

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ IBN-KHALDOUN DE TIARET

FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUEES
DÉPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE
FILIERE DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences & Technologie

Filière : Génie Mécanique

Parcours : Master

Spécialité : Maintenance Industrielle

THÈME

**Elaboration d'un plan de maintenance d'une ligne
d'ensachage**

Préparé par : Mr.

– DAIRI Noureddine.

– KHELFAOUI Abdellah Azzam.

Soutenu le : 21/06/2017

Devant le Jury :

Nom et prénoms	Grade	Lieu d'exercice	Qualité
BALTACHE Abdelghani	MAA	UIK Tiaret	Président
GUENTREI Hocine	MAGISTER	UIK Tiaret	Examineur
SAAD Mohamed	MAA	UIK Tiaret	Rapporteur

PROMOTION 2016 /2017

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ IBN-KHALDOUN DE TIARET

FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUEES
DÉPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE
FILIERE DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences & Technologie

Filière : Génie Mécanique

Parcours : Master

Spécialité : Maintenance Industrielle

THÈME

**Elaboration d'un plan de maintenance d'une ligne
d'ensachage**

Préparé par : Mr.

– DAIRI Noureddine.

– KHELFAOUI Abdellah Azzam.

Soutenu le : 21/06/2017

Devant le Jury :

Nom et prénoms	Grade	Lieu d'exercice	Qualité
BALTACHE Abdelghani	MAA	UIK Tiaret	Président
GUENTREI Hocine	MAGISTER	UIK Tiaret	Examineur
SAAD Mohamed	MAA	UIK Tiaret	Rapporteur

PROMOTION 2016 /2017

REMERCIEMENT

Avant tout nous remercions DIEU le tout puissant qui nous a donné le courage et la volonté de terminer cette modeste étude.

Nos infinies gratitudees à notre Encadreur Monsieur Saad pour son soutien et ses conseils.

Aussi je tiens à remercier tout l'ensemble d'enseignants et professeurs qui ont participé à notre formation durant toutes nos années d'étude.

J'exprime ma profonde reconnaissance envers les membres du jury d'avoir bien voulu examiner mon travail.

Enfin, je remercie toute personne ayant contribué à l'élaboration de ce travail.

Dédicaces

*Nous dédions ce modeste travail à toute notre famille
et plus précisément à nos parents
pour leur soutien moral et financier,
ainsi que pour leur encouragement et leur aide si précieuse
tout au long nos années d'études en leur souhaitant longue
vie.*

*En outre ce travail est dédié à toute personne ayant
participé de près ou de loin à sa réalisation et à son
accomplissement,
ainsi que tous nos professeurs à la faculté des sciences
appliquées.*

*A toute la promotion avec qui nous avons passé des moments
vraiment inoubliables.*

En fin, nous dédions ce mémoire à tous nos amis(es).

ملخص:

تعالج هذه الدراسة مشكلة تعظيم الاستفادة من وظيفة الصيانة عن طريق "وضع خطة صيانة" هدفها التعرف على الخطوات المختلفة لعملية التصنيع بهدف تحديد مكامن الخلل. بعد ذلك هو تحديد العناصر الأساسية لهذه المكونات التي تضر التشغيل العادي للعملية.

وتهدف هذه الأساليب المقترحة لتركيز الجهود على فشل المعدات التي تسبب معظم الآثار السلبية في مجال الصيانة والإنتاج والجودة. وهي تستند أساسا على دراسة تحليل FMEA وتحليل باريتو. هذه التقنيات ليست فقط لتحديد الحالات الشاذة والأعطال من العملية ولكن ترجعها إلى أسبابها الأصلية واقتراح الإجراءات الوقائية والتصحيحية.

ويستند تحليل FMEA على الاستدلال المنطقي والبسيط الممكن تعميمه على يمكننا تعميم ضمن المجمع الصناعي لإسمنت الجزائر (GICA). الغرض منه توضيح الإجراءات ضمن مقاربة شاملة ثم تنزل إلى معظم العناصر الأساسية باستخدام أدوات ذات كفاءة. في البداية تتيح التحكم بالإجراءات، ومن ثم تحديد أكثرها أهمية وتحديد أسباب الفشل وأخيرا اقتراح إجراءات وقائية.

Résumé :

Ce projet de fin d'études traite le problème d'optimisation de la fonction maintenance par « l'élaboration d'un plan de maintenance ». Il a pour Objectif de cerner les différentes composantes du processus de fabrication tout en cherchant celles qui présentent les défaillances les plus critiques. Par la suite il consiste à identifier les organes élémentaires de ces composantes qui portent préjudice au fonctionnement normal du processus.

Les méthodes proposées ont pour but de focaliser les efforts sur les défaillances des équipements qui causent la majorité des effets nuisibles à la maintenance, à la production et à la qualité. Elles reposent essentiellement Sur l'étude d'une analyse type AMDEC du processus et par la méthode ABC. Ces techniques consistent non seulement à identifier les anomalies et les dysfonctionnements du processus mais elles remontent jusqu'à leurs causes d'origine puis suggèrent des actions préventives et correctives appropriées.

L'analyse type AMDEC est basée Sur un raisonnement logique et simple qu'on peut vulgariser à l'intérieur de la cimenterie GICA. Elle a pour but de voir le processus dans une approche globale puis descendre jusqu'aux organes les plus élémentaires en utilisant des outils performants. Au départ elle permet de maîtriser les processus, identifier ceux qui sont critiques puis identifier les causes des défaillances afin de proposer des actions préventives.

SOMMAIRE

REMERCIEMENT	I
DEDICASES	II
RESUME	III
LISTE DES FIGURES	VIII
LISTE DES TABLEAUX	IX
ABREVIATIONS ET SYMBOLES	X
INTRODUCTION GENERALE	1

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE

I.1	Introduction	2
I.2	Définition de la maintenance	2
I.3	Les différentes formes de maintenance	4
I.3.1	La maintenance corrective	5
I.3.2	La maintenance préventive	5
I.4	Les opérations de maintenance	8
I.4.1	Les opérations de maintenance corrective	8
I.4.2	Les opérations de maintenance préventive	9
I.4.3	Autres opérations	9
I.5	Les niveaux de maintenance	10
I.6	Echelons de maintenance	13
I.7	Les activités connexes	14
I.7.1	La maintenance d'amélioration	14

I.7.2	Les travaux neufs	15
I.7.3	La sécurité	16
I.8	Conclusion	18

CHPITRE II : ANALYSE FONCTIONELLE DES ENSACHEUSES

II.1	Généralités	19
II.2	Description de la machine	19
II.3	Caractéristiques techniques	19
II.3.1	Données caractéristique	19
II.3.2	Réducteur (sous-groupe commande rotative)	20
II.3.3	Moteur de commande, turbine de remplissage	20
II.3.4	Domaine d'application et utilisation conforme	20
II.3.5	Données du produit	20
II.3.6	Machine, désignation de du type	21
II.4	Description générale	21
II.4.1	Entrainement	22
II.4.2	Alimentation en matière	23
II.4.3	Station de remplissage	24
II.4.4	Chaise porte sac	25
II.5	Description de fonctionnement électrique et pneumatique	26
II.5.1	Description de fonctionnement électrique de la partie rotative	26
II.5.1.1	Alimentation électrique.....	26
II.5.1.2	Moteur de turbine.....	26
II.5.1.3	Electrovannes.....	26
II.5.2	Description de fonctionnement électrique de la partie non rotative	26

II.5.2.1 Interrupteur principal	27
II.5.2.2 Commande rotative.....	27
II.5.2.3 Sas alvéolaire avec indicateur du niveau du silo d'ensachage	27
II.5.3 Description pneumatique	27
II.5.3.1 Retenue de sacs.....	27
II.5.3.2 Démarrage	28
II.6 Dégagement du sac	30
II.7 Conditions de démarrage du Roto-Packer	30
II.7.1 Mise en service	30
II.7.2 Mise hors service du Roto-Packer	31
II.8 Les compteurs de position	32

CHAPITRE III : PLAN DE MAINTENANCE

III.1 Historique de la machine	34
III.2 Analyse type AMDEC	34
III.2.1 Définition	34
III.2.1.1 Principe de base	34
III.2.1.2 Processus de la méthode	35
III.2.1.3 Objectifs	36
III.2.2 Application de l'AMDEC	37
III.2.2.1 Calcule de la criticité	38
III.2.2.2 Les critères d'analyse	38
III.2.2.3 Grille de cotation	38
III.3 Application au transporteur à bande	39
III.4 Entretien et maintenance des transporteurs	42

III.4.1	Entrainement à chaine et courroie trapézoïdale	42
III.4.2	La lubrification	43
III.5	Consignes de lubrification	45
III.5.1	Tableau des lubrifiants	45
III.5.2	Instruction de lubrification	46
III.6	Analyse Pareto	47
III.6.1	Exploitation de l'historique des pannes	47
III.6.2	Répartition des heures d'arrêt	49
III.7	Maintenance des ensacheuses	50
III.7.1	Erreurs mécaniques	50
III.7.2	Entretien et liste d'inspection	52
III.7.2.1	Intervalle de vérification : hebdomadaire	52
III.7.2.2	Intervalle de vérification : semestriellement	53
III.7.2.3	Intervalle de vérification : selon les besoins	53
	CONCLUSION GENERALE	54
	BIBLIOGRAPHIE	55

ANNEXES

ANNEXE A	Fiche pour l'historique des pannes	56
ANNEXE B	Ordre de travail	57
ANNEXE C	Commande.....	58
ANNEXE D	Chaise porte-sac.....	60
ANNEXE E	station d'ensachage	62
ANNEXE F	plan de montage ROTO-Packer	63

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Principe de la maintenance conditionnelle	7
Figure I.2 : Diagramme des opérations de maintenance	17
Figure II.1 : Machine roto-packer type 10RSE	21
Figure II.2 : Plan machine roto-packer	22
Figure II.3 : Commande rotative	23
Figure II.4 : Alimentation en matière	23
Figure II.5 : Station de remplissage	24
Figure II.6 : La chaise porte –sac	25
Figure II.7 : fonction sac sur échantillonnage	28
Figure II.8 : Remplissage gros débit	29
Figure II.9 : Remplissage petit débit	29
Figure II.10 : Arrêt du Remplissage	30
Figure II.11 : Position des capteurs sur la périphérie de l'ensacheuse	32
Figure III.1 : Points de lubrification d'une ensacheuse	46
Figure III.2 : Histogramme des pannes des becs	48
Figure III.3 : Diagramme de Pareto des pannes	49

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux II.1 : Signification de position des capteurs sur la périphérie de l'ensacheuse ...	33
Tableau III.1 : Analyse des modes de défaillance et de leur criticité	38
Tableau III.2 : Grille de cotation	39
Tableau III.3 : Analyse du motoréducteur	40
Tableau III.4 : Interprétation de l'analyse du motoréducteur	41
Tableau III.5 : Analyse de poulies – courroies	41
Tableau III.6 : Interprétation d'analyse poulies-courroies	42
Tableau III.7 : Les lubrifiants	45
Tableau III.8 : Instruction de lubrification	46
Tableau III.9 : Historique des pannes des becs de l'ensacheuse 3	47
Tableau III.10 : Pourcentage et cumul des TTR	49
Tableau III.11 : Erreurs mécanique	50
Tableau III.12 : Intervalle de vérification hebdomadaire	51
Tableau III.13 : Intervalle de vérification semestriel	52
Tableau III.14 : Intervalle de vérification selon les besoins	52

ABREVIATIONS ET SYMBOLES

GICA : **G**roupement Industrielle des **C**iments d'Algérie.

AFNOR : **A**ssociation **F**rançaise de **N**ormalisation.

CEN : **C**omité **E**uropéen de **N**ormalisation.

URL : **U**nités **R**emplaçables en **L**igne.

SCIS : **S**ociété de **C**iment **I**ndustrielle de **S**aïda.

AMDEC : **A**nalyse des **M**odes de **D**éfaillance, de leurs **E**ffets et de leur **C**riticité.

FMECA : **F**ailure **M**odes **E**ffects and **C**riticality **A**nalysis.

C : **C**riticité.

G : **G**ravité.

O : **O**ccurrence ou fréquence.

D : **D**étection.

TTR : **T**emps des **T**âches de **R**éparation.

Introduction générale

Introduction général

La maintenance industrielle, qui a pour vocation d'assurer le bon fonctionnement des outils de production, est une fonction stratégique dans les entreprises. Intimement liée à l'incessant développement technologique, à l'apparition de nouveaux modes de gestion, à la nécessité de réduire les coûts de production, elle est en constante évolution. Elle n'a plus aujourd'hui Comme seul objectif de réparer l'outil de travail mais aussi de prévoir et éviter les dysfonctionnements. Ainsi la recherche des performances des systèmes de production devenus complexes mène la fonction maintenance à être responsable de la garantie de la disponibilité de tels systèmes. Cette garantie doit être assurée dans des conditions financières optimales. En effet la concurrence est devenue de plus en plus rude voir farouche, toutes les entreprises sont tenues à appliquer la maintenance grâce aux objectifs qu' elle présente d'assurer la production prévue, maintenir le niveau de qualité du produit fabriqué, respecter des délais, respecter les objectifs humains : conditions de travail et de sécurité, préserver l'environnement.

Dans ce contexte l'élaboration d'un plan de maintenance s'impose pour atteindre les objectifs prescrits avec des coûts optimaux. Cette politique de maintenance exige la maîtrise et l'optimisation des processus et des activités de production.

Le service ensachage et expédition de GICA (le seul service de l'entreprise où la maintenance est décentralisée) a bien compris cette politique. En effet, avant de proposer l'élaboration d'un plan de maintenance, il a été question d'abord de faire une mise à jour des fiches techniques de chaque machine.

Comme l'outil de production comporte plusieurs processus et activités, on ne peut pas leurs réserver tous la même attention. Il convient donc d'identifier ceux qui sont critiques sur lesquels il faut agir en priorité. Dans ce projet de fin d'études. Nous proposons une méthode d'élaboration d'un plan de maintenance basée sur l'analyse typiquement AMDEC.

Chapitre I

Généralités

Sur

La Maintenance

I.1 Introduction

La maintenance s'inscrit parmi les contraintes que rencontre tout exploitant d'une installation de production nécessitant un ensemble de moyens matériels et humains n'est en mesure d'assurer le service qu'on lui demande qu'après avoir surmonté diverses contraintes. Parmi ces contraintes, la maintenance des équipements de production et l'optimisation de leur durée de vie. Construire une usine ou un atelier ne sert à rien en l'absence de production significative, de personnel qualifié, ou d'un système d'organisation permettant le maintien en bon état des installations [1].

Les installations et les équipements tendent à se détériorer dans le temps sous l'action des causes multiples, telles que l'usure, la déformation due au fonctionnement ou l'action des agents corrosifs (agents chimiques, atmosphères, etc.). Ces détériorations peuvent provoquer l'arrêt de fonctionnement qui diminue les capacités de production et mettre en péril la sécurité des biens et des personnes et, ainsi provoquer des rébus et diminuer la qualité, augmenter les coûts de fonctionnement (augmentation de la consommation d'énergie, etc.) et diminuer la valeur marchande de ces moyens. On doit effectuer des opérations de dépannage, graissage, visite, réparation, amélioration etc., qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité et la qualité de la production. Bien maintenir c'est aussi assurer les opérations d'exploitation au coût global optimal.

Aujourd'hui la maîtrise de la disponibilité des biens, des matériels et des équipements industriels, permet à l'industrie d'agir sur la régularité de la production, sur les coûts de fabrication, sur la compétitivité et sur le succès commercial. Pour vendre plus et mieux, il s'agit non plus seulement de proposer un meilleur mode de conduite de l'installation mais de garantir à l'exploitant un mode d'intervention rapide, une mise en place de détection et de diagnostic de défaillances, en un mot, il faut assurer une maintenance de qualité permettant d'atteindre la production optimum.

I.2 Définition de la maintenance

La fonction maintenance est définie par la norme AFNOR NF-X-60-010, comme celle qui consisterait à maitre en œuvre tous les moyens disponibles pour maintenir les machines en bon état de fonctionnement, jusqu'au moment où elles doivent être retirées du service.

L'AFNOR défini la maintenance «Comme étant ; l'ensemble des action permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié et en mesure d'assurer un service déterminé dans un temps déterminé ».

Le terme maintenir renferme la notion de prévention sur un système en fonctionnement, tandis que rétablir supporte la notion de correction après défaillance [2].

➤ Le projet "CEN" (Comité Européen de Normalisation) définit la maintenance par : « L'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de gestion durant le cycle de vie d'un matériel, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ».

La fonction requise est ainsi définie par : « la fonction ou l'ensemble des fonctions d'un bien considéré comme nécessaire pour fournir un service déterminé ». On remarque l'apparition d'un nouveau concept ; le projet européen ajoute une idée intéressante : les actions de la maintenance se rapportent au cycle de vie des matériels, ce qui implique une vision à moyen et à long terme de la stratégie de maintenance [2].

a. Rôle de la maintenance

Le service maintenance doit mettre en œuvre la politique de maintenance définie par la direction de l'entreprise, cette politique devant permettre d'atteindre le rendement maximal des systèmes de production.

Cependant, tous les équipements n'ont pas le même degré d'importance d'un point de vue maintenance. Le service devra donc, dans le cadre de la politique globale, définir les stratégies les mieux adaptées aux diverses situations.

La fonction maintenance sera alors amenée à établir des prévisions ciblées :

➤ **Prévisions à long terme (au delà d'une année) :**

Elles concernent les investissements lourds ou les travaux durables. Ce sont des prévisions qui sont le plus souvent dictées par la politique globale de l'entreprise.

➤ **Prévisions à moyen terme (dans l'année en cours) :**

La [maintenance doit se faire la plus discrète possible dans le planning de charge de la production. Il lui est donc nécessaire d'anticiper, autant que faire se peut, ses interventions en fonction des programmes de production. La production doit elle aussi prendre en compte les impératifs de suivi des matériels.

➤ **Prévisions à courts termes :**

Elles peuvent être de l'ordre de la semaine, de la journée, voire de quelques heures. Même dans ce cas, avec le souci de perturber le moins possible la production, les interventions devront elles aussi faire l'objet d'un minimum de préparation.

Le service maintenance doit donc maîtriser le comportement des matériels en gérant les moyens nécessaires et disponibles. C'est là que l'importance de la mutation de l'entretien

traditionnel vers une logique de maintenance prend toute son importance.

b. Entretien et maintenance

L'entretien se contente d'intervenir sur un système défaillant pour relancer la production et effectue les opérations courantes préconisées par le constructeur. Il n'y a donc pas prise en compte des caractéristiques spécifiques des conditions de fonctionnement (cadence, ancienneté, température ambiante, etc.). On peut donc être conduit à effectuer (sans évaluation a priori ou a posteriori) à faire trop ou pas assez d'entretien.

Entretien, c'est subir alors que maintenir, c'est prévoir et anticiper.

En effet, par la prise en compte des objectifs de production et par la connaissance du comportement du matériel, la maintenance considère les notions de «bon état» et de «rendement » comme relatives. De par des démarches de réflexion et par ses relations avec la production, la maintenance concourt à l'augmentation de la productivité.

L'objectif primordial de la maintenance est d'optimiser en permanence la disponibilité de l'outil de travail. Ainsi. Elle participe à la production globale.

Elle est donc reconnue comme une activité nécessaire (génératrice de profits) alors que l'entretien traditionnel était considéré comme une charge financière.

I.3 Les différentes formes de maintenance

a. Les concepts

L'analyse des différentes formes de maintenance repose sur 4 concepts [3] :

- Les événements qui sont à l'origine de l'action : référence à un échéancier, la subordination à un type d'événement (auto diagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc.), l'apparition d'une défaillance
- Les méthodes de maintenance qui leur seront respectivement associées : maintenance préventive systématique, maintenance préventive conditionnelle, maintenance corrective.
- Les opérations de maintenance proprement dites : inspection, contrôle, dépannage, réparation, etc.
 - Les activités connexes : maintenance d'amélioration, rénovation, reconstruction, modernisation, travaux neufs, sécurité, etc.

Cette réflexion terminologique et conceptuelle représente une base de référence pour :

- L'utilisation d'un langage commun pour toutes les parties (conception, production, prestataires de services, etc.)
- La mise en place de systèmes informatisés de gestion de la maintenance

b. Les méthodes

Le choix entre les méthodes de maintenance s'effectue dans le cadre de la politique de la maintenance et doit s'opérer en accord avec la direction de l'entreprise.

Pour choisir, il faut donc être informé des objectifs de la direction, des directions politiques de maintenance, mais il faut connaître le fonctionnement et les caractéristiques des matériels, le comportement du matériel en exploitation, les conditions d'application de chaque méthode, les coûts de maintenance et les coûts de perte de production.

I.3.1 La maintenance corrective

Définitions (extraits de la norme NF EN 13306) : Défaillance : altération ou cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.

Il existe 2 formes de défaillance :

- Défaillance partielle : altération de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.
- Défaillance complète : cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.

La maintenance corrective appelée parfois curative (terme non normalisé) a pour objet de redonner au matériel des qualités perdues nécessaires à son utilisation.

Selon la même norme, la maintenance corrective peut être :

- Différée : maintenance corrective qui n'est pas exécutée immédiatement après la détection d'une panne, mais est retardée en accord avec des règles de maintenance données.
- D'urgence : maintenance corrective exécutée sans délai après détection d'une panne afin d'éviter des conséquences inacceptables.

Les défauts, pannes ou avaries diverses exigeant une maintenance corrective entraînent une indisponibilité immédiate ou à très brève échéance des matériels affectés et/ou une dépréciation en quantité et/ou qualité des services rendus.

I.3.2 La maintenance préventive

Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien. Elle doit permettre d'éviter les défaillances des matériels en cours d'utilisation. L'analyse des coûts doit mettre en évidence un gain par rapport aux défaillances qu'elle permet d'éviter.

I.3.2.1 Buts de la maintenance préventive

- Augmenter la durée de vie des matériels
- Diminuer la probabilité des défaillances en service
- Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne
- Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions
- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc.
- Améliorer les conditions de travail du personnel de production
- Diminuer le budget de maintenance
- Supprimer les causes d'accidents graves

I.3.2.2 La maintenance préventive systématique

Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien. Même si le temps est l'unité la plus répandue, d'autres unités peuvent être retenues telles que :

la quantité de produits fabriqués, la longueur de produits fabriqués, la distance parcourue, la masse de produits fabriqués, le nombre de cycles effectués, etc.

Cette périodicité d'intervention est déterminée à partir de la mise en service ou après une révision complète ou partielle.

Remarque : De plus en plus, les interventions de la maintenance systématique se font par échanges standards.

Cas d'application :

- Equipements soumis à une législation en vigueur (sécurité réglementée) : appareils de levage, extincteurs, réservoirs sous pression, convoyeurs, ascenseurs, monte-charge, etc.
- Equipements dont la panne risque de provoquer des accidents graves : tous les matériels assurant le transport en commun des personnes, avions, trains, etc.
- Equipement ayant un coût de défaillance élevé : éléments d'une chaîne de production automatisée, processus fonctionnant en continu (industries chimiques ou métallurgiques).
- Equipements dont les dépenses de fonctionnement deviennent anormalement élevés au cours de leur temps de service : consommation excessive d'énergie, éclairage par lampes usagées, allumage et carburation déréglés (moteurs thermiques), etc.

I.3.2.3 La maintenance préventive conditionnelle

C'est la « maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (autodiagnostic, information d'un capteur, mesure, etc.) ou à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs de la dégradation et de la baisse des performances d'une entité ». Cette surveillance de la dégradation permet de fixer un seuil d'alarme avant un seuil d'admissibilité (Figure I.1). Le principal intérêt d'une telle stratégie est de pouvoir utiliser les entités au maximum de leur possibilité, mais aussi de diminuer le nombre des opérations de maintenance corrective [1].

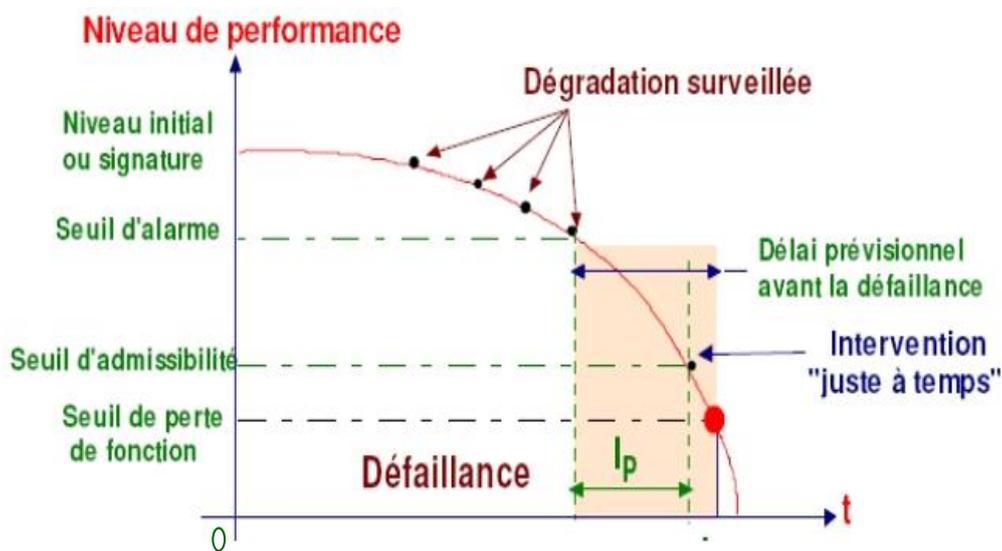


Figure I.1 Principe de la maintenance conditionnelle [4]

Les paramètres mesurés peuvent porter sur :

- ✓ Le niveau et la qualité de l'huile
- ✓ Les températures et les pressions
- ✓ La tension et l'intensité des matériels électriques
- ✓ Les vibrations et les jeux mécaniques
- ✓ Etc.

De tous les paramètres énumérés, l'analyse vibratoire est de loin la plus riche quant aux informations recueillies. Sa compréhension autorise la prise de décisions qui sont à la base d'une maintenance préventive conditionnelle.

La surveillance est soit périodique, soit continue.

Avantage : la connaissance du comportement se fait en temps réel à condition de savoir interpréter les résultats. A ce niveau, l'informatique prend une place primordiale.

Le matériel nécessaire pour assurer la maintenance préventive conditionnelle devra être fiable pour ne pas perdre sa raison d'être. Il est souvent onéreux, mais pour des cas bien choisis il est rentabilisé rapidement.

Cette méthode de maintenance, pour être efficace, doit dans tous cas être comprise et admise par les responsables de production et avoir l'adhésion de tout le personnel.

Ces méthodes doivent être dans la mesure du possible standardisées entre les différents secteurs (production et périphériques) ; ce qui n'exclut pas l'adaptation essentielle de la méthode au matériel.

Avec l'évolution actuelle des matériels et leurs tendances à être de plus en plus fiables, la proportion des pannes accidentelles sera mieux maîtrisée. La maintenance préventive diminuera quantitativement d'une façon systématique mais s'améliorera qualitativement par la maintenance conditionnelle.

I.3.2.4 La maintenance préventive prévisionnelle

Maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien.

I.4 Les opérations de maintenance

Ne sont vues ici que les opérations essentielles.

I.4.1 Les opérations de maintenance corrective

I.4.1.1 Le dépannage

Actions physiques exécutées pour permettre à un bien en panne d'accomplir sa fonction requise pendant une durée limitée jusqu'à ce que la réparation soit exécutée.

Le dépannage n'a pas de conditions d'applications particulières. La connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation n'est pas indispensable même si cette connaissance permet souvent de gagner du temps.

Souvent, les opérations de dépannage sont de courtes durées mais peuvent être nombreuses.

De ce fait, les services de maintenance soucieux d'abaisser leurs dépenses tentent d'organiser les actions de dépannage. Certains indicateurs de maintenance (pour en mesurer son efficacité) prennent en compte le problème du dépannage.

Ainsi, le dépannage peut être appliqué par exemple sur des équipements fonctionnant en continu dont les impératifs de production interdisent toute visite ou intervention à l'arrêt.

I.4.1.2 La réparation

Actions physiques exécutées pour rétablir la fonction requise d'un bien en panne.

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.4.2 Les opérations de maintenance préventive

- **Les inspections :** contrôles de conformité réalisés en mesurant, observant, testant ou calibrant les caractéristiques significatives d'un bien. En général, l'inspection peut être réalisée avant, pendant ou après d'autres activités de maintenance.
- **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.
- **Contrôles :** vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivies d'un jugement. Le contrôle peut :
 - Comporter une activité d'information
 - Inclure une décision : acceptation, rejet, ajournement
 - Déboucher comme les visites sur des opérations de maintenance corrective

Les opérations de surveillance (contrôles, visites, inspections) sont nécessaires pour maîtriser l'évolution de l'état réel du bien. Elles sont effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

I.4.3 Autres opérations**I.4.3.1 Révision**

Ensemble des actions d'examens, 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 deux cas, cette opération nécessite la dépose de différents sous-ensembles.

Le terme révision ne doit en aucun cas être confondu avec les termes visites, contrôles, inspections.

Les deux types d'opérations définis (révision générale ou partielle) relèvent du 4^{ème} niveau de Maintenance.

I.4.3.2 Les échanges standards

Reprise d'une pièce ou d'un organe ou d'un sous-ensemble usagé, et vente au même client d'une pièce ou d'un organe ou d'un sous-ensemble identique, neuf ou remis en état conformément aux spécification du constructeur, moyennement le paiement d'une soulte dont le montant est déterminé d'après le coût de remise en état.

Soulte : somme d'argent qui, dans un échange ou dans un partage, compense l'inégalité de valeur des biens échangés.

I.5 Les niveaux de maintenance

La maintenance et l'exploitation d'un bien s'exercent à travers de nombreuses opérations, parfois répétitives, parfois occasionnelles, communément définies jusqu'alors en Cinq niveaux de maintenance.

Le classement de ces opérations permet de les hiérarchiser de multiples façons. Ce peut être en fonction des critères suivants :

Définir qui fait quoi au regard de chacun des niveaux de maintenance :

- le personnel de production ;
- le personnel de maintenance en tenant compte de la qualification de l'intervenant ;
- le personnel de l'entreprise ou un sous-traitant ;
- une combinaison des 3.

1^{er} Niveau :

Actions simples nécessaires à l'exploitation et réalisées sur des éléments facilement accessibles en toute sécurité à l'aide d'équipements de soutien intégrés au bien. Ce type d'opération peut être effectué par l'utilisateur du bien avec, le cas échéant, les équipements de soutien intégrés au bien et à l'aide des instructions d'utilisation.

Commentaire : 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 de pièces consommables nécessaires est très faible.

Exemples en maintenance préventive : ronde de surveillance d'état, graissages journaliers, manœuvre manuelle d'organes mécaniques, relevés de valeurs d'état ou d'unités d'usage, test de lampes sur pupitre, purge d'éléments filtrants, contrôle

d'encrassement des filtres.

Exemples en maintenance corrective : remplacement des ampoules, ajustage, remplacement d'éléments d'usure ou détériorés, sur des éléments composants simples et accessibles.

2^{ème} Niveau :

Actions qui nécessitent des procédures simples et/ou des équipements de soutien (intégrés au bien ou extérieurs) d'utilisation ou de mise en œuvre simple. Ce type d'actions de maintenance est effectué par un personnel qualifié avec les procédures détaillées et les équipements de soutien définis dans les instructions de maintenance. Un personnel est qualifié lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur un bien présentant certains risques potentiels, et est reconnu apte pour l'exécution des travaux qui lui sont confiés, compte tenu de ses connaissances et de ses aptitudes.

Commentaire : 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 en maintenance préventive : contrôle de paramètres sur équipements en fonctionnement, à l'aide de moyens de mesure intégrés au bien ; réglages simples (alignement de poulies, alignement pompe moteur, etc.) ; contrôle des organes de coupure (capteurs, disjoncteurs, fusibles), de sécurité, etc. ; graissage à faible périodicité (hebdomadaire, mensuelle), remplacement de filtres difficiles d'accès.

Exemples en maintenance corrective : remplacement par échange standard de pièces (fusibles, courroies, filtres à air, etc.) ; remplacement de tresses, de presse-étoupe, etc.; lecture de logigrammes de dépannage pour remise en cycle ; remplacement de composants individuels d'usure ou détériorés par échange standard (rail, glissière, galet, rouleaux, chaîne, fusible, courroie,...).

3^{ème} Niveau :

Opérations qui nécessitent des procédures complexes et/ou des équipements de soutien portatifs, d'utilisation ou de mise en œuvre complexes. Ce type d'opération de maintenance peut être effectué par un technicien qualifié, à l'aide de procédures détaillées et des équipements de soutien prévus dans les instructions de maintenance.

Commentaire : 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 en maintenance préventive : contrôle et réglages impliquant l'utilisation d'appareils de mesure externes aux biens ; visite de maintenance préventive sur les équipements complexes ; contrôle d'allumage et de combustion (chaudières) ; intervention de maintenance préventive intrusive ; relevé de paramètres techniques d'état de biens à l'aide de mesures effectuées d'équipements de mesure individuels (prélèvement de fluides ou de matière, etc.).

Exemples en maintenance corrective : diagnostic ; réparation d'une fuite de fluide frigorigène (groupe de froid) ; reprise de calorifuge ; remplacement d'organes et de composants par échange standard de technicité générale, sans usage de moyens de soutien communs ou spécialisés (carte automate, vérin, pompe, moteurs, engrenage, roulement, etc.) ; dépannage de moyens de production par usage de moyens de mesure et de diagnostics individuels.

4^{ème} Niveau :

Opérations dont les procédures impliquent la maîtrise d'une technique ou technologie particulière et/ou la mise en œuvre d'équipements de soutien spécialisés. Ce type d'opération de maintenance est effectué par un technicien ou une équipe spécialisée à l'aide de toutes instructions de maintenance générales ou particulières.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par une équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé, dans un atelier spécialisé doté d'un outillage général (moyens mécaniques, de câblage, de nettoyage, etc.) et éventuellement des bancs de mesure et des étalons de travail nécessaires, à l'aide de toutes documentations générales ou particulières.

Exemples en maintenance préventive : révisions partielles ou générales ne nécessitant pas le démontage complet de la machine ; analyse vibratoire ; analyse des lubrifiants ; thermographie infrarouge ; relevé de paramètres techniques nécessitant des moyens de mesure collectifs (oscilloscope, collecteur de données vibratoires) avec analyse des données ; révision d'une pompe en atelier, suite à dépose préventive.

Exemples en maintenance corrective : remplacement de clapets de compresseur ;

réparation d'une pompe sur site, suite à une défaillance ; dépannage de moyens de production par usage de moyens de mesure ou de diagnostics collectifs et/ou de forte complexité (valise de programmation automate, système de régulation et de contrôle des commandes numériques, variateurs, etc.).

5^{ème} Niveau :

Opérations dont les procédures impliquent un savoir-faire, faisant appel à des techniques ou technologies particulières, des processus et/ou des équipements de soutien industriels. Par définition, ce type d'opérations de maintenance (rénovation, reconstruction, etc.) est effectué par le constructeur ou par un service ou société spécialisée avec des équipements de soutien définis par le constructeur et donc proches de la fabrication du bien concerné.

Exemples : révisions générales avec le démontage complet de la machine ; reprise dimensionnelle et géométrique ; réparations importantes réalisées par le constructeur ; reconditionnement du bien ; remplacement de biens obsolètes ou en limite d'usure.

Remarques sur une décomposition différente :

On observe que la décomposition détaillée en cinq niveaux de maintenance proposée ci-dessus peut être parfois ramenée à quatre ou à trois niveaux selon d'autres normes ou usages. Une classification simplifiée sur trois niveaux distingue :

- les opérations de maintenance simples (réglages, remplacements de consommables, graissages, etc.). Elles concernent en particulier les tâches effectuées sur les « Unités Remplaçables en Ligne (URL) » qui sont caractérisées par une détection aisée de leurs défaillances ou dégradations et un remplacement simple, sans démontage des éléments avoisinants. Cette 1^{ère} classe d'interventions rassemble les niveaux 1 et 3 de la classification en cinq niveaux ;

- les opérations de maintenance de complexité moyenne (réparations de composants, contrôles intrusifs, examens des parties internes d'un matériel, visites, etc.). Elles s'appliquent en particulier aux « Unités Remplaçables en Atelier (URA) » qui ne peuvent pas être aisément changées sur le terrain. On retrouve ici le niveau 4 de la décomposition en cinq niveaux ;

- les opérations de maintenance majeures qui s'identifient au niveau 5 et qui sont généralement effectuées par le constructeur ou des sociétés spécialisées.

I.6 Echelons de maintenance

Il est important de ne pas confondre les niveaux de maintenance avec la notion d'échelon de maintenance qui spécifie l'endroit où les interventions sont effectuées.

On définit généralement 3 échelons qui sont :

- **la maintenance sur site** : l'intervention est directement réalisée sur le matériel en place ;
- **la maintenance en atelier** : le matériel à réparer est transporté dans un endroit, sur site, approprié à l'intervention ;
- **la maintenance chez le constructeur ou une société spécialisée** : le matériel est alors transporté pour que soient effectuées les opérations nécessitant des moyens spécifiques.

Bien que les 2 concepts de niveau et d'échelon de maintenance soient bien distincts, il existe souvent une corrélation entre le niveau et l'échelon : les opérations de niveaux 1 à 3, par exemple, s'effectuant sur site, celles de niveau 4 en atelier, et celles de niveau 5 chez un spécialiste hors site (constructeur ou société spécialisée).

Si cela se vérifie fréquemment, il convient cependant de ne pas en faire une généralité. On peut rencontrer en milieu industriel des tâches de niveau 5 effectuées directement sur site.

I.7 Les activités connexes

Ces activités complètent les actions de maintenance citées précédemment et participent pour une part non négligeable à l'optimisation des coûts d'exploitation.

I.7.1 La maintenance d'amélioration

L'amélioration des biens d'équipements consiste à procéder à des modifications, des changements, des transformations sur un matériel. Dans ce domaine, beaucoup de choses restent à faire. Il suffit de se référer à l'adage suivant : «on peut toujours améliorer». C'est un état d'esprit qui nécessite une attitude créative. Cependant, pour toute maintenance d'amélioration une étude économique sérieuse s'impose pour s'assurer de la rentabilité du projet.

Les améliorations à apporter peuvent avoir comme objectif l'augmentation des performances de production du matériel ; l'augmentation de la fiabilité (diminuer les fréquences d'interventions) ; l'amélioration de la maintenabilité (amélioration de l'accessibilité des sous-systèmes et des éléments à haut risque de défaillance) ; la standardisation de certains éléments pour avoir une politique plus cohérente et améliorer les actions de maintenance, l'augmentation de la sécurité du personnel.

I.7.1.1 La rénovation (extrait de la norme NF X 50—501)

Inspection complète de tous les organes, reprise dimensionnelle complète ou remplacement des pièces déformées, vérification des caractéristiques et éventuellement réparation des

pièces et sous-ensembles défectueux, conservation des pièces bonnes.

La rénovation apparaît donc comme l'une des suites possibles d'une révision générale.

I.7.1.2 La reconstruction

Remise en l'état défini par le cahier des charges initial, qui impose le remplacement de pièces vitales par des pièces d'origine ou des pièces neuves équivalentes.

La reconstruction peut être assortie d'une modernisation ou de modifications.

Les modifications apportées peuvent concerner, en plus de la maintenance et de la durabilité, la capacité de production, l'efficacité, la sécurité, etc.

Remarque : Actuellement entre la rénovation et la reconstruction, se développe une forme intermédiaire : « la cannibalisation ». Elle consiste à récupérer, sur du matériel rebuté, des éléments en bon état, de durée de vie connue si possible, et à les utiliser en rechanges ou en éléments de rénovation.

I.7.1.3 La modernisation :

Remplacement d'équipements, accessoires et appareils ou éventuellement de logiciel apportant, grâce à des perfectionnements techniques n'existant pas sur le bien d'origine, une amélioration de l'aptitude à l'emploi du bien.

Cette opération peut aussi bien être exécutée dans le cas d'une rénovation, que dans celui d'une reconstruction.

La rénovation ou la reconstruction d'un bien durable peut donner lieu pour certains de ses sous-ensembles ou organes à la pratique d'un échange standard.

I.7.2 Les travaux neufs

L'adjonction à la fonction maintenance de la responsabilité des travaux neufs est très répandue, en particulier dans les entreprises de taille moyenne. Elle part du principe que, lors de tout investissement additionnel de remplacement ou d'extension, il est logique de consulter les spécialistes de la maintenance qui, d'une part, connaissent bien le matériel anciennement en place, et d'autre part auront à maintenir en état de marche le matériel nouveau. A partir de là, on prend souvent la décision de leur confier l'ensemble des responsabilités de mise en place des nouvelles installations. On crée alors un service appelé « maintenance-travaux neufs ».

L'étendue des responsabilités en matière de travaux neufs est très variable d'une entreprise à l'autre. Il peut s'agir de la construction d'un quai ou d'un bâtiment, de la mise en place d'une machine achetée à l'extérieur (raccordement à la source d'énergie, etc.), ou même de la réalisation intégrale de la machine elle-même. Dans certains cas les « travaux neufs »

auront recours à la fabrication de l'entreprise qui réalisera les commandes passées par eux-mêmes. Notons que même si la fonction maintenance ne se voit pas adjoindre la fonction << travaux neufs >>, le service s'occupera des installations succinctes du type modifications (réfection d'un bureau, etc.).

I.7.3 La sécurité

La sécurité est l'ensemble des méthodes ayant pour objet, sinon de supprimer, du moins de minimiser les conséquences des défaillances ou des incidents dont un dispositif ou une installation peuvent être l'objet, conséquences qui ont un effet destructif sur le personnel, le matériel ou l'environnement de l'un et de l'autre.

Sachant qu'un incident mécanique, une panne, peuvent provoquer un accident, sachant aussi que la maintenance doit maintenir en état le matériel de protection ou même que certaines opérations de maintenance sont elles-mêmes dangereuses, il apparût que la relation entre la maintenance et la sécurité est particulièrement étroite.

Pour toutes ces raisons ainsi que pour sa connaissance du matériel, le responsable de la maintenance devra participer aux réunions fixant les règles de sécurité dans l'entreprise, et développer sa collaboration avec l'ingénieur sécurité lorsque l'entreprise en possède un. Dans une entreprise moyenne où la sécurité n'a pas de service propre, en trouve normal de faire appel au service maintenance pour les interventions concernant la sécurité.

En résumé nous pouvons présenter les opérations de maintenance suivant la figure I.2
Synoptique suivant :

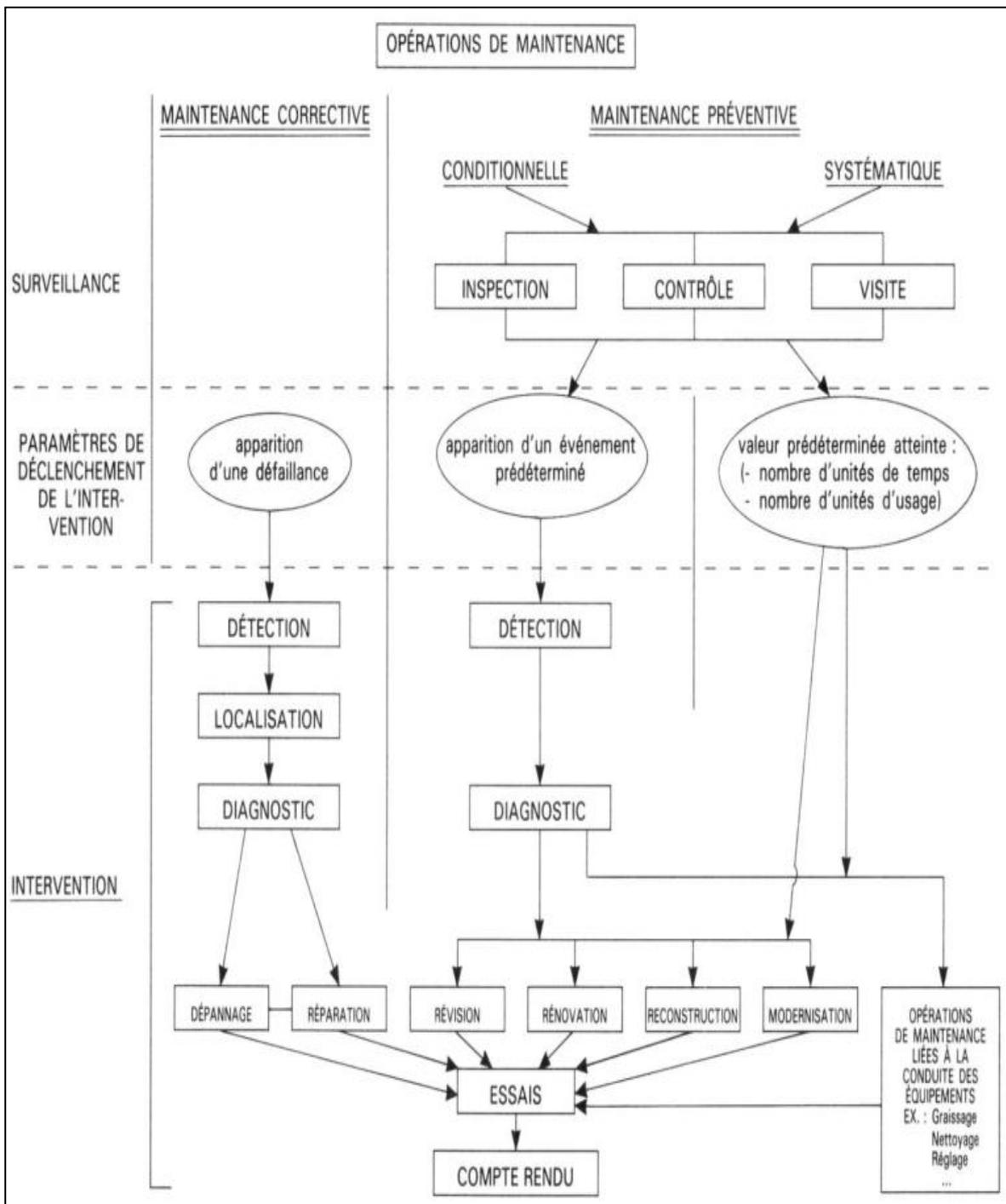


Figure I.2 : Diagramme des opérations de maintenance.

I.8 Conclusion

Même si les activités connexes sortent du cadre direct de la maintenance (maintenir en état) elles s'intègrent bien dans le champ de compétence des techniciens et des professionnels de maintenance.

En période de crise économique, certains industriels peuvent se montrer prudents à l'égard des investissements et trouvent des possibilités d'amélioration par l'intermédiaire de ces formes de maintenance.

Chapitre II

Analyse Fonctionnelle Des Ensembleuses

II.1 Introduction

Pour analyser les défaillances d'un système, il est nécessaire auparavant de bien identifier a
Quoi doit servir ce système : c'est-à-dire de bien identifier toutes les fonctions que ce système doit remplir durant sa vie de fonctionnement et de stockage.

A partir de l'analyse fonctionnelle, on pourra mener deux études d'aspects différents :

➤ Aspect économique : l'analyse de la valeur

➤ Aspect technique : l'AMDEC

Cela nous permettra d'aboutir à une synthèse nous donnant une solution fiable sur le plan technique ainsi que sur le plan économique ; l'analyse fonctionnelle est strictement nécessaire pour construire un plan de maintenance avec rigueur.

II.2 Description de la machine :

C'est une machine rotative qui permet la mise en sac du ciment, l'application de sac vide est manuelle pour les ensacheuses de la société. Cette opération peut être automatisée.

L'opérateur dans sa position de travail, met en place un sac sur chaque bec et un vérin de retenue maintient cette position du sac en le bloquant durant tout le temps de remplissage (en général durant un tour). Le tambour de remplissage remplit le sac qui comporte des trous pour laisser passer l'air de fluidisation avec un débit diminuant au cours du remplissage. Le débit est régulé par le poids du sac. Le sac reposant sur une bascule des que le poids prédéfini est atteint le remplissage cesse et le sac est libéré vers les transporteurs à bande [5].

II.3 Caractéristiques techniques

II.3.1 Données caractéristiques :

Client/mandataire	: S.C.I.S SAIDA
N° de commande	: 50/236732
Type de machine	: 10 RSE
Produit à ensacher	: Ciment
Poids des sacs	: 50Kg
Rendement de la machine	: ca 2.200 – 2.400 sac/h à50Kg

II.3.2 Réducteur (sous-groupe commande rotative)

Genre	: Moto réducteur de ruedas dentadas cylindrique
Type	: R47-DT90L4
Référence de pièce	: 9.481.2960.04

II.3.3 Moteur de commande, turbine de remplissage :

Type	: 1LA7 130-4AA60-Z
Puissance nominale du moteur	: 5,5 KW
Régime du moteur	: 1.500 tr/min
Tension du moteur	: 380-460V
Fréquence	: 50Hz
Protection	: IP54
Construction	: B3
Référence de pièce	: 9.481.0900.05

II.3.4 Domaine d'application et utilisation conforme :

L'ensacheuse sert à emballer dans des sacs de différents produits en vrac s'écoula

Seul du personnel mis au courant et auquel on a confié la machine sera autorisé travailler dessus.

L'opérateur doit être formé à cet effet.

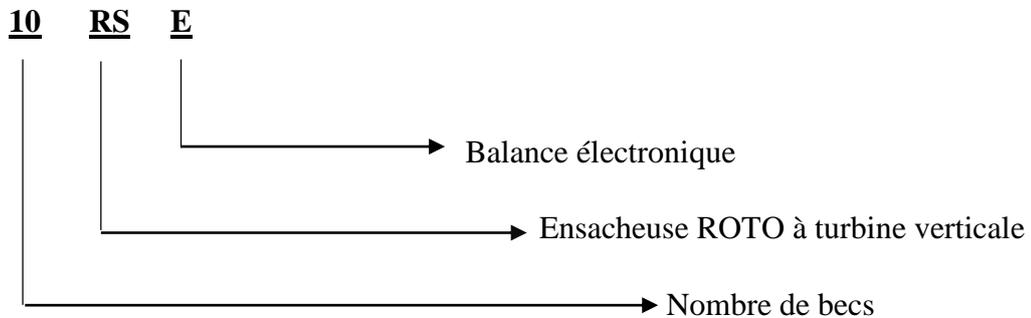
II.3.5 Données du produit :

Produit	: Ciment
Poids de la matière déversée	: 0.8-1.1 Kg / dm ³
Finesse	: max. 4.000 Blaine cm ² /g
Température du produit	: 60° C max
Humidité du produit	: 0.5 H ² O max
Tension de service	: 400 V

Fréquence : 50 Hz

Tension de commande : 230 VAC

II.3.6 Machine, désignation du type :



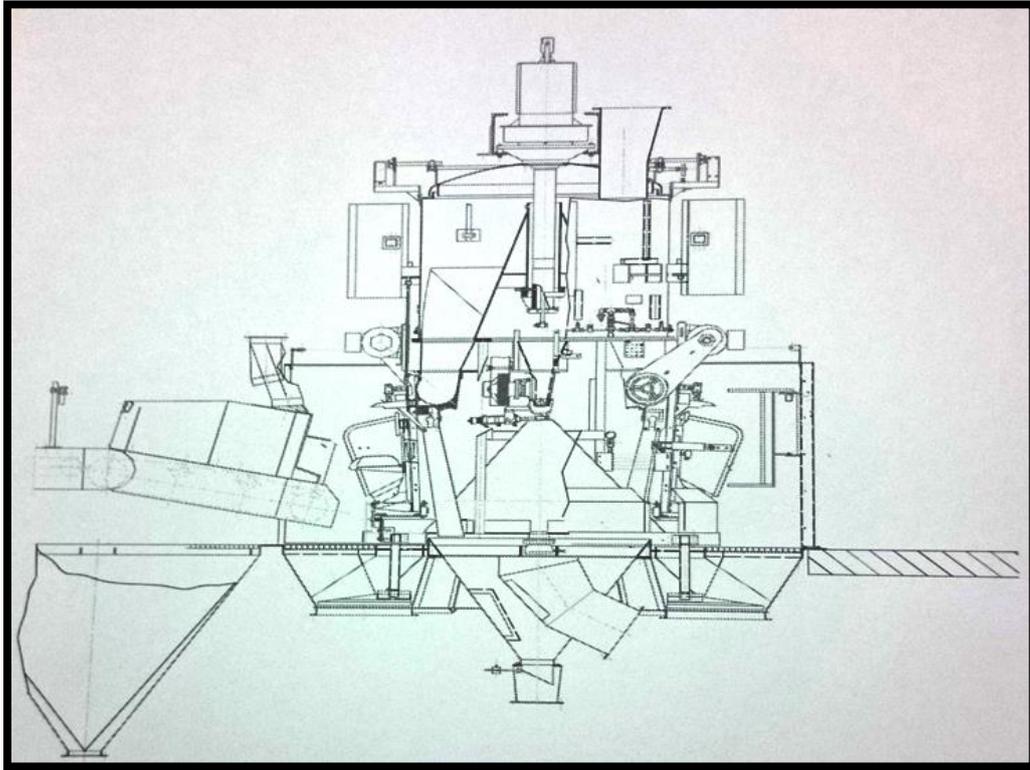
II.4 Description générale

L'ensacheuse rotative compact HAVER type RS ou RS (FE)-(ME) est une ensacheuse rotative pour remplissage en sacs à valve, de 3 à 16 becs, pour le remplissage et le passage de produits en vrac pulvérulents selon le système de remplissage par turbines [6].

Débit élevé en cas de sacs de petites dimensions par le nouveau système de remplissage par turbines. Ainsi, un débit horaire dépassant 2200/h sacs de ciment est atteint par exemple à l'aide d'une ensacheuse rotative à 6 becs type RS (Fig.II.1).



Figure II.1: Machine roto-packer type 10RSE

❖ Construction**Figure II.2:** Plan machine roto packer**II.4.1 Entraînement :**

L'ensacheuse rotative HVER est entraînée Par un motoréducteur à réglage continu de (291) via une poulie (292) et une courroie (293) agissant sur la poulie (272).Le motoréducteur (291) peuvent pivoter de façon A tendre les courroies (293). Celles-ci ne Doivent pas être trop tendues car il faut qu'elles pussent glisser si le silo rotatif se bloque pour une raison ou une autre. Elles font office d'embrayage À glissement et de protection contre une surcharge. Le carter complet (257) est placé sur un coussinet Sphérique (262) permettant de toujours solliciter Pareillement le roulement à billes (258).

Le coussinet sphérique (262) se trouve sur le cadre porteur (traverse) relié au cadre porteur.

Le joint à labyrinthe et la bague d'étanchéité à lèvres (264) protègent le carter (257) contre la poussière provenant du silo. Lair comprimé Pour la partie rotative arrive par le raccord rotatif (279) monté au-dessus de la bague glissante, qui elle-même surmonte le carter (Fig.II.3).

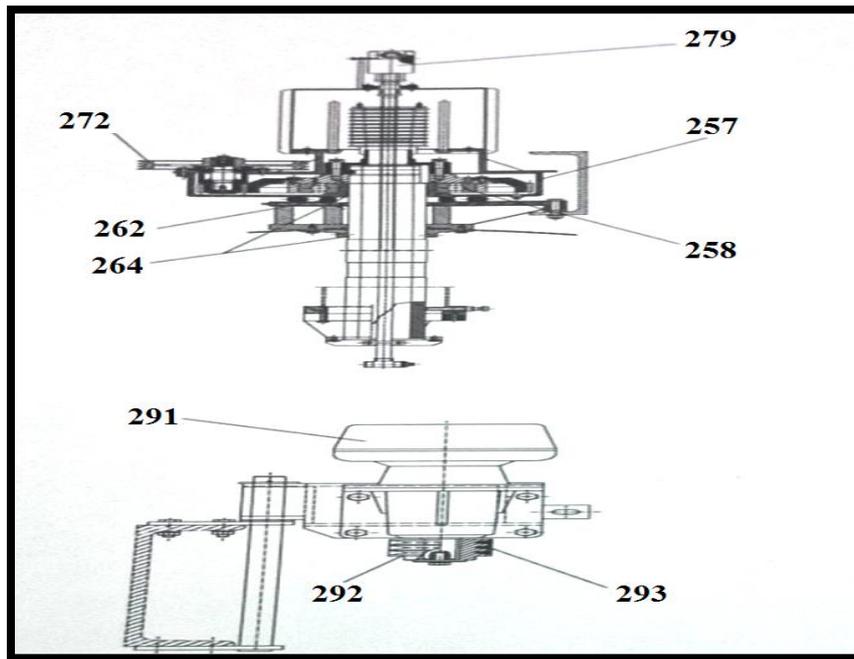


Figure II.3 : Commande rotative

II.4.2 Alimentation en matière

Le sac alvéolaire est commandé par le contrôleur de niveau (2) qui est fixé sur le couvercle stationnaire (1).

Lorsque le niveau du produit monte, le levier d'entraînement pivote vers l'extérieur,

Ceci entraîne le recouvrement du détecteur et l'arrêt des sacs alvéolaires (Fig.II.4).

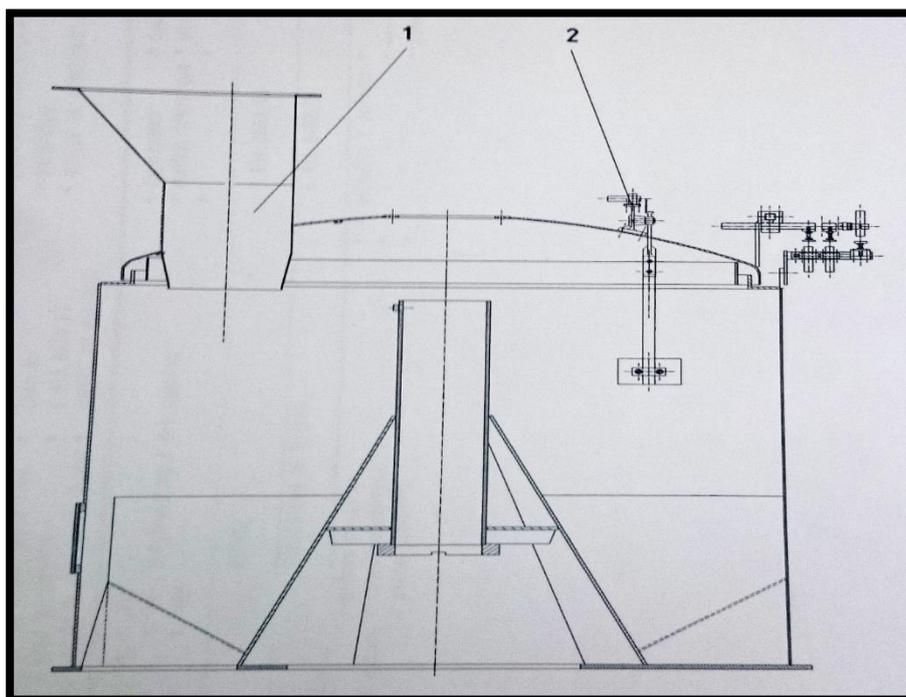


Figure II.4 : Alimentation en matière

II.4.3 Station de remplissage

A sa partie inférieure, le silo d'ensachage comporte des sorties.

Un tambour de remplissage (130) est fixé à chaque sortie (Fig.II.5).

Le carter du palier est relié au tambour de remplissage (130) par une pièce entretoise (105). L'arbre de remplissage est logé dans le carter du palier et cet arbre possède un disque de fixation des palettes (131), lequel porte les palettes de remplissage.

Un moteur électrique commande l'arbre de remplissage (110) par l'intermédiaire de la poulie à gorge(101) et des courroies trapézoïdales. Ce étoupe l'arbre de remplissage.

La plaque coulissante (128) est bougée entre les plaques d'usure (129 /127) avec un perçage pour le passage du matériau. Des rondelles-ressorts (141) pressent la plaque d'usure (127) contre le tiroir (128) ce qui assure ainsi une bonne étanchéité entre le tiroir et les plaques d'usure. Le vérin pneumatique (125) actionne la plaque coulissante.

Toute la coupe transversale du perçage de la plaque coulissante (128) est ouverte pendant le remplissage.

Le piston du vérin pneumatique (125) se trouve en position avant.

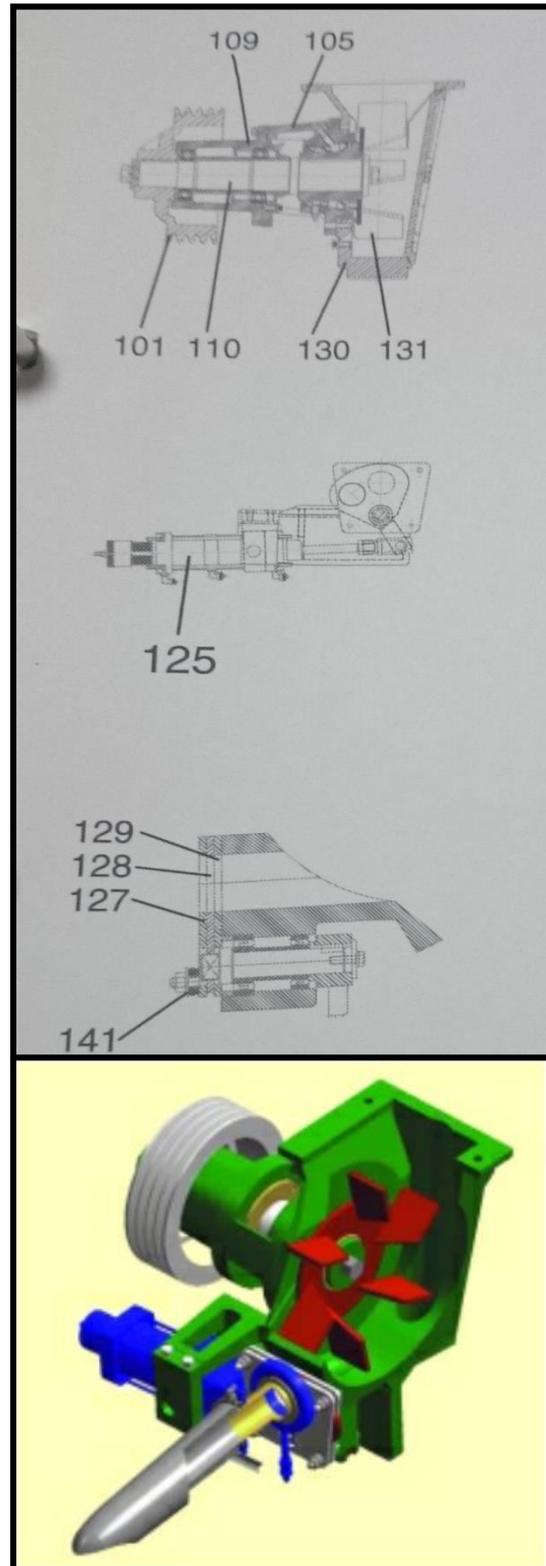
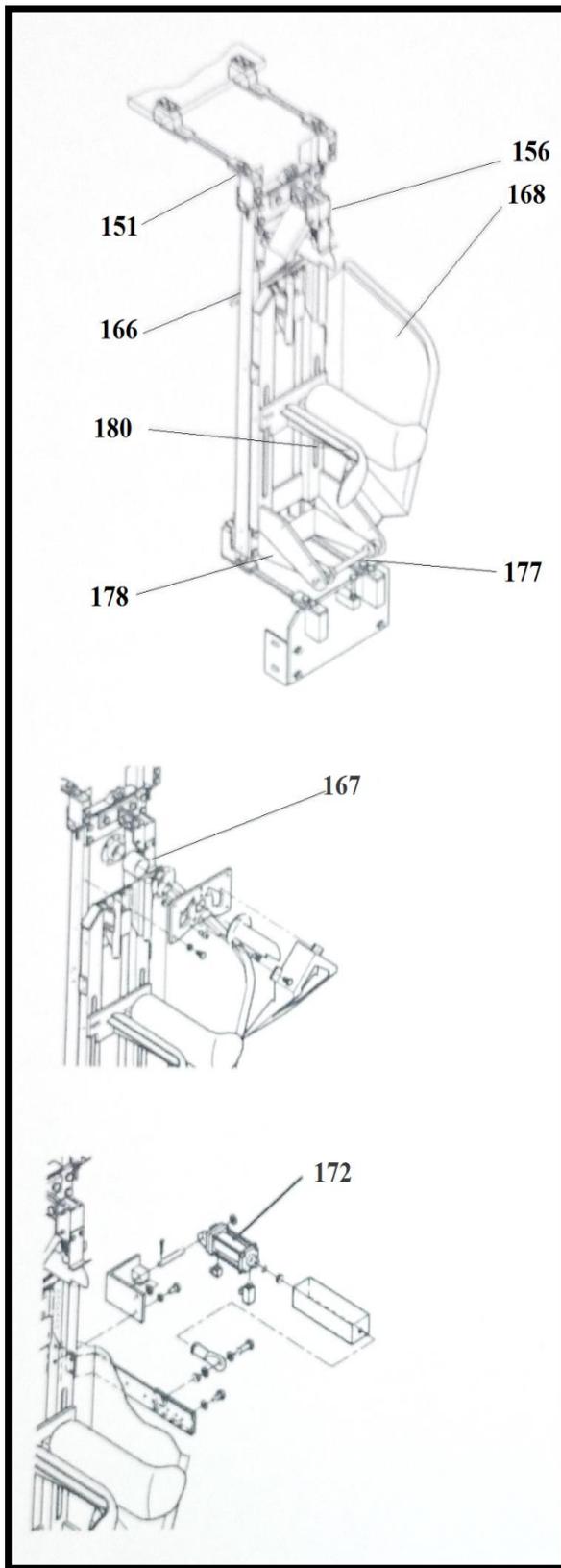


Figure II.5 : Station de remplissage

II.4.4 Chaise porte sac



La chaise porte –sac (166) est Suspendue avec son poids dans la suspension de la balance. Les ressorts

lames (151) situés en haut et en bas servent au guidage horizontal et Vertical de la chaise porto-sac,

A la plaque de la tête remplissage est fixé une aire action circulaire (167) qui fait la liaison avec la plaque d'usure située au tambour de remplissage,

C'est par l'unité de palpation (156) et les détecteurs situés au contrôle extérieur que l'ensachage est déclenché, A la partie inférieure de la chaise porte-sac (166) est fixé le support (178) de la selle basculante dans les arbres (177) duquel le basculeur est placé mobile. Sur le côté du basculeur se trouve la tôle guide-sac qui guide le sac à valve rempli lors de son éjection.

L'éjection du sac à valve rempli est provoquée par le basculement de la selle (180) causé par le vérin pneumatique (172).

Le vérin pneumatique (172) ne sort que lorsque le remplissage du sac est terminé et que le tapis d'évacuation est en service.

Figure II.6 : La chaise porte –sac

II.5 Descriptions Du Fonctionnement Electrique Et Pneumatique**II.5.1 Descriptions du fonctionnement électrique de la partie rotative****II.5.1.1 Alimentation électrique**

L'alimentation électrique s'effectue via un transmetteur à bagues collectrice E1 de 10 bagues Collectrices .les bagues collectrices 5, 8, 9 et 10 servent à la transmission de la tension triphasée L1, L2, L3 et PE pour le command des moteurs de turbine.

Les bagues collectrices 6et 7 servent à la transmission de la tension de command de 220V.

Les bagues collectrices 1 à 4 sont prévues pour la transmission des linges de données.

Les armoires de commande installée sur le silo d'ensachage sont reliées entre elles par une conduite circulaire. Chacune de ces armoires comporte le module de commande et puissance pour 1 bec de remplissage.

II.5.1.2 Moteur de turbine

Les moteurs de turbine sont mis en circuit et hors circuit par la commande de l'électronique.

Si pour une raison quelconque le disjoncteur-protecteur se déclenche, l'arrêt du moteur est signalé par un voyant lumineux installé en bas dans l'armoire de commande.

II.5.1.3 Electrovanes

Les électrovannes sont installées latéralement dans les armoires électriques. Les conduites d'alimentation en air sont dirigées directement vers l'extérieur via une plaque de fond, seules les têtes magnétiques avec les bobines de raccordement tension continue 24V sont en contact avec les appareils électriques de commande.

II.5.2 Descriptions Du Fonctionnement Electrique De La Partie Non Rotative

Le verrouillage de l'ensacheuse Roto-packer avec l'alimentation de matériau et les transporteurs à bande varie selon le cas et doit être adapté aux circonstances données. Dans la plupart des cas, nous fournissons avec notre ensacheuse une armoire de commande et un tableau de commande correspondant. L'unité de commande comporte les organes de commande de la commande rotative, du premier transporteur à bande derrière l'ensacheuse, du sac alvéolaire avec cône et indicateur de niveau du silo, du dégagement de sac et du verrouillage vers les transporteurs des camions.

Le tableau de commande est monté adéquatement à proximité de l'opérateur.

Selon le souhait du client, la centrale de commande est montée dans le tableau de commande ou dans l'armoire de commande de la partie non rotative.

La fonction du schéma des connexions doit en tous les cas être conservée, comme indiqué ci-après.

II.5.2.1 Interrupteur principal

Par sécurité, il est nécessaire lors travaux de réparation de mettre hors tension tout la partie rotative de l'ensacheuse ROTO-Packer. L'interrupteur principal qui est verrouilla blé sert à cela.

II.5.2.2 Commande rotative

Bien que la puissance du moteur de la commande rotative ne s'élève qu'à 0.75 KW, un commutateur étoile-triangle est prévu pour un démarrage en en douceur.

Il n'est pas nécessaire d'arrêter la commande rotative durant une brève interruption de fonctionnement.

II.5.2.3 Sas alvéolaire avec indicateur du niveau du silo d'ensachage

Un Sas alvéolaire vertical pour une sorte de matériau est prévu dans la plupart des cas. Durant le fonctionnement, le Sas alvéolaire est automatiquement commandé par l'indicateur de niveau du silo. Le Sas alvéolaire ne doit transporter du matériau dans l'ensacheuse ROTO-Packer que si l'ensacheuse tourne. En cas de changement de matériau ou de marche à vide de l'ensacheuse ROTO-Packer, il faut actionner sur le tableau de commande le bouton-poussoir du Sas alvéolaire. Un relais de temporisation est prévu afin que le Sas alvéolaire ne démarre pas en cas de différence minimales de matériau.

II.5.3 Description pneumatique

II.5.3.1 Retenue de sacs

L'ensacheuse pour remplissage en sacs à valve est équipée d'un pilotage électropneumatique. Elle est composée de vannes pour l'actionnement et le verrouillage des vérins et de membres temporisés pneumatiques.

II.5.3.2 Démarrage

L'électrovanne de la retenue du sac est déclenchée par la commande Extérieure.

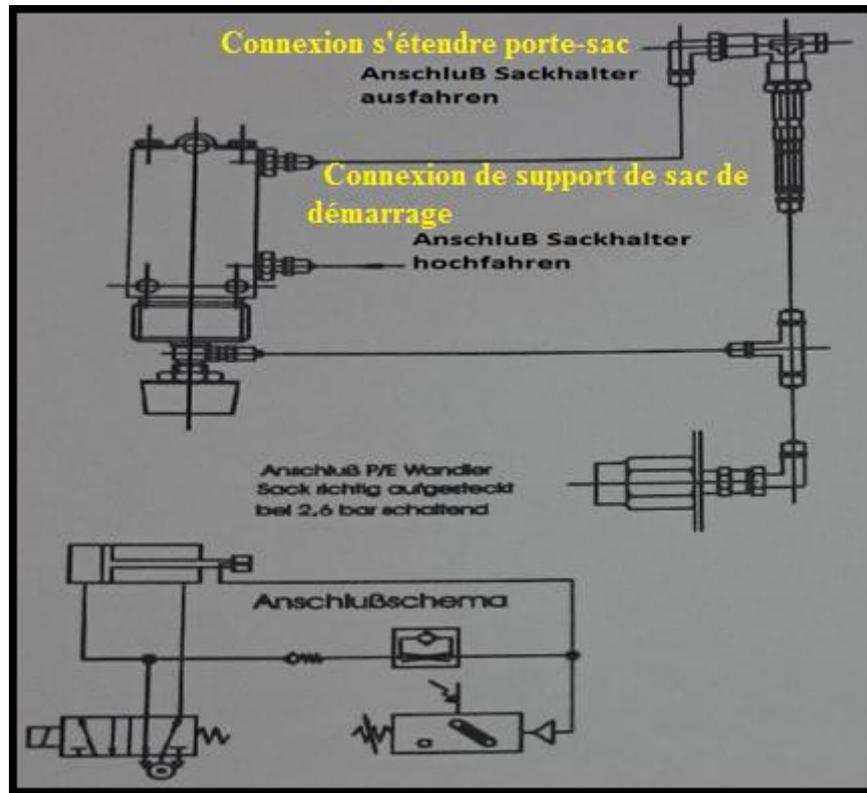


Figure II.7 : fonction sac sur échantillonnage

Le sac à valve est appliqué et la retenue du sac sort. En même temps, le perçage de la butée en caoutchouc est bouché par le sac à valve appliqué, la pression du convertisseur pneu matico-électrique augmente et atteint la pression de service de la machine. Lorsque la pression de 2,6 bar est atteint, le convertisseur pneu matico-électrique émet le signal sac bien appliqué et les fonctions ci-dessous se déclenchent :

- Vérin pneumatique (guillotine) rentre entièrement
- La turbine commence le remplissage
- La bouche et pièce de serrage sont aérées.

Le remplissage des sacs s'effectue en deux phases : remplissage en gros débit et remplissage en petit débit. Un vérin double effet à trois positions assure ce remplissage suivant la commande électropneumatique effectuée. Cette commande agit sur deux distributeurs : l'un pour le gros débit et l'autre pour le petit débit. Ce dernier est connecté au conduit de soufflage pour l'aérer avant le remplissage.

Le remplissage commence par le gros débit pendant un temps (temporisation) suivant la vitesse de rotation de la machine puis on passe au petit débit qui termine le remplissage taré à 50Kg.

A. Remplissage en gros débit

Le vérin à trois positions se met dans la position où la tige est complètement rentrée ce qui permet la communication entière des deux sections.

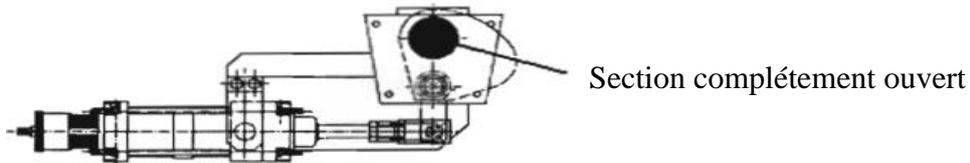


Figure II.8 : Remplissage gros débit.

B. Remplissage en petit débit.

Lorsque la fin du gros débit est atteinte (impulsion de cellule de pesée) le vérin pneumatique (guillotiné) se met en position centrale. Le Remplissage en petit débit par réduction de la section commence.

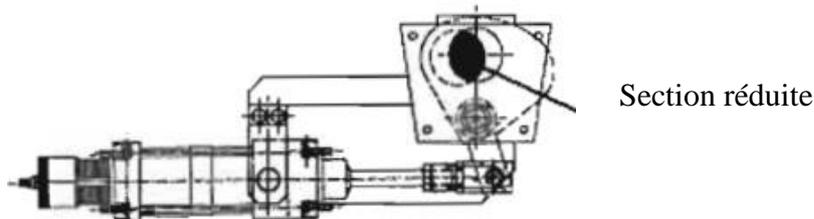


Figure II.9 : Remplissage petit débit.

C. Fin du Remplissage petit débit.

Lorsque la fin du petit débit est atteint (fin de remplissage) le piston du vérin pneumatique (guillotiné) sort entièrement. L'ouverture de remplissage se ferme et la tuyère de remplissage est soufflée. Ensuite, le piston de vérin pneumatique (retenue du sac) rentre et libère le sac qui tombe.

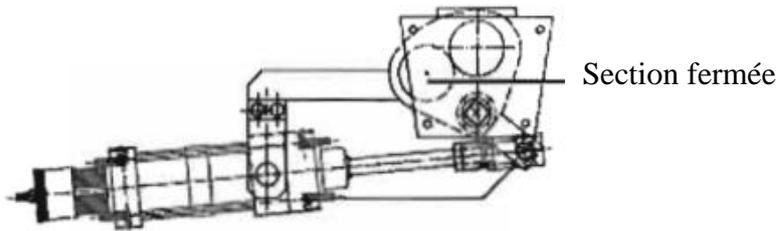


Figure II.10 : Arrêt du Remplissage.

Si le poids de 50Kg est atteint un autre vérin bascule la chaise du sac vers le tapis chevron ce qui fait tomber le sac. Avant d'agir sur la commande du vérin certaines conditions doivent être remplies notamment : le tapis tourne, le sac est en position d'évacuation, il n'y a pas de bourrage au niveau de chargement etc.

II.6 Dégagement du sac

Sur les machines rotatives continues, le point d'éjection est déterminé automatiquement par la commande en fonction de la vitesse de rotation de l'ensacheuse. Mais le sac ne peut être éjecté que si le transporteur d'évacuation est circuit. L'éjection peut être empêchée lorsque l'entrée d'autorisation d'éjection est connectée par la commande extérieure logiquement sur (0) au moyen de la bague collectrice.

Une fois l'éjection effectuée, un message est envoyé au serveur à la position suivante de référence via le réseau. Ce message comporte le numéro de bec, le poids réel et les limites actuelles.

II.7 Conditions de démarrage du Roto-Packer

II.7.1 Mis en service

Ouvrir l'amenée d'air comprimé dans l'armoire de la commande externe et la régler sur 5-5.5 bars.

- Régler à présent le sens de rotation de la turbine de remplissage et Roto-packer sur la puissance désirée.
- Vérifier le fonctionnement de l'indicateur du niveau de remplissage dans la Roto-packer, c'est-à-dire que le sas alvéolaire doit être en marche lorsque l'indicateur du niveau de remplissage n'est pas actionné. Le sas alvéolaire ne doit être en marche qu'en liaison avec la commande rotative.

- Vérifier le fonctionnement des indicateurs de niveau maximum et minimum dans le silo de réserve.
- Mettre en circuit l'amenée de ciment en veillant à ce que lors du premier remplissage seul le silo d'ensachage (pas le silo de réserve) de la Roto-packer soit rempli.
- Effectuer à présent un essai de remplissage sur tous les becs de remplissage sans que la Roto-packer n'effectue de rotation en mesurant le temps de remplissage du gros débit et du fin .la durée du gros débit s'oriente sur le poids en vrac du matériau à ensacher. La durée du débit fin devrait se situer entre 2,5 et 3 secs.
- La durée de débit fin peut être réglée sur la balance électronique et sur le vérin à trois positions.
- Mettre en circuit la commande rotative de la Roto-packer et des transports de sacs. Il faut veiller à ce que le sac à valve rempli ne tombe pas trop tôt ou trop tard de chaque bec de remplissage dans la tôle de guidage du collecteur de poussière du transporteur d'évacuation des sacs. Si le sac à valve rempli ne tombe pas correctement sur le transporteur d'évacuation de sacs, il faut ajuster le réglage du point de dégagement sur le patin de commutation.
- Après l'opération d'ensachage parfaite et l'alimentation continue en matériau, il faut procéder à un contrôle de poids. Sur une balance de contrôle, vérifier à la suit 10 sacs de chaque bec de remplissage. Si le produit de 10 sacs dépasse la limite d'erreur d'étalonnage autorisée, il faut procéder à un ajustement sur les potentiomètres de débit fin.
- Dans le cas d'un ajustage, il faut à nouveau régler la durée de débit fin sur env.2, 5 à 3 secs.

II.7.2 Mise hors service du Roto-Packer

II.7.2.1 Fonctionnement normal

La mise en marche normale de l'ensacheuse se déroule exactement comme décrit dans le manuel d'utilisation.

L'ensacheuse doit être arrêtée dans l'ordre suivant :

- | | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| -sac cellulaire | « ARRET » |
| -système de transport | « ARRET » |
| -ROTO-Packer | « ARRET de la transmission rotative » |

II.7.2.2 Mesures avant et après un arrêt prolonge**A. Avant un arrêt prolonge**

- Vider les silos (silo de réserve et silo de mise en sac)
- nettoyage de l'ensacheuse
- couper l'air comprimé et le courant et faire en sorte qu'une remise en marche par inadvertance soit exclue.

B. Apres un arrêt prolonge

- graisser partout ou nécessaire.
- mise en marche de l'ensacheuse.

II.8 Les capteurs de position

Sur les machines à mouvement rotatif continu, sept positions importantes pour le fonctionnement de la machine sont marquées par des palettes de contact sur la périphérie de l'ensacheuse rotative.

A la position 1, le sac appliqué automatiquement ; à la position 2, il est appliqué manuellement.

La position 3 est la position de déchet pour les sacs vides, la position 4 celle des sacs partiellement remplis.

Les positions 5 et 6 servent à la détermination du point d'éjection. La septième position est la position de référence [R], le compteur interne est ici réinitialisé.

Position sur la périphérie de l'ensacheuse sur les machines à rotation continue :

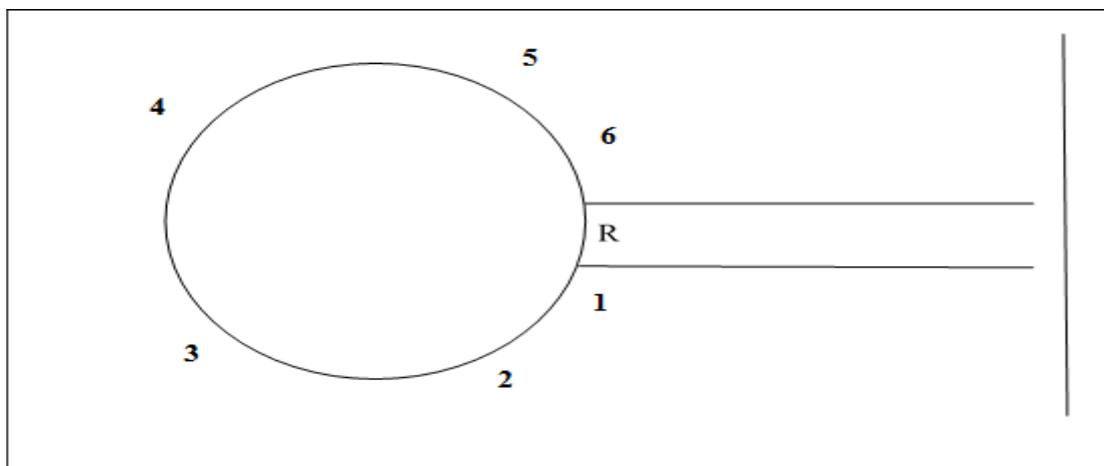


Figure II.11 : position des capteurs sur la périphérie de l'ensacheuse.

Position	signification
1	Application de sac vide automatique
2	Application de sac vide manuelle
3	positions déchet de sac vide
4	positions déchet de sac crevé
5	lancements de détermination du point d'éjection
6	déterminations du point d'éjection
R	la position de référence

Tableaux II.1 : signification de position des capteurs sur la périphérie de l'ensacheuse

Chapitre III

Plan de maintenance

III.1 Historique machine

L'historique est inscrit dans le « carnet de santé » de la machine, qui décrit chronologiquement toutes les interventions correctives et les modifications depuis sa mise en service.

Cette phase d'analyse est menée conjointement par la maintenance et la production. Elle classe les machines selon les différents critères propres à l'entreprise (ou au département de l'entreprise) afin de définir une politique de maintenance.

III.2 ANALYSE TYPE AMDEC

III.2.1 Définition

AMDEC : Analyse des **M**odes de **D**éfaillance, de leurs **E**ffets et de leur **C**riticité.

Traduction française du sigle FMECA (Failure Modes Effects and Criticality Analysis).

C'est un procédé systématique pour identifier les modes potentiels de défaillances avant qu'elles ne surviennent, avec l'intention de les éliminer ou de minimiser les risques associés.

III.2.1.1 Principe de base

L'AMDEC est une technique d'analyse exhaustive et rigoureuse de travail en groupe, très efficace par la mise en commun de l'expérience et de la compétence de chaque participant du groupe de travail. Cette méthode fait ressortir les actions préventives et correctives à mettre en place.

Le groupe de travail : 2 à 5 personnes, responsable et compétentes, ayant la connaissance du système à étudier et pouvant apporter les informations nécessaires à l'analyse.

Selon l'étude ce sera :

- Des hommes de maintenance,
- Des hommes du service qualité,
- Des hommes de la production,
- Le bureau d'étude,
- Des experts du domaine étudié.

En résumé

L'AMDEC est une technique multidisciplinaire d'analyse de risque utilisé pour déterminer :

- Les modes de défaillance potentiels d'un procédé ou d'un produit
- La sévérité de leurs effets.
- La probabilité d'occurrence
- Les causes et mécanismes associés avec chaque mode de défaillance
- L'habileté à les détecter.

L'analyse type AMDEC nous permet :

- De prioriser les interventions d'amélioration continue en
 - Réduisant les risques les plus grands
 - Elaboration des plans d'actions
 - Allouant les ressources de façon rationnelle
- De formaliser la documentation.

III.2.1.2 Processus de la méthode

1. Établir l'objet de l'analyse et Former l'équipe multidisciplinaire l'équipe devrait être constituée de personnes bien informées :

2. Identifier les fonctions de l'objet de l'analyse

— Effet voulu du produit ou du procédé

— Découper l'objet en « éléments ».

3. Identifier les Modes de Défaillance possibles, leurs effets et leur sévérité

- ✓ Lister les Modes de défaillance

Mode de Défaillance : Façon par laquelle un produit ou procédé peut échouer à délivrer la

Fonction projetée.

- Pour chaque « élément » de l'objet de l'analyse
- 5 catégories de mode de défaillance
 - Défaillance complète
 - Défaillance partielle
 - Défaillance intermittente

- Défaillance dans le temps
- Performance supérieure à la fonction.
- ✓ Identifier les Effets lorsqu'un mode de défaillance survient

Effet : Conséquences des modes de défaillances, selon la fonction, telles que perçues par le client.

- Décrire les effets en termes de ce que le client peut s'apercevoir
- Définir si le mode de défaillance pourrait impacter la sécurité ou résulter à un non-respect des lois et règlements
- ✓ Établir la Sévérité de chaque effet

Sévérité : Classement associé avec l'effet le plus sérieux pour un mode de défaillance donné.

4. Identifier les Causes des modes de défaillance et évaluer leur Occurrence

- ✓ Identification des causes

Cause : Indication d'une faiblesse du procédé résultant à un mode de défaillance.

- L'identification devrait commencer par les modes de défaillance ayant les effets les Plus sévères
- Lister le plus large possible chaque cause potentielle
- Lister Chaque cause le plus concisément et le plus complètement possible
- Utiliser le diagramme d'Ishikawa ou des SM ou d'arêtes de poisson.
- ✓ Estimation des occurrences

Occurrence : Probabilité qu'une cause ou un mécanisme spécifique va survenir.

- Probabilité qu'un client éprouvera l'effet
- L'équipe s'entend sur une évaluation et un système de classement qui est consistant et utilisé tout au long de l'étude.
- Le client peut spécifier les occurrences

5. Évaluer la Détection avec les contrôles courants

Détection : Probabilité que les contrôles actuels vont détecter les modes de défaillance listés ou leurs causes.

III.2.1.3 Objectifs

- L'AMDEC est une méthode structurée et systématique pour :
 - Détecter les défaillances (et leurs effets) d'un produit ou d'un processus ;

- Définir les actions à entreprendre pour éliminer ces défaillances, réduire leurs effets et pour en empêcher ou en détecter les causes ;
- Documenter le processus du développement.
- L'intérêt de l'AMDEC est de :
 - Déterminer les points faibles d'un système et y apporter des remèdes ;
 - Préciser les moyens de se prémunir contre certaines défaillances ;
 - Étudier les conséquences de défaillances des différents composants ;
 - Classer les défaillances selon certains critères ;
 - Fournir une optimisation du plan de contrôle, une aide éclairée à l'élaboration de plans d'intervention.
- Elle aide à :
 - « Prévoir" pour ne pas être obligé de « Revoir">>
 - Les limitations de l' AMDEC
- L'AMDEC ne permet pas d'avoir une vision croisée des pannes possibles et de leurs conséquences (deux pannes surviennent en même temps sur deux sous-systèmes, quelle est la conséquence sur le système tout entier
 - Ex. : Dans l'aéronautique, les accidents d'avions sont très rarement liés à une seule Défaillance ; ils sont en général à plusieurs qui se manifestent simultanément.
 - Il est courant que des risques fantaisistes soient associés inutilement à une AMDEC
 - Il peut aussi arriver que des acteurs considèrent que les problèmes notés dans l'AMDEC sont des problèmes résolus.

III.2.2 Application de l'AMDEC [6]

Dans le cas des organes spécifiques et mal connus, on doit faire une analyse de type AMDEC en utilisant la matrice à trois criticités suivantes.

Gravité G : Impact des défaillances sur le produit ou l'outil de production			
1	Sans dommage : défaillance mineure ne provoquant pas d'arrêt de production, et aucune dégradation notable du matériel.	3	Important : défaillance provoquant un arrêt significatif, et nécessitant une intervention importante.
2	Moyenne : défaillance provoquant un arrêt de production, et nécessitant une petite intervention.	4	Catastrophique : défaillance provoquant Un arrêt impliquant des problèmes graves.
Fréquence d'occurrence O : Probabilité d'apparition d'une cause ou d'une défaillance			

1	Exceptionnelle : la possibilité de défaillance est pratiquement inexistante	3	Certaine : il y a eu traditionnellement des défaillances dans le passé
2	Rare : une défaillance occasionnelle s'est déjà produite ou pourrait se produire.	4	Très fréquente : il est presque certain que la défaillance se produira souvent.
Non -détection D : Probabilité de la non-perception de l'existence d'une cause ou d'une défaillance			
1	Signes avant- coureurs : l'opérateur pourra détecter facilement la défaillance.	3	Aucun signe : la recherche de la défaillance n'est pas facile.
2	Peu de signes : la défaillance est décelable avec une certaine recherche.	4	Expertise nécessaire : la défaillance est décelable ou encore sa localisation nécessite une expertise approfondie

Tableau III.1 : Analyse des modes de défaillance et de leur criticité

III.2.2.1 Calcule de la criticité

$$C = G \times O \times D \tag{3.1}$$

La valeur maximale de C est de 64. Au-delà de 25 % de la valeur maximale des actions Préventives et correctives doivent être menées par la direction de maintenance.

III.2.2.2 Les critères d'analyse

- La fréquence ou occurrence

Elle donne la périodicité l'apparition de la défaillance notée F ou O. sa valeur est donnée par l'historique des interventions sur l'équipement. A ce niveau on se pose la question : combien de fois la défaillance se manifeste-t-elle ?

- La gravité

C'est l'impact que cette défaillance a sur la production. Elle est notée G. Pour la déterminer on se pose les questions suivantes : la qualité est-elle bonne ? , quelle est la production Perdue ?, quelle est la durée de l'intervention quels sont les couts directs et indirects Engendrés par cette défaillance ?

- La détection

Notée G, elle représente la capacité de déceler la défaillance. La question posée est : quelle est la protection mise en place pour déceler la défaillance ?

III.2.2.3 Grille de cotation

Pour l'utilisation de ces critères d'analyse nous avons défini une grille de cotation pour apprécier les valeurs de chacun d'eux. Ces critères sont cotés de 1 à 10 mais en général on

dépasse rarement l'intervalle 1 à 4. Ce choix dépend uniquement du groupe de travail appelé à définir la politique de maintenance. C'est ainsi que dans cette étude nous avons pris une cotation générale c'est-à-dire celle où les critères sont cotés de 1 à 4.

NIVEAU DE COTATION	1	2	3	4
FREQUENCE	Très faible taux d'apparition Moins d'une défaillance par an	Très faible taux d'apparition $3\text{mois} < f < 6\text{mois}$	Taux d'apparition moyen $1\text{semaine} < f < 3\text{mois}$	Taux d'apparition régulier plusieurs défaillances par semaine
DETECTION	Visuelle à coup	Visuelle après action de l'opérateur	Difficilement décelable (éventuellement auditif)	Détection impossible
GRAVITE	Durée d'intervention $D < 10\text{mn}$ peu ou pas de pertes de production	Durée d'intervention $10\text{mn} < D < 30\text{mn}$	Durée d'intervention $30\text{mn} < D < 45\text{mn}$	Durée d'intervention $D > 45\text{mn}$

Tableau III.2 : Grille de cotation

III.3 Application aux transporteurs à bande

Au service ensachage et expédition, les transporteurs à bande ont pour rôle d'acheminer les Sacs de ciment venant des ensacheuses vers les camions. L'une des conditions de démarrage des machines ensacheuses est le fonctionnement normal de Ces transporteurs à bande. Leur Disponibilité revêt d'une importance capitale pour le fonctionnement du processus (« pas d'évacuation » implique « pas de production »). C'est ainsi que, pour étudier les défaillances de ces transporteurs, nous avons utilisé la théorie de l'AMDEC pour une analyse approfondie des défaillances.

La décomposition fonctionnelle externe des transporteurs à bande est le suivant :

- Energie
- Moto - Réducteur
- Tambour (revêtement, arbre, palier)
- Bande
- Système de tension
- Sécurité.

Sur les lignes d'ensachages certains transporteurs à bande sont reliés entre eux par des poulies courroies ou chaînes (un motoréducteur entraîne deux tambours de commande montés côte à côte et reliés par une poulie — chaînes).

Table d'analyse du moto-réducteur.

Ensemble : Transporteur à bande								
Sous-ensembles : Moto-réducteur								
Matériel		Caractéristique de la défaillance			Criticité			
Organe	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet sur le système	G	O	D	C
Denture	Transmettre le couple par engrènement	Usure ; cassure	Mauvaise lubrification ; fatigue	Bruit; transmission difficile	1	1	4	4
Roulement	Guider l'arbre moteur et l'arbre récepteur	Usure ; cassure	Mauvaise lubrification des roulements ; joint défectueux ; tension courroie excessive fatigue		1	1	3	3
G= Gravité ; O= Occurrence ou Fréquence ; D= Détection; C= Criticité								

Table III.3 : Analyse du motoréducteur

• **Interprétation**

Eléments	Défauts	Criticité	Interprétation	Action préventives
Moto-réducteur Denture	Usure ; Cassure Des dents	4	Faible fréquence d'apparition Détection très difficile ; Causes probables : mauvaise lubrification, mauvaise étanchéité	S'assurer de la qualité de l'huile : contamination, perte caractéristique. Vérifier niveau huile dans le carter ; éviter la pénétration des impuretés lors du remplissage. Visite périodique : Température huile, bruits anormaux, détection fuite. Maintenance systématique : vérification denture. mesure des jeux résiduels des roulements, vérification des joints
	Usure ;	3	Faible fréquence	Respecter les jeux de montages

roulements	Cassure Des roulements		d'usure. Détection pas simple. Causes probables mauvaise lubrification, mauvaise étanchéité, mauvais montage.	et les ajustements Veiller à l'étanchéité des paliers.
------------	------------------------	--	---	--

Tableau III.4 : Interprétation de l'analyse du moto-réducteur.

Ensemble : Transporteur à bande								
Sous ensemble : Poulies – courroies								
Matériel		Caractéristique de la défaillance			Criticité			
Organe	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet sur le système	G	O	D	C
Poulie	Transmettre la puissance	Usure gorge	Frottement	Glissement, échauffement	1	1	2	2
		Cassure des flancs	Choc, corps étrangers	Déséquilibre du système	1	1	2	2
		Liaison poulie arbre	Rainure usée, clavette délogé	Pas de transmission, usure alésage	1	1	2	2
Courroies	Transmettre la puissance aux poulies	Coupure	Surcharge, tension anormale, désalignement, craquelure, fatigue	Pas de transmission	1	1	2	2
		Tension anormale	Dilatation, système de tension défectueux	Puissance transmise réduite	1	1	2	2
		Courroies manquantes	Désalignement, allongement	Surcharge des autres courroies	1	1		2
G=Gravité ; O=Occurrence ou Fréquence ; D=Détection ; C=Criticité								

Tableau III.5 : Analyse de poulies - courroies.

• **Interprétation**

Elément	Défauts	Criticité	Interprétation	Action préventives
Poulie – courroies	Usure gorge, cassure flâne, tension anormale	2	Fréquence faible détection un peu difficile causes probables : mauvais alignement des poulies, présence de corps étrangers	Mettre des courroies de même type Inspection : vérifier la tension des courroies. Maintenance systématique : vérifier l'état des courroies, remplacement si nécessaire, nettoyer les gorges des poulies.

Tableau III.6 : Interprétation de Analyse de poulies - courroies.

III.4 Entretien et maintenance des transporteurs

En règle générale, un convoyeur correctement aligné et fixé fonctionne longtemps sans Pannes. La condition en est toutefois un entretien adapté aux conditions d'exploitation. Il consiste de procéder à un enlèvement régulier des impuretés et aux dépôts dus à la matière transportée. Le mouvement des pièces en rotation ou à déplacement linéaire ne doit pas être gêné par des impuretés.

III.4.1 Entraînement à chaîne et courroie trapézoïdale

Les incidents que peut connaître un mécanisme d'entraînement par chaîne sont rarement imputables à des défauts de conception et de construction. Les causes les plus fréquentes des pannes sont une lubrification et un entretien insuffisants.

Tenir compte des points suivants lors de l'entretien d'un mécanisme d'entraînement par chaîne. Contrôler l'état d'usure des articulations de la chaîne. Au plus tard lorsque la chaîne s'est allongée de 1,50/0 sous l'effet de l'usure changer. la car elle ne peut plus servir. Toute poursuite d'utilisation perturberait le service et accroîtrait l'usure des dentures. Les maillons de liaison et les maillons entraîneurs subissent une usure accrue. On doit les examiner régulièrement et les remplacer le cas échéant. Le montage correct et l'usure des rails d'appui et de guidage influent également sur l'impeccabilité de fonctionnement de la chaîne. Nous recommandons pour cette raison de les vérifier. Si l'installation ne sert pas en certaines saisons, nettoyer les chaînes et les roues dentées puis appliquer. Leur un traitement conservateur. Contrôler également l'état des roues dentées. Si les flancs de denture présentent des traces d'usure (la "naissance" de crochets par exemple.), changer les roues dentées.

N'effectuer les travaux de montage, démontage et réparation qu'avec des outils appropriés.

Pour retendre les chaînes ou les courroies trapézoïdales, veillez à ce que les poulies motrices et entraînées soient alignées et que les arbres soient exactement parallèles. Une trop forte tension des entraînements peut influencer de façon néfaste sur leur durée de vie. Il faut s'attendre à ce que de nouvelles chaînes et courroies trapézoïdales se détendent plus fortement au début qu'ensuite ; il est donc nécessaire de surveiller d'abord plus particulièrement l'entraînement à chaîne et à courroie trapézoïdale.

❖ **Courroies**

Après mise en service du convoyeur à bande, son mouvement rectiligne et la tension des courroies doivent être contrôlés chaque jour. Les courroies sont correctement tendues quand on ne peut les enfoncer que légèrement au milieu avec la paume de la main entre deux rouleaux de brin inférieur.

❖ **Nettoyage des poulies**

Les habillages des poulies doivent être observés tous les jours. S'ils s'encrassent de matériau transporté, le racleur doit être de nouveau réglé à l'arrêt de la bande et les habillages de poulies doivent être nettoyés.

❖ **Capotages de tapis inférieur**

Sur chaque installation de convoyage à tapis, de la matière ruisselle dans la zone du tapis inférieur. Un racleur de la meilleure qualité qui soit ne parviendra pas à l'empêcher. Pour cette raison, les bacs de tapis inférieur devront être régulièrement nettoyés. Selon le modèle, un certain volume de matière risque de s'accumuler. Ce volume ne doit toutefois en aucun cas atteindre le niveau des rouleaux de retour, car dans ce cas il faut s'attendre à ce que les rouleaux de retour s'endommagent. La matière ruisselante doit être distante d'au moins 50 mm du rouleau.

III.4.2 La lubrification

Les lubrifiants appropriés et l'observation des intervalles de lubrification aident nettement à optimiser la capacité de fonctionnement, à réduire les pannes et à assurer une longue durée de vie de l'installation.

❖ **Réducteurs en général**

Les carters doivent être remplis d'huile jusqu'au niveau indiqué avant la mise en service. L'huile ne doit pas descendre au-dessous du niveau inférieur. Le niveau d'huile doit être régulièrement contrôlé. Trop d'huile entraîne un échauffement, trop peu d'huile une usure.

❖ **Paliers à roulement**

Avant la lubrification, le point concerné doit être méticuleusement nettoyé.

Pour changer la graisse, les paliers à roulement, ainsi que le carter sont nettoyés avec un

solvant légèrement volatil ou du pétrole. Au nouveau graissage, noter qu'un tiers (1/3) seulement de la cage et du carter est rempli de la graisse pour paliers à roulement.

Un remplissage trop important entraîne un important frottement et donc une température de fonctionnement plus élevée.

❖ **Rouleaux d'appui et de retour**

Les rouleaux sont équipés de paliers à roulement graissés à vie. Ils ne nécessitent donc aucun entretien.

❖ **Paliers, poulies de renvoi et d'entraînement**

- Lubrifiant : lubrifiant universelle K2K-20 selon DIN 51502

- Intervalle : En service normal une fois par semaine,

- Quantité de lubrifiant :

Env. 1,5g palier Ø 20 mm

Env. 1,7 g palier Ø 25 mm

Env. 2,9 g palier Ø 30 mm

Env. 3,4 g palier Ø 35 mm

Env. 4,4g palier Ø 40 mm

Env. 5,6 g palier Ø 50 mm

Env. 10 g palier Ø 60 mm

Env. 14 g palier Ø 70 mm

❖ **Chaines**

Une lubrification dans les règles de l'art réduit au minimum la friction synonyme d'usure. La durée de vie de la chaîne et des roues dentées s'en trouve radicalement rallongée.

A l'aide d'une burette. Appliquez le lubrifiant entre les pattes des maillons interne et externe ; au pinceau. Appliquez-le sur le côté intérieur des éléments mobiles de la chaîne. Avant de graisser ou d'huiler périodiquement les chaînes, nettoyez-les avec des produits dissolvant la graisse et les souillures.

Pour le graissage des chaînes, nous recommandons de les tremper dans de la graisse préalablement échauffée et liquéfiée. Laissez la chaîne dans le bain de graisse jusqu'à ce qu'elle ait pris sa température et que plus aucunes bulles d'air ne montent. A partir de ce moment-là. Les articulations sont suffisamment remplies de graisse.

Echauffez la graisse au bain marie. Tout échauffement par une flamme nue du récipient contenant la graisse fait surchauffer cette dernière et amoindrit sa capacité lubrifiante.

III.5 Consignes de lubrification

Il est particulièrement important de procéder à une lubrification adéquate des machines. Cela permet d'augmenter leurs performances et d'éviter les dysfonctionnements. Le tableau de lubrifiants et de paramètres Ci-après vous aide à choisir les lubrifiants adaptés.

NB : Ne pas mélanger les lubrifiants synthétiques entre eux. Ni avec des lubrifiants minéraux. Mettre l'entraînement rotatif de la ROTO-PACKER hors circuit pour rajouter du lubrifiant[5].

III.5.1 Tableau des lubrifiants

Kennzeichen DIN 51502						Mobil			
HLP	OSO 10	Vitam DE 10	Energol HLP-HM 10	Zeroce 15	FINA Hydran 10	DTE 11	Hydrol Do 10	RandoOil HD 10	Renolit B3
K3K	GR MU3	Arakub HL2 Arakub HL3	Energrease LS-EP 2 LS-EP 3	Beacon 3	Marson L3	Mobilux 3	Alvania Fett 3	Multifak Premium 3	Renolit H443
HL	OSO 22	Vitam GF 22	Energol HLP-HM 22	Nuto H22	Azolla ZS 22	DTE 22	Tellus 22	Rando HD 22	Renolin B5
CLP (220)	Blasia 220	Degol BG 220	Energol GR-XP 220	Spartan EP 220	Carter EP 220	Mobilgear r 630	Omata Oel 220	Meropa 220	Renolit CLP 220
CLP (320)	Blasia 320	Degol BG 320	Energol GR-XP 320	Spartan EP 320	Carter EP 320	Mobilgear r 632	Omata Oel 320	Meropa 320	Renolit CLP 320
CLP (460)	Blasia 460	Degol BG 460	Energol GR-XP 460	Spartan EP 460	Carter EP 460	Mobilgear r 634	Omata Oel 460	Meropa 460	Renolit CLP 460
BB	FIN 332/F	Sint FZ 2	Energol WRL / GR3000-2	Surell Fluid 4k	FINA Cabine 1010	Mobilnac 4		Crater spezial 2x	
SAE 30	Dicrea 68 / 100	Kowal M20 / M30	Energol RC 68 RC 100	Compressor Oil 30	Cortis 100	DTE Oil BB	Corena P 100	Cetus S Cetus PAO	
DIN 51506 VC		Motanol GM 100	Energol CS 100		Eolan D-C 100	Heavy	Talpa PV 100 V9930	Ursa Oil P 100	Renolin 208

Code DIN 51502	Désignation	Symbole DIN 51502	N° DIN	ISO - VG	Viscosité cST (40°)	Point d'inflammation °C	Point de solidification °C	Pénétration travaillée 0.1 mm	Base de savon
HLP	Huile pneumatique		51524	VG 10		-39			
K3K	Grasse		51025					220-250	Lithium
HL	Huile hydraulique		51524	VG 22	22	200	-35		
CLP (220)	Huile d'engrenage		51517	VG 220	220	250	-20		
BB	Lubrifiant adhésif		51513		à 100° 49-114	180			
SAE 30	Huile de moteur		51511		à 50° 55-80	230	-20		

Tableau III.7 : Les lubrifiants

III.5.2 Instruction de lubrification

Point de lubrification		Description	Lubrifiant	Remplissage	Quantité		Changement du lubrifiant		Intervalle rajout / changement
No.	Nomb.				VG/TYP	Initiale	Huile (l)	Graisse (kg)	
1	1	En engrenage	VG 220		4,5 l		10.000 hs	10.000 hs	
2	1	Palier	K3K			Suivant le besoin		100 hs	
3	1	Palier	K3K			Suivant le besoin		24 hs	
4	1	Palier	K3K			0,2 kg		10.000 hs	
5	1	Alimentation d'aire	K3K			0,02 kg		5.000 hs	

Tableau III.8 : Instruction de lubrification.

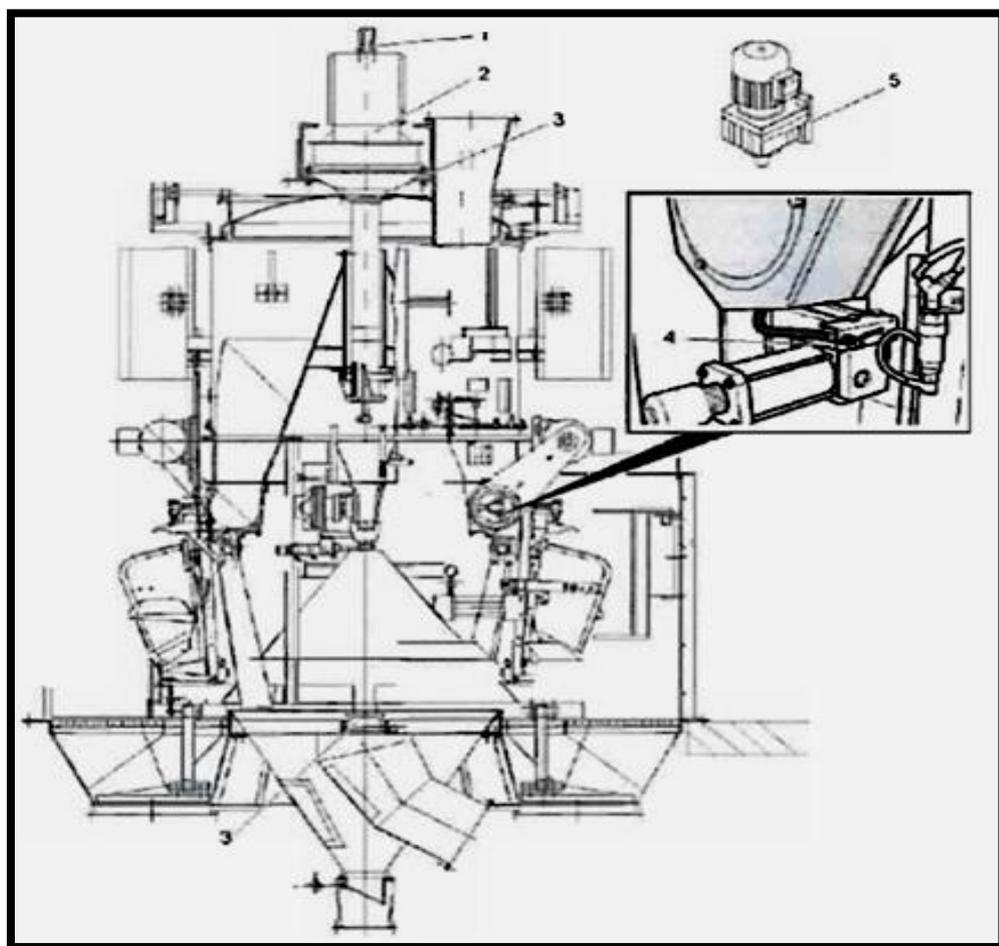


Figure III.1 : Points de lubrification d'une ensacheuse

III.6 Analyse Pareto

III.6.1 Exploitation de l'historique des pannes :

Grâce à un entretien avec la division de maintenance notamment le service des méthodes, nous sommes arrivés à établir un tableau qui couvre le temps des tâches de réparation de maintenance à compter de l'année 2016 jusqu'à 2017. L'historique des pannes a été obtenu suite à un effort et une collaboration de l'Ingénieur de maintenance de l'entreprise. Nous avons pris en considération que le temps total de réparation des éléments des becs de l'ensacheuse 10RSE.

Tableau III.9 : Historique des pannes des becs de l'ensacheuse 3.

	Désignation de l'élément en panne	Désignation de la panne	TTR (h)
Bec1	Tuyau de jonction	Changement des deux membranes	3h
	Courroie	Changement de courroie	1h
Bec2	Arbre de palier	Changement d'axe	2h
	Bague	Changement des bagues	0.58h
	Roulement	Changement des deux roulements	2h
Bec3	Courroie	Tension de courroie	0.17h
	Bague	Changement des bagues	4h
Bec4	Tuyau de jonction	Changement des deux membranes	2h
	Courroie	Changement de courroie	1.5h
	Vérin de remplissage	Changement du vérin de remplissage	1,5h
	Roulements	Changement des deux roulements	1h
Bec5	Tuyau de jonction	Changement des deux membranes	0.92h
	Flexible d'air	Changement de buse d'air	0.5h
Bec6	Courroie	Changement de courroie	1,5h
	Siège	Réglage de siège	0.25h
Bec7	Tuyau de jonction	Changement des deux membranes	2h
	Courroie	Tension de courroie	0.25h
	Trappe de fermeture	Changement du trappe de fermeture	6h
	Roulements	Changement des deux roulements	1h

Bec8	Courroie	Changement de courroie	1.5h
	Vérin de remplissage	Changement du vérin de remplissage	1,5h
Bec9	Tuyau de jonction	Changement des deux membranes	0.75h
	Bague	Changement des bagues	0.58h
	Siège	Réglage de siège	0.25h
Bec10	Tuyau de jonction	Changement des deux membranes	1h
	Siege	Réglage de siège	0.25h
	Flexible d'air	Changement du flexible d'air et buse	1h
TOTAL			38h

A partir de ce tableau, nous allons tracer les histogrammes des temps de réparation des éléments des becs de l'ensacheuse.

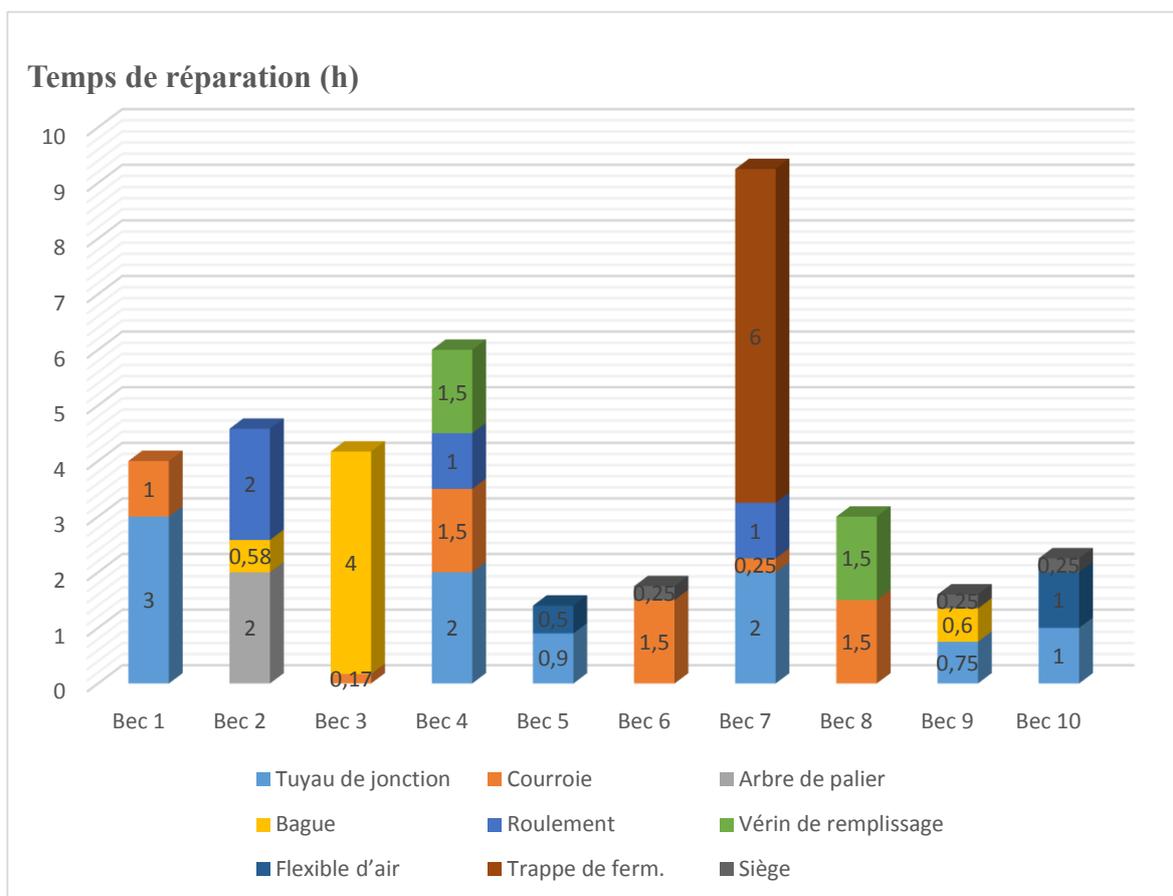


Fig. III.2 : Histogramme des pannes des becs

III.6.2 Répartition des heures d'arrêt (TTR)

Tenant compte du tableau récapitulatif des temps de réparation des éléments des becs d'ensacheuse (Tableau III.7), nous allons effectuer un classement des TTR par un ordre décroissant, puis nous complétons le tableau ci-dessous en donnant les taux relatifs aux heures de réparation et le taux cumulé correspondant.

Tableau III.10 : Pourcentage et cumul des TTR.

N°	TTR (h)	%(TTR)	%Cumulé des (TTR)
Bec7	9.25	24.34%	24.34%
Bec4	6	15.79%	40.13%
Bec2	4.58	12.05%	52.18%
Bec3	4.17	10.97%	63.15%
Bec1	4	10.53%	73.68%
Bec8	3	7.90%	81.58%
Bec10	2.25	5.92%	87.50%
Bec6	1.75	4.60%	92.10%
Bec9	1.6	4.21%	96.31%
Bec5	1.4	3.68%	100%
TOTAL	38	100%	/

❖ Diagramme de Pareto :

Le choix du critère porte sur le temps des tâches de réparation.

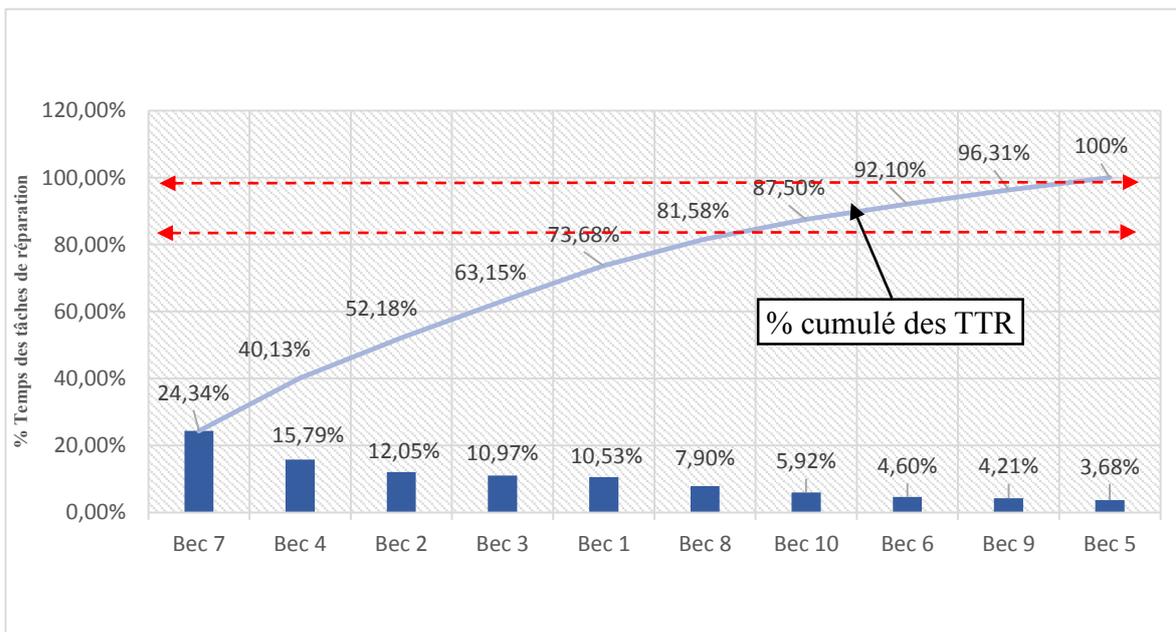


Figure III.3 : Diagramme de Pareto des pannes.

Le diagramme montre que les éléments relatifs aux pannes du bec 7, 4, 2, 3 et 1 sont responsables de 80 % du temps cumulé de réparations.

III.7 Maintenance des ensacheuses

III.7.1 Erreurs Mécaniques

Le tableau III.11 regroupe les principaux problèmes rencontrés pendant le fonctionnement des ensacheuses.

Erreurs	Causes	Remèdes
Poids erronés régulièrement + ou -	Réglage de la limite de classe de la balance de correction de poids déréglé, défectueux ou dépôts de matériau sur le système de pesée	Limites de classe réglées Nettoyer (voir recherche de défaut balance de correction de poids)
Fluctuations de poids	Les sacs sont irréguliers sur la selle basculante	Vérifier la fluidisation sur le tambour de remplissage et la hauteur de la selle basculante, rectifier le cas échéant
	Section de débit fin sur la trappe trop grande ou trop petite	Vérifier et régler Temps de débit fin au moins 2,5 secondes
	Tuyau de raccord défectueux	Vérifier, remplacer le cas échéant
	Ressort à lame sur la chaise porte sacs déformées, cassés ou mal alignés	Vérifier, éventuellement remplacer ou aligner de manière régulière
	Point de commutation gros débit/débit fin imprécis	Vérifier le fonctionnement de la balance
	Ventilation du tambour de remplissage obstruée	Vérifier les buses, les nettoyer ou les remplacer
	Trappe dure	Vérifier la trappe à la recherche d'usure et remplacer, Vérifier le fonctionnement du vérin pneumatique
	Frottement sur la chaise porte sacs	La chaise porte sacs doit être mobile, éliminer les résidus de matériau
Dégagement de sac incorrect	Les patins de dégagement sur la commande externe sont déréglés	Vérifier le positionnement des
	Le sac rempli à quitter la tuyère de remplissage	Régler la hauteur de la selle basculante

		Vérifier le réglage du vérin Pneumatique sur la retenue des sacs
Temps de remplissage trop long	Ventilation du tambour de remplissage insuffisant	Vérifier buses. les nettoyer, les remplacer éventuellement
Temps de remplissage trop long	Tuyau de raccord défectueux	Remplacer le tuyau de raccord
	Section de remplissage trop petite sur la trappe	Régler la section de remplissage
	Débit fin trop long	Temps de débit fin env. 2.5 à 3 secondes. rectifier le point de commutation fin du débit
	Niveau du matériau dans le silo d'ensachage trop bas	Vérifier l'indicateur de niveau, le fonctionnement, vérifier l'amenée de matériau
	Mauvaise qualité de sac	Vérifier la taille de sac et la ventilation de sac
	Corps étranger dans le tambour de remplissage	Retirer le corps étranger
	Roue à palettes bloquée	
Sacs sales	Tuyau de raccord défectueux	Remplacer
	Temps de repos trop court entre fin du remplissage et le dégagement de sac	Voir temps de remplissage trop long
	Mauvais dépoussiérage	Nettoyer la cheminée de dépoussiérage et les conduites, vérifier l'installation de filtre
	Trop d'air de ventilation Sur tambour de remplissage	Réduire la quantité d'air sur la soupape d'étrangement
	Sacs trop petits	Utiliser la taille adéquate
	Sacs pas suffisamment enfoncés	Voir recherche de défaut système de mise en place des sacs

Tableau III.11 : Erreurs mécanique

III.7.2 Entretien et liste d'inspection

III.7.2.1 Intervalle de vérification : hebdomadaire

Le tableau III.12 regroupe les travaux à exécuter chaque semaine

Travaux à exécuter	Remarques
<p>Ressorts à lames Usure, alignement, points de rupture</p>	<p>Chaise porte sacs</p>
<p>Station de remplissage Perçage de contrôle pour le balayage sur le passage libre. - Usure de la retenue des sacs, butée en caoutchouc. - Usure de la bague à lèvres avec ressort sur l'arbre de remplissage. - Usure du tuyau de raccordement entre la tuyère de remplissage et la trappe - Usure et tension des courroies trapézoïdales</p>	<p>Vérin de la retenue des sacs Station de remplissage Station de remplissage / Chaise porte sacs</p>
<p>Vérin pneumatique - Souplesse - Usure et étanchéité de la rampe de dégagement et la tige de piston</p>	<p>Chaise porte sacs Trappe / ciseaux Retenue des sacs Patins de commutation (commande externe)</p>

Tableau III.12 : Intervalle de vérification hebdomadaire.

III.7.2.2 Intervalle de vérification : semestriellement

Afin d'éviter des détériorations de la machine ou des blessures extrêmement dangereuses lors de l'élimination de défauts sur la machine, il faut respecter les points ci-après :

Travaux à exécuter	Remarques
Corps de bague collectrice - Nettoyage de l'abrasion - Vérification du balai de charbon	Commande
Commande rotative - Usure et tension des courroies trapézoïdales	Commande
Stators - Niveau d'huile et qualité de l'huile Jeu dans l'engrenage Silence du fonctionnement du roulement à billes. - Vidange d'huile, voir plan de lubrification	Commande
Éléments pneumatiques - Étanchéité des soupapes - Raccordements des conduites sur les vérins pneumatiques - Obstruction des éléments de silencieux	

Tableau III.13 : Intervalle de vérification semestriel

III.7.2.3 Intervalle de vérification : selon les besoins

Travaux à exécuter	Remarques
Régulateur du filtre - Vider le récipient - Nettoyer la cartouche filtrante - Nettoyage du récipient	Le niveau de liquide ou la condensation ne doit pas atteindre le clapet dans le récipient. Retirer la cartouche filtrante, la nettoyer et la souffler méticuleusement l'air comprimé. Ne pas utiliser de Solvants

Tableau III.14 : Intervalle de vérification selon les besoins.

Conclusion générale

Conclusion générale

Un plan de maintenance est décrit selon la norme NF X 60-010 comme « un document énonçant les modes opératoires, les ressources et la séquence des activités liées à la maintenance d'un bien. » Le plan de maintenance d'un bien doit permettre l'organisation de la maintenance du bien et concourir à sa réalisation.

Ce projet de fin d'études nous a permis de confectionner ce document dans une phase d'analyse et de conception de la maintenance à effectuer sur un matériel. Il rentre totalement dans une démarche de mise en place des politiques de maintenance dans chaque département de l'entreprise et constitue le Cœur du dossier des interventions. Les résultats Obtenus permettront à partir d'une fiche d'intervention ou de visite de se focaliser sur les périodes des interventions et sur les actions à faire face à un problème. Ceci permettra également d'avoir un dossier de l'historique des interventions et de renseigner le personnel du magasin de stock de pièces sur les pièces de rechanges.

Ce projet nous a permis, d'une part, d'approfondir nos connaissances Sur les méthodes de maintenance et d'autre part de renforcer notre esprit d'organisation et de gestion du patrimoine technique des entreprises mais aussi de profiter de l'expérience professionnelle de nos encadreurs.

Cependant quelques difficultés ont été rencontrées dans la collecte des données et la cotation des défaillances. Ceci s'explique par le manque de données techniques et historiques Sur certaine ligne d'ensachage notamment Sur la ligne l'ensachage N°3. Toute fois, le service ensachage et expédition, par sa nouvelle politique de maintenance. Est aujourd'hui en mesure rectifier le tir pour atteindre son Objectif principal : produire 2640 tonnes de ciment par jour.

Références Bibliographiques

BIBLIOGRAPHIE

- [1] S. Fougerousse, J. Germain, Pratique de la maintenance industrielle par le coût global, afnor, janvier 1992.
- [2] Fiabilité-maintenabilité-disponibilité, recueil des normes françaises, afnor 1998.
- [3] AFNOR, Recueil des normes françaises X 06, X 50, X 60, AFNOR.
- [4] S. Bassetto, S. Hubac, méthode employant les connaissances d'experts, Colloque C2EI Nancy 1-2 décembre 2004.
- [5] Catalogue de HAVER & BOECKER Maschinenfabrik Engineering Division.
- [6] Jean HENG, Pratique de la maintenance préventive, édition DUNOD, Paris, 2002

ANNEXES

Annexe B : Ordre de travail

ORDRE DE TRAVAIL

N°OT : 2017002523 WORKFLOW : 0.Pas de circuit
Equipement : EXP-0404-060 **ENSACHEUSE 3**
Système : EXP-0404-060 ENSACHEUSE 3
Zone : EXP **EXPPEDITION**
Fonction : ENSAG ENSACHAGE
Centre charge : EXP **EXPPEDITION**
Intervention : CURA002364 Changement des deux roulements du bec N°04
Entité émet. : SCIS Entité réalisé. : Scis
Superviseur : 01256 N° série équipe. : Priorité :
Urgent
Permis Travail : Criticité : 0.Normal

Date prévue : 04/03/2017 Date fin prévue : 04/03/2017 Equipe : 0	Durée Inter. : 1 Jour Type inter. : Curatif Jlasse inter. :	Contra : N° DI OT père :	Projet : N° plan : Hrs.planif. : 8,00
---	---	---	--

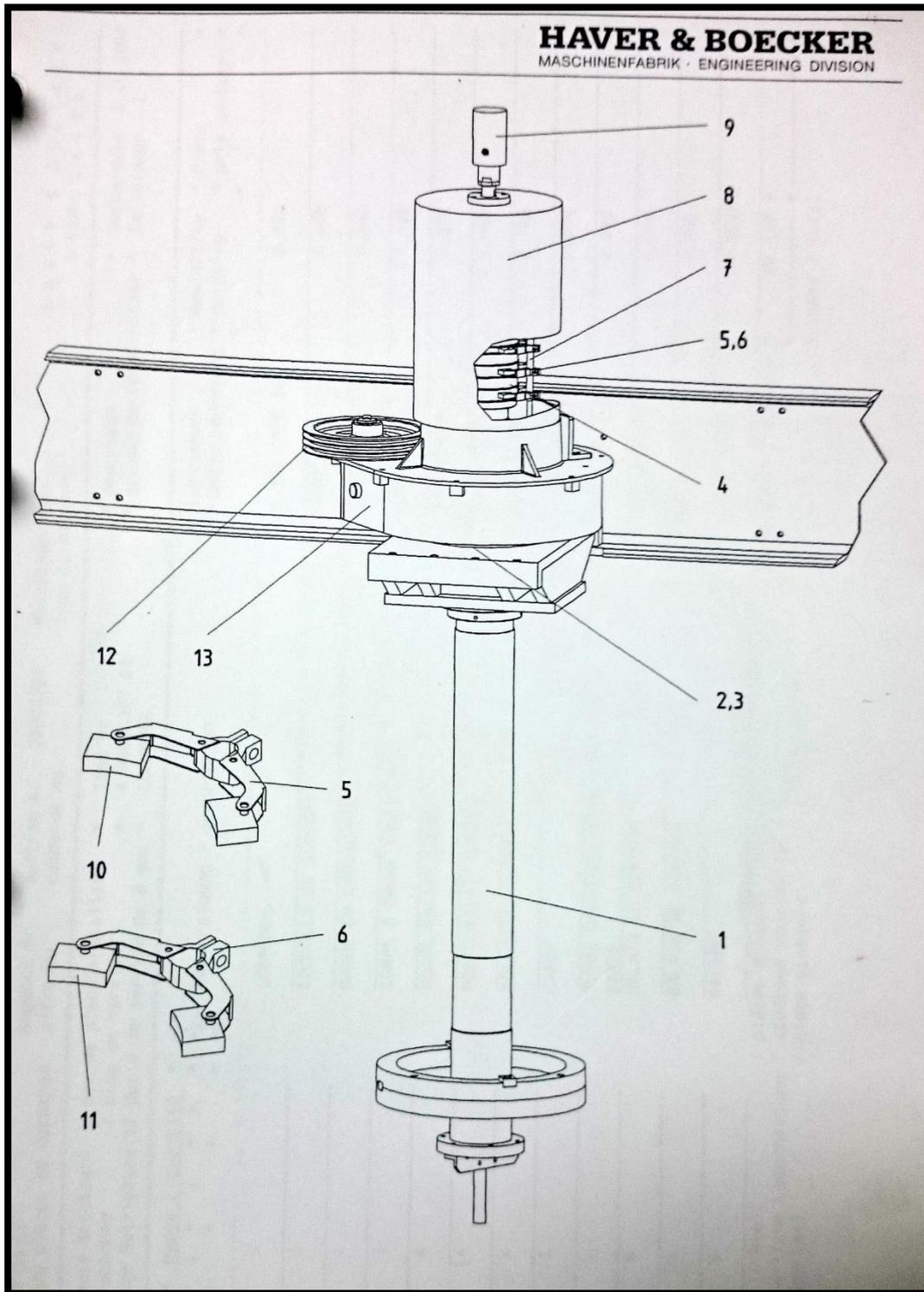
Intervention mécanique

Activité
Changement des deux roulements du bec N°04 Changement du vérin de remplissage du bec N°04 Changement de la membrane du bec N°05 Changement du flexible d'air et buse du bec N°10 Tension des courroies

RESSOURCES REQUISES						
Resource	Description ressource	Nbr	hrs plan.	Hrs Réal.	N°séq.	Jour déb.
MECAEXE	MECANICIEN EXECUTION	0	0.00	8.00		1
EMICM	ELEMENT DE LA SCIS	0	0.00	8.00		1

Couts OT total : Matériel Ressources : Moyens : Autres : Ajustement :	Compte rendu général Date de début : 04/03/2017 11:11:04 Date de fin : 04/03/2017 11:11:56 Date dernière MàJ : 06/03/2017 12:12:52
--	---

Annexe C : Commande



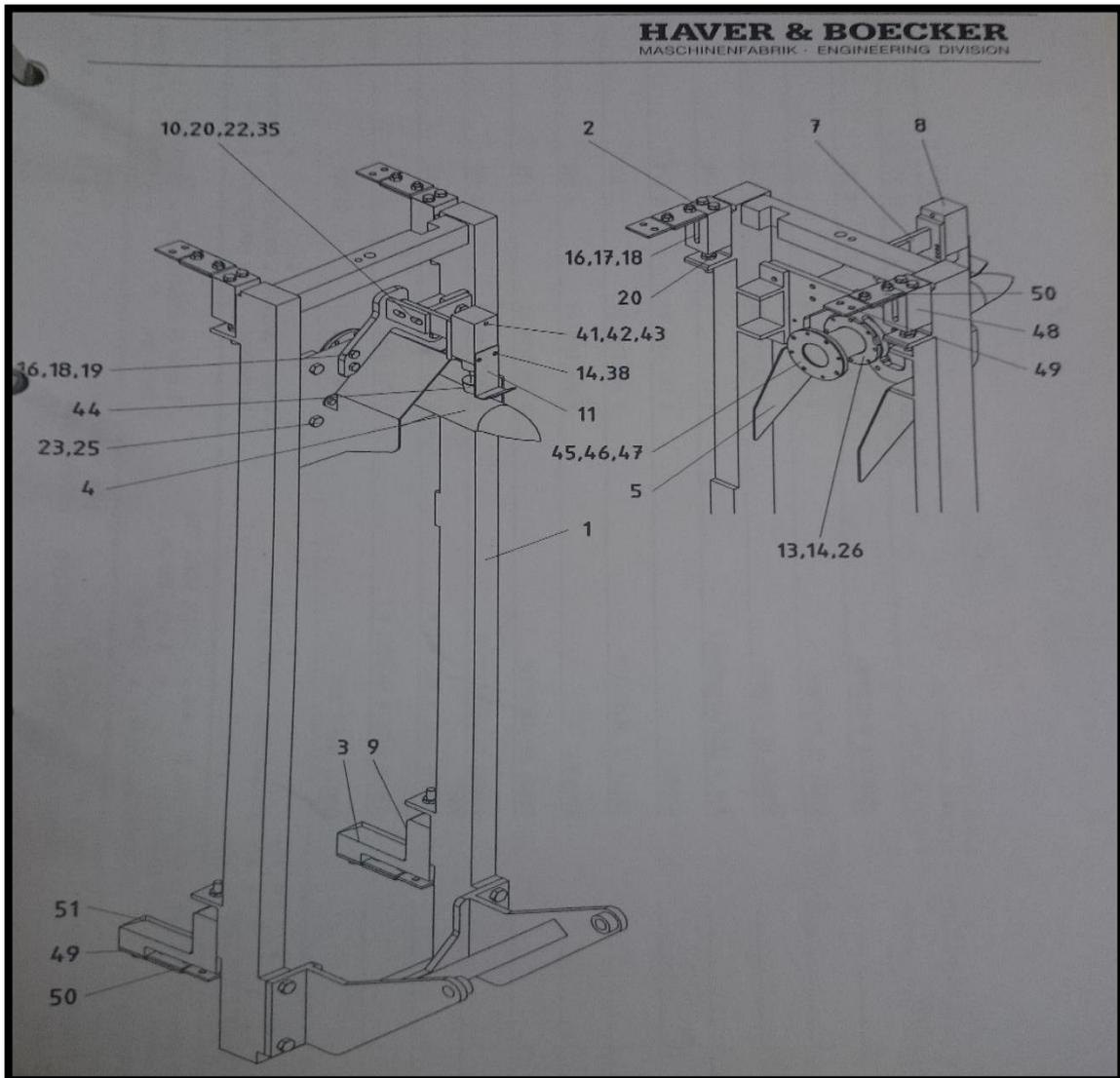
ANTREB

DRIVE / COMMANDE / ACCIONAMIENTO

Liste Des Pièces De Rechange

Pos No	Quantité	Description	Numéro identique
0001	1	COMMANDE	2.900 . 1290 .01
0002	1	COQUILLE DE SUPPORT	4003617
0003	1	BAGUE EN CAOUTCHOUC	3.080.005304
0004	1	CORPS A BAGUE COLLECTRICE	4503000007
0005	4	PORTE-BALAIS DOUBLE	4503000598
0006	14	PORTE-BALAIS DOUBLE	4503000593
0007	2	BOULON DE SUPPORT	4503000157
0008	1	CAPOT	2.907.0114.03
0009	1	TUYAU D'ARTICULATION PIVO TANTE	9.942.0001.01
0010	8	BALAIS DE CHARBON	4503000545
0011	28	BALAIS DE CHARBON	4503000549
0012	1	PALIER	4.911.0076.04
0013	1	PALIER	4.911.0076.04

Annexe D : Chaise porte-sac



SACKSTUHL

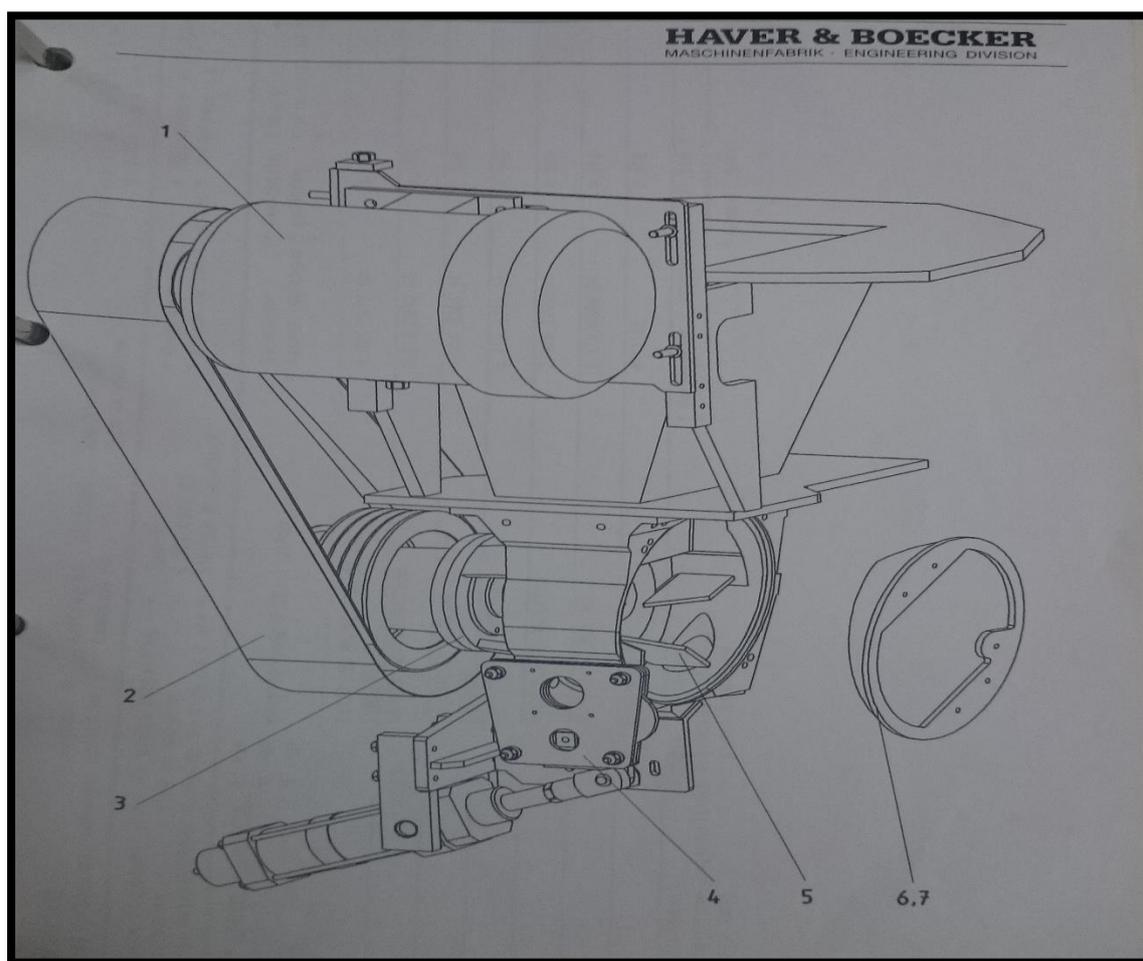
BAG STOOL / CHAISE PORTE-SAC / SLLIN PORTASACOS

Liste Des Pièces De Rechange

Pos No	Quantité	Description	Numéro identique
0001	1	CHAISE PORTE-SAC	3.320.0802.03
0002	2	CONTRE -TIGE A RESSORT AMES	2.901.281.04
0003	2	CONTRE- TIGE A RESSORT AMES	2.901.0280.04
0004	1	TUYERE DE REMPLISSAGE	3.167.0244.03
0005	1	CAPOT DE POUSSIÈRE	3.739.0564.02
0007	1	SUPPORT	3.529.2880.04

0008	1	UNITE DE DETECTION	2.900.1187.04
0009	2	PLAQUE	3.705.7322.04
0010	2	VIS A TETE HEXAGONALE	5257
0011	1	PLAQUE DE GUIDAGE	3.725.0234.04
0013	2	BRIDE DE SERRAGE	3.205.2364.04
0014	12	RONDELLE A RESSORT	30108
0016	20	RONDELLE A RESSORT	30110
0017	8	VIS A TETE HEXAGONALE	1101
0018	12	RONDELLE	240112
0019	4	VIS A TETE HEXAGONALE	5227
0020	14	ECROU HEXAGONAL	102115
0022	10	RONDELLE	240113
0023	5	RONDELLE A RESSORT	30111
0025	4	VIS A TETE HEXAGONALE	5255
0026	10	VIS A TETE HEXAGONALE	5166
0035	4	RONDELLE	56508
0040	1	UNITE DE DETECTION	2.900.1187.04
0041	1	POCHETTE DE RECHANGE	9.909.0008.14
0042	2	RONDELLE DE JOINT	9.939.0002.01
0043	1	RONDELLE DE JOINT	9.939.0001.01
0044	1	BUTEE	3.427.0062.04
0045	1	TUBULURE	3.115.0062.04
0046	1	TUYAU DE JONCTION	3.417.0222.04
0047	2	BUTEE	3.206.0458.04
0048	1	SUPPORT DE CONTRE-TIGE	2.906.0729.04
0049	2	PLAQUE	3.525.5615.04
0050	1	BRAS DE RAPPEL BAS	2.906.0790.04
0051	1	SUPPORT	3.490.0087.04

Annexe E : station d'ensachage



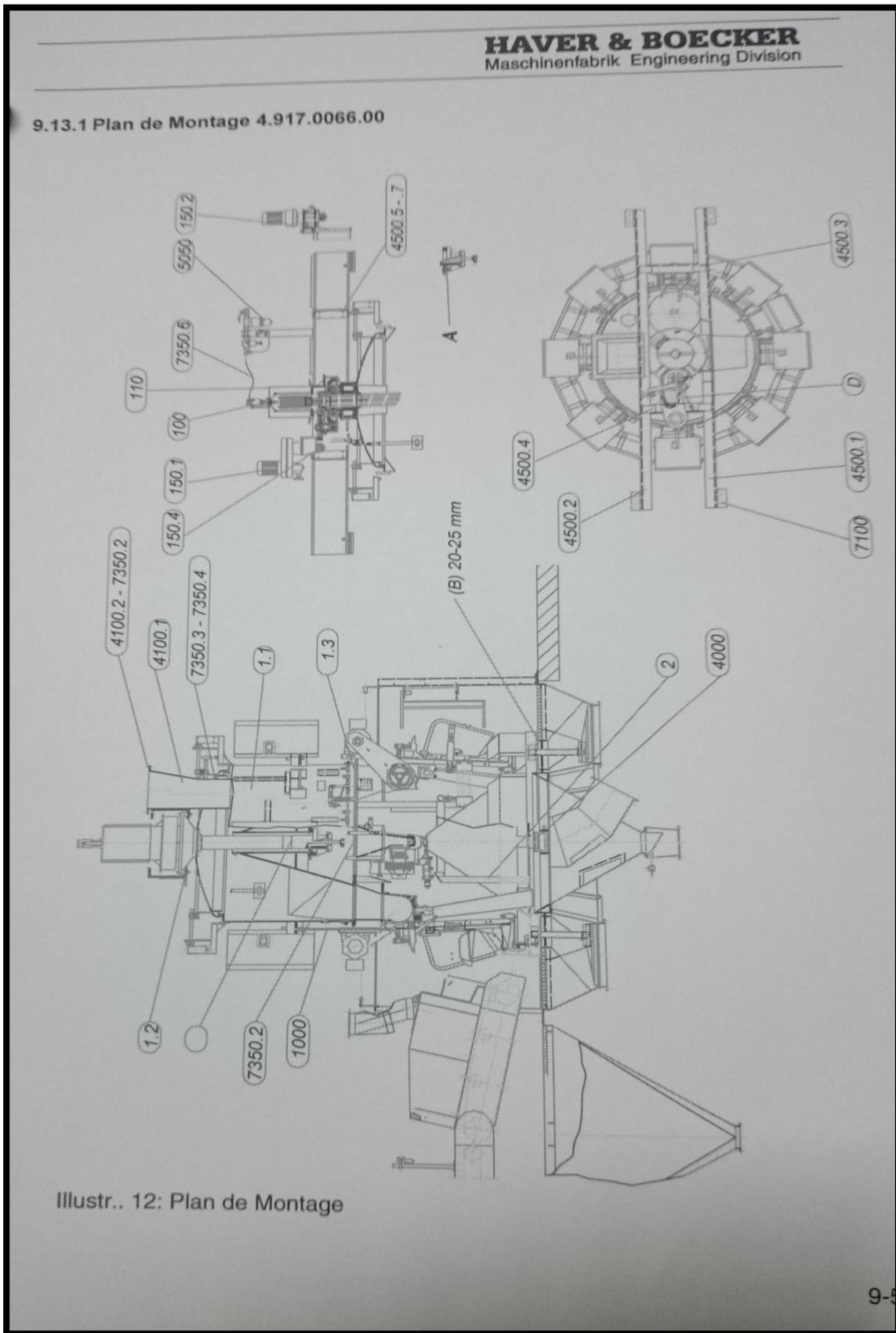
FUELLSTATION

FILLING STATION / STATION D'ENSACHAGE / ESTACION DE LLANADD

Liste Des Pièces De Rechange

Pos No	Quantité	Description	Numéro identique
0001	1	FIXATION DU MOTEUR DE LA TURBINE	4.919.0177.04
0002	1	CAISSE DE PROTECTION	2.918.0992.03
0003	1	ROULEMENT D'ARBRE DE REMPLISSAGE	4.905.0306.04
0004	1	TRAPPE DE FERMETURE	4.9018.1169.04
0005	1	ROUE PORTE-PALETTES	2.918.1704.04
0006	1	CLAPET DE MONTAGE	2.918.0388.04
0007	1	BAGUE EN O	4001285

Annexe F : plan de montage ROTO-Packer



Nomenclature de montage pour ROTO-Packer

N°	Quantité	Description
1.1	1	Roto-Packer partie supérieure
1.2	1	manchon vissé commande
1.3	1	manchon vissé partie supérieure-partie inférieure
2	2	Roto-Packer partie inférieure
100	1	attache
100	1	tuyau d'articulation pivotante
110	1	capot
150.1	1	motor-réducteur
150.2	1	boulon de palier
150.2	3	courroie trapézoïdale DIN 7753 SPA 1107
1000	8	Tige de traction
4000	1	palier
4100.1	1	Entrée 400x400
4500.1	1	Poutre en U L3.600 1.0038 4.919.0023.02
4500.2	1	Poutre en U L3.600 1.0038
4500.3	1	Poutre en U
4500.4	1	Poutre en U
4500.5	16	vis à tête hexagonale -ISO 4014 M 12x150 8.8 A2E
4500.6	16	rondelle élastique B137 B12 FST A2E
4500.7	16	écrou hexagonal ISO 4032 M12 8 A2E
5050	1	arrivée d'air
7050	4	calage 50mm IJ350 75/90
7100	1	vis à tête hexagonale M 16x70 avec rondelle en U, rondelle à ressort et écrou
7150	1	manchon vissé pneumatique
7350.1	1	matériau d'installation
7350.2	1	corde garniture
7350	2	baguette 60x10
7350.4	2	baguette 60x10
7350.5	1	adhesif
7350.6	1	tuyau 3/4"x1000 Typ 550 H-12
7450.7	1	manchon vissé 12F 40x5