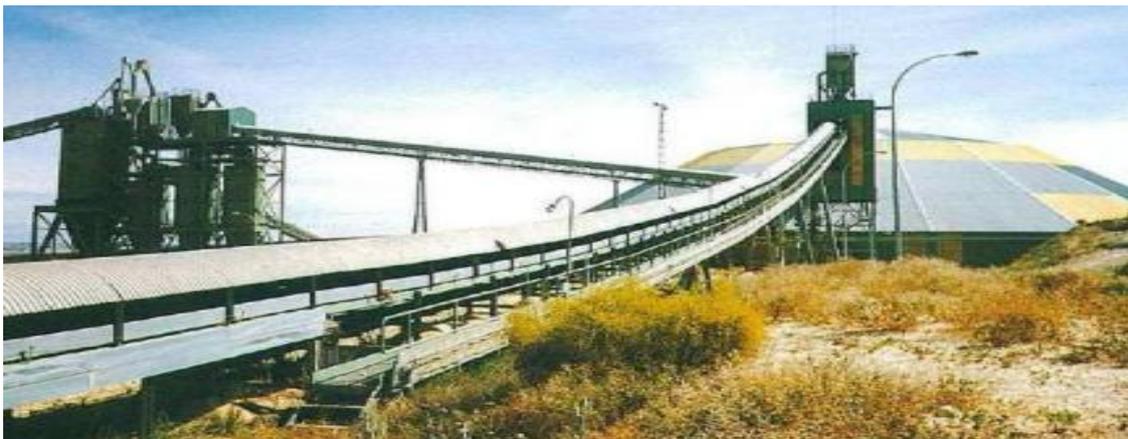
Fig.3.8. Convoyeur à rouleaux conique [48]

### III.3.8. Convoyeur à bande

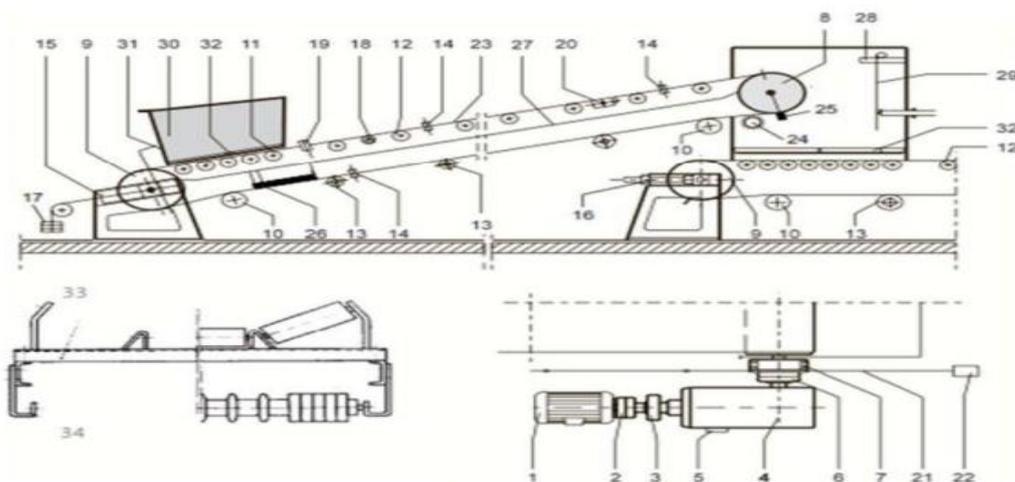
Les convoyeurs à bande (**fig.3.9.**) sont caractérisés par le type de bande transporteuse utilisée (matériaux, texture, épaisseur) et par la position du groupe de motorisation (central ou en extrémité). Dans tous les cas, un convoyeur à bande se compose :

- ✚ D'un tambour de commande et de sa moto réductrice;
- ✚ D'un rouleau d'extrémité;
- ✚ D'un châssis porteur avec une sole de glissement qui assure le soutien de la bande;
- ✚ D'une bande transporteuse.

Les convoyeurs à bande modulaire permettent, grâce à leur bande rigide en acétal, d'accumuler des charges (avec frottement entre la bande et les objets transportés). La bande est en fait une chaîne en plastique qui vient s'engrener dans des pignons également en plastique. En matière de maintenance, l'avantage est de ne pas avoir de centrage et de tension de bande à effectuer, contrairement à un convoyeur à bande classique. [48]



**Fig.3.9.** Vue générale du convoyeur à bande [48]

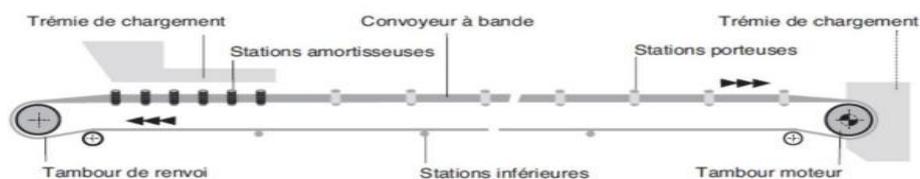


**Fig.3.10.** Convoyeur à bande [48]

1 - Moteur	18 - Compteur vitesse de tapis
2 - Moteur accouplement	19 - Commende réduction de tapis de roulement
3 - Frein	20 - Ceinture direction de poulie avant
4 - Pilote de transmission	21 - Tirer de fil
5 - Anti retour	22 - Interrupteur d'urgence
6 - Rouler d'accouplement	23 - Bande convoyeuse
7 - Roulement de poulie	24 - Rouleau à brosse
8 - Rouler	25 - Grattoir
9 - Filer de poulie	26 - Recaler
10 - Déviation ou repousser poulie	27 - Plaque de couverture
11 - Percussion de poulie avant	28 - Capot
12 - Support de poulie avant	29 - Bar cloison
13 - Retour de poulie avant	30 - Livraison goulotte
14 - Rouleau de guidage	31 - Garniture de goulotte
15 - Compteur de poids	32 - Hotte planche
16 - Vis de graisse	33 - Position de bande supérieure
17 - Contre poids	34 - Position de bande inférieure

### III.4. Composants du convoyeur et leurs dénominations

Le schéma ci-dessous indique les principaux éléments du convoyeur à bande. [33]



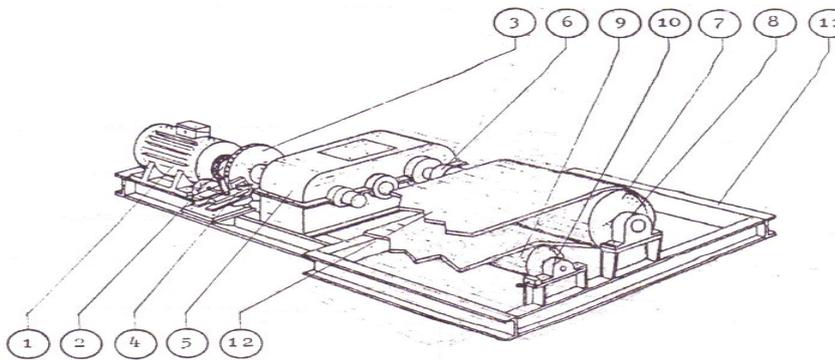
**Fig.3.11.** Schéma de principe d'un convoyeur à bande [33]

### III.4.1. Moto-Réducteur

Dans cette configuration, le moteur, la boîte d'engrenages et les roulements constituent un ensemble complet, enfermé et protégé à l'intérieur d'un carter, qui entraîne directement la bande. Cette solution élimine toutes les complications liées aux transmissions extérieures, couples, etc. [33].

Produire et transmettre l'énergie nécessaire au tambour d'entraînement afin de mouvoir ou de retenir la courroie.

Le système de transmission comprend



**Fig.3.12.** Groupe de commande [33]

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| 1- Moteur.                               | 2- Accouplement moteur réducteur.  |
| 3- Disque de frein.                      | 4- Frein a disque.                 |
| 5- Réducteur.                            | 6- Accouplement réducteur tambour. |
| 7- Tambour de commande (d'entraînement). | 8- Palier.                         |
| 9- Tambour de contrainte.                | 10- Palier.                        |
| 11- Châssis.                             | 12- Tapis transporteur.            |

D'autres configurations sont aussi possibles (notamment l'utilisation de coupleurs ou de moteurs hydraulique) un frein et un ralentisseur peut être intégrés aux éléments mobiles de transmission d'énergie si c'est nécessaire lorsque le convoyeur est en montée ou en descente

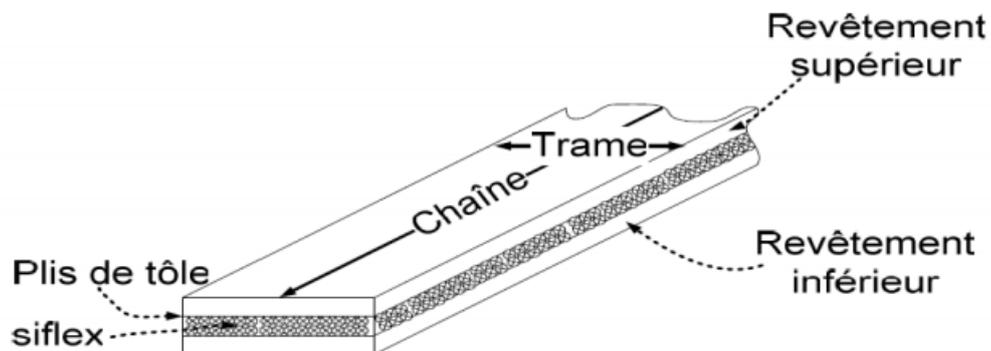
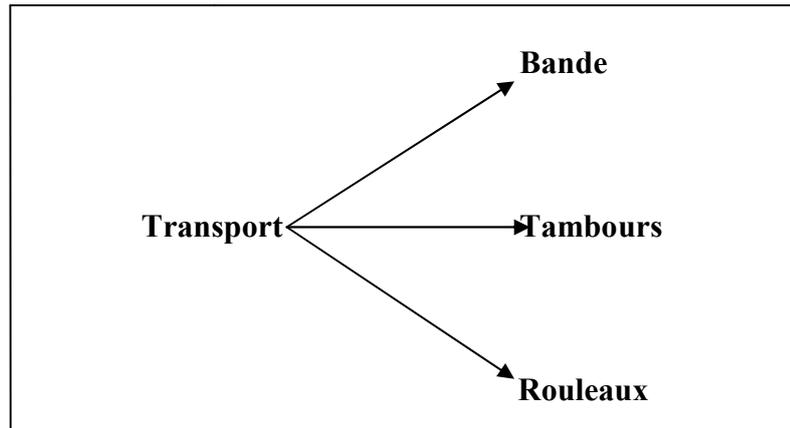
### III.4.2. La bande

La bande transporte la matière première de la queue jusqu'à la tête du convoyeur. Elle se présente sous deux formes principales, plates et en auge, toute bande comporte deux faces.

- La face externe, qui est en contact avec les matériaux transportés;

- La face interne, qui est en contact avec les rouleaux ou les tambours [33].

Les principaux éléments d'un convoyeur sont :



**Fig.3.13.** Constructions de bande transporteuse [33]

#### III.4.2.1. Types de la bande transporteuse [34]

Il existe deux types des bandes transporteuse : les bandes continues et les bandes discontinues.

Les bandes continues sont composées des morceaux des bandes mesurant entre 100 à 300m assemblés pour former une bande de plusieurs kilomètres de longueur.

Les bandes discontinues sont composées d'éléments de faible longueur (quelques cm) assemblés telle une chaîne, la longueur de la bande est proportionnelle au nombre de maillon qui la composent il dépend exclusivement de son utilisation

La bande est un élément complexe, elle est composée de deux parties :

- Partie textile qui transmet les efforts et celle qui est en contact avec l'extérieur

- Partie souple en PVC ou en un composite PVC-caoutchouc qui sert à protéger le renfort textile des chocs ainsi que de l'abrasion produits par la marchandise transportée comme l'illustre dans (Fig.3.14.).

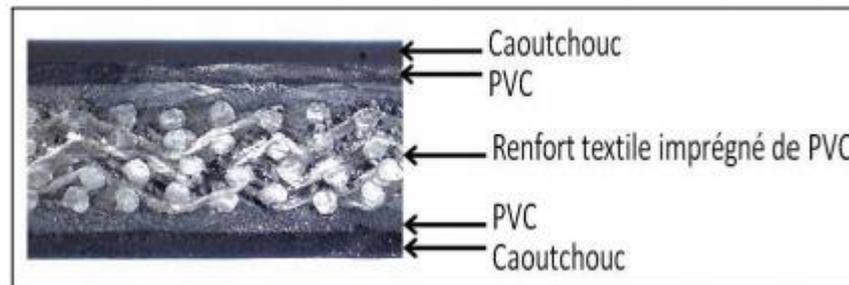


Fig.3.14. Coupe transversale de la bande transporteuse [34]

#### III.4.2.2. Profils de la bande

Est définie comme étant la combinaison du type de la bande (plate, en auge, avec un bord de contenance, en sandwich, ronde, carrée, etc.) et des caractéristiques de sa face externe (lisse, nervurée, à tasseaux, à godets, etc.).

De ce fait, le profil de la bande a des répercussions sur la conception des dispositifs mécaniques requis pour assurer le bon fonctionnement du convoyeur (grattoirs, rouleaux, tambours, etc.) Et des incidences sur la sécurité au cours de l'utilisation et de l'entretien du convoyeur [35].

#### III.4.2.3. Vitesse de la bande

La vitesse maximale d'un convoyeur à bande a atteint des limites qui étaient inimaginables il y a quelques années, ces vitesses très élevées ont permis d'augmenter considérablement les volumes transportés.

Les caractéristiques physiques du produit à manutentionner sont l'élément déterminant pour le calcul de la vitesse de la bande car les produits légers, tels que les céréales, la poussière ou les fines de minerais, permettent d'utiliser des vitesses élevées. Par contre, une granulométrie, une abrasivité ou une masse volumique plus importantes nécessitent de réduire la vitesse de la bande transporteuse [36].

Le **tableau 3.2** indique les vitesses maximales recommandées, compte tenu des caractéristiques physiques et de la granulométrie du produit transporté, ainsi que de la largeur de la bande utilisée [37].

**Tableau.3.2.** Vitesses maximales conseillées [37]

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

**A** : Produit léger glissant, non abrasif ;

**B** : Produit non abrasif, granulométrie moyenne ;

**C** : Produit moyennement abrasif et lourd ;

**D** : Produit abrasif, lourd et présentant des arêtes aigües.

Une augmentation de la vitesse de la bande entraîne une augmentation proportionnelle du volume des matériaux transportés pour cet effet la vitesse doit être adaptée au type de matériaux transportés car la variation de la vitesse elle a un effet positif et négatif sur le fonctionnement et le comportement du convoyeur à bande

❖ **Vitesse élevée**

**Les effets positifs :** sont

- Permet de transporter plus de matériau;
- Lorsque les facteurs liés à cette vitesse élevée sont pris en compte, cela réduit aussi les risques de déversement.

**Les effets négatifs :** sont

- Peut entraîner l'émission de poussière, de déversement et la projection des charges isolées;
- Risque de choc et de coincement avec les charges isolées ou les agrégats;
- Si le convoyeur est en montée, la vitesse a pour effet de faire glisser ou chuter les matériaux (surtout les agrégats et les matériaux sphériques) vers l'arrière [38].

❖ **Vitesse faible**

**Les effets positifs :** sont

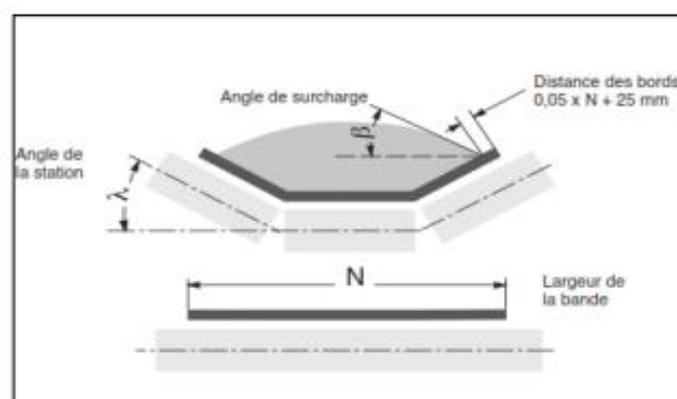
- Limite l'émission de poussière ainsi que les déversements.

**Les effets négatifs :** sont

- Si la vitesse du convoyeur est trop faible par rapport au débit de la trémie d'alimentation, il y aura surcharge du convoyeur ainsi que des déversements.

**III.4.2.4. Largeur de la bande**

Une augmentation de la largeur de la bande augmente significativement le volume de matériau transporté car une bande de bonne largeur permettra la ségrégation des matériaux fins et le contrôle du mouvement des agrégats, l'utilisation d'une bande bien dimensionnée en permet d'éviter les déversements et la chute d'agrégats [39].



**Fig.3.15.** La largeur de la bande [40]

La largeur de la bande avec le plus grand angle correspond à une augmentation du débit volumique. Cette largeur est essentiellement déterminée en fonction de la quantité de produit transporté et en fonction de sa charge de la rupture et de l'inclinaison des rouleaux du support, comme il est indiqué dans la **Fig.3.15**.

D'après la norme ISO/DP9856 la largeur optimale recommandée d'une bande transporteuse est indiqué dans le **Tableau.3.3**.

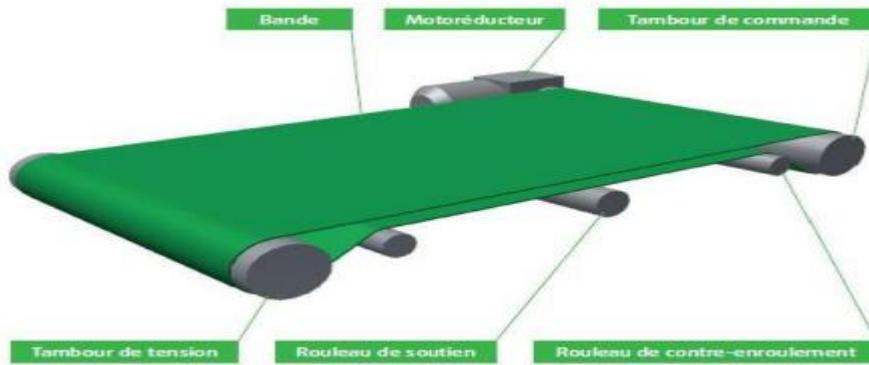
**Tableau.3.3.** Largeur minimale de la bande [41]

Largeur minimale de la bande en fonction de sa charge de rupture et de l'inclinaison des rouleaux			
Charge de rupture [N/mm]	Largeur de la bande [mm]		
	$\lambda$ : Inclinaison des rouleaux [°]		
	$\lambda=20/25^\circ$	$\lambda=30/35^\circ$	$\lambda=45^\circ$
400	400	400	450
500	450	450	500
630	500	500	600
800	500	600	650
1000	600	650	800
1250	600	800	1000
1600	600	800	1000

### III.4.3. 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 [42].

La **Fig.3.16**. Représente les différents tambours ainsi que les différents composants d'un convoyeur :

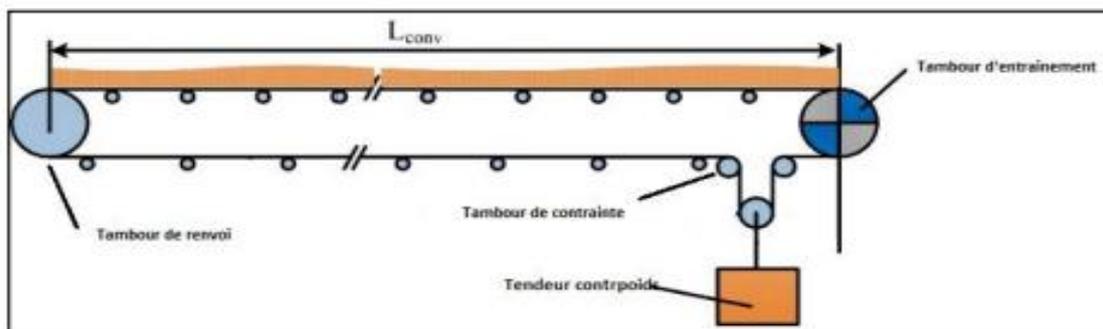


**Fig.3.16.** Composants des tambours [42]

Selon leur emplacement sur le convoyeur, les tambours doivent résister aux forces exercées à la fois par la tension de la bande et par le produit transporté et pour un maximum d'efficacité, tant pour le remplacement d'un tambour que pour une nouvelle installation, les données suivantes permettent de déterminer les dimensions et les caractéristiques de la construction parce qu'ils sont indispensables pour le choix d'un tambour [36].

Les principales données nécessaires à la conception d'un tambour sont les suivantes :

- Largeur de la bande;
- Diamètre du tambour en fonction du type et des caractéristiques de la bande;
- Mode de fixation de l'axe au tambour (bague de verrouillage, clavette, soudage);
- Emplacement du tambour (tambour de commande, de renvoi ou de contrainte) comme le montre dans la **Fig.3.17**;
- Angle d'enroulement de la bande sur le tambour d'entraînement  $\alpha$ ;
- Tensions de la bande  $T_1$ ,  $T_2$ .



**Fig.3.17.** Emplacement des tambours [43]

### III.4.3.1. Tambour de commande

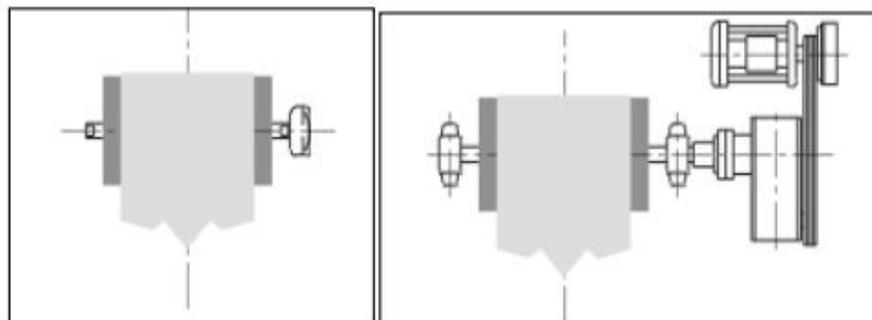
Entraîner la bande ou l'amener à changer de direction, les tambours peuvent être recouverts d'une garniture afin d'augmenter le coefficient de frottement entre la bande et le tambour, dans le cas des convoyeurs nécessitant des puissances plus élevés, l'entraînement est assuré par deux manières

#### ❖ Entraînement traditionnelle

Au niveau du tambour d'entraînement par l'utilisation d'un moteur électrique, une boîte d'engrenages, un tambour, des protecteurs, des éléments de transmission et accessoires, etc.

#### ❖ Entraînement par un tambour moteur intégré

Le tambour moteur est de plus en plus utilisé de nos jours pour l'entraînement des convoyeurs à bande, en raison de ces caractéristiques et de sa compacité, comme il prend un minimum de place et facile à installer. Le moteur a un indice de protection, toutes les pièces en mouvement sont situées à l'intérieur du tambour, ce qui implique une maintenance peu importante et peu fréquente la **Fig.3.18**. Montré une comparaison de l'espace nécessaire pour ces deux systèmes d'entraînement [44].



a) Entraînement par tambour moteur

b) Entraînement traditionnel

**Fig.3.18.** Comparaison entre les deux systèmes d'entraînement [45]

Le système d'entraînement est l'un des éléments les plus importants dans un système de convoyeur à bande ; il affecte à la performance, la capacité et l'économie d'énergie du convoyeur [46].

### III.4.3.2. Tambour de renvoi

Il permet le renvoi la bande vers le brin porteur, parfois il peut aussi être un tambour d'entraînement, son diamètre est plus petit que le tambour d'entraînement.

### III.4.3.3. Tambours de contrainte

Ils sont installés en aval ou en amont par rapport au tambour d'entraînement leurs rôles est de ramener ou maintenir la bande en ligne avec le brin de retour ou créer l'angle d'enroulement désiré autour de ce dernier, et 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 [47].

### III.4.3.4. Diamètres des tambours

Un diamètre correct de tambour d'entraînement minimise les contraintes dans la bande au niveau des jonctions, un grand angle d'enroulement autour du tambour moteur permet de réduire la tension globale dans la bande, ce qui permet la réduction du diamètre des tambours de contrainte. Le dimensionnement du diamètre d'un tambour d'entraînement dépend étroitement du type de la bande utilisée. Le **Tableau.3.4.** Indique les diamètres minimaux recommandés par rapport au type de la bande utilisée, pour éviter son endommagement comme la séparation au niveau des jonctions ou déchirure de l'armature [36].

**Tableau.3.4.** Diamètres minimaux recommandés pour les tambours [37]

Diamètres minimaux recommandés pour les tambours						
Charge de rupture de la bande [N/mm]	Bande à armature textile			Bande à armature métallique		
	tambour commande [mm]	tambour renvoi [mm]	tambour contrainte [mm]	tambour commande [mm]	tambour renvoi [mm]	tambour contrainte [mm]
200	200	160	125	-	-	-
250	250	200	160	-	-	-
315	315	250	200	-	-	-
400	400	315	250	-	-	-
500	500	400	315	-	-	-
630	630	500	400	-	-	-
800	800	630	500	630	500	315
1000	1000	800	630	630	500	315

### III.4.4. Dispositifs de tension

L'effort nécessaire pour maintenir la bande en contact avec le tambour d'entraînement et l'inclinaison des parois doit être en fonction de la manière dont le produit est transporté, de sa trajectoire, ainsi que de la vitesse du convoyeur. La granulométrie et la masse volumique du produit, ainsi que ses propriétés physiques, telles que l'humidité, la corrosion, et autres, ont également une importance pour la conception [42].

D'après leur mode de fonctionnement, les systèmes de tension se divisent en deux groupes principaux :

- Système de tension fixe;
- Système de tension auto-réglant.

#### III.4.4.1. Système auto-réglant

Ce système maintient la précontrainte constante tout en assurant que la tension admissible de la bande ne sera pas dépassée. La forme la plus couramment employée est celle d'un contre poids. Le meilleur effet est normalement obtenu en plaçant le contrepoids à proximité du tambour moteur [42].

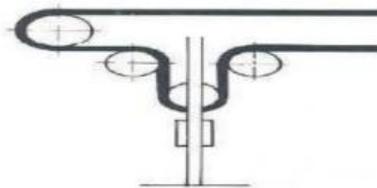


Fig.3.19. Système auto-réglant [42]

#### III.4.4.2. Système de tension fixe

La tension à vis est souvent employée pour les transporteurs de courte longueur à charge modérée, ce système (voir la **fig.3.20.**) exige une surveillance constante et un réglage fréquent, principalement lors de la mise en service d'une nouvelle bande [42].

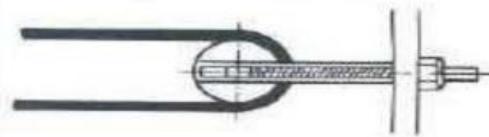


Fig.3.20. Système de tension fixe [42]

### III.4.5. Les rouleaux de supports

Ce sont les composants les plus importants du convoyeur et ils représentent une part considérable de l'investissement total, comme ils réduisent la résistance au mouvement de la bande chargée et la soutiennent en produisant un mouvement doux et sans heurt. On distingue deux types des rouleaux de supports sur un convoyeur à bande :

- Les rouleaux de supports supérieurs;
- Les rouleaux de supports inférieurs.

#### III.4.5.1. Les rouleaux de supports supérieurs

Ils soutiennent la bande et tournent librement et facilement sous la charge, certains rouleaux porteurs peuvent aussi servir à amortir les impacts, à aligner la bande, à la former en auge ou à en changer la direction, sur la plupart des convoyeurs à bande, les rouleaux du support porteurs ont une configuration en auge pour que la bande puisse transporter maximum de produit

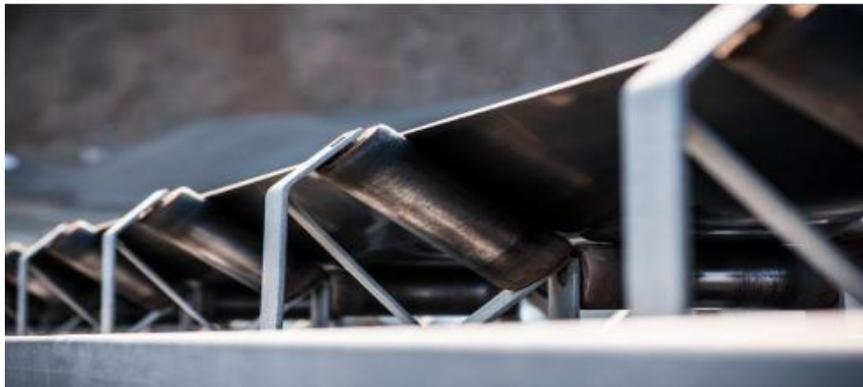


Fig.3.21. Les rouleaux de supports supérieurs [42]

**a- Rouleaux Réguliers :** Supportent et aligne la courroie. L'angle nominal de l'auge peut se situer entre (0 plat) et 45°

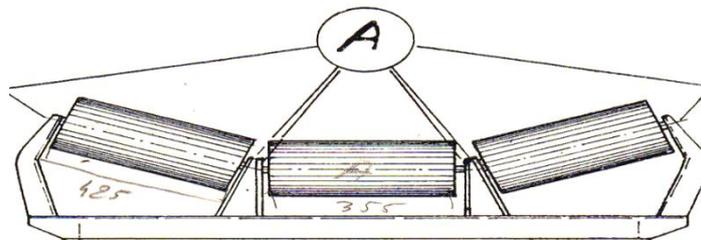


Fig.3.22. Rouleaux Réguliers [42]

**b- Rouleaux amortisseurs :** Conjointement avec certaines caractéristiques de la courroie, ils amortissent les impacts aux points de chargement

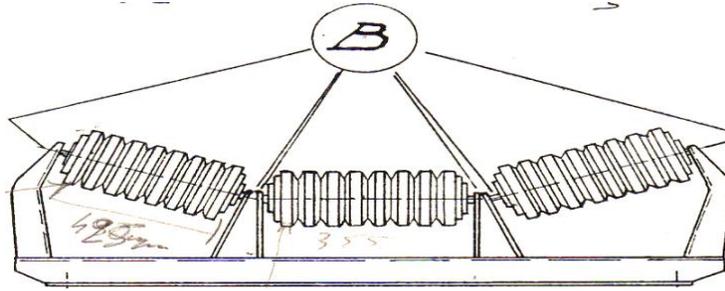


Fig.3.23.. Rouleaux amortisseurs [42]

**c- Rouleaux guide :** Placés aux endroits critiques. Ils assurent l'alignement de la courroie grâce à leur angle d'inclinaison «B», qui crée une force de centrage de la courroie.

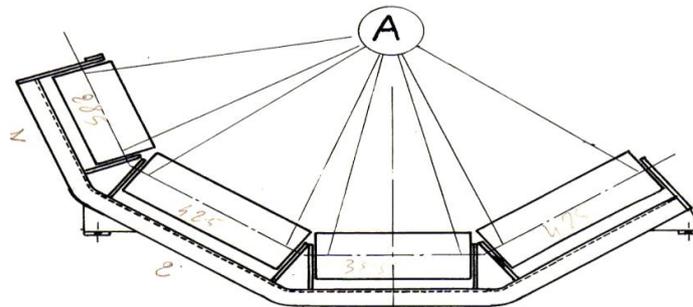


Fig.3.24. Rouleaux guides [42]

### III.4.5.2. Les rouleaux de supports inférieurs :

Les rouleaux de supports inférieures qui soutiennent la bande non chargée à son retour, peuvent comporter un seul rouleau sur toute la largeur ou bien deux rouleaux formant un "V" et inclinés à 10°.

**a- Rouleaux réguliers :** supportent et aligne la courroie.

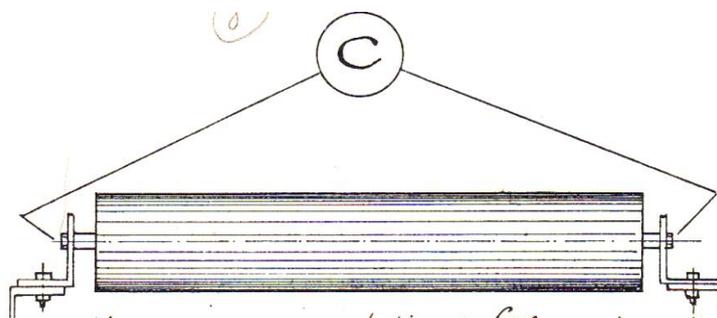
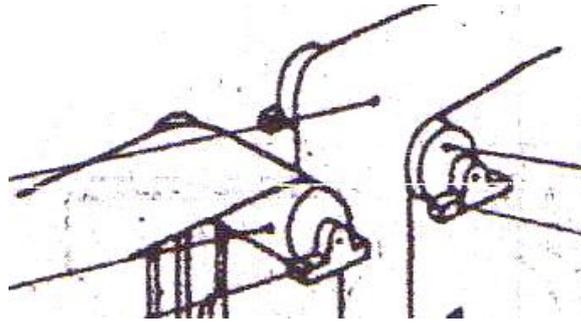


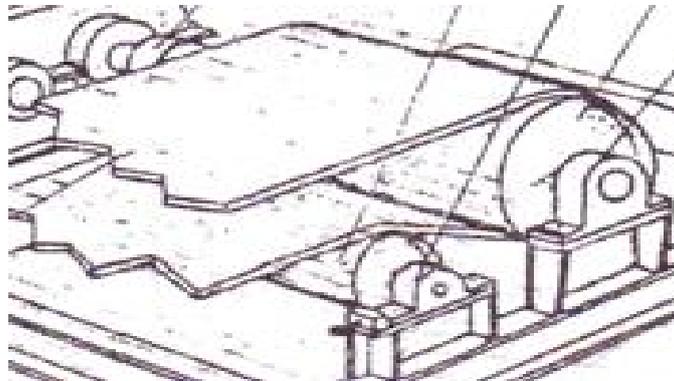
Fig.3.25. Rouleaux régulier [42]

**b- Rouleaux d'inflexion** : assure le passage progressif de la courroie



**Fig.3.26.** Rouleaux d'inflexions. [42]

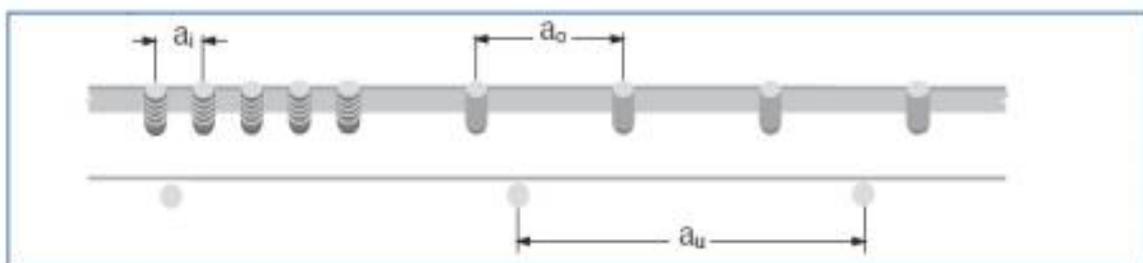
**c- Rouleaux d'alignement** : placé dans un endroit critique, il assure l'alignement de la courroie



**Fig.3.27.** Rouleaux d'alignements [42]

### III.4.5.3. Ecartement des rouleaux de supports

L'écartement des rouleaux de supports est la distance qui sépare deux rouleaux porteurs supérieures ou bien celles qui portent le brin inférieur de la bande transporteuse, comme l'indique la **Fig.3.28**. Elles sont respectivement  $a_0$ ,  $a_u$ . On définit l'écartement des rouleaux de supports selon la largeur de la bande et la masse volumique du produit à transporter.



**Fig.3.28.** Ecartement des rouleaux des supports [47]

La distance entre deux rouleaux des supports la plus couramment utilisée pour le brin supérieur d'un convoyeur à bande est 1 mètre, alors que pour le brin inférieur les rouleaux sont normalement espacés de 3 mètres [25].

Le **tableau.3.5.** Indique les différentes valeurs de l'écartement maximal préconisé selon la largeur de la bande et la masse volumique du produit transporté

**Tableau.3.5.** Ecartement entre les rouleaux des supports [37]

Largeur de la bande [mm]	Ecartement maximal préconisé entre les stations [m]			
	Ecartement des rouleaux supérieurs Selon la masse volumique du produit transporté [t/m <sup>3</sup> ]			Rouleaux inférieures [m]
	<1.2 t/m <sup>3</sup>	De 1.2 à 2.0 t/m <sup>3</sup>	> 1.2 t/m <sup>3</sup>	
800	1.5	1.35	1.25	3.0
1000	1.35	1.20	1.10	3.0
1200	1.2	1.00	0.80	3.0
1400				
1600				
1800				

L'écartement des rouleaux supérieurs situés au niveau du point de chargement est réduit par rapport à l'écartement des rouleaux supérieurs de moitié ou plus pour éviter toute incurvation excessive de la bande transporteuse et son débordement.

Le fléchissement de la bande entre deux rouleaux porteurs ne doit pas dépasser 2% de la distance qui les sépare, un fléchissement plus important entraîne un déversement du produit pendant le chargement et favorise des forces de frottement excessives pendant le déplacement de la bande en raison de la manipulation du produit transporté comme le montre la **Fig.3.29.**

Il en résulte non seulement une augmentation de la puissance consommée, mais également des efforts exercés sur les rouleaux, et d'une manière générale une usure prématurée de la surface de la bande [35], [36].



(A)

(B)

**Fig.3.29.** Les rouleaux des supports

(A) : Perte de la forme en auge lorsque l'espacement entre les rouleaux supports est très grand

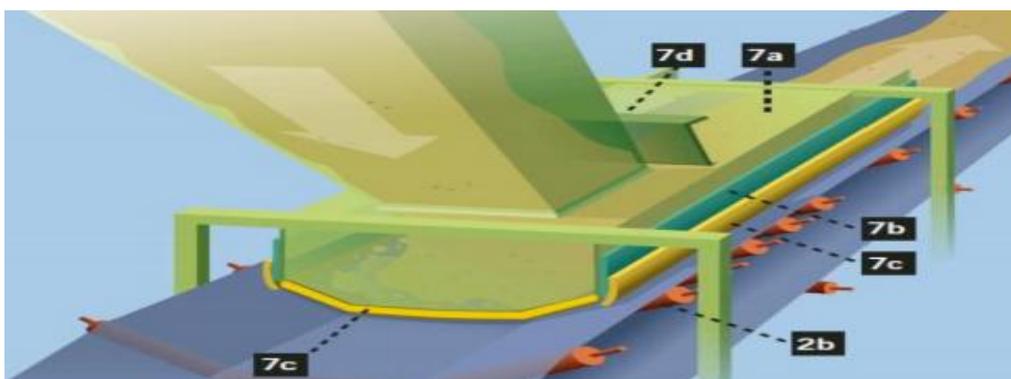
(B) : Rouleaux support défectueux

#### III.4.6. Système de chargement (Trémie/Goulotte)

Il sert pour le guidage et le contrôle du débit des matériaux sur la bande, il peut prendre plusieurs formes : trémie, glissière, chargeur automatique, poussoirs, etc. La trémie est le model le plus utilisée dans l'industrie, les mines et les carrières.

La trémie est conçue pour faciliter le chargement et le glissement du produit en absorbant les chocs de la charge et en évitant les colmatages et l'endommagement de la bande. Elle permet un chargement immédiat du produit et résout les problèmes d'accumulation [21].

La trémie est constituée principalement des éléments suivants et conformément la **Fig.3.30**.

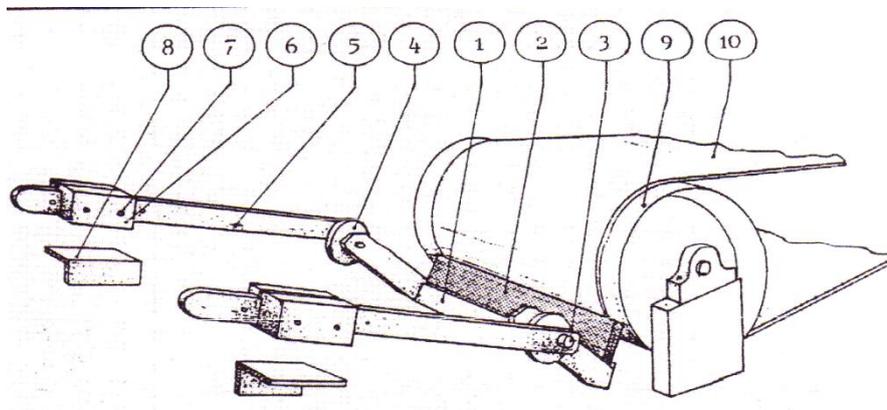
**Fig.3.30.** Système de chargement [42]

- **7a**: Corps de la trémie : c'est un guide, contrôle le débit de matériaux;
- **7b** : Lisse de guidage : il centre le matériau ou les charges isolées sur la courroie ou les diriger dans une direction donnée;

- **7c** : Bavette d'étanchéité : empêche la fuite du matériau par les côtés (bavette d'étanchéité latérale) ou par l'arrière (bavette d'étanchéité arrière);
- **7d** : Porte de régulation : elle contrôle le débit.

#### III.4.7. Dispositifs de nettoyage

L'enlèvement et le raclage des matériaux qui collent aux deux faces de la bande ou sur le tambour, il prend souvent la forme d'un grattoir ou d'une brosse, le système de nettoyage de la bande doit faire l'objet d'une attention toute particulière de manière à réduire la fréquence des opérations de maintenance et permet au convoyeur d'atteindre un maximum de productivité notamment lorsque la bande transporte des produits humides ou collants.



**Fig.3.31.** Dispositifs de nettoyage de la face externe de la courroie

- |                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| 1- Porte lame.               | 2- Lame caoutchouc       |
| 3- Articulation.             | 4- Palier sur goulotte.  |
| 5- Bras de contre-poids.     | 6- Contrepoids réglable. |
| 7- Fixation du contre-poids. | 8- Butée.                |
| 9- Tambour de jetée.         | 10- Tapis transporteur.  |

#### III.4.8. Capots pour convoyeurs

Les capots dans la **Fig.3.32.** Pour convoyeurs ont une importance fondamentale lorsqu'il est nécessaire de protéger le produit transporté de l'air ambiant et d'assurer le bon fonctionnement de l'installation



**Fig.3.32.** Capot pour convoyeur [42]

#### III.4.9. Le châssis

Le châssis **fig.3.33.** Est la partie en métal sur laquelle s'installent les stations support du convoyeur, elle est généralement fixée sur le sol [42].



**Fig.3.33.** Châssis utilisé dans le transport des produits [42]

### III.5. Configurations des convoyeurs à bande

En choisissant un convoyeur, il faut tenir compte des facteurs suivants :

- L'inclinaison du convoyeur;
- La densité des matériaux;
- La granulométrie du produit à transporter;
- Le coefficient de frottement entre le matériau et le revêtement supérieur de la bande ;
- Les conditions environnementales (humidité, température et autres...).

Plusieurs types et profils des convoyeurs à bande sont été conçus tel que :

- convoyeur à bande avec bords ondulés et tasseaux;
- convoyeur à bande à double inflexion;
- convoyeur à bande à chevrons;
- convoyeur à bande à forte inclinaison;

- convoyeur à bande plate;
- convoyeur à bande à cabots pour éliminer l'émission des poussières. [36]

### III.6. Pente des convoyeurs gravitaires

En fonction de la nature de la charge à transporter (c'est-à-dire en fonction de la rigidité de sa face de contact) et de sa masse, la pente nécessaire sera comprise entre 1,5 et 5 % (soit une élévation 1,5 à 5 cm/m de convoyeur) [48].

### III.7. Application exigeant des convoyeurs

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. [48].

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 [49].

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. 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 [49].

## **Conclusion**

L'objectif de ce chapitre est de définir le convoyeur, et les rôles de chaque type dans leur domaine en générale.

Avant de faire le choix ou la conception d'un convoyeur à bande, il faut d'abord faire une recherche bibliographie pour avoir une connaissance suffisante sur les caractéristiques techniques des convoyeurs à bande, ses principaux organes de construction, et leurs domaines d'utilisations.

Cette connaissance, nous permet de connaître le rôle de chaque élément dans ce mécanisme et déterminer le type du convoyeur à bande

**Chapitre IV :**  
***Application de la***  
***méthode AMDEC sur***  
***le convoyeur à bande***

## **Chapitre IV: Application de la méthode AMDEC sur le convoyeur à bande**

### **Introduction**

Le convoyeur à bande occupe une place de choix dans le processus de transport dans la mine de l'Ouenza. Il représente un maillon principal pour assurer une production continue.

Dans ce chapitre nous appliquons les étapes de l'AMDEC citée dans le chapitre précédent dont l'objectif est d'arriver clairement à identifier les points sensibles de la convoyeur à bande et y'affecter des actions de maintenance ou des contrôles plus rigoureux

### **Les étapes de L'AMDEC**

- Présentation de l'entreprise;
- Description de la convoyeur à bande 660;
- Etude de diagramme de Pareto;
- Synthèse ou évaluation de la criticité.

## **IV.1. Présentation de l'entreprise [50]**

### **IV.1.1. La mine de l'Ouenza**

#### **IV.1.1.1. Situation géographique**

Le gisement de Ouenza est situé à l'extrême NNE de l'Algérie à proximité de la frontière algéro-tunisienne ; à 120km SSE du complexe sidérurgique d'El Hadjar (Annaba) auquel il est relié par une ligne de chemin de fer et à 90 Km au NNE du chef lieu de la wilaya de Tébessa.



Fig.4.1. Situation géographique de la zone de l'Ouenza. [50]

#### IV.1.1.2. Historique de la mine

Depuis l'époque romaine comme le témoignent les vestiges existants (puits et galerie) au niveau des quartiers, DOUAMIS et HALLATIF, cette exploitation concernait le cuivre. C'est vers 1875 que le gisement de fer de l'Ouenza entra dans l'histoire minière, en effet l'ingénieur des mines TISSOT signale l'importance des affalements de minerais de fer de l'Ouenza.

- Voir l'annexe pour mieux informations sur l'historique de la mine

En 1878, le premier permis de recherche de fer;

En 1901, le prospecteur PASCAL. Obtient la concession de djebel Ouenza;

En 1913, constitution de la société de l'Ouenza;

En 1921, début de l'exploitation;

En 1966, nationalisation des mines;

En 1967, début d'aménagement des installations du skip pour le déblocage du minerai en provenance de la partie amont du gisement;

En 1970, achèvement des travaux du skip;

En 1983, (le 16/07/83) restructuration de la SONAREM et création de l'entreprise FERPHOS (décret n° :83.441);

En 2001, (octobre 2001) le retour des étrangers sous le nom : (ISPAT Tébessa);

En 2005, (janvier 2005) changement le nom de l'entreprise a (MittalSteel Tébessa), société d'extraction et préparation du minerai de fer au capital social de 613.140.000 DA;

En 2006, un partenariat s'effectue entre les deux entreprises ARCELOR et MITTAL sous le nom du 'ARCELOR-MITTAL';

En 2016, la société de la mine d'Ouenza devient 100% national ; et s'est affilié à la société « MFE » Mine de Fer de l'Est.

#### **IV.1.1.3. Nature du gisement**

Il est la fois le plus important gisement de fer en exploitation en Algérie, il fut découvert en 1878, son exploitation remonte à 1921.

Le réseau hydrographique est peu abondant en ressources aquifères, les principaux cours d'eau sont : Oued-Mellague et Oued El kseub dont les débits sont irréguliers et varient selon la saison et la quantité de précipitation (pluviométrie).

La couverture végétale est pauvre et représentée essentiellement par des petits forêts de pins d'Alep. A ce titre, la population de la région vit généralement de l'activité minière et l'élevage d'ovins et de caprins. Le gisement d'Ouenza est encaissé dans les calcaires aptiens.

L'allure principale du gîte correspond à un alignement minéralisé qui débute un peu plus au NE du pic (cote 1235), s'étend sur une longueur de 5 Km dont l'exploitation a engendré sa division en plusieurs quartiers du NE vers le SW : Douamis, Hallatif, Conglomérats, st. Barbe, et les deux Changoura Nord et Sud de la grande structure anticlinale avec le quartier Zerga.

Au-dessus du niveau hydrostatique l'oxydation des carbonates au contact de l'air a donné naissance à l'hématite au-dessous, le minerai se présente sous forme de sidérite (carbonate de fer). [50]

#### **IV.1.1.4. Morphologie et Structure Géologique [50]**

Le gisement de Ouenza se situe dans le Djebel Ouenza qui est un grand anticlinal de direction SW-NE. Si l'on s'éloigne de la partie périclinale SW qui se présente d'une manière spectaculaire pour aller vers le NE on verra la masse énorme des calcaires récifaux de l'aptien qui forme l'ossature de la montagne.

Une grande faille longitudinale qui coupe le récif aptien dans une zone où il devait avoir tendance à s'amincir abaisse les terrains situés au SE du djebel.

Celle-ci se prolonge vers le NE en passant au pied du pic de Ouenza, et après avoir été éjectée par de petits accidents secondaires loge au Nord des parties minéralisées de la mine entre 06 Mai et Hallatif.

Deux lames triasiques viennent s'injecter dans les marnes de l'albien au Nord et au Sud du Djebel. La lame Sud a fait remonter des lambeaux d'aptiens minéralisés (Quartier Zerga).

#### **IV.1.1.4. Minéralisation**

Les minerais sont constitués essentiellement d'hématite qui résulte de l'oxydation des amas de sidérose et de pyrite. Le carbonate provient lui-même de la métasomathose des calcaires récifaux de l'aptien par des venues minéralisantes sulfureuses. Les hydroxydes de fer sont le résultat de la désagrégation de l'hématite.

Une série d'intermédiaire entre le minerai primaire et le secondaire constitue une part importante dans les réserves de la mine.

Outre le minerai de fer, il faut signaler une très faible présence de minéralisation poly métallique (Pb, Cu..., le long de la faille du pic.)

Notons enfin que le patrimoine minéralogique de la région de l'Ouenza est très riche et varié :

Gypse (saccharoïde et fer de lance), barytine (feuilletée et massive) quartz (parfois d'une pureté exceptionnelle et offrant des cristaux d'une rare régularité), pyrite, fluorine (en cristaux blancs ou violets) calcite et aragonite sous diverses formes et particulièrement en stalagmite), azurite, malachite.

**IV.1.1.5. Développement [50]**

La sidérose, outre sa position naturelle (au-dessous du niveau hydrostatique) affleure curieusement sur des surfaces importantes dans d'autres quartiers (Zerga, Ilot, Changoura sud).

L'extinction nette (contact) de la minéralisation dans le flanc S.E du pseudo-anticlinal 06 MAI Douamis et son enrichissement en calcite.

Les deux flancs du même grand anticlinal sont différents à tous points de vue (structure, complexe lithologique, morphologie des corps minéralisés...).

L'analyse de la situation actuelle des mines et de celle qui a prévalu pendant les années écoulées ; nous renseigne que le grand défi actuel et pour les années à venir consiste à rattraper le retard accumulé dans le développement des deux mines de Ouenza et de Boukhadra.

ArcelorMittal a mis en place un ambitieux plan d'action pour atteindre l'harmonisation de l'exploitation des deux mines à brève échéance.

Le rapport moyen de découverte est de 3.15 pour Ouenza et 2.86 pour Boukhadra

Ceci signifie que pour extraire les 48 millions de tonnes de minerai à ciel ouvert à travers les deux mines, il faut décaper environ 150 millions de tonnes de stériles.

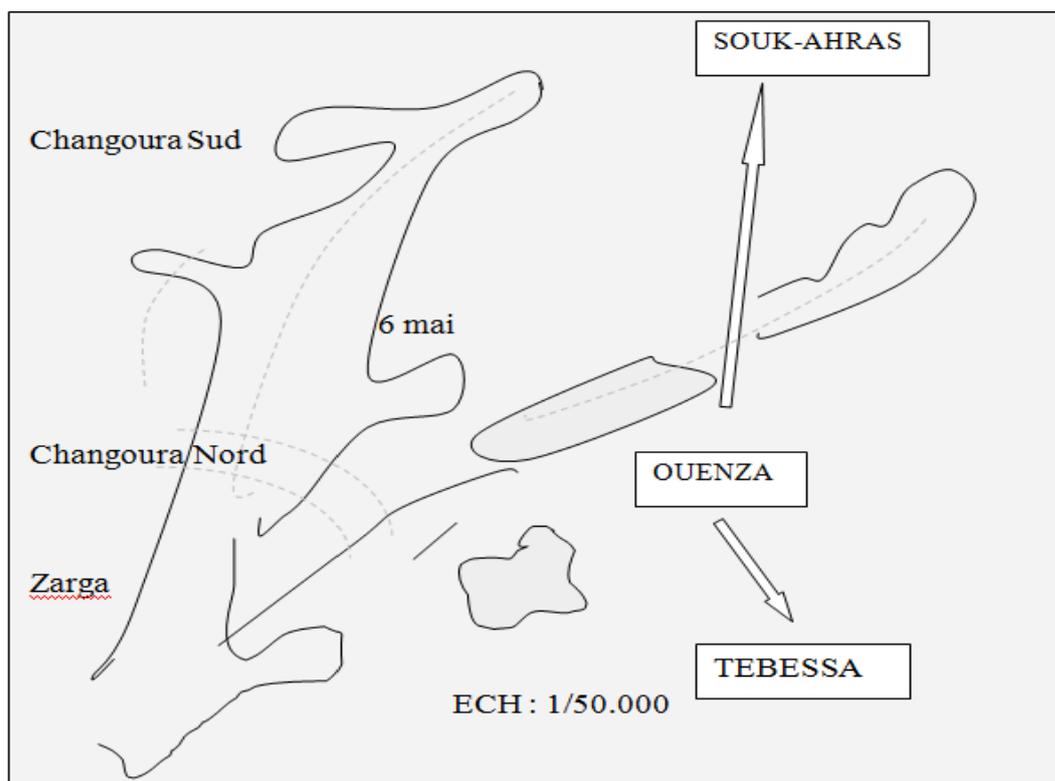
**Tableau.4.1.** Etat des réserves géologiques au 31 décembre 2017. [51]

<b>Quartiers</b>	<b>Quantité (t)</b>	<b>Fer %</b>
<b>Changoura-Pic-Sud</b>	19727902	49,9
<b>Changoura Nord</b>	20674888	48,9
<b>Sainte barbe</b>	12871168	47,8
<b>Conglomérats</b>	6011290	47,4
<b>Hallatif</b>	4931028	51
<b>Douamis</b>	11327458	53
<b>Zerga</b>	3196457	42,7
<b>Total</b>	78740291	49,3

**Tableau.4.2.** Etat des réserves exploitables au 31 décembre 2017. [51]

Quartiers	Quantité (t)	Fer %	Stérile (t)
Changoura-Pic-Sud	6637049	53,5	26482796,3
Changoura Nord	3353991	48,1	7989012,5
Sainte barbe	10122732	49,7	21873068
Conglomérats	4650653	48,43	19298388
Hallatif	376686	46,6	1779731
Douamis	8425289	53,9	42070918
Zerga	2350266	42,7	2862127
<b>Total</b>	<b>35916666</b>	<b>50,6</b>	<b>122356041</b>

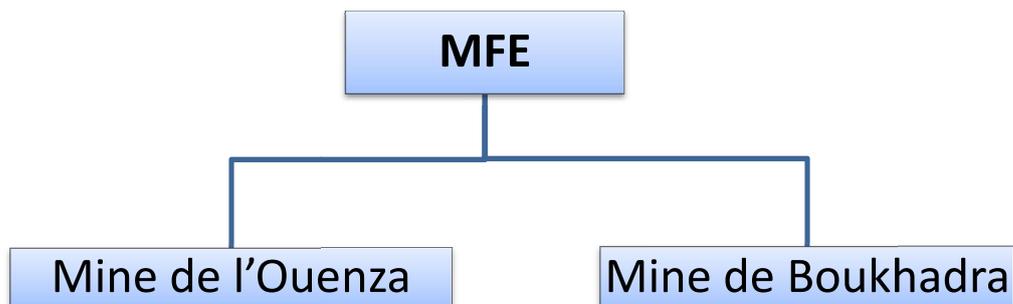
La Situation géographique des zones du minerai ci-dessous désignée

**Fig.4.2.** Situation géographique des zones du minerai. [50]

#### IV.1.1.6. Organigramme de l'entreprise

**MFE** : Mine de Fer de l'Est diviser a deux entreprises :

Mine de l'OUENZA et mine de BOUKHADRA



**Fig.4.3.** Organigramme de l'entreprise

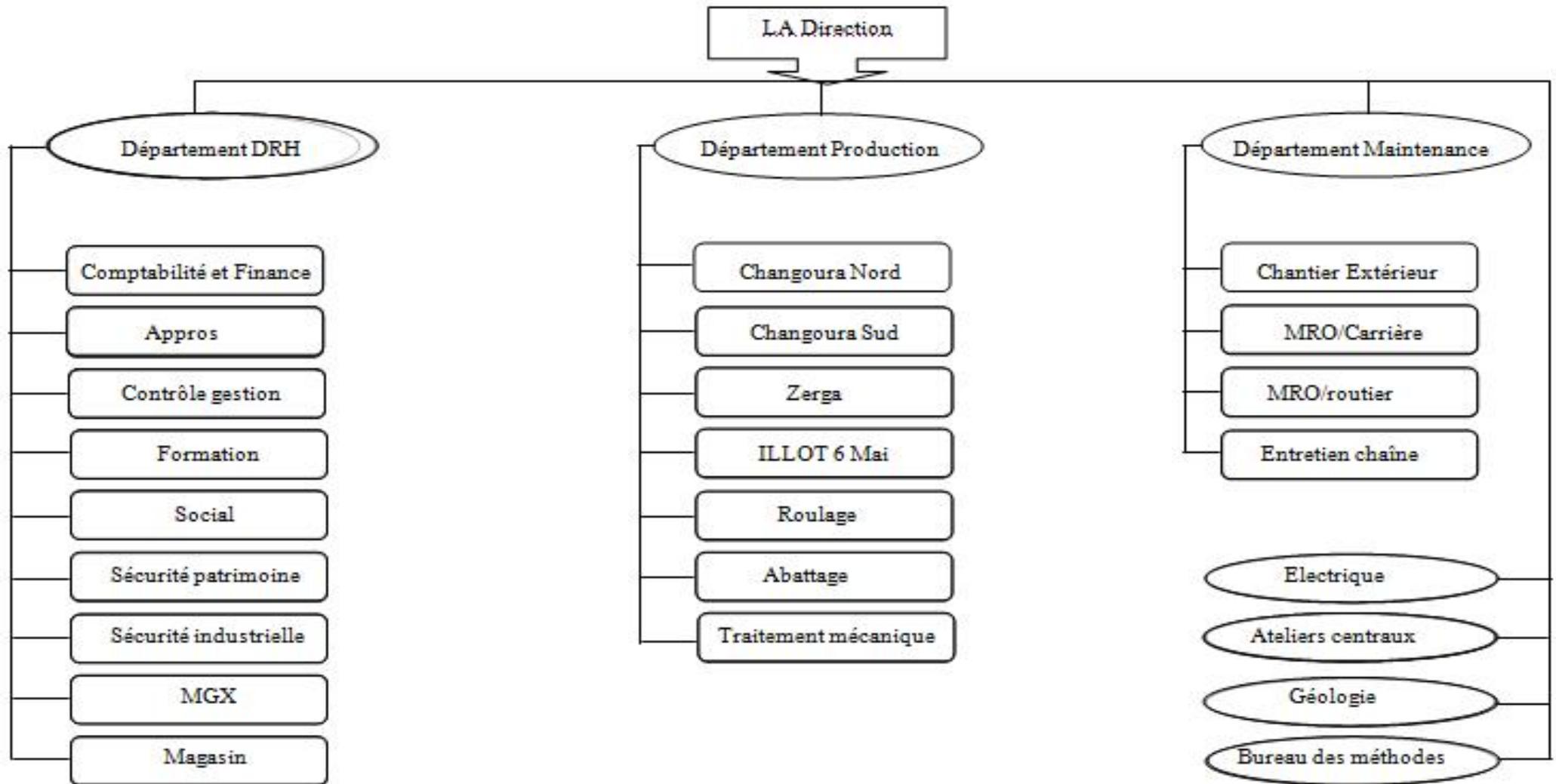


Fig.4.4. Organigramme de la Direction Générale de la mine de l'Ouenza. [50]

#### IV.1.1.7. Travaux de prospection et d'exploitation effectuée

La méthode d'exploitation est une succession de réalisation de travaux de creusement de découvertures et d'extraction du minerai dans un cadre bien déterminé.

En tenant compte du relief montagneux de l'Ouenza ainsi que la configuration irrégulière du gisement en forme d'amas la méthode d'exploitation et donc celle du fonçage ou les travaux se développement a un seul bord. L'évacuation des déblais se fait par camion vers le stockage *ou* vers le terril extérieur.

En général dans cette mine l'exploitation comprend plusieurs étapes :

- 1) Travaux de découverte ;
- 2) La forassion ;
- 3) Chargement des trous forés avec l'explosif ;
- 4) Tir des mines ;
- 5) Le rechargement des masses abattues par des pelles et des chargeuses ;
- 6) Transport ;
- 7) Le traitement mécanique des roches abattues ;
- 8) Reprise sous concasseur et amené au parc de stockage par le convoyeur à bande ;
- 9) Expédition vers Annaba les wagons de 60 Tonnes par SNTF

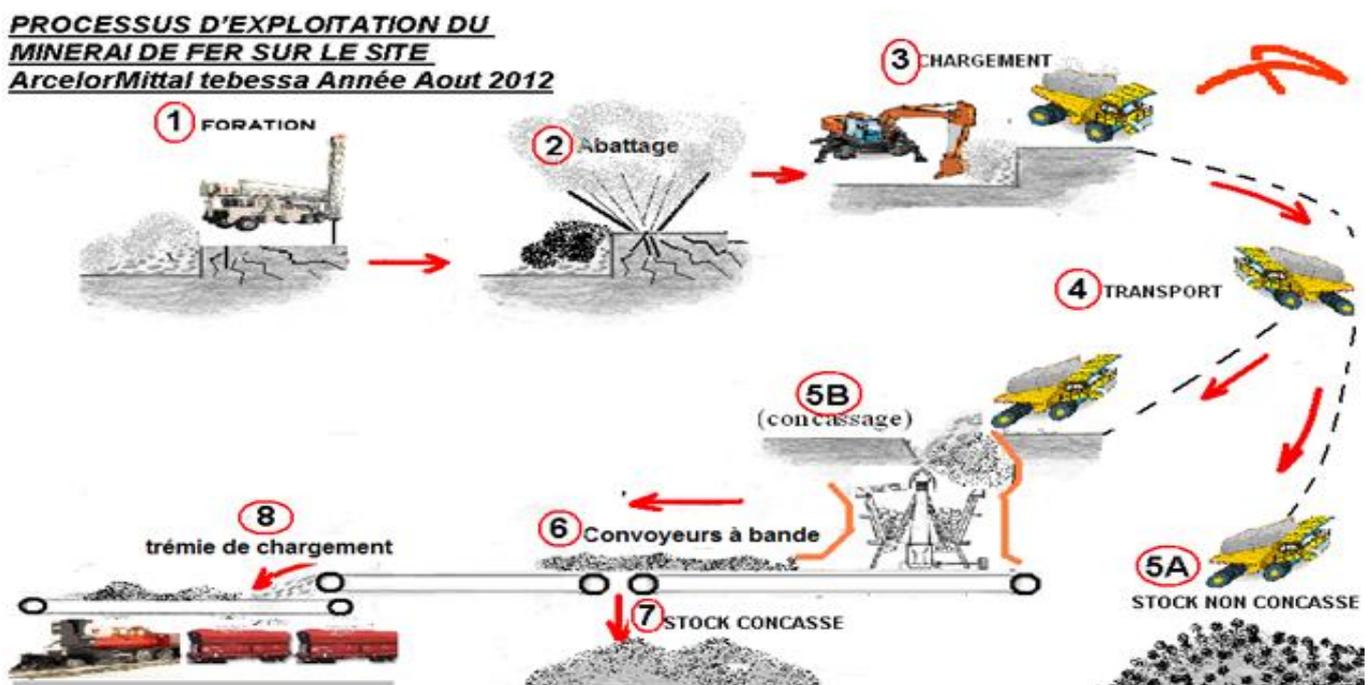


Fig.4.5. Processus d'exploitation de la mine de l'Ouenza. [52]

#### IV.1.1.7.1. Travaux de découverte

Le rapport moyen de découverte est de 3.15 pour Ouenza et 2.86 pour Boukhadra. Ceci signifie que pour extraire les 48 millions de tonnes de minerai à ciel ouvert à travers les deux mines, il faut décaper environ 150 millions de tonnes de stériles. [52]

#### IV.1.1.7.2. La forassions

Première étape dans la chaîne des opérations pour traiter la roche en carrière ; le forage c'est le processus de foration des trous d'une profondeur déterminée pour l'abattage du minerai renfermé dans le gradin. Ces travaux sont effectués par des sondeuses appropriées (**Fig.4.6**). Ces trous seront chargés d'explosifs. [52]



**Fig.4.6.** Engin de forage (sondeuses) [52]

#### IV.1.1.7.3. Abattage-Chargement des trous forés avec l'explosif

Chargement des trous en explosifs (**Fig.4.7**), définition d'une séquence de tir et mise en place des détonateurs. L'utilisation des explosifs pour la fragmentation des roches dans les carrières est souvent considérée aussi bien une science qu'un art.[52]



**Fig.4.7.** Chargement des trous forés avec l'explosif[52]

La recherche systématique dans la recherche du minage a engendré une bonne compréhension de certains facteurs influençant la fragmentation. Certains de ces facteurs sont :

- La géologie du site;
- Le choix de l'explosif;
- Le retard de détonations individuelles;
- La disposition des trous;
- Les caractéristiques de chargement de l'explosif.

#### IV.1.1.7.4. Tir des mines et rechargement des masses abattues

L'art du tir se développe à partir de l'habileté du mineur à utiliser la compréhension des facteurs influençant l'efficacité maximum du tir (**Fig.4.8**).

L'énergie de l'explosion doit être uniformément distribuée pour assurer une fragmentation uniforme. Cela demande:

- un diamètre de trou propre à la hauteur du gradin ;
- un fardeau approprié pour un espacement de trous donné ;
- une implémentation précise de la conception ;
- un angle de trou de mine correspondant aux conditions de la face existante



**Fig.4.8.**Tir des mines. [52]

#### IV.1.1.7.5. Le rechargement des masses abattues par des pelles et des chargeuses

Le chargement des masses abattues est effectué par des pelles et des chargeuses sur des camions de 50 tonnes (Fig.4.9).



Fig.4.9. Rechargement des masses abattues[52]

La taille des engins de chargement utilisés dans les exploitations à ciel ouvert est très variable. Elle est liée à :

- ❖ La quantité de matériaux à extraire par poste;
- ❖ À la nature de ces matériaux;
- ❖ Aux caractéristiques géométriques de l'exploitation (pente de travail, hauteur de gradin), etc. ...

La taille des engins de chargement est montrée dans le tableau suivant :

Tableau.4.3. Taille des engins de chargement.

	Capacité du godet (m <sup>3</sup> )	Poids(t)	Puissance (Ch)
<b>Pelle mécanique</b>	4,5-55	230-2500	1000-5500
<b>Pelle hydraulique</b>	3-22	55-450	300
<b>Chargeurs</b>	2,5-22	15-200	180-1300

#### IV.1.1.7.6. Le transport

Le transport est considéré actuellement comme base essentielle et plus importante dans tous les domaines et occupe une place primordiale dans l'économie nationale.

Un des processus principaux dans la mine à ciel ouvert (cas de la mine d'Ouenza) est le transport des minéraux utiles et des roches stériles, dont le pourcentage dans le prix de revient total d'exploitation 30 à 50%.

Le but principal du transport dans la carrière est le déplacement de la masse minière des chantiers au point de déchargement qui sont les terrils pour les roches stériles et les stocks ou les trémies de réception des usines de traitement pour les minéraux utiles.

Le transport des roches abattues dans carrière de l'Ouenza s'effectue par la combinaison suivante :

**Camions → Convoyeur → Train.**

#### IV.1.1.7.7. Le traitement mécanique des roches abattues

Le minerai extrait du massif a une granulométrie qui ne répond pas à l'exigence de transport par convoyeur ou par train, c'est pour cette raison que n'importe quelle type de minerai subi un traitement soit mécanique, homogénéisation, chimique,...etc.

Le traitement mécanique consiste à la réduction des dimensions des blocs afin d'obtenir une granulométrie qui répond aux exigences des moyens de transport par convoyeur (cas de la mine de l'OUENZA).

Une usine de production de granulats concassés est une installation industrielle simple qui remplit deux fonctions : le *concassage* et le *criblage* des produits d'abattage de la carrière. Pour réaliser ces deux fonctions, les installations de production sont constituées des quatre composantes suivantes:

- ✚ Des trémies ;
- ✚ des alimentateurs ;
- ✚ Des cribles ;
- ✚ Des concasseurs ;
- ✚ Des convoyeurs.

### IV.1.2. Description du convoyeur à bande



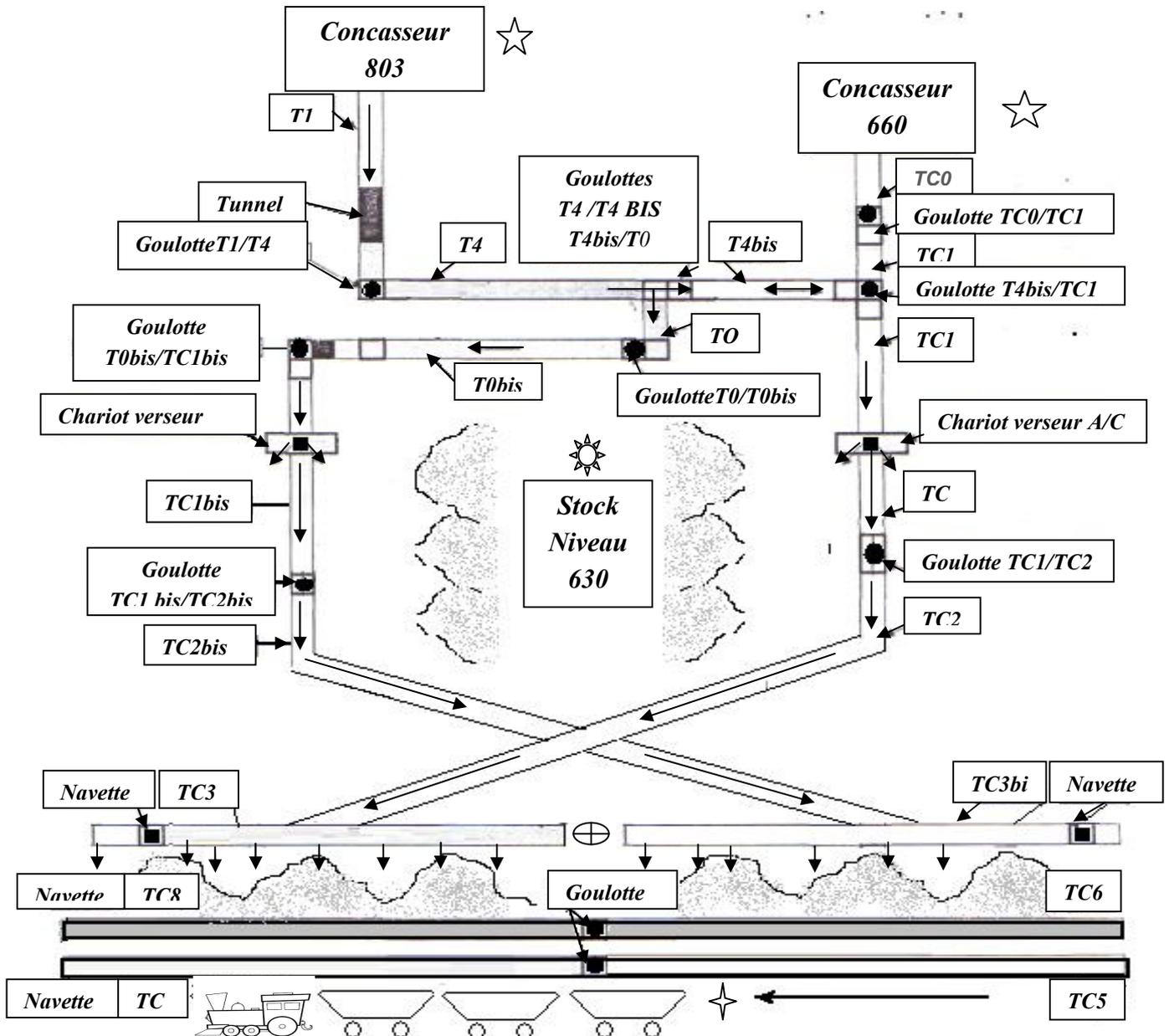
**Fig.4.10. Convoyeur à bande [prise de la photo]**

Au niveau de la mine de l'OUENZA, le transport par convoyeur à bande consiste à acheminer le minerai de les stations de concassage (803) et (660) jusqu'au la trémie de charge (station-gare).

L'ancienne chaîne (660) de manutention se compose de 4 tronçons : TC0, TC1, TC2, TC3 (navette)

La nouvelle chaîne (803) de manutention se compose de 8 tronçons : T1 (le plus important et le plus long 2385m), T4, T4 bis, To, TO', TC1bis, TC2 bis, TC3 bis (navette)

**BUREAU DES METHODES 2015 SCHEMAS D'HOMOGENEISATION DUFER**



- ☆ Possibilité d'homogénéisation par intermittence au niveau des trémies des concasseurs.
- ☀ Possibilité d'homogénéisation par étalage et mixtion avec chariot verseur au niveau des stocks 630.
- ⊕ Possibilité d'homogénéisation par étalage et mixtion avec chariot verseur au niveau des trémies de chargement
- ✧ Possibilité d'homogénéisation par cheminés au niveau de la distribution gare.

**Fig.4.11.** Schéma chaîne de manutention homogénéisation [50]

## IV.1.2.1. Caractéristiques techniques de chaque tapis

Tableau.4.4. Caractéristiques de chaque tapis

bande	vitesse	Entre axe (L)	Pente (B)	Tension type
T1	2m/sec	2385m	3°,43	Contre poids
T5	2m/sec	197m	0°, 78	Contre poids
T4	2m/sec	30m	3°,8	Tendeurs à vis
T4 BIS	2m/sec	12.5m	0°	Tendeurs à vis
TO	2m/sec	28m	14°,0	Tendeurs à vis
TO'	2m/sec	46m	4°,3	Contre poids
TC1-bis	2m/sec	213m	1°,88	Contre poids
TC2-bis	2m/sec	385m	0°,74	Contre poids
TC3-bis	2m/sec	24m	0°	Contre poids

## IV.1.2.2. Caractéristiques techniques des bandes transporteuses

Tableau.4.5. Caractéristiques techniques des bandes transporteuses

Tapis	Marque	Type	Nombre des plis	Largeur	Revêtement
T1	Trelleborg	1000RTP500	4plis (6+2)	1000mm	Anti-abrasive
T4	Trelleborg	1000RTP400	4plis (6+2)	1000mm	Anti-abrasive
T4 bis	Trelleborg	1000RTP400	4plis (6+2)	1000mm	Anti-abrasive
TO	Trelleborg	1000RTP400	4plis (6+2)	1000mm	Anti-abrasive
TO-bis	Trelleborg	1000RTP400	4plis (6+2)	1000mm	Anti-abrasive
TC1-bis	Trelleborg	1000RTP400	4plis (6+2)	1000mm	Anti-abrasive
TC2-bis	Trelleborg	1000RTP400	4plis (6+2)	1000mm	Anti-abrasive
TC3-bis	Trelleborg	1000RTP400	4plis (6+2)	1000mm	Anti-abrasive

NB : (6+2) indique que "l'épaisseur supérieure (6 mm) + l'épaisseur inférieure (2 mm)

### IV.1.2.3. Fiche technique des composants du convoyeur TC1-bis

Pour accès ses information de la fiche technique du convoyeur voir l'annexe

### IV.1.3. Les composants principaux du convoyeur à bandeTC1-bis

Un transporteur à courroie est généralement composé de:

- Un groupe de commande;
- Un système de tension (à vis ou à contrepoids);
- Des rouleaux supérieurs;
- Des rouleaux intérieurs;
- Courroie (bande) Transporteuse;
- Un (ou plusieurs) centrage d'alimentation;
- Une goulotte de jetée;
- Un dispositif de nettoyage de la courroie;
- Un ou plusieurs tambours de renvoi ou de contrainte.

#### IV.1.3.1. Fonction du convoyeur

Transporter les matériaux (mènerai) sur des distances pouvant aller jusqu'à plusieurs kilomètres .Se présente sous deux formes principales, plate ou en auge .la courroie à deux faces :

- Face externe, qui est en contact avec les matériaux transportés;
- Face interne, qui est en contact avec les rouleaux et les tambours.

#### a- Groupe de commande

##### Fonction :

Produire et transmettre l'énergie nécessaire au tambour d'entraînement afin de mouvoir ou de retenir la courroie



**Fig.4.12.** Groupe de commande [prise de la photo]

Le système de transmission comprend :

- Moteur;
- Accouplement moteur réducteur;
- Réducteur;
- Accouplement réducteur tambour;
- Tambour de commande (d'entraînement);
- Palier.

#### **b- Système de tension (à vis ou à contrepoids)**

**Fonction :**

Il sert à tendre la bande en fonctionnement de la charge transportée pour éviter que bande glisse sur le tambour d'entraînement.

- ❖ **Par gravité :** Une masse guidée attachée au tambour tendeur assure la tension;
- ❖ **Manuel ou automatique :** Actionné manuellement par des vis automatiquement par un système de commande.

**c- Rouleaux supérieurs****Fonction :**

Réduite la résistance au mouvement de la courroie chargée et la soutenir en produisant un mouvement doux et sans heurt. Certains rouleaux porteurs peuvent aussi servir à amortir les impacts, aligner la courroie ; à la forme en auge ou à en changer la direction. Il existe différentes sortes de rouleaux et de porteur :

- ❖ **Rouleaux Réguliers** : Supportent et aligne la courroie. L'angle nominal de l'auge peut se situer entre (0 plat) et 45°;
- ❖ **Rouleaux amortisseur** : Conjointement avec certaines caractéristiques de la courroie, ils amortissent les impacts aux points de chargement;
- ❖ **Rouleaux guide** : Placés aux endroits critiques. Ils assurent l'alignement de la courroie grâce à leur angle d'inclinaison», qui crée une force de centrage de la courroie



**Fig.4.13.** La bande avec les rouleaux supérieurs et de guide [prise de la photo]

**d- Rouleaux inférieurs****Fonction :**

Réduire la résistance au mouvement de la courroie et la soutenir en produisant un mouvement doux. Certain peuvent aussi servir à aligner la courroie ou en changer la direction .Il existe différentes sortes de rouleaux de retour :

- ❖ **Rouleaux réguliers** : supportent et aligne la courroie;
- ❖ **Rouleaux d'inflexion** : assure le passage progressif de la courroie;

- ❖ **Rouleaux d'alignement** : placé dans un endroit critique, il assure l'alignement de la courroie.

#### e- Courroie (bande) Transporteuse

##### Description :

La bande constitue l'élément de manutention. Entraînée par des têtes motrices, elle permet aujourd'hui des transports à des débits pouvant atteindre plusieurs milliards de tonnes à l'heure sur des distances pouvant aller jusqu'à plusieurs Kilomètre. Dans ces fonctions, elle doit notâmes :

- Supporter les tensions nécessaires à son entraînement;
- Résister aux chocs et à l' brasions des matériaux transportés;
- Être adaptée au lieu d'utilisation (pluie, neige, vent, gel...).

#### f- Un (ou plusieurs) centrage d'alimentation

##### Fonction :

Guider et contrôler le débit de matériaux. Il peut prendre plusieurs formes : trémie, glissière, chargeur automatique, poussoir, ...etc.

La trémie (goulotte) est constituée principalement des éléments suivants :-

- D'étanchéité Corps de la trémie;
- Lisse de guidage;
- Bavette;
- Porte de régulation.

#### g- Dispositif de nettoyage de la courroie

##### Fonction :

Elever le matériau qui adhère aux deux faces de la courroie (face extérieur et face intérieur de la de la courroie) ou à un tambour.

Prend souvent la forme d'une lame en caoutchouc ou en bois.

- ❖ **Dispositif de nettoyage de la face externe de la courroie** : se trouve généralement au point de déchargement;
- ❖ **Dispositif de nettoyage de la face interne de la courroie** : se trouve généralement juste avant le tambour de queue.

#### **h- Tambours**

##### **Fonction :**

Entraîner la courroie ou l'amener à changer de direction. Les tambours peuvent être recouverts d'une garniture afin d'augmenter le coefficient de frottement entre la courroie et le tambour, de réduire l'usure par abrasion de ce dernier ou de créer un effet autonettoyant.

Les différents types de tambour sont :

- Tambour de commande;
- Tambour de queue;
- Tambour de contrainte;
- Tambour de tension;
- Tambour de renvoi;
- Rouleaux supérieur;
- Rouleaux supérieurs amortisseurs;
- Rouleaux inférieurs;
- Rouleaux supérieurs auto centreurs;
- Tension automatique.

#### **IV.1.4. Les formes de la maintenance adoptée par l'entreprise**

##### **a - Entretien préventif**

Sur la base des heures de marche cumulée, le BM émet le bon d'appel en trois exemplaires 72 Heures avant chaque échéance :

- L'un est conservé au niveau du BM;
- Le 2<sup>ème</sup> est transmis au service MRO, par le biais du département;
- Le 3<sup>ème</sup> est transmis au département (DP). Après 24 heures la DP met à la disposition du MRO l'engin concerné.

Le MRO/C effectue l'opération conformément à la fiche émise par le BM, le contrôle des travaux se fait par le contremaître qui doit viser la fiche qui doit être retournée obligatoirement au BM

Quand aux opérations de graissage, lavage, soufflage des filtres, rajout d'huile et remplissage de carburant se font en inter poste ainsi que les opérations de contrôle des pneumatiques tels que pressions, usure de la bande de roulement, serrage des roues et des goujons et l'éclairage, batterie se font quotidiennement

Ce contrôle doit être enregistré sur des fiches créées à cet effet et visé par l'agent chargé du contrôle

#### ❖ **Entretiens systématiques**

Sont effectués selon des périodicités fixes préconisées par le service maintenances et qui regroupe les travaux suivants :

- Graissage;
- Nettoyage;
- Lubrification;
- Vidange d'huile;
- Contrôle du niveau d'huile;
- Resserrage des boulons.

Ces opérations de maintenance systématique sont appliquées par le mécanicien ou une équipe d'intervention pour éviter la dégradation de la machine.

#### ❖ **Graissage et lubrification**

Le respect des prescriptions de graissage et de lubrification établies spécialement pour les conditions d'utilisation des appareils assurera aux mécanismes une longévité normale.

##### Les check listes mécaniques :

Ce sont des contrôles quotidiens effectués avant chaque démarrage de la machine.

##### Les révisions générales :

Après un cumul des heures de marches données, la machine est totalement révisée.

### **b- Entretien corrective**

- ✓ Pannes survenues au cours du poste de travail et ne nécessitant pas une intervention rapide, sont signalées par le service roulage sur registre est transmis en fin de poste au MRO/C pour exécution;
- ✓ Pannes survenues au cours du poste de travail sans immobilisation de l'engin sur chantier et nécessitant une intervention rapide, l'utilisateur remet l'engin au MRO/C pour réparation;
- ✓ Pannes survenues au cours du poste de travail immobilisant l'engin sur chantier, l'utilisateur devra saisir par tous les moyens le MRO/C, ce dernier procédera rapidement à l'intervention, dont il signale la fin de réparation au chef de poste;
- ✓ Si l'intervention n'a pas été achevée au cours du poste le contremaître la consignera pour le poste suivant, sur le registre de passation de consignes MRO/C visé par le chef de département et le chef de service;
- ✓ Après chaque réparation, le service MRO/C devra saisir le service roulage pour mise à disposition de l'engin et essai et réception en émergeant sur le registre du MRO/C et portant la mention (réparation faite le date....), dans le cas contraire le service roulage tournera l'engin au MRO/C en signalant la panne et doit établir conjointement un rapport avec le préparateur dont une copie doit être transmise au BM
- ✓ En ce qui concerne la réparation des roues pneumatiques, la section vulcanisation doit procéder au réparation ou remplacement des roues au MRO/C ou sur chantier selon l'immobilisation, à l'exception des sondeuses, compresseurs et les véhicules VL/PL pour lesquels les conducteurs doivent démonter et ramener la roue à réparer au MRO/C pour réparation.

#### **IV.1.5. Analyse du plan de maintenance actuel du convoyeur à bande**

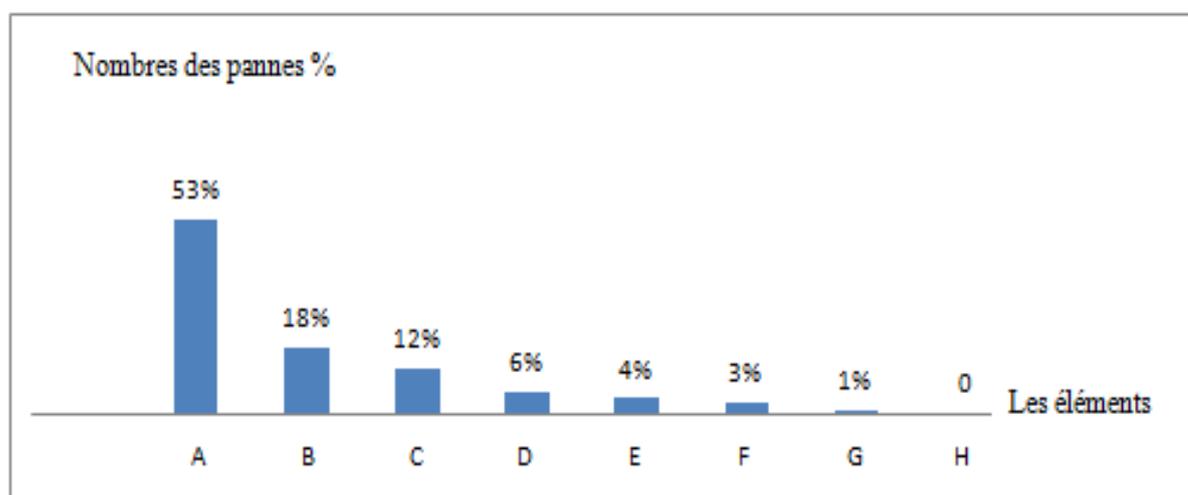
Après avoir défini les différents types de maintenance, il est impératif avant de se lancer dans l'analyse des données statistiques d'étudier celle adoptée actuellement par le service maintenance (bureau des méthodes), Pour cette partie nous nous sommes basés sur les données acquies pendant l'année 2020

#### IV.1.5.1. Statistiques des heures de pannes du convoyeur 660 (données BM de la mine de L'Ouenza)

D'après les données des pannes requises pendant l'année 2020 :

**Tableau.4.6.** Distribution les nombres des pannes (bureau des méthodes)

	Les pannes	Nombre des pannes	%	% accumulé
<b>A</b>	Rouleaux	110	53.6	53.6
<b>B</b>	Roulements	38	18.5	72.1
<b>C</b>	paliers	25	12.2	84.3
<b>D</b>	accouplements	13	6.3	90.6
<b>E</b>	Moteur	09	4.4	95
<b>F</b>	Tambour	06	03	98
<b>G</b>	Tapis	03	1.5	99.5
<b>H</b>	Réducteur	01	0.5	100



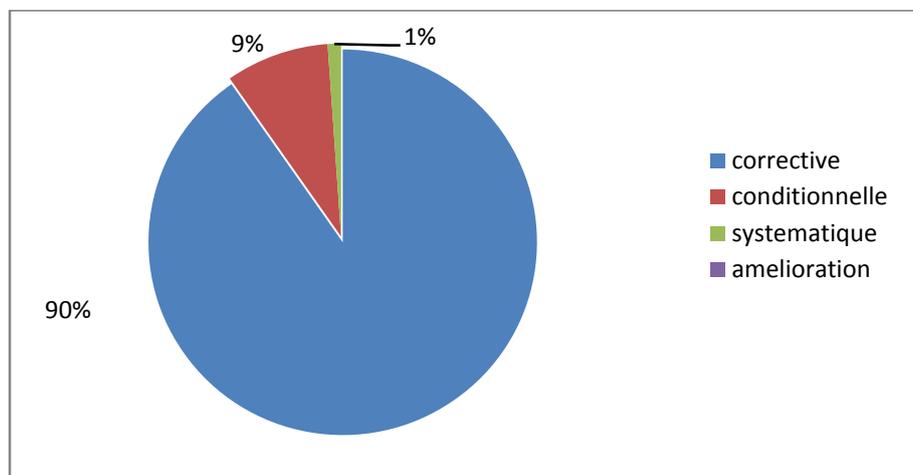
**Fig.4.14.** Diagramme Identification d'éléments critiques de convoyeur à bande 660

Par l'analyse du diagramme de la **Fig.4.14**, la situation la plus critique dans le convoyeur est celle des rouleaux, qui sont les plus vulnérables aux défaillances. De plus, nous remarquons remarque que le reste des composants ont des proportions variables des pannes.

Les types actuels de maintenance du convoyeur sont représentés sur le tableau suivant:

**Tableau.4.7.** Types de maintenance actuelle du convoyeur

Plan de maintenance du convoyeur 660	Temps	Temps%
Conditionnelle	285	9.66%
Corrective	2654.5	90%
Systematique	10	0.34%
Améliorative	0	0
<b>Totale (heure)</b>	<b>2949.5</b>	<b>100%</b>



**Fig.4.15.** Plan de maintenance actuel du convoyeur 660

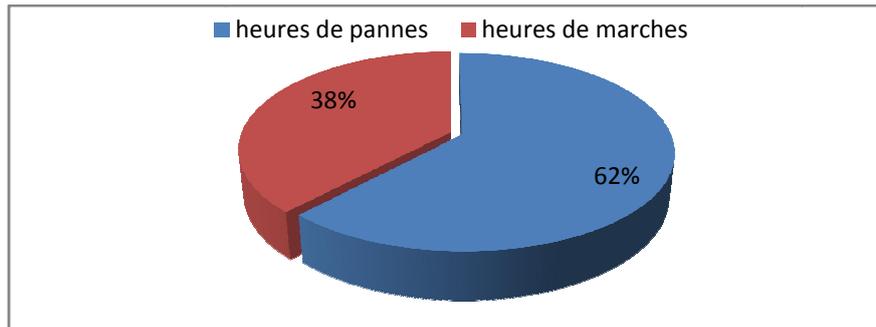
Nous remarquons sur la **Fig.4.15.** que la majorité des interventions sur le convoyeur 660 sont correctives, la maintenance systématique est quasi-absente.

#### IV.1.5.2. Répartition des heures de marches et heures d'arrêts non planifié :

Pour cette partie nous nous sommes basées, aussi sur les données suivantes

**Tableau.4.8.** Heures de marche et heures de panne

<b>Heures de marche</b>	1784	37.69%
<b>Heures de panne</b>	2949.5	62,31%
<b>Total</b>	4733.5	100%



**Fig.4.16.** Répartition des heures de marche et de panne

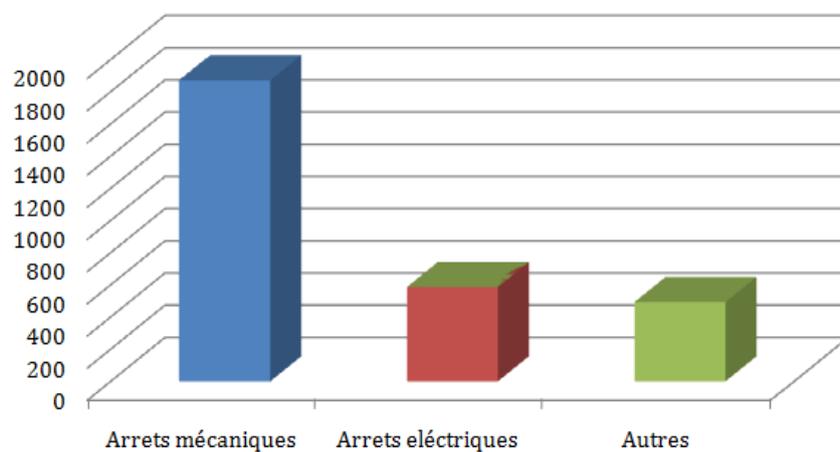
Nous remarquons un pourcentage élevé des heures de panne, nous constatons que la maintenance actuelle de la convoyeur 660 n'est pas efficace. Donc il faut chercher les causes de ses pannes.

#### IV.1.5.3. Analyse des heures de pannes par type

D'après l'historique de la convoyeur 660 de l'année 2020, les pannes sont réparties en mécanique ; électrique et les autres type associés.

**Tableau.4.9.** Répartition des heures de panne par type

Les pannes Ensembles	Mécaniques (h)	Electriques (h)	Autres (h)	Totale (h)
Convoyeur à Bande 660	1871	586	492.5	2949.5



**Fig.4.17.** Répartition des heures de panne par types

Le graphe ci-dessus représente la répartition des heures de panne par type ; nous remarquons que les pannes mécaniques sont dominantes, pour cela on va analyser et traiter les causes de ces pannes par la méthode AMDEC.

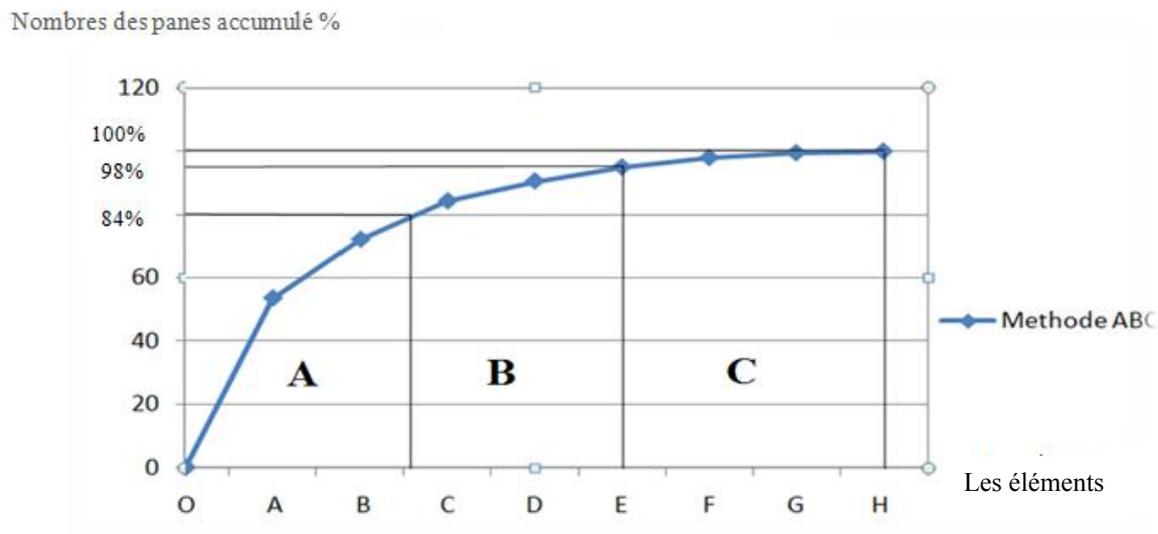
#### IV.1.5.3.1. Etude de diagramme de Pareto

##### a- Répartition de la machine

Pour simplifier cette étude statistique, on va exposer les organes qui constituent notre convoyeur qui et qui sont touchés par les pannes pendant la durée d'une année de production (2020) :

**Tableau.4.10.** Les nombres des pannes accumulées

	<b>Les éléments</b>	<b>Nombre des pannes</b>	<b>%</b>	<b>% accumulé</b>
<b>A</b>	Rouleaux	110	53.6	53.6
<b>B</b>	Roulements	38	18.5	72.1
<b>C</b>	paliers	25	12.2	84.3
<b>D</b>	accouplements	13	6.3	90.6
<b>E</b>	Moteur	09	4.4	95
<b>F</b>	Tambour	06	03	98
<b>G</b>	Tapis	03	1.5	99.5
<b>H</b>	Réducteur	01	0.5	100

**b- Diagramme de Pareto :****Fig.4.18.** Diagramme de Pareto**c- Interprétation du diagramme de Pareto**

**La zone A :** nous montre que 84.3% des pannes occasionnent 37.5% des éléments du convoyeur ; il s'agit de : les rouleaux, les roulements et paliers donc une attention particulière devrait être réservée à cette zone.

**La zone B :** représente 13.7% de des pannes ; il s'agit de : le moteur, les accouplements et les tambours

**La zone C :** constituée du tapis et la réducteur, mais occasionnant 2 % des pannes.

**Fig.4.19.** Palier**Fig.4.20.** Rouleau

Nous remarquons que tous les éléments sont connectés et fonctionnent simultanément, alors le dysfonctionnement d'un élément entraîne la perte de la production de l'ensemble.

#### IV.1.5.3.2. Recherche des causes racines (Diagramme Ishikawa)

Après l'étude du graphe de Pareto, nous avons cherché à comprendre pourquoi le nombre des pannes d'équipements qui on a trouvés dans les 3 zones sont énormes .Ce qui nous a conduit à l'étude du diagramme d'Ishikawa. Pour tenter de surpasser notre problème, il faut connaître toutes les causes qui peuvent lui donner naissance à savoir **"les cinq(05) M"**: Matériels, Matières, Méthode, Main-d'œuvre et Milieu, Pour déduire les causes

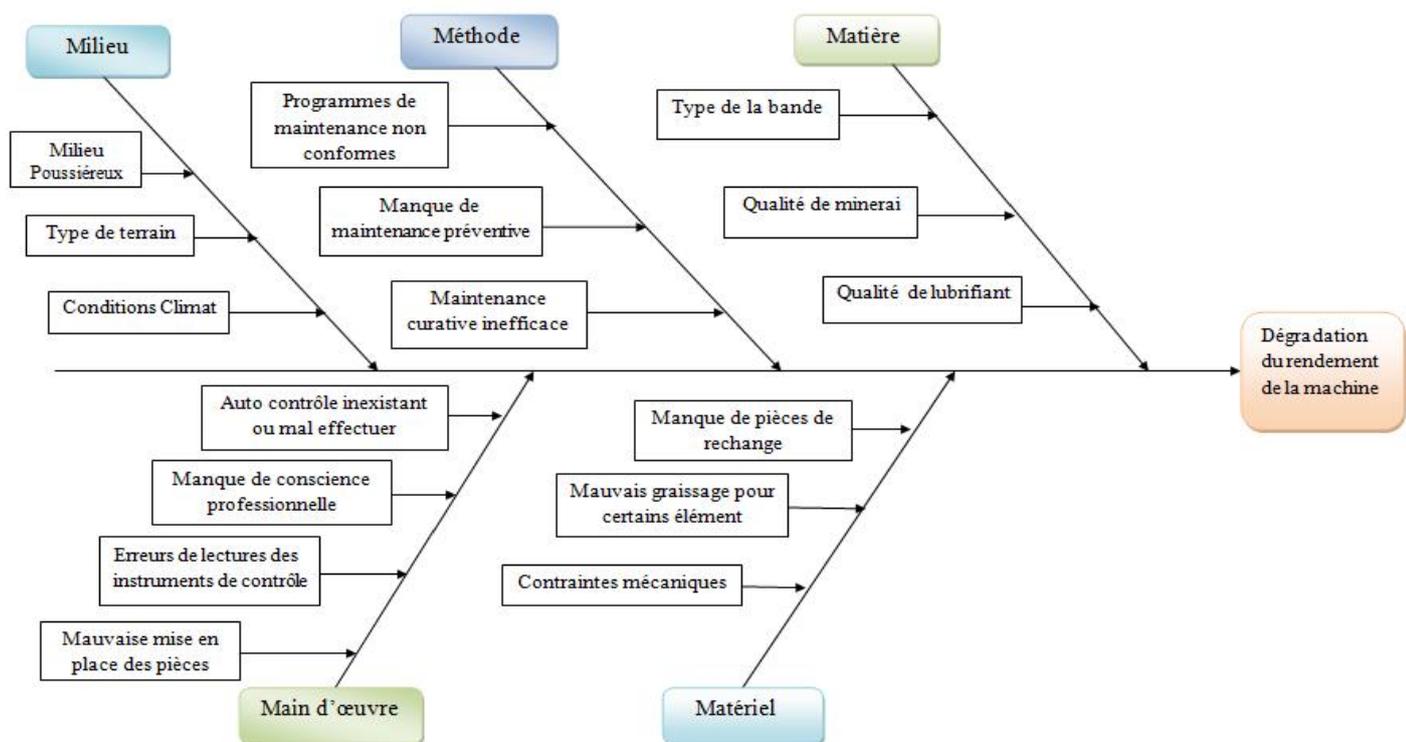


Fig.4.21. Diagramme d'Ishikawa

#### ➤ Le matériel :

- Manque des pièces de rechange;
- Mauvais graissage pour certains éléments;
- Contraintes mécaniques.

➤ **La matière :**

- Qualité de minerai;
- Type de la bande;
- Qualité de lubrifiant.

➤ **La méthode :**

- Programmes de maintenance non conformes;
- Manque de maintenance préventive;
- Maintenance curative inefficace.

➤ **La main d'œuvre:**

- Auto contrôle inexistant ou mal effectuer;
- Manque de conscience professionnelle;
- Erreurs de lectures des instruments de contrôle;
- Mauvaise mise en place des pièces.

➤ **Le milieu :**

- Condition climat;
- La poussière;
- Type de terrain.

D'après le diagramme Ishikawa nous pouvons retenir les points suivants :

**Milieu :** Le milieu poussiéreux est le facteur majeur qui augmente les temps d'indisponibilité

Alors il ya quelques procédures que nous pouvons établir pour diminuer les pannes au minimum parmi eux :

- Vérifier le Graissage et lubrification des roulements, les rouleaux et les tambours;
- Nettoyer périodiquement le moteur de la poussière et assurer de le lubrifier;
- Vérification le niveau de lubrifiant et l'état des engrenages des réducteurs.

**Matière :** Pour ce qui concerne la matière, type de la bande, l'efficacité du dispositif de tension, l'état des roulements et des tambours et la qualité de lubrifiant et les pièces de rechange non conforme sont facteurs pénible sur la rentabilité de la machine

**Main d'œuvre :** L'absence de formation et le problème de qualification des employés sont des problèmes majeurs qu'il faut impérativement les résoudre comme il y'a aussi un manque de documentation et de conscience professionnelle qui cause l'absence de procédure d'intervention rend les taches plus difficiles

**Matériel :** Les machines sont en général utilisées dans des mauvaises conditions (mauvais graissage, mauvais réglage) qui cause des coupures de la bande et distraction les différents composants (les tambours, les rouleaux, ...), manque des pièces de rechange

**Méthode :** L'inefficacité de la maintenance curative ainsi le manque d'information et la documentation sur l'état de la machine rend la tâche des maintenanciers difficiles, il devient nécessaire de positionner une équipe d'intervention à bon spécialisé plus proche de la machine.

#### IV.1.5.3.3. Analyse AMDEC

Après le recensement et l'identification de toutes les causes qui provoquent les pannes de notre convoyeur **660**, nous passons au calcul de la criticité des défaillances fonctionnelles, à l'aide de produit :  $F \cdot G \cdot D$ , prenant en compte la fréquence et la gravité de défaillance, comme indices de calcul. Nous obtenons le tableau suivant :

Tableau.4.11. Tableau d'AMDEC

Analyse des Modes de Défaillance de leur Effets et de leur Criticité										
SYSTÈME : convoyeur à bande				phase de fonctionnement		Date d'analyse				
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de la défaillance	détection	Criticité				Action corrective
						F	D	G	C	
moteur	Entrainer le convoyeur	Pas de rotation	Pas d'alimentation	Arrêt de production	Visuel	1	1	2	2	MPS
			Absence de commande	Arrêt de production	Visuel	1	1	2	2	MPS: contrôle contacteur
		Rotation inversée	Détérioration des bobinages	Arrêt de production	Visuel	2	2	4	16	PR: moteur
			Erreur de câblage	Arrêt de production	Visuel	1	1	1	1	D: consigne opérateur de maintenance
Réducteur	Commander la vitesse de convoyeur	Pas de rotation	Corrosion d'engrenage	Arrêt de production	Visuel	1	3	3	9	PR: réducteur
Tambour de renvoie	Entraine la bande	Roulement / palier	Endommagé	Bruit / rotation difficile	Audio visuel	1	1	1	1	MPS
Tambour commande	Entraine la bande	Couverte	Endommagé	Vitesse de rotation diminue	visuel	1	1	1	1	MCC
Tapis	Transporte de la matière	Amputation	Surcharge / fin de dureté de vie	Arrêt de production	Visuel	2	1	4	8	MCC: tapis MCP:
				Perte de charge	visuel	2	1	3	6	MCP:
rouleau	Facilite le mouvement de la bande		Usure	Vibration bruit	Pert la forme d'auge de la courroie	3	1	1	3	MPS MCC: roulements

**a- Synthèse ou évaluation de la criticité**

A partir du tableau AMDEC on a hiérarchisé les défaillances selon le seuil de criticité, les éléments dont la criticité atteint le seuil demande des actions correctives, ainsi ceux qui ont la gravité et la fréquence entre 3 et 4 doivent entraîner une action corrective de conception, même si la criticité n'atteint pas le seuil fixé.

- $1 \leq C < 16$ : Aucune modification; maintenance corrective. Ex: changement d'accouplement ; serrage de système de fixation;
- $16 \leq C < 24$ : Acceptable mais surveillance particulière; maintenance préventive conditionnelle et pièces de rechange associées;
- $24 \leq C < 64$ : Remise en cause complète de la conception.

**Tableau.4.12.** Evaluation de la criticité

Niveau de criticité	Eléments	Criticité	Action corrective
$1 \leq C < 16$	Réducteur	9	Maintenance corrective
	Tambour de renvoi	1	
	Tambour commande	1	
	Rouleau	3	
	Tapis	14	
$16 \leq C < 24$	moteur	21	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amélioration de performance de l'élément</li> <li>- Maintenance préventive systématique</li> </ul>

Après l'évaluation du tableau de criticité de le convoyeur en remarque que :

Les éléments (réducteur, les tambours de renvoi et de commande, les rouleaux et le tapis) a du niveau faible de la criticité, alors ils n'affect pas sur la production pendant l'utilisation

Par contre en trouve que le moteur a de moyen niveaux de la criticité, c'est-à-dire que les pannes de cet élément ont un effet d'arrêt la production

### IV.1.6. Proposition d'une gamme d'entretien du convoyeur à bande

Pour augmenter la dure de vie du convoyeur et conserver le meilleur fonctionnement de production, et minimiser les nombres des pannes, nous proposons une gamme d'entretien basée sur les recommandations des constructeurs.

Chaque élément de ce convoyeur a un spécial entretien de maintenance soit la maintenance préventive ou bien curative.

**Tableaux.4.13.** les opérations de maintenances préventives

<b>ELEMENTS</b>	<b>Maintenance Préventive</b>
Moteur	Nettoyage de poussière Changement des charbons
Réducteur	Vérification le niveau et la qualité de lubrifiant et l'état des engrenages
Accouplement	Vérifier le serrage des vis de fixation Vérifier le niveau de lubrifiant
Tambour / Rouleau	Graissage et lubrification
Palier	Vérifier le serrage des vis de fixation Et graissage
Tapis	Nettoyage

Dans le cas d'une panne il y'a des opérations de maintenance corrective pour minimiser les heures des pannes et recommencer la production vite ment

**Tableau.4.14.** Les opérations de la maintenance corrective

ELEMENTS	Maintenance Corrective
Moteur	Rebobinage
Réducteur	Changement des engrenages Changer le réducteur
Accouplement	Changement*
Tambour / Rouleau	Changement d'élément Changement des roulements
Palier	Changement des roulements
Tapis	Changement / collage **
Goulotte	Soudage

**Remarques**

\*: Une panne d'accouplement qui arrête la production, et l'accouplement caltée, et il n y'a pas d'un autre accouplement dans les magasins. Dans ce cas les ingénieurs prendre une décision de souder l'arbre de moteur avec l'arbre de réducteur pour dépanner la production jusqu'à la présence de l'accoupleur remplaçant. "Maintenance corrective palliative"

\*\* : Dans les cas de l'amputation du tapis de convoyeur, il y'a des plusieurs opérations citée dans le suivant :

- ❖ **Super Screw** : méthode pour dépannage, est une méthode de collage le tapis par des vis. Cette méthode appliqué généralement pour changer le tapis, où coller le nouveau tapis avec le tapis qui peut changé-le, et extrait les tapis jusqu'à le nouveau tapis placé sur la place de l'ansant tapis



**Fig.4.22.** Jonction super screw [prise de la photo]

- ❖ **Collage A Froid** : Cette méthode efficace, et c'est dépend a une colle spéciale, après une petite dégradation sur les deux parties de tapis mettre la colle entre les deux parties;
- ❖ **Collage A Chaud** : la méthode plus efficace, dépend a l'échauffement de parties de tapis;
- ❖ **Les Aggraves** : Cette méthode appliquée pour maintenir les petites fissures dans le tapis.



**Fig.4.23.** Les aggrave [prise de la photo]

## Conclusion

L'objectif principal de ce chapitre, vise en particulier l'amélioration de la maintenance préventive et curative du convoyeur 660 installé dans la mine de l'Ouenza ; c'est pour cette raison, nous avons effectué une analyse critique de l'état actuel de la machine par la méthode AMDEC, puis un classement basé sur la criticité des éléments qui sont analysés est réalisé et seul les éléments les plus critiques étant suivi par des actions de maintenances préventive et on propose une gamme d'entretien pour augmenter la dure de vie du convoyeur et minimiser les nombres des pannes

Après l'application de la méthode AMDEC sur le convoyeur, nous avons constaté que les pannes les plus critiques sont au niveau de : Rouleaux, roulements et paliers.

Parmi les problèmes qui causent les pannes sont l'absence des pièces de rechange.

Pour augmenter la durée de vie du convoyeur à bande 660 et minimiser les pannes répétitives, nous avons proposé une gamme type d'entretien basée sur les recommandations du constructeur.

**Conclusion**  
**générale**

### Conclusion générale

Les opérations de transport sont très importantes pour assurer les processus de production dans les carrières ou les mines à ciel ouvert, on définit deux types de transport, continue « les convoyeurs » et discontinue « les engins ».

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.

Le service maintenance industrielle est très important et essentiel à la disponibilité et surtout à la sécurité des opérateurs. En effet, le fonctionnement d'une installation, même dans les conditions normales d'exploitation entraîne un certain vieillissement des équipements et parfois même des accidents suite à des défaillances brutales de certains organes de la machine.

La mine de l'Ouenza est un pôle économique important. Dans cette entreprise, le coût de la prise en charge des équipements ainsi que l'équilibre qui doit être réalisé entre la maintenance préventive systématique et la maintenance curative, nous oblige à mener une étude et analyse approfondie sur l'équipement objet de l'étude qui est le convoyeur à bande, ce dernier qui constitue un maillon principale de toute l'installation et son arrêt constitue un vrai handicap non seulement à l'installation du transport du minerai de fer mais de toute la chaîne de production.

Après l'application de la méthode AMDEC sur le convoyeur, nous avons constaté que les pannes les plus critiques sont au niveau de : Rouleaux, roulements et palier. De plus, parmi les problèmes qui causent les pannes sont l'absence des pièces de rechange.

A partir de Les résultats de l'analyse l'AMDEC, nous pouvons proposer l'application d'un plan de maintenance basé sur les instructions du constructeur, avec une périodicité limitée suivant les conditions de travail et l'évaluation de l'état de dégradation de la machine. La réussite d'un plan de maintenance ne sera rentable sans un suivi régulier des interventions de maintenance qui permet d'améliorer leur efficacité, et sans une préparation rigoureuse aucun travail ne peut être accompli efficacement.

**Bibliographies**

[1] : **Mahfoudi K.** (2008) Support technique : Gestion et organisation de la maintenance Projet de mise à niveau de la formation professionnelle en Algérie, financé par l'union européenne, 2008.

[2] : Cours de Maintenance Industrielle/TEC 336/, Faculté Des Sciences, Université de Constantine, 2007/2008.

[3] : **Ly F., Simeu-Abazi Z., Leger J-B.** (1999) Terminologie Maintenance : bilan Groupe de Recherche S.P.S.F., Institut pour la Maîtrise des Risques, Grenoble, 1999

[4] : **Ivana Rasovska.** (2006) Contribution à une méthodologie de capitalisation des connaissances basée sur le raisonnement à partir de cas : Application au diagnostic dans une plateforme d'e-maintenance Thèse doctorale. L'UFR des Sciences et Techniques de l'Université de Franche-Comté

[5] : **Dr. Djamel FRIHI** cours Maintenance industrielle Université du 8 mai 1945 – Guelma Faculté des Sciences et de la Technologie Département de Génie Mécanique

[6] : **M. Soussan, T. Dib,** Etude critique et propositions d'amélioration de la gestion de la maintenance - cas de l'adduction EL KANSERA, Mémoire d'ingénieur d'état, 2012/2011.

[7] : **Heng J** – pratique de la maintenance préventive : mécanique, pneumatique, hydraulique, électricité, froid – Edition DUNOD 6 2002

[8] : **D. richet,** Maintenance basée sur la fiabilité : un outil pour la certification, Ed. Masson.1996.

[9] : Cours 5ème génie mécanique, Université de M'sila, 2007.

[10] : Romain Lesobre, Modélisation et optimisation de la maintenance et de la surveillance des Systèmes multi- composants- Applications à la maintenance et à la conception de véhicules industriels, 196p, 2015.

[11] : <http://tpmattitude.fr/5niv.html>

[12] : GE-Pr.**M.RAHLI**-Cours-Maintenance-Fiabilité-L3-S6.pdf

- [13] : <http://www.technologuepro.com/maintenance-industrielle/chapitre-5-analyse-des-defaillances-et-aide-au-diagnostic.pdf>
- [14] : **TOUMI ouail & AKERMI said** Thème " Etude Analytique De La maintenance Préventive D'une Turbine à Gaz GE10/2 " UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA 2018/2019
- [15] : <http://www.technologuepro.com/maintenance-industrielle/chapitre-5-analyse-des-defaillances-et-aide-au-diagnostic.pdf>
- [16] : **SLIMANI Lotfi & MOUSSAOUI Nabil** Thème " Elaboration d'un plan de maintenance par la méthode AMDEC de la ligne turbo alternateur de la centrale CEVITAL-Bejaia" UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA-BEJAIA 2015/2016
- [17] : **Samet Henda & Djrida Nabil** Thème " Analyse de fonctionnement de compresseur par l'application de l'AMDEC (compresseur de la mine de Boukhadra)" UNIVERSITE LARBI TEBSSI –TEBESSA 2015-2016
- [18] : **Chouaib Boutemedjet** Thème " sûreté de fonctionnement et evaluation de performance du system de production du champ gazier de menzelledjmeteast (MLE) " UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES 2015.
- [19] : Centre National des Etudes et de Formation de l'Industries des Carrières et des Matériaux de construction (CEFICEM), « CHARGER - TRANSPORTER (Première partie) ».
- [20] : Société de l'Industrie Minérale (SIM), « Les techniques de l'industrie minérale, Ciel ouvert mines et carriers (Réalisation d'un projet-Opération-Gestion) », 2006.
- [21] : **DEMDOUM S ; BOUDISSA I** « optimisation d'un plan de tir-cas de la carrière de Ain El Kebira », université de Bejaia 2015.
- [22] : **AITHABIB Z** cours machines de transport 1ère année master exploitation minière, université de Bejaia, 2015
- [23] : **DUNLOP** conveyour belting 5eme rencontre des mines et carrières à Alger les 23et 24 avril 2013

- [24] : **HANNACHI El Bahi** polycopie-cours de machines minières 3ème année, Département des mines, Université Badji Mokhtar-Annaba-. (ALGERIE).
- [25] : **F. V. Hetzel and R. K. Albright**, Belt conveyors and belt elevators, New York, London, 1941.
- [26] : **G. M. Metcalfe**, G. A. R. Prentice, Conveyor Belting in Canada, Canadian Mining Journal, no. 3,1958.
- [27 ]: **A.Lopatin**, Opisanierazrabotkizolotyhpriiskovposredstvompeskozoza, Irkoutsk, 1960.
- [28] : **Peskovozdlyarazrabotkizolotyhpromyslov**, GazetaVostotchnoiSibiři « Amour », Irkoutsk, n° 1, 1861.
- [29] : **P. N. Goulenkov**, Primenenietransporterovprietkrytyhrazrabotkah, Ougol. Moscow, n° 110, 1934.
- [30] : **N. V. Berezin**, B. Ia. Finkelchtein, Podemno-transportnyemachiny, Machgiz, Moskva, 1951.
- [31] : **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.
- [32] : **Léon Dubois**, Lafarge Coppée. 150 ans d'industrie, Paris, Belfond, 1988, 324 pp.
- [33] : **DUNLOB**, Constructeur de bandes pour convoyeurs, site internet : [www.Dunlop.com](http://www.Dunlop.com), consulter le 22 Fevrier 2019.
- [34] : **Daniel Roessner** « Contribution à l'étude du comportement mécanique des carcasses textiles de bandes transporteuses : optimisation de la jonction »thèse de doctorat, université de haute alsace, 2010
- [35] : **Daijie He, Yusong Pang, Gabriel Lodewijks**«Belt Conveyor Dynamics in Transient Operation for Speed Control» international Journal of Civil and Environmental Engineering, Vol: 10, No: 7, 201
- [36] : InformationsTechnique «paramètres à prendre en compte pour l'étude et la conception des convoyeurs à band

<https://www.yumpu.com/fr/document/view/17207122/informationstechniques-rulmeca>

[37] : **Meziane Ridha, MouhliToufik** « Etude Mécanique et électrique d'un convoyeur à bande afin d'augmenter sa charge », université Béjaïa, 2013

[38] : **YusongPang**,«Intelligent Belt Conveyor Monitoring and Control», these doctorat, universities delft, china, 2010

[39] : **Daniel Roessner** « Contribution à l'étude du comportement mécanique des carcasses textiles de bandes transporteuses : optimisation de la jonction »thèse de doctorat, université de haute alsace, 2010

[40] : **Daijie He** «Energy saving for belt conveyors by speed control» these doctorat ,université delft, chine 2017

[41] : Informations Technique «paramètres à prendre en compte pour l'étude et la conception des convoyeurs à bande»,  
<https://www.yumpu.com/fr/document/view/17207122/informationstechniques-rulmeca>

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

[43] : **Daniel Clénet, Jan**, «Optimizing energy efficiency of conveyors», these doctorat,2010

[44] : **Sébastien Charlemagne** «Modélisation et commande d'un système de transport de bande textile»thèse doctorat, université de Lille, France 2003

[45] : **Ashley Jan George NUTTALL** «Design Aspects of Multiple Driven Belt Conveyors » These doctorat,universitédelft,china 2007

[46] : **Nuttall A.J.G, LodewijksG**.«Traction versus slip in a wheel-driven belt conveyor», Mechanism and Machine Theory, Elsevier, Vol 41, 1336–1345, 2006

[47] : **You-fu H, Meng Q**. «Dynamic characteristics of conveyor belts», Journal of china University of Mining and Technology, Elsevier, Vol 18, 0629–0633, 2008

- [48] : **Latrechekaddour ,boumagoudaloubna**, Conception d'un convoyeur à bande, thème de master, 2011, 65 pp
- [49] : **DIN22101**, Continuous conveyors-Belt conveyors for loose bulk materials-Basics for calculation and dimensioning, 1982.
- [50] : **Réda Bédairia**, « Guide d'ARCELORMITTAL Tébessa mines de l'Ouenza et Boukhadra »année 2008
- [51] : Division Etude et Développement (DED), Rapport géologique de la mine de l'Ouenza
- [52] : Mine de Ouenza « service maintenance, bureau des méthodes, service électrique, la Direction générale, service abattage»
- [53] : [https://fr.m.wikipedia.org/WIKI/Soci%C3%A9t%C3%A9\\_de\\_l%27Ouenza](https://fr.m.wikipedia.org/WIKI/Soci%C3%A9t%C3%A9_de_l%27Ouenza)
- [54] : <http://ouenza-up.kazeo.com/l-histoire-de-ouenza/histoire-de-la-la-mine-de-l-ouenza-et-de-boukhadra,a665763.html>

La **Société de l'Ouenza« MFE »** a exploité depuis 1921 la mine d'Ouenza, en Algérie, sur un gisement de 5 kilomètres de long, près de la frontière tunisienne, qui renfermait d'importantes quantités de minerai de fer non phosphoreux, utilisable pour la sidérurgie, et employant en période de haute activité environ 4 000 personnes.[53]

Au terme de la forte croissance économique mondiale des années 1850, l'année 1863 voit l'installation des premiers européens à la recherche du minerai de fer à Ouenza, tandis qu'en 1870 débute l'exploitation du minerai de fer à Beni-Saf par la Société Mokta El Hadid.

En 1901, le géologue français Pascal obtient une concession pour la recherche et l'exploitation du minerai de fer à Ouenza, qui débouche en 1913 sur la création de la Société de Ouenza, au capital social de 114 millions de francs. La hausse des cours du minerai au début du siècle a fait émerger plusieurs projets, dont celui d'une ligne de chemin de fer pour desservir le gisement. [54]

### **Fiche technique des composants du convoyeur TC1bis**

Dans ce stage nous avons pris un échantillon, « **le convoyeur T1bis** » Et en suivant sa fiche technique :

**MOTEUR:** Construction.....ASEA  
 Type:..... MBM 250 M  
 Puissance:..... 55 KW  
 Vitesse:..... 1460 tr/mn  
 Tension:..... 220/380 V  
 Classe d'ISOLEMENT:..... F

**REDUCTEUR:** Construction..... ENGRENAGES & REDUCTEURS  
 Type:..... 2 PR 75 Réf : BRAMTOM-RENOLD TDH-280E  
 N de Commande:..... 753250  
 N d'Ordre:..... 59973  
 Rapport:..... 1 /20  
 Puissance C.V. .... 0,75  
 Position des Arbres..... Standard figure 12.

**ACCOUPLLEMENT G.V:** Coupleur Hydraulique.....SIME

(Moteur/Réduc.) Type:..... 420 CDR – XR

**ACCOUPLLEMENT P.V:** Constructeur..... ENGRENAGES & REDUCTEURS

(Réduc/Tambour) Type:..... FLEXACIER 9 TL 2.

**TAMBOURS & PALIERS :**

Tambour de Commande: Diamètre..... 500 mm + Revêtement.

Jupe longueur..... 1150 mm

Tambour de Retour : Diamètre..... 400 mm

Jupe longueur..... 1150 mm

**PALIERS:** Type..... SNA 522 /619

Nombre..... 02.

Type (Tambour retour adapte)..... SNS 518

Nombre..... 02.

**Tambours du contre poids:**

Diamètre..... 400 mm

Jupe longueur..... 1150 mm

Nombre..... 03

**Paliers du tambour contre poids**

Type..... SNF 513

Nombre..... 06.

**TAPIS:** Largeur:(4 Plis)..... 1000 mm

Epaisseur:..... 15 mm

Entraxe des Tambours extrêmes:..... 213 M

Vitesse:..... 2 m/s

Marque (Bande d'origine:..... TRELLEBORG

Type:..... 1000 RTP 400

**Revêtement:** Nature..... Anti-abrasif

Epaisseur supérieur..... 6 mm

Epaisseur inférieur..... 2 mm

Elévation maximum:..... 7 ou 5 M

**Rouleaux Supérieurs :**

Diamètre.....133

Jupe longueur..... 380

Nombre de Support..... 203

Nombre de rouleaux..... 609

Ecartement..... 1,20 m

Auge du support..... 30°

**Rouleaux Inferieur:(Retour Bande)**

Diamètre..... 133 mm

Jupe longueur..... 1115 mm

Nombre de Support..... 68

Nombre de rouleaux..... 68

Ecartement..... 03 m

**Rouleaux Inferieur Auto-centreur**

Diamètre..... 133mm

Jupe longueur..... 380mm

Nombre de Support..... 04

Nombre de rouleaux..... 12

**CHARIOT STOCKEUR:**

**MECANISME DE TRANSLATION SUR TC1 bis:**

VOIE : Largeur:..... 1470 mm

Vitesse:..... 19 m/mn

Galets: Diamètre..... 500 mm

Nombre: Galet Moteur..... 02

Galet Fous..... 02

Groupe de commande..... 01

**MOTEUR:** Construction..... C.E.M.

Type:..... MFUK 132 S6.

Puissance:..... 3 KW.

Vitesse:..... 1000 tr/mn

Tension:..... 380 v

Classe d'ISOLEMENT:..... F.

**REDUCTEUR:** Construction..... DURANG

Type:..... 125 MHU 2

Rapport:..... 1/80

**ACCOUPLLEMENT:** Construction..... STROMAG

Type:..... Périflex 220/PNA6.

**FREIN:** Construction..... SIME.

Type:..... FD 16 C.