

REPUBLIQUE DU SENEGAL
UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



Gm.0537

**Ecole Supérieure Polytechnique
Centre de THIES**

DEPARTEMENT GENIE MECANIQUE

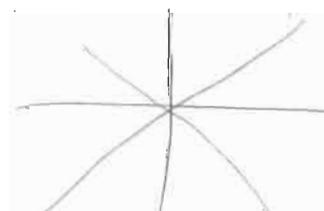
PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION

**TITRE : ELABORATION D'UN PLAN DE MAINTENANCE DES LIGNES
D'ENSACHAGE DE LA SOCOCIM**

Auteur : Amadou BA
Directeur interne : Professeur Ngor SARR
Directeur externe : Ingénieur Moussa LOUM

Année : 2008/2009



DEDICACES

A

Mes parents:

Ameth Car BA

El hadji Sacy S. BA

Faty BA

Mes frères;

Mes camarades de classe.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je souhaiterais remercier l'ensemble des personnes du service Ensachage et Expédition de la SOCOCIM.

Je remercie tout particulièrement mon encadreur, responsable du service Ensachage et Expédition, Monsieur Moussa LOUM pour avoir initié mon projet de fin d'études et toute son équipe.

Je tiens à souligner le respect, la compétence, ainsi que la disponibilité dont ont fait preuve chacune de ces personnes à mon égard et ce, tout au long de mon stage.

J'exprime aussi ma reconnaissance au Directeur des Ressources Humaines de la SOCOCIM pour m'avoir permis d'effectuer un stage au sein de l'entreprise.

Finalement, un grand remerciement à tous mes professeurs à l'Ecole Polytechnique de Thiès : Monsieur Ngor SARR et à toute l'équipe pédagogique.

RESUME

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 de la fiabilité des équipements et sur une analyse type AMDEC du processus. 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.

La Maintenance Basée sur la Fiabilité (MBF) apparaît au premier abord comme principalement destinée à élaborer un programme de maintenance préventive optimisé, ayant pour but la sûreté de fonctionnement et la sécurité des moyens de production en tenant compte des aspects économiques. La suite de cette étude est de déterminer les défaillances, les dysfonctionnements critiques et les périodes des interventions par le calcul des MTBF. La méthode a pour but non seulement de déterminer les périodes d'intervention et les causes d'origine mais aussi de chercher les solutions et engager les actions préventives et correctives appropriées pour les éliminer et enfin généraliser et standardiser les résultats à toutes les composantes similaires des lignes d'ensachage.

L'analyse type AMDEC est basée sur un raisonnement logique et simple qu'on peut vulgariser à l'intérieur de la SOCOCIM. 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.

TABLE DES MATIERES

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME.....	iii
TABLE DES MATIERES	iv
LISTE DES FIGURES	ix
LISTE DES TABLEAUX.....	x
LISTE DES ANNEXES	xii
ABREVIATIONS ET SYMBOLES	xiv
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : PRESENTAION DE L'ENTREPRISE SOCOCIM	2
1.1 Nature	2
1.2 Historique et mission de la cimenterie de Rufisque.....	2
1.3 Organisation et fonctionnement :	3
1.4 Processus de fabrication du ciment	5
1.4.1 L'extraction et la préparation des matières premières.....	5
1.4.2 Le séchage et le broyage	5
1.4.3 La cuisson	6
1.4.4 Du clinker aux ciments.....	7
1.4.5 Les expéditions.....	7
1.5 Présentation du département d'ensachage.....	7
CHAPITRE II : GENERALITES DE LA MAINTENANCE.	9
Introduction	9
2.1 Définition de la maintenance [1].....	9
a. Rôle de la maintenance	9
b. Entretien et maintenance.....	10
2.2 Les différentes formes de maintenance [1]	11
a. Les concepts.....	11
b. Les méthodes	11
2.2.1 La maintenance corrective.....	12
2.2.2 La maintenance préventive.....	13
2.2.2.1 Buts de la maintenance préventive	13
2.2.2.2 La maintenance préventive systématique	13

2.2.2.3	La maintenance préventive conditionnelle	14
2.2.2.4	La maintenance préventive prévisionnelle	15
2.3	Les opérations de maintenance	15
2.3.1	Les opérations de maintenance corrective	15
2.3.1.1	Le dépannage	15
2.3.1.2	La réparation	16
2.3.2	Les opérations de maintenance préventive	16
2.3.3	Autres opérations	17
2.3.3.1	Révision	17
2.3.3.2	Les échanges standards	17
2.4	Les niveaux de maintenance	17
2.5	Echelons de maintenance	21
2.6	Les activités connexes	21
2.6.1	La maintenance d'amélioration	21
2.6.1.1	La rénovation (extrait de la norme NF X 50-501)	22
2.6.1.2	La reconstruction	22
2.6.1.3	La modernisation :	22
2.6.2	Les travaux neufs	22
2.6.3	La sécurité	23
	Conclusion	24
	CHAPITRE III : ANALYSE FONCTIONNELLE DES ENSACHEUSES	25
	Introduction	25
3.1	Description de la machine	25
3.2	Description générale	27
3.2.1	Entraînement	27
3.2.2	Station de remplissage	29
3.3	Description du fonctionnement électrique et pneumatique	30
3.3.1	Alimentation électrique	30
3.3.2	Description pneumatique	30
3.4	Dégagement du sac	31
3.5	Conditions de démarrage du Roto-Packer	32
3.5.1	Mise en service du Roto-Packer	32
3.5.2	Mise hors service du Roto Parker	33

3.5.2.1	Fonctionnement normal	33
3.5.2.2	Mesures avant et après un arrêt prolongé	33
3.5.2.2.1	Avant un arrêt prolongé	33
3.5.2.2.2	Après un arrêt prolongé	33
3.6	Les Compteurs de positions	33
3.7	Grafcet fonctionnel :	35
CHAPITRE IV : MAINTENANCE PREVENTIVE : DETERMINATION DES PERIODES D'INTERVENTION.		37
4.1	Historique machine	37
4.2	Exploitation de la fiabilité [2]	37
4.2.1	Taux de défaillance	37
4.2.2	MTBF : (Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement) [2]	38
4.2.3	Lois de fiabilité [3]	39
4.2.3.1	Distribution exponentielle	39
4.2.3.2	Autres Lois	39
4.2.4	Périodicité de la maintenance préventive [4]	39
4.3	Exploitation de l'historique des ensacheuses des lignes 3, 4 et 6.	40
4.3.1	Historique de la machine Roto Packer 3	40
4.3.2	Historique de la machine Roto Packer 6	41
4.4	Calcul des périodes d'intervention.....	41
4.4.1	Machine 3	42
4.4.2	Machine 6	43
4.5	Résumé pour chaque machine.....	43
4.5.1	Résumé pour machine 3	44
4.5.2	Résumé pour machine 6	44
4.6	Maintenance des ensacheuses	47
4.6.1	Erreurs mécaniques	47
4.6.2	Entretien et liste d'inspection.....	48
4.6.2.1	Intervalle de vérification : quotidiennement.....	48
4.6.2.2	Intervalle de vérification : hebdomadaire	49
4.6.2.3	Intervalle de vérification : mensuel	49
4.6.2.4	Intervalle de vérification : semestriellement.....	50
4.6.2.5	Intervalle de vérification : selon les besoins.....	50
4.6.3	Consignes de lubrification.....	50

4.6.3.1	Tableau des lubrifiants.....	51
4.6.3.2	Points de lubrification.....	52
CHAPITRE V : ANALYSE TYPE AMDEC		53
5.1	Définition	53
5.1.1	Principe de base [4]	53
5.1.2	Processus de la méthode.....	54
5.1.3	Résumé.....	55
5.2	Application de l'AMDEC [2].....	56
5.2.1	Calcul de la criticité.....	56
5.2.2	Tableau de classement de la criticité.....	57
5.2.3	Les critères d'analyse	57
5.2.4	Grille de cotation.....	57
5.3	Diagramme Causes-Effet [5].....	58
5.4	Cascade des pourquoi.....	59
5.5	Application aux transporteurs à bande	59
5.6	Entretien et maintenance des transporteurs.....	66
5.6.1	Entraînement à chaîne et à courroie trapézoïdale.....	66
5.6.2	La lubrification	67
5.7	Broyeur de mottes	70
5.7.1	Fonctionnement et montage	70
5.7.2	Entraînement	70
5.7.3	Maintenance du broyeur de motte.....	70
5.8	La vanne doseuse	71
5.8.1	Entretien	72
5.8.2	Recherche des pannes.....	72
5.9	Les aéroglissières	73
5.9.1	Origine des pannes	74
5.9.2	Filtre de ventilateur	75
5.10	Crible : HAVER NIAGARA (Tamis à corps étrangers).....	75
5.10.1	Caractéristiques techniques	75
5.10.2	Entretien et maintenance	76
5.11	Vis de récupération de matière.....	77
5.11.1	Utilisation	77

5.11.2	Structure et principe de fonctionnement.....	77
5.11.3	Anomalies	78
5.11.4	Opérations de maintenance.....	78
5.12	Accouplements élastiques N-EUPEX et N-EUPEX-DS des types A, B et ADS, BDS	79
	RECOMMANDATIONS	80
	CONCLUSION GENERALE	81
	BIBLIOGRAGHIE.....	82

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Processus de fabrication du ciment	5
Figure I.2 : Synoptique extraction vers broyage.	6
Figure I.3 : Synoptique cuisson – broyage vers expédition ciment	7
Figure I.4 : Organigramme du service ensachage et expédition.	8
Figure II.2 : Opérations de maintenance	24
Figure III.1: Machine Roto-Packer type 8 RS E	27
Figure III.2 : Schéma cinématique avec un moto-réducteur à axes parallèles.	28
Figure III.3 : Schéma cinématique avec un moto-réducteur à axes coaxiaux.....	29
Figure III.4 : Station de remplissage	29
Figure III.5 : Remplissage gros débit.....	31
Figure III.6 : Remplissage petit débit.....	31
Figure III.7 : Arrêt du remplissage.....	31
Figure III.8 : Positions des capteurs sur la périphérie de l'ensacheuse.....	34
Figure III.9 : Positions des capteurs sur la périphérie de l'ensacheuse.....	36
Figure IV.1 : Courbe en baignoire du taux de défaillance	38
Figure IV.2 : Points de lubrification d'une ensacheuse.	52
Figure V.1 : Diagramme d'Ishikawa.....	59
Figure V.2 : Diagramme Causes-Effet.....	59
Figure V.3 Figure : Broyeur de mottes de type H.....	70
Figure V.4 : vue éclatée de l'aéroglossière.	74
Figure V.5 : Vis sans fin à augets.....	78

LISTE DES TABLEAUX

Tableau IV.1 : Historique de la machine HAVER 3.....	40
Tableau IV.2 : Historique de la machine HAVER 6.....	41
Tableau IV.3 : Calcul des périodes d'intervention pour la machine 3.....	42
Tableau IV.4 : Calcul des périodes d'intervention pour la machine 6.....	43
Tableau IV.5 : Résumé des calculs sur la machine 3.....	44
Tableau IV.6 : Résumé des calculs sur la machine 6.....	44
Tableau IV.7 : Résultats des calculs.....	44
Tableau IV.8 : Fiche d'aide à la maintenance de la machine 3.....	45
Tableau IV.9 : Fiche d'aide à la maintenance de la machine 6.....	46
Tableau IV.10 : Erreurs mécaniques.....	47
Tableau IV.11 : Intervalle de vérification quotidien.....	48
Tableau IV.12 : Intervalle de vérification hebdomadaire.....	49
Tableau IV.13 : Intervalle de vérification mensuel.....	49
Tableau IV.14 : Intervalle de vérification semestriel.....	50
Tableau IV.15 : Intervalle de vérification selon les besoins.....	50
Tableau IV.16 : Les lubrifiants.....	51
Tableau V.1 : Analyse des modes de défaillance et de leur criticité.....	56
Tableau V.2 : Echelle de criticité.....	57
Tableau V.3 : Grille de cotation.....	58
Tableau V.4 : Analyse du moto-réducteur.....	61
Tableau V.5 : Interprétation de l'analyse du moto-réducteur.....	61
Tableau V.6 : Analyse du tambour de commande.....	62
Tableau V.7 : Analyse du tambour de renvoi.....	63
Tableau V.8 : Interprétation de l'analyse des tambours de commande et de renvoi.....	63
Tableau V.9 : Analyse de la bande.....	64
Tableau V.10 : Interprétation de l'analyse de la bande.....	64
Tableau V.11 : Analyse des poulies - courroies.....	65
Tableau V.12 : Interprétation de l'analyse des poulies - courroies.....	65
Tableau V.13 : Tableau d'inspection et d'entretien des transporteurs à bande.....	69
Tableau V.14 : Maintenance du broyeur de motte.....	70
Tableau V.15 : Défauts d'exploitation et leurs éliminations du broyeur de motte.....	71
Tableau V.16 : Entretien de la vanne doseuse.....	72

Tableau V.17 : Recherche de pannes.	72
Tableau V.18 : Inspection de contrôle du crible.	76
Tableau V.19 : Défauts d'exploitation et leurs éliminations du broyeur du crible.	77
Tableau V.20 : Anomalies et remèdes pour la vis.	78
Tableau V.21 : Dérangements possibles.	79

LISTES DES ANNEXES

ANNEXES	83
Annexes A :.....	83
A 1: Les différents types de maintenances.....	83
A 2: Les Niveaux De Maintenance : (Extraits de la norme NF X 60-010).....	83
Annexe B : Abaques de M. Noiret.....	85
Annexe C : Fiche pour l'historique des pannes.....	87
Annexe D : Fiche d'intervention.....	88
Annexe E : Fiche d'analyse de défaillance	89
Annexes F :.....	90
F 1 : Nomenclature De L'ensacheuse 8rse (Ligne 6).....	90
F 2 : Entraînement 4.900.0346.04.....	91
F 3 : Motor-Reducteur 4.906.0008.03.....	93
F 4 : Palier 4.911.0017.04	94
F 5 : Demande Vitesse 4.903.0032.03	95
F 6 : Alimentation Produit 4.912.0089.01.....	96
F 7 : Indicateur De Niveau 4.901.0432.04.....	97
F 8 : Station D'ensachage 4.905.0349.04.....	98
F 9 : Fixation Du Moteur De La Turbine 4.919.0177.04.....	99
F 10 : Roulement D'arbre De Remplissage 4.905.0173.03	100
F 11 : Trappe De Fermeture 4.918.1182.04	101
F 12 : Aeration 4.931.0033.03.....	102
F 13 : Aeration 4.931.0134.04.....	103
F 14 : Tuyere D'aeration 4.901.0486.04	104
F 15 : Jauge De Contrainte 4.910.0075.04.....	105
F 16 : Chaise Porte-Sac 4.918.1209.04	106
F 17 : Aeration Circulaire 4.917.0041.04.....	107
F 18 : Selle Basculante 4.910.0086.04.....	108
F 19 : Manocontacteur 4.933.0028.04.....	110
F 20 : Distribution D'Air 4.941.0051.02.....	111
F 21 : Systeme De Commande 4.918.0645.01	112
F 22 : Unite De Commande 2.948.1959.03.....	113
F 23 : Element De Connexion 4.930.0058.04	114

F 24 : Unite De Commande 4.948.0005.02.....	115
Annexe G : Historique Des Machines 3 et 6.....	117

ABREVIATIONS ET SYMBOLES

AFNOR : Association Française de Normalisation.

DIN : Deutsches Institut für Normung (Institution allemande pour normalisation).

URL : Unités Remplaçables en Ligne.

URA : Unités Remplaçables en Atelier.

MTBF : Mean Time Between Failure (Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement).

TBF : Temps de Bon Fonctionnement.

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticités.

FMECA : Failure Modes Effects and Criticality Analysis.

C : Criticité

D : Détection

F : Fréquence ou Occurrence

G : Gravité

λ : Taux de défaillances.

T : Période d'intervention.

k : Paramètre d'optimisation ou paramètre économique.

INTRODUCTION

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 :

- 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 ensilage et expédition de la SOCOCIM (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 (objet notre stage de maîtrise).

Comme l'outil de production comporte plusieurs processus et activités, on ne peut pas leur 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 la théorie de la fiabilité (détermination des MTBF, taux de défaillance, les périodes d'interventions) et une analyse typiquement AMDEC (détermination de la criticité des défaillances, les causes de défaillance et proposition d'un plan d'action).

CHAPITRE I : PRESENTAION DE L'ENTREPRISE SOCOCIM

1.1 Nature

La SOCOCIM (Société commerciale de ciment) Industries est une cimenterie qui se trouve dans la région de Dakar plus précisément dans le département de Rufisque. Elle est située dans la commune d'arrondissement de l'Est de la ville de Rufisque près du quartier de Colobane Gouye Mouride.

La SOCOCIM Industrie est une société anonyme avec un conseil d'administration. Elle a un conseiller juridique qui l'assiste dans l'application et le respect de la réglementation et des contentieux à caractères juridique.

La société compte plus de trois cent soixante dix (480) salariés y compris les membres de l'encadrement, les agents de maîtrise, les techniciens et les ouvriers.

1.2 Historique et mission de la cimenterie de Rufisque

La SOCOCIM Industries a été créé en 1948 par Monsieur André LINDENMEYER, suite à un voyage d'études qu'il a effectué au Sénégal. Elle est née suite à la faillite de la société des ciments du Sénégal qui disparu prématurément.

A sa création, la société était constituée par un capital de 30 000 000 FCFA. L'objectif fixé au départ par ses membres fondateurs était d'implanter une cimenterie avec la production de 40 000 tonnes par année.

Quelques temps après, le conseil d'administration de la société décida de porter la production de 60 000 tonnes par années car il fallait en conséquence augmenter le capital en raison de l'évolution économique du Sénégal notamment l'accroissement des coûts dû à une tendance fortement Inflationniste. Ainsi :

- le 28 mai 1948 correspond à la mise au feu du four 1.
- le 03 mars 1953 le four 2 est mis en fonction.
- le 03 septembre 1970 le four 3 était allumé et les fours 1 et 2 mis en réserve.

Suite à l'évolution du marché, les fours 1 et 2 sont remis en activité et la productivité devait atteindre ainsi 400 000 tonnes par année.

En Septembre 1978, la SOCOCIM devient une industrie lourde et les intérêts des étrangers passent entre les mains des nationaux ; la cimenterie exerce dorénavant son activité sous la raison sociale de SOCOCIM Industrie avec un accroissement moyen annuel de production de 1.69%. Entre 1983 et 1990, l'accroissement moyen annuel de production est passé à environ 1.8%

Parmi les événements qui ont marqué l'histoire de l'entreprise, nous avons la privatisation et la possession de la SOCOCIM par le groupe international du nom de VICAT.

En effet, en 1998, la SOCOCIM a été saisie par l'état du Sénégal. L'industrie Rufisque de ciment a ainsi connu des périodes mouvementées et a obtenu un soutien constant des travailleurs et des notables des communes de Rufisque et Bargny. C'est ainsi que le Sen Indus qui était créé par Monsieur Pierre CREMIEUX, directeur général de l'époque racheta la société à l'Etat sénégalaise.

Cette époque a démarré avec une gestion particulière car pour la première fois au Sénégal, le personnel était détenteur de 50% des actions (40% pour les cadres et 10% pour le personnel subalterne) et était représenté au niveau du conseil d'administration

.En 2000, SOCOCIM Industrie est rachetée par un groupe français du nom de VICAT qui devient du même coup actionnaire majoritaire.

A ce jour, le personnel n'a plus d'actions dans la société. Elles ont été vendues à Monsieur Pierre CREMIEUX qui quelques mois avant sa mort les avait revendues au groupe VICAT.

Par ailleurs, depuis l'arrivée du groupe VICAT au sein de la société, d'importants changements ont été notés :

- le redoublement de la capacité de production en clinker ;
- l'installation de nouvelles stations de broyage de ciment ;
- la mise en place d'un nouvel atelier d'expédition du ciment ;
- l'aménagement d'un parking de poids lourds ;
- la diversification du système de sous-traitance.

Des changements ont été également effectués dans le sens d'une amélioration des conditions de vie du personnel à savoir :

- la création de prime de production et l'augmentation des salaires ;
- la revalorisation de la subvention de l'IPM et la caisse d'entraide ;
- l'établissement de primes de départ à la retraite pour tous les agents.

1.3 Organisation et fonctionnement :

La SOCOCIM Industrie est régie par des textes législatifs et réglementaires. Comme toutes les grandes entreprises, elle n'a pas voulu s'écarter des règles et normes de la législation du travail. Les statuts et le règlement intérieur organisent et régissent le fonctionnement de la société. Ce sont des textes de base qui sont flexibles, mais la culture organisationnelle de l'entreprise exige leur respect et leur conformité dans leur application.

La société a une autonomie de gestion au niveau interne mais elle dépend d'une autorité hiérarchique externe à l'usine. En effet, la SOCOCIM Industrie est une filiale d'un groupe international du nom de VICAT qui a son siège en France précisément à Paris. Elle reçoit des ordres stratégiques et des politiques d'orientation de la part des autorités de tutelle. C'est ainsi que tous les projets à long terme et les grandes décisions qui dépassent la compétence du Président de la direction générale sont élaborées par le groupe VICAT. Mais toujours est-il que l'exécution est l'affaire de la SOCOCIM Industrie. La matière première constituée de calcaire provient des gisements du sous sol des périmètres proches de l'usine.

En 2000 avec le démarrage de la deuxième ligne de cuisson composée d'un four, d'un broyeur à galets, d'un broyeur à ciment et d'un concasseur la capacité de production de la SOCOCIM est passée à une production moyenne journalière de 6000 tonnes de ciment par jour. L'augmentation de la demande en ciment surtout dans la capitale et la sous région, a amené les responsables de l'entreprise à installer un deuxième four et importer en même temps du clinker afin de satisfaire les besoins en ciment de la sous région.

La SOCOCIM est une entreprise privée. Elle est composée comme suit :

- une Direction Générale ;
- une Direction de l'Exploitation et de la Technologie ;
- une Direction des ressources humaines ;
- une Direction administrative et financière ;
- une Direction informatique ;
- un service administratif ;
- un service ensachage ;
- un service bâtiment ;
- un service de sécurité ;
- un département mécanique général ;
- un département production ;
- un département d'électricité ;
- unc Direction commercial ;
- un service de mesure et de contrôle ;
- un atelier de réparation moteur ;
- un atelier de mesure et de régulation ;
- un atelier terolab (soudure) ;
- un atelier manutention ;
- un atelier machine

1.4 Processus de fabrication du ciment

Le ciment est obtenu suite à plusieurs opérations illustrées comme suit :

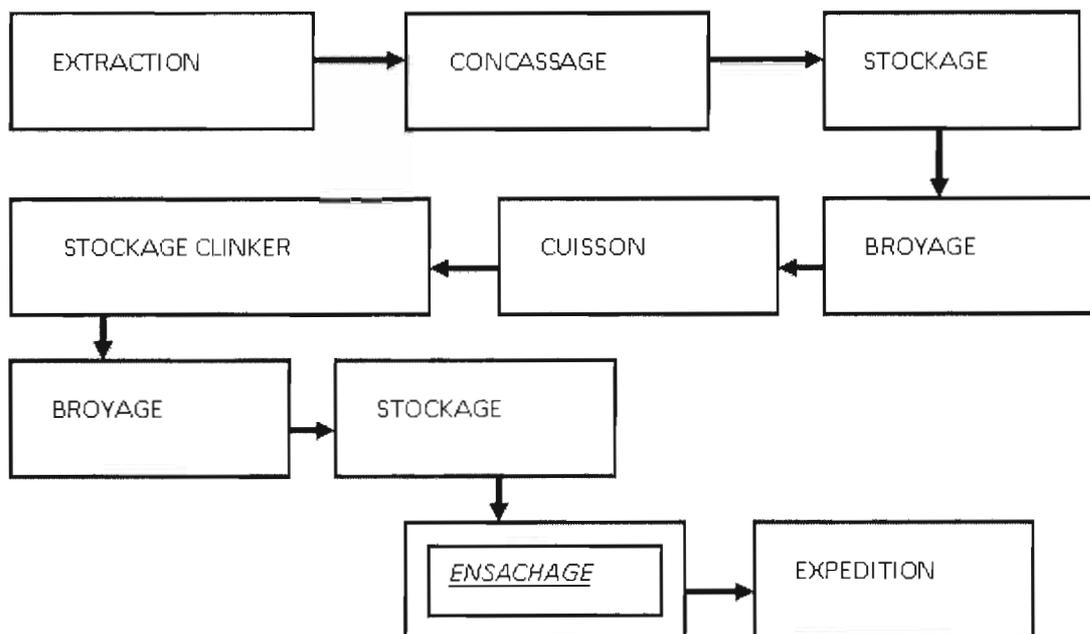


Figure I.1 : Processus de fabrication du ciment

1.4.1 L'extraction et la préparation des matières premières. ●

Les matières premières sont extraites des parois rocheuses d'une carrière à ciel ouvert par abattage à l'explosif ou à la pelle mécanique ou encore par ripage au bulldozer. La roche est reprise par des dumpers vers un atelier de concassage. Pour produire des ciments de qualités constantes, les matières premières doivent être très soigneusement échantillonnées, dosées et mélangées de façon à obtenir une composition parfaitement régulière dans le temps

1.4.2 Le séchage et le broyage ●

Pour favoriser les réactions chimiques ultérieures, les matières premières doivent être séchées et broyées très finement (quelques microns) dans des broyeurs à boulets ou dans des broyeurs à meules verticaux. Ces derniers, plus récents, sont plus économes en énergie et permettent un séchage plus efficace.

Ensuite 3 voies sont possibles : la voie humide, la voie sèche et semi-sèche. La première est plus ancienne et implique une grande consommation d'énergie pour évaporer l'eau excédentaire.

Dans ces procédés, les matières premières sont parfaitement homogénéisées et séchées lors de l'opération de broyage afin d'obtenir la farine. Celle-ci peut être introduite directement dans le four sous forme pulvérulente (voie sèche), ou préalablement transformée en "granules" par humidification (voie semi-sèche).

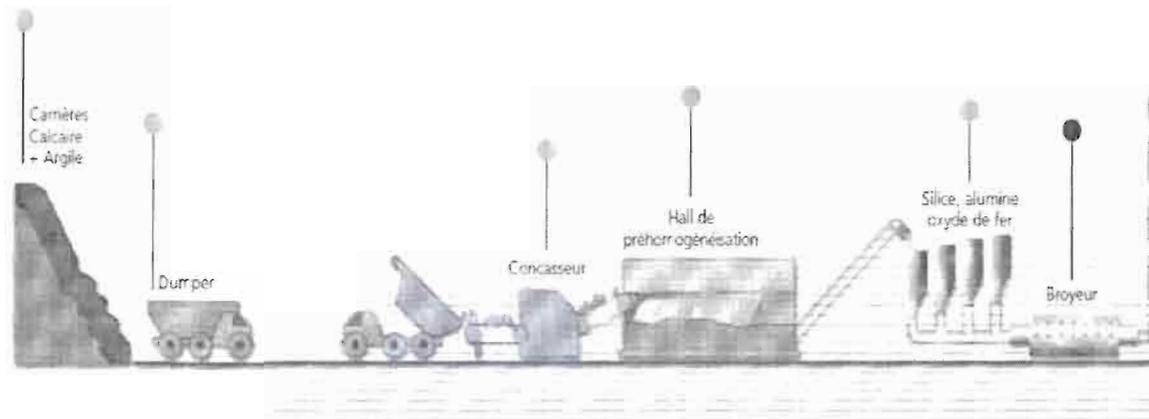


Figure I.2 : Synoptique extraction vers broyage.

1.4.3 La cuisson ●

La cuisson se fait à une température voisine de 1450 °C dans un four rotatif, long cylindre tournant de 1,5 à 3 tours/minute et légèrement incliné. La matière chemine lentement et se combine en venant à la rencontre de la source de chaleur, une longue flamme alimentée au charbon pulvérisé, au fuel lourd, au gaz, ou encore partiellement avec des combustibles de substitution (valorisation de résidus d'autres industries).

L'énergie calorifique consommée est considérable : 3 200 à 4 200 K Joules (l'équivalent de 100 kg de charbon) par tonne de clinker produit. Pour améliorer le bilan thermique, on utilise en amont du four un échangeur thermique qui préchauffe le cru à environ 800 °C.

Deux types d'échangeurs sont utilisés :

- l'échangeur à cyclone si le cru est introduit dans le four sous forme pulvérulente (voie sèche),
- l'échangeur à grille s'il est introduit sous forme de granules humidifiées (voie semi-sèche).

Entre l'échangeur et le four, est quelquefois installé un brûleur supplémentaire assurant une «précalcination», c'est à dire une décarbonatation partielle qui favorise les réactions ultérieures de clinkérisation et améliore la fiabilité de l'atelier de cuisson.

A la sortie du four, un refroidisseur à grille permet d'assurer la trempe des nodules incandescents et de les ramener à une température d'environ 100 degrés. Tout au long de la cuisson, un ensemble de réactions physico-chimiques conduit à l'obtention du clinker :

- la décarbonatation du carbonate de calcium (calcaire) donne de la chaux vive,
- l'argile se scinde en ses constituants : silice et alumine qui se combinent à la chaux pour former des silicates et aluminates de chaux. Ce phénomène progressif constitue la clinkérisation.

1.4.4 Du clinker aux ciments

Pour obtenir un ciment aux propriétés hydrauliques actives, le clinker doit être à son tour broyé très finement. Ce broyage s'effectue dans des broyeurs à boulets. Les corps broyant sont constitués de boulets d'acier qui, par choc, font éclater les grains de clinker et amènent progressivement le ciment à l'état de fine farine, ne comportant que très peu de grains supérieurs à 40 microns. A la sortie du broyeur, un cyclone sépare les éléments suffisamment fins des autres qui sont renvoyés à l'entrée du broyeur. C'est également lors du broyage que l'on ajoute au clinker le gypse (3 à 5%) indispensable à la régulation de prise du ciment. On obtient alors le ciment "Portland". Les ciments "à ajouts" sont obtenus par l'addition au clinker, lors de son broyage, d'éléments minéraux supplémentaires contenus par exemple dans les laitiers de hauts fourneaux, les cendres de centrales thermiques, les fillers calcaires, les pouzzolanes naturelles ou artificielles. Ainsi sont obtenues les différentes catégories de ciments qui permettront la réalisation d'ouvrages allant du plus courant au plus exigeant.

1.4.5 Les expéditions

Acheminés vers les silos de stockage par transport pneumatique ou mécanique, les ciments quittent l'usine en sacs ou en vrac. Les sacs contiennent généralement 50 kg de ciment et l'ensachage atteint fréquemment 7500 à 8000 tonnes par jour. Les sacs sont acheminés par des tapis roulants vers le chargement où ils sont transportés par camion. Le ciment livré en vrac constitue 25% de la production. Il est transporté par camion-citerne, par train.

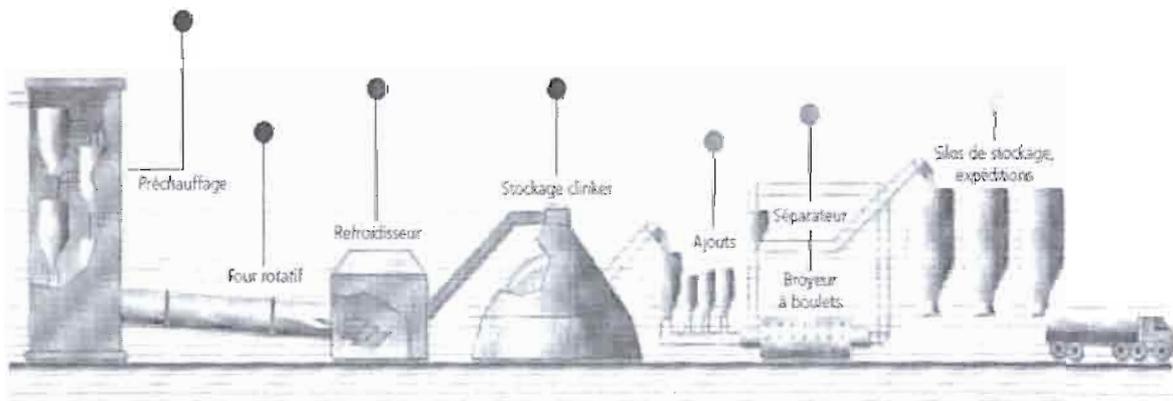


Figure I.3 : Synoptique cuisson – broyage vers expédition ciment

1.5 Présentation du département d'ensachage

Le service ensachage est responsable de la mise en sac du ciment de son transport vers les camions livreurs ainsi que de la maintenance de toutes les machines qui entrent en jeu dans ce travail.

Le service ENSACHAGE EXPEDITION est sous la tutelle de la Direction Industrielle. Son organigramme est le suivant :

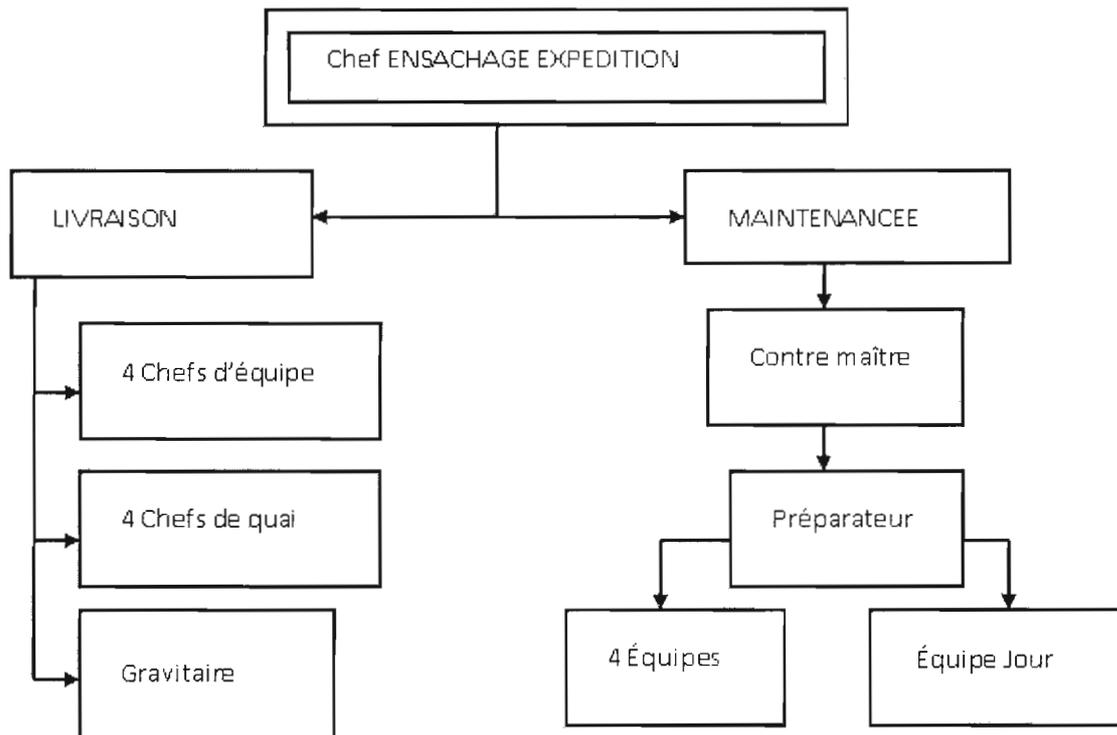


Figure I.4 : Organigramme du service ensachage et expédition.

CHAPITRE II : GENERALITES DE LA MAINTENANCE.

Introduction

Pour être et demeurer compétitive, une entreprise doit produire toujours mieux (qualité) et au coût le plus bas. Pour minimiser ce coût, on fabrique plus vite et sans interruption des produits sans défaut afin d'atteindre la production maximale par unité de temps. L'automatisation et l'informatique ont permis d'accroître considérablement cette rapidité de production. Cependant, les limitations technologiques des moyens de production ne permettent pas d'augmenter continuellement les cadences.

De plus, produire plus sous-entend produire sans ralentissements, ni arrêts. Pour cela, le système de production ne doit subir qu'un nombre minimum de temps de non production. Exceptés les arrêts inévitables dus à la production elle-même (changements de production, montées en température, etc.), les machines ne doivent jamais (ou presque) connaître de défaillances tout en fonctionnant à un régime permettant le rendement maximal.

Cet objectif est un des buts de la fonction maintenance d'une entreprise. Il s'agit de maintenir un bien dans un état lui permettant de répondre de façon optimale à sa fonction.

2.1 Définition de la maintenance [1]

L'AFNOR, par la norme NFX 60-010, définit la maintenance comme : « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ».

La définition de la maintenance fait donc apparaître 3 notions :

- ⇒ **Maintenir** qui suppose un suivi et une surveillance
- ⇒ **Rétablir** qui sous-entend l'idée d'une correction de défaut
- ⇒ **Etat** qui précise le niveau de compétences et les objectifs attendus de la maintenance.

Dans une entreprise, quelque soit son type et son secteur d'activité, le rôle de la fonction maintenance est donc de garantir la plus grande disponibilité des équipements au meilleur rendement tout en respectant le budget alloué.

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 à priori ou à 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.

2.2 Les différentes formes de maintenance [1]

a. Les concepts

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

- ⇒ 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.

Le diagramme suivant synthétise selon la norme NF EN 13306 les méthodes de maintenance.

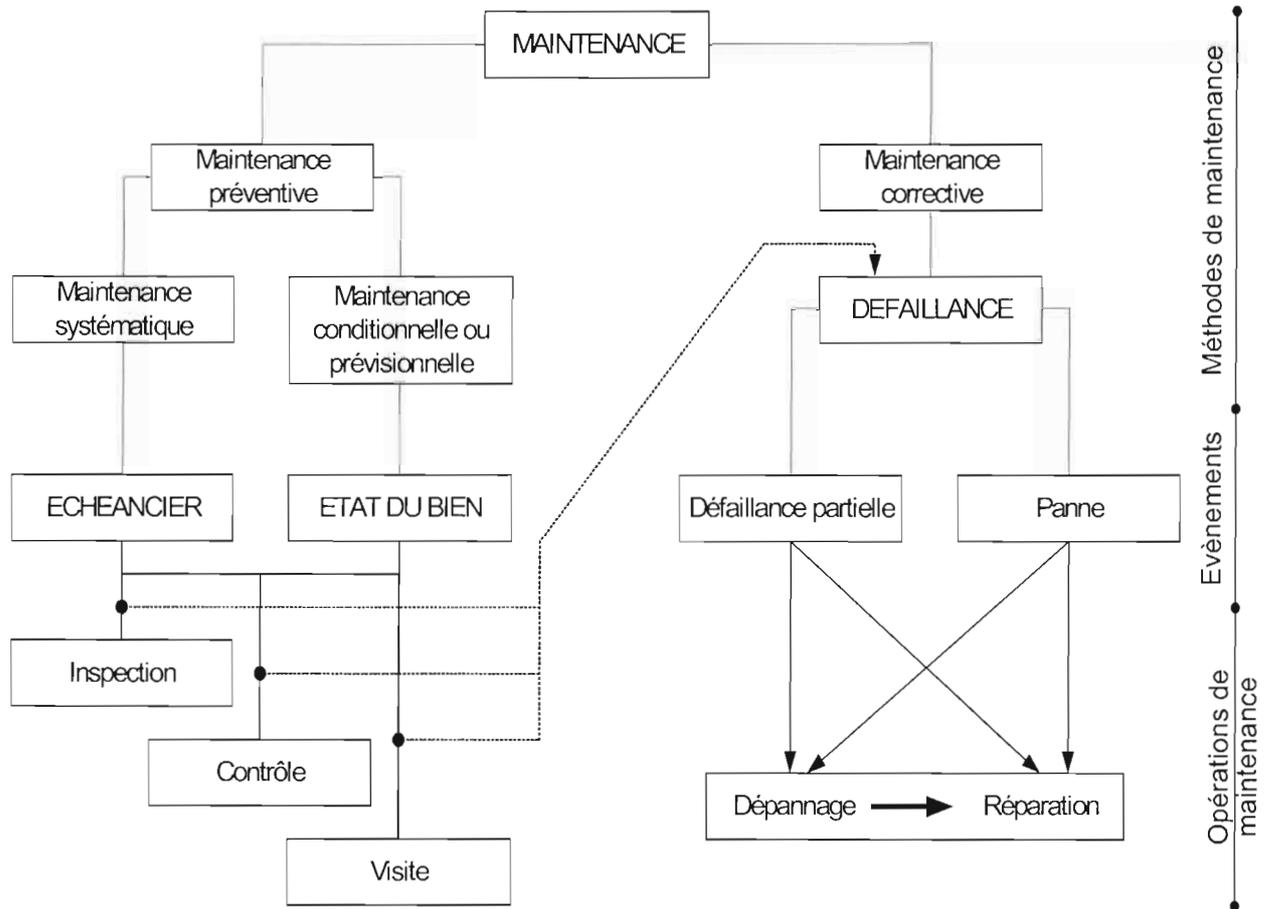


Figure II.1 : Les méthodes de maintenance selon la norme NF EN 13306

2.2.1 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.

2.2.2 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.

2.2.2.1 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

2.2.2.2 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 élever au cours de leur temps de service : consommation excessive d'énergie, éclairage par lampes usagées, allumage et carburation déréglés (moteurs thermiques), etc.

2.2.2.3 La maintenance préventive conditionnelle

Maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent. La surveillance du fonctionnement et des paramètres peut être exécutée selon un calendrier, ou à la demande, ou de façon continue.

Remarque : la maintenance conditionnelle est donc une maintenance dépendante de l'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel.

La maintenance préventive conditionnelle se caractérise par la mise en évidence des points faibles. Suivant le cas, il est souhaitable de les mettre sous surveillance et, à partir de là, de décider d'une intervention lorsqu'un certain seuil est atteint. Mais les contrôles demeurent systématiques et font partie des moyens de contrôle non destructifs.

Tous les matériels sont concernés. Cette maintenance préventive conditionnelle se fait par des mesures pertinentes sur le matériel en fonctionnement.

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.

2.2.2.4 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.

2.3 Les opérations de maintenance

Ne sont vues ici que les opérations essentielles.

2.3.1 Les opérations de maintenance corrective

2.3.1.1 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.

2.3.1.2 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.

2.3.2 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.

2.3.3 Autres opérations

2.3.3.1 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 2 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 2 types d'opérations définis (révision générale ou partielle) relèvent du 4^{ème} niveau de maintenance (cf. paragraphe suivant).

2.3.3.2 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.

2.4 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 5 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 5 niveaux de maintenance proposée ci-dessus peut être parfois ramenée à 4 ou à 3 niveaux selon d'autres normes ou usages. Une classification simplifiée sur 3 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 5 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 5 niveaux ;

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

2.5 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.

2.6 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.

2.6.1 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.

2.6.1.1 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 défaillants, conservation des pièces bonnes.

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

2.6.1.2 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.

2.6.1.3 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.

2.6.2 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.).

2.6.3 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, on trouve normal de faire appel au service maintenance pour les interventions concernant la sécurité.

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.

En résumé nous pouvons présenter les opérations de maintenance suivant le tableau synoptique suivant :

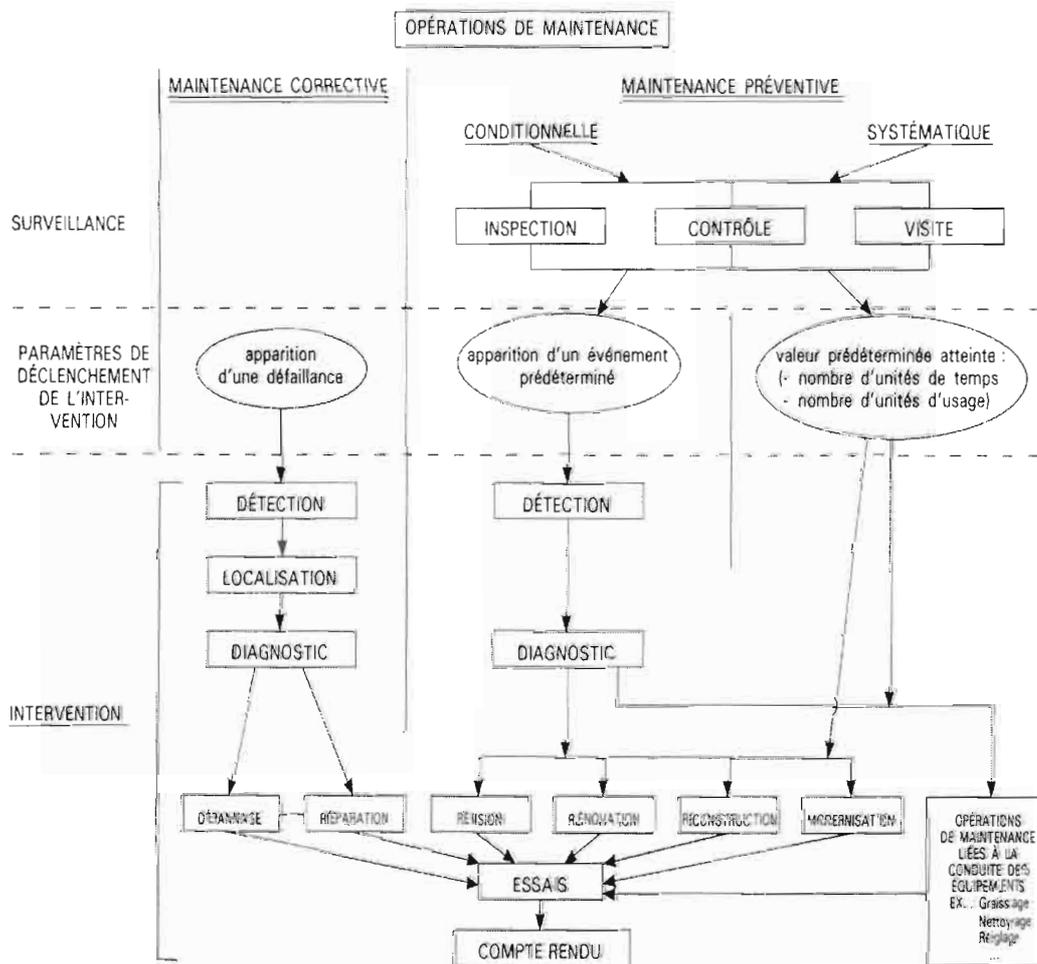


Figure II.2 : Opérations de maintenance

CHAPITRE III : ANALYSE FONCTIONNELLE DES ENSACHEUSES

Introduction

Pour analyser les défaillances d'un système, il est nécessaire auparavant de bien identifier à 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.

3.1 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 SOCOCIM. 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 dès que le poids prédéfini est atteint le remplissage cesse et le sac est libéré vers les transporteurs à bande.

❖ Données caractéristiques

Type de machine : 8 RSE

Produit à ensacher : Ciment

Poids des sacs : 50 kg

Rendement de la machine : environ : 2.400 Sac /h

❖ Réducteur (sous-groupe commande rotative)

Genre : Moto réducteur à roues droites

Type : R47-DT90

Référence de pièce : 9.481.2960.04

❖ 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 : 400V

Fréquence : 50Hz

Protection : IP55

Construction : B3

Référence de pièce : 9.481.0900.05

❖ **Domaine d'application et utilisation conforme**

L'ensacheuse sert à emballer dans des sacs de Ciment.

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

❖ **Données du produit**

Produit : Ciment

Poids de la matière déversée : env. 0,8 - 0,9 kg/dm³

Finesse : max. 3450-4150 cm²/g (Blaine)

Température du produit : 80° C max

Humidité du produit : 0,5 % H₂O max

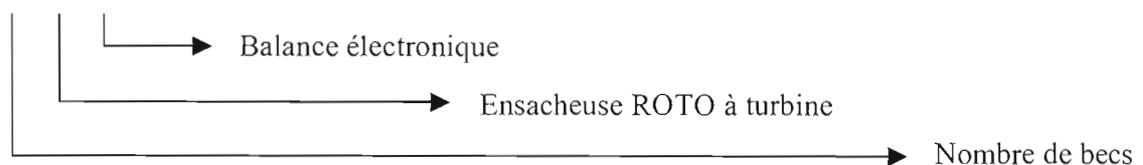
Tension de service : 400 V

Fréquence : 50Hz

Tension de commande : 24V DC

❖ **Machine, désignation du type**

8 RSE



❖ Construction

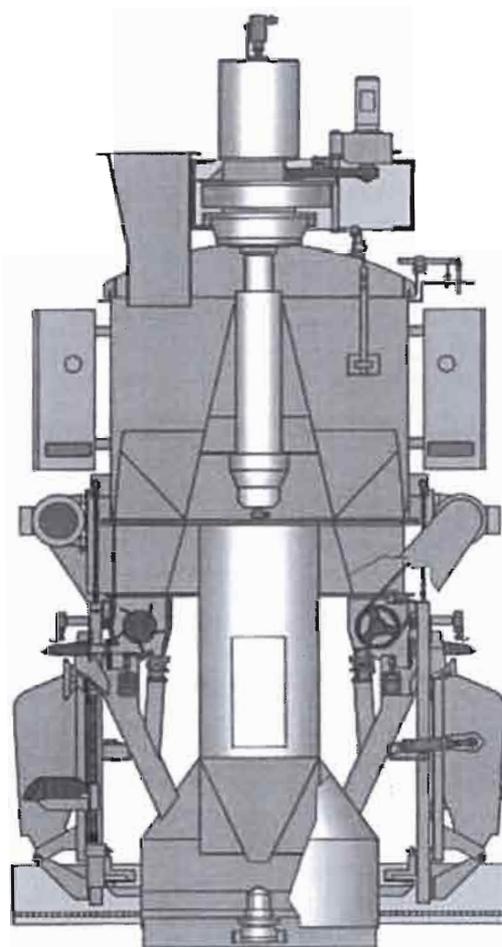


Figure III.1: Machine Roto-Packer type 8 RS E

3.2 Description générale

L'ensacheuse Compact HAVER type 8 RSE est une ensacheuse rotative pour remplissage en sacs à valve, de 8 becs, pour le remplissage et le pesage de produits en vrac pulvérulents selon le système de remplissage par turbines.

Débit élevé en cas de sacs de petites dimensions (50 kg) par le nouveau système de remplissage par turbines. Ainsi, un débit horaire dépassant 2400 sacs de ciment est atteint par exemple à l'aide d'une ensacheuse rotative à 8 becs type RS.

3.2.1 Entraînement

Les ensacheuses sont entraînées en rotation par un motoréducteur de 1,5kW à réglage continu. Le réglage de la vitesse de rotation s'effectue par un convertisseur de fréquence. Ce qui permet de présélectionner un régime de fonctionnement à la sortie.

Le schéma cinématique des ensacheuses est le suivant : c'est celui de la machine 3.

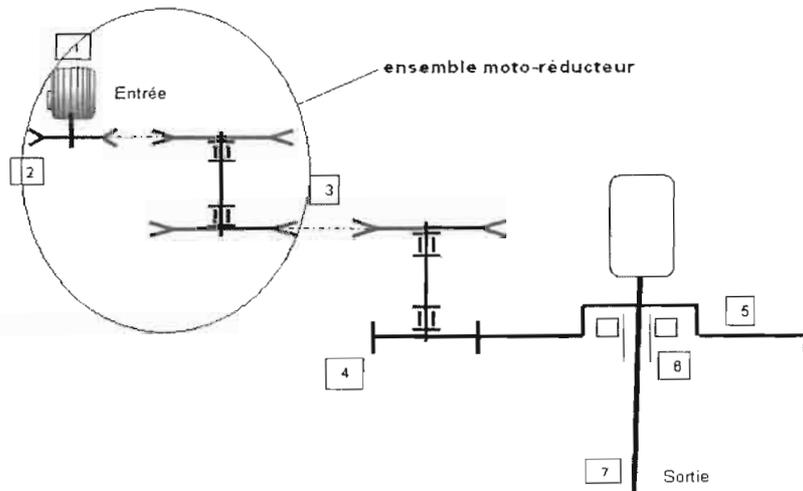


Figure III.2 : Schéma cinématique avec un moto-réducteur à axes parallèles.

C'est le moteur (1) qui entraîne la poulie (2) qui à son tour transmet le mouvement au réducteur (3) par le biais d'une courroie trapézoïdale large. Cet ensemble constitue un bloc appelé motoréducteur à arbres parallèles. Sur les machines 4 et 6 ce motoréducteur entraîne une autre poulie par une courroie trapézoïdale SPA 1125 LW. Sur les axes des poulies, sont montés des roulements rainurés à billes 6007 2KS. A la sortie de la dernière poulie est monté un pignon à denture droite (4) qui s'engraine avec une roue (5) (à denture droite) de grand diamètre. Cette roue est montée sur un roulement rainuré à billes de diamètre 170 / 310 6234M/C qui lui-même se loge dans le boîtier (6). L'arbre (7) de l'ensacheuse est accouplé avec la roue dentée (5), c'est ce qui donne le mouvement de sortie c'est-à-dire la rotation de la machine. Ce schéma cinématique est un peu simplifié sur les ensacheuses 4 et 6 en effet sur ces machines il n'existe pas de courroie trapézoïdale large (c'est-à-dire les deux premières poulies), le moteur est directement relié au réducteur et l'ensemble forme le motoréducteur à sortie coaxiale.

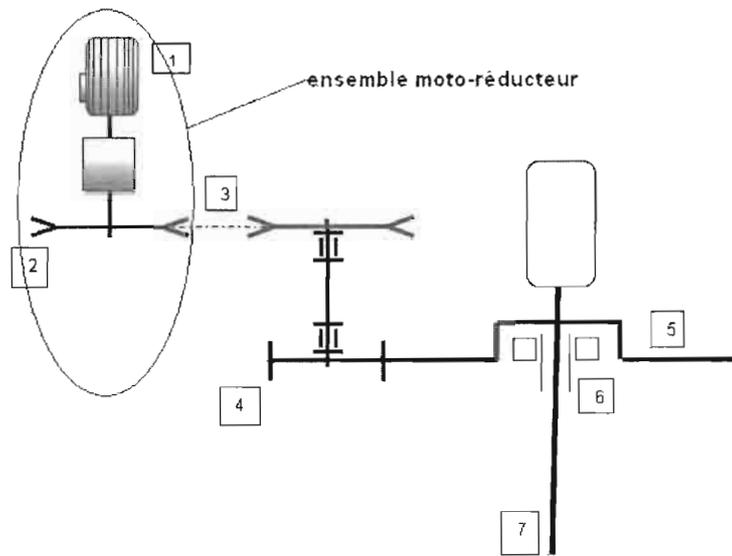


Figure III.3 : Schéma cinématique avec un moto-réducteur à axes coaxiaux.

3.2.2 Station de remplissage

A sa partie inférieure, le silo d'ensachage comporte des sorties. Un tambour de remplissage est fixé à chaque sortie. Le carter du palier est relié au tambour de remplissage par une pièce entretoise. L'arbre de remplissage est logé dans le carter du palier et cet arbre possède un disque de fixation des palettes, lequel porte les palettes de remplissage. Un moteur électrique commande l'arbre de remplissage par l'intermédiaire de la poulie à gorge et des courroies trapézoïdales. Ce sont des bagues à lèvres avec ressorts qui étoupent l'arbre de remplissage. La plaque coulissante est bougée entre les plaques d'usure avec un perçage pour le passage du matériau. Des rondelles-ressorts pressent la plaque d'usure contre le tiroir ce qui assure ainsi une bonne étanchéité entre le tiroir et les plaques d'usure. Le vérin pneumatique actionne la plaque coulissante. Toute la coupe transversale du perçage de la plaque coulissante est ouverte pendant le remplissage. Le piston du vérin pneumatique se trouve en position avant.

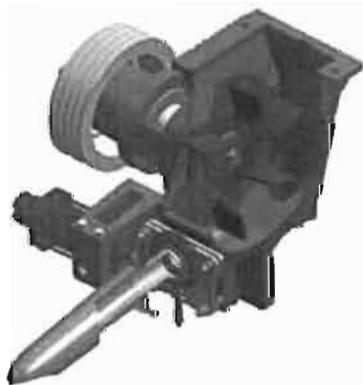


Figure III.4 : Station de remplissage

3.3 Description du fonctionnement électrique et pneumatique

3.3.1 Alimentation électrique

L'alimentation électrique s'effectue via un transmetteur à bagues collectrice de 16 bagues collectrices. Les bagues collectrices 1, 2, 3 et 4 servent à la transmission de la tension triphasée L1, L2, L3 et PE pour la commande des moteurs de turbine.

Les bagues collectrices 5 et 6 servent à la transmission de la tension de commande de 230V. Les bagues collectrices 15 + 16 sont prévues pour la transmission des lignes de données. Les armoires de commande installées sur le silo (trémie de la machine) d'ensachage sont reliées entre elles par une conduite circulaire. Chacune de ces armoires comporte le module de commande et de puissance pour 1 bec de remplissage.

3.3.2 Description pneumatique

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

Au démarrage, L'électrovanne de la retenue du sac est déclenchée par la commande extérieure.

Le sac à valve est appliqué manuellement 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 pneumatico-électrique augmente et atteint la pression de service de la machine.

Lorsque la pression de 2,6 bar est atteinte, le convertisseur pneumatico-électrique émet le signal «sac bien appliqué» et les fonctions ci-dessous se déclenchent :

- vérin pneumatique (vérin double effet) appelé guillotine rentre entièrement.
- la turbine commence le remplissage. Elle est entraînée par un moteur de 5,5 kW fonctionnant par intermittence (le moteur tourne pendant le remplissage et s'arrête si le poids de 50 kg est atteint).
- la bouche et la 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 50 Kg.

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.

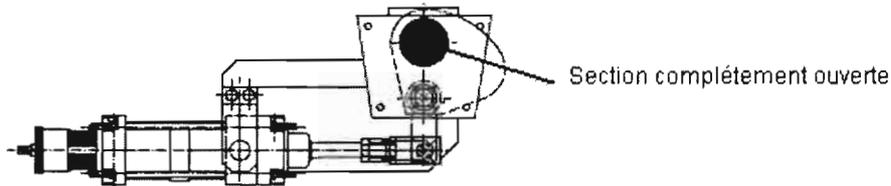


Figure III.5 : Remplissage gros débit.

Remplissage en petit débit.

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

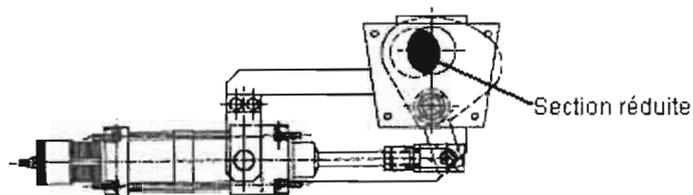


Figure III.6 : Remplissage petit débit.

Fin du remplissage petit débit.

Lorsque la fin du petit débit est atteinte (fin de remplissage) le piston du vérin pneumatique (guillotine) sort entièrement. L'ouverture de remplissage se ferme et la tuyère de remplissage est soufflée.

Ensuite, le piston du vérin pneumatique (retenue du sac) rentre et libère le sac qui tombe.

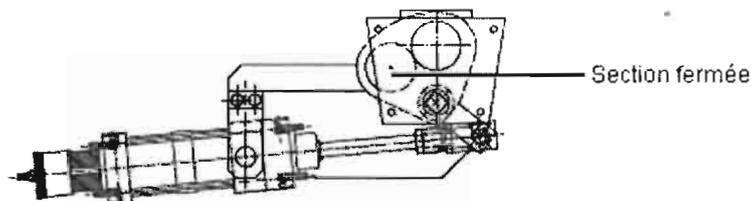


Figure III.7 : Arrêt du remplissage.

Si le poids de 50 kg 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 du chargement etc.

3.4 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 en circuit. L'éjection peut être empêchée lorsque l'entrée '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.

3.5 Conditions de démarrage du Roto-Packer

3.5.1 Mise en service du Roto-Packer

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 la 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 débit 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 secondes.
- 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 suite 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 sec.

3.5.2 Mise hors service du Roto Parker

3.5.2.1 Fonctionnement normal

La mise en marche normale de l'ensacheuse se déroule exactement comme décrit dans le paragraphe ci-dessus.

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

- Sas cellulaire "ARRET"
- Système de transport "ARRET"
- ROTO-Packer "ARRET de la transmission rotative"

3.5.2.2 Mesures avant et après un arrêt prolongé

3.5.2.2.1 Avant un arrêt prolongé

- 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

3.5.2.2.2 Après un arrêt prolongé

- Graisser partout où nécessaire (voir instructions de graissage)
- Mise en marche de l'ensacheuse (voir Manuel d'utilisation).

3.6 Les Compteurs de positions

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 (voir page suivante).

A la position 1, le sac est 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.

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

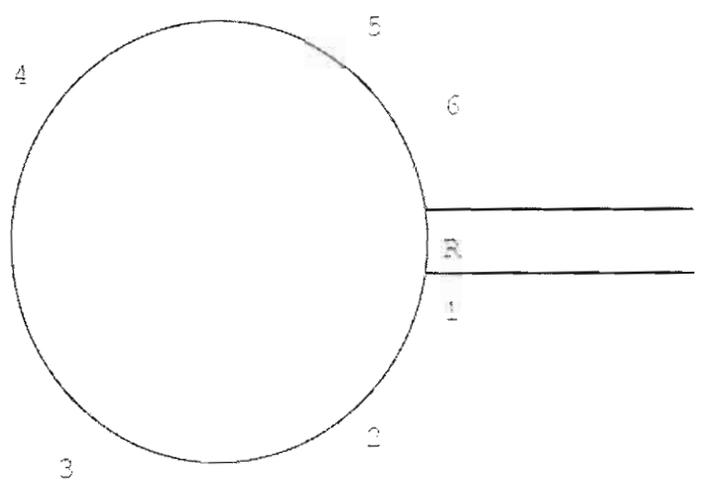


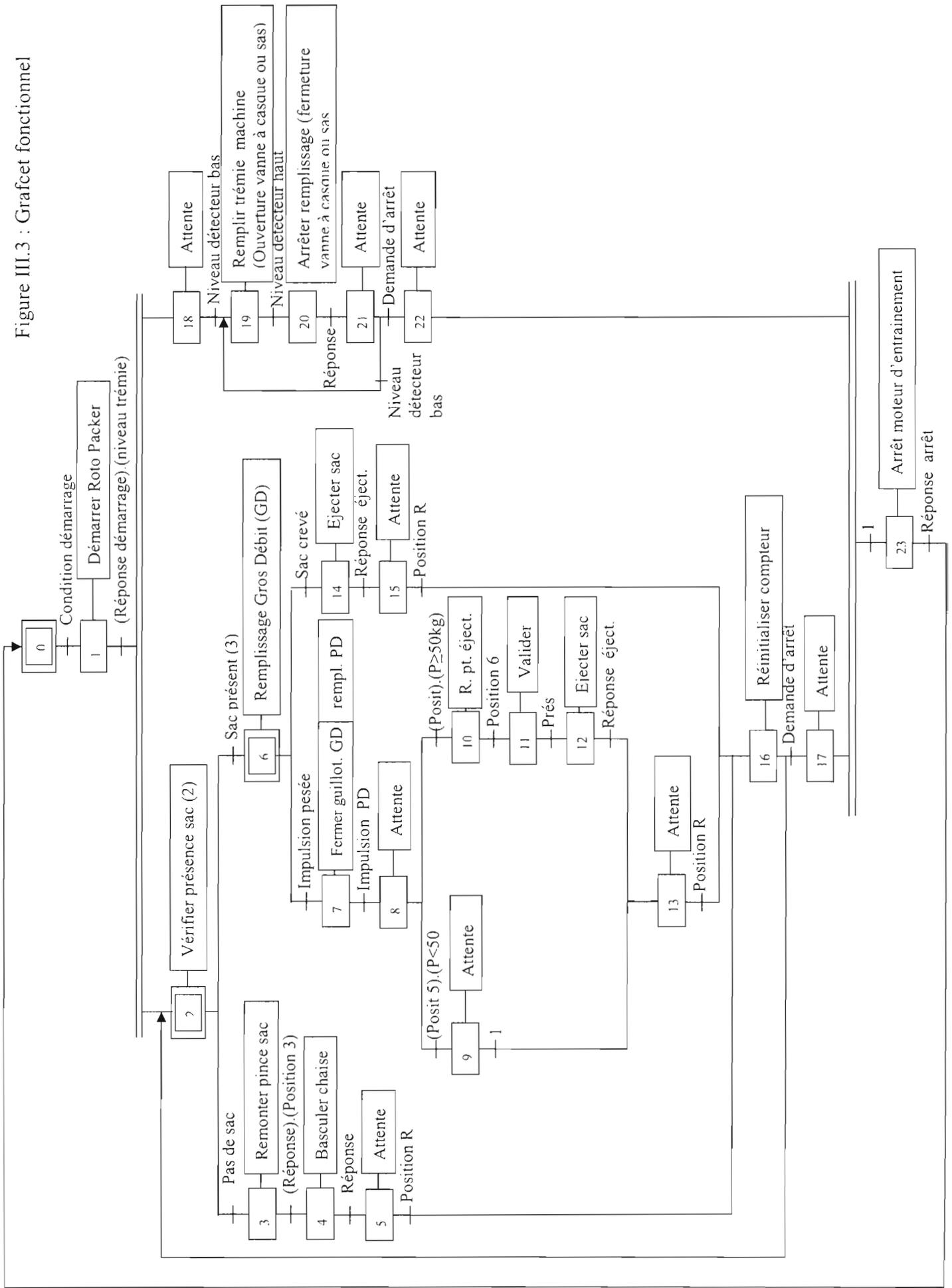
Figure III.8 : Positions des capteurs sur la périphérie de l'ensacheuse.

Position	Signification
1	Application de sac vide automatique
2	Application de sac vide manuelle
3	Position déchet de sac vide
4	Position déchet de sac crevé
5	Lancement de la détermination du point d'éjection
6	Détermination du point d'éjection
R	La position de référence

3.7 Grafset fonctionnel :

Nous allons résumer les différentes actions d'une ensacheuse HAVER sous forme de grafset de niveau 1. Ceci permettra aux utilisateurs et aux visiteurs de mieux comprendre son fonctionnement.

Figure III.3 : Grafcet fonctionnel



CHAPITRE IV : MAINTENANCE PREVENTIVE : DETERMINATION DES PERIODES D'INTERVENTION.

4.1 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.

4.2 Exploitation de la fiabilité [2]

En termes de statique, la fiabilité est une fonction du temps $R(t)$ qui représente la probabilité de bon fonctionnement d'un matériel.

En termes de qualité, on définit la fiabilité d'un matériel comme l'aptitude à maintenir la conformité à sa spécification d'origine.

On distingue :

- la fiabilité intrinsèque, qui est propre à un matériel, selon un environnement donné, et ne dépend que de la qualité de ce matériel.
- la fiabilité extrinsèque, qui résulte des conditions d'exploitation, de la qualité de la maintenance. Elle est relative à l'intervention humaine.

4.2.1 Taux de défaillance

Le taux de défaillance $\lambda(t)$ est un estimateur de la fiabilité. Il s'exprime en pannes par heure et est présenté par le rapport :

$$\lambda = \frac{\text{Nombre de défaillances}}{\text{Durée d'usage}} \quad (4.1)$$

La durée de vie des équipements est liée au problème de défaillance. Leur vie se présente en trois phases :

- Phase de jeunesse : $\lambda(t)$ décroît rapidement. C'est la période de mise en service et de rodage de l'installation. Les défaillances sont dues à des anomalies ou imperfection de montage.
- Phase de maturité : $\lambda(t)$ est pratiquement constant. C'est la période de vie utile où la défaillance est aléatoire. Le taux de défaillance est constant ou légèrement croissant, correspondant au rendement optimal de l'équipement.

- Phase de vieillesse : $\lambda(t)$ croît rapidement. C'est la période d'obsolescence, à dégradation accélérée. Souvent, on trouve une usure mécanique de la fatigue, une érosion ou une corrosion. A un certain point de $\lambda(t)$ le matériel est mort.

Dans la première phase on ne pratique de la maintenance corrective. C'est seulement dans la seconde phase que la maintenance préventive est justifiée. Le graphe représentant la variation du taux de défaillance, appelé « courbe en baignoire », possède trois allures différentes selon matériel mécanique, matériel électrique ou matériel électronique.

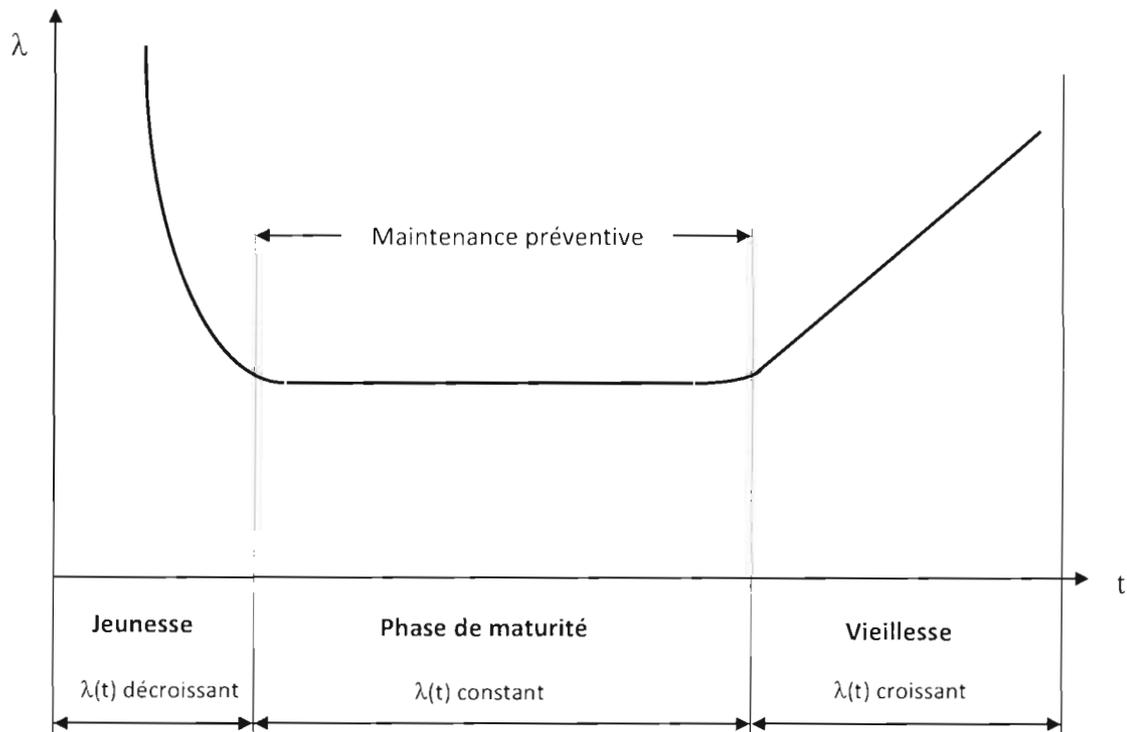


Figure IV.1 : Courbe en baignoire du taux de défaillance

4.2.2 MTBF : (Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement) [2]

La MTBF, ou moyenne des temps de bon fonctionnement, est la valeur moyenne des temps entre deux défaillances consécutives. Pour une période donnée de la vie d'un matériel, la MTBF est définie par :

$$MTBF = \frac{\sum_1^n TBF_i}{n} \quad (4.2)$$

Avec

TBF_i = Temps de Bon Fonctionnement pour la période i.

n = nombre de Temps de Bon Fonctionnement.

Ces valeurs sont calculées à partir des observations, d'une exploitation statique de l'historique et des essais de durée de vie.

4.2.3 Lois de fiabilité [3]

4.2.3.1 Distribution exponentielle

Cette loi est applicable pour la période où le taux de défaillance $\lambda(t)$ est constant. Tous les matériels concernés durant leur vie utile.

La fiabilité ou la possibilité de survivre entre l'instant 0 et t est :

$$R(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} = e^{-\lambda t} \quad (4.3)$$

Par conséquent on montre par la suite que l'espérance mathématique, qui représente le temps moyen entre deux défaillances, est égale à :

$$\begin{aligned} \text{MTBF} &= \int_0^{+\infty} R(t) dt \\ &= \int_0^{+\infty} e^{-\lambda t} dt \\ &= \frac{1}{\lambda} \end{aligned} \quad (4.4)$$

4.2.3.2 Autres Lois

Contrairement au modèle exponentiel, la loi de Weibull couvre le cas où le taux de défaillance est variable et permet de s'ajuster aux périodes de jeunesse et de vieillesse. Mais dans notre étude on s'intéresse au cas où le taux de défaillance est constant

4.2.4 Périodicité de la maintenance préventive [4]

La période d'intervention se détermine à partir :

- Des préconisations du constructeur (dans un premier temps) ;
- De l'expérience acquise lors du fonctionnement ;
- De l'exploitation fiabiliste réalisée à partir d'un historique, d'essais, ou des résultats fournis par des visites préventives initiales ; les lois Weibull et exponentielles permettent de trouver la MTBF d'un ensemble, associé à un intervalle de confiance ;
- D'une analyse prévisionnelle de fiabilité (quantification d'un arbre de défaillances) ;
- Du « niveau préventif » déterminé, à partir de critères techniques et économiques, par la « politique de maintenance » choisie par l'ensemble concerné (choix de k pour $T = k.MTBF$).

Par principe, la visite systématique est déclenchée juste avant l'apparition des défaillances. La périodicité de visite est alors :

$$T = k.MTBF \quad (4.5)$$

Avec k le coefficient d'optimisation ou paramètre économique.

Plus on choisit k petit, moins il y a de maintenance corrective résiduelle. Mais si on intervient plus souvent, on augmente les coûts directs et le gaspillage. On devra définir une politique de maintenance.

4.3 Exploitation de l'historique des ensacheuses des lignes 3, 4 et 6.

Sur une ligne d'ensachage l'équipement le plus complexe est la machine ensacheuse. En effet, les ensacheuses regroupent en leur sein presque toutes les fonctionnalités du point de vue mécanique, électrique et pneumatique. Cette complexité les a rendues très vulnérable. Leur fréquence de pannes est élevée comparativement aux autres éléments de la ligne. Leur encombrement constitue un élément défavorable à l'optimisation des temps d'intervention.

C'est ainsi que nous avons jugé nécessaire de porter notre étude de détermination des temps d'interventions sur les ensacheuses plus particulièrement sur les stations de remplissage. Cette étude est basée sur la théorie de fiabilité.

La machine Roto-Packer 3 est la plus ancienne des ensacheuses Haver de la SOCOCIM. Elle est beaucoup plus encombrante (le moteur de remplissage est sous la trémie). Cependant elle fonctionne à son rendement optimal. Les machines 4 et 6 sont plus modernes et se particularisent par leurs cellules de pesée (capteur de poids) très petites et leurs moteurs de remplissage à l'extérieur. Leur rendement est optimal. Elles sont toutes à leur période de vie utile où la défaillance est très aléatoire. Le taux de défaillance $\lambda(t)$ est pratiquement constant. Ce qui correspond à la phase de maturité sur la courbe en baignoire du taux de défaillance.

L'étude du registre d'intervention du service d'ensachage a permis d'établir des tableaux donnant :

- Les temps d'interventions
- Les temps de bon fonctionnement TBF
- Et éventuellement les défaillances observées.

4.3.1 Historique de la machine Roto Packer 3

Tableaux IV.1 : Historique de la machine HAVER 3.

BEC 1

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/10/2008	4h 10mn		fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
22/11/2008		1 mois	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
20/12/2008		28 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
13/01/2009	44mn	20 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction

Courroie SPA 1157				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
03/10/2008			usure	remplacement courroies
24/11/2008		1 mois 21 jours	usure	remplacement courroies
23/12/2008		1 mois 1 jour	usure	remplacement courroies
10/02/2009	10mn	1 mois 28 jours	usure	remplacement courroies
10/03/2009		1 mois	usure	remplacement courroies
21/04/2009	7mn	1 mois 11 jours	usure	remplacement courroies

BEC 8

Turbine de remplissage				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
16/12/2008	1h 31mn		blocage	remplacement turbine
06/02/2009		1 mois 16 jours	blocage	remplacement turbine
27/05/2009	55mn	3 mois 9 jours	blocage	remplacement turbine

4.3.2 Historique de la machine Roto Packer 6

Tableaux IV.2 : Historique de la machine HAVER 6.

BEC 6

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
05/02/2009	32mn		fuite matiere	remplacement tuyere de jonction
10/03/2009		1 mois 5 jours	fuite matiere	remplacement tuyere de jonction
23/04/2009		1 mois 13 jours	fuite matiere	remplacement tuyere de jonction

4.4 Calcul des périodes d'intervention

λ = Taux de défaillances.

$$\lambda = \frac{\text{Nombre de défaillances}}{\text{Durée d'usage}} \quad (4.1)$$

MTBF = Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement.

$$\text{MTBF} = \frac{1}{\lambda} \quad (4.4)$$

T = période d'intervention.

$$T = k \cdot \text{MTBF} \quad (4.5)$$

k = paramètre d'optimisation ou paramètre économique.

Dans ce projet nous avons choisis ce paramètre économique égal à 0,9 ($k = 0,9$).

Ce choix se justifie par notre politique de maintenance qui se colle un peu des réalités de l'entreprise. En effet, plus k est petit plus il ya d'interventions, ce qui augmente les coûts de maintenance. La demande de ciment est tellement forte que le service ensachage est obligé parfois de suspendre certaines interventions pour ne pas arrêter la production (obligation de respecter les délais de livraison). Donc pour satisfaire sa clientèle l'entreprise est tenue réduire les interventions, à défaut d'augmenter la production journalière. C'est pourquoi dans cette étude nous essayons d'optimiser les temps d'intervention en prenant $k = 0,9$.

4.4.1 Machine 3

Tableaux IV.3 : Calcul des périodes d'intervention pour la machine 3.

BEC 1

Eléments	nbre de défail,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	3	1872	0,00160256	624	0,9	561,6
Courroies SPA 1157	5	5064	0,00098736	1012,8	0,9	911,52
Buse de fluidisation	1	1440	0,00069444	1440	0,9	1296
Moteur	1	2880	0,00034722	2880	0,9	2592

BEC 2

Eléments	nbre de défail,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	6	4632	0,00129534	772	0,9	694,8
Courroies SPA 1157	5	5016	0,00099681	1003,2	0,9	902,88
Buse de fluidisation	1	1440	0,00069444	1440	0,9	1296

BEC 3

Eléments	nbre de défail,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	6	4632	0,00129534	772	0,9	694,8
Courroies SPA 1157	4	4176	0,00095785	1044	0,9	939,6
Buse de fluidisation	1	1440	0,00069444	1440	0,9	1296
Turbine de remplissage	1	3024	0,00033069	3024	0,9	2721,6

BEC 4

Eléments	nbre de défail,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	4	3912	0,00102249	978	0,9	880,2
Courroies SPA 1157	3	3648	0,00082237	1216	0,9	1094,4
Buse de fluidisation	1	1440	0,00069444	1440	0,9	1296

BEC 5

Eléments	nbre de défail,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	5	3120	0,00160256	624	0,9	561,6
Courroies SPA 1157	2	1800	0,00111111	900	0,9	810

BEC 6

Eléments	nbre de défail,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	4	2616	0,00152905	654	0,9	588,6
Courroies SPA 1157	5	5448	0,00091777	1089,6	0,9	980,64
Turbine de remplissage	1	1368	0,00073099	1368	0,9	1231,2

BEC 7

Eléments	nbre de défail,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	4	3216	0,00124378	804	0,9	723,6
Courroies SPA 1157	4	4872	0,00082102	1218	0,9	1096,2
Turbine de remplissage	1	2880	0,00034722	2880	0,9	2592

BEC 8

Eléments	nbre de défail,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	6	4488	0,0013369	748	0,9	673,2
Courroies SPA 1157	3	2880	0,00104167	960	0,9	864
Turbine de remplissage	2	3480	0,00057471	1740	0,9	1566

4.4.2 Machine 6

Tableaux IV.4 : Calcul des périodes d'intervention pour la machine 6.

BEC 1

Eléments	nbre de défail,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	2	1440	0,00138889	720	0,9	648

BEC 3

Eléments	nbre de défail,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	1	888	0,00112613	888	0,9	799,2

BEC 4

Eléments	nbre de défail,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	1	672	0,0014881	672	0,9	604,8

BEC 5

Eléments	nbre de défail,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	1	1560	0,00064103	1560	0,9	1404
Courroies SPA 1800	1	1368	0,00073099	1368	0,9	1231,2
Turbine de remplissage	1	2304	0,00043403	2304	0,9	2073,6

BEC 6

Eléments	nbre de défail,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	2	1872	0,00106838	936	0,9	842,4

BEC 7

Eléments	nbre de défail,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	1	720	0,00138889	720	0,9	648

4.5 Résumé pour chaque machine

Détermination des périodes d'intervention par regroupement des éléments identiques d'une machine.

4.5.1 Résumé pour machine 3

Tableau IV.5 : Résumé des calculs sur la machine 3.

Eléments	nbre de défaut,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	38	28488	0,00133389	749,68421	0,9	674,71579
Courroies SPA 1157	31	32904	0,00094213	1061,4194	0,9	955,27742
Turbine de remplissage	5	10752	0,00046503	2150,4	0,9	1935,36
Moteur	1	2880	0,00034722	2880	0,9	2592
Buse de fluidisation	4	5760	0,00069444	1440	0,9	1296

4.5.2 Résumé pour machine 6

Tableau IV.6 : Résumé des calculs sur la machine 6.

Eléments	nbre de défaut,	Durée d'usage	λ	MTBF (h)	k	T (h)
Tuyau de jonction	8	7152	0,0011186	894	0,9	804,6
Courroies SPA 1157	1	1368	0,000731	1368	0,9	1231,2
Turbine de remplissage	1	2304	0,000434	2304	0,9	2073,6

Ce qui donne le tableau suivant :

PERIODES D'INTERVENTION	
MACHINE 3	
Tuyau de jonction	28 jours
Courroies SPA 1157	1 mois 9 jours
Turbine de remplissage	2 mois 20 jours
Moteur	3 mois 15 jours
Buse de fluidisation	1 mois 24 jours
MACHINE 6	
Tuyau de jonction	1 mois 3 jours
Courroies SPA 1157	1 mois 21 jours
Turbine de remplissage	2 mois 26 jours

Tableau IV.7 : Résultats des calculs.

Finalement l'application de la théorie de la fiabilité a donné ces résultats pertinents. Partant de ce fait, nous allons dresser un tableau d'aide à la maintenance pour les ensacheuses étudiées. Nous mettons en exergue dans ce tableau les défaillances et leurs causes, les périodes d'intervention.

Ensemble : Ensacheuse Roto-Packer 3					
Sous ensemble : Station de remplissage					
matériel		Caractéristique de la défaillance			Périodes d'intervention
Organe	Fonction	Mode de défaillance	Causes de défaillance	Effet sur le système	
Tuyau de jonction	Relier la turbine et le bec	Usure	Frottement avec le ciment	Fuite de matière,	28 jours
Courroies SPA 1157	Transmettre la puissance	Usure, coupure	Surcharge, tension anormale, désalignement, craquelure, fatigue.	Pas de transmission	1 mois 9 jours
		Tension anormale	Dilatation, système de tension défectueux	Puissance transmise réduite	
		Courroies manquantes	Désalignement, allongement courroie	Surcharge des autres courroies	
Turbine de remplissage	Remplir les sacs	Usure, blocage	Mauvais lubrification, roulement défectueux	Arrêt de remplissage,	2 mois 20 jours
Moteur de remplissage	Développer la puissance voulue	Arrêt	Défaut électrique, fatigue	Arrêt de remplissage,	3 mois 15 jours
Buse de fluidisation	Fluidiser le ciment	Usure	Fatigue	Mauvais remplissage	1 mois 24 jours

Tableau IV.8 : Fiche d'aide à la maintenance de la machine 3.

Ensemble : Ensacheuse Roto-Packer 6					
Sous ensemble : Station de remplissage					
matériel		Caractéristique de la défaillance			Périodes d'intervention
Organe	Fonction	Mode de défaillance	Causes de défaillance	Effet sur le système	
Tuyau de jonction	Relier la turbine et le bec	Usure	Frottement avec le ciment	Fuite de matière,	1 mois 3 jours
Courroies SPA 1800	Transmettre la puissance	Usure, coupure	Surcharge, tension anormale, désalignement, craquelure, fatigue.	Pas de transmission	1 mois 21 jours
		Tension anormale	Dilatation, système de tension défectueux	Puissance transmise réduite	
		Courroies manquantes	Désalignement, allongement courroie	Surcharge des autres courroies	
Turbine de remplissage	Remplir les sacs	Usure, blocage	Mauvais lubrification, roulement défectueux	Arrêt de remplissage,	2 mois 26 jours

Tableau IV.9 : Fiche d'aide à la maintenance de la machine 6.

4.6 Maintenance des ensacheuses

4.6.1 Erreurs mécaniques

Erreurs	Causes	Élimination
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
	Ressorts à lame sur la chaise porte sacs déformés, 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 patins de dégagement et des interrupteurs inductifs, le rectifier
	Le sac rempli a du mal 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 insuffisante	Vérifier les buses, les nettoyer, les remplacer éventuellement

Tableau IV.10 : Erreurs mécaniques.

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 gros débit
	Niveau du matériau dans le silo d'ensilage 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 la 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 le 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

4.6.2 Entretien et liste d'inspection

4.6.2.1 Intervalle de vérification : quotidiennement

Travaux à exécuter	Remarques
Vérifications et si nécessaire remplacement de :	Les pièces se trouvent sur :
Tambour de remplissage - Souplesse de l'arbre de remplissage - État de propreté et d'usure de la tuyère de remplissage	Bec de remplissage

Tableau IV.11 : Intervalle de vérification quotidien.

4.6.2.2 Intervalle de vérification : hebdomadaire

Travaux à exécuter	Remarques
Ressorts à lames - Usure, alignement, points de rupture	Chaise porte sacs
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	Vérin de la retenue des sacs Station de remplissage Station de remplissage / Chaise porte sacs
Vérin pneumatique - Souplesse - Usure et étanchéité de la rampe de dégagement et la tige de piston	Chaise porte sacs Trappe / ciseaux Retenue des sacs Patins de commutation (commande externe)

Tableau IV.12 : Intervalle de vérification hebdomadaire.

4.6.2.3 Intervalle de vérification : mensuel

Travaux à exécuter	Remarques
Commande externe - Position correcte des interrupteurs inductifs	Commande mécanique
Alimentation en air - Étanchéité	Commande
Tambour de remplissage - Usure de la palette de remplissage et trajectoire du tambour de remplissage	
Éléments pneumatiques - Nettoyer les éléments de signaux - Examen des tuyaux à la recherche de porosité et de brisure - Tenue correcte et étanchéité des raccords de tuyaux - Examen des vissages et des conduites fixes à la recherche de points de fuites	

Tableau IV.13 : Intervalle de vérification mensuel.

4.6.2.4 Intervalle de vérification : semestriellement

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 IV.14 : Intervalle de vérification semestriel.

4.6.2.5 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 IV.15 : Intervalle de vérification selon les besoins.

4.6.3 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.

4.6.3.1 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	Aralub HL2 Aralub 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 630	Omala 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 632	Omala 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 634	Omala Oel 460	Meropa 460	Renolit CLP 460
BB	FIN 332/F	Sinit FZ 2	Energol WRL / GR3000-2	Surett Fluid 4k	FINA Cabline 1010	Mobilfac 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	Taipa 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		51625					220-250	Lithium
HL	Huile hydraulique		51524	VG 22	22	200	-36		
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 IV.16 : Les lubrifiants.

4.6.3.2 Points de lubrification

Point de lubrification		Dénomination	Lubrifiant	Premier remplissage	Quantité		Intervalle rajout / changement
Pos	Quantité				Huile (l)	Graisse (kg)	
1	1	Alimentation en air	K3K			0,02	5 000 h de fonctionnement
2	1	Engrenage	VG 220		4,5		10 000 h de fonctionnement
3	2	Palier	K3K			0,2	10 000 h de fonctionnement
4	1	Logement de palier	K3K			Selon les besoins	24 h
5	1	Engrenage SEW R 47	VG220		1,60		8 000 h de fonctionnement

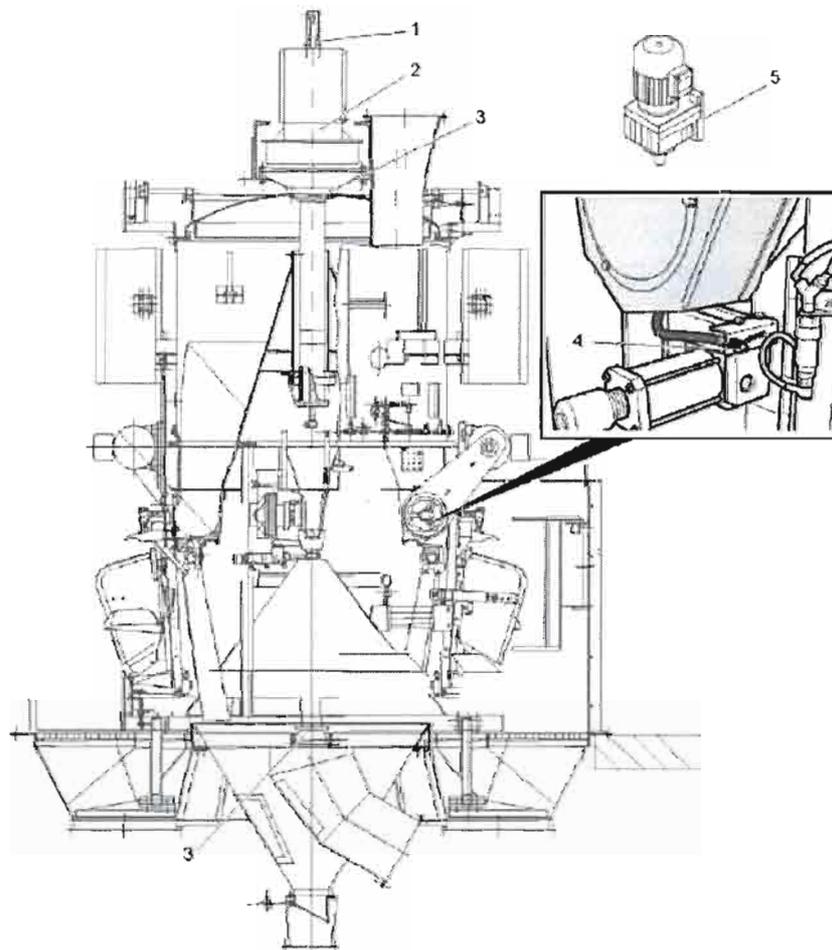


Figure IV.2 : Points de lubrification d'une ensacheuse.

CHAPITRE V : ANALYSE TYPE AMDEC

5.1 Définition

AMDEC : Analyse des **M**odes de **D**éfaillances, 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.

5.1.1 Principe de base [4]

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, responsables 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 utilisée 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
 - élaborant des plans d'actions
 - allouant les ressources de façon rationnelle
- de formaliser la documentation.

5.1.2 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 terme 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 5M 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.

5.1.3 Résumé

- 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 le 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

5.2 Application de l'AMDEC [2]

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 V.1 : Analyse des modes de défaillance et de leur criticité.

5.2.1 Calcul de la criticité

$$C = G \times O \times D$$

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.

5.2.2 Tableau de classement de la criticité

$C < 16$	Ne pas tenir compte
$16 \leq C < 32$	Mise sous préventif à fréquence faible
$32 \leq C < 36$	Mise sous préventif à fréquence élevée
$36 \leq C < 48$	Recherche d'amélioration
$48 \leq C < 64$	Reprendre la conception

Tableau V.2 : Echelle de criticité ($C = G * O * D$)

Le résultant de l'étude doit aboutir à :

- la définition des pièces de rechange ;
- La création de documents ;
- La description de la défaillance et de sa résolution ;
- La recherche de l'amélioration ;
- La révision de la conception.

5.2.3 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 ?

5.2.4 Grille de cotation

Pou 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 mois < f < 6 mois	Taux d'apparition moyen 1 semaine < f < 3 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 mn Peu ou pas de pertes de production	Durée d'intervention 10 mn < D < 30 mn	Durée d'intervention 30 mn < D < 45 mn	Durée d'intervention D > 45 mn

Tableau V.3 : Grille de cotation

5.3 Diagramme Causes-Effet [5]

Dès lors que les défaillances critiques ont été identifiées, il s'agit d'en déterminer les causes. Pour cela le diagramme causes-effet ou diagramme d'Ishikawa ou diagramme en arêtes de poisson est d'une grande utilité. Il consiste à chercher les causes dans les 5 M :

- Main-d'œuvre : tout le personnel de toute activité.
- Matière : matière de production, rechanges....
- Méthodes : procédures, documents, décisions, organisation...
- Moyens : machines, outillages...
- Milieu : locaux, environnement...

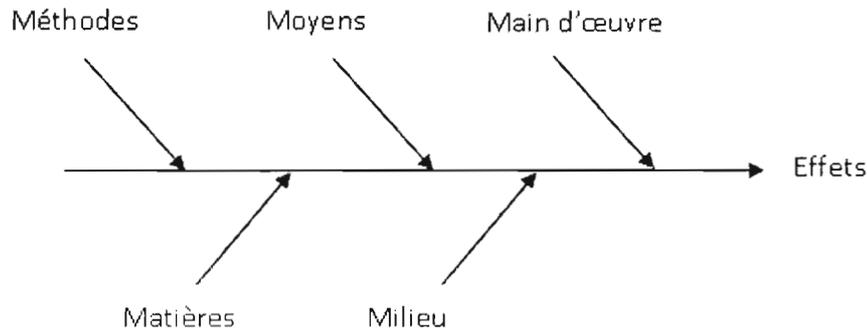


Figure V.1 : Diagramme d'Ishikawa

5.4 Cascade des pourquoi

Plusieurs causes peuvent être responsables d'une défaillance. Il convient d'identifier celle qui est la première conduisant à l'anomalie, la cause radicale. En effet, une cause peut n'être qu'une conséquence d'une autre. Il ne faut donc pas s'arrêter à la cause intermédiaire et l'éradiquer car on risque ainsi de n'éliminer qu'un effet et que la cause première continue à se manifester. Pour cela, une bonne méthode consiste à poser la question pourquoi successivement jusqu'à se rendre compte qu'on ne peut plus trouver de cause antérieure. Pour chaque cause appartenant à l'une de ces catégories, on détermine les sous-causes et les sous-sous-causes.

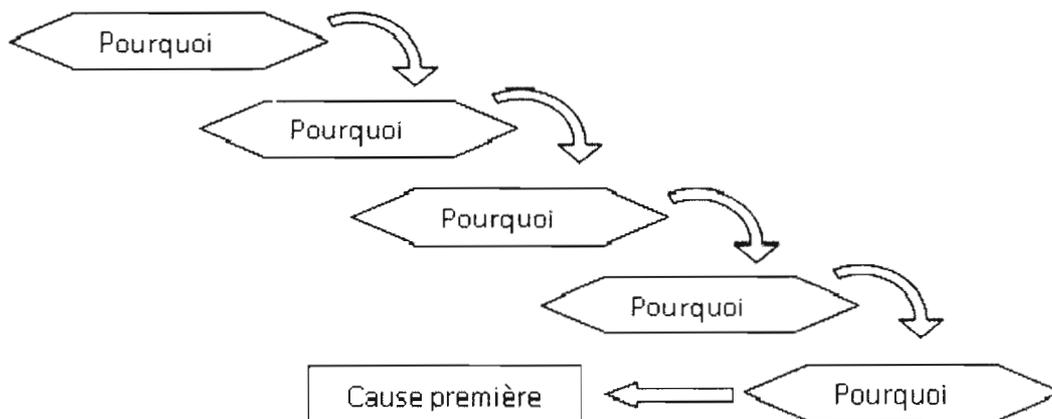


Figure V.2 : Diagramme Causes-Effet

5.5 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 moto-réducteur 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 ensemble : 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	Bruit ; blocage arbre	1	1	3	3

G=Gravité ; O=Occurrence ou Fréquence ; D=Détection ; C=Criticité

Tableau V.4 : Analyse du moto-réducteur.

• **Interprétation**

Eléments	Défauts	criticité	Interprétation	Actions 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
roulements	Usure ; cassure des roulements	3	Faible fréquence d'usure. Détection pas simple. Causes probables : mauvaise lubrification, mauvaise étanchéité, mauvais montage.	Respecter les jeux de montages et les ajustements Veiller à l'étanchéité des paliers.

Tableau V.5 : Interprétation de l'analyse du moto-réducteur.

• **Table d'analyse du tambour de commande.**

Ensemble : Transporteur à bande								
Sous ensemble : Tambour de commande								
Matériel		Caractéristique de la défaillance			Criticité			
Organe	Fonction	Mode de défaillance	Causes de défaillance	Effet sur le système	G	O	D	C
Tambour	Entrainer la bande	Présence de méplat, fissure	Absence de revêtement, frottement.	Déport bande, usure bande.	3	1	2	6
		Usure revêtement	Présence de corps étrangers entre la bande et le tambour	Réduction vitesse bande, déport de bande	3	1	4	12
Arbre	Transmettre le mouvement de rotation au tambour	Usure au niveau du contact avec les roulements	Manchon de roulement desserré ; bague intérieure du roulement usée	Mauvaise transmission	3	1	4	12
		Cassure, fissure	Mauvais montage, qualité du matériau de l'arbre	Pas de transmission	3	1	4	12
		Mauvaise liaison avec la clavette	Usure rainure ou usure clavette	Battement	3	1	4	12
Paliers	Guider l'arbre en rotation	Usure, cassure	Manque d'étanchéité ; mauvais montage ; Manque de graissage ; fatigue	Bruit ; arbre bloqué ; température élevée	3	1	3	9
G=Gravité ; O=Occurrence ou Fréquence ; D=Détection ; C=Criticité								

Tableau V.6 : Analyse du tambour de commande.

• **Table d'analyse du tambour de renvoi.**

Ensemble : Transporteur à bande								
Sous ensemble : Tambour de renvoi								
Matériel		Caractéristique de la défaillance			Criticité			
Organe	Fonction	Mode de défaillance	Causes de défaillance	Effet sur le système	G	O	D	C
Tambour	Faciliter l'entraînement de la bande	Présence de méplat, fissure	Absence de revêtement, frottement.	Déport bande, usure bande.	3	1	2	6
		Usure revêtement	Présence de corps étrangers entre la bande et le tambour	Réduction vitesse bande, déport de bande	1	2	2	4
Arbre	Transmettre le mouvement de rotation au tambour	Usure au niveau du contact avec les roulements	Manchon de roulement desserré ; bague intérieure du roulement usée	Mauvaise transmission	3	1	4	12
		Cassure, fissure	Mauvais montage, qualité du matériau de l'arbre	Pas de transmission	3	1	4	12
Paliers	Guider l'arbre en rotation	Usure, cassure	Manque d'étanchéité ; mauvais montage ; Manque de graissage ; fatigue	Bruit ; arbre bloqué ; température élevée	3	1	3	9
G=Gravité ; O=Occurrence ou Fréquence ; D=Détection ; C=Criticité								

Tableau V.7 : Analyse du tambour de renvoi.

• **Interprétation :**

Elément	Défauts	criticité	Interprétation	Action préventives
tambour	Usure de l'arbre ; fissure ; cassure de roulement	12	Détection difficile ; fréquence très faible causes probables : mauvais graissage, mauvaise étanchéité	Assurer un bon montage Inspection des paliers : vérifier l'échauffement, le niveau sonore, les fuites d'huile. Maintenance systématique : vérifier l'état des roulements, des joints.

Tableau V.8 : Interprétation de l'analyse des tambours de commande et de renvoi.

• **Table d'analyse de la bande**

Ensemble : Transporteur à bande								
Sous ensemble : Bande								
Matériel		Caractéristique de la défaillance			Criticité			
Organe	Fonction	Mode de défaillance	Causes de défaillance	Effet sur le système	G	O	D	C
Bande	Recevoir les sacs de ciment et les transporter	Rupture (décollage)	Bande trop déportée ; rupture collage ou rupture agrafage.	Arrêt production	4	2	2	16
		Usure, brulure	Rouleau défectueux ; Qualité bande ; température élevée.	Déport bande Bande trouée	4	2	2	16
		Tension insuffisante	Système de tension défectueux ; bande trop longue ; dilatation importante.	Bande trainante ; vitesse réduite	3	2	2	12
Rouleau	Centrer et guider la bande	Blocage	Roulement défectueux ; présence de corps étrangers ; frottement élevé.	Usure bande ; méplats sur les rouleaux	1	4	2	8

G=Gravité ; O=Occurrence ou Fréquence ; D=Détection ; C=Criticité

Tableau V.9 : Analyse de la bande.

• **Interprétation :**

Elément	Défauts	criticité	Interprétation	Action préventives
Bande	usure, rupture.	16	Fréquence de rupture très élevée Détection rupture presque impossible ; Causes probables : rouleau défectueux, mauvais revêtement des tambours, déport excessif, mauvais collage ou agrafe.	Nettoyer périodiquement les alentours de la bande et des rouleaux Mettre en place des racleurs Inspections : vérifier le centrage, les jonctions, l'état des rouleaux et des tambours, le système de tension, les capteurs Maintenance systématique : remplacer les rouleaux défectueux, remplacer les revêtements de tambour usés.

Tableau V.10 : Interprétation de l'analyse de la bande.

• **Table d'analyse des poulies - courroies**

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 V.11 : Analyse des poulies - courroies.

• **Interprétation**

Elément	Défauts	criticité	Interprétation	Action préventives
Poulie - courroies	Usure gorge, cassure flanc, 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 V.12 : Interprétation de l'analyse des poulies - courroies.

5.6 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.

5.6.1 Entraînement à chaîne et à 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 1,5% 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 et à effort moyen 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 transportés, 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.

5.6.2 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. 1,5 g 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. 4,4 g 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

❖ **Chaînes**

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.

• **Tableau d'inspection et d'entretien des transporteurs à bande**

Inspection / Entretien	Intervalle d'entretien
moteur d'entraînement nettoyer de poussières et d'accumulation de souillures les ailettes de refroidissement ainsi que les ouïes de ventilation	chaque mois
Réducteur niveau d'huile, bruits en service, température, vis de purge	chaque 6 mois
Bande mouvement rectiligne, tension, bruits en service bande endommagée	chaque jour
chaîne-/ courroie trapézoïdale tension, usure, lubrification	chaque semaine
tambour d'entraînement/poulie de renvoi nettoyer de dépôts, usure	chaque jour
Racleurs nettoyer de dépôts, usure	chaque jour
Paliers fixation, bruits en service, lubrification, joints d'étanchéité	chaque semaine
Rouleaux fixation, bruits en service, fonction	chaque semaine
capotage de tapis inférieur vérifier la propreté, nettoyer de dépôts si nécessaire	chaque semaine
éléments de liaison ajustement fixe des assemblages à boulons et à vis	chaque 3 mois
capotage de sécurité / joints d'étanchéité fonction, complétude, propreté	chaque 3 mois
surface de la machine corrosion cordon de soudure: fissures dans la couche de peinture	chaque 6 mois
détecteur de proximité fixation, fonction, distance opérationnelle	chaque 3 mois
Interrupteur d'arrêt d'urgence fixation fonction déclenchement d'alarme	chaque mois

Tableau V.13 : Tableau d'inspection et d'entretien des transporteurs à bande.

5.7 Broyeur de mottes

5.7.1 Fonctionnement et montage

Les broyeurs de mottes servent à broyer les congglomérats de ciment provenant du silo. Ils préviennent ainsi une obturation de la section d'ouverture de la vanne de dosage placée en aval. Les nodules sont concassés de manière à leur permettre de s'écouler aisément à travers l'ouverture de la vanne de dosage en même temps que le ciment fluidisé normal.

5.7.2 Entraînement

Le Broyeur de mottes est équipé d'un moteur-réducteur à engrenage conique (3). Les roues de concassage (4) tournent en sens inverse les unes par rapport aux autres.

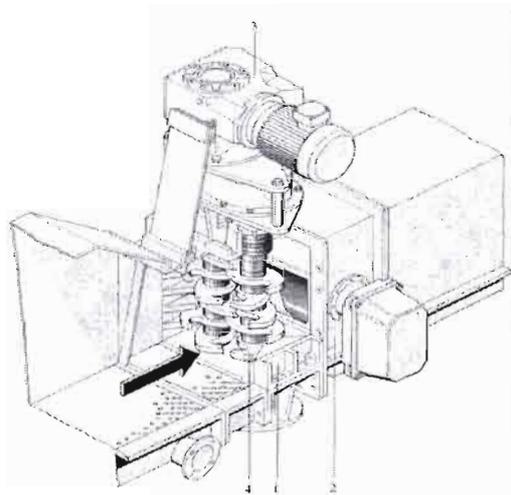


Figure V.3 : Broyeur de mottes de type H

5.7.3 Maintenance du broyeur de motte

La maintenance est fonction des conditions d'utilisation. Dans des conditions d'utilisation normales, l'entretien doit être effectué conformément au tableau suivant :

	3 mois	6 mois
Expertise des roues de broyage et des arbres du concasseur. Si les roues de broyage sont endommagées ou si les arbres sont déformés, ils doivent être rectifiés ou remplacés.	—	X
Nettoyer l'appareil, par exemple : éliminer les dépôts de matières solidifiées ou les corps étrangers coincés à l'intérieur.	X	—

Tableau V.14 : Maintenance du broyeur de motte

Les points de lubrification sont :

- Roulements à rotule, sur les deux côtés
- Engrenages (réducteur)
- Presse-étoupes, des deux côtés
- Moteur-réducteur

Les intervalles de lubrification sont définis en fonction des conditions d'utilisation. Il est toutefois recommandé d'effectuer au minimum une lubrification toutes les 4 semaines.

En cas de fonctionnement à températures élevées, réduisez les intervalles en conséquence.

Utilisez une graisse multi-usage saponifiée à base de lithium offrant les caractéristiques suivantes :

Pénétration de fouflage 0,1 mm DIN 51804 = 220/250

Température d'emploi : -30 à 130 °C

L'engrenage et le moteur de l'unité de commande doivent être remplacés par blocs complets.

La réparation de l'engrenage doit être réalisée dans les ateliers du fabricant ou spécialisés.

Défaillances	Causes possibles	Remèdes
Moteur d'entraînement	un corps étranger bloque la roue de broyage, par exemple un morceau de métal, etc.	déposez le Broyeur de mottes et éliminez le corps étranger. Contrôlez la roue de broyage et, le cas échéant, remplacez-la.
Températures des moteurs d'entraînement élevées	les presse-étoupes sont trop serrés.	réduire la pression d'application

Tableau V.15 : Défauts d'exploitation et leurs éliminations du broyeur de motte.

5.8 La vanne doseuse

Les vannes doseuses assurent la fermeture des sorties de silo et l'évacuation contrôlée de produits. Elles sont généralement installées dans un tronçon d'aéroglossière dans lequel elle précède l'aéroglossière.

Il est recommandé d'installer une trappe d'isolement avant la vanne doseuse, afin de pouvoir effectuer sans danger des travaux d'entretien sur la vanne doseuse.

Les fonctions de la vanne doseuse sont les suivantes :

1. fermeture étanche aux poussières d'une sortie de silo
2. régulation continue du flux matière sortant du silo et parvenant dans un appareil de transport placé en aval (aéroglossière par exemple).

5.8.1 Entretien

L'entretien dépend des conditions d'exploitation. Dans des conditions normales d'exploitation, l'entretien est à pratiquer comme indiqué dans les tableaux suivants :

	3 mois	6 mois	12 mois
Contrôle de l'accouplement de sécurité		X	
Contrôle de l'étanchéité			X
Contrôle de la vanne doseuse. En cas de problèmes, réparer ceux-ci ou remplacer la vanne doseuse.		X	
Nettoyer l'appareil, par exemple retirer les collages de produit ou les corps étrangers bloqués		X	
Contrôle du jeu d'interrupteurs de fin de course, contrôle du corps de vanne et de l'étanchéité Vérification de la plaque de fluidisation par contrôle visuel de l'usure de la toile.	X		X

Tableau V.16 : Entretien de la vanne doseuse

5.8.2 Recherche des pannes

Problème	Remède
La vanne doseuse ne va pas en position 'fermé'	Placer la vanne brièvement en position 'ouvert' et ensuite 'fermé'. Dans la plupart des cas, cette manœuvre résous le problème et libère le facteur bloquant (motte, corps étranger). Si le problème subsiste, contrôler la zone avant la vanne et retirer le facteur de panne (motte, corps étranger).
La vanne à commande pneumatique ne maintient pas la position	Contrôler au savon l'étanchéité des flexibles de liaison. Retirer et remplacer les flexibles présentant un manque d'étanchéité.
Problèmes d'extraction à partir de la vanne doseuse fluidisée.	Contrôler la porosité et l'usure de la toile de la plaque de fluidisation.

Tableau V.17 : Recherche de pannes.

5.9 Les aéroglissières

L'aéroglissière est un dispositif permettant le transport horizontal de produits pulvérulents en vrac (ciment, chaux, gypse etc.). Elle est inclinée dans le sens de transport (environ 6°).

L'aéroglissière se compose d'un boîtier en tôle subdivisé par une bande de tissu perméable à l'air en un caisson supérieur et un caisson inférieur.

Le produit acheminé est introduit par la tubulure d'entrée dans le caisson supérieur de l'aéroglissière. De l'air comprimé produit par le ventilateur est acheminé à travers le caisson inférieur de l'aéroglissière et pénètre régulièrement le tissu perméable à l'air. L'air pénètre ensuite le produit et l'enrichit de l'air en réduisant ainsi son coefficient de frottement, de sorte que le produit s'écoule dans l'aéroglissière inclinée vers la sortie, suivant la loi de la gravitation.

L'air ayant pénétré le produit à transporter, passe ensuite au-dessus du lit de produit dans la partie supérieure du caisson supérieur. Il est alors évacué par la tubulure de dépoussiérage vers un filtre de dépoussiérage

Types de tissu

Dépendant des conditions de service, des types différents de tissu sont utilisés.

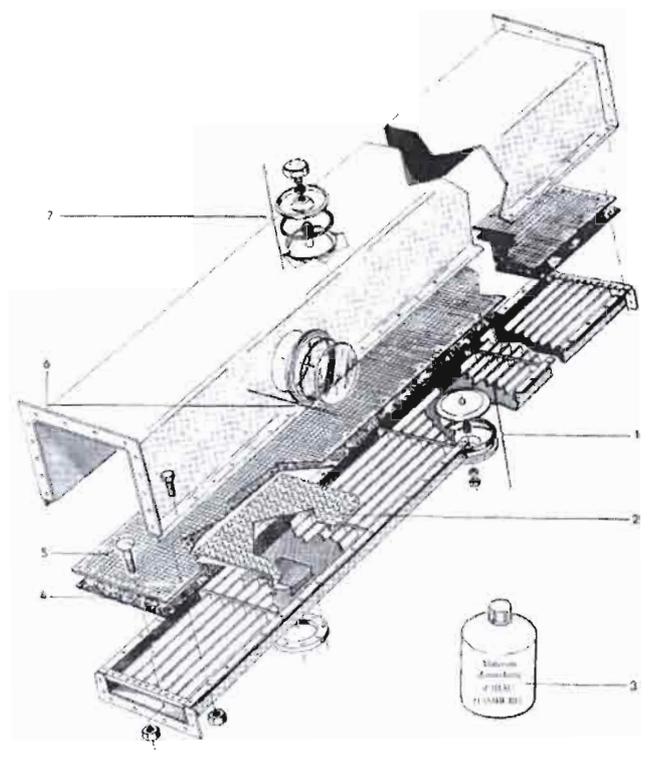
- Tissu pour une température maximale de 130° C

Tissu en polyester perméable à l'air dont la résistance à la température atteint 130° C. L'épaisseur du tissu est de 4,7 mm. Le tissu doit être monté avec une prétension de 2 %.

- Tissu pour une température maximale de 250° C

Tissu en polyester perméable à l'air dont la résistance à la température atteint 250° C. L'épaisseur du tissu est de 5 mm. Le tissu doit être monté avec une prétension de 0 %.

Figure V.4 : vue éclatée de l'aéroglossière.



Poste	Pièces de rechange	Pièces d'usure
1	Couvercle de nettoyage, complet	
2	Support de tissu	
3		Joint plastique
4		Tissu
5		Protection anti-usure
6	Regard de visite	
7	Couvercle de regard, complet	

5.9.1 Origine des pannes

Si l'aéroglossière ne transporte plus ou plus suffisamment le produit :

- Vérifier si le sens de rotation du ventilateur est correct et si sa puissance est suffisante ;
- Vérifier si le filtre d'aspiration est bouché ;
- Vérifier si le dispositif d'alimentation du produit est bouché ou défectueux ;
- Vérifier si le tissu d'aéroglossière est bouché ou encrassé d'en-dessous ;
- Vérifier s'il n'y a pas un agrandissement des pores du tissu ce qui mène à une alimentation irrégulière d'air comprimé ;

- Conduite d'air ou caisson inférieur encrassé à cause d'un tissu défectueux

5.9.2 Filtre de ventilateur

Le ventilateur pour la production de l'air comprimé destiné à la fluidisation du produit dans l'aéroglossière est équipé d'un filtre d'aspiration. Il faut vérifier ce filtre à intervalles de temps réguliers, selon les conditions de service, c'est-à-dire selon la charge en poussière de l'air aspiré, en ce qui concerne sa perméabilité à l'air.

5.10 Crible : HAVER NIAGARA (Tamis à corps étrangers)

Les tamis vibrant NIAGARA sert à séparer les corps étrangers et les collages de matériau. La séparation des corps étrangers sert en premier lieu à la protection de l'ensacheuse lors du chargement de sacs.

Le tamis vibrant est composé d'un châssis de base qui est fixé élastiquement à la construction du plafond, et le blindage covibrant avec le corps du tamis.

L'excitation s'effectue par un arbre sur les côtés duquel sont fixés des poids déséquilibrés. Le moteur de commande est fixé latéralement, au choix à droite ou à gauche sur une console de moteur.

Deux lucarnes sont placées dans la tôle du couvercle pour observer le plan du tamis.

L'étanchéité entre les goulottes fixes et les tubulures vibrantes de l'appareil à tamiser est assuré par des manchettes à flexible fixées par colliers de fixation.

5.10.1 Caractéristiques techniques

Type de la machine : ME 1000 x 2500 g

Inclinaison : 6 °

Poids vibrant machine : env. 610 kg

Poids total y compris charpente : env. 1.190 kg

Matière : ciment

Capacité de chargement 125 t/h

Densité en vrac : 0,8 – 0,9 t/m³

Humidité : 0,5 %

Température : max. 80 °C

Entraînement de balourd

Roulement : 22311 avec douille DU

Marque : SKF/FAG

Vitesse de rotation de la machine : 1480 tr/min

Courroies trapézoïdales : 2 x SPA 1000

Moteur à courant triphasé

Type :	1LA7 107-4AA60
Marque :	Siemens
Puissance :	3 kW
Vitesse de rotation du moteur :	1480 tr/min
Tension :	400 V
Fréquence :	50 Hz
Degré de protection :	IP 55
Isolation :	B3

5.10.2 Entretien et maintenance**❖ Instructions de graissage**

Le tamis vibrant NIAGARA possède un point de graissage des deux côtés par logement de palier. Les paliers sont rendu étanches grâce à des bagues à labyrinthe sans graissage supplémentaire. Graisser le logement toutes les 4 heures de service à l'aide d'une pompe à graisse, alors que le tamis vibrant est chaud et en marche.

❖ Paliers de machine à tamiser

Délai de regraissage : 50 Heures de service

Quantité de regraissage : 20 grammes sur machine en marche.

Les paliers sont graissés à la graisse spéciale **Renolit H433-HD88**. En cas de changement éventuel de la sorte de graisse, veiller à ce qu'il s'agisse d'une graisse résistant à la vibration, saponifiée à base de lithium avec additifs pour haute pression et anticorrosifs.

❖ Instructions de contrôle

N'effectuer les contrôles que lorsque la machine est hors circuit et assurée.

Pièce détachée	Contrôle	Période de contrôle	
		1 semaine	1 mois
Panneau de criblage	Tension	X	
	Usure		X
	Propreté	X	
Manchettes	Détérioration		X
Suspension	Détérioration		X
Commande	Tension courroie		X
Raccords à vis	Trapézoïdale		X
	Ajustement serré		X

Tableau V.18 : Inspection de contrôle du crible.

❖ Défauts d'exploitation et leur élimination

En cas de défauts d'exploitation, les intervenants sont priés de respecter le tableau ci-dessous.

Type de défaut	Causes possibles	Elimination
Entraînement : - Moteur ne démarre pas - glissement courroies trapézoïdales	alimentation en courant courroies trop lâches	vérifier fusible retendre les courroies
Roulement : Bruits de palier	manque de graisse palier endommagé	regraisser les paliers remplacer le palier
Auge : - vibre bruyamment, irrégulièrement - bruits de claquement	L'auge heurte les parties fixes Ressort / éléments de butée endommagés Assemblages des vis desserrés	changer les pièces Remplacer ressort / éléments de butée Vérifier et resserrer tous les assemblages de vis
Panneau de criblage : - usure fréquente sur un côté, ponctuelle dans la zone de matière de l'alimentation en produit	alimentation en produit intensément unilatérale avec vitesse élevée de l'impact	Modifier l'alimentation en produit Mettre sac d'impact à l'alimentation. Concevoir sac d'impact assurant répartition régulière et faible vitesse de heurt de la matière sur le panneau de criblage.

Tableau V.19 : Défauts d'exploitation et leurs éliminations du broyeur du crible.

5.11 Vis de récupération de matière

5.11.1 Utilisation

Les vis sans fin à augets permettent d'acheminer en continu des produits en vrac dont la consistance va du pulvérulent au granuleux, et ce à des températures élevées (250 °C max).

Les vis sans fin sont dotées de paliers intermédiaires. Elles servent essentiellement pour des transports horizontaux, mais peuvent toutefois vaincre des pentes d'environ 15 °.

5.11.2 Structure et principe de fonctionnement

Une vis sans fin à augets englobe essentiellement les composants ci-après :

1. Tablier d'entraînement avec console de transmission
2. Tablier arrière
3. Auget avec couvercle
4. Arbre(s) de vis sans fin
5. Palier intermédiaire
6. Presse-étoupe
7. Roulement
8. Ancrages coulissants

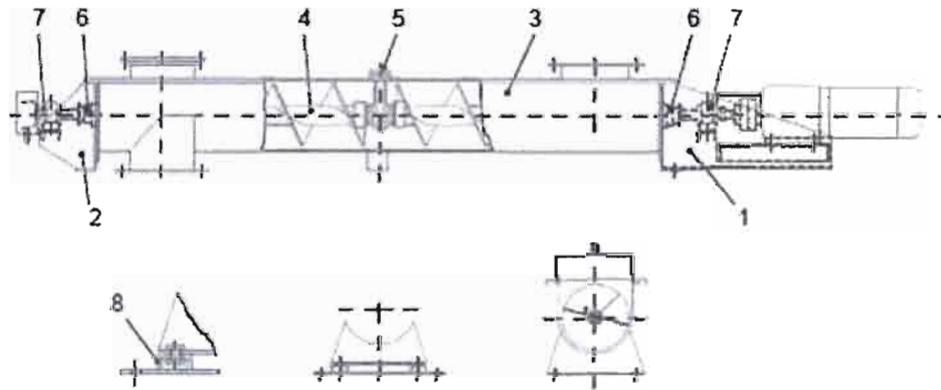


Figure V.5 : Vis sans fin à augets

Le produit à récupérer (ou transporter) doit arriver à un rythme à peu près continu.

Lors de la détermination des dimensions, prendre en compte que le degré maximum de remplissage des vis sans fin à augets équipées de paliers intermédiaires ne doit pas dépasser 33 %, sinon l'usure devient excessive au niveau des coussinets des paliers lisses. Un degré de remplissage de 65 % est encore autorisé s'il s'agit de vis sans fin à augets sans palier intermédiaire.

5.11.3 Anomalies

Le tableau de recherche ci-dessous permet de remédier aux anomalies de fonctionnement s'il s'agit d'un mauvais acheminement et/ou de bruits anormaux

Cause des anomalies	Remèdes
Pièces usées	Remplacer (« Pièces de rechange »)
Soudures endommagées	Consulter le fabricant
Dérangement au niveau de l'arrivée ou de l'évacuation du produit	Vérifier l'alimentation ou l'évacuation
Produit coincé	Vérifier le contenu.
Modification des propriétés du Produit	Consulter le fabricant
Le produit colle	Nettoyer l'auget et les spires de la vis sans fin

Tableau V.20 : Anomalies et remèdes pour la vis.

5.11.4 Opérations de maintenance

- Les éléments de fixation et de sécurité endommagés et les autres composants abîmés doivent être remplacés par des pièces identiques.

- Resserrer s'il le faut les presse-étoupe des traversées des arbres, en cas de fuite par exemple, et les regraisser si nécessaire.
- Il n'est pas nécessaire de regraisser les roulements du tablier de transmission et du tablier arrière étant donné que les carters des paliers droits possèdent des chambres à graisse de grandes dimensions. Il est toutefois recommandé de nettoyer les paliers avec une périodicité de 18 à 24 mois (1 ½ - 2 ans) et de les regraisser à nouveau.
- Les coussinets des paliers intermédiaires devant impeccablement remplir leur fonction même dans d'extrêmes mauvaises conditions, la lubrification étant suffisante, il faut donc contrôler leur état de temps en temps. Les coussinets usés doivent être remplacés suffisamment tôt par des semblables afin que les tourillons des coupleurs des arbres ne soient pas soumis à une usure excessive.

5.12 Accouplements élastiques N-EUPEX et N-EUPEX-DS des types A, B et ADS, BDS

Dans toutes les phases de fonctionnement, l'accouplement doit fonctionner silencieusement et sans vibrations. Tout autre comportement devra être considéré comme un dérangement à supprimer immédiatement.

❖ Dérangements possibles

Dérangements	Causes	Remèdes
Modification subite du niveau de bruit et/ou apparition subite de vibrations	Modification de l'alignement	Supprimer le motif de cette modification de l'alignement (fixer par exemple des vis desserrées dans le massif de fondation) Vérifier l'alignement et corriger-le Vérifier l'usure. Démonter l'accouplement et déposer les restes de paquets Vérifier les pièces d'accouplement et remplacer les pièces d'accouplement endommagées
	Paquets usés	Il faudra changer les paquets par jeux ; n'utilisez que des paquets N-EUPEX identiques Montage de l'accouplement selon les règles du constructeur

Tableau V.21 : Dérangements possibles.

❖ Entretien et maintenance

Sur les types A et B, il faudra contrôler le jeu de torsion entre les deux pièces d'accouplement au bout de 3 mois, puis au moins une fois par an.

Dans l'esprit d'une maintenance préventive, nous recommandons un contrôle régulier du jeu de torsion.

RECOMMANDATIONS

Au terme de ce projet de fin d'étude, nous tenons à encourager l'ensemble du personnel du service Ensachage et Expédition pour leur clairvoyance sur les politiques de maintenance et pour leur esprit de groupe. Cependant des constats ont été observés au niveau des lignes d'ensachage. Nous formulons ces constats sous forme de recommandations. Ainsi pour une bonne politique de maintenance, il faut :

- ♣ Mettre à jour les fiches techniques des machines en exigeant des rapports d'entretien quel que soit le degré de la modification.
- ♣ Etablir des fiches d'intervention et d'inspection.
- ♣ Insister sur la qualité des comptes-rendus de rapports de visite et d'inspection en exigeant de la part du visiteur un compte-rendu de l'état de dégradation des équipements visités.
- ♣ Impliquer tout le monde (personnel du service) dans la politique de maintenance.
- ♣ Veiller à ce que toutes les instructions de qualité et de sécurité soient respectées.
- ♣ Pousser l'étude AMDEC en incorporant l'aspect économique de maintenance (coûts de maintenance) dans la sélection des critères utilisée pour le calcul de la criticité des défaillances et en intégrant la méthode des 5M ou diagramme d'Ishikawa.
- ♣ Etudier soigneusement les défaillances pour maîtriser le comportement des équipements.

CONCLUSION GENERALE

« 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 certaines lignes d'ensachage notamment sur les lignes 1 et 2 de l'ensachage N° 2. Toute fois, le service ensachage et expédition, par sa nouvelle politique de maintenance, est aujourd'hui en mesure de rectifier le tir pour atteindre son objectif principal : produire 10.000 tonnes de ciment par jour.

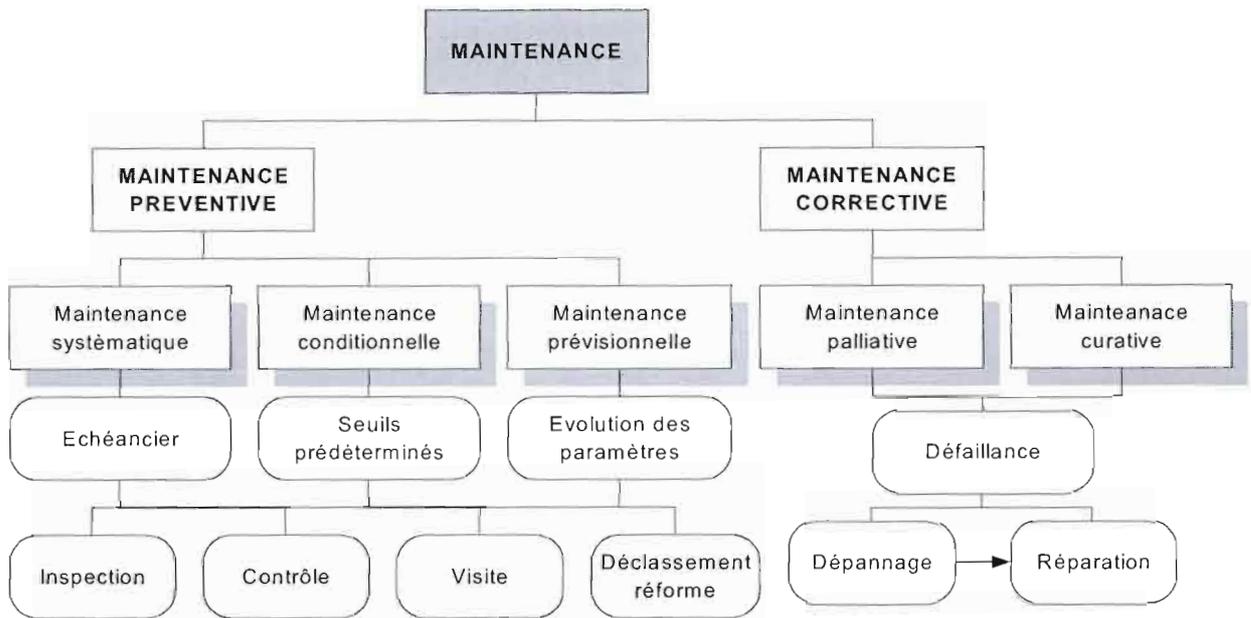
BIBLIOGRAGHIE

- [1] AFNOR, Recueil des normes françaises X 06, X 50, X 60, AFNOR.
- [2] Jean HENG, Pratique de la maintenance préventive, édition DUNOD, Paris, 2002, 388 p.
- [3] David SMITH, Fiabilité, Maintenance et Risque, édition DUNOD, Paris, 2006, 431 p.
- [4] François MONCHY, La fonction maintenance : formation à la gestion de la maintenance industrielle, édition MASSON, Paris, 1987, 451 p.
- [5] AFNOR, Documents d'exploitation et de maintenance, AFNOR, 1985.

ANNEXES

Annexes A :

A 1: Les différents types de maintenances

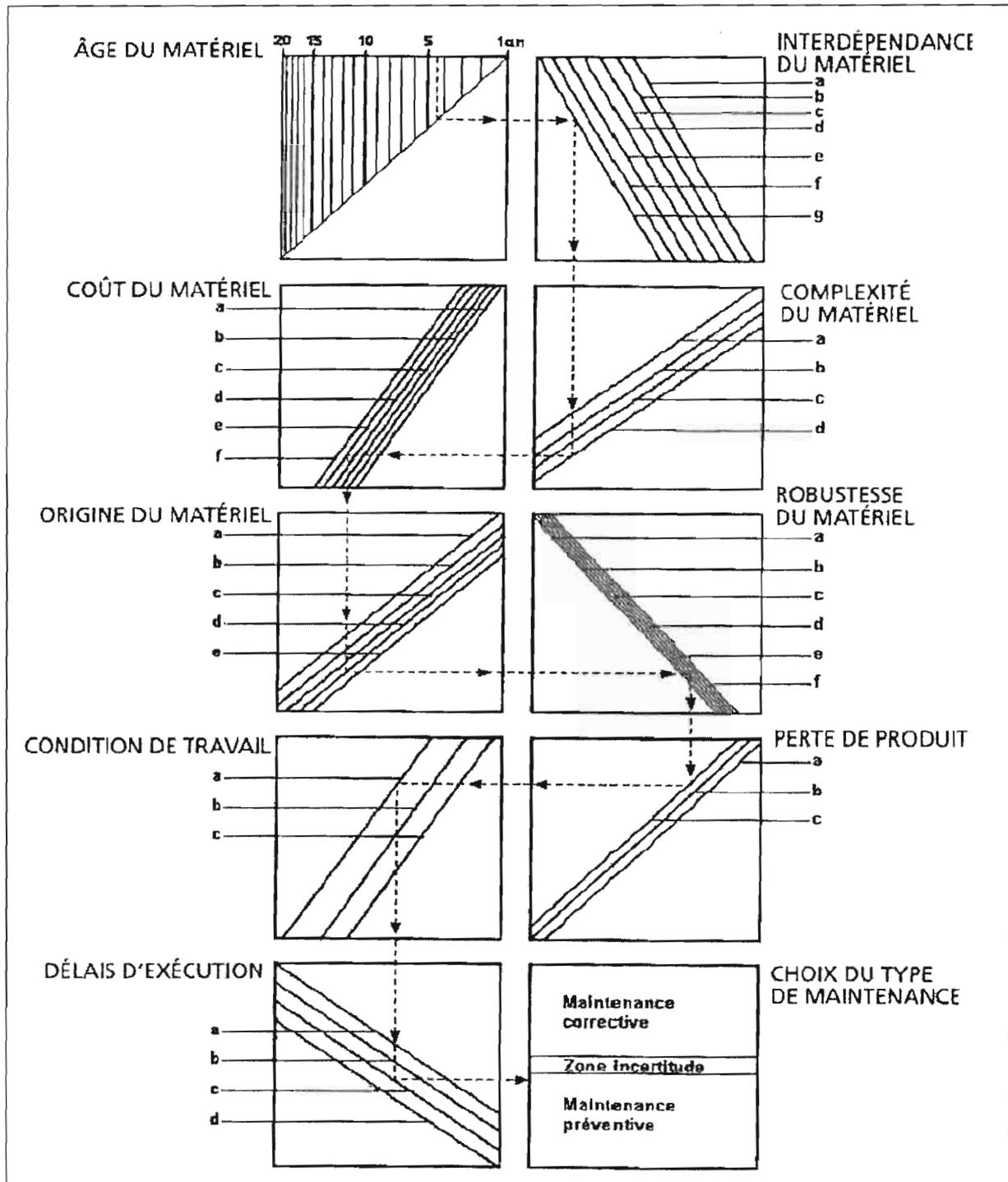


A 2: Les Niveaux De Maintenance : (Extraits de la norme NF X 60-010)

Niveaux	Nature de l'intervention	Compétence de l'intervenant	Lieu de l'intervention	Outillage nécessaire à l'intervention	Stock des pièces de rechange
1 ^e	REGLAGE SIMPLES prévus par le constructeur au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture d'équipement. ECHANGE d'éléments consommables accessibles en toute sécurité (voyants, certains fusibles...)	Exploitant du bien	Sur place	Instructions d'utilisation sans outillage	Très faible en pièces consommables
2 ^e	DEPANNAGE par échange standard des éléments prévus à cet effet. OPERATION MINEURES de maintenance préventive (graissage, contrôle de bon fonctionnement...)	Technicien habilité de qualification (pouvant travailler en sécurité sur une machine présentant certains risques potentiels)	Sur place	Instructions d'utilisation. Outillage portable défini par les instructions de maintenance.	Pièces de rechange nécessaire transportables sans délai et à proximité du lieu d'exploitation
3 ^e	IDENTIFICATION et DIAGNOSTIC des pannes REPARATIONS par échange de composants ou éléments fonctionnels REPARATIONS mécaniques mineures. Toutes opérations courantes de maintenance préventive (réglage général, réalignement...)	Technicien spécialisé	Sur place ou Local de maintenance	Outillage prévu dans les instructions de maintenance. Appareils de mesure et de réglage. Bancs d'essais et de contrôle des équipements	Pièces approvisionnées par le magasin
4 ^e	Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. REGLAGE des appareils de mesure utilisés pour la maintenance. VERIFICATION des étalons de travail.	Equipe comprenant un encadrement très spécialisé	Atelier spécialisé	Outillage général. Bancs de mesure et étalons. Toute documentation.	
5 ^e	RENOVATION RECONSTRUCTION ou exécution des réparations importantes	Constructeur ou Reconstructeur	Atelier central ou Unité extérieure	Moyens proches de la fabrication.	

Annexe B : Abaques de M. Noiret

C'est une méthode de maintenance utilisant 10 abaques et dont la lecture se fait dans l'ordre consécutif. Elle permet de choisir le type de maintenance pour un équipement donné.



1. Abaque ÂGE DU MATÉRIEL
2. Abaque INTERDÉPENDANCE DU MATÉRIEL
 - a : Matériel doublé
 - b : Matériel indépendant
 - c : Matériel avec tampon aval ou amont
 - d : Matériel sans tampon
 - e : Matériel important à marche discontinue
 - f : Matériel important à marche semi-continue
 - g : Matériel important à marche continue
3. Abaque COMPLEXITÉ DU MATÉRIEL
 - a : Matériel peu complexe et accessible
 - b : Matériel très complexe et accessible
 - c : Matériel complexe et peu accessible
 - d : Matériel très complexe et peu accessible
4. Abaque COÛT DU MATÉRIEL
 - a : Matériel bon marché
 - b : Matériel peu coûteux
 - c : Matériel coûteux
 - d : Matériel très coûteux
 - e : Matériel spécial
 - f : Matériel très spécial
5. Abaque ORIGINE DU MATÉRIEL
 - a : Matériel du pays – grande série
 - b : Matériel du pays – petite série
 - c : Matériel étranger avec service après vente
 - d : Matériel étranger sans service après vente
 - e : Matériel étranger sans service technique
6. Abaque ROBUSTESSE DU MATÉRIEL
 - a : Matériel très robuste
 - b : Matériel courant
 - c : Matériel de précision robuste
 - d : Matériel peu robuste
 - e : Matériel en surcharge
 - f : Matériel de précision – maniement délicat
7. Abaque CONDITIONS DE TRAVAIL
 - a : Marche à un poste
 - b : Marche à deux postes
 - c : Marche à trois postes
8. Abaque PERTE DE PRODUIT
 - a : Produits vendables – suite d'une défaillance matérielle
 - b : Produits à reprendre – suite d'une défaillance matérielle
 - c : Produits perdus – suite d'une défaillance matérielle
9. Abaque DÉLAI D'EXÉCUTION
 - a : Délais libres – fabrication sur stock
 - b : Délais serrés
 - c : Délais impératifs – pénalité de retard
 - d : Délais impératifs – produits non vendus – perte clientèle
10. Abaque CHOIX DE TYPE DE MAINTENANCE
 - Zone Maintenance corrective obligatoire ou souhaitable
 - Zone Incertitude
 - Zone Maintenance préventive souhaitable ou obligatoire

Annexe C : Fiche pour l'historique des pannes

Système : _____		FICHIER HISTORIQUE			N° de machine : _____		N° fichier : _____	
Marque : _____		Type : _____		Date de la 1° Mise en Service : ___ / ___ / ___		Energies : _____		
N°	Date	Degré d'urgence	Type d'Interv.	Désignation de l'intervention	nature	Temps passé	Coût en F	Documents émis
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

Type d'intervention : Dp = dépannage - Rp = réparation - Rg = réglage - Rn = rénovation - Rc = reconstruction
 Nature : M = mécanique - E = électrique - P = pneumatique - H = hydraulique - S = sécurité - A = autres raisons

Annexe D : Fiche d'intervention

Date :/..... /.....		RAPPORT D'INTERVENTION		Atelier :	
Systeme :		Marque :		N°	
Demandeur :		Intervenant :		Degré d'urgence 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	
CONSIGNES DE SECURITE : <input type="checkbox"/> Port des chaussures de sécurité <input type="checkbox"/> Blouse obligatoire <input type="checkbox"/> Intervention après mise HORS ENERGIES du système			TYPE D'INTERVENTION : <input type="checkbox"/> Dépannage <input type="checkbox"/> Réparation <input type="checkbox"/> Réglage <input type="checkbox"/> Reconstruction <input type="checkbox"/> Rénovation <input type="checkbox"/> Défaillance partielle ou <input type="checkbox"/> Totale d'origine <input type="checkbox"/> Mécanique <input type="checkbox"/> Electrique <input type="checkbox"/> Pneumatique <input type="checkbox"/> Hydraulique <input type="checkbox"/> Sécurité		
Nature des pièces ou fluides échangés			N° du bon de commande		
N°	Nb	Désignations	Fournisseur	Références	Prix
Coût total des pièces :F CFA (C1)					
Gestion et coût du temps passé pour l'intervention (C2)					
Début de l'intervention le / / 20 à Heures minutes					
Fin de l'intervention le / / 20 à Heures minutes					
Le coût de la main d'œuvre horaire du technicien est de :F CFA					
C2 =F CFA					
Coût total de l'intervention = C1+C2					
Coût total =					
Améliorations ou suggestions proposés			Anomalies observées		
Report sur le Fichier Historique le / / /20					

Annexe E : Fiche d'analyse de défaillance

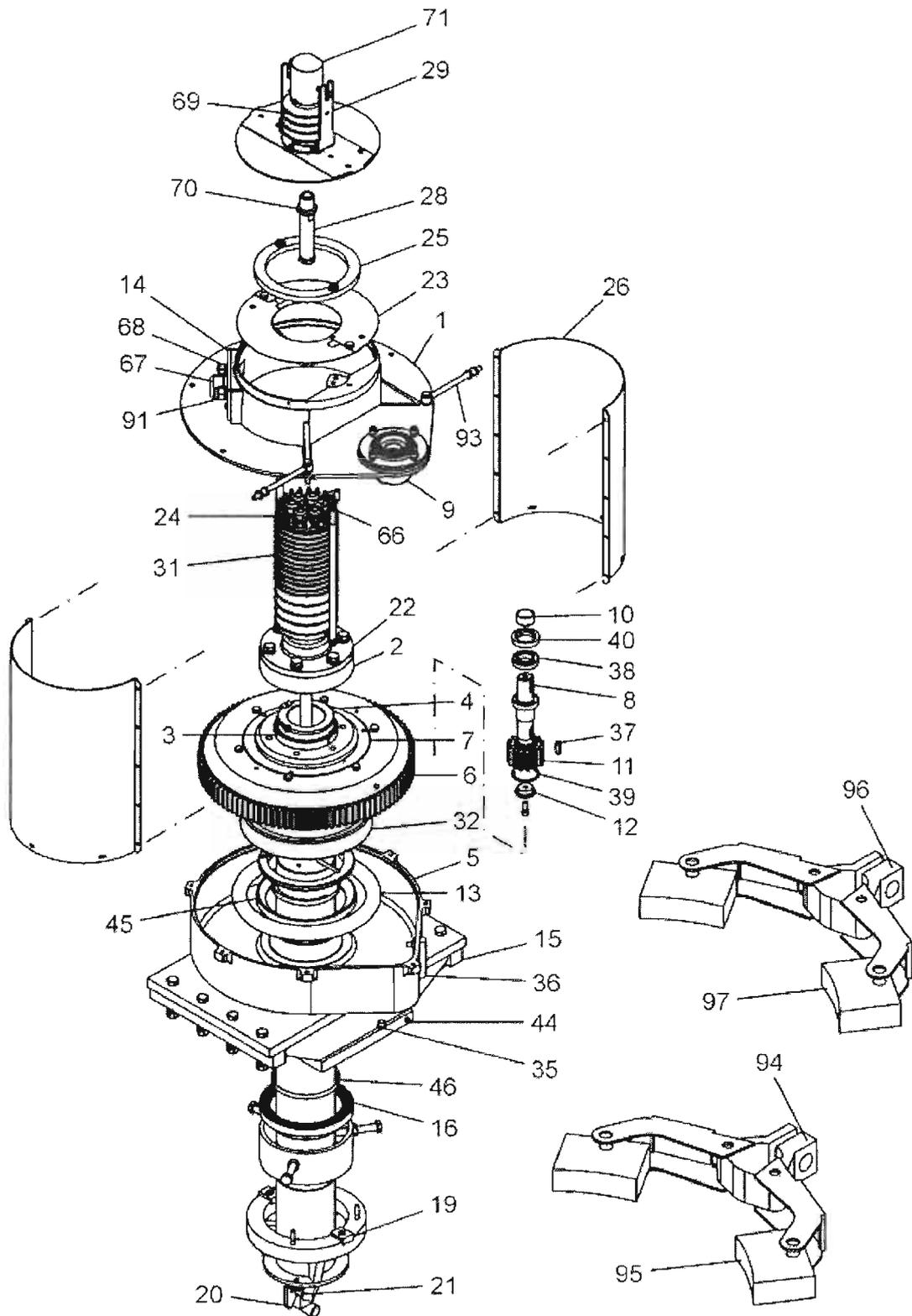
FICHE D'ANALYSE DE DÉFAILLANCE				
Remplie par : _____				
IDENTIFICATION	Date : __ / __ / 19__	D.T. N° _____	établie le __ / __ / 19__	
Unités compteur : _____		Code : _____		
Machine		Machine Organe		
Machine	Appareil	Fonction :	Marque :	Type :
NATURE	mécanique : <input type="checkbox"/>	électronique : <input type="checkbox"/>	pneumatique : <input type="checkbox"/>	
	électrique : <input type="checkbox"/>	hydraulique : <input type="checkbox"/>	autre : <input type="checkbox"/>	
DIAGNOSTIC	Causes extrinsèques		Causes intrinsèques	
	- Accident	<input type="checkbox"/>	- Santé-matière	<input type="checkbox"/>
	- Mauvaise utilisation	<input type="checkbox"/>	- Mauvaise conception	<input type="checkbox"/>
	- Environnement non conforme	<input type="checkbox"/>	- Mauvaise réalisation	<input type="checkbox"/>
	- Consignes non respectées	<input type="checkbox"/>	- Mauvais montage	<input type="checkbox"/>
	- Mauvaise intervention antérieure	<input type="checkbox"/>	<i>Modes de défaillance en service :</i>	
	- Nettoyage insuffisant	<input type="checkbox"/>	- Usure	<input type="checkbox"/>
	- Défaillance seconde	<input type="checkbox"/>	- Corrosion	<input type="checkbox"/>
	- Autre cause externe :	<input type="checkbox"/>	- Fatigue	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	- Autre cause interne :	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
AMPLITUDE ET VITESSE DE MANIFESTATION				
Progressive : <input type="checkbox"/>		+ partielle : <input type="checkbox"/>		= Dégradation : <input type="checkbox"/>
Soudaine : <input type="checkbox"/>		+ Complète : <input type="checkbox"/>		= Catalectique : <input type="checkbox"/>
CONSÉQUENCES				
Table de criticité	Sécurité personne	Immobilisation	Coût direct	Production
Critique <input type="checkbox"/>	Risques graves <input type="checkbox"/>	Longue <input type="checkbox"/>	Elevé <input type="checkbox"/>	Arrêtée <input type="checkbox"/>
Majeure <input type="checkbox"/>	Blessure possible <input type="checkbox"/>	Assez longue <input type="checkbox"/>	Assez élevé <input type="checkbox"/>	Ralentie <input type="checkbox"/>
Mineure <input type="checkbox"/>	Pas d'atteinte corporelle <input type="checkbox"/>	Brève <input type="checkbox"/>	Faible <input type="checkbox"/>	Continue <input type="checkbox"/>
APTITUDE A ÊTRE DÉTECTÉE				
Des capteurs <input type="checkbox"/>		pouvaient-ils prévenir la défaillance ?		
Des rondes périodiques <input type="checkbox"/>				
Des inspections périodiques <input type="checkbox"/>		laquelle ? _____		
Autres mesures préventives <input type="checkbox"/>				
EXPERTISE				
— Description de la défaillance :			Pièces jointes :	
			Photo <input type="checkbox"/>	
			Dessin <input type="checkbox"/>	
			Autre <input type="checkbox"/>	
— Description des conditions de manifestation : _____				
MAINTENANCE CORRECTIVE				
— Mesures préconisées pour la remise en état :				
— Mesures préconisées pour éviter son renouvellement : _____				

Annexes F :

F 1 : NOMENCLATURE DE L'ENSACHEUSE 8RSE (LIGNE 6)

Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
180	1	4.900.0346.04	ENTRAINEMENT
183	1	4.906.0008.03	MOTOR-REDUCTEUR
184	1	4.911.0017.04	PALIER
187	1	4.903.0032.03	DEMANDE VITESSE
190	1	4.912.0089.01	ALIMENTATION PRODUIT
192	1	4.901.0432.04	INDICATEUR DE NIVEAU
200	8	4.905.0349.04	STATION D'ENSACHAGE
201	8	4.919.0177.04	FIXATION DU MOTEUR DE LA TURBINE
202	8	4.905.0173.03	ROULEMENT D'ARBRE DE REMPLISSAGE
203	8	4.918.1182.04	TRAPPE DE FERMETURE
205	8	4.931.0033.03	AERATION
206	8	4.931.0134.04	AERATION
217	8	4.901.0486.04	TUYERE D'AERATION
220	8	4.910.0075.04	JAUGE DE CONTRAINTE
221	8	4.918.1209.04	CHAISE PORTE-SAC
222	8	4.917.0041.04	AERATION CIRCULAIRE
223	8	4.910.0086.04	SELLE BASCULANTE
228	8	4.933.0028.04	MANOCONTACTEUR
230	1	4.941.0051.02	DISTRIBUTION D'AIR
235	1	4.918.0645.01	SYSTEME DE COMMANDE
240	1	4.917.0033.02	INTERRUPTEUR A CORDON DE DECLENCHEMENT
250	8	2.948.1959.03	UNITE DE COMMANDE
251	8	4.930.0058.04	ELEMENT DE CONNEXION
254	1	4.948.0005.02	UNITE DE COMMANDE
310	1	583072315001000	NOMENCLATURE DES PIECES ELECTRIQUE
311	1	583072315001001	ARMOIRE DE COMMANDE
312	1	583072315001002	ARMOIRE DE COMMANDE
313	1	583072315001003	MACHINE
314	1	583072315001004	LOT DE CABLES ET ACCESSOIRES
315	1	583072315001005	UNITE DE COMMANDE
316	1	583072315001006	ARMOIRE DE COMMANDE
320	1	5.099.9001.16	UNITE DE PESEE ELECTRONIQUE
330	1	583072317501000	NOMENCLATURE DES PIECES ELECTRIQUE
331	1	583072317501001	ARMOIRE DE COMMANDE
332	1	583072317501002	ARMOIRE DE COMMANDE
333	1	583072317501003	ARMOIRE DE COMMANDE
334	1	583072317501004	ARMOIRE DE COMMANDE
350	1	583072317401000	NOMENCLATURE DES PIECES ELECTRIQUE
351	1	583072317401001	ARMOIRE DE COMMANDE
360	1	583072317402000	NOMENCLATURE DES PIECES ELECTRIQUE
361	1	583072317402001	ARMOIRE DE COMMANDE

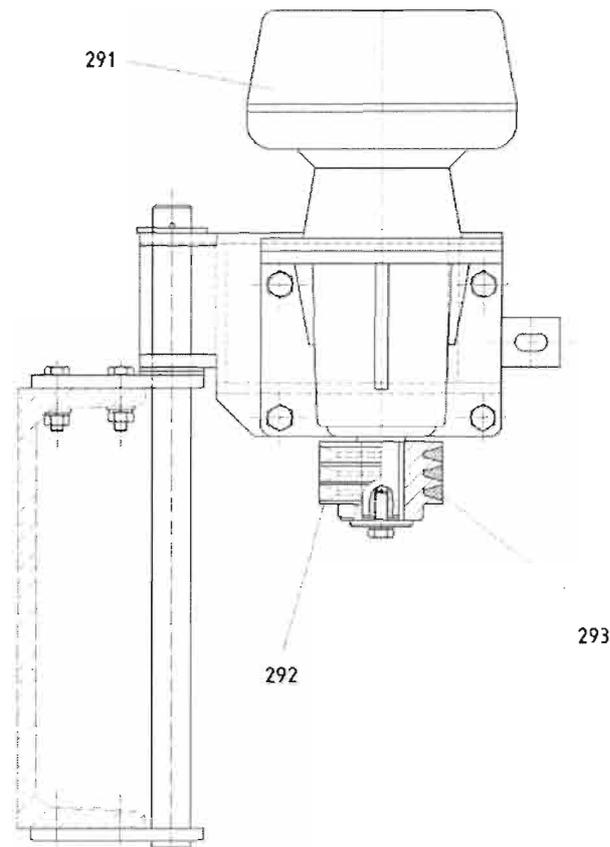
F 2 : ENTRAINEMENT 4.900.0346.04



ENTRAINEMENT 4.900.0346.04			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	3.421.0014.02	PARTIE SUPERIEURE DU BOITIER
2	1	3.215.0065.03	BAGUE
3	1	3.205.0679.04	ANNEAU DE COMPOUND
4	1	3.523.0103.04	RESSORT D'AJUSTAGE
5	1	3.491.0007.02	PARTIE INFERIEURE DU BOITIER
6	1	3.275.0068.04	ROUE DENTEE
7	1	3.421.0009.04	CARTER DE PALIER
8	1	3.026.0888.04	ARBRE
9	1	3.420.0021.04	CARTER DE PALIER
10	1	3.205.0348.04	RONDELLE D'ECARTEMENT
11	1	3.275.0003.04	ROUE DENTEE
12	1	3.215.0084.04	RONDELLE D'EXTREMITE
13	1	3.080.0053.04	BAGUE EN CAOUTCHOUC
14	1	3.537.0152.04	ATTACHE
15	1	3.386.0003.02	CADRE-SUPPORT
16	1	3.426.0096.04	BAGUE A LABYRINTHE
19	2	3.525.1036.04	RESSORT D'AJUSTAGE
20	1	3.717.1061.04	SUPPORT
21	1	3.517.0348.04	PIECE DE SERRAGE
22	1	3.395.0009.03	PIECE DE RACCORDEMENT
23	2	3.707.2222.04	TOLE DE PROTECTION
24	1	3.206.0397.04	DISQUE ISOLANTE
25	1	3.205.2600.04	JOINT
26	1	2.907.0289.03	CAPOT
27	2	1028010	COLLIER DE SERRAGE A VIS SANS FIN
28	1	3.106.0639.04	PIECE DE RACCORDEMENT
29	1	3.209.0138.03	ATTACHE
31	1	4503000007	CORPS A BAGUE COLLECTRICE
32	1	1003361	ROULEMENT RAINURE A BILLES
35	1	9.930.0004.07	BOUCHON FILETE
36	1	4004503	INDICATEUR DE NIVEAU D'HUILE
37	1	202484	RESSORT D'AJUSTAGE
38	2	1003154	ROULEMENT RAINURE A BILLES
39	1	11788	ANNEAU D'ETANCHEITE
40	1	62327	BAGUES D'ETANCHEITE D'ARBRE
44	1	104277	NIPPLE DE GRAISSAGE CONIQUE
45	1	4003617	COQUILLE DE SUPPORT
46	3	62335	BAGUES D'ETANCHEITE D'ARBRE
52	6	5257	VIS A TETE HEXAGONALE
61	2	4503000157	BOULON DE SUPPORT
66	1	3103225	MANCHON VISSE A CABLE
67	1	3103228	MANCHON VISSE A CABLE
68	2	3103224	MANCHON VISSE A CABLE
69	1	4008053	SOUFFLET

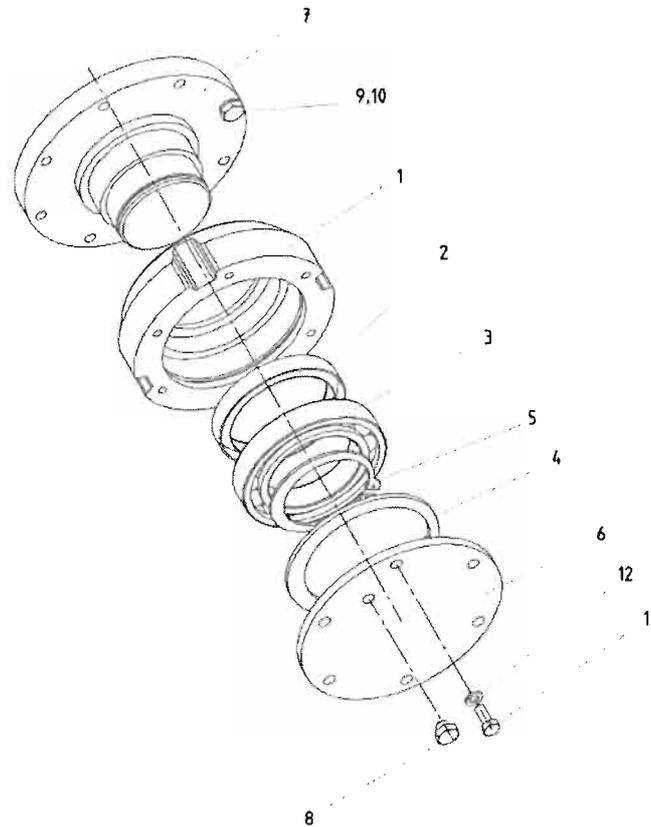
70	1	3011219	CONTRE-ECROU
71	1	9.942.0001.01	TUYAU D'ARTICULATION PIVOTANTE
91	6	3103225	MANCHON VISSE A CABLE
93	2	64467	COPRS DU BOULON A OEIL
94	12	4503000593	PORTE-BALAI DOUBLE
95	24	4503000549	BALAIS DE CHARBON
96	4	4503000598	PORTE-BALAI DOUBLE
97	8	4503000545	BALAIS DE CHARBON

F 3 : MOTOR-REDUCTEUR 4.906.0008.03



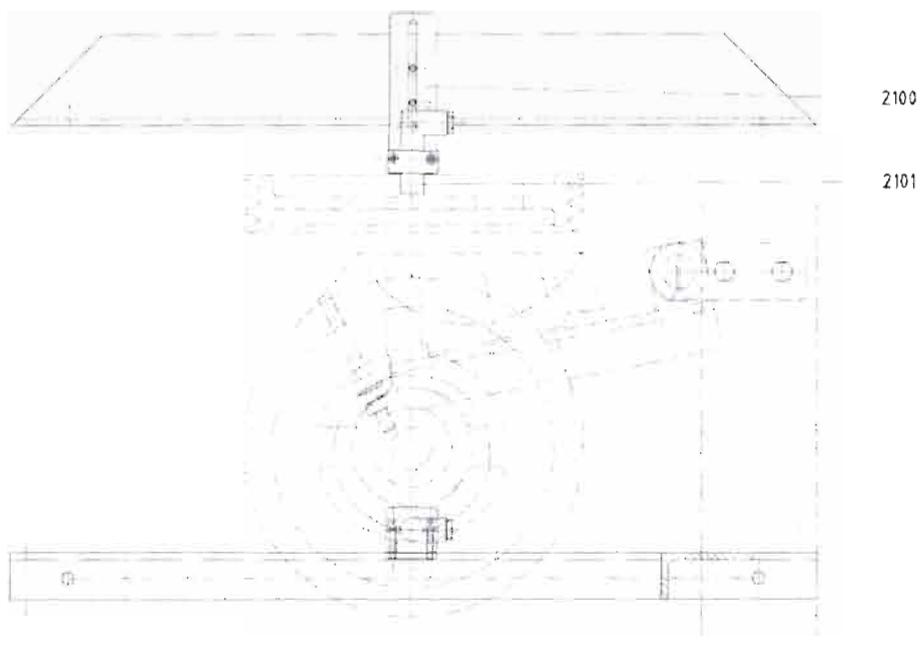
MOTOR-REDUCTEUR 4.906.0008.03			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
291	1	9.481.2960.04	MOTOR REDUCTEUR A ROUES DROITES
292	1	3.264.0477.04	POULIE A COURROIE TRAPEZOIDALE
293	3	4000851	COURROIE TRAPEZOIDALE
9500	1	2.906.0545.00	FIXATION DE MOTO-REDUCTEUR

F 4 : PALIER 4.911.0017.04



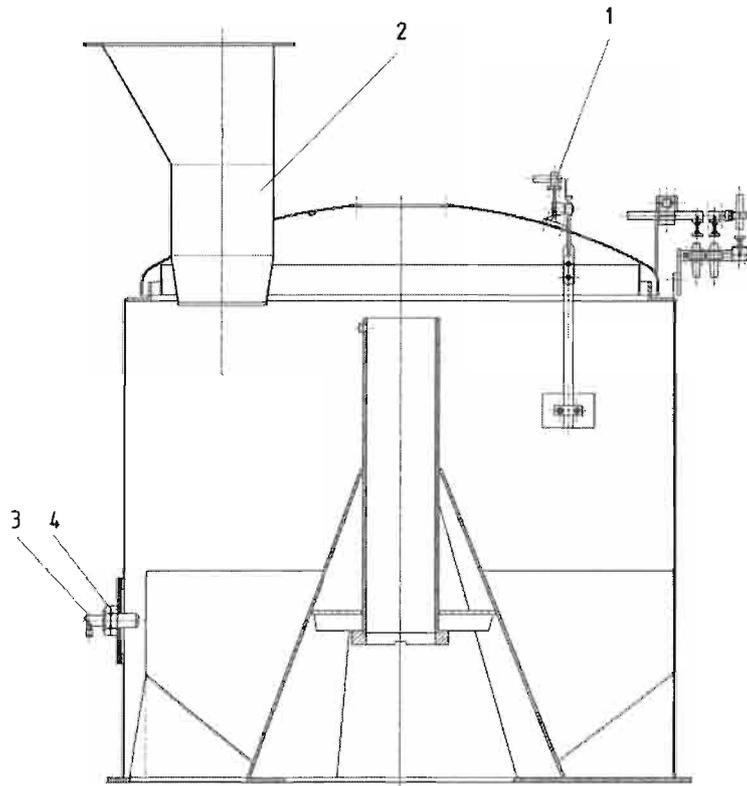
PALIER 4.911.0017.04			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	3.420.0012.03	ANNEAU DU PALIER
2	1	62331	BAGUES D'ETANCHEITE D'ARBRE
3	1	1003291	ROULEMENT RAINURE A BILLES
4	1	11812	ANNEAU D'ETANCHEITE
5	1	11649	ANNEAU D'ETANCHEITE
6	1	3.215.0328.04	COUVERCLE
7	1	3.396.0012.03	TOURILLON
8	1	54200	BOUCHON FILETE
9	6	5258	VIS A TETE HEXAGONALE
10	6	30111	RONDELLE A RESSORT
11	6	5225	VIS A TETE HEXAGONALE
12	6	30110	RONDELLE A RESSORT
9500	1	2.911.0177.03	PALIER

F 5 : DEMANDE VITESSE 4.903.0032.03



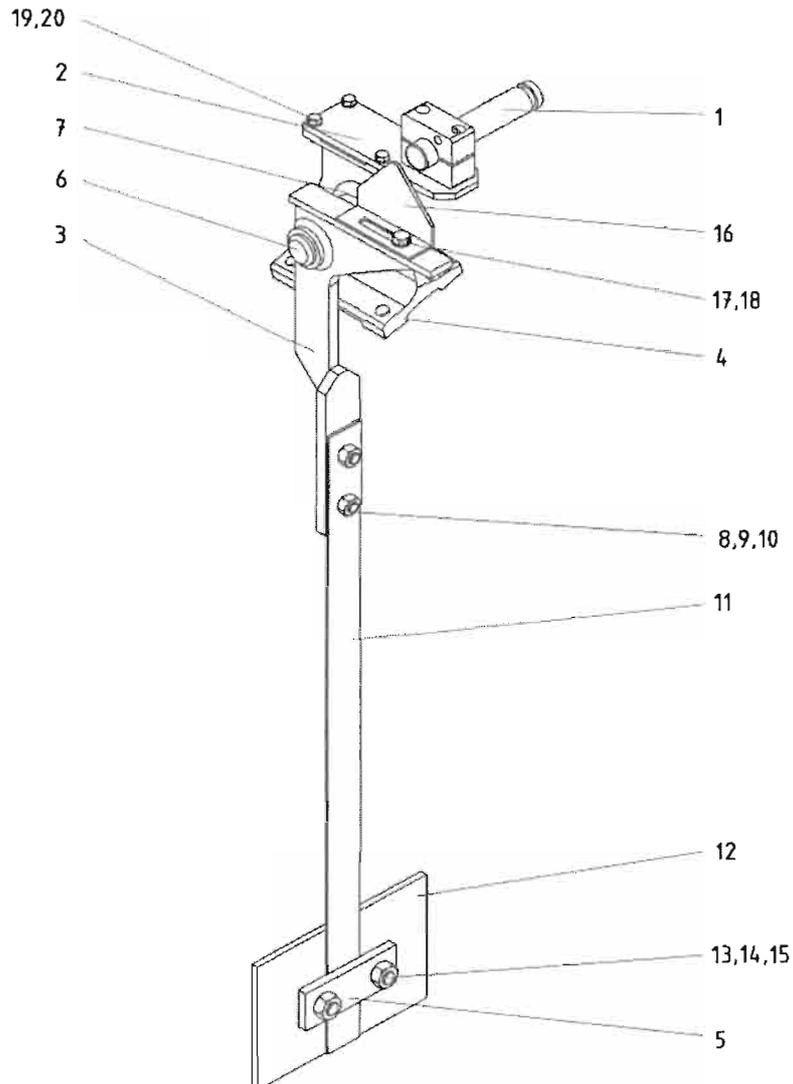
DEMANSE VITESSE 4.903.0032.03			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
2100	1	3.526.3505.04	CONSOLE
2101	1	2203000011	DETECTEUR
9500	1	2.903.0352.03	DEMANSE VITESSE

F 6 : ALIMENTATION PRODUIT 4.912.0089.01



ALIMENTATION PRODUIT 4.912.0089.01			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	4.901.0432.04	INDICATEUR DE NIVEAU
2	1	3.839.0643.03	ENTREE
3	1	3003000468	LIMITEUR DU NIVEAU DE REMPLISSAGE
4	1	3003000651	ADAPTATEUR DE MONTAGE PROTECTEUR

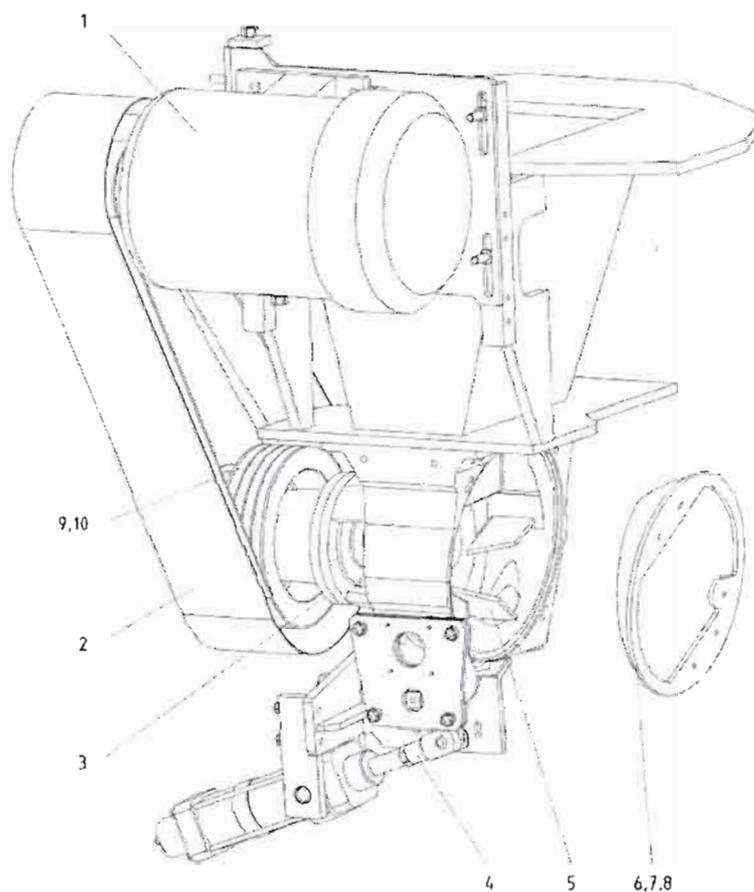
F 7 : INDICATEUR DE NIVEAU 4.901.0432.04



INDICATEUR DE NIVEAU 4.901.0432.04			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	2203000011	DETECTEUR
2	1	3.526.2143.04	FIXATION
3	1	3.490.0031.04	LEVIER DE COMMANDE
4	1	3.490.0032.04	SUPPORT
5	1	3.525.1026.04	ECLISSE
6	1	221635	BOULON
7	2	52182	VIS SANS TETE
8	2	5225	VIS A TETE HEXAGONALE
9	2	102114	ECROU HEXAGONAL
10	2	30110	RONDELLE A RESSORT

11	1	3.705.1051.04	LEVIER DE COMMANDE
12	1	3.705.1052.04	PALETTE DE CONTACT
13	2	5255	VIS A TETE HEXAGONALE
14	2	102115	ECROU HEXAGONAL
15	2	30111	RONDELLE A RESSORT
16	1	3.717.0357.04	PALETTE DE CONTACT
17	1	5169	VIS A TETE HEXAGONALE
18	1	30108	RONDELLE A RESSORT
19	1	30107	RONDELLE A RESSORT
20	4	5144	VIS A TETE HEXAGONALE
9500	1	2.901.0202.04	INDICATEUR DE NIVEAU

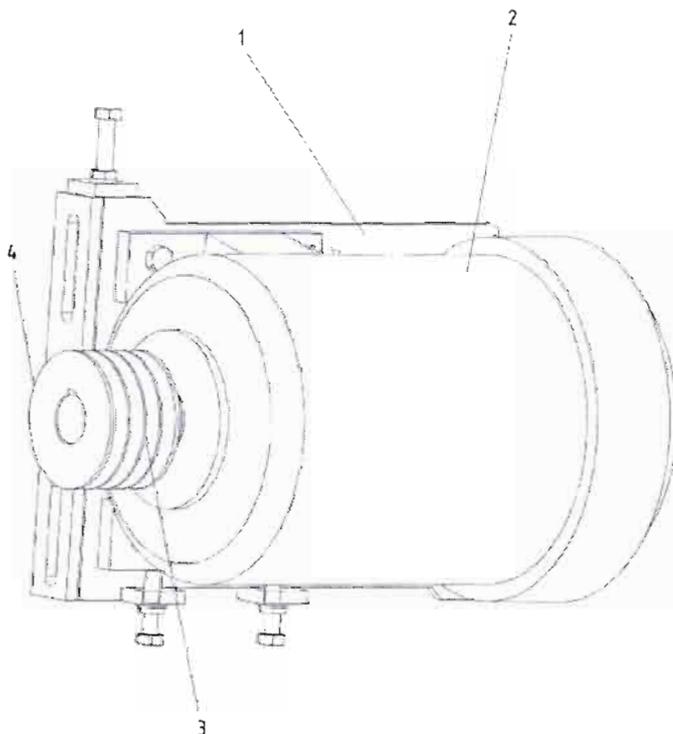
F 8 : STATION D'ENSACHAGE 4.905.0349.04



STATION D'ENSACHAGE 4.905.0349.04			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	4.919.0177.04	FIXATION DU MOTEUR DE LA TURBINE
2	1	2.918.3356.03	CAISSE DE PROTECTION
3	1	4.905.0173.03	ROULEMENT D'ARBRE DE REMPLISSAGE
4	1	4.918.1182.04	TRAPPE DE FERMETURE
5	1	3.709.1783.04	ROUE PORTE-PALETTES

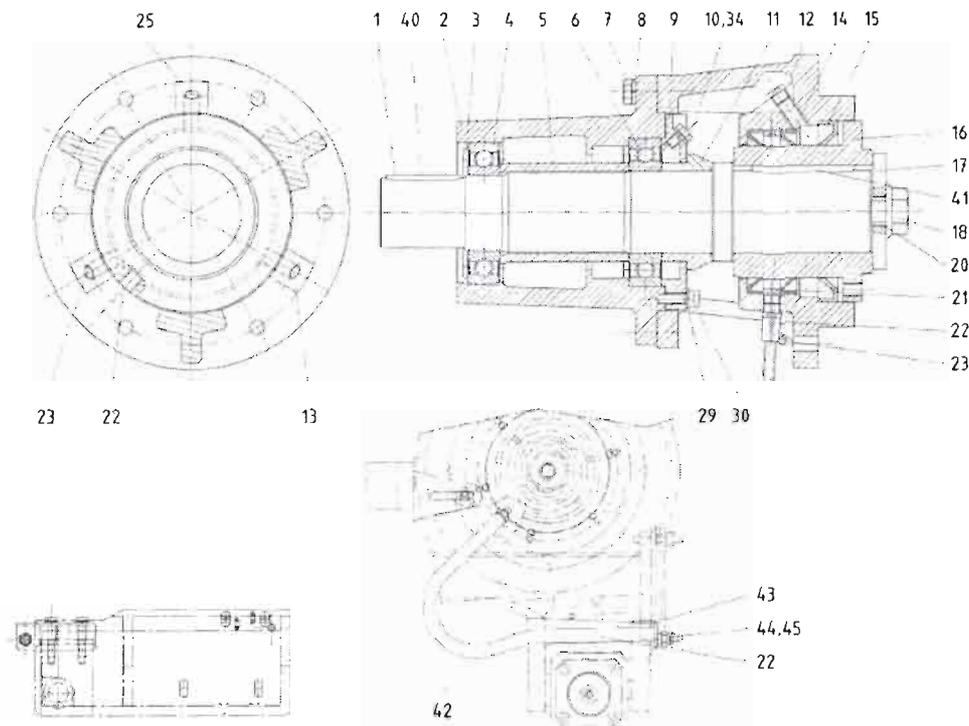
6	1	3.420.0027.03	COUVERCLE
7	1	4001285	BAGUE EN O
8	4	10573	VIS DE SECURITE
9	1	3.264.0020.03	POULIE A COURROIE TRAPEZOIDALE
10	1	3.205.0071.04	RONDELLE
9500	1	7.630001.00073	TAMBOUR DE REMPLISSAGE

F 9 : FIXATION DU MOTEUR DE LA TURBINE 4.919.0177.04



FIXATION DU MOTEUR DE LA TURBINE 4.919.0177.04			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	3.387.0241.03	CONSOLE DE MOTEUR
2	1	9.481.0900.05	MOTEUR A COURANT TRIPHASE
3	1	3.264.0193.04	POULIE A COURROIE TRAPEZOIDALE
4	4	4000033	COURROIE TRAPEZOIDALE
9500	1	2.919.1047.03	FIXATION DU MOTEUR DE LA TURBINE

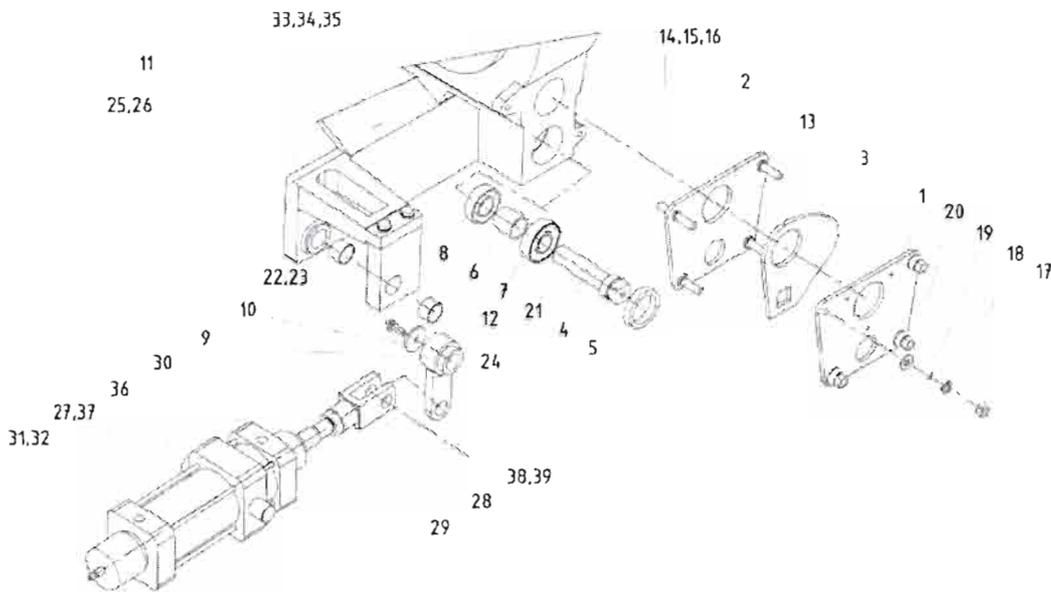
F 10 : ROULEMENT D'ARBRE DE REMPLISSAGE 4.905.0173.03



ROULEMENT D'ARBRE DE REMPLISSAGE 4.905.0173.03			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	2.922.0031.03	ARBRE
2	1	3.420.0057.03	BOITARD
3	1	4000011	JOINT NILOS
4	1	1003330	ROULEMENT RAINURE A BILLES
5	1	3.100.0025.04	DOUILLE D'ECARTEMENT
6	1	1003331	ROULEMENT RAINURE A BILLES
7	6	5227	VIS A TETE HEXAGONALE
8	6	30314	RONDELLE ELASTIQUE
9	1	3.245.0009.04	COUVERCLE
10	1	5165	VIS A TETE HEXAGONALE
11	1	3.215.1157.04	DOUILLE D'ECARTEMENT
12	1	3.410.0010.02	BOITIER
13	1	9.930.0002.07	BOUCHON FILETE
14	2	62368	BAGUES D'ETANCHEITE D'ARBRE
15	1	62369	BAGUES D'ETANCHEITE D'ARBRE
16	1	3.410.0014.04	MOYEU
17	1	3.205.3128.04	RONDELLE
18	1	10583	VIS DE SECURITE
20	1	5009210	BAGUE EN O
21	1	3.265.0039.04	RONDELLE D'ECARTEMENT
22	1	2.918.3153.03	CONDUITE DE GRAISSAGE
23	1	9.930.0002.07	BOUCHON FILETE

25	1	4003472	GRAISSEUR A CLAPET
29	3	47556	RONDELLE A RESSORT
30	3	25054	VIS A TETE FENDUE CYLINDRIQUE
34	1	10800	RONDELLE DE JOINT
40	1	202515	RESSORT D'AJUSTAGE
41	1	202499	RESSORT D'AJUSTAGE
42	1	5009648	TUYAU
43	1	3.717.0909.03	SUPPORT
44	1	9.933.0001.08	MANCHON
45	1	104270	NIPPLE DE GRAISSAGE CONIQUE
9500	1	2.905.1190.02	ROULEMENT D'ARBRE DE REMPLISSAGE

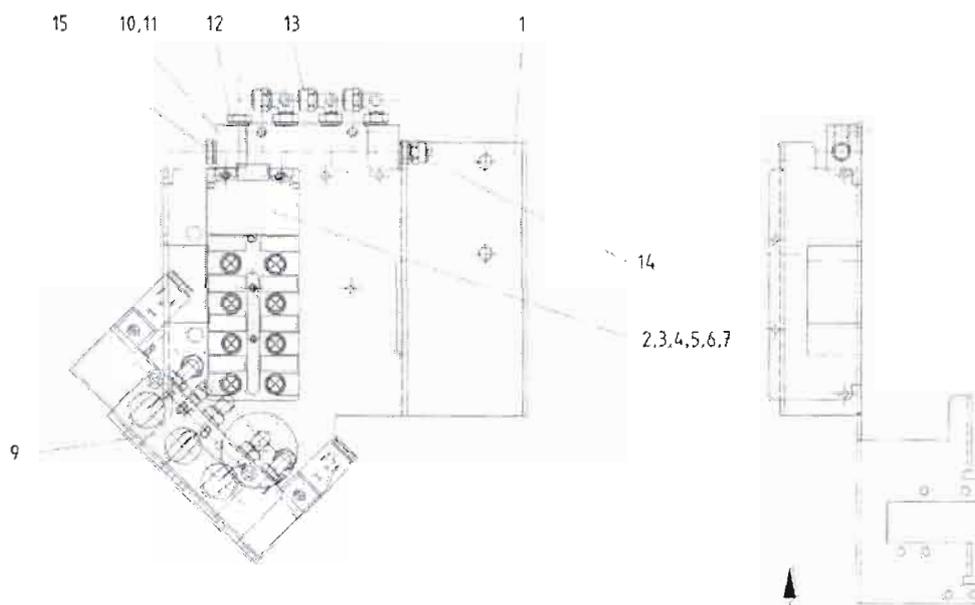
F 11 : TRAPPE DE FERMETURE 4.918.1182.04



TRAPPE DE FERMETURE 4.918.1182.04			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	3.706.0350.03	PLAQUE D'USURE
2	1	3.706.0349.03	PLAQUE D'USURE
3	1	3.705.6057.03	TRAPPE DE FERMETURE
4	1	3.026.0226.04	BOULON DE PALIER
5	1	3.100.0309.04	DOUILLE D'ECARTEMENT
6	1	3.100.0308.04	DOUILLE D'ECARTEMENT
7	1	1003114	ROULEMENT RAINURE A BILLES
8	1	1003109	ROULEMENT RAINURE A BILLES
9	1	2.907.0187.04	LEVIER
10	1	3.205.0956.04	RONDELLE
11	1	3.430.0005.02	SUPPORT
12	1	3.526.2415.04	SUPPORT
13	2	3.026.0257.04	BOULON DE GUIDAGE
14	2	3.026.0258.04	BOULON DE GUIDAGE

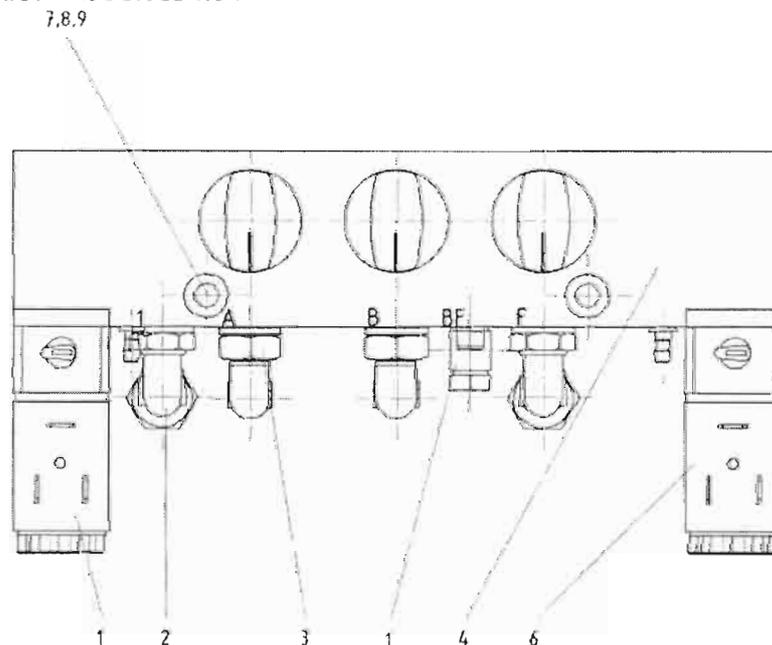
15	4	102114	ECROU HEXAGONAL
16	2	30314	RONDELLE ELASTIQUE
17	4	65394	ECROU HEXAGONAL
18	4	56507	RONDELLE
19	4	4007868	BAGUE EN O
20	4	73362	RESSORT A RONDELLE
21	1	202454	RESSORT D'AJUSTAGE
22	1	5171	VIS A TETE HEXAGONALE
23	1	30108	RONDELLE A RESSORT
24	2	4004323	DOUILLE
25	2	5230	VIS A TETE HEXAGONALE
26	2	30110	RONDELLE A RESSORT
27	1	2.904.0464.09	LOT DE PIECES DE MONTAGE
28	1	9.940.0012.02	TETE DE FOURCHE
29	1	101306	ECROU HEXAGONAL
30	1	9.930.0010.01	MANCHON VISSE
31	1	9.933.0003.15	NIPPLE DE REDUCTION
32	1	9.930.0001.22	MANCHON VISSE
33	2	5255	VIS A TETE HEXAGONALE
34	2	30111	RONDELLE A RESSORT
35	2	37114	GOUILLE DE TENSION
36	1	9.913.0017.01	SOUPAPE D'ETRANGLEMENT DE RETENUE
37	1	9.909.0091.24	POCHETTE DE RECHANGE
9500	1	2.918.1396.09	TRAPPE DE FERMETURE

F 12 : AERATION 4.931.0033.03



AERATION 4.931.0033.03			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	3.737.0331.02	PLAQUE DE RECEPTION
2	1	3503002522	DISTRIBUTEUR CAPTEUR-ACTIONNEUR
3	5	3503003442	ELEMENT DE RACCORDEMENT RAPIDE
4	1	3503000298	RECOUVREMENT
5	3	3503003441	CAPOT DE PROTECTION
6	1	3100951	CONDUIT
7	4	24128	VIS A TETE FENDUE CYLINDRIQUE
9	1	4.931.0134.04	AERATION
10	1	9.918.0098.10	BLOC DE DISTRIBUTEUR
11	2	5151	VIS A TETE HEXAGONALE
12	1	9.930.0002.07	BOUCHON FILETE
13	3	9.930.0001.22	MANCHON VISSE
14	1	9.930.0015.01	MANCHON VISSE
15	1	9.930.0003.07	BOUCHON FILETE
9500	1	2.948.2004.03	UNITE DE COMMANDE

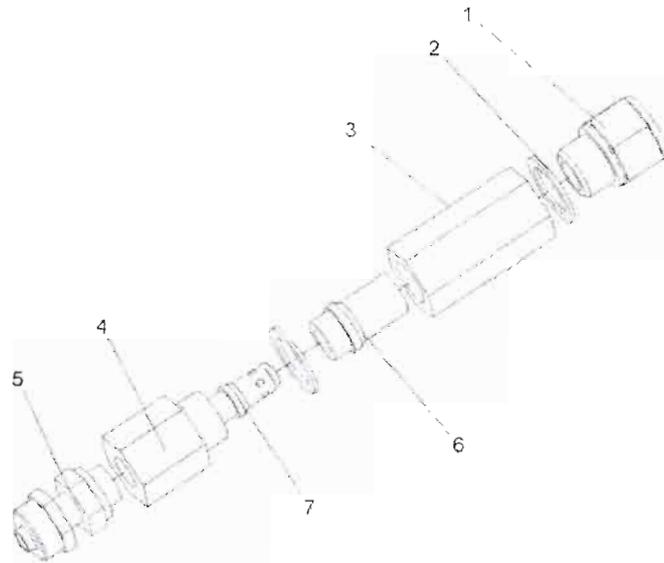
F 13 : AERATION 4.931.0134.04



AERATION 4.931.0134.04			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	3	9.930.0001.05	MANCHON VISSE ARTICULE
2	2	9.930.0001.22	MANCHON VISSE
3	2	9.930.0004.22	MANCHON VISSE
4	1	9.910.0124.08	BLOC D'ETRANGLEURS FINS
6	2	3203632	CONNECTEUR DE VANNE
7	2	24134	VIS A TETE FENDUE CYLINDRIQUE

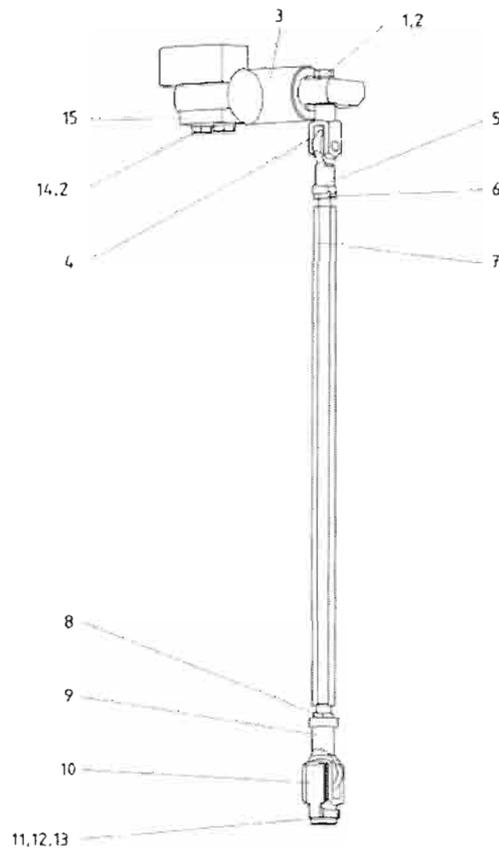
8	2	240108	RONDELLE
9	2	102110	ECROU HEXAGONAL
9500	1	2.931.0132.04	AERATION

F 14 : TUYERE D'AERATION 4.901.0486.04



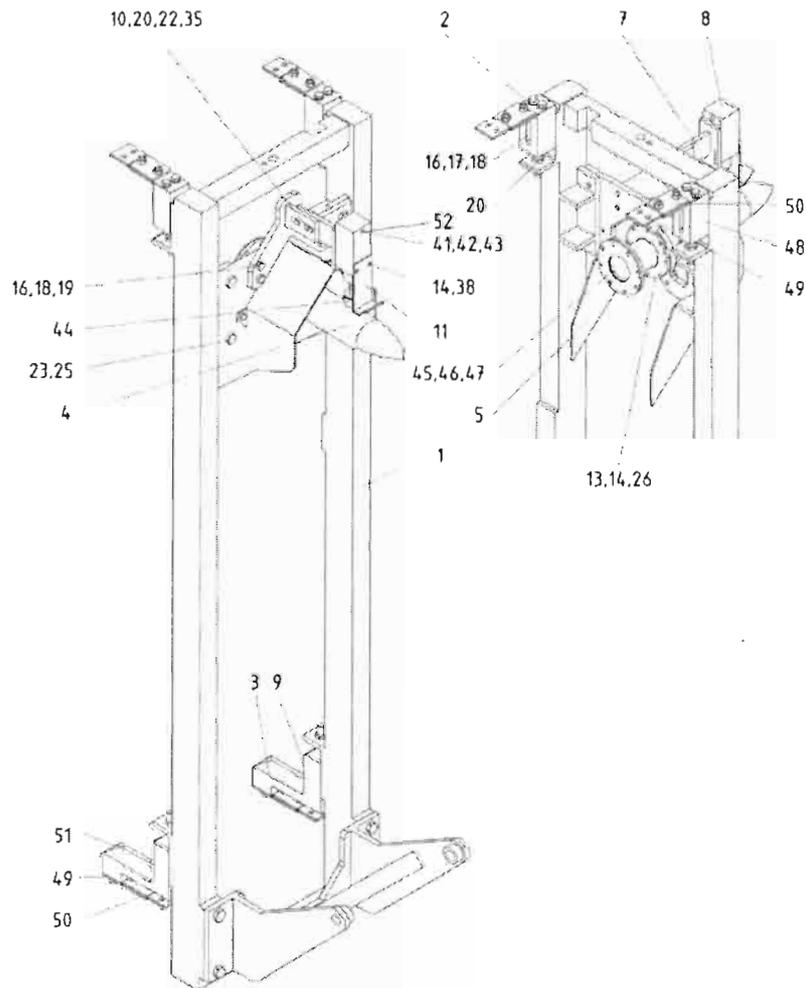
TUYERE D'AERATION 4.901.0486.04			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	9.933.0005.15	NIPPLE DE REDUCTION
2	2	9.939.0003.01	RONDELLE DE JOINT
3	1	3.506.1934.04	PIECE DE JOINTURE
4	1	2.901.0210.04	TUYERE D'AERATION
5	1	9.930.0010.01	MANCHON VISSE
6	1	4001900	TUYAU
7	1	3.506.0209.04	TUYERE D'AERATION
9500	1	2.901.0279.04	TUYERE D'AERATION

F 15 : JAUGE DE CONTRAINTE 4.910.0075.04



JAUGE DE CONTRAINTE 4.910.0075.04			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	1093	VIS A TETE HEXAGONALE
2	3	30314	RONDELLE ELASTIQUE
3	1	3007793	CELLULE DE PESEE
4	1	9.940.0013.01	CHAPE
5	1	9.941.0015.04	TETE ARTICULEE
6	1	101299	ECROU HEXAGONAL
7	1	3.506.0858.04	TIGE DE TRACTION
8	1	102216	ECROU HEXAGONAL
9	1	9.941.0006.04	TETE ARTICULEE
10	1	9.940.0017.01	CHAPE
11	2	56508	RONDELLE
12	2	30315	RONDELLE ELASTIQUE
13	1	1117	VIS A TETE HEXAGONALE
14	2	1094	VIS A TETE HEXAGONALE
15	1	3.525.2701.04	PLAQUE PLATTE
9500	1	2.910.0606.09	JAUGE DE CONTRAINTE

F 16 : CHAISE PORTE-SAC 4.918.1209.04

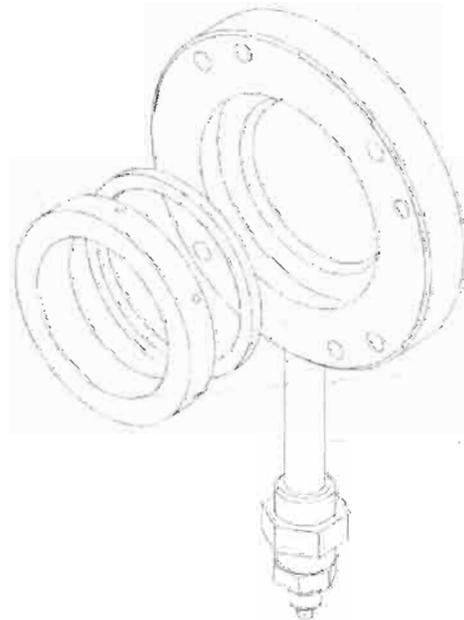


CHAISE PORTE-SAC 4.918.1209.04			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	3.320.0802.03	CHAISE PORTE-SAC
2	2	2.901.0281.04	CONTRE-TIGE A RESSORT A LAMES
3	2	2.901.0280.04	CONTRE-TIGE A RESSORT A LAMES
4	1	3.167.1098.03	TUYERE DE REMPLISSAGE
5	1	3.739.0564.02	CAPOT DE POUSSIERE
7	1	3.535.0802.03	SUPPORT
8	1	2.900.1187.04	UNITE DE DETECTION
9	2	3.705.7322.04	PLAQUE PLATTE
10	2	5257	VIS A TETE HEXAGONALE
11	1	3.725.0234.04	PLAQUE DE GUIDAGE
13	2	3.205.2364.04	BRIDE DE SERRAGE
14	12	30108	RONDELLE A RESSORT
16	20	30110	RONDELLE A RESSORT
17	8	1103	VIS A TETE HEXAGONALE
18	12	240112	RONDELLE
19	4	5225	VIS A TETE HEXAGONALE

20	14	102115	ECROU HEXAGONAL
22	10	240113	RONDELLE
23	5	30111	RONDELLE A RESSORT
25	4	5255	VIS A TETE HEXAGONALE
26	10	5166	VIS A TETE HEXAGONALE
35	4	56508	RONDELLE
40	1	2.900.1187.04	UNITE DE DETECTION
41	1	9.909.0008.14	POCHETTE DE RECHANGE
42	2	9.939.0002.01	RONDELLE DE JOINT
43	1	9.939.0001.01	RONDELLE DE JOINT
44	1	3.427.0062.04	BUTEE
45	1	3.115.0062.04	TUBULURE
46	1	3.417.0222.04	TUYAU DE JONCTION
47	2	3.206.0458.04	BRIDE
48	1	2.906.0729.04	SUPPORT DE CONTRE-TIGE
49	2	3.705.7322.04	PLAQUE
50	1	2.906.0730.04	BRAS DE RAPPEL BAS
51	1	3.490.0087.04	SUPPORT
9500	1	2.918.3017.03	CHAISE PORTE-SAC
9501	1	2.918.1623.04	LIAISON PAR TUYAU

F 17 : AERATION CIRCULAIRE 4.917.0041.04

4 3 2 1 8



9

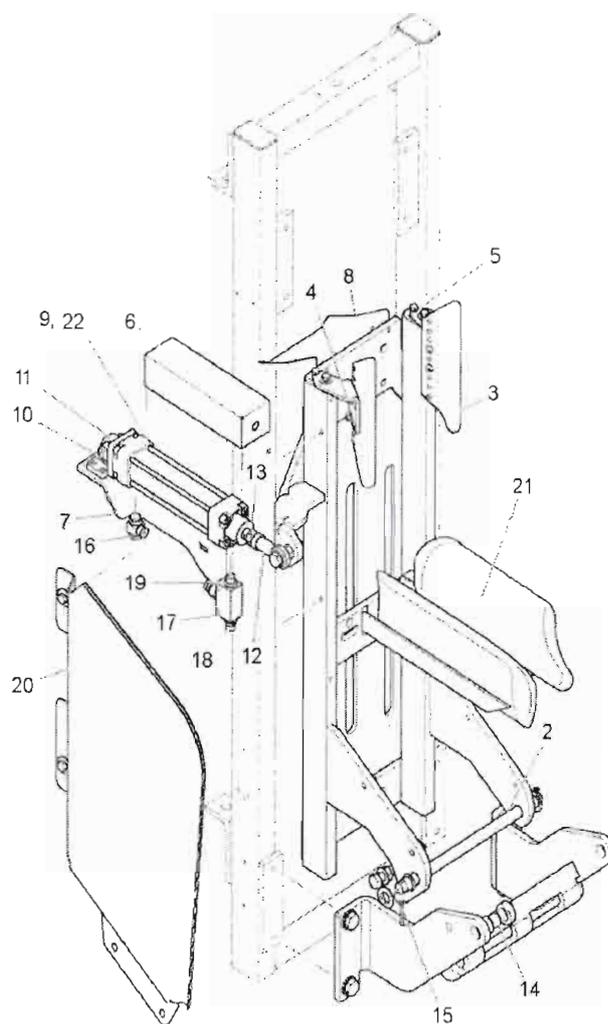
6

7

5

AERATION CIRCULAIRE 4.917.0041.04			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	4	32019	VIS A TETE FRAISEE
2	1	3.227.0036.03	PIECE DE RACCORDEMENT
3	1	3.205.2824.04	BAGUE EN FEUTRE
4	1	3.207.0156.04	PIECE INTERIEURE DE BUSE
5	1	9.930.0003.01	MANCHON VISSE
6	1	205733	RACCORD DOUBLE CYLINDRIQUE
7	1	9.933.0001.08	MANCHON
8	1	3.705.7367.04	JOINT
9500	1	2.917.0399.04	AERATION CIRCULAIRE

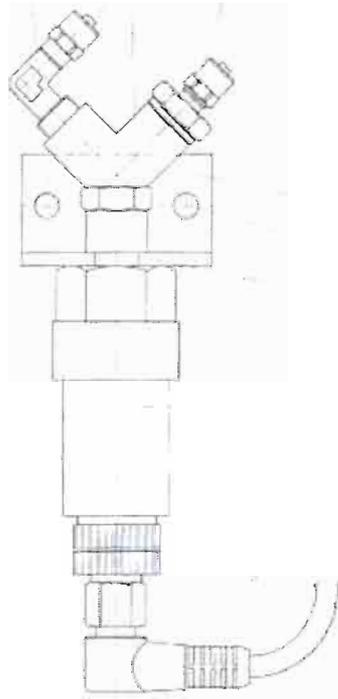
F 18 : SELLE BASCULANTE 4.910.0086.04



SELLE BASCULANTE 4.910.0086.04			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	3.199.0648.01	CADRE BASCULANT
2	1	3.005.0174.04	BOULON
3	1	3.436.0103.04	TOLE DE REPOUSSEMENT
4	1	3.715.3014.04	SUPPORT
5	1	3.715.3013.04	SUPPORT
6	1	3.725.0164.04	CAPOT DE RECOUVREMENT
7	1	3.430.0008.02	APPUI DE VERIN
8	1	3.735.0583.04	DEVIATEUR DES REFUS
9	1	9.901.0305.31	VERIN
10	1	9.908.0002.20	SUPPORT
11	1	9.908.0002.21	FIXATION PIVOTANTE
12	1	9.941.0035.04	TETE ARTICULEE
13	1	102156	ECROU HEXAGONAL
14	2	4008824	DOUILLE COLLERETTE
15	2	30583	GOUPILLE FENDUE
16	1	9.913.0017.01	SOUPAPE D'ETRANGLEMENT DE RETENUE
17	1	9.910.0076.06	SOUPAPE D'ETRANGLEMENT DE RETENUE
18	1	9.930.0011.01	MANCHON VISSE
19	1	9.933.0003.01	RACCORD DOUBLE
20	1	3.733.0060.01	TOLE DE GUIDE-SACS
21	1	3.389.0304.03	SELLE
9500	1	2.910.0491.01	SELLE BASCULANTE

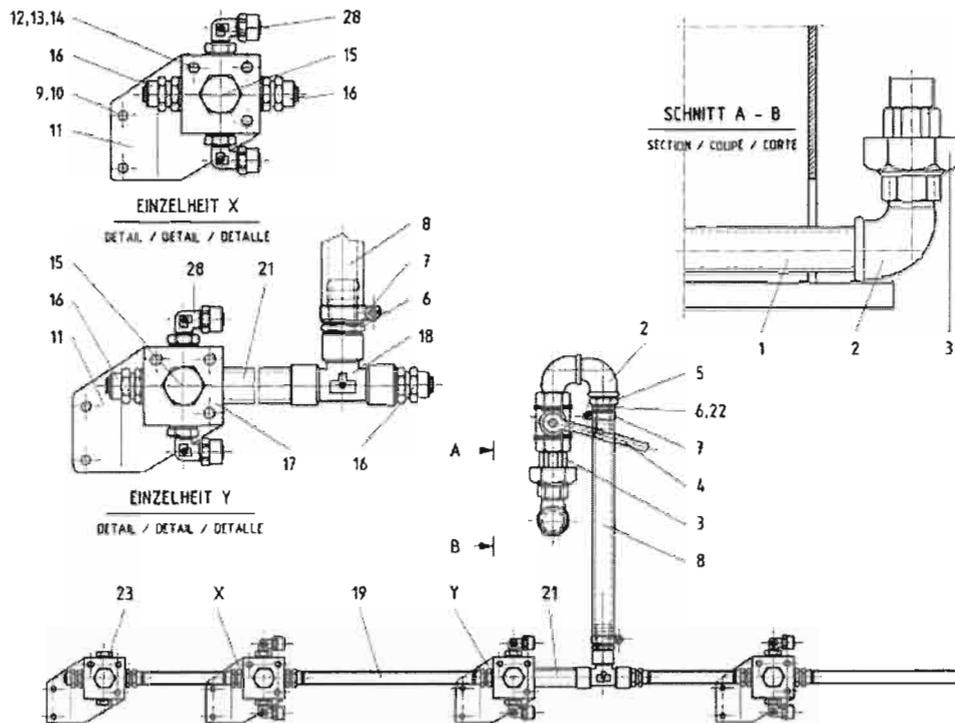
F 19 : MANOCONTACTEUR 4.933.0028.04

3 2 1

4
5,6
7
8
9

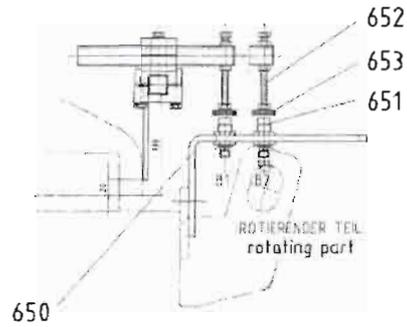
MANOCONTACTEUR 4.933.0028.04			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	9.930.0001.02	MANCHON VISSE
2	1	9.930.0001.29	CONNECTEUR
3	1	9.930.0003.01	MANCHON VISSE
4	1	3.715.2012.04	PORTE-DETECTEUR
5	2	5140	VIS A TETE HEXAGONALE
6	2	30107	RONDELLE A RESSORT
7	1	9.939.0002.01	RONDELLE DE JOINT
8	1	9.910.0023.16	MANOCONTACTEUR
9	1	3503002535	BOITE DE L'ACCOUPLMENT
9500	1	2.933.0123.04	MANOCONTACTEUR

F 20 : DISTRIBUTION D'AIR 4.941.0051.02



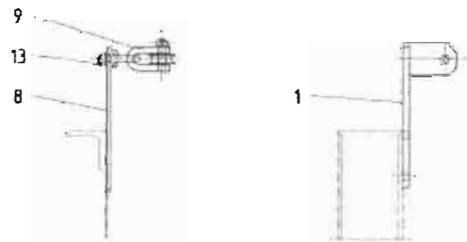
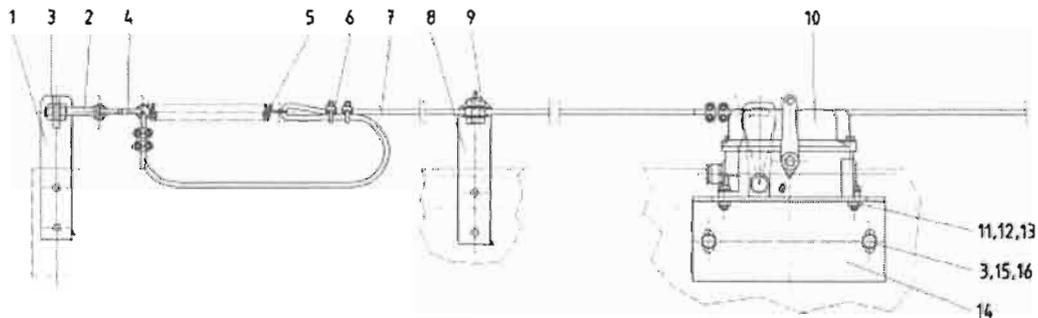
DISTRIBUTION D'AIR 4.941.0051.02			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	3.100.0735.04	TUYAU
2	3	3010688	ANGLE
3	1	3011288	MANCHON VISSE
4	1	9.912.0039.01	SOUPAPE A BILLE
5	1	3011148	NIPPLE DE REDUCTION
6	2	9.934.0130.02	NIPPLE POUR TUYAUX
7	2	1028031	COLLIER DE SERRAGE A VIS SANS FIN
8	1	5005457	TUYAU
12	16	5179	VIS A TETE HEXAGONALE
13	16	30108	RONDELLE A RESSORT
14	16	102112	ECROU HEXAGONAL
15	8	9.930.0005.07	BOUCHON FILETE
16	16	9.930.0022.01	MANCHON VISSE
17	8	3.516.1108.04	DISTRIBUTEUR D'AIR
18	1	9.931.0004.03	RACCORD EN T
19	1	5005505	TUYAU
21	1	205762	RACCORD DOUBLE CYLINDRIQUE
22	2	9.939.0005.01	RONDELLE DE JOINT
28	8	9.930.0003.22	MANCHON VISSE
9500	1	2.941.0264.02	DISTRIBUTION D'AIR

F 21 : SYSTEME DE COMMANDE 4.918.0645.01



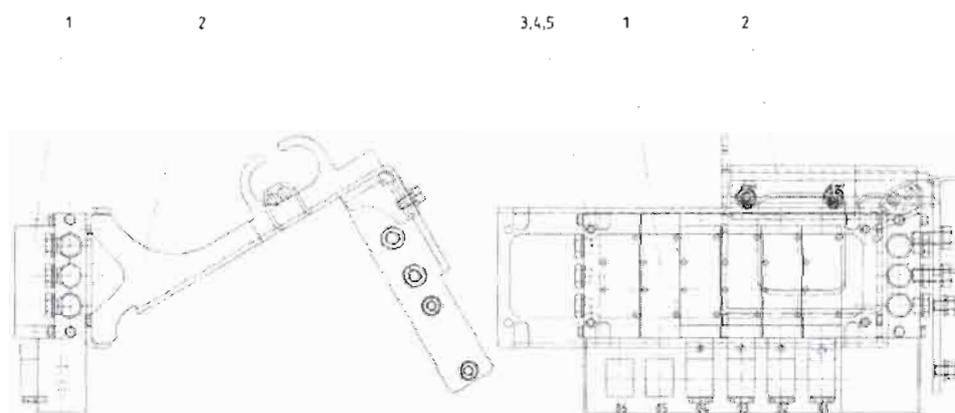
SYSTEME DE COMMANDE 4.918.0645.01			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
650	8	3.717.0992.04	SUPPORT
651	16	2203000059	DETECTEUR
652	7	5243	VIS A TETE HEXAGONALE
653	7	62637	ECROU MOLETE
9500	1	2.918.0910.09	SYSTEME DE COMMANDE

F22 : INTERRUPTEUR A CORDON DE DECLENCHEMENT 4.917.0033.02



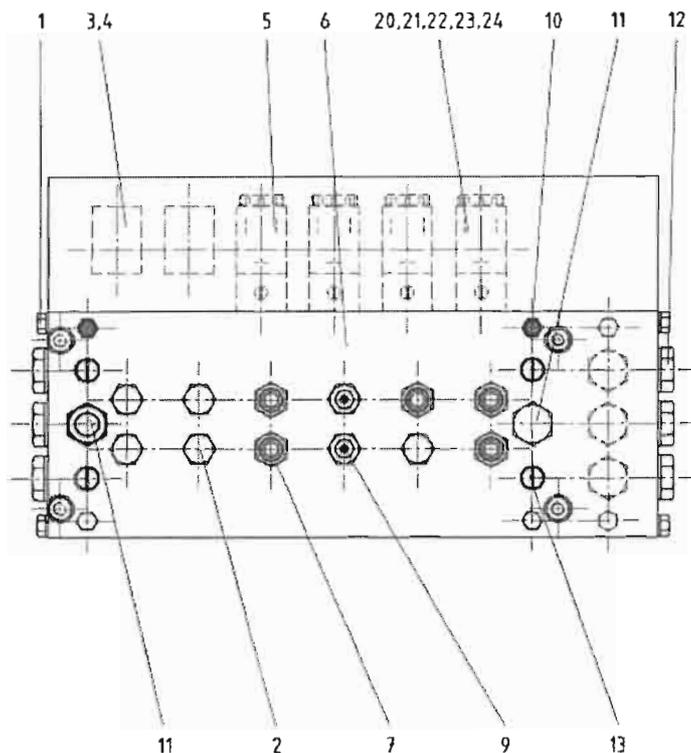
INTERRUPTEUR A CORDON DE DECLENCHEMENT 4.917.0033.02			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	2	3.529.1765.04	SUPPORT
2	2	64443	COPRS DU BOULON A OEIL
3	6	102115	ECROU HEXAGONAL
4	2	9.881.0023.01	PORTE-CLES
5	2	4000478	RESSORT DE TENSION
6	12	54151	PINCE-CABLE
7	1	4003059	CABLE METALLIQUE
8	10	3.525.3882.04	SUPPORT
9	10	2.917.0242.04	BOBINE
10	1	3102793	INTERRUPTEUR D'URGENCE PAR CABLE
11	2	5227	VIS A TETE HEXAGONALE
12	2	30110	RONDELLE A RESSORT
13	8	102114	ECROU HEXAGONAL
14	1	3.717.0530.04	CONSOLE
15	2	5253	VIS A TETE HEXAGONALE
16	2	30111	RONDELLE A RESSORT
9500	1	2.917.0060.09	INTERRUPTEUR A CORDON DE DECLENCHEMENT

F 22 : UNITE DE COMMANDE 2.948.1959.03



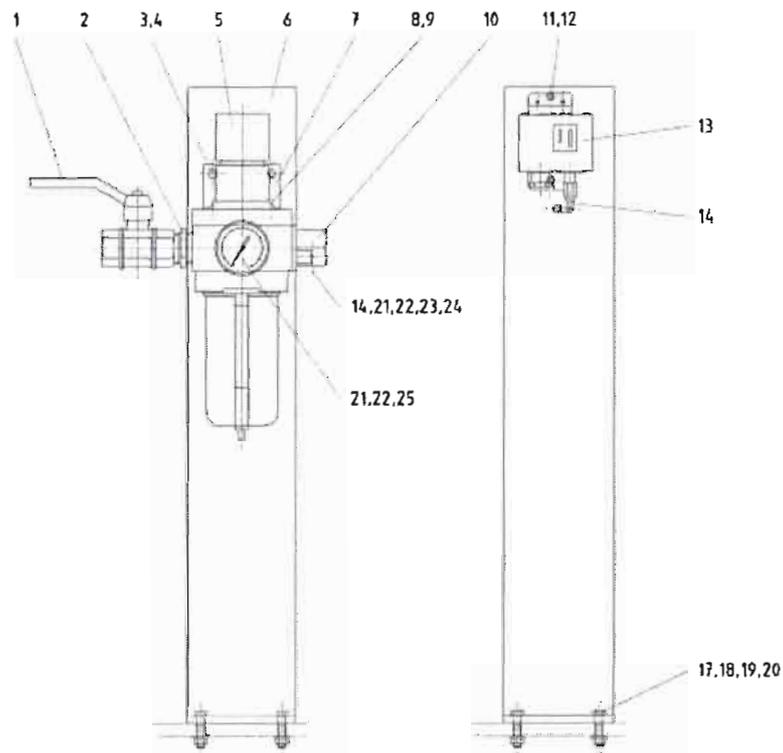
UNITE DE COMMANDE 2.948.1959.03			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	2.930.0360.04	ELEMENT DE CONNEXION
2	1	2.948.1952.03	UNITE DE COMMANDE
3	4	5166	VIS A TETE HEXAGONALE
4	4	30108	RONDELLE A RESSORT
5	4	101298	ECROU HEXAGONAL

F 23 : ELEMENT DE CONNEXION 4.930.0058.04



ELEMENT DE CONNEXION 4.930.0058.04			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	8	9.930.0001.07	BOUCHON FILETE
2	5	9.930.0002.07	BOUCHON FILETE
3	2	9.918.0069.10	PLAQUE D'ENCLENCHEMENT
4	2	9.918.0088.10	PLAQUE D'ETANCHEITE
5	4	9.910.0057.08	ELECTROVANNE
6	1	9.910.0155.08	TERMINAL DE VANNE
7	5	9.930.0010.01	MANCHON VISSE
9	2	9.930.0003.01	MANCHON VISSE
10	2	9.930.0001.01	MANCHON VISSE
11	1	9.930.0015.01	MANCHON VISSE
12	10	9.930.0003.07	BOUCHON FILETE
13	4	9.938.0002.01	SILENCIEUX
20	4	9.919.0016.04	BOBINE
21	4	9.918.0070.10	ECROU MOLETE
22	4	9.919.0018.04	COMMANDE PILOTE
23	4	3203631	CONNECTEUR DE VANNE
24	4	9.919.0007.04	POCHETTE DE RECHANGE
9500	1	2.930.0360.04	ELEMENT DE CONNEXION

F 24 : UNITE DE COMMANDE 4.948.0005.02



UNITE DE COMMANDE 4.948.0005.02			
Poste	Quantité	Numéro de pièce	Dénomination
1	1	9.912.0042.01	SOUPAPE A BILLE
2	1	3011184	RACCORD DOUBLE
3	2	5220	VIS A TETE HEXAGONALE
4	2	30110	RONDELLE A RESSORT
5	1	9.925.0011.02	REGULATEUR DU FILTRE
6	1	3.715.2818.04	SUPPORT
7	1	9.928.0015.03	CORNIERE DE FIXATION
8	2	5165	VIS A TETE HEXAGONALE
9	2	30108	RONDELLE A RESSORT
10	1	9.928.0016.03	PIECE DE RACCORDEMENT
11	2	5140	VIS A TETE HEXAGONALE
12	2	30107	RONDELLE A RESSORT
13	1	9.910.0001.16	MANOCONTACTEUR
14	2	9.930.0004.22	MANCHON VISSE
17	2	5231	VIS A TETE HEXAGONALE
18	2	102114	ECROU HEXAGONAL
19	2	30110	RONDELLE A RESSORT
20	2	14400	RONDELLE EN U
21	1	9.930.0003.07	BOUCHON FILETE
22	2	9.939.0003.01	RONDELLE DE JOINT

23	2	9.933.0002.03	NIPPLE DE REDUCTION
24	1	4000164	TUYAU
25	1	9.924.0002.01	MANOMETRE
9500	1	2.948.1537.02	UNITE DE COMMANDE
9501	0	2.918.1701.09	MANCHON VISSE

ANNEXE G : Historiques des machines 3 et 6.

Historique De La Machine 3

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/10/2008	4h 10mn		fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
22/11/2008		1 mois	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
20/12/2008		28 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
13/01/2009	44mn	20 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction

Courroie SPA 1157				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
03/10/2008			usure	remplacement courroies
24/11/2008		1 mois 21 jours	usure	remplacement courroies
23/12/2008		1 mois 1 jour	usure	remplacement courroies
10/02/2009	10mn	1 mois 28 jours	usure	remplacement courroies
10/03/2009		1 mois	usure	remplacement courroies
21/04/2009	7mn	1 mois 11 jours	usure	remplacement courroies

Buse de fluidisation				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/10/2008	4h 10mn			remplacement buse de fluidisation
23/12/2008		2 mois		remplacement buse de fluidisation

Moteur				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
30/04/2009	1h 19mn		blochage	remplacement moteur
19/05/2009	1h 26mn	4 mois	blochage	remplacement moteur

BEC 2

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/10/2008	4h 10mn		fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
22/11/2008		1 mois	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
23/12/2008		1 mois	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
06/01/2009	2h 30mn	13 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
18/02/2009		1 mois 12 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
16/04/2009		1 mois 28 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
06/05/2009	2h 30mn	20 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction

Courroie SPA 1157				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
01/11/2008			usure	remplacement courroies
16/12/2008	7mn	1 mois 15 jours	usure	remplacement courroies
06/01/2009	2h 30mn	20 jours	usure	remplacement courroies
18/02/2009		1 mois 12 jours	usure	remplacement courroies
05/05/2009	10mn	2 mois 17 jours	usure	remplacement courroies
30/05/2009	10mn	25 jours	usure	remplacement courroies

Buse de fluidisation				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/ 10/ 2008	4h 10mn			remplacement buse de fluidisation
23/ 12/ 2008		2 mois		remplacement buse de fluidisation

BEC 3

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/10/2008	4h 10mn		fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
22/11/2008		1 mois	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
23/12/2008		1 mois	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
06/01/2009	2h 30mn	13 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
18/03/2009		2 mois 12 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
16/04/2009		28 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
06/05/2009	2h 30mn	20 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction

Courroie SPA 1157				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
13/10/2008			usure	remplacement courroies
23/12/2008		2 mois 10 jours	usure	remplacement courroies
03/03/2009	15mn	1 mois 11 jours	usure	remplacement courroies
12/04/2009	13mn	1 mois 9 jours	usure	remplacement courroies
06/05/2009	2h 30mn	24 jours	usure	remplacement courroies

Buse de fluidisation				
date	durée d'interv	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/10/2008	4h 10mn			remplacement buse de fluidisation
23/12/2008		2 mois		remplacement buse de fluidisation

Turbine de remplissage				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
13/ 01/ 2009	38mn		blocage	remplacement turbine
19/ 05/ 2009	1h 26mn	4 mois 6 jours	blocage	remplacement turbine

BEC 4

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/10/2008	4h 10mn		fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
23/12/2008		2 mois	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
18/03/2009		1 mois 25 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
16/04/2009		1 mois	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
04/05/2009		18 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction

Courroie SPA 1157				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
01/11/2008			usure	remplacement courroies
23/12/2008		1 mois 22 jours	usure	remplacement courroies
16/02/2009	9mn	1 mois 23 jours	usure	remplacement courroies
03/04/2009	12mn	1 mois 17 jours	usure	remplacement courroies

Buse de fluidisation				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/10/2008	4h 10mn		fuite matiere	remplacement buse de fluidisation
23/12/2008		2 mois	fuite matiere	remplacement buse de fluidisation

BEC 5

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/10/2008	4h 10mn		fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
01/11/2008		8 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
22/11/2008		21 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
20/12/2008		28 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
13/01/2009	38mn	23 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
13/03/2009		1 mois 20jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction

Courroie SPA 1157				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/10/2008	4h 10mn		usure	remplacement courroies
03/03/2009	15mn	2 mois 10 jours	usure	remplacement courroies
08/03/2009	10mn	5 jours	usure	remplacement courroies

BEC 6

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/10/2008	4h 10mn		fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
22/11/2008		1 mois	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
18/12/2009		26 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
16/01/2009		28 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
09/02/2009	38mn	25 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction

Courroie SPA 1157				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/10/2008	4h 10mn		usure	remplacement courroies
29/11/2008		1 mois 6 jours	usure	remplacement courroies
29/01/2009	24mn	1 mois	usure	remplacement courroies
15/03/2009	12mn	1 mois 16 jours	usure	remplacement courroies
16/04/2009		1 mois 2 jours	usure	remplacement courroies
09/06/2009		1 mois 23 jours	usure	remplacement courroies

Turbine de remplissage				
date	durée d'interv.	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/10/2008	4h 10mn		blocage	remplacement turbine de remplissage
20/12/2008		1 mois 27 jours	blocage	remplacement turbine de remplissage

BEC 7

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv.	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/10/2008	4h 10mn		fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
22/11/2008		1 mois	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
06/01/2009	2h 30mn	1 mois 14 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
30/03/2009	1h 19mn	1 mois 24 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
06/04/2009	2h 30mn	6 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction

Courroie SPA 1157				
date	durée d'interv.	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
16/10/2008			usure	remplacement courroies
29/12/2008		2 mois 13 jours	usure	remplacement courroies
31/01/2009	18mn	1 mois 2 jours	usure	remplacement courroies
12/04/2009		2 mois 12 jours	usure	remplacement courroies
06/05/2009	2h 30mn	26 jours	usure	remplacement courroies

Turbine de remplissage				
date	durée d'interv.	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
06/01/2009	2h 30mn		blocage	changement turbine
06/05/2009	2h 30mn	4 mois	blocage	changement turbine

BEC 8

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv.	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
23/10/2008	4h 10mn		fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
22/11/2008		1 mois	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
20/12/2008		1 mois 9 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
23/12/2008		3 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
18/03/2009		2 mois 27 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
01/04/2009		13 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
16/04/2009		15 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction

Courroie SPA 1157				
date	durée d'interv.	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
16/10/2008			usure	remplacement courroies
22/11/2008		1 mois 6 jours	usure	remplacement courroies
29/12/2008		1 mois 7 jours	usure	remplacement courroies
16/02/2009		1 mois 17 jours	usure	remplacement courroies

Turbine de remplissage				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
16/12/2008	1h 31mn		blocage	remplacement turbine
06/02/2009		1 mois 16 jours	blocage	remplacement turbine
27/05/2009	55mn	3 mois 9 jours	blocage	remplacement turbine

Historique De La Machine 6

BEC 1

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
08/01/2009	52mn		fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
12/01/2009	1h 15mn	4 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
07/03/2009	30mn	1 mois 26 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction

BEC 3

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
05/02/2009	32mn		fuite matiere	remplacement tuyere de jonction
12/03/2009		1 mois 7 jours	fuite matiere	remplacement tuyere de jonction

BEC 4

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
13/01/2009	38mn		fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
11/02/2009	39mn	28 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction

BEC 5

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
14/01/2009			fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
16/02/2009		1 mois 2 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
19/03/2009		1 mois 3 jours	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction

Courroie SPA 1800				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
14/01/2009			usure	remplacement courroies
10/03/2009		1 mois 27 jours	usure	remplacement courroies

Turbine de remplissage				
date	durée d'interv,	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
22/01/2009			bocage	remplacement turbine
28/04/2009		3 mois 6 jours	bocage	remplacement turbine

BEC 6

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv.	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
05/02/2009	32mn		fuite matiere	remplacement tuyere de jonction
10/03/2009		1 mois 5 jours	fuite matiere	remplacement tuyere de jonction
23/04/2009		1 mois 13 jours	fuite matiere	remplacement tuyere de jonction

BEC 7

Tuyau de jonction				
date	durée d'interv.	périodicité	Defauts	suivi des interventions principales
08/01/2009	52mn		fuite matiere	remplacement tuyau de jonction
08/02/2009		1 mois	fuite matiere	remplacement tuyau de jonction