



Mise en place d'un plan de maintenance préventive sur un site de production pharmaceutique

Jérémy Llaurens

► To cite this version:

Jérémy Llaurens. Mise en place d'un plan de maintenance préventive sur un site de production pharmaceutique. Sciences pharmaceutiques. 2011. dumas-01059490

HAL Id: dumas-01059490

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01059490>

Submitted on 1 Sep 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact au SICD1 de Grenoble : **thesebum@ujf-grenoble.fr**

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER
FACULTÉ DE PHARMACIE DE GRENOBLE

Année 2011

N° 7006

**MISE EN PLACE D'UN PLAN DE
MAINTENANCE PREVENTIVE SUR UN SITE
DE PRODUCTION PHARMACEUTIQUE.**

THÈSE PRÉSENTÉE POUR L'OBTENTION DU TITRE DE
DOCTEUR EN PHARMACIE
DIPLOME D'ÉTAT

LLAURENS Jérémy
Née le 22.07.1983 à Saint Martin D'Hères (38)

THÈSE SOUTENUE PUBLIQUEMENT À LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE GRENOBLE
16 Février 2011

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE

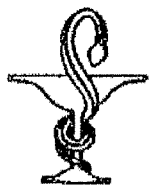


Président du jury : Monsieur Aziz BAKRI. *Professeur de Pharmacie Galénique et Industrielle, Formulation et Procédés Pharmaceutiques.*

Maître de thèse : Monsieur Philippe BABILLOT. *Pharmacien, Directeur de production, Laboratoires Mayoly Spindler.*

Membres : Monsieur Alvaro NUNES. *Responsable Maintenance, Laboratoires Mayoly Spindler.*
Monsieur Gilles VAN DER POORTEN. *Docteur en Pharmacie.*

La faculté de Pharmacie de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les Thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.



UFR
DE PHARMACIE
DE GRENOBLE

UNIVERSITE
JOSEPH FOURIER
SCIENCES. TECHNOLOGIE. SANTÉ.



UNIVERSITE JOSEPH FOURIER
FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE
Domaine de la Merci 38700 LA TRONCHE

Doyen de la Faculté : Mme le Professeur Renée GRILLOT
Vice-Doyen et Directeur des Etudes : Mme Edwige NICOLLE

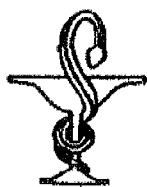
Année 2009-2010

PROFESSEURS A L'UFR DE PHARMACIE (N=17)

BAKRI	Aziz	Pharmacie Galénique et Industrielle, Formulation et Procédés Pharmaceutiques (I.R)
BOUMENDJEL	Ahcène	Chimie Organique (D.P.M.)
BURMEISTER	Wilhelm	Physique (U.V.H.C.I)
CALOP	Jean	Pharmacie Clinique (PU-PH)
DANEL	Vincent	Toxicologie (SMUR SAMU / PU-PH)
DECOUT	Jean-Luc	Chimie Inorganique (D.P.M.)
DROUET	Christian	Immunologie Médicale (GRRPI - TIMC)
DROUET	Emmanuel	Microbiologie (U.V.H.C.I)
FAURE	Patrice	Biochimie (HP2 / PU-PH)
GODIN-RIBUOT	Diane	Physiologie - Pharmacologie (HP2)
GRILLOT	Renée	Parasitologie - Mycologie Médicale (Directeur UFR / LAPM, PU-PH)
LENORMAND	Jean-Luc	Ingénierie Cellulaire, Biothérapies (Therex, TIMC)
PEYRIN	Eric	Chimie Analytique (D.P.M.)
SEVE	Michel	Biochimie - Biotechnologie (IAB, PU-PH)
RIBUOT	Christophe	Physiologie - Pharmacologie (HP2)
ROUSSEL	Anne-Marie	Biochimie Nutrition (L.B.F.A)
WOUESSIDJEW	Denis	Pharmaceutique (D.P.M.)

Mise à jour le 03/09/2009

DOMAINE DE LA MERCI - 38700 LA TRONCHE CEDEX - FRANCE - TELEPHONE +33 (0)4 78 63 71 00 FAX +33 (0)4 76 63 71 70



UFR
DE PHARMACIE
DE GRENOBLE

UNIVERSITE
JOSEPH FOURIER
SCIENCES. TECHNOLOGIE. SANTÉ.



UNIVERSITE JOSEPH FOURIER
FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE
Domaine de la Merci 38700 LA TRONCHE

Doyen de la Faculté : Mme le Professeur Renée GRILLOT
Vice-Doyen et Directeur des Etudes : Mme Edwige NICOLLE

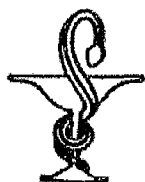
Année 2009-2010

MAITRES DE CONFERENCES DE PHARMACIE (n = 32)

ALDEBERT	Delphine	Parasitologie - Mycologie (L.A.P.M)
ALLENET	Benoît	Pharmacie Clinique (ThEMAS TIMC-IMAG / MCU-PH)
BATANDIER	Cécile	Nutrition et Physiologie (L.B.F.A)
BRETON	Jean	Biologie Moléculaire / Biochimie (L.C.I.B - LAN)
BRIANCON-MARJOLLET	Anne	Physiologie Pharmacologie (HP2)
BUDAYOVA SPANO	Monika	Biophysique (U.V.H.C.I)
CAVAILLES	Pierre	Biologie Cellulaire et génétique (L.A.P.M)
CHOISNARD	Luc	Pharmacotechnie (D.P.M)
DELETRAZ-DELPORTE	Martine	Droit Pharmaceutique
DEMEILLIERS	Christine	Biochimie (L.B.F.A.)
DURMORT-MEUNIER	Claire	Biotechnologies (I.B.S.)
GEZE	Annabelle	Pharmacotechnie (D.P.M.)
GERMI	Raphaële	Microbiologie (U.V.H.C.I. / MCU-PH)
GILLY	Catherine	Chimie Thérapeutique (D.P.M.)
GROSSET	Catherine	Chimie Analytique (D.P.M.)
GUIEU	Valérie	Chimie Analytique (D.P.M)
HININGER-FAVIER	Isabelle	Biochimie (L.B.F.A)
JOYEUX-FAURE	Marie	Physiologie - Pharmacologie (HP2)
KRIVOBOK	Serge	Biologie Végétale et Botanique (L.C.B.M)
MOUHAMADOU	Bello	Cryptogamie, Mycologie Générale (L.E.C.A)
MORAND	Jean-Marc	Chimie Thérapeutique (D.P.M.)
MELO DE LIMA	Christelle	Probabilités Biostatistiques (L.E.C.A)
NICOLLE	Edwige	Chimie Organique (D.P.M.)
PEUCHMAUR	Marine	Chimie Organique (D.P.M)
PINEL	Claudine	Parasitologie - Mycologie Médicale (CIB / MCU-PH)
RACHIDI	Walid	Biochimie (L.C.I.B)
RAVEL	Anne	Chimie Analytique (D.P.M.)
RAVELET	Corinne	Chimie Analytique (D.P.M.)
SOUARD	Florence	Pharmacognosie (D.P.M)
TARBOURIECH	Nicolas	Biophysique (U.V.H.C.I.)
VANHAYERBEKE	Cécile	Chimie organique (D.P.M.)
VILLET	Annick	Chimie Analytique (VP Form Adjoint UJF, D.P.M.)

Mise à jour du 03/09/2009

1



UFR
DE PHARMACIE
DE GRENOBLE

UNIVERSITE
JOSEPH FOURIER
SCIENCES, TECHNOLOGIE, SANTÉ.



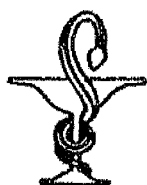
ENSEIGNANTS ANGLAIS (N = 3)

COLLE Pierre Emmanuel	Maître de Conférence
FITE Andrée	Professeur Certifié
GOUBIER Laurence	Professeur Certifié

ATER (N = 5)

ATER	ELAZZOUI Samira	Pharmacie Galénique
ATER	SHEIKH HASSAN Amhed	Pharmacie Galénique
ATER	MAS Marie	Anglais Master ISM
ATER	ROSSI Caroline	Anglais Master ISM
ATER	SAPIN Emilie	Physiologie Pharmacologie

ATER : Attachés Temporaires d'Enseignement et de Recherches
CHU : Centre Hospitalier Universitaire
CIB : Centre d'Innovation en Biologie
DPM : Département de Pharmacochimie Moléculaire
HP2 : Hypoxie Physiopathologie Respiratoire et Cardiovasculaire
IAB : Institut Albert Bonniot, Centre de Recherche « Oncogénèse et Ontogénèse »
IBS : Institut de Biologie Structurale
LAPM : Laboratoire Adaptation et Pathogénèse des Microorganismes
LBFA : Laboratoire de Bioénergétique Fondamentale et Appliquée
LCBM : Laboratoire Chimie et Biologie des Métaux
LCIB : Laboratoire de Chimie Inorganique et Biologie
LECA : Laboratoire d'Ecologie Alpine
TIMC-IMAG : Laboratoire Technique de l'Imagerie, de la Modélisation et de la Cognition
UVHCI: Unit of Virus Host Cell Interactions



UFR
DE PHARMACIE
DE GRENOBLE

UNIVERSITE
JOSEPH FOURIER
SCIENCES. TECHNOLOGIE. SANTÉ.



PROFESSEUR EMERITE (N=1)

FAVIER

Alain

PROFESSEURS ASSOCIES (PAST) (N=2)

**RIEU
TROUILLER**

Isabelle
Patrice

Qualitologie (Praticien Attaché - CHU)
Santé Publique (Praticien Hospitalier - CHU)

PROFESSEUR AGREGE (PRAG) (N=1)

GAUCHARD

Pierre Alexis

Chimie (D.P.M.)

CHU : Centre Hospitalier Universitaire
DPM : Département de Pharmacochimie Moléculaire
HP2 : Hypoxie Physiopathologie Respiratoire et Cardiovasculaire
IAB : Institut Albert Bonniot
LBFA : Laboratoire de Bioénergétique Fondamentale et Appliquée
LCIB : Laboratoire de Chimie Inorganique et Biologie
LR : Laboratoire des Radio pharmaceutiques
PAST : Professeur Associé à Temps Partiel
PRAG : Professeur Agrégé
UVHCI: Unit of Virus Host Cell Interactions

Mise à jour le 03/09/2009

DOMAINE DE LA MERCI - 38708 LA TRONCHE CEDEX - FRANCE - TELEPHONE +33 (0)4 76 63 71 00 - FAX +33 (0)4 76 63 71 70

REMERCIEMENTS

Il m'a été très difficile d'écrire cette page par souci de n'oublier les nombreuses personnes qu'il me faut citer pour leur aide, leur accueil, leur soutien... ! Qu'elles soient toutes assurées de ma plus profonde reconnaissance même si leur nom n'y figure pas !

Je tiens, tout d'abord, à remercier le Professeur A. BAKRI qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider ce jury. Trouvez ici l'expression de ma gratitude, ainsi que mes remerciements. Merci pour votre disponibilité et votre gentillesse.

Je remercie P. BABILLOT et A. NUNES pour leurs conseils avisés, leurs qualités de formateur et pour m'avoir accueilli au sein du laboratoire Mayoly Spindler. Monsieur BABILLOT, merci, pour avoir accepté la direction de cette thèse, pour vos encouragements et vos nombreuses relectures. Monsieur NUNES, merci, pour avoir accepté de participer au jury, pour l'aide précieuse que vous m'avez apportée et pour votre disponibilité.

Je tiens également à remercier Monsieur G. Van der Poorten pour le temps qui m'a accordé afin de partager ses connaissances. Merci pour votre bienveillance et d'avoir accepté de juger mon travail.

Merci à l'ensemble des personnes des Laboratoires Mayoly Spindler pour leur accueil et leur disponibilité. Je remercie plus particulièrement P.BOURGAIN, S.GAMEIRO DA SILVA, F.GUILLIERE, D.LACROIX et L.SANNIER pour m'avoir accueilli au sein du service maintenance et aidé sur les dossiers techniques. Merci à A.DA ROS de m'avoir fait une place dans son bureau.

Tout ceci ne serait rien sans ma famille et mes amis. Un énorme merci à mes parents et ma sœur pour m'avoir toujours laissé libre de faire ce qui me plaisait et pour m'avoir encouragé dans mes choix. Merci à mes amis sans qui les 6 années de pharma n'auraient jamais été aussi drôle, je vous souhaite à tous beaucoup de bonheur et à bientôt pour de nouvelles aventures.

Mes derniers remerciements sont pour Sophie, mon amour, qui tient une part essentielle dans ma vie. Merci de me remonter le moral, de me supporter et de m'encourager. Je tenais à ce que les derniers mots de cette page soient pour elle.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	
LISTE DES FIGURES	1
LISTE DES TABLEAUX	2
INTRODUCTION	3
CHAPITRE 1 : LES NOUVEAUX ENJEUX INDUSTRIELS DE LA MAINTENANCE.	4
1- <i>EVOLUTION DU CONTEXTE INDUSTRIEL</i>	5
1.1 <i>Phase I : La demande est supérieure à l'offre</i>	6
1.2 <i>Phase II : L'offre équilibre puis dépasse la demande (1975 – Fin des années 1980)</i>	6
1.3 <i>Phase III : L'offre est très supérieure à la demande (Des années 1990 à aujourd'hui)</i>	7
2- <i>PRESENTATION DE LA MAINTENANCE</i>	8
2.1 <i>Définition de la maintenance</i>	8
2.2 <i>Objectifs de la maintenance</i>	10
2.3 <i>Les types de maintenance</i>	11
2.3.1 <i>Maintenance corrective</i>	11
2.3.2 <i>Maintenance préventive</i>	13
2.4 <i>Caractéristique des activités de maintenance</i>	17
3- <i>TECHNIQUES DE MESURE EN DIAGNOSTIC</i>	18
3.1 <i>Analyse vibratoire</i>	18
3.2 <i>Analyse thermographique</i>	18
3.3 <i>Analyse des lubrifiants</i>	19
3.4 <i>Conclusion</i>	20
4- <i>LES NIVEAUX DE MAINTENANCE</i>	21
CHAPITRE 2 : MISE EN PLACE D'UN PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE	23
1- <i>ANALYSE PREALABLE NECESSAIRE A LA MISE EN PLACE D'UN PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE</i>	24
1.1 <i>Etats et événements relatifs à un bien</i>	24
1.1.1 <i>Fiabilité et maintenance des équipements industriels</i>	26
1.1.2 <i>Le concept de maintenabilité</i>	28
1.2 <i>Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC)</i>	29
1.2.1 <i>Décomposition fonctionnelle</i>	30
1.2.2 <i>Modes de défaillance</i>	30
1.2.3 <i>Causes de défaillance</i>	31
1.2.4 <i>Effet de la défaillance</i>	31
1.2.5 <i>Mode de détection</i>	32
1.2.6 <i>Criticité</i>	32
2 <i>MISE EN PLACE D'UN PLAN DE MAINTENANCE SUR LA « LIGNE LIQUIDE 1 »</i>	34
2.1 <i>Organisation du box de la « ligne liquide 1 »</i>	34
2.2 <i>Sources disponibles et utilisées</i>	35
2.3 <i>Définition des actions de maintenance à prévoir dans le plan</i>	37
2.4 <i>Définition des périodicités des interventions de maintenance préventive sur la « ligne liquide 1 »</i>	38
2.4.1 <i>Difficultés pressenties sur le site de production de Chatou</i>	39
2.4.2 <i>Définition des périodicités</i>	39
2.4.3 <i>Optimisation des périodicités</i>	41
2.5 <i>Documentation et stratégie de maintenance mis en place sur la « ligne liquide 1 »</i>	42
2.5.1 <i>Modes opératoires</i>	43
2.5.2 <i>Cahier de suivi des opérations de maintenance préventive</i>	43
2.5.3 <i>Cahier de suivi des équipements</i>	44
CHAPITRE 3 : SUIVI ET OPTIMISATION DU PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE	46
1- <i>INDICATEURS NECESSAIRES AU SUIVI DU PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE</i>	48
1.1 <i>Indicateurs techniques</i>	49
1.1.1 <i>Graphe d'évolution</i>	49

1.1.2 Taux de rendement synthétique.....	50
1.1.2.1 Définition	50
1.1.2.2 Calcul théorique du TRS.	51
1.1.2.3 Application.	53
1.1.2.4 Conclusion.	55
1.2 Indicateur financier : les coûts de maintenance.....	56
1.2.1 Les coûts directs de maintenance (Cm)	57
1.2.1.1 Coûts de main d'œuvre.....	57
1.2.1.2 Frais généraux du service maintenance.....	57
1.2.1.3 Coûts de possession des stocks, des outillages et des machines.	57
1.2.1.4 Consommation de matières, de fournitures, de produits utilisés.	58
1.2.1.5 Consommation des pièces de rechange.....	58
1.2.1.6 Coûts des contrats de maintenance.....	58
1.2.1.7 Coûts des travaux sous-traités.	58
1.2.2 Les coûts indirects de maintenance (Ci).....	59
1.2.2.1 Perte de production Cp.	59
1.2.2.2 Coûts de la main d'œuvre de production.	59
1.2.2.3 Coûts des arrêts induits.....	59
1.2.2.4 Coûts des rebuts, de la non-qualité et des délais non tenus.....	60
1.2.2.5 Frais de redémarrage de production.	60
1.2.2.6 Coûts induits en cas d'accident corporel.....	60
1.2.3 Les coûts de défaillance (Cd).....	60
2- LA « TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) ».....	61
2.1 Origine de la TPM.....	62
2.2 Présentation de la démarche TPM.	63
2.3 Conclusion.....	65
CONCLUSION.....	66
BIBLIOGRAPHIE	70
ANNEXES	75

LISTE DES FIGURES

- Figure 1** : Contenu de la fonction maintenance
- Figure 2** : Schématisation des objectifs de la maintenance
- Figure 3** : Annexe A de la norme NF EN 13306 X 60-319 de juin 2001.
- Figure 4** : Schématisation de la maintenance corrective.
- Figure 5** : Schématisation du temps d'indisponibilité après défaillance.
- Figure 6** : Schématisation de la maintenance préventive.
- Figure 7** : Cycle de maintenance préventive systématique.
- Figure 8** : Schématisation de la maintenance préventive conditionnelle.
- Figure 9** : Schématisation de la maintenance préventive prévisionnelle.
- Figure 10** : Equilibre maintenance curative/préventive.
- Figure 11** : Principe de l'analyse thermographique : a) Disjoncteur électrique vue par un œil humain, b) Même disjoncteur électrique vue par une caméra thermique.
- Figure 12** : Facteurs impactant la disponibilité.
- Figure 13** : Courbe en baignoire : taux de défaillance $\lambda(t)$.
- Figure 14** : Etapes d'une analyse de type AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité).
- Figure 15** : Organisation du box N° 346 (liquide 1)
- Figure 16** : Arbre décisionnel de définition des actions de maintenance.
- Figure 17** : Schématisation du cycle de maintenance.
- Figure 18** : Planning annuel de maintenance préventive.
- Figure 19** : Constats possibles lors de l'analyse des périodicités des interventions de maintenance préventive.
- Figure 20** : Equilibre financier entre maintenance préventive et corrective.
- Figure 21** : Exemple de graphe d'évolution.
- Figure 22** : Représentation schématique des temps nécessaires au calcul du Taux de Rendement Synthétique.
- Figure 23** : Décomposition des coûts de maintenance.
- Figure 24** : Evolution des coûts de défaillance.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les ressources nécessaires pour chaque niveau de maintenance.

Tableau 2 : Facteurs influençant la maintenabilité.

Tableau 3 : Exemples de modes de défaillance.

Tableau 4 : Exemples de causes de défaillance.

Tableau 5 : Facteurs d'évaluation de la criticité.

Tableau 6 : Echelle de criticité ($C=G \times O \times D$).

Tableau 7 : Matrice de défaillance à deux indices.

Tableau 8 : Données de production de la ligne de conditionnement liquide 1.

Tableau 9 : Temps de production, taux intermédiaires et TRS de la ligne de conditionnement liquide 1 déterminés sur une période de 3 mois.

Tableau 10 : Les différents prix Productive Maintenance.

Tableau 11 : Résultats escomptés et conditions de succès de l'implantation d'une démarche TPM.

INTRODUCTION

Dans un contexte économique en constante évolution, la concurrence oblige l'industriel à améliorer le rendement de ses installations de production pour répondre aux besoins de ses clients. De par son action directe sur les équipements de production, la maintenance est devenue un levier de performance incontournable qui conditionne les résultats d'une organisation. Même si les coûts des actions de maintenance ne sont pas négligeables, ceux liés aux arrêts de production ont un impact encore plus fort sur la production, les produits ou services proposés par l'entreprise et donc sur les clients.

La mise en place d'un plan de maintenance préventive permet d'optimiser les opérations de maintenance et surtout de les effectuer au bon moment, l'objectif final étant d'assurer la qualité du produit et d'améliorer le taux de disponibilité des équipements pour augmenter la productivité.

Dans une industrie pharmaceutique, la mise en place d'un plan de maintenance préventive s'intègre dans une stratégie de maintenance retenue pour un coût global minimum, mais aussi pour répondre aux exigences décrites dans les Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) :

« Les locaux et le matériel doivent être situés, conçus, construits, adaptés et **entretenus** de façon à convenir au mieux aux opérations à effectuer. Leur plan, leur agencement, leur conception et leur utilisation doivent tendre à minimiser les risques d'erreurs et à permettre un nettoyage et un **entretien efficaces** en vue d'éviter les contaminations, dont les contaminations croisées, le dépôt de poussières ou de saletés et, de façon générale, **toute atteinte à la qualité des produits.**» (*Chapitre 3 : Locaux et matériel, des BPF*).

Pour satisfaire la demande en qualité et en quantité, tout en respectant les délais de livraison et les coûts, l'entreprise doit disposer d'un outil de production fiable, et donc d'une stratégie de maintenance adaptée. A chaque instant de l'exploitation du système, le gestionnaire de maintenance doit faire un choix entre le préventif et le correctif sur le système afin de déterminer la meilleure action à effectuer. Ce choix doit permettre de satisfaire au mieux les objectifs fixés a priori et permettre ainsi une exploitation optimale du système. Cependant, ces objectifs peuvent être multiples et ne conduisent pas toujours à une unique façon de procéder : une volonté de sécuriser le système exige une fréquence de maintenance préventive élevée alors que d'un point de vue économique, il peut être intéressant de ne pas trop intervenir pour ne pas ralentir la production. Il est donc nécessaire de trouver le bon équilibre entre maintenance préventive et maintenance corrective.

L'exposé débutera par une présentation du sujet : les nouveaux enjeux industriels de la maintenance. Puis seront développées, dans une seconde partie, les différentes étapes nécessaires à la mise en place d'un plan de maintenance préventive. Cette mise en place n'étant qu'un commencement pour atteindre une stratégie de maintenance optimale, nous verrons dans la dernière partie quels indicateurs sont nécessaires pour le suivi et l'optimisation d'un tel plan.

CHAPITRE 1 :

Les nouveaux enjeux industriels de la maintenance.

Au fil du développement de la concurrence, qui entraîne la recherche de la qualité totale pour un coût le plus réduit possible, la maintenance est devenue une des fonctions stratégiques de l'entreprise. Les tâches de maintenance, en garantissant le bon fonctionnement des outils de production, ont ainsi pris une importance non négligeable dans la « bonne marche » des entreprises. Ainsi, dans une première partie, nous décrirons l'évolution du contexte industriel dont le découpage est classiquement fondé sur l'inversion du rapport de l'offre et de la demande. Nous verrons alors que la maintenance est devenue un des facteurs majeurs de la maîtrise des outils de production et qu'elle a désormais un rôle préventif dans le maintien de l'état de bon fonctionnement des systèmes de production. Pour assurer cette fonction, il est évident que l'on doit disposer d'informations sur les différentes stratégies de maintenance.

C'est pourquoi la seconde partie sera consacrée à la maintenance des systèmes de production : nous commencerons par définir le concept de maintenance, puis nous passerons en revue les différents types de maintenance.

Pour finir, nous sensibiliserons le lecteur sur les techniques de mesure permettant d'apprécier l'état de fonctionnement d'un équipement ainsi que sur les niveaux de maintenance qui classent les opérations de maintenance à réaliser selon leur complexité.

Sur un site industriel, il existe trois éléments fondamentaux [17] ; [51] :

1- Produit.

La raison d'être d'un site de production est de fournir un produit. Les exigences des marchés actuels conduisent à demander au produit en question une conformité à certaines spécifications, tout en respectant les critères classiques de coût et de délai. Mais sans les deux éléments qui suivent, le produit n'existerait pas.

2- Acteurs humains.

Une usine industrielle met en œuvre des acteurs humains. Quelles que soient leurs fonctions (opérateurs, techniciens de maintenance,...), ils sont les éléments vitaux du bon fonctionnement d'un site de production. Ils sont, entre autres, ceux sur qui va reposer la lourde responsabilité de « faire fonctionner » l'usine pour atteindre les objectifs définis dans le cadre de la politique générale de l'entreprise.

3- Outil.

Le troisième élément incontournable est représenté par l'ensemble des installations techniques mises en œuvre pour que les agents, en les « faisant fonctionner », puissent garantir la fourniture du produit, au coût prévu, dans les délais et avec le niveau de qualité requis. C'est sur cet outil que la maintenance interviendra afin d'assurer la pérennité du bon fonctionnement du système productif. La caractéristique essentielle attachée à cet outil est l'assurance d'une sûreté de fonctionnement appelée « disponibilité ».

1- EVOLUTION DU CONTEXTE INDUSTRIEL

Le découpage adopté pour décrire les évolutions du contexte est classiquement *fondé* sur l'inversion du rapport de l'offre et de la demande. Ce découpage comprend trois phases [30] [38]:

- Phase I : les trente glorieuses, de 1945 à 1975, la demande excède l'offre.
- Phase II : période qui s'étend de 1975 à la fin des années 1980, l'offre équilibre la demande puis la dépasse.
- Phase III : des années 1990 à aujourd'hui, l'offre est très supérieure à la demande.

1.1 Phase I : La demande est supérieure à l'offre (1945 - 1975). [58] ; [65]

Au début de cette période, marquée par un contexte de grande pénurie, de forte croissance et de localisation des marchés, la demande est supérieure à l'offre ; le client (client final ou autre entreprise) a un choix restreint. L'entreprise propose des produits fabriqués en grande quantité, mais qui ne présentent qu'une faible diversité. Les ressources consistent en des équipements mécanisés où l'homme réalise une grande partie des tâches de production. Les fabrications ou les commandes servent à réapprovisionner des stocks dont l'écoulement est assuré, la demande excédant de beaucoup l'offre. L'entreprise est centrée autour de l'activité de production qui est standardisée selon les principes de l'organisation scientifique du travail (chaque opération est modélisée par un enchaînement de tâches élémentaires dont la durée est préétablie par la maîtrise).

Mais à partir des années 1965, l'automatisation, née dans les années 1950 pour réduire la main d'œuvre directe, permet d'améliorer progressivement la productivité, bien que les changements de production au sein de l'entreprise restent longs et coûteux. De ce fait, et parce que les gains de productivité rendent la pénurie moins forte un client peut changer de fournisseur s'il n'est pas satisfait : c'est le début de la concurrence. Les entreprises continuent de réduire leurs coûts et se fixent comme objectif supplémentaire la diversification de leurs productions, en augmentant la variété des produits fabriqués.

1.2 Phase II : L'offre équilibre puis dépasse la demande (1975 – Fin des années 1980). [9] ; [11] ; [19]

Au-delà de l'année 1975, l'offre excède la demande, la croissance ralentit, les barrières qui rendaient certains marchés captifs tombent progressivement. La stratégie fondée sur des marchés protégés et des ventes assurées est révolue, il faut affronter la concurrence et tout mettre en œuvre pour la battre. Les critères de coûts et de variétés ne sont plus suffisants. Pour être performante, l'entreprise doit garantir que le produit vendu corresponde au produit demandé et qu'il soit rapidement à disposition du client. Les produits sont alors décomposés en termes de :

- Qualité, identifiée à la conformité du produit réalisé par rapport aux spécifications.
- Délai, identifié à la durée qui s'écoule entre l'instant où le client formule son besoin et l'instant où celui-ci est satisfait.

Pour être performante, l'entreprise doit donc réaliser des produits dont le rapport valeur/coût lui permet de réaliser des marges suffisantes.

L'entreprise s'adapte alors à ces nouvelles exigences. Les équipements évoluent pour devenir polyvalents grâce aux automates programmables. Les fonctions conception et industrialisation, qui interviennent en amont de la production, apparaissent désormais comme déterminantes pour la performance du produit, et se développent donc en conséquence. Ce développement, conjugué à l'apparition de fonctions supports telles que la maintenance, entraîne une augmentation de la main d'œuvre indirecte.

1.3 Phase III : L'offre est très supérieure à la demande (Des années 1990 à aujourd'hui). [3] ; [7] ; [12] ; [44]

L'offre est désormais très supérieure à la demande, les marchés sont ouverts et il n'y a plus de barrière commerciale. La concurrence s'est encore intensifiée. Pour vendre, l'entreprise influence le client et l'incite à surconsommer en développant des stratégies marketing et de communication. Les critères de coût, de qualité et de délais de livraison ne sont plus suffisants. Il faut innover, personnaliser le produit pour l'adapter aux besoins du client, mais aussi offrir à celui-ci tous les services qui le satisferont. Dans le cas des firmes pharmaceutiques, la concurrence qui était déjà très forte s'est accrue ces dernières années. En effet, la pression réglementaire est de plus en plus marquée dans les pays développés (les autorisations de mise sur le marché des produits pharmaceutiques sont de plus en plus longues et de plus en plus difficiles à obtenir). En second lieu, de nombreux brevets sont tombés dans le domaine public, renforçant ainsi la compétition avec les médicaments génériques. Le tout, dans un contexte où la réduction des dépenses de santé, souhaitée par l'ensemble des pays occidentaux, vient freiner la demande.

Pour assurer la survie et la pérennité d'une entreprise, apparaît alors le concept de réactivité et notamment en production. En effet pour satisfaire les demandes du client et réaliser des gains de productivité, l'amélioration de la maîtrise des outils de production est devenue un enjeu capital. Ainsi, est-il devenu indispensable d'assurer la disponibilité des biens de production ainsi que leur fiabilité, et d'optimiser leurs conditions d'exploitation en vue d'une qualité optimale. Evidemment, ces nouveaux besoins ont un impact sur le rôle de la maintenance des outils de production. Dans ce sens, plutôt que d'attendre l'apparition d'une défaillance pour intervenir, il est préférable de suivre l'état de fonctionnement d'un équipement de façon continue afin de détecter au plus tôt ses dérives. La maintenance curative est ainsi passée progressivement à une maintenance préventive nécessitant des outils de modélisation, de surveillance et de diagnostic.

2- PRESENTATION DE LA MAINTENANCE.

2.1 Définition de la maintenance. [35] ; [42]

D'après la norme française NF EN 13306 X 60-319, la maintenance peut-être définie par : "l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise". [81]

Le rôle principal d'un service maintenance est de maintenir les capacités opérationnelles des moyens de production, ainsi que leurs valeurs patrimoniales. Ces capacités opérationnelles sont nécessaires pour servir une commande non pas lorsque l'entreprise peut l'honorer, mais au moment où le client la demande. La valeur patrimoniale peut s'envisager comme l'allongement de la durée de vie utile des machines et équipements, ce qui repousse ou annule la nécessité d'un nouvel investissement, ou en facilite la vente.

Formulé ainsi, il apparaît évident que ce rôle ne peut s'envisager que de manière dynamique et proactive.

- Si l'on attend une panne pour réagir, la capacité opérationnelle n'est plus maintenue.
- Si l'on attend une dégradation pour réagir, la valeur patrimoniale est déjà amoindrie.

La fonction maintenance peut être présentée comme un ensemble d'activités regroupées en deux sous-ensembles : les activités à dominante technique et les activités à dominante gestion. Ces différentes activités sont représentées dans la figure 1 : contenu de la fonction maintenance. [8] ; [36]

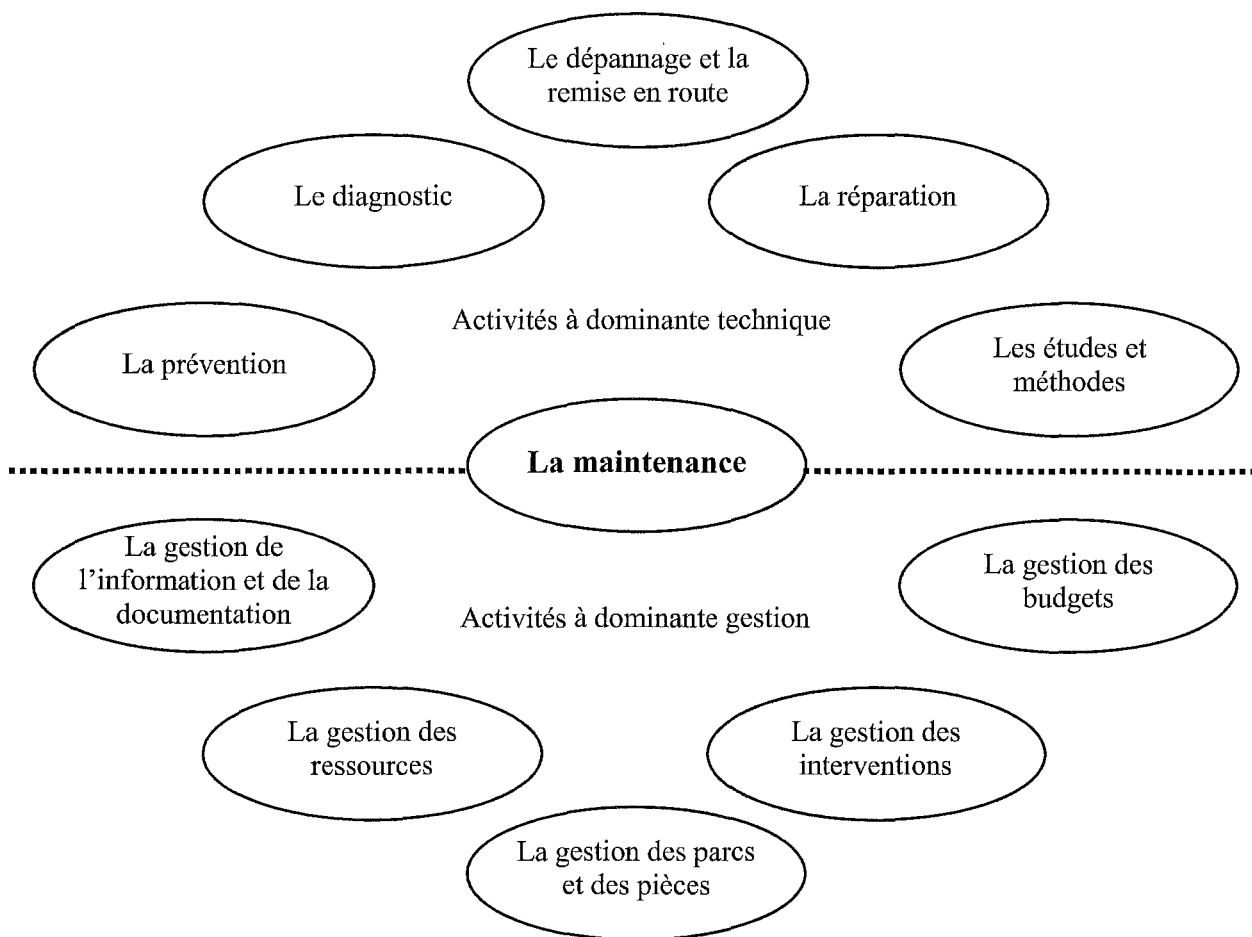


Figure 1 : Contenu de la fonction maintenance

Ainsi, la fonction maintenance est devenue, avec le temps, un domaine complexe où interviennent différentes compétences parmi lesquelles on trouve les méthodes de recherche opérationnelle pour l'optimisation de divers aspects : l'optimisation des coûts, la gestion des stocks des pièces de rechanges, la planification et l'ordonnancement des interventions compte tenu des capacités d'action de l'entreprise, les compétences pour le diagnostic et pour la prédiction afin d'accomplir les actions de maintenance préventive, etc...

2.2 Objectifs de la maintenance. [59]

Les objectifs de la maintenance, schématisés dans la figure 2, sont nombreux :

- Assurer la qualité et la quantité des produits fabriqués, tout en respectant les délais.
- Optimiser les actions de maintenance (exemple : réduire la fréquence des pannes).
- Contribuer à la création et au maintien de la sécurité au travail.
- Consolider la compétitivité de l'entreprise (exemple : améliorer la productivité).

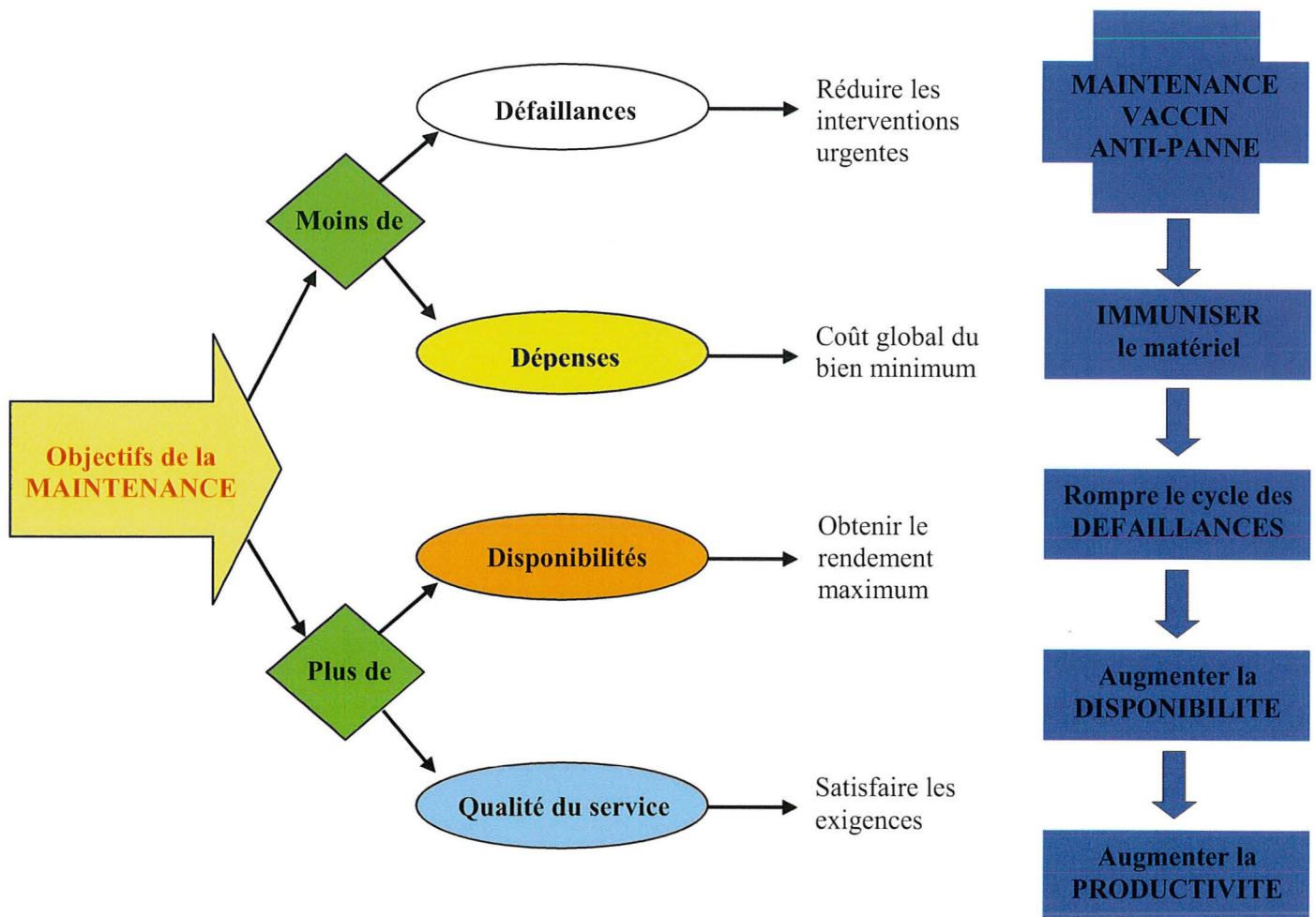


Figure 2 : Schématisation des objectifs de la maintenance [71]

2.3 Les types de maintenance. [13] ; [29]

Il existe deux principales familles de maintenance que l'on peut repérer sur la figure 3 : la maintenance corrective et la maintenance préventive. La maintenance corrective est celle que le système subit lorsque la panne est déjà présente et qu'il faut réparer. La maintenance préventive est celle qui permet d'anticiper et de prévenir les défaillances.

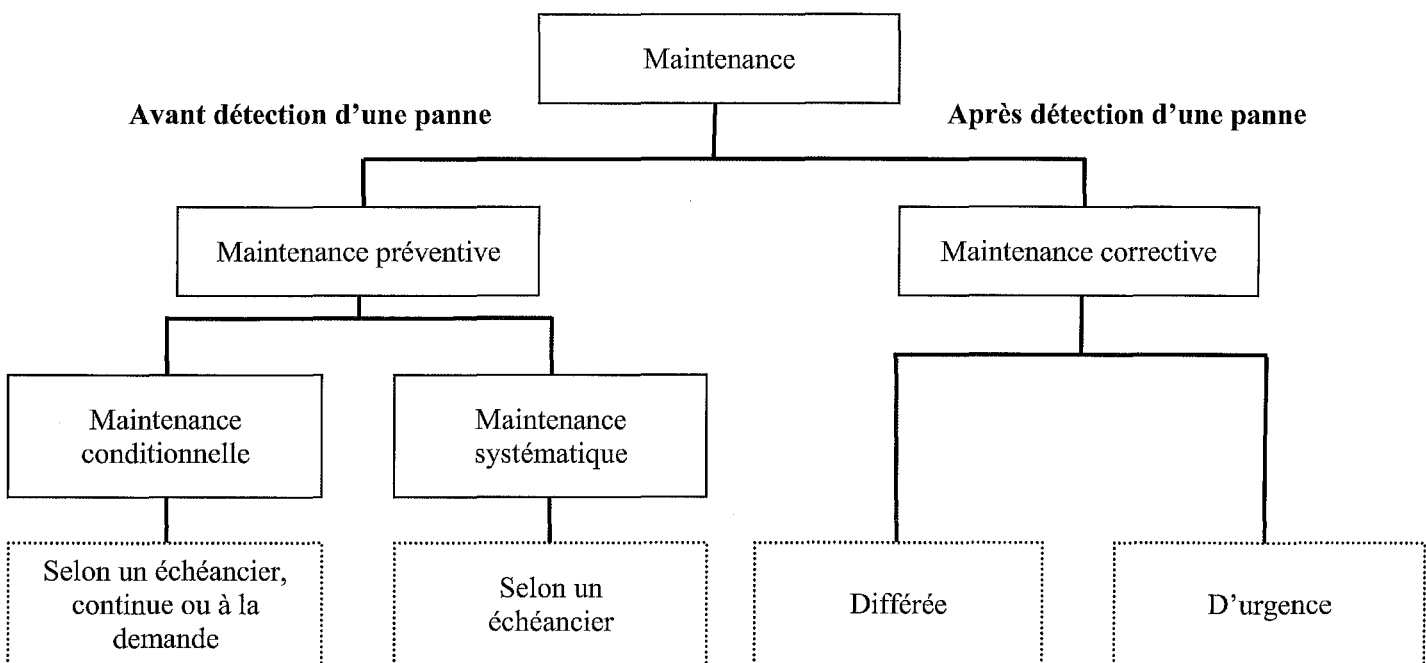


Figure 3 : Annexe A de la norme NF EN 13306 X 60-319 de juin 2001 [81]

2.3.1 Maintenance corrective. [10] ; [32] ; [49]

«Maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise.» (Extrait norme NF EN 13306 X 60-319). [81]

La maintenance corrective est souvent perçue comme la forme primaire de la maintenance car l'intervention a lieu « en urgence » une fois la défaillance survenue. Comme le montre la figure 4, la logique de cette politique de maintenance est assez simple : lorsqu'une machine est défectueuse, il faut la réparer, ce qui sous entend que si elle fonctionne, on n'y « touche » pas.

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.

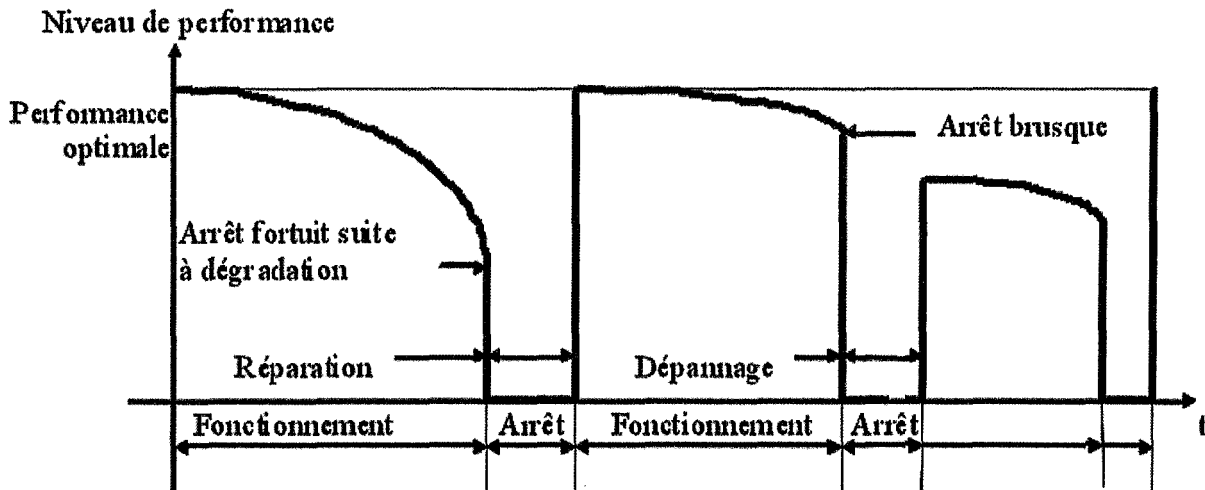


Figure 4 : Schématisation de la maintenance corrective [72]

Il existe deux types de maintenance corrective : la maintenance curative et la maintenance palliative.

- Maintenance curative: ce type de maintenance permet de remettre définitivement en état le système après l'apparition d'une défaillance. Elle se caractérise par la recherche des causes initiales d'une défaillance en vue de réparer l'équipement. Cette remise en état du système est une réparation durable.
- Maintenance palliative : opération destinée à remettre un équipement dans un état provisoire de fonctionnement de manière à ce qu'il puisse assurer une partie des fonctions requises. L'intervention a un caractère provisoire dans le sens où elle nécessitera forcément une intervention ultérieure.

La défaillance (à distinguer d'une panne qui est un état) est l'altération ou la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir sa ou ses fonction(s) requise(s) avec les performances définies dans les spécifications techniques [68]. La défaillance d'un bien provoque une indisponibilité mesurée par le temps d'indisponibilité après défaillance. Comme le montre la figure 5, le temps d'indisponibilité après défaillance correspond au temps entre l'apparition de la défaillance sur un équipement et la remise en condition de cet équipement en production normale.

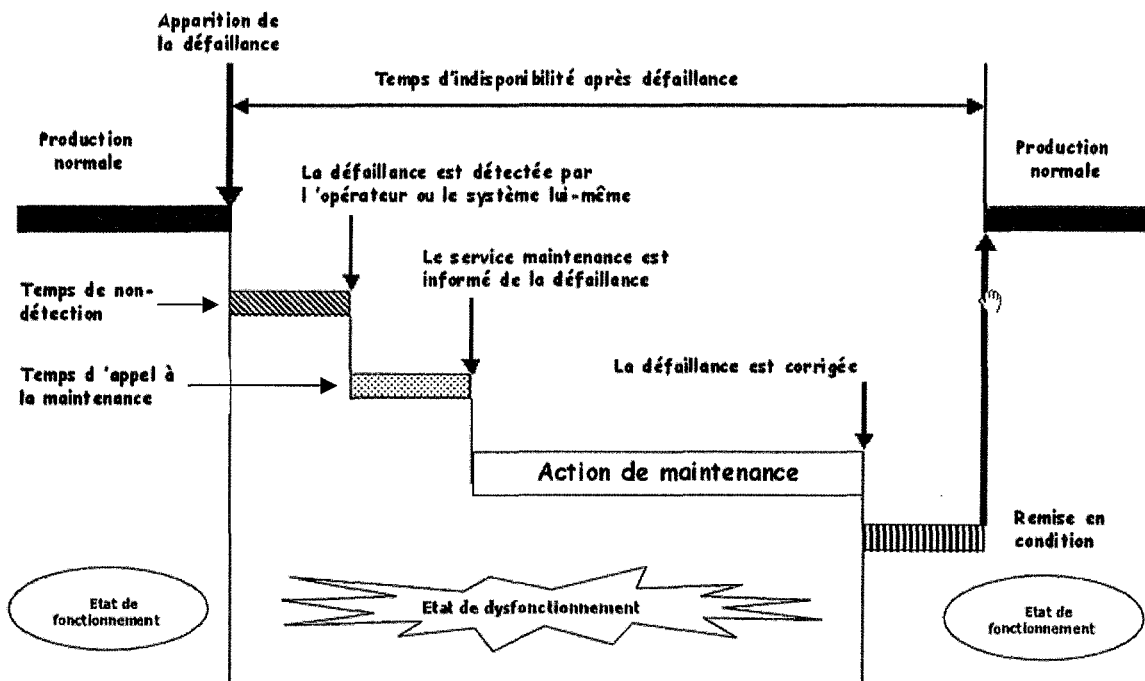


Figure 5 : Schématisation du temps d'indisponibilité après défaillance. [72]

L'objectif principal de la maintenance corrective est de remettre le système en état de fonctionnement dans un temps minimum (optimiser le temps d'indisponibilité après défaillance) tout en respectant les règles de sécurité. Ce type de maintenance est réservé aux matériels peu coûteux, non stratégiques pour la production et dont la panne aurait peu d'influence sur la sécurité.

2.3.2 Maintenance préventive. [42] ; [60]

« 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. » (Extrait norme NF EN 13306 X 60-319). [81]

La maintenance préventive se fonde sur l'adage "*mieux vaut prévenir que guérir*", sur la connaissance des machines, la prise en compte des signes précurseurs et le réalisme économique. Comme le montre la figure 6, les visites préventives permettent de visualiser le niveau de performance d'un équipement en vue de prévoir une intervention préventive.

La maintenance préventive vise à réduire les coûts des pannes et de maintenance en prenant pour base le constat que la plupart des réparations et immobilisations coûteuses auraient pu être réduites ou évitées par un entretien constant et préventif. En effet elle doit permettre d'éviter les défaillances des matériels en cours d'utilisation et l'analyse des coûts doit mettre en évidence un gain par rapport aux défaillances qu'elle permet d'éviter.

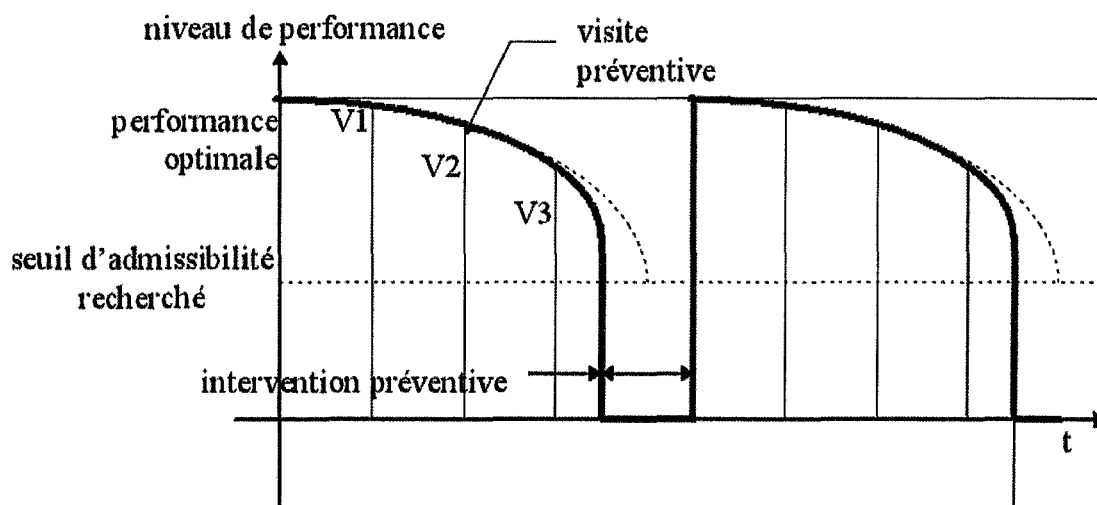


Figure 6 : Schématisation de la maintenance préventive [70]

Il existe différents types de maintenance préventive :

La maintenance préventive systématique. [43] ; [68]

« 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. » (Extrait norme NF EN 13306 X 60-319). [81]

Cette méthode nécessite de connaître : le comportement des équipements, les usures et les modes de dégradation. Elle intervient à intervalles fixés sur la base du minimum de vie des composants, donné par l'expérience et/ou par le constructeur. C'est pourquoi ce type de maintenance est aussi appelé maintenance préventive fondée sur la durée de fonctionnement.

La maintenance préventive systématique, schématisé par la figure 7, se traduit donc par des interventions planifiées qui consistent à nettoyer, réparer ou remplacer périodiquement un organe sans contrôle préalable de l'équipement.

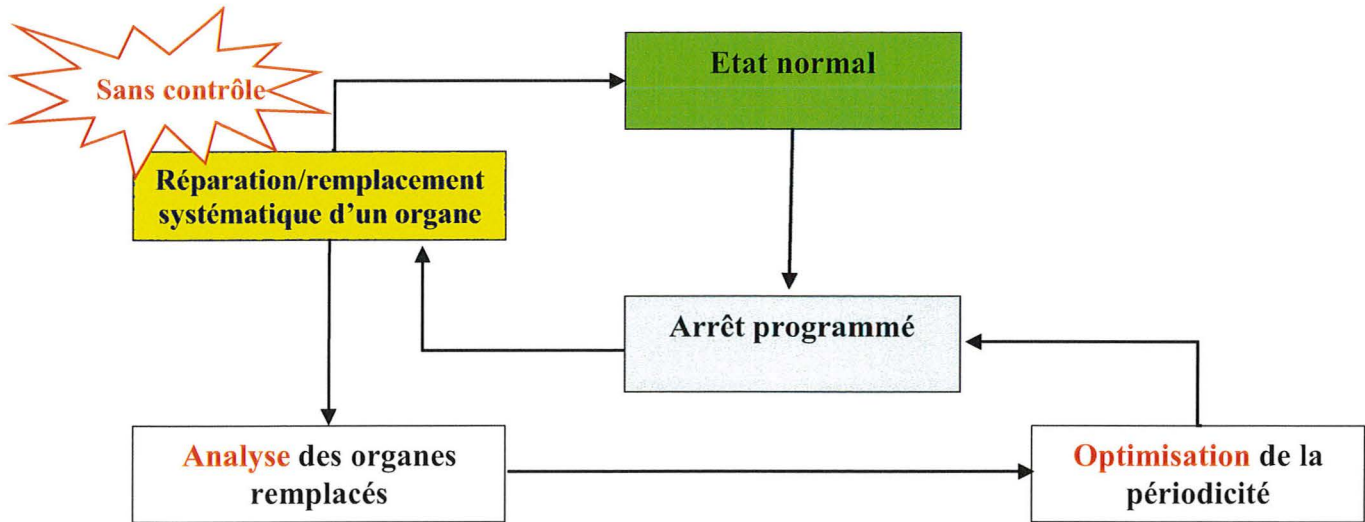


Figure 7 : Cycle de maintenance préventive systématique [71]

La maintenance préventive conditionnelle. [4] ; [20] ; [48]

« 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. » (Extrait norme NF EN 13306 X 60-319). [81]

La maintenance préventive conditionnelle, schématisé par la figure 8, se traduit par des visites préventives qui consistent à suivre les paramètres significatifs de la dégradation du bien. Lorsque le paramètre suivi dépasse le seuil d'alarme il faut prévoir une intervention pour remettre en condition normale l'équipement. En effet, la détection d'un dépassement d'un seuil d'alerte affecté à l'évolution du paramètre étudié déclenche le diagnostic des causes de la défaillance. Les conclusions de ce diagnostic permettent de définir l'intervention de maintenance.

DETECTION ⇒ DIAGNOSTIC ⇒ INTERVENTION

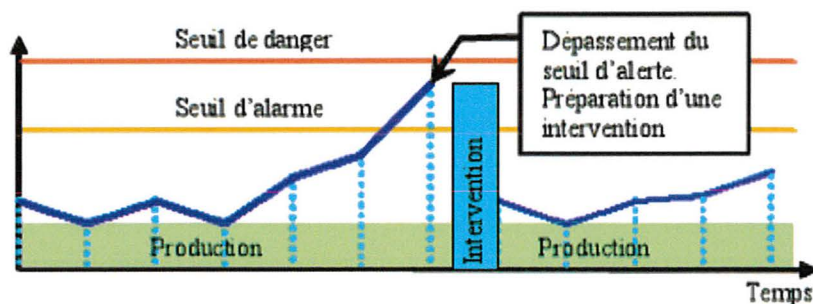


Figure 8 : Schématisation de la maintenance préventive conditionnelle. [70]

La maintenance préventive conditionnelle est donc subordonnée à des mesures et à des diagnostics précis de l'état de dégradation de la machine. La nature de ces mesures dépend de la machine à suivre. Cela peut être des mesures de vibration, des analyses d'huile, des thermographies infrarouges... . Lorsque le seuil admissible de ces défauts est dépassé, il devient nécessaire de programmer l'arrêt de la machine. Ceci doit être fait en perturbant au minimum le cycle de production, c'est à dire entre deux séries ou lors d'un arrêt programmé.

La maintenance préventive prévisionnelle.

« Maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation des paramètres significatifs de la dégradation du bien. » (Extrait norme NF EN 13306 X 60-319). [81]

La maintenance préventive prévisionnelle, schématisée par la figure 9, consiste à extrapoler la courbe de dégradation d'un organe pour prévoir une intervention

PREVISION $\Rightarrow$ DIAGNOSTIC $\Rightarrow$ INTERVENTION

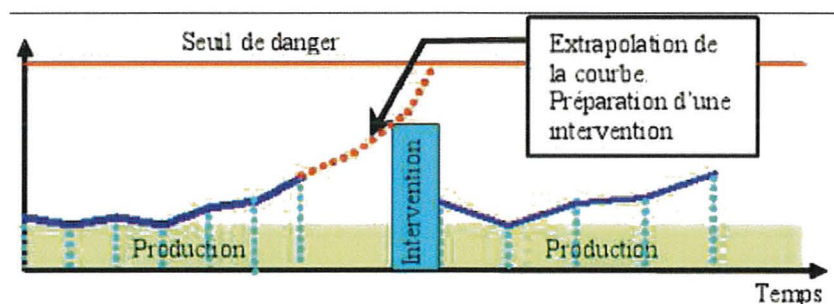


Figure 9 : Schématisation de la maintenance préventive prévisionnelle. [70]

La courbe d'évolution d'un défaut étant connue, il est possible d'en extrapoler sa tendance pour prévoir la date de défaillance. A partir de cette prévision, la date du diagnostic et du déclenchement de l'intervention de maintenance est planifiée afin que cette dernière soit terminée avant que le niveau requis pour le paramètre étudié ne soit dépassé. [62]

2.4 Caractéristique des activités de maintenance. [5] ; [24] ; [42]

Dans le milieu industriel, en général, une maintenance mixte est appliquée aux systèmes. En effet, la maintenance préventive est destinée à réduire la probabilité de défaillance, mais il subsiste une part de maintenance corrective incompressible. Il est donc nécessaire de considérer des stratégies qui combinent les deux : maintenance corrective et maintenance préventive.

De plus l'optimisation de la maintenance consiste à trouver la balance optimale entre maintenance préventive et corrective tout en respectant les objectifs fixés. L'entreprise doit rechercher un compromis afin d'optimiser les relations entre les coûts de maintenance liés à l'investissement humain et matériel, et les pertes consécutives aux arrêts de la production.

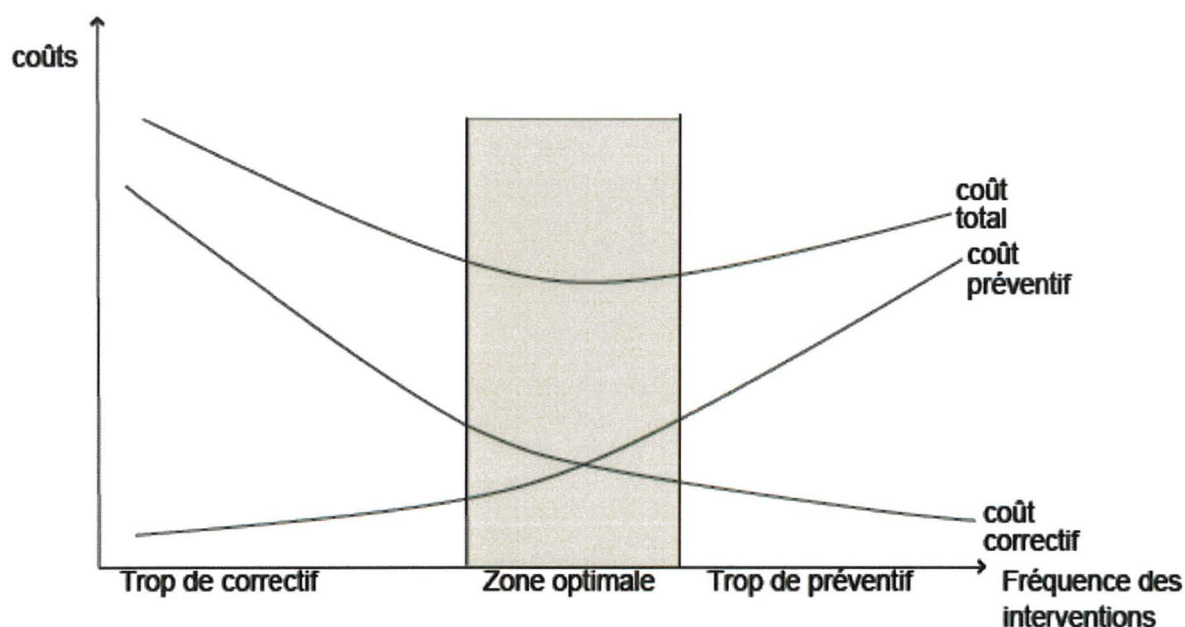


Figure 10 : Equilibre maintenance curative/préventive

La figure 10 est une illustration des effets de la fréquence des opérations de maintenance sur les coûts liés soit à la maintenance corrective, soit à la maintenance préventive. L'augmentation du nombre d'interventions sur le système permet de réduire les effets indésirables engendrés par une panne mais pénalise le fonctionnement du système. Il peut donc entraîner une augmentation du coût global d'exploitation du système dans la mesure où chaque opération de maintenance engendre un coût.

3- TECHNIQUES DE MESURE EN DIAGNOSTIC.

La mise en œuvre des nouvelles formes de maintenance nécessite l'utilisation de techniques de mesure permettant d'apprécier l'état de fonctionnement d'un système. Ces techniques qui peuvent être utilisées dans un programme de maintenance sont nombreuses. Toutefois, il ne s'agit pas ici de faire une présentation exhaustive de celles-ci mais uniquement de sensibiliser le lecteur sur celles utilisées actuellement en maintenance. Dans ce sens, les principales techniques non destructives sont l'analyse vibratoire, l'analyse thermographique et l'analyse des lubrifiants.

3.1 Analyse vibratoire. [21] ; [33]

Parmi les méthodes utilisées en maintenance conditionnelle l'analyse vibratoire est une des plus utilisées pour le suivi des systèmes mécaniques. Le principe général consiste à utiliser l'information vibratoire émanant soit d'un équipement mécanique dynamique (machines tournantes,...) soit d'un matériel statique (structure, tuyauterie, ...) afin d'en déterminer l'état. En effet, un ensemble de pièces en mouvement, quelque soit la forme de la structure porteuse, génère des vibrations, et ce, même si les machines analysées sont en bon état de fonctionnement. Les vibrations dans les bâtis de machine peuvent avoir plusieurs origines telles que des arbres mal équilibrés, mais aussi des roulements à billes, des engrenages ou des courroies en parfait état de marche qui viennent exciter ces bâtis. Les signaux vibratoires relevés permettent d'identifier une dégradation de l'outil de production avant qu'un incident ne se produise. Selon la qualité des relevés vibratoires et de la pertinence de l'analyse elle permet de spécifier le ou les composant(s) qui commence(nt) à se détériorer. Toutefois les coûts de l'instrumentation nécessaire au recueil des données mais aussi à leur analyse sont assez élevés, ce qui a pour effet de limiter la généralisation de ces techniques.

3.2 Analyse thermographique. [57]

L'analyse thermographique fait également partie des techniques de mesure employées pour la surveillance des équipements. Elle consiste à mesurer l'intensité du rayonnement infrarouge d'un système.

Chaque corps émet son propre rayonnement qui dépend directement de sa température et de sa nature. Appliquée à la maintenance, un défaut sur un équipement entraîne généralement une différence de température, comme chez l'homme pour qui une maladie se traduit par une augmentation de la température. Par conséquent, la détection de l'échauffement d'un composant permet d'identifier un défaut, et dans certaines situations d'en localiser la cause. Aujourd'hui, la majeure partie des applications traitées par cette technique sont réalisées dans le domaine électrique, mais en mécanique aussi, la thermographie est intéressante en étant complémentaire de l'analyse vibratoire. Elle a pour principal avantage d'être rapide, sans contact avec la machine, et peut mettre en évidence de nombreux problèmes sur des organes mécaniques comme par exemple les engrenages.

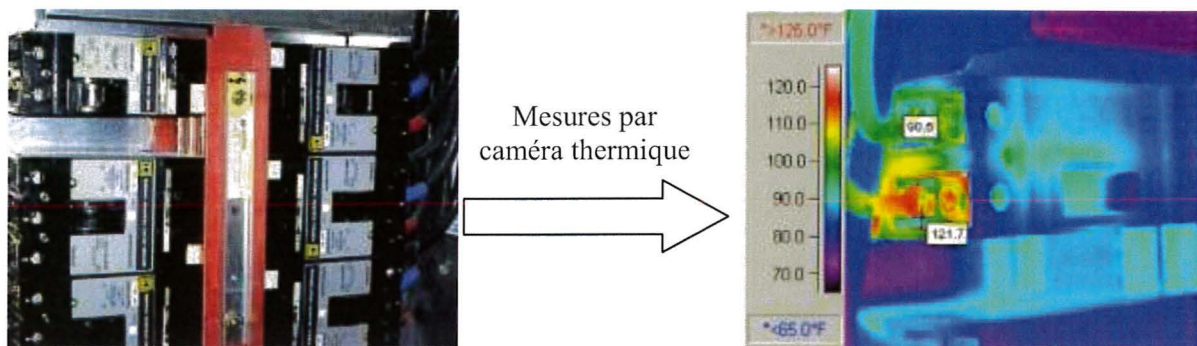


Figure 11 : Principe de l'analyse thermographique : a) Disjoncteur électrique vue par un œil humain, b) Même disjoncteur électrique vue par une caméra thermique. [74]

La figure 11 illustre l'application de l'analyse thermographique pour la surveillance des systèmes électriques. La partie a) représente l'image d'un disjoncteur vue par l'homme et sur laquelle aucune anomalie n'est perceptible. Alors que la partie b) correspond à l'image obtenue par une caméra thermique, image sur laquelle une connexion défectueuse est mise en évidence par l'apparition d'un point chaud.

3.3 Analyse des lubrifiants. [52] ; [67]

Un lubrifiant joue de nombreux rôles :

- Réduit la consommation d'énergie
- Limite l'usure
- Participe au refroidissement
- Assure certaines étanchéités
- Protège contre la corrosion,...

L'analyse d'échantillons d'un fluide lubrifiant permet de déterminer les caractéristiques physico-chimiques du lubrifiant et ainsi d'identifier de manière précoce une usure des éléments mécaniques en contact. En effet, le lubrifiant est un remarquable vecteur d'informations, puisqu'il va recueillir, en passant à travers les circuits, toutes les contaminations et usures provoquées ou subies par les machines. De ce fait, il va également se dégrader dans le temps. L'analyse d'huile usagée permet donc d'avoir rapidement une vue détaillée non seulement de l'état du lubrifiant mais également de l'équipement qu'il lubrifie. L'objectif sera de déceler les principales anomalies afin de donner au Responsable de Maintenance des informations précises sur l'état de la machine, et cela en recherchant dans le lubrifiant :

- Tous les phénomènes de pollution.
- Tous les phénomènes de contamination.
- L'ensemble des métaux provenant de l'usure.
- Dans certains cas et notamment lorsque les vidanges sont espacées, l'état du lubrifiant.

Toutefois l'étape préalable à l'étude de la dégradation et/ou de la contamination du lubrifiant consiste à prélever un échantillon de lubrifiant. L'acquisition d'échantillons « valides » constitue souvent une limite à ces analyses. En effet, cette opération doit être effectuée avec soin, de façon à obtenir des échantillons représentatifs de l'état du lubrifiant qui circule dans l'installation. Ainsi, même si les procédés d'analyse des lubrifiants utilisables en ligne commencent à être bien connus, les méthodes de prélèvement et la fréquence à laquelle il faut les prévoir constituent toujours une difficulté dans la mise en œuvre de cette technique de surveillance.

3.4 Conclusion.

L'objectif de ces techniques est de mettre en place des signatures caractéristiques de l'état de fonctionnement d'un système à partir de mesures réalisées sur celui-ci. L'utilisation de ces techniques en maintenance engendre des coûts de mise en œuvre qui ne sont pas toujours négligeables vis-à-vis des gains escomptés. Les techniques d'analyse vibratoire, de thermographie ou encore d'analyse de lubrifiants sont essentiellement utilisées de manière périodique sur des équipements pour lesquels les coûts imputés à une diminution de la productivité seraient très importants.

4- LES NIVEAUX DE MAINTENANCE. [50] ; [54]

Une autre condition pour réussir un système de maintenance est de spécifier les niveaux de maintenance dans l'entreprise. Suivant la norme NF X60-010, il existe cinq niveaux de maintenance qui classent les opérations à réaliser selon leur complexité.

- **Niveau I** : Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage d'équipement ou échange d'éléments accessibles en toute sécurité.
- **Niveau II** : Dépannage par échange standard d'éléments prévus à cet effet ou opérations mineures de maintenance préventive.
- **Niveau III** : Identification et diagnostic de pannes, réparation par échange de composants fonctionnels, réparations mécanique mineures.
- **Niveau IV** : Travaux importants de maintenance corrective ou préventive.
- **Niveau V** : Travaux de rénovation, de reconstruction ou de réparations importantes confiées à un atelier central.

Ces niveaux de maintenance font référence à la complexité des tâches à effectuer et aux ressources humaines et matérielles nécessaires à la réalisation de chacune des tâches. Cette spécification est détaillée dans le tableau 1. Le système de maintenance ainsi situé permet de préciser, de limiter et de dégager les responsabilités et les attentes envers ce système. Cependant, ceci constitue une condition nécessaire mais malheureusement non suffisante pour réussir l'implantation d'un système de maintenance dans une entreprise.

Niveaux	Personnel d'intervention	Moyens
I	Exploitant sur place.	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation.
II	Technicien habilité sur place.	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation, plus pièces de rechange trouvées à proximité sans délai.
III	Technicien spécialisé, sur place ou en local de maintenance.	Outillage prévu plus appareils de mesure, banc d'essai, de contrôle, etc.
IV	Equipe encadrée par un technicien spécialisée, en atelier central.	Outillage général plus spécialisé, matériel d'essai, de contrôle, etc.
V	Equipe complète, polyvalente en atelier central.	Moyens proches de la fabrication par le constructeur.

Tableau 1: Les ressources nécessaires pour chaque niveau de maintenance

CONCLUSION

Les entreprises sont de plus en plus sensibilisées à l'importance des coûts induits par les défaillances accidentelles des systèmes de production. Alors que la maintenance, jusqu'à très récemment, était considérée comme génératrice de dépenses, les entreprises sont de plus en plus conscientes qu'elle peut contribuer d'une manière significative à la performance globale de l'entreprise.

La stratégie de maintenance a des répercussions directes sur l'exploitation d'un système, sur la production et bien évidemment sur les charges financières. Lors du choix de la méthode de maintenance, il faut arbitrer entre les performances que l'on souhaite obtenir du système de production et les coûts que l'on est prêt à assumer pour le maintenir. Il faut donc trouver un équilibre entre un niveau de disponibilité des équipements que l'on veut garantir et un niveau acceptable des coûts directs de maintenance (personnel, matériels).

Si produire c'est exploiter un équipement de production pour en obtenir des produits finis, maintenir c'est assurer la disponibilité de la production.

CHAPITRE 2 :

Mise en place d'un plan de maintenance préventive.

Ce chapitre aborde les différentes étapes de mise en place d'un plan de maintenance préventive, depuis l'analyse des équipements de production jusqu'à la rédaction de la documentation.

Dans une première étape, nous décrirons les différents outils qui permettent d'analyser les défaillances pouvant intervenir sur chacun des organes d'un équipement. Puis dans un deuxième temps, nous prendrons en exemple une ligne de conditionnement d'un site de production pharmaceutique, pour décrire les différentes étapes de la mise en place d'un plan de maintenance préventive.

1- ANALYSE PREALABLE NECESSAIRE A LA MISE EN PLACE D'UN PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE.

Elaborer un plan de maintenance préventive, c'est lister et décrire toutes les opérations de maintenance préventive qui devront être effectuées sur chacun des organes d'un équipement. La réflexion sur l'affectation des opérations de maintenance se fait en balayant chacun de ces organes et en tenant compte de son utilisation, de sa technologie, de son risque de défaillance et de son impact sur la production et sur la sécurité (humaine, produit fini et matérielle). L'affectation des opérations de visite ou de contrôle a donc pour objet la détection des dysfonctionnements pouvant intervenir sur chacun des organes d'un équipement, et les effets que ces dysfonctionnements pourraient induire. [41] ; [75]

Pour chaque organe, lors de l'affectation des opérations, on se pose la question « est-ce nécessaire et est-ce suffisant ? », et ce afin de conforter la réflexion.

1.1 Etats et événements relatifs à un bien. [14] ; [34] ; [45] ; [68]

Dans le monde industriel actuel, la course à la rentabilité ne permet pas de faire l'impasse sur la recherche d'une plus grande efficacité d'exploitation des équipements. La mise en place d'un plan de maintenance préventive permet d'optimiser les opérations de maintenance et surtout de les effectuer au bon moment. L'objectif étant d'améliorer le taux de disponibilité des équipements et ainsi d'augmenter la productivité de l'entreprise. Un tel plan vise à réduire les coûts des pannes mais aussi ceux de la maintenance. En effet, la plupart des réparations et immobilisations coûteuses peuvent être réduites ou évitées par un entretien constant et préventif.

La disponibilité est définie comme « l'aptitude d'un dispositif, sous les aspects combinés de sa fiabilité, de sa maintenabilité et de la logistique de maintenance, à remplir ou à être en état de remplir une fonction à un instant donné ou dans un intervalle de temps donné » (Norme Française NF EN 13306 X 60-319) [81].

Cette définition comporte trois parties importantes :

- « ... sous les aspects combinés de sa fiabilité, de sa maintenabilité et de la logistique de maintenance,... »

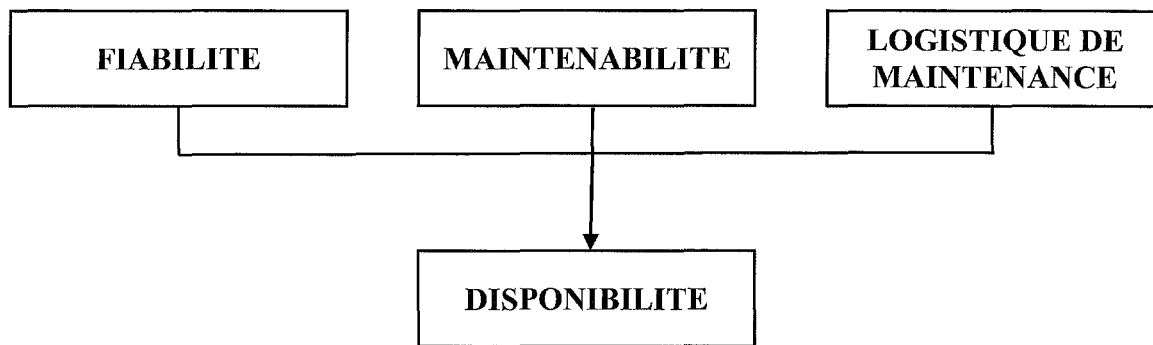


Figure 12 : Facteurs impactant la disponibilité.

Comme le montre la figure 12, la disponibilité est impactée par trois facteurs : la fiabilité, la maintenabilité et la logistique de maintenance.

Il est facile de concevoir que plus la fiabilité et la maintenabilité sont élevées (respectivement, moins de défaillances et temps de réparation plus faibles), meilleure sera la disponibilité.

Le terme « logistique de maintenance » désigne l'organisation autour du dispositif, souvent génératrice de temps annexes : attente de pièces de rechange, attente des techniciens de maintenance, temps nécessaire à la consignation de certaines installations avant l'intervention,.... Ces temps annexes ne modifient pas la maintenabilité des dispositifs (il s'agit d'une caractéristique intrinsèque du matériel), mais s'ajoutent aux temps de réparation, ils diminuent donc la disponibilité.

- « ... à remplir ou en état de remplir une fonction,... »

Le dispositif doit être opérationnel, c'est-à-dire soit en état de marche, soit prêt à fonctionner mais non utilisé.

En effet, un dispositif peut être disponible (opérationnel) sans être en état de fonctionnement : c'est le cas, par exemple, d'un équipement de production en attente de produits (matières premières, articles de conditionnement...). Par contre, le dispositif est indisponible lorsqu'il fait l'objet d'opération de maintenance nécessitant son arrêt. C'est pourquoi trop de maintenance préventive peut conduire à une diminution de la disponibilité.

- « ... à un instant donné ou dans un intervalle de temps donné... »

La disponibilité est exprimée, dans tous les cas, par un pourcentage, mais il y a lieu de distinguer la disponibilité instantanée et la disponibilité stationnaire.

On parlera de disponibilité instantanée lorsque l'on s'intéresse à l'état d'un dispositif à un instant donné. La disponibilité instantanée est alors définie comme la probabilité que le dispositif soit opérationnel à cet instant donné.

On parlera de disponibilité stationnaire lorsque l'on s'intéresse à l'état « moyen » d'un dispositif dans un intervalle de temps donné. La disponibilité stationnaire est alors définie comme la proportion du temps durant lequel le dispositif reste opérationnel.

Dans une organisation en flux tendus (juste à temps), le dispositif doit être disponible à l'heure prévue pour le lancement du lot de fabrication. Il s'agit alors d'une préoccupation de disponibilité instantanée.

Dans une organisation en flux poussés (production sur stocks), le dispositif doit être disponible, par exemple, pendant 90 ou 95 % du temps possible de production. Les stocks permettent alors de rendre transparents pour les clients les 5 ou 10 % d'indisponibilité. Il s'agit ici d'une préoccupation de disponibilité stationnaire.

1.1.1 Fiabilité et maintenance des équipements industriels. [15] ; [46] ; [47] ; [53] ; [66]

L'évaluation de l'état de dégradation des équipements industriels s'avère un élément indispensable à la définition des opérations de maintenance destinées à garantir, pour un coût maîtrisé et préétabli, un niveau maximum de disponibilité et de sécurité de ces équipements.

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

En termes de qualité, la fiabilité d'un matériel est définie comme l'aptitude à maintenir l'entité identique à sa spécification d'origine.

Il existe deux types de fiabilité :

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

La fiabilité peut être estimée par le taux de défaillance $\lambda(t)$ (exprimé en pannes par heure). Il est présenté par le rapport :

$$\lambda = \text{Nombre de défaillances} / \text{Durée d'usage}$$

Ainsi, liée aux risques de défaillance, la vie des équipements 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 des imperfections de montage. Dans cette phase, seule la maintenance corrective est applicable.
- Phase de maturité: $\lambda(t)$ est pratiquement constant. C'est la période de vie utile où les défaillances apparaissent sans dégradation préalable visible, pour des causes diverses. Le taux de défaillance est constant ou légèrement croissant, correspondant au rendement optimal de l'équipement. Dans cette phase une maintenance préventive est applicable.
- Phase de vieillesse : $\lambda(t)$ croît rapidement. Un mode de défaillance prédomine et entraîne une dégradation accélérée : c'est la période d'obsolescence, souvent due à l'usure mécanique, la fatigue, l'érosion ou la corrosion. A un certain point de $\lambda(t)$ le matériel est hors service. Une maintenance préventive conditionnelle peut éventuellement être mise en place.

Dans la première phase, seule la maintenance corrective est pratiquée. C'est seulement dans la seconde phase (phase de maturité) qu'intervient la maintenance préventive.

La figure 13, représentant la variation du taux de défaillance en fonction du temps, est appelée « courbe en baignoire ».

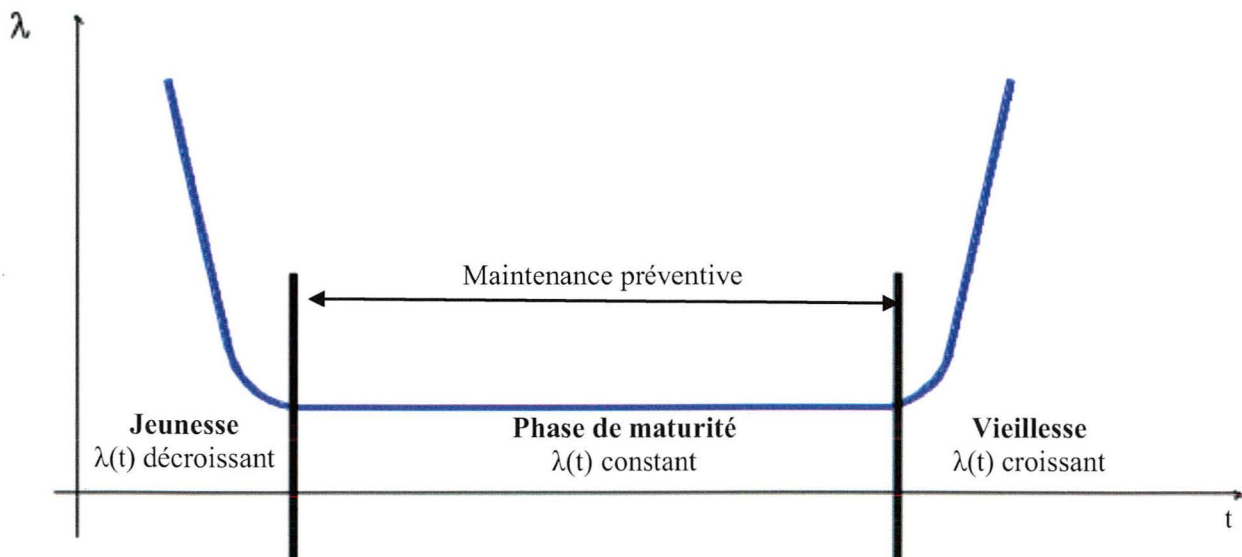


Figure 13 : Courbe en baignoire : taux de défaillance $\lambda(t)$. [76]

Cette courbe en baignoire montre bien que la maintenance préventive n'est réellement justifiée que pour la phase de maturité. Dans cette période, le taux de défaillance est sensiblement constant et égal à l'inverse de l'indice de fiabilité : MTBF (Mean Time Between Failure). La MTBF, ou moyenne des temps de bon fonctionnement, est la valeur moyenne des temps entre deux défaillances consécutives.

Ainsi faut-il retenir que durant la phase de maturité de l'équipement, le taux de défaillance est constant :

$$\text{MTBF} = \text{Somme des Temps de Bon Fonctionnement} / \text{nombre de défaillances.}$$

et

$$\text{MTBF} = 1 / \lambda$$

1.1.2 Le concept de maintenabilité. [23] ; [25] ; [69]

La maintenabilité est aussi une notion importante à prendre en considération lors de la mise en place d'un plan de maintenance préventive. Dans des conditions données d'utilisation, la maintenabilité d'une entité est son "aptitude à être maintenue ou rétablie, sur un intervalle de temps donné, dans un état dans lequel elle peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et moyens prescrits" (Norme NF EN 13306 X 60-500).

La maintenabilité caractérise donc la faculté à remettre ou à maintenir un bien en bon état de fonctionnement. Elle dépend de nombreux facteurs, décrits dans le tableau 2. Ces facteurs peuvent être liés à l'équipement, au constructeur ou au service de maintenance.

Facteurs liés à l'équipement	Facteurs liés au constructeur	Facteurs liés à la maintenance
- Documentation - Aptitude au démontage - Facilité d'utilisation	- Conception - Facilité d'obtention des pièces de rechange - Coût des pièces de rechange	- Préparation et formation des personnels - Moyens adéquats - Etudes d'améliorations (maintenance améliorative)

Tableau 2 : Facteurs influençant la maintenabilité.

La maintenabilité d'un équipement peut se caractériser par sa MTTR (Mean Time To Repair) ou encore temps moyen pour réparer. L'indicateur MTTR est calculé en additionnant les temps actifs de maintenance ainsi que les temps annexes de maintenance, le tout divisé par le nombre d'interventions.

$$\text{MTTR} = \text{Temps d'arrêt Total} / \text{nombre d'arrêts}$$

Les temps actifs regroupent l'ensemble des temps :

- de localisation de la défaillance
- de diagnostic
- d'intervention
- de contrôles et d'essais.

Les Temps annexes comprennent les temps :

- de détection
- d'appel à la maintenance
- d'arrivée de la maintenance
- propres à la logistique de l'intervention.

1.2 Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC). [2] ; [61] ; [67]

Dans le cas d'organes spécifiques et mal connus, une analyse de type AMDEC peut s'avérer nécessaire. La réalisation d'une AMDEC permet de considérer les causes réelles de défaillance ayant pour conséquence l'altération de la performance du dispositif de production. Cette altération de performance se mesure par une disponibilité faible du moyen de production. Il s'agit d'une analyse critique qui se déroule en six étapes (figure 14). Cette analyse a pour objectif d'identifier de façon inductive et systématique les risques de dysfonctionnement des machines, puis à en rechercher les origines et leurs conséquences.

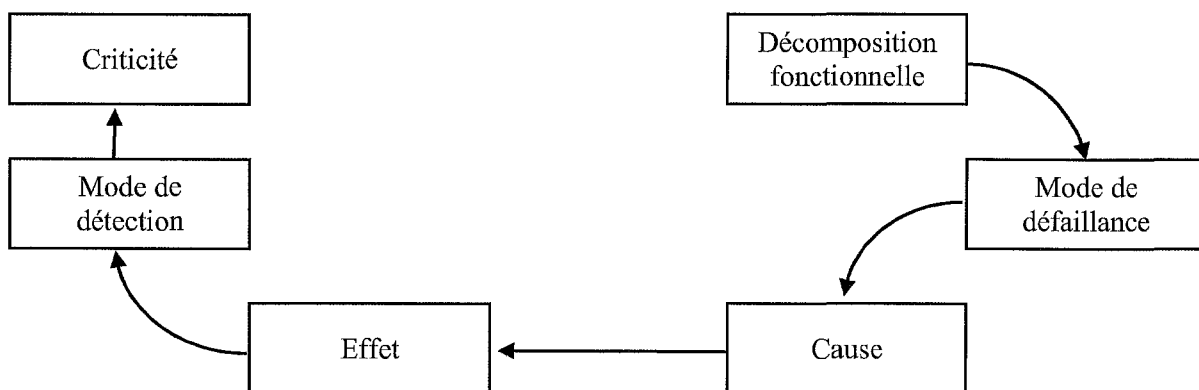


Figure 14 : Etapes d'une analyse de type AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité).

1.2.1 Décomposition fonctionnelle.

Il s'agit d'identifier clairement les éléments à étudier et les fonctions à assurer. C'est une étape indispensable car il est nécessaire de bien connaître les fonctions de la machine pour en analyser ensuite les risques de dysfonctionnement.

1.2.2 Modes de défaillance.

Un mode de défaillance est la manière par laquelle un dispositif peut venir à être défaillant, c'est-à-dire à ne plus remplir sa fonction. Ceci peut intervenir de quatre manières différentes:

- Plus de fonction : la fonction cesse de se réaliser.
- Pas de fonction : la fonction ne se réalise pas lorsqu'on la sollicite.
- Fonction dégradée : la fonction ne se réalise pas parfaitement : altération des performances.
- Fonction intempestive : la fonction se réalise alors qu'elle n'est pas sollicitée.

Le tableau 3 illustre par des exemples les différents modes de défaillances que ce soit pour des composants électriques, hydrauliques ou mécaniques.

Modes de défaillance	Composants électriques	Composants hydrauliques	Composants mécaniques
Plus de fonction	- composant défectueux	- composant défectueux - circuit coupé ou bouché	- rupture - blocage / grippage
Pas de fonction	-composant ne répondant pas à la sollicitation dont il est l'objet - connexions débranchées - fils desserrés	- connexions / raccords débranchés	
Fonction dégradée	- dérive des caractéristiques	- mauvaise étanchéité - usure	- désolidarisation - jeu
Fonction intempestive	- perturbations (parasites)	- perturbations (coups de bélier)	

Tableau 3 : Exemples de modes de défaillance [77]

1.2.3 Causes de défaillance.

Une cause de défaillance est l'événement initial pouvant conduire à la défaillance d'un dispositif par l'intermédiaire de son mode de défaillance.

Il existe trois types de causes conduisant à une défaillance :

- Causes internes au matériel.
- Causes externes dues à l'environnement, au milieu, à l'exploitation.
- Causes externes dues à la main d'œuvre.

Le tableau 4 illustre, par des exemples, les différentes causes de défaillance_ que ce soit pour des composants électriques, hydrauliques ou mécaniques.

Causes de défaillance	Composants électriques	Composants hydrauliques	Composants mécaniques
Causes internes. Matériel	- vieillissement - composant HS	- vieillissement - composant HS - colmatage - fuites	- contraintes mécaniques - fatigue mécanique - états de surface
Causes externes Milieu d'exploitation	-pollution (poussières, huile, eau) - chocs - vibrations - échauffement local - parasites, etc.	- pollution (poussières, huile, eau) - vibrations - échauffement local - choc, coup de bélier	- pollution (poussières, huile, eau) - vibrations - échauffement local - choc
Causes externes Main d'œuvre	- montage - réglages - mise en œuvre - utilisation	- montage - réglages - mise en œuvre - utilisation	- conception - montage - réglages - mise en œuvre - utilisation

Tableau 4 : Exemples de causes de défaillance [77]

1.2.4 Effet de la défaillance.

L'effet d'une défaillance est, par définition, la conséquence subie par l'utilisateur. Il est associé au couple mode-cause de la défaillance et correspond à la perception finale de celle-ci.

Exemple : arrêt de production, détérioration d'équipement, pollution, etc.

1.2.5 Mode de détection.

Le mode de détection est la manière par laquelle un utilisateur est susceptible de détecter la présence d’une défaillance.

Exemple : détection visuelle, élévation de température, odeurs, bruits,...

1.2.6 Criticité.

La criticité est une évaluation quantitative du risque constitué par l’analyse du scénario mode-cause-effet-détection de défaillance. La criticité est alors évaluée à partir de la combinaison de trois facteurs (tableau 5 et 6):

- La gravité de l’effet.
- La fréquence d’apparition du couple mode-cause.
- La possibilité d’utiliser des signes de détection.

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 intervention mineure.	4	Catastrophique : défaillance provoquant un arrêt impliquant des problèmes majeurs.
Fréquence d’occurrence 0 : Probabilité d’apparition d’une cause ou d’une défaillance.			
1	Exceptionnelle : la possibilité d’une 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 n’est pas décelable ou encore sa localisation nécessite une expertise approfondie.

Tableau 5 : Facteurs d’évaluation de la criticité [41]

L'indice de criticité, qui vise à évaluer le niveau de risque associé à la fonctionnalité d'un équipement permet de décider l'action à entreprendre (tableau 6). Cet indice est déterminée par :

$$\text{Indice de criticité (C)} = \text{Indice de Gravité (G)} \times \text{Indice de fréquence d'Occurrence (O)} \times \text{Indice de non Détection (D)}$$

Criticité (C)	Action à entreprendre
C<16	Ne pas tenir compte
16 ≤ C < 32	Mise sous préventif à fréquence faible
32 ≤ C < 36	Mise sous préventif à fréquence élevée
36 ≤ C < 48	Recherche d'amélioration
48 ≤ C	Reprendre la conception

Tableau 6 : Echelle de criticité (C=G×O×D).

Pour bâtir un plan de maintenance préventive, l'utilisation d'une matrice de défaillance simplifiée, à deux indices (Tableau 7), peut être suffisante :

- Préventif de fréquence élevée pour A1, A2, A3, B1, B2 et C1.
- Préventif de fréquence faible ou pas de préventif pour B3 et C2.
- Pas de préventif pour C3

Echelle d'occurrence		Probable < 1an	Possible < 3 ans	Quasi impossible > 3 ans
Classe de gravité		A	B	C
Très critique (arrêt de production)	1			
Critique (ralentissement ou risque d'arrêt dans quelques jours)	2			
Sans influence (la dégradation ne peut avoir une influence qu'à moyen terme)	3			

Tableau 7 : Matrice de défaillance à deux indices. [41]

2 MISE EN PLACE D'UN PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE SUR LA « LIGNE LIQUIDE 1 »

Les outils d'analyse, exposés dans la première partie de ce chapitre, ont été utilisés pour mettre en place un plan de maintenance préventive sur une ligne de conditionnement d'un site de production pharmaceutique. Cette ligne de conditionnement, appelée ligne « liquide 1 », sert ci-après d'exemple pour illustrer la démarche qui a été suivie pour l'élaboration d'un plan de maintenance préventive.

2.1 Organisation du box de la « ligne liquide 1 ».

La « ligne liquide 1 » est située dans le box N°346, au conditionnement, sur le site Mayoly Spindler à Chatou.

Les Laboratoires Mayoly Spindler sont un laboratoire pharmaceutique familial français indépendant qui a su se développer et se renforcer pour devenir une entreprise française mature, performante et dynamique. Les Laboratoires défendent aujourd'hui leur identité d'entreprise à taille humaine.

Leur activité s'étend sur plusieurs champs thérapeutiques tels que la gastro-entérologie, la rhumatologie, l'ORL, la médecine générale, la santé grand public et la dermo-cosmétique sous la marque NIGY avec la gamme des produits Topicrem®.

La plus grande partie de ses produits est fabriquée sur ses deux sites de production français (Chatou et Dammarie Les Lys) dotés de moyens modernes de fabrication, de contrôle et d'expédition.

La ligne liquide 1 sert à conditionner trois types de médicaments :

- Chophtol® solution 1g/5ml (extrait d'artichaut), flacon de 120 ml.
- Euphon sirop® (codéine base 0,1g/100ml + extrait aqueux d'erysimum), flacon de 150 ml.
- Euphon sirop® (codéine base 0,1G/100ml + extrait aqueux d'erysimum), flacon de 300 ml.

La figure 15 représente schématiquement les différents équipements de la ligne de conditionnement liquide 1.

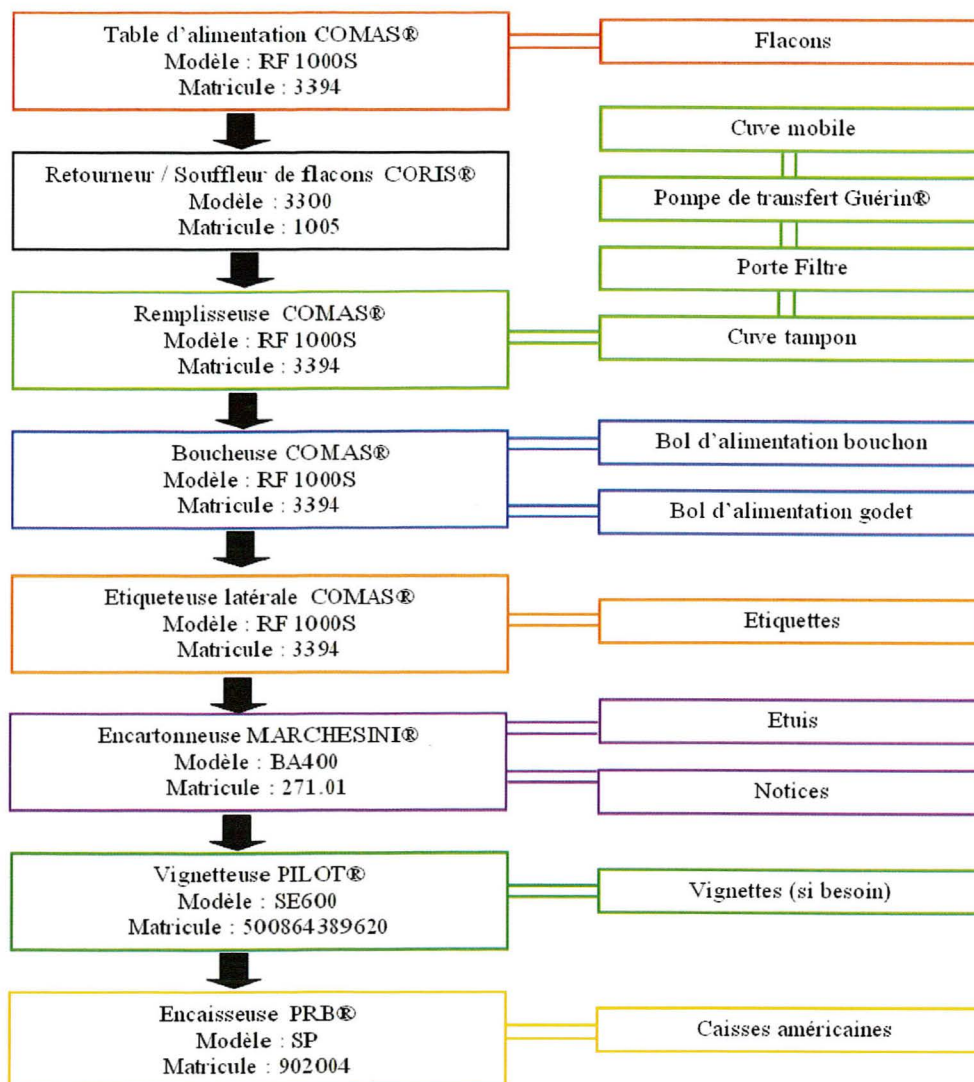


Figure 15 : Organisation du box N° 346 (liquide 1)

2.2 Sources disponibles et utilisées.

Comme nous l'avons vu dans la première partie de ce chapitre, la réalisation d'un plan de maintenance préventive sur une ligne de conditionnement nécessite, au préalable, un important travail d'analyse. Ainsi, afin de déterminer les dysfonctionnements pouvant intervenir sur chacun des organes des équipements de la ligne liquide 1, et les effets que ces dysfonctionnements pourraient induire, plusieurs sources ont été utilisées :

- Les documents techniques des équipements.
- Les cahiers de suivi des équipements.
- Les cahiers de suivi de box.
- L'expérience de chacun (opérateurs, techniciens de maintenance, responsable de production,...).

Documents techniques des équipements

Ces documents permettent de connaître d'une manière approfondie la machine à étudier. En général, on peut trouver les renseignements suivants :

- Précautions particulières.
- Consignes de sécurité.
- Paramètres de surveillance, de réglage.
- Modes opératoires de maintenance.
- Types et références des articles.
- Type de lubrifiant, consommables.
- Pièces d'usure, pièces de rechange.
- Schémas électriques.

Cahiers de suivi des équipements

Ces documents contiennent toutes les opérations de maintenance, de nettoyage et de remplacement de pièces qui ont été effectuées sur un équipement (il existe un cahier pour chaque équipement de la ligne liquide 1). Cet historique permet de déterminer la nature et la fréquence d'apparition des défaillances, la fréquence des dépannages, et ainsi est-il possible de :

- Trouver les outils pour détecter les défaillances avant leur apparition.
- Déduire la périodicité des opérations de contrôle.
- Calculer la fréquence de remplacement systématique de telle ou telle pièce.

Cahier de suivi de box

Ce cahier trace tous les événements ou actions se déroulant dans un box de la zone production et plus particulièrement :

- toute opération de pesée, fabrication ou conditionnement (ex : production, changement de lot, mise en place de clichés, prise de poste, tri, ...).
- toute opération de nettoyage (équipements, locaux, ...).
- toute opération de maintenance (remplacement de pièces, réglages machines, ...).
- toute autre opération ponctuelle (validation, étalonnage, entretien des locaux, essai, ...).

Expérience des utilisateurs

En général, les documents sont souvent insuffisants. Les avis des opérateurs de production et des techniciens de maintenance sont très intéressants. En effet, ils sont en contact direct avec les équipements, ce qui leur permet d'avoir une bonne connaissance des machines et de leurs défaillances récurrentes.

2.3 Définition des actions de maintenance à prévoir dans le plan.

Suite au travail d'analyse effectué en amont, la démarche utilisée pour définir les actions de maintenance à entreprendre sur la ligne de conditionnement liquide 1 est décrite ci-dessous dans la figure 16.

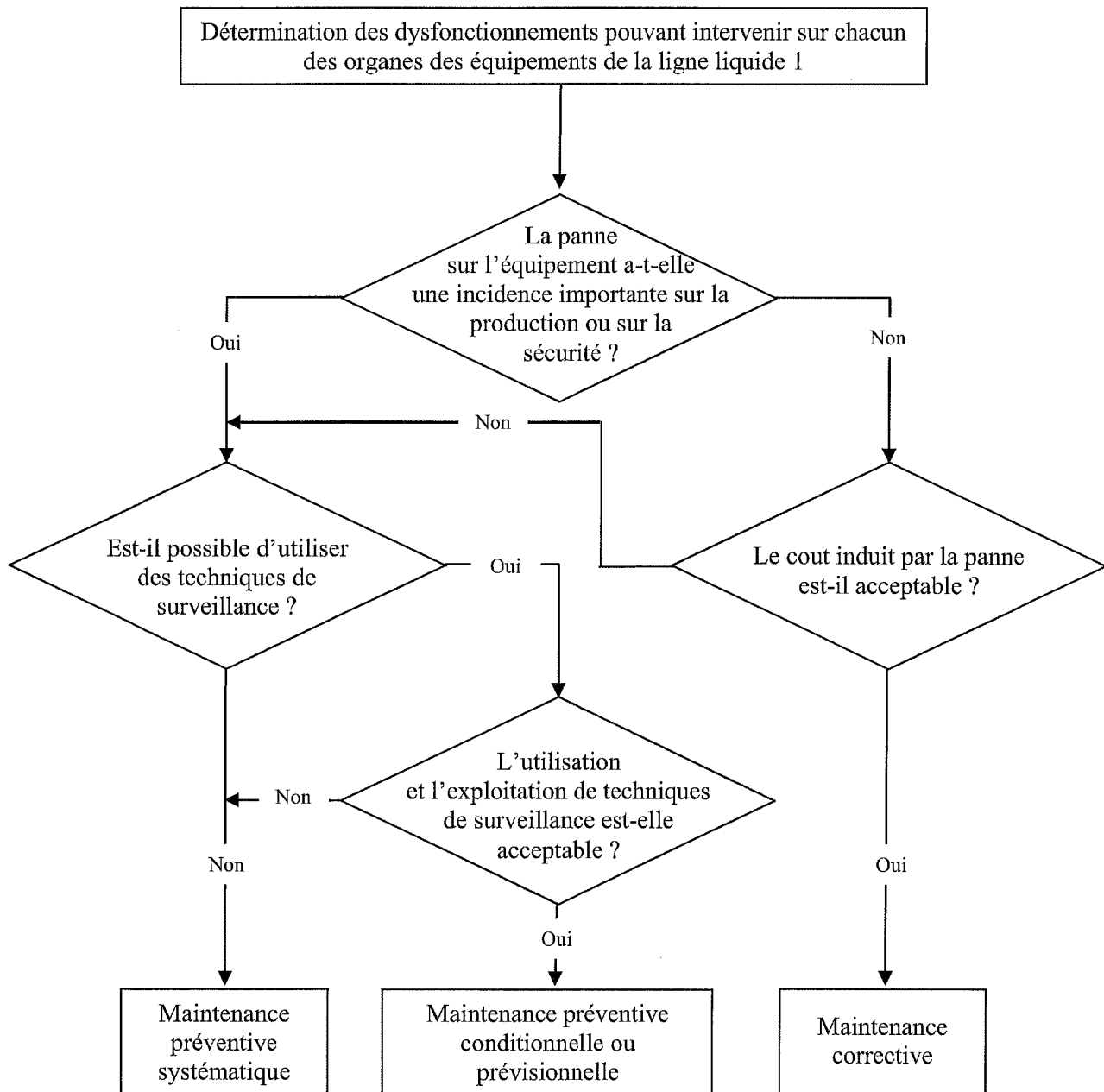


Figure 16 : Arbre décisionnel de définition des actions de maintenance

L'arbre décisionnel de définition des actions de maintenance (figure 16) permet de déterminer les types de maintenance à effectuer sur chaque organe et pour chaque type de défaillance. L'étape suivante est de déterminer la fréquence d'apparition des défaillances afin de déterminer la périodicité de réalisation des actions de maintenance préventive sur la ligne liquide 1.

2.4 Définition des périodicités des interventions de maintenance préventive sur la « ligne liquide 1 ».

La figure 17 schématise le cycle de maintenance mise en place sur la ligne liquide 1.

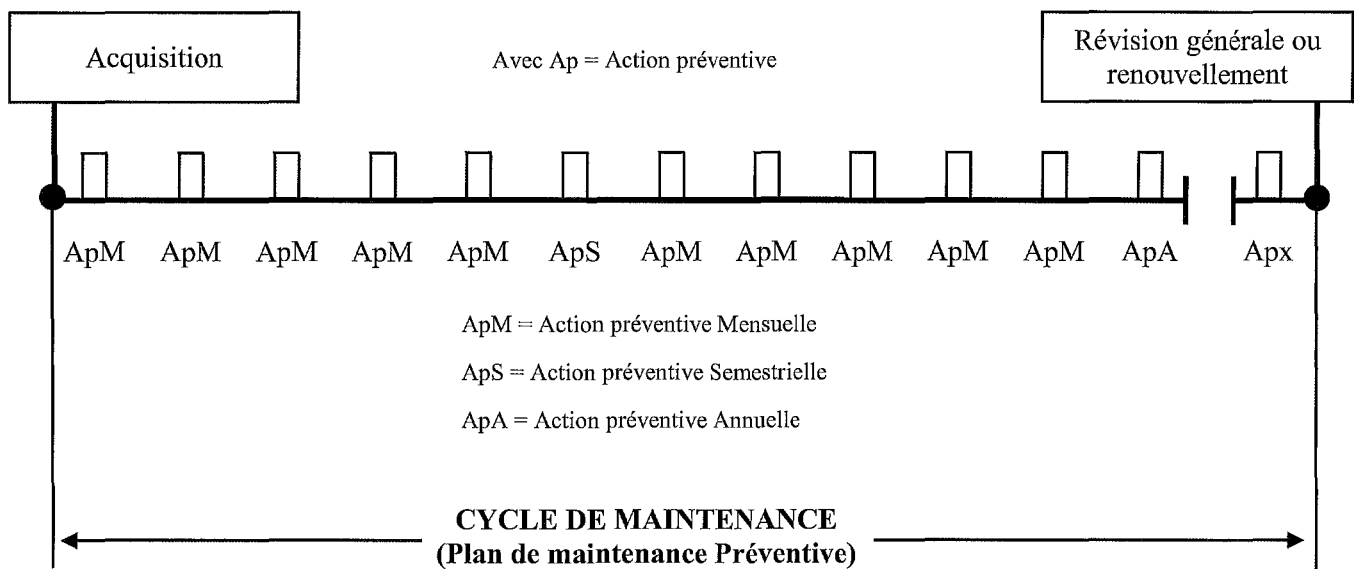


Figure 17 : Schématisation du cycle de maintenance

Idéalement, les périodicités d'intervention se déterminent à partir :

- Des préconisations du constructeur.
- De l'expérience acquise lors d'un fonctionnement en maintenance corrective.
- De résultats fournis par les visites préventives initiales.
- D'une analyse prévisionnelle de fiabilité (quantification d'un arbre de défaillance).
- D'une analyse de type AMDEC.

Dans tous les cas, la périodicité n'est pas fixée « une fois pour toute » ; elle doit, en effet, évoluer en fonction du retour de l'expérience et de l'évolution de l'équipement. L'optimisation des périodicités d'intervention se fait lors de la révision générale du plan de maintenance préventive.

2.4.1 Difficultés pressenties sur le site de production de Chatou.

Le site de production de Chatou possède dix lignes de conditionnement. Une fois que les plans de maintenance préventive seront mis en place sur toutes les lignes de conditionnement, il y aura tous les mois à effectuer :

- La maintenance mensuelle à réaliser sur toutes les lignes de conditionnement.
- La maintenance semestrielle sur une ligne de conditionnement.
- La maintenance annuelle sur une autre ligne de conditionnement.

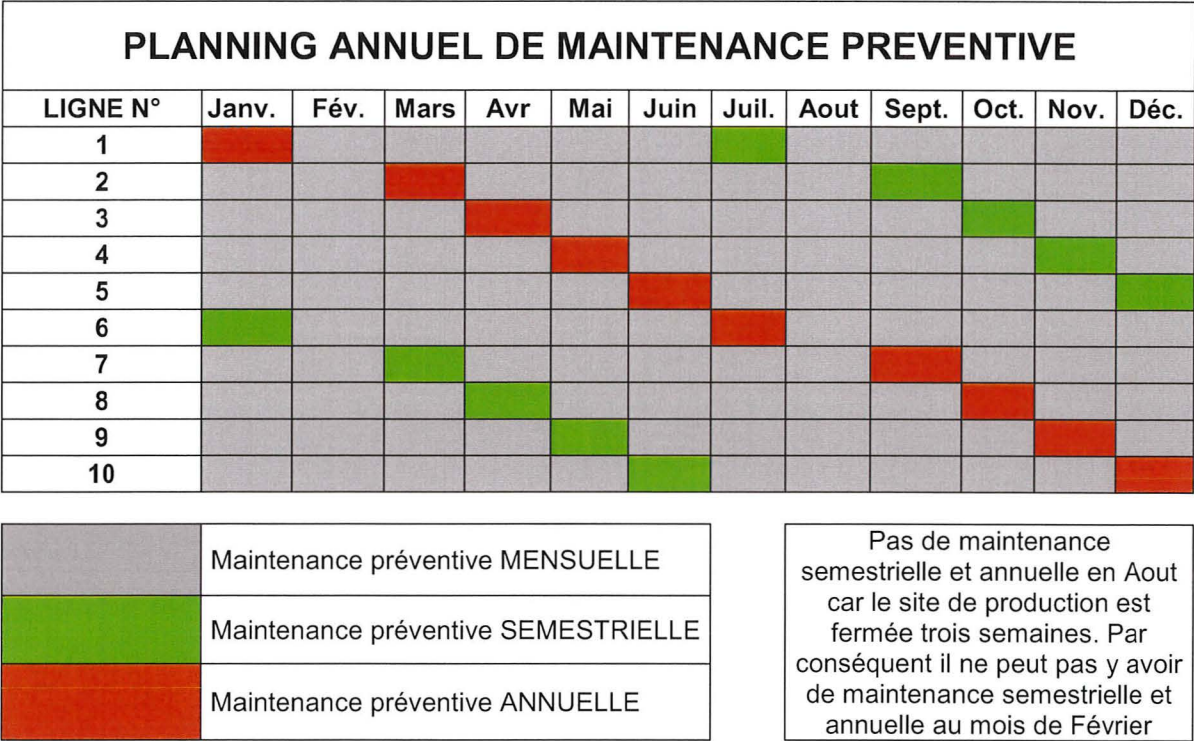


Figure 18 : Planning annuel de maintenance préventive

Ce planning annuel (figure 18) pose deux problèmes pour la mise en place du plan de maintenance préventive sur le site de production de Chatou :

- Disponibilité des techniciens de maintenance qui seront en charge de la maintenance préventive.
- Disponibilité des équipements (environnement et priorité de production).

2.4.2 Définition des périodicités.

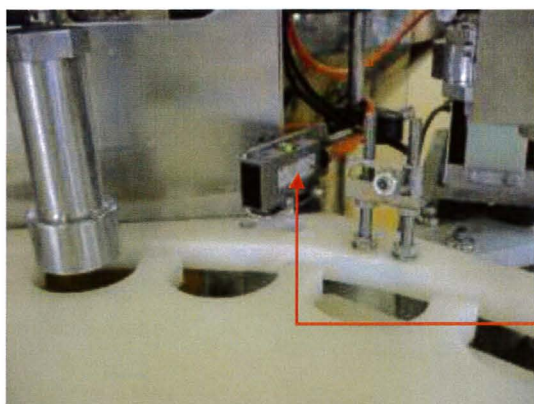
Du fait du nombre élevé d'opération de maintenance préventive à effectuer et de la faible disponibilité des équipements, la périodicité des interventions a été déterminée, autant que possible, en fonction des niveaux de maintenance requis.

La maintenance mensuelle sur les équipements de la ligne liquide 1 ne sera constituée que de maintenance de premier niveau facile et rapide à mettre en œuvre : cette maintenance ne nécessite aucun démontage de l'équipement.

❖ **Exemples** : opérations de maintenance préventive mensuelle effectuées sur la bouchonneuse COMAS® modèle RF 100S de la ligne liquide 1.

- Nettoyer, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la photocellule de contrôle « présence bouchon ».

•



Photocellule de contrôle
« présence bouchon »

Tous les niveaux supérieurs de maintenance seront effectués lors de la maintenance semestrielle ou annuelle, selon les recommandations des constructeurs et l'expérience acquise lors du fonctionnement en maintenance corrective.

❖ **Exemples** : opérations de maintenance préventive semestrielle et annuelle effectuées sur la bouchonneuse COMAS® modèle RF 100S de la ligne liquide 1.

➤ Maintenance semestrielle

- Contrôler la tension et le graissage (graisse multi-usages) des chaines de transmission ; si nécessaire, les remplacer.

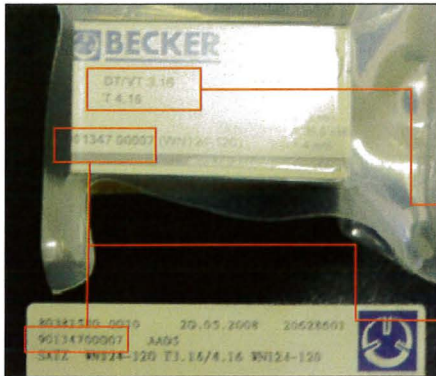


Chaine de transmission

Tendeur

➤ **Maintenance annuelle**

- Changer les palettes de la pompe à vide (vérifier les références).



*Exemple pour une pompe à vide
BECKER VT 4.16 et ses palettes de
référence 90 13 47 00 007*

Référence de la pompe à vide

Référence des palettes

2.4.3 Optimisation des périodicités.

Par la suite en fonction du retour d'expérience, de la comparaison des historiques liés au préventif et au correctif, les périodicités pourront être modifiées lors de la révision générale du plan de maintenance préventive de la ligne liquide 1. La figure 19 représente les différents constats possibles lors de l'optimisation des périodicités des interventions de maintenance préventive.

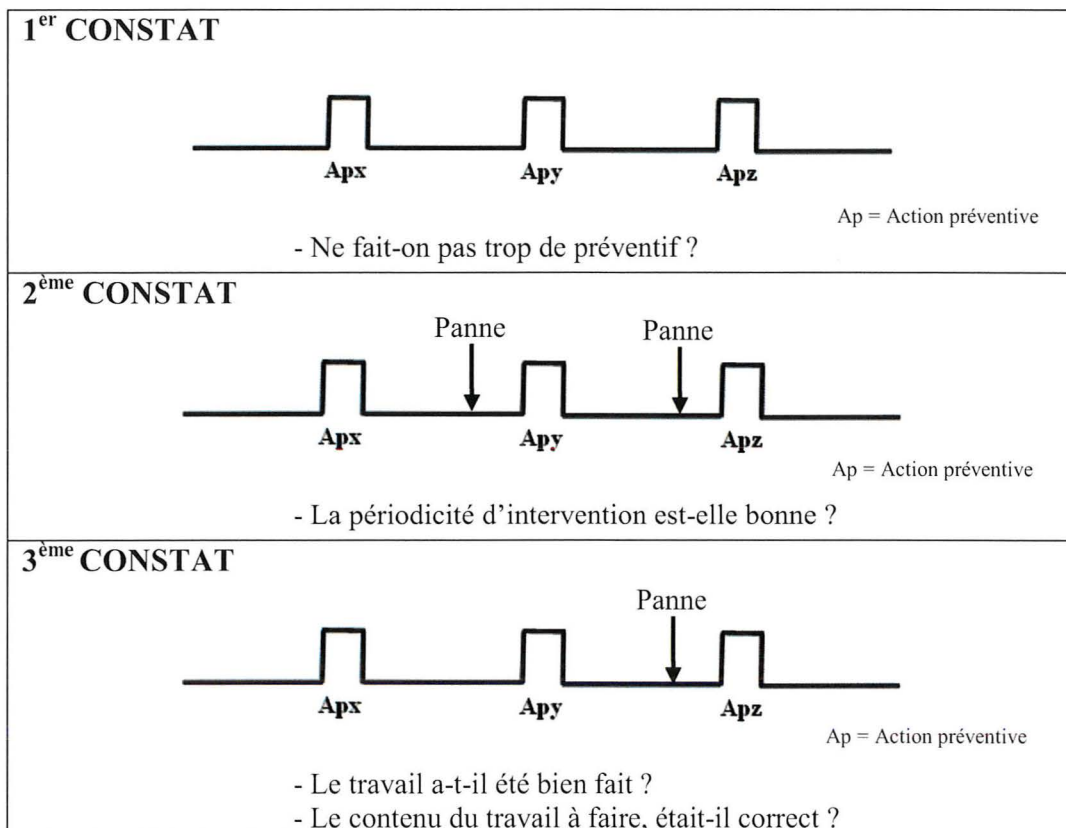


Figure 19 : Constats possibles lors de l'analyse des périodicités des interventions de maintenance préventive

Lors de la révision générale du plan de maintenance préventive trois constats seront possible en ce qui concerne les périodicités.

Constat N°1 : Pas de maintenance corrective entre les visites préventives. Dans ce cas, il faut se poser la question de savoir si la périodicité des interventions n'est pas trop fréquente.

Constat N°2: Des pannes reviennent régulièrement entre les visites préventives ce qui peut traduire une périodicité d'intervention trop éloignée.

Constat N°3 : Des pannes reviennent de manières irrégulières entre les visites préventives. Dans ce cas, deux possibilités sont à envisager : soit le contenu du travail à faire n'est pas correct, soit le travail n'a pas été correctement effectué.

2.5 Documentation et stratégie de maintenance mis en place sur la « ligne liquide 1 ».

Aucune action technique importante ne peut se faire en maintenance sans référence documentaire. Un des rôles essentiels de la fonction maintenance est « d'assurer la maîtrise de la documentation relative aux équipements » avec pour objectif principal la connaissance technologique et opérationnelle des équipements. Cet objectif permet :

- Une préparation à des interventions plus sûres et plus efficaces.
- Une aide aux agents de maintenance.
- Une traçabilité des activités de terrain à des fins d'amélioration de l'organisation.
- Une analyse du comportement des matériels à des fins d'améliorations techniques et d'optimisation économique.

La qualité du système documentaire en maintenance est une condition nécessaire à la qualité de la maintenance. Tout système de qualité implique :

- D'écrire ce que l'on va faire $\Rightarrow$ préparation des interventions, définition des procédures.
- De faire ce que l'on a écrit $\Rightarrow$ encadrer l'intervention.
- D'écrire ce que l'on a fait $\Rightarrow$ traçabilité.

2.5.1 Modes opératoires.

Les modes opératoires décrivent de manière détaillée l'ensemble des opérations de maintenance préventive à effectuer sur les équipements. Ce type de document permet une vision globale de toutes les actions à apporter sur un équipement d'une ligne de production. Il doit présenter un contenu adapté à l'intervenant devant réaliser l'intervention (lisibilité, schéma).

Toutefois les explications fournies ne seront efficaces que si elles se suffisent à elles-mêmes; pour cela elles doivent être claires, pratiques et formulées dans un langage accessible par l'utilisateur. Ainsi rédigés, les modes opératoires constituent à la fois un guide journalier, une image du savoir faire de l'entreprise, et un support documentaire pour la formation du personnel.

ANNEXE 1 : *Procédure décrivant les opérations de maintenance préventive du retourneur/souffleur de flacons CORIS, modèle 3300 de la ligne liquide 1.*

ANNEXE 2 : *Procédure décrivant les opérations de maintenance préventive de l'équipement COMAS, modèle RF 1000S de la ligne liquide 1.*

ANNEXE 3 : *Procédure décrivant les opérations de maintenance préventive de l'encartonneuse MARCHESINI, modèle BA400 de la ligne liquide 1.*

ANNEXE 4 : *Procédure décrivant les opérations de maintenance préventive de la vignetteuse PILOT, modèle SE600 de la ligne liquide 1.*

2.5.2 Cahier de suivi des opérations de maintenance préventive.

Des cahiers de suivi des opérations de maintenance préventive sont disponibles pour chaque équipement. Ils contiennent, sous forme de tableaux, la liste des opérations de maintenance préventive mensuelle, semestrielle et annuelle à effectuer sur chaque équipement. Ces cahiers permettent non seulement de tracer les opérations de maintenance préventive mais aussi de faire participer les intervenants à l'amélioration des plans de maintenance.

Exemple : *fiche de suivi des opérations de maintenance préventive semestrielle de la remplisseuse/bouchonneuse COMAS modèle RF 1000S.*

La date de l'opération de maintenance préventive.

Le nom ainsi que les initiales (visa) de l'intervenant.

Le nom ainsi que les initiales (visa) du vérificateur.

Maintenance SEMESTRIELLE		
DATE	INTERVENANT	VERIFICATEUR

Opération	DESIGNATION DES OPERATIONS DE MAINTENANCE SEMESTRIELLE	Fait
1	Effectuer la maintenance mensuelle.	
REPLISSEUSE		
2	Contrôler la tension et le graissage des chaines de transmission, si nécessaire, les remplacer.	
3	Vérifier l'état de la courroie d'entraînement.	
4	Graisser la croix de malte (graisse multi usage).	
BOUCHONNEUSE		
5	Contrôler la tension et le graissage des chaines de transmission, si nécessaire, les remplacer.	
6	Vérifier l'état de la courroie d'entraînement.	
7	Graisser les têtes de bielle par les deux orifices de lubrification (graisse multi usage).	
8	Graisser la croix de malte (graisse multi usage).	

Cet emplacement est disponible à la fin de chaque fiche de maintenance préventive. Il permet de noter toute information utile, offrant ainsi la possibilité d'optimiser le plan de maintenance de l'équipement.

2.5.3 Cahier de suivi des équipements.

Partie de la documentation de maintenance qui enregistre les défaillances, pannes et informations relatives à la maintenance d'un bien. D'une manière plus globale, ce document recense la chronologie de toutes les défaillances et de toutes les interventions relatives à un équipement pendant une période significative.

C'est le carnet de santé d'un équipement. Il contribue au suivi dans le temps de tous les équipements, et permet de retrouver facilement la chronologie des interventions.

ANNEXE 5 : *Cahier de suivi des équipements du retourneur/souffleur de flacons CORIS, modèle 3300, de la ligne liquide 1.*

CONCLUSION

Ce chapitre a abordé les différentes étapes de mise en place d'un plan de maintenance préventive, depuis l'analyse des équipements de production jusqu'à la rédaction de la documentation. Mais cette mise en place n'est qu'un commencement.

En effet il est difficilement concevable qu'un plan de maintenance soit parfait dès sa mise en place. Le suivi, la prise en compte des remarques des uns et des autres, les vérifications sur place et l'analyse des retours d'appréciation permettent d'améliorer ce plan. Cette adaptation doit être permanente et doit évoluer avec le vieillissement des équipements et la mise à jour obligatoire des procédures (tous les trois à cinq ans).

CHAPITRE 3 :

Suivi et optimisation du plan de maintenance préventive.

Un plan de maintenance préventive ne peut-être parfait dès le départ. Le suivi, la prise en compte des remarques, la vérification sur place et l'analyse des retours d'appréciations permettent d'améliorer un tel plan. Cette adaptation est permanente et doit évoluer avec le vieillissement des équipements et la mise à jour obligatoire des procédures (tous les trois à cinq ans).

Ce chapitre aborde, dans une première partie, la nécessité de mettre en place des indicateurs techniques et financiers pour suivre un plan de maintenance préventive en vue de son optimisation. Puis dans un deuxième temps, nous verrons qu'un travail sur l'affectation des tâches, qui est à la base de la TPM (Total Productive Maintenance), peut contribuer à l'optimisation des stratégies de maintenance.

Après la mise en place d'un plan de maintenance préventive, le problème majeur est de justifier et de suivre la politique de maintenance, puisque des économies drastiques en matière de maintenance sont souvent une solution à court terme aux problèmes budgétaires. Or, sur une période d'observation plus longue, la dilution des moyens et des ressources entraînent une dégradation significative de la disponibilité des équipements [79]. Le niveau de préventif à appliquer sur un équipement relève d'un certain nombre de critères qui ont été présentés dans le chapitre précédent. Cependant la figure 20 montre qu'il existe, au niveau financier, un équilibre à respecter entre maintenance préventive et corrective, l'objectif final étant d'optimiser le rapport entre le niveau de disponibilité des équipements que l'on souhaite garantir et le niveau de coûts de maintenance acceptable (personnel, matériels).

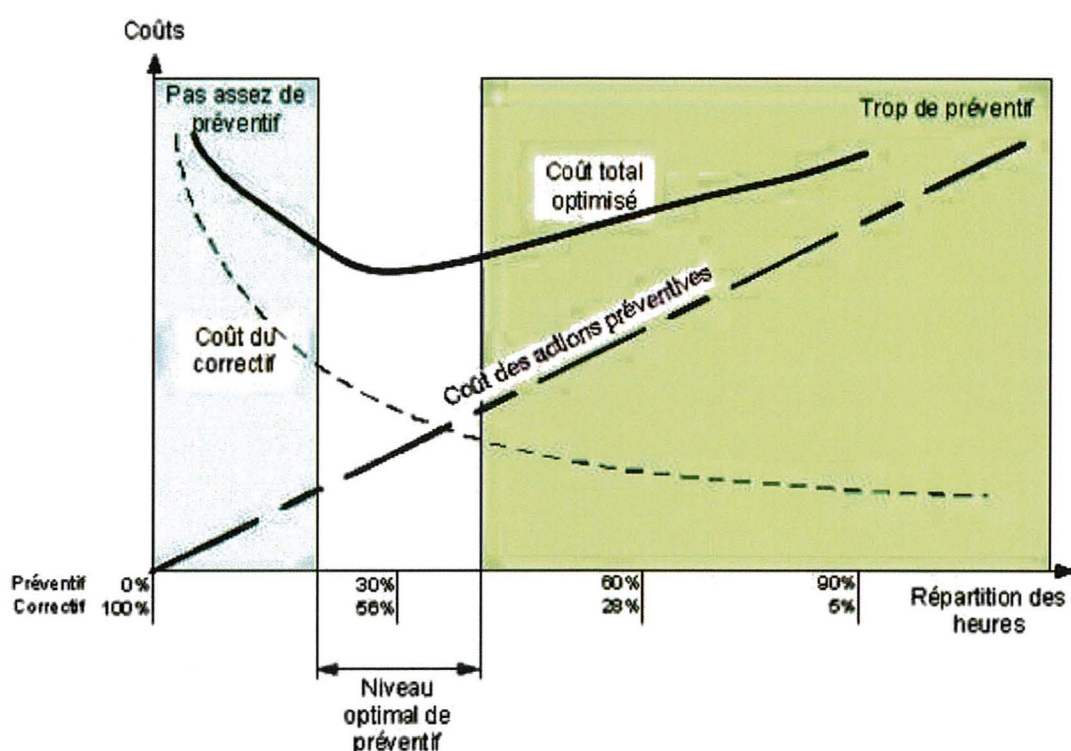


Figure 20 : *Équilibre financier entre maintenance préventive et corrective.*

Le graphique 20 montre également que l'économie réalisée sur les coûts de maintenance préventive finit généralement par coûter cher en arrêts de production et induit donc une diminution de la marge brute. Inversement, au-delà d'un certain seuil, un niveau trop important de maintenance préventive est assimilable à de la « sur qualité », ce qui augmente les coûts de production sans forcément apporter un supplément de performance.

En matière de budget maintenance, il faut donc quantifier la maintenance préventive pour pouvoir arbitrer entre un niveau de disponibilité des équipements que l'on souhaite garantir et un niveau jugé acceptable de dépenses pour maintenir cette disponibilité.

1- INDICATEURS NECESSAIRES AU SUIVI DU PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE. [18] ; [80]

L'importance de la quantification de la maintenance, au même titre que les autres grands postes de l'entreprise, doit amener les responsables de la maintenance à choisir et à utiliser des indicateurs caractéristiques et significatifs afin de connaître la situation (financière, matérielle et en personnels) de leur service et de justifier toutes les actions passées, en cours et à venir. L'utilisation de ces indicateurs doit donc permettre non seulement de fixer des objectifs tant aux niveaux économiques, techniques et humains mais aussi de suivre les résultats, et ainsi en apprécier les écarts et les analyser. Ces indicateurs constitueront donc les outils indispensables pour une gestion efficace de l'outil de production et de la fonction maintenance :

- Amélioration de la productivité.
- Tenue et justification des objectifs.
- Mise en évidence des points faibles.
- Aide à la décision lors de changements de matériels, etc.

La mise en forme de ces indicateurs doit faciliter la réflexion du décideur. Les indicateurs doivent donc être :

- Globalisés pour synthétiser la masse des informations saisies puis sélectionnées.
- Peu nombreux, mais descriptifs de la fonction à piloter.
- Simples, visuels, clairs pour être facilement compréhensibles et interprétables.
- Objectifs pour donner une image incontestable d'une situation.
- Structurés suivant l'objectif à atteindre.
- Sélectionnés : trop d'informations nuisent à l'analyse, mais trop peu ne permettent pas une description complète de la situation.
- Etablis sur une période de référence identifiée et significative.

Il existe de nombreux indicateurs. Ce chapitre présente ceux qui ont été mis en place sur le site de production Mayoly Spindler en parallèle au plan de maintenance préventive. Mais attention il n'existe pas d'indicateur « à tout faire » ou encore d'indicateur miracle. Chaque service maintenance doit trouver les indicateurs qui lui conviennent. Pour qu'un indicateur soit significatif et exploitable il faut que les valeurs utilisées qui le composent soient mesurables, définies avec précision, et qu'elles aient des bases homogènes (ex : périodes de référence). Le choix de

l'indicateur dépend de l'utilisation que l'on veut faire des informations, et appartient à chaque responsable. Il doit permettre de contrôler et de vérifier :

- le fonctionnement du processus.
- l'atteinte des objectifs.

Bien souvent un seul indicateur est insuffisant pour interpréter une situation: il est alors nécessaire d'utiliser des indicateurs complémentaires. Enfin, bien souvent, plus que la valeur nette de l'indicateur, c'est la variation de celui-ci au travers du temps qui est intéressante.

1.1 Indicateurs techniques.

1.1.1 Graphe d'évolution.

Les graphes d'évolution permettent de suivre le taux de réalisation de maintenance préventive. En effet, ce type de graphe (figure 21) compare la gamme de maintenance préventive réalisée par rapport à la gamme de maintenance préventive programmée [41]. Cet indicateur sert d'outil d'analyse qui permet de juger si le plan de maintenance préventive n'est pas trop lourd par rapport aux conditions de production (humaines et matérielles).

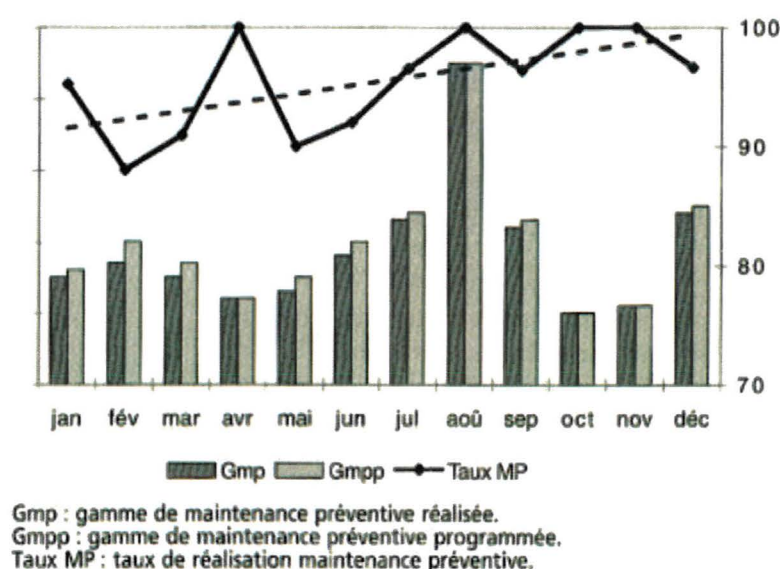


Figure 21 : Exemple de graphe d'évolution.

1.1.2 Taux de rendement synthétique.

1.1.2.1 Définition. [1]; [40]

Le suivi du taux de rendement synthétique (TRS) permet de vérifier l'efficacité du plan de maintenance préventive. Il s'agit d'un indicateur destiné à suivre le taux d'utilisation de machines. Il mesure la performance d'un moyen de production, il permet d'identifier les pertes et représente un excellent outil d'investigation. Pratiquement, le TRS correspond au rapport entre le nombre de pièces produites de bonne qualité pendant une certaine période, et le nombre de pièces qui auraient théoriquement pu être produites durant la même période.

Cependant la valeur du TRS ne permet qu'un positionnement de la performance globale de l'équipement considéré. Pour savoir où porter les efforts, il faut identifier la dimension qui « pèse » le plus sur la performance :

- Est-ce la non-qualité ?
- Le temps réellement utile de la machine qui se révèle trop faible ?
- Ses performances propres (rendement, vitesse, cadence,...) qui sont insuffisantes ?

Le TRS décomposé est un ratio constitué de trois taux intermédiaires. Le TRS met donc en évidence les pertes de production en trois catégories sur lesquelles un plan d'action est mis en place. Les trois taux intermédiaires qui composent le calcul théorique du TRS sont :

- **Taux de disponibilité** (notamment influencé par les pannes et les changements d'outils).

Taux de Disponibilité = Temps de production réel / Temps de production théorique.

- **Taux de performance** (notamment influencé par les micro-arrêts et les baisses de cadences).

Taux de Performance = Temps de cycle x Production réelle / Temps de production réel.

- **Taux de qualité** (notamment influencé par les défauts et les pertes aux redémarrages).

Taux de Qualité = Nombre de pièces bonnes / Nombre de pièces réalisées.

Le TRS correspond à la multiplication de ces trois taux. Chacun d’eux étant compris entre 0 et 100%, le TRS sera donc lui aussi compris entre 0 et 100%. Plus un indice de TRS est proche de 100%, meilleure est l’efficacité de la ligne.

$$\text{TRS} = \text{Taux de disponibilité} \times \text{Taux de performance} \times \text{Taux de qualité}$$

1.1.2.2 Calcul théorique du TRS. [6] ; [16]

Pour le calcul du TRS ainsi que des taux intermédiaires, il faut déterminer un certain nombre de temps de production. Ces temps sont représentés schématiquement dans la figure 22.

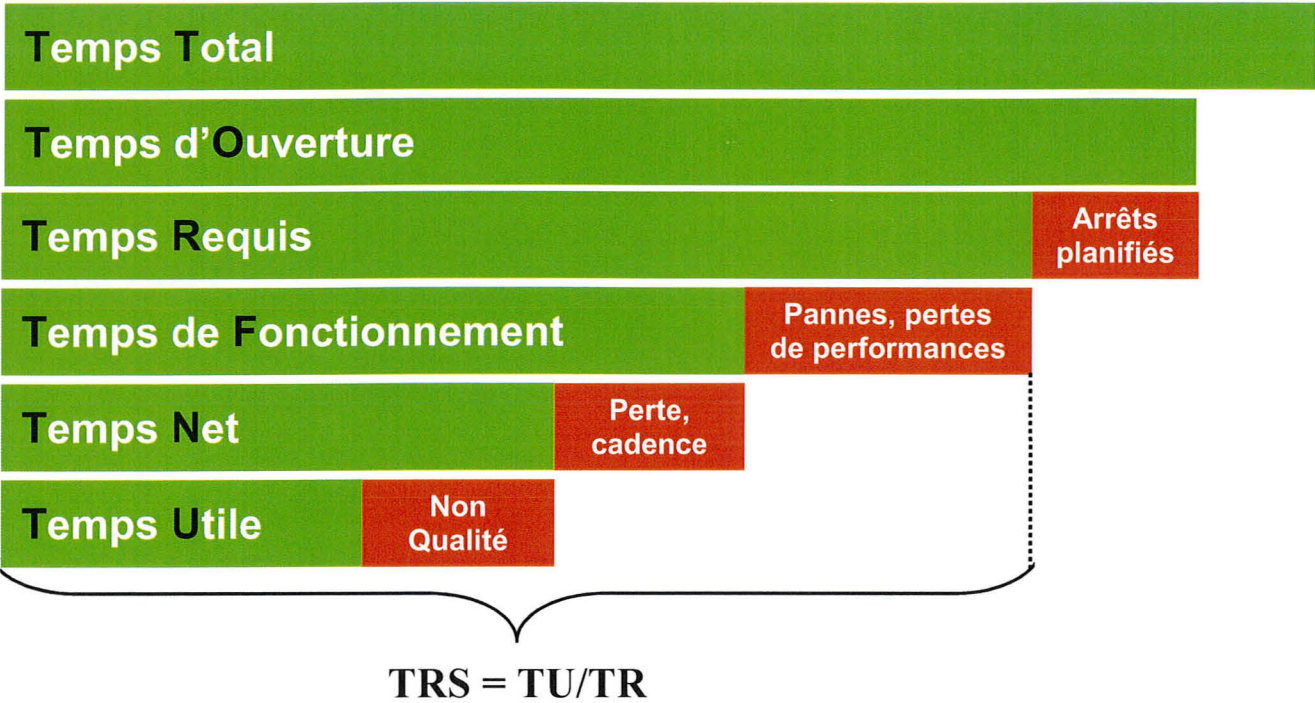


Figure 22 : Représentation schématique des temps nécessaires au calcul du Taux de Rendement Synthétique. [82]

Les temps nécessaire au calcul théorique du TRS (figure 22) sont :

Temps Total TT : temps de référence intégrant l’ensemble des états possibles du moyen. Pour une journée, le temps total est de 24 h ; pour une semaine, le temps total est de 168 h ; pour un an, le temps total est de 365 jours, etc.

Temps d'Ouverture TO : partie du Temps Total (TT) correspondant à l'amplitude des horaires de travail du moyen de production et incluant les temps d'arrêt, de désengagement du moyen de production ; par exemple nettoyage, modification, essai, formation, réunion, pause, maintenance préventive,...

Temps Requis TR : partie du Temps d'Ouverture (TO) pendant lequel l'utilisateur engage son moyen de production avec la volonté de produire, comprenant les temps d'arrêt subis et programmés (par exemple pannes, changement de série, réglages, absence de personnel)

Temps de Fonctionnement TF : partie du temps requis (TR) pendant lequel le moyen de production produit des pièces bonnes et mauvaises, dans le respect ou non du temps de cycle de référence (TCR) et avec toutes ou parties des fonctions en service.

Temps Net TN : partie du temps de fonctionnement (TF) pendant lequel le moyen de production aurait produit des pièces bonnes et mauvaises, dans le respect du temps de cycle de référence (TCR)

Temps Utile TU : partie du temps net (TN) correspondant au temps non mesurable obtenu en multipliant le nombre de pièces bonnes par le temps de cycle de référence (TCR)

La détermination de ces différents temps de production permet de calculer les taux intermédiaires nécessaires au calcul théorique du TRS.

Taux de disponibilité = Temps de Fonctionnement (TF) / Temps Requis (TR)

Taux de performance = Temps Net (TN) / Temps de Fonctionnement (TF)

Taux de qualité = Temps Utile (TU) / Temps Net (TN)

La détermination de ces trois taux intermédiaires permet de calculer le **Taux de rendement Synthétique (TRS)** :

TRS = Taux de disponibilité x Taux de performance x Taux de qualité

TRS = (TF/TR) x (TN/TF) x (TU/TN)

$$\text{TRS} = \text{TU/TR}$$

1.1.2.3 Application.

Le suivi du taux de rendement synthétique de la ligne de conditionnement liquide 1 permet de s'assurer de l'efficacité du plan de maintenance préventive mis en place. Le calcul théorique du TRS sur une ligne de conditionnement nécessite trois étapes :

- **1^{ère} étape :** détermination du temps de cycle de référence pratique de la ligne de conditionnement.
- **2^{ème} étape :** Recueil des données de production de la ligne de conditionnement.
- **3^{ème} étape :** Analyse des données de production de la ligne de conditionnement.

1^{ère} étape : Détermination du temps de cycle de référence pratique de la ligne de conditionnement.

Le temps de cycle de référence de la ligne de conditionnement liquide 1 a été déterminé en comptant le nombre de boîtes produites en sortie de vignetteuse (relevé sur 1 minute avec 3 prises d'essais).

Chophytol® solution 125 mL :

85 boîtes / min	}	Moyenne = 84 boîtes par minute
84 boîtes / min		
84 boîtes / min		

Euphon® sirop 300 mL :

65 boîtes / min	}	Moyenne = 66 boîtes par minute
67 boîtes / min		
66 boîtes / min		

Euphon® sirop 150 mL :

Pas de production d'Euphon 150 mL sur la ligne liquide 1 durant la durée de l'étude.

2ème étape : Recueil des données de production de la ligne de conditionnement.

Les données de production de la ligne de conditionnement liquide 1 sont recueillies dans le tableau 8.

SUIVI MENSUEL DES QUANTITES PAR LIGNE								
Mois :		Janvier						
MACHINE								
LIGNE / PRODUIT	Standard Lot		Unités produites	Temps prévisionnel machine	Temps d'activité avec arrêts	Temps arrêts machine	Temps d'activité hors arrêts	Ecart heures machine
	QTES	Heures						
LIQUIDE 1								
EUPHON 150 ml	128 056	23,71						
EUPHON 300 ml	63 700	16,1	187 395	47,36	118,72	47,97	70,75	71,36
CHOPHYTOL 20%	13 333	5,42						
Total ligne			187 395	47,36	118,72	47,97	70,75	71,36

SUIVI MENSUEL DES QUANTITES PAR LIGNE								
Mois :		Février						
MACHINE								
LIGNE / PRODUIT	Standard Lot		Unités produites	Temps prévisionnel machine	Temps d'activité avec arrêts	Temps arrêts machine	Temps d'activité hors arrêts	Ecart heures machine
	QTES	Heures						
LIQUIDE 1								
EUPHON 150 ml	128 056	23,71						
EUPHON 300 ml	63 700	16,1	126 208	31,90	83,33	29,67	53,67	51,43
CHOPHYTOL 20%	13 333	5,42	25 018	10,17	19,25	6,25	13	9,08
Total ligne			151 226	42,07	102,58	35,92	66,67	60,51

SUIVI MENSUEL DES QUANTITES PAR LIGNE								
Mois :		Mars						
MACHINE								
LIGNE / PRODUIT	Standard Lot		Unités produites	Temps prévisionnel machine	Temps d'activité avec arrêts	Temps arrêts machine	Temps d'activité hors arrêts	Ecart heures machine
	QTES	Heures						
LIQUIDE 1								
EUPHON 150 ml	128 056	23,71						
EUPHON 300 ml	63 700	16,1						
CHOPHYTOL 20%	13 333	5,42	98 686	40,12	75,92	32,71	43,21	35,80
Total ligne			98 686	40,12	75,92	32,71	43,21	35,8

Tableau 8 : Données de production de la ligne de conditionnement liquide 1.

3^{ème} étape : Analyse des données de production.

La dernière étape consiste à analyser le fonctionnement de la ligne de conditionnement liquide 1 pour déterminer les temps de production, les taux intermédiaires et le taux de rendement synthétique (tableau 9).

Temps utile	129,55 heures
Temps Net	134,7 heures
Temps de Fonctionnement	180,63 heures
Temps Requis	297,22 heures

Taux de qualité	96,18 %
Taux de performance	74,57 %
Taux de disponibilité	60,77 %
TRS	43,59 %

Tableau 9 : Temps de production, taux intermédiaires et TRS de la ligne de conditionnement liquide 1 déterminés sur une période de 3 mois.

Les résultats présentés dans le tableau 8 permettent de justifier les points d'amélioration prioritaire à effectuer sur la ligne liquide 1 :

- Pas d'action immédiate pour augmenter le taux de qualité. En effet, le taux de qualité est influencé par les défauts et les pertes aux redémarrages. Or sur la ligne de conditionnement liquide 1, le démarrage de la ligne nécessite un amorçage des pompes de remplissage ainsi que le réglage du volume de remplissage. C'est pourquoi il sera difficile d'augmenter le taux de qualité, d'où l'absence d'action immédiate.
- La mise en place du plan de maintenance préventive sur la ligne de conditionnement liquide 1 doit permettre d'augmenter le taux de performance et le taux de disponibilité, puisqu'un tel plan vise à réduire les micro-arrêts, les baisses de cadences et les pannes ; cela entraînera alors une augmentation de la performance et de la disponibilité de la ligne de conditionnement et donc du taux de rendement synthétique.

1.1.2.4 Conclusion.

La mise en place d'un plan de maintenance préventive doit permettre d'augmenter la performance et la disponibilité des équipements d'une ligne de production. Le TRS varie en fonction du taux de performance et du taux de disponibilité. Son suivi permet donc de contrôler l'efficacité d'un plan de maintenance préventif. Il faut juste être patient et ne pas tirer de conclusion trop hâtive, en effet les bénéfices d'une maintenance préventive sont longs à se mettre en évidence et les résultats sur le TRS ne sont pas immédiats.

1.2 Indicateur financier : les coûts de maintenance. [27]

Les coûts de maintenance représentent l'ensemble des dépenses engagées pour maintenir en état de fonctionnement un système complexe. Bien souvent ils sont associés à des exigences de fonctionnement en termes de sécurité, de fiabilité ou encore de disponibilité.

L'analyse des coûts permet au responsable de la politique de maintenance d'effectuer ses choix principaux :

- Etablissement d'un budget prévisionnel annuel.
- Suivi des dépenses et respect du budget.
- Niveau de maintenance préventive à mettre en œuvre.
- Vérification de l'efficacité des actions de maintenance.
- Décision du recours ou non à la sous-traitance et à la main d'œuvre externe.
- Renouvellement du matériel.

La décomposition des coûts de maintenance est schématisée dans la figure 23.

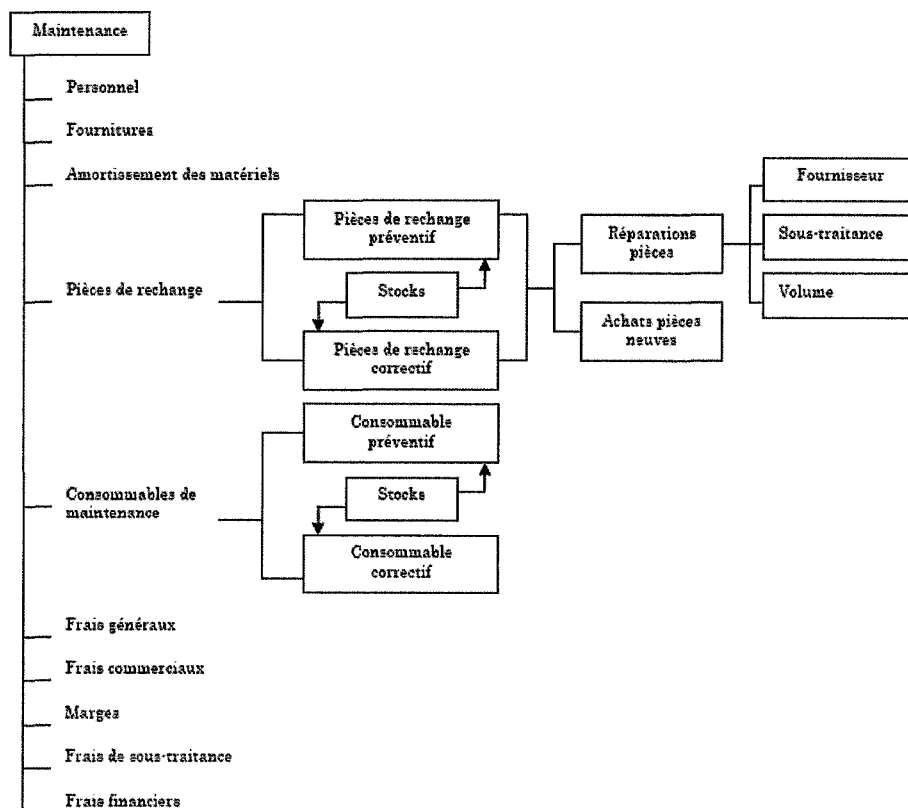


Figure 23 : *Décomposition des coûts de maintenance.* [39]

Partant de ce graphique, les dépenses relatives à la maintenance peuvent être associées à deux catégories : les coûts directs de maintenance et les coûts indirects de maintenance.

1.2.1 Les coûts directs de maintenance (Cm). [26]; [39]

Ils peuvent se rapporter à une intervention corrective (Cmc), préventive (Cmp) ou externalisée (Cme). Les coûts directs de maintenance (Cm) sont constitués des éléments suivants :

1.2.1.1 Coûts de main d'œuvre.

Les couts de main d'œuvre correspondent au produit « temps passés x taux horaire de maintenance ».

Les temps passés sont saisis par les techniciens de maintenance sur les bons de travail. Le taux horaire de maintenance exprimé en € / heure est fourni par la comptabilité. Ce taux est évidemment fonction de la qualification de l'intervenant, mais également de la politique sociale de l'entreprise. Ceci explique que ce taux varie pour un même technicien employé dans des structures différentes.

1.2.1.2 Frais généraux du service maintenance.

Les frais généraux du service maintenance sont les frais fixes du service, estimés à l'année et ramenés à l'heure d'activité. Ils sont parfois estimés en pourcentage du budget du service ou intégrés au taux horaire. Ils comprennent les appointements des cadres et des employés de bureau, les loyers, les assurances, les frais de chauffage, d'éclairage, de reprographie, de communication, etc.

1.2.1.3 Coûts de possession des stocks, des outillages et des machines.

Les coûts de possession des stocks, des outillages et des machines donnent une évaluation des pertes et dépréciations dues au stockage. Ils intègrent également les frais de magasinage.

1.2.1.4 Consommation de matières, de fournitures, de produits utilisés.

L'exécution des tâches de maintenance exige de nombreuses fournitures dont le coût est connu grâce aux factures rédigées par les fournisseurs.

1.2.1.5 Consommation des pièces de rechange.

Il s'agit d'un poste important en maintenance, évalué à partir des factures d'achat qu'il faut réactualiser (pièce dormante pendant plusieurs années, mais qui reste stratégique) et corriger par la prise en compte des frais de transport, de passation de commande et de magasinage.

1.2.1.6 Coûts des contrats de maintenance.

La maintenance de certains matériels spécifiques est parfois externalisée (sous-traitance). Le montant du contrat de maintenance est généralement négocié à l'année.

1.2.1.7 Coûts des travaux sous-traités.

Les coûts des travaux sous-traités sont connus par les factures des prestataires de service, puis éventuellement majorés par un « taux de participation du service » sous forme de prêt de matériel, assistance, contrôle, etc.

Il est alors possible de regrouper les coûts directs de maintenance en 4 rubriques :

- **C_{mo}** : dépenses de main d'œuvre.
- **C_f** : dépenses fixes du service maintenance.
- **C_c** : dépenses de consommables.
- **C_e** : dépenses externalisées.

$$\mathbf{C_m = C_{mo} + C_f + C_c + C_e}$$

1.2.2 Les coûts indirects de maintenance (Ci). [31] ; [62]

Les coûts indirects de maintenance peuvent aussi être nommés coûts indirects de disponibilité ou coûts indirects d'arrêt de production. Ces coûts intègrent toutes les conséquences économiques induites par l'arrêt d'un équipement requis.

1.2.2.1 Perte de production Cp.

Il est évident que, pendant l'arrêt d'une ligne de production, non seulement les produits non fabriqués ne peuvent être commercialisés, mais plus encore, ils sont vendus par la concurrence.

Il est possible d'estimer les pertes de production par : « **temps d'indisponibilité (Ti) x taux horaire de non production (τ)** ».

Ti est le temps de l'indisponibilité relevé pendant une période où l'équipement défaillant est requis. Le taux horaire, exprimé en € / heure, est déterminé pour l'équipement considéré. Il dépend majoritairement de la criticité de l'équipement à l'intérieur de l'ensemble du système de production.

1.2.2.2 Coûts de la main d'œuvre de production.

Ces coûts correspondent à l'attente des opérateurs pendant le temps d'indisponibilité de l'équipement (Ti).

1.2.2.3 Coûts des arrêts induits.

Les coûts des arrêts induits touchent particulièrement les organisations en flux tendus. En effet, faute de stocks tampons, l'arrêt d'une unité sur une ligne de production perturbe rapidement les unités en amont (saturation) et en aval (pénurie).

1.2.2.4 Coûts des rebuts, de la non-qualité et des délais non tenus.

Ces coûts sont souvent difficilement chiffrables, puisque le coût de la diminution ou de la perte d'une certaine image de marque ne peut être défini précisément. Il est cependant possible d'estimer les pénalités de retard et les coûts des pièces fabriquées mais rebutées.

1.2.2.5 Frais de redémarrage de production.

Souvent, le redémarrage d'une ligne de production induit une période de perte de matière ou de qualité, obligeant à éliminer des produits fabriqués.

1.2.2.6 Coûts induits en cas d'accident corporel.

Une panne fortuite traitée dans l'urgence est malheureusement parfois génératrice d'accidents du travail en interne, et parfois même, peut induire des dommages corporels pour les usagers.

1.2.3 Les coûts de défaillance (Cd). [28]

Les coûts de défaillance résultent des coûts directs et indirects d'une ou d'un cumul de défaillances relatives à un équipement.

$$\mathbf{Cd = Cm + Ci}$$

La figure 24 montre que les couts directs et indirects de maintenance varient dans des sens opposés, dans la mesure où la diminution des temps d'indisponibilité est le résultat d'une maintenance préventive plus importante et plus efficace.

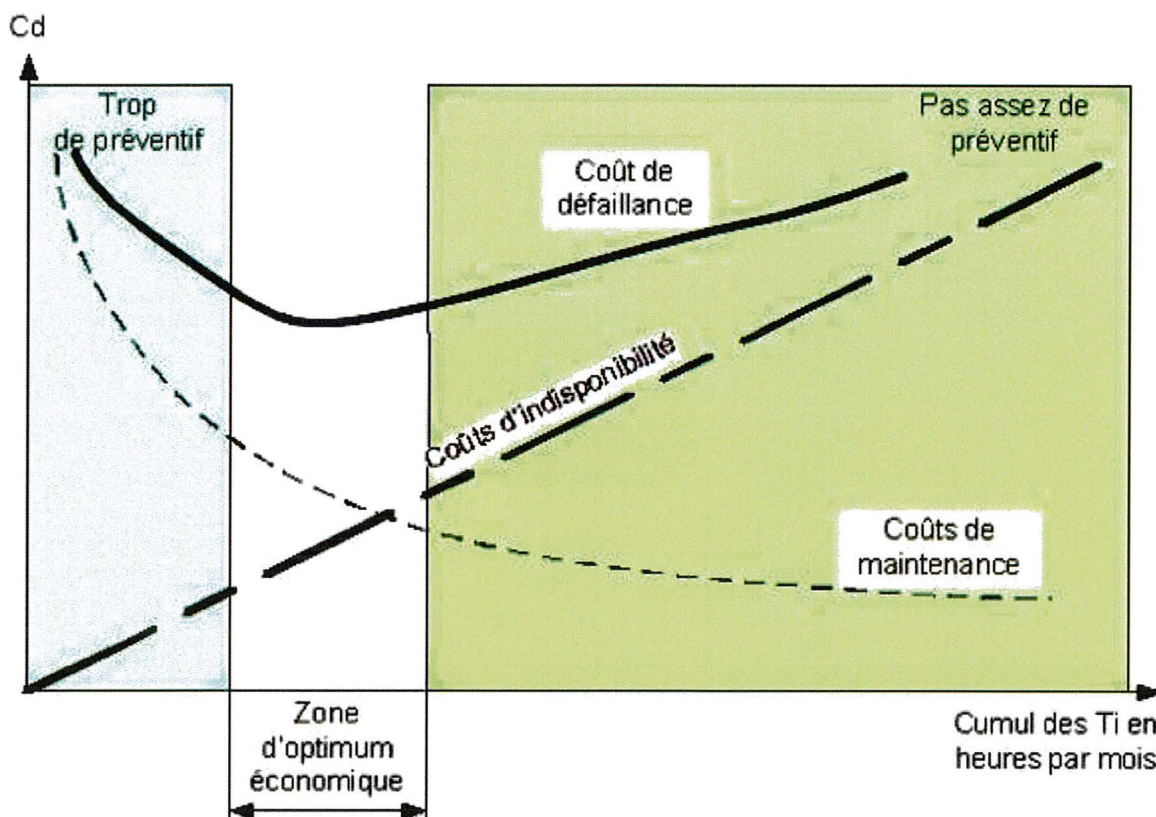


Figure 24 : Evolution des coûts de défaillance. [78]

La figure 24 met en évidence la linéarité des coûts d'indisponibilité. Une maintenance préventive peu développée entraîne des coûts indirects, dus aux arrêts de production, trop importants. Inversement, trop de préventif entraîne des coûts directs, dus à des investissements humains et matériels, trop importants.

Cependant le graphique montre également qu'il existe un optimum au niveau des coûts de défaillance. L'objectif est donc d'optimiser le plan de maintenance préventive en cherchant un équilibre entre les coûts directs et indirects et donc, entre la disponibilité des équipements et les coûts de maintenance.

2- LA « TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) ». [55] ; [56]

Les méthodes centrées sur l'organisation des activités de maintenance peuvent contribuer à l'optimisation des stratégies de maintenance. Citons, par exemple, la TPM qui a pour objectif la réalisation d'un maximum de tâches de maintenance par l'opérateur de production travaillant sur l'équipement concerné, en mettant en place une politique de motivation du personnel,

d'amélioration du contexte de travail et d'engagement d'action de progrès. En effet, NAKAJIMA, qui fut le promoteur de la TPM, définit la Maintenance Productive Totale (en anglais *Total Productive Maintenance : TPM*) comme une approche où tous les employés participent à la maintenance préventive par des activités d'équipe. C'est la définition qui est adoptée d'emblée dans la littérature sur la TPM. Il ajoute que le terme "Total" de TPM a trois significations : le rendement global des installations, un système global de réalisation et une participation de tout le personnel. La TPM vise ainsi à modifier la manière de penser des employés vis-à-vis de la maintenance et à améliorer leur niveau de connaissance.

La démarche TPM peut être définie en cinq points clés :

- Le fonctionnement optimal des installations.
- Un système exhaustif de maintenance préventive, incluant la maintenance autonome et la détection des micro-dégradations, par un programme de propreté.
- Une approche multidisciplinaire (conception + production + maintenance).
- L'implication de tous les employés et à tous les niveaux.
- La réalisation des activités de maintenance préventive par des petits groupes autonomes.

2.1 Origine de la TPM. [63]

La TPM a été mise en place dans les années 1970 par la société NIPPON DENSO, avec l'aide du cabinet JMA (Japan Management Association) au Japon. Cette démarche était centrée sur l'amélioration du fonctionnement des équipements par l'amélioration de la fiabilité et de la disponibilité des machines, d'où sa connotation « maintenance ». Au fur et à mesure de l'extension de cette démarche au Japon et dans le reste du monde industrialisé, le succès aidant, le concept s'est élargi pour finalement, de nos jours, considérer la TPM comme une démarche de management performante.

La TPM d'origine a été médiatisée par Seichi NAKAJIMA (directeur de JIPM, Japan Institute of Plan Maintenance). Son concept était le suivant : « Créons des petits groupes pour s'approprier les équipements et améliorer leur rendement ». De ce concept découle de grosses évolutions dans l'entreprise, à savoir que nous ne sommes plus dans le schéma basique « moi je produis, toi tu ré pares », mais dans un schéma où la maintenance est l'affaire de tous, ce qui se traduit par le fait que l'exploitant assure une partie des tâches dites de « maintenance de conduite ou de niveau 1 », comme le graissage, la surveillance, le nettoyage, le contrôle.

Pour l’époque, cette vision était innovante et rencontrait beaucoup d’opposition; depuis, le succès a balayé toutes les craintes. Ce succès est dû à plusieurs facteurs : d’abord, les résultats probants obtenus par les entreprises pilotes, à savoir, des améliorations de productivité de plus de 30 %. Ensuite, l’instrumentation de cette démarche, par la mise en place de prix P.M. (Productive Maintenance), décernés par le JIPM, qui reconnaissent la dynamique de progrès créée par la TPM (tableau 10) et par un formalisme rigoureux concernant principalement les formations destinées aux différents acteurs de cette démarche.

Prix PM	Création	Description
Prix d’excellence	1971	Niveau de base que l'on peut demander après 3 ans minimum de pratique de la TPM®.
Prix de pérennisation	1992	Décerné aux entreprises dont la TPM® continue à progresser au bout de 2 ans après l'obtention du prix d'excellence.
Prix spécial	1976	Décerné aux entreprises ayant obtenu un niveau supérieur à celui reconnu par le prix de pérennisation. Il peut être obtenu 3 ans après l'obtention du prix d'excellence ou 1 an après le prix de pérennisation.
Prix spécial avancé	2000	Décerné aux entreprises dont la TPM® continue à progresser au bout de 2 ans après l'obtention du prix spécial.
Prix world class	1999	D'un niveau élevé, il est décerné à une société ou à un groupe international au moins 3 ans après le prix spécial.

Tableau 10 : Les différents prix Productive Maintenance. [22]

2.2 Présentation de la démarche TPM. [64]

De nos jours, la TPM est considérée comme une démarche d’amélioration continue de la performance industrielle, qui s’inscrit dans une politique de maîtrise totale de la qualité et de l’excellence. La TPM se caractérise par le fait que tous les services de l’entreprise sont impliqués directement ou indirectement dans cette démarche.

Bien des entreprises font de la maintenance corrective et préventive. Mais pour faire le maximum afin d’améliorer la productivité des installations et réduire les coûts, un autre outil s’avère nécessaire : la TPM. La TPM va beaucoup plus loin en ajoutant deux autres modes de maintenance : la maintenance d'amélioration et la maintenance de conception.

La TPM, c'est aussi une approche très structurée qui fournit les conditions propices à la « fabrication parfaite » : zéro perte, zéro défaut, zéro panne, zéro accident. Cet outil peut permettre d'accomplir beaucoup :

- Éliminer les six causes principales de pertes (pannes, changements de série et réglages, passages à vide/arrêts mineurs, ralentissements, pertes de qualité / retouches, redémarrages).
- Former les opérateurs à la maintenance autonome : nettoyage, inspection, détection des anomalies, réglages simples (maintenance de niveau 1).
- Mettre en place un système de maintenance planifiée.
- Mettre en place un système de maintenance de la qualité des produits.
- Concevoir des équipements plus faciles à opérer, plus fiables et dont l'entretien soit le moins coûteux possible.

La TPM est implantée au moyen de principes qu'on appelle les cinq piliers de la TPM. L'ordre d'application peut varier selon les situations.

Maintenance d'amélioration.

Ce premier pilier consiste à améliorer les équipements existants pour éliminer les pertes de rendement et favoriser la maintenabilité. En d'autres termes, on gère systématiquement toutes les activités qui influencent l'efficacité des équipements.

Exemple : l'élimination des sources de pertes de rendement. Il s'agit de créer des équipes de projet ou des groupes de travail qui analyseront ces pertes et amélioreront les équipements en vue de les éliminer.

Maintenance autonome.

La maintenance autonome consiste à responsabiliser tout le personnel et à faire en sorte qu'il participe aux activités quotidiennes de maintenance. Ainsi, plusieurs employés qui ne font pas de maintenance peuvent, grâce au contact étroit qu'ils ont avec les équipements qu'ils utilisent, détecter d'éventuelles anomalies, les corriger eux-mêmes dans certains cas, ou, à défaut, les signaler au personnel de maintenance et ainsi prévenir les pertes.

En maintenance traditionnelle, l'attitude consiste à dire : « moi je fabrique, toi tu ré pares ». La TPM, bien au contraire, propose une vision intégrée du travail ; l'attitude nouvelle consiste à dire : « je prends soin moi-même de ma machine ».

Maintenance préventive.

La maintenance préventive comprend les activités menées selon un programme précis et assurées par le personnel de maintenance. Ce sont les activités qui nécessitent des compétences particulières (révisions générales, réparations complexes, etc.). De préférence, les activités de maintenance préventive sont établies en fonction du diagnostic plutôt que de manière systématique.

Maintenance de conception.

L'objectif est d'améliorer la conception des équipements nouveaux ou existants en vue de réduire les pertes de rendement et les besoins de maintenance. En participant à la correction et à l'amélioration des équipements, le personnel en apprend beaucoup sur la qualité de leur conception. Cette expérience peut être mise à contribution pour la conception ou la révision.

Développement du personnel.

L'application de la TPM requiert un personnel qui possède de bonnes connaissances en matière d'équipement. Ce qui veut dire qu'il doit apprendre à vérifier la qualité des produits et à surveiller le fonctionnement des équipements. Quant au personnel de maintenance, il doit être capable de réagir rapidement à des situations complexes.

2.3 Conclusion.

L'aspect à considérer, lors de l'implantation de la TPM, est principalement le facteur humain. Les pré-requis à la TPM semblent être en effet plus du côté culture d'entreprise et du potentiel d'apprentissage des employés, que du côté technique de la maintenance. Il est donc crucial de bien planifier et gérer le facteur humain pour garantir la réussite d'un tel changement. Les méthodes d'implantation présentées dans la littérature sont semblables mais non génériques. L'implantation du concept de la TPM doit s'effectuer progressivement. NAKAJIMA, propose une période de deux à trois ans aux membres de l'usine (incluant travailleurs et administrateurs) pour adopter cette philosophie. Il conseille également d'essayer ce programme dans le cadre d'un projet-pilote avant de généraliser l'expérience

Le tableau 11 résume les résultats escomptés ainsi que les conditions de succès de l'implantation d'une démarche TPM.

Résultats escomptés	Conditions de succès
• Rentabilisation optimale des dépenses d'exploitation et d'entretien. • Diminution des pannes et des arrêts non planifiés. • Amélioration de la qualité. • Environnement de travail plus propre. • Motivation accrue des employés	• Prévoir un délai d'environ trois ans • Obtenir l'engagement des dirigeants. • Mobiliser les ressources humaines de tous les services et de tous les niveaux hiérarchiques. • Responsabiliser les employés. • Adapter la structure organisationnelle. • Se donner des systèmes d'information adéquats. • Etablir un programme d'implantation.

Tableau 11 : Résultats escomptés et conditions de succès de l'implantation d'une démarche TPM.

CONCLUSION

Ce chapitre a abordé différents paramètres permettant de suivre et d'optimiser un plan de maintenance préventive. Ces paramètres sont généralement regroupés dans un tableau de bord. Un tel tableau permet de traiter et de mettre en forme un ensemble d'informations, de façon à caractériser l'état et l'évolution d'une situation donnée. Ainsi appliquée à la maintenance, l'utilisation de tableaux de bord permet de conduire vers une disponibilité maîtrisée des équipements, et/ou vers une réduction des coûts par la connaissance des événements et des activités du service. Ces événements et activités étant paramétrées et mesurées à un instant t1, le tableau de bord doit permettre au responsable d'effectuer l'analyse à la situation t1, d'en déduire des axes d'action puis de vérifier à t2 s'ils ont été efficaces ou non.

De ce fait le tableau de bord est un outil d'aide à l'analyse objective des résultats obtenus dans la situation de la période t1, autorisant à cibler les objectifs à atteindre à l'horizon t2, puis de vérification à l'instant t2 des résultats liés à ces objectifs.

Le tableau de bord caractérise donc l'état et l'évolution des matériels et du service maintenance ; il doit pouvoir mesurer l'efficacité de la politique de maintenance et justifier ainsi la mise en place de la maintenance préventive.

THESE SOUTENUE PAR : Jérémy LLAURENS.
TITRE : MISE EN PLACE D'UN PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE SUR UN
SITE DE PRODUCTION PHARMACEUTIQUE.

CONCLUSION

A l'heure actuelle, la plupart des entreprises, et notamment les industries pharmaceutiques, ayant une activité de production sont fortement soumises à la concurrence du marché. Dans un tel contexte, rester toujours performant, passe obligatoirement par le maintien en état de fonctionnement de l'outil de production. En effet, dans un monde industriel où les notions de réactivité, de coûts et de qualité ont de plus en plus d'importance, il est vital de pouvoir s'appuyer sur un système de production performant à tout instant.

L'amélioration de la maîtrise des outils de production est donc devenue un enjeu capital pour la survie et la pérennité des entreprises. Ainsi, est-il devenu indispensable d'assurer la disponibilité des biens de production, leur fiabilité, et d'optimiser leurs conditions d'exploitation en vue d'une qualité optimale.

La mise en place d'un plan de maintenance préventive permet de prévenir et de diminuer l'interruption des opérations de production, de maintenir l'équipement dans un état tel qu'il puisse fonctionner efficacement et assurer la qualité du produit fini. Un tel plan s'insère dans une stratégie de maintenance, pour un coût global minimum. Ainsi, lors du choix de la méthode de maintenance, il faut arbitrer entre les performances que l'on souhaite obtenir du système de production et les coûts que l'on est prêt à assumer pour le maintenir.

Un plan de maintenance préventive ne peut-être parfait dès le départ. Il faut donc mettre en place des indicateurs techniques et financiers pour suivre ce plan en vue de son optimisation. Pour avoir un suivi efficace, en plus du retour d'informations données par les intervenants, trois types d'indicateurs sont nécessaires. Le premier type d'indicateur doit servir à visualiser l'adéquation entre le plan de maintenance préventive et les conditions de production humaines et matérielles. Le second doit permettre de suivre la disponibilité des équipements, et ainsi constater que ce plan entraîne effectivement l'augmentation escomptée de la productivité. Le dernier type d'indicateur est un indicateur financier qui suit les dépenses du service maintenance, c'est-à-dire les coûts directs et indirects imputables à ce service. Ces trois types d'indicateurs permettront de mesurer si l'équilibre entre le niveau de disponibilité

des équipements que l'on veut garantir et le niveau acceptable des coûts de maintenance est atteint.

Enfin, le facteur humain est indispensable à considérer lors de l'implantation d'un plan de maintenance préventive. En effet, l'aspect routinier du préventif, ainsi que la moindre visibilité des résultats à court terme rendent celui-ci peu attractif pour les techniciens de maintenance. C'est pourquoi il est essentiel qu'ils soient parfaitement informés des bénéfices attendus avec un tel plan.

De plus, un travail sur l'affectation des tâches peut améliorer la gestion de ce facteur humain ; ainsi, la maintenance de premier niveau, qui ne nécessite aucun démontage de l'équipement, peut être réalisée par les opérateurs. Cette affectation des tâches procure alors plusieurs avantages :

- Gain de temps pour les techniciens de maintenance.
- Meilleure connaissance des équipements par les opérateurs.
- Opérateurs plus motivés et plus intéressés par leurs outils de travail.
- Opérateurs plus attentionnés envers leurs équipements (meilleure détection des bruits anormaux, des anomalies,...).
- Meilleur soutien de la production dans le projet de l'application de la maintenance préventive.

Ceci est la base même de la TPM (Total Productive Maintenance) qui semble être une solution pertinente pour implanter efficacement un plan de maintenance préventive cohérent et suivi par tous les acteurs d'un site de production pharmaceutique.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Grenoble, le 26 février 2011.

LE DOYEN

Professeur Renée GRÉLOT



LE PRESIDENT DE LA THESE

Aziz BAKI

BIBLIOGRAPHIE

Articles de périodiques

- [1] C.J. BAMBER, P. CASTKA, J.M. SHARP, Y. MOTARA. Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE). *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, **9/3** : 223 – 238. 2003.
- [2] M. BERGOT, L. GRUDZIEN, D. MÉNÉXIADIS. Une approche intégrée des fonctions de maintenance. *Revue d'Automatique et de Productique Appliquées*, **7/5** : 581-594. 1994.
- [3] B. CART, V. GOSSEAUME, F. KOGUT-KUBIAK, M.H. TOUTIN. La maintenance industrielle, une fonction en évolution, des emplois en mutation. *Céreq*, Bref n°174. 2001
- [4] E. DELOUX, B. CASTANIER, C. B2RENGUER. Predictive maintenance policy for a gradually deteriorating system subject to stress. *Reliability Engineering and System Safety*, **94/2** : 418-431; 2009.
- [5] W.J. HOPP, Y.L. KUO. An optimal structured policy for maintenance of partially observable aircraft engine components. *Naval Research Logistics*, **45/4** : 335–352, 1998.
- [6] O. LJUNGBERG. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. *International Journal of Operations and Production Management*, **18/5** : 495 – 507. 1998.
- [7] M.A. MAUPERTUIS. Innovation et évolution des compétences dans la dynamique industrielle : le cas de l'industrie pharmaceutique mondiale. *Revue d'économie industrielle*. **90** : 41-58. 1999.
- [8] D. RETOUR, M. BOUCHE et V. PLAUCHUP. Où va la maintenance industrielle. *Problèmes Économiques*, **2/159** : 7-13. 1990.
- [9] A.M. SCHNEIDERMAN. Setting quality goals. *Quality Progress*, **21/4** : 51-57. 1988.
- [10] C. SHEUT, L. J. KRAJEWSKI. A decision model for corrective maintenance management. *International Journal of Production Research*, **32/6** : 1365–1382. 1994.
- [11] E. SULLIVAN. OPTIM: linking cost, time and quality. *Quality Progress*. **19/4** : 52-55, 1986.
- [12] S. TAKATA, F.KIMURA, F.J.A.M. VAN HOUTEN, E. WESTKAMPER, M. SHPITALNI, D. CEGLAREK, J. LEE. Maintenance: Changing Role in Life Cycle Management. *Annals of the CIRP*, **53/2**, p. 643–656. 2004.
- [13] C. VALDEZ-FLORES, R. FELDMAN. A survey of preventive maintenance models for stochastically deteriorating single-unit systems. *International Journal of Naval Research Logistics*, **36/4** : 419-446. 1989.

Ouvrages

- [14] D. AIT-KADI, A. EL HHAIR EL IDRISSE, N. GOUGET. Méthodologie d'intégration de la fiabilité des composants au bureau d'études. 11e colloque national de fiabilité & maintenabilité, Arcachon. 1998.
- [15] P. ARQUES. Diagnostic prédictif et défaillance des machines. Editions Technip. 2009
- [16] A. AYL, B. DAVIER. TRS indicateur de la performance. Edition CETIM. 2003.
- [17] F. BENBOUZID SITAYEB. Contribution à l'étude de la performance et de la robustesse des ordonnancements conjoints production/maintenance – Cas du flowshop. Thèse de l'université de Franche-Comté. 2005.
- [18] L.BERRAH. L'indicateur de performance : concepts et applications. Editions Cépaduès. 2002.
- [19] M. BLANCHARD. Comprendre, maîtriser et appliquer le GRAFCET. Editions Cépaduès. 1979
- [20] A. BOULENGER. Vers le zéro panne avec la maintenance conditionnelle. Editions AFNOR. Paris. 1988.
- [21] A. BOULENGER, C. PACHAUD. Analyse vibratoire en maintenance : surveillance et diagnostic des machines. Editions Dunod. 2003.
- [22] J. BUFFERNE. Le guide de la TPM. Editions d'Organisation. 2006.
- [23] G. A. PEREZ CASTANEDA. Evaluation par simulation de la sûreté de fonctionnement de systèmes en contexte dynamique hybride. Thèse de l'Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy Université. 2009.
- [24] B. CASTANIER. Modélisation stochastique et optimisation de la maintenance conditionnelle des systèmes à dégradation graduelle. Thèse de l'Université de Technologie de Troyes. 2002.
- [25] P. CHAPOUILLE. Maintenabilité – Maintenance. Techniques de l'Ingénieur, Référence T4305. 1987.
- [26] D. J. COATES. Overview of ARP 4294: Data formats and practices for life cycle cost information. SAE international, Paper Number: 920970. 1992.
- [27] B.S. DHILLON. Life cycle costing : techniques, models and applications. Gordon and Breach Science Publishers. 1989.
- [28] D. DIEBOLT. Diagnostic de la maintenance – Mesure de performance et interprétation. Techniques de l'Ingénieur, Référence MT9130. 2007
- [29] G. DUCHEMIN. Maintenance des machines et des moteurs. Techniques de l'Ingénieur, Référence BM418. 2006.
- [30] L. DUPONT. La gestion industrielle. Editions Hermès. 1998.
- [31] E.D. EFAGA. Analyse des données du retour d'expérience pour l'organisation de la maintenance des équipements de production des PME/PMI dans le cadre de la MBF (maintenance Basée sur la Fiabilité). Thèse de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg. 2004.

- [32] R. S. EISENMANN. Machinery malfunction diagnosis and correction, Applied condition monitoring. Prentice Hall. 1998.
- [33] P. ESTOCQ. Une approche méthodologique numérique et expérimentale d'aide à la détection et au suivi vibratoire de défauts d'écaillage de roulements à billes. Thèse de l'université de Reims. 2004.
- [34] J. FAUCHER. Disponibilité des moyens de production. Techniques de l'Ingénieur, Référence MT9201. 2009.
- [35] J.C. FRANCASTEL. Externalisation de la maintenance : Stratégies, méthodes et contrats. Edition DUNOD. 2001
- [36] M. GABRIEL, J.C. RAULT. Systèmes Experts en Maintenance. Editions Dunod Masson. 1987.
- [37] T. GATTI. TPM - Total Productive management. Techniques de l'Ingénieur, Référence AG4840. 2003.
- [38] V. GIARD. Gestion de la production et des flux. Editions Economica. 2003.
- [39] M. GLADE. Modélisation des coûts de cycle de vie : prévision des coûts de maintenance et de la fiabilité. Thèse de l'école centrale de Lyon. 2005.
- [40] R.C. HANSEN. Overall equipment effectiveness: a powerful production / maintenance tool for increased profits. Industrial Press. 2001.
- [41] J. HEN. Pratique de la maintenance préventive : Mécanique, Pneumatique, Hydraulique, Electricité, Froid. Edition Dunod. 2005.
- [42] C. HOHMANN. Techniques de productivité. Editions d'organisation. 2009.
- [43] A.K.S. JARDINE, A.H.C. TSANG. Maintenance, Replacement, and Reliability : Theory and Applications. CRC Press. 2005.
- [44] H.T. JOHNSON, R.S. KAPLAN. Relevance lost: The Rise and Fall of Management Accounting. Harvard Business Press. 1990.
- [45] H. KAFFEL. La maintenance distribuée : Concept, évaluation et mise en œuvre. Thèse de l'université Laval, Québec. 2001.
- [46] A. KAUFMAN, D. GROUCHKO, R. CRUON. Modèles mathématiques pour l'étude de la fiabilité des systèmes. Edition Masson. 1975.
- [47] E.E. LEWIS. Introduction To Reliability Engineering. John Wiley & Sons. 2001.
- [48] S. LUCE. Amélioration de la disponibilité des équipements de production par l'optimisation de la gestion des stocks de maintenance. Thèse de doctorat de l'Université de Reims. 1994.
- [49] C. LURETTE. Développement d'une technique neuronale auto-adaptative pour la classification dynamique de données évolutives. Thèse de l'université des Sciences et des Technologies de Lille. 2003.
- [50] P. LYONNET. La maintenance, mathématiques et méthodes (3^{ème} édition). Edition Lavoisier, troisième édition. 1992.
- [51] B. MECHIN. Maintenance : concepts et définitions. Techniques de l'Ingénieur, Référence MT9030. 2007.
- [52] R.K. MOBLEY. La maintenance prédictive. Organisation industrielle, Editions Masson. 1992.

- [53] F.MONCHY. La fonction maintenance, formation à la gestion de la maintenance industrielle. Edition Masson. 1991
- [54] F.MONCHY. Maintenance : Méthodes et Organisations. Edition DUNOD. 2000.
- [55] S. NAKAJIMA. La maintenance productive totale (TPM), nouvelle vague de la production industrielle. Afnor Gestion. 1987.
- [56] S.NAKAJIMA. La maintenance productive Totale : Mise en œuvre. AFNOR. 1989.
- [57] D. PAJANI. Thermographie – Principes et mesure. Techniques de l’Ingénieur, Référence : R2740. 2001.
- [58] M. POUGET. Taylor et le Taylorisme. Edition PUF, Collection Que sais-je. 1998.
- [59] H.P. RAMELLA. Maintenance des turbines à vapeur. Techniques de l’Ingénieur, Référence BM4186. 2002.
- [60] M. RAUSAND, A. HOYLAND. System Reliability Theory-Models, Statistical Methods, and Applications. Wiley, second edition. 2004.
- [61] M. RIDOUX. AMDEC – Moyen. Techniques de l’Ingénieur, Référence AG4220. 1999.
- [62] J.P SOURIS. La maintenance source de profits. Editions d’organisation. 1990.
- [63] T. SUZUKI. TPM in Process Industries. Productivity Press. 1994.
- [64] M. TAJIRI, F. GOTOH. TPM Implementation: A Japanese Approach. McGraw-Hill. 1992.
- [65] F.W. TAYLOR. Principles of scientific management. 1911.
- [66] A. VILLEMEUR. Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels. Edition Eyrolles. 1997.
- [67] G. ZWINGELSTEIN. Diagnostic des défaillances – théorie et pratique pour les systèmes industriels. Traité des nouvelles technologies, série Diagnostic et Maintenance. Edition Hermès. 1995.
- [68] G. ZWINGELSTEIN. Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels complexes. Techniques de l’ingénieur, Référence S8253. 2009.
- [69] X. ZWINGMANN. Modèle d’évaluation de la fiabilité et de la maintenabilité au stade de la conception. Thèse de l’Université Louis-pasteur, Strasbourg. 2005.

Sites Internet

- [70] La maintenance préventive.
http://chohmann.free.fr/maintenance/maintenance_preventive.htm
- [71] Concepts et stratégies de Maintenance.
<http://www.hubertfaigner.com/articles.php?lng=fr&pg=10>.
- [72] La maintenance corrective.
<http://www.hubertfaigner.com/articles.php?lng=fr&pg=28>
- [73] La maintenance préventive.
<http://www.hubertfaigner.com/articles.php?lng=fr&pg=40>
- [74] Thermographie- Analyse thermographique infra rouge.
<http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/biens-property/sngp-npms/tech/ir-fra.html>
- [75] Plans de maintenance préventive.
<http://www.hubertfaigner.com/articles.php?lng=fr&pg=42>
- [76] Fiabilité- Maintenabilité –Disponibilité.
<http://www.hubertfaigner.com/articles.php?lng=fr&pg=13>
- [77] AMDEC.
<http://www.hubertfaigner.com/articles.php?lng=fr&pg=26>
- [78] Aspects économiques de la maintenance.
<http://www.hubertfaigner.com/articles.php?lng=fr&pg=22>
- [79] Disponibilité versus coûts
http://chohmann.free.fr/maintenance/disponibilite_couts.htm

Textes officiels

- [80] NF X-60-020. Indicateurs de maintenance. Norme AFNOR. 1995.
- [81] NF-EN-13306-X-60-319. Terminologie de la maintenance. Norme AFNOR. 2001.
- [82] NF E60-182. Moyens de production - Indicateurs de performances - Taux de rendement synthétique (TRS) - Taux de rendement global (TRG) - Taux de rendement économique (TRE). Norme AFNOR. 2002
- [83] Bonnes Pratiques de Fabrication. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé. 2009.

ANNEXES

ANNEXE 1 : *Procédure décrivant les opérations de maintenance préventive du retourneur/souffleur de flacons CORIS, modèle 3300 de la ligne liquide 1.*

ANNEXE 2 : *Procédure décrivant les opérations de maintenance préventive de l'équipement COMAS, modèle RF 1000S de la ligne liquide 1.*

ANNEXE 3 : *Procédure décrivant les opérations de maintenance préventive de l'encartonneuse MARCHESINI, modèle BA400 de la ligne liquide 1.*

ANNEXE 4 : *Procédure décrivant les opérations de maintenance préventive de la vignetteuse PILOT, modèle SE600 de la ligne liquide 1.*

ANNEXE 5 : *Cahier de suivi des équipements du retourneur/souffleur de flacons CORIS, modèle RF 3300, de la ligne liquide 1.*



ANNEXE 1: Procédure décrivant les opérations de maintenance préventive du retourneur/souffleur de flacons CORIS, modèle 3300 de la ligne liquide 1.

Rédigé par : LJE	Vérifié par : AN / LSA	Approuvé par : PAF
------------------	------------------------	--------------------

Diffusion réseau : Oui

Diffusion sur support papier : Responsable Maintenance-Atelier Maintenance

Révision	Date	Historique des révisions
1	01/06/10	Création

A - OBJET

L’objet de cette procédure est de décrire les opérations de maintenance préventive semestrielle à effectuer sur le retourneur/souffleur de flacons CORIS, modèle 3300, matricule 1005 de la ligne liquide N°1.

B - REFERENCES

- Bonnes pratiques de fabrication en vigueur.
- Documentation technique de l’équipement.

C – SERVICES CONCERNES

Cf. champ de diffusion.

D – DOCUMENTS ASSOCIES

- Cahier de suivi des opérations de maintenance préventive du retourneur/souffleur de flacons CORIS, modèle 3300, de la ligne liquide N°1, de référence F-MN-020
- Procédure d’étiquetage du statut des équipements MO-PROD-007

E – SOMMAIRE

1-	OBJECTIF	2
2-	CHAMP D'APPLICATION.....	2
3-	RESPONSABILITES.....	2
4-	OPERATIONS PREALABLES AUX ACTIONS DE MAINTENANCE	2
5-	SEQUENCE DES OPERATIONS.....	2
	Alimentation en air comprimé.....	3
	Composants mécaniques	3
	Bandes de transport.....	3
	Manchon.....	4
	Composants électriques.....	4
	Composant pneumatique	5
	Aspirateur.....	6
	Sécurité.....	6
6-	PLANNING DE MAINTENANCE PREVENTIVE.....	7
7-	ESSAIS	8
8-	ENREGISTREMENT.....	8

Demande de modification par : Date :	Motif :	
Accord Rédacteur : Date :	Accord Vérificateur : Date :	Accord Approbateur : Date :

1- OBJECTIF

L'objectif de cette procédure est de décrire la séquence des opérations de maintenance préventive semestrielle à effectuer sur le retourneur/souffleur de flacons CORIS, modèle 3300, matricule 1005 du box N° 346.

2- CHAMP D'APPLICATION

Cette méthodologie s'applique aux :

Box N° 346, retourneur/souffleur de flacons CORIS, modèle 3300, matricule 1005.

Cet équipement est situé dans l'atelier de conditionnement, sur le site **MAYOLY SPINDLER** à CHATOU.

3- RESPONSABILITES

- Les régleurs sont responsables de la maintenance des équipements.
- Le responsable maintenance est en charge de la planification et de l'application de la maintenance.

4- OPERATIONS PREALABLES AUX ACTIONS DE MAINTENANCE

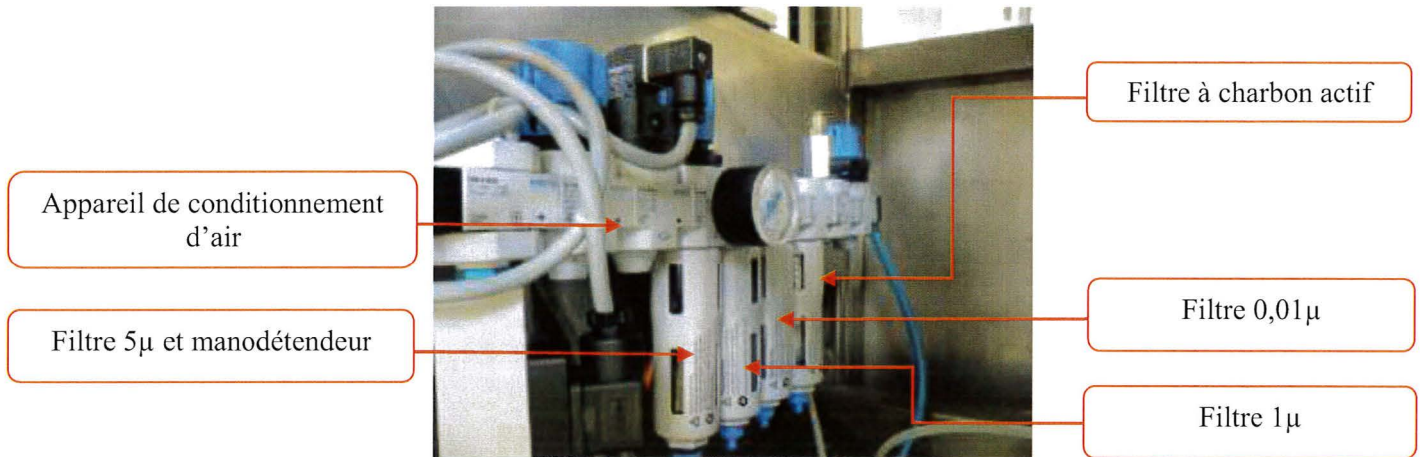
- Le box doit être propre et vide de tout article de production.
- La vérification de vide de ligne doit être validée et conforme.
- Mettre les équipements de protection individuelle (masque, gants, lunettes).
- Identifier le statut du box à l'aide de la fiche d'information intervention.

5- SEQUENCE DES OPERATIONS



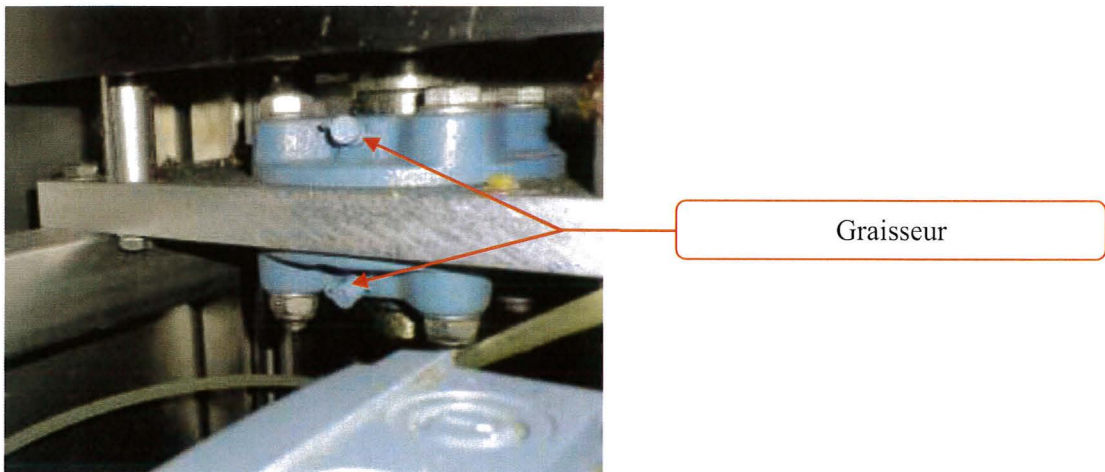
Alimentation en air comprimé

- Purger l'appareil de conditionnement d'air (protéger la zone avec du papier absorbant).



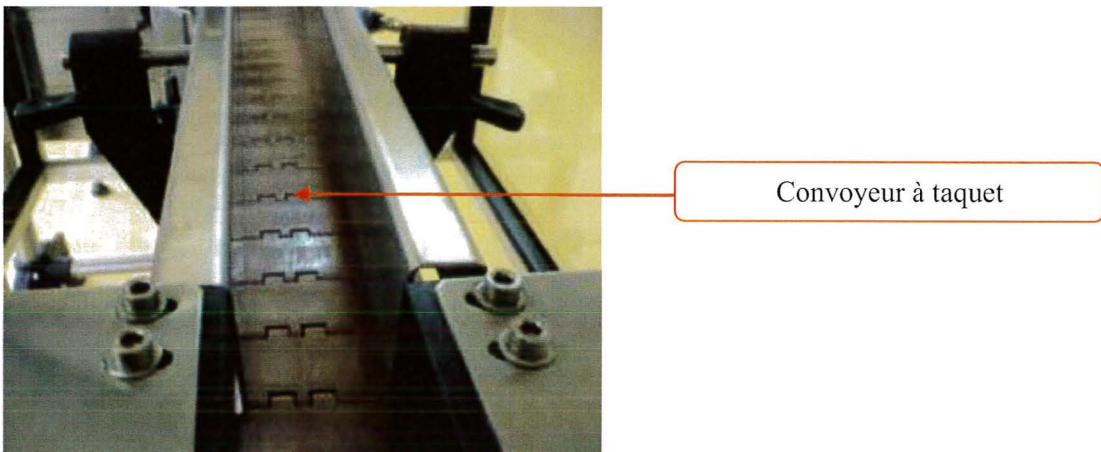
Composants mécaniques

- Graisser les paliers à l'aide des deux graisseurs.

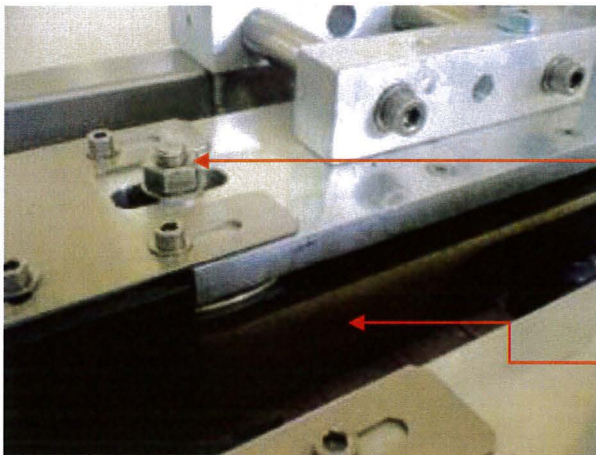


Bandes de transport

- Nettoyer et vérifier l'usure du convoyeur à taquet.



- Vérifier l'usure des bandes de transport latérales (les remplacer si cela est nécessaire).
- Contrôler la tension des bandes de transport latérales et si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.



Vis de réglage

Bande latérale

Manchon

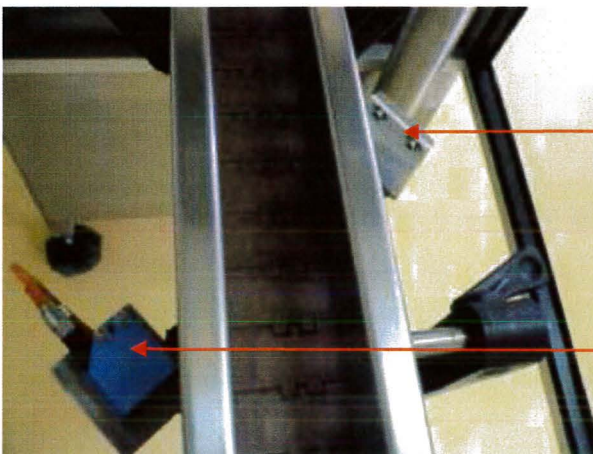
- Vérifier l'état du manchon de retournement (prévenir le responsable de maintenance en cas de problème).



Manchon de retournement

Composants électriques

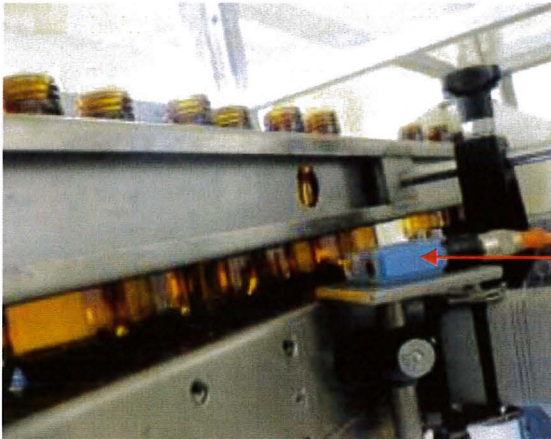
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de l'émetteur récepteur de charge mini.
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage du réflecteur de charge mini.



Réflecteur

Emetteur récepteur

- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de l'émetteur récepteur de charge maxi (saturation).
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage du réflecteur de charge maxi (saturation).



Emetteur récepteur

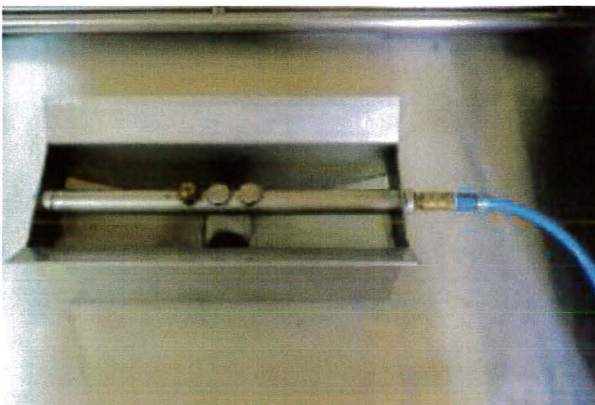
- Vérifier les serrages des composants électriques du pupitre de commande.



Pupitre de commande

Composant pneumatique

- Vérifier le bon fonctionnement du distributeur et des raccords pneumatique.



Aspirateur

- Vider l'aspirateur se trouvant à l'étage technique.



Aspirateur

L'accès à l'étage technique nécessite un changement de tenue. Ce flux est décrit dans le chapitre 4.1.3.2 de la procédure MO-PROD-005 : Flux du personnel en zone de production.

Sécurité

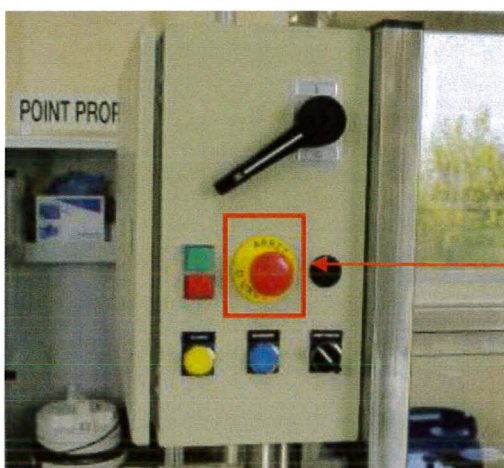
- Vérifier la sécurité du carter mobile.
- Contrôler l'amortisseur de maintien du carter mobile.



Amortisseur de maintien

Sécurité du carter mobile

- Vérifier le bon fonctionnement du bouton d'arrêt d'urgence.
Fermer tous les carters, mettre en service le retourneur/souffleur de flacons et actionner le bouton d'arrêt d'urgence.



Bouton d'arrêt d'urgence

6- PLANNING DE MAINTENANCE PREVENTIVE

- Un cahier de suivi de la maintenance, de référence **F-MN- 020**, est disponible dans le box pour cet équipement. Il contient, sous forme de tableaux, la liste des opérations de maintenance préventive semestrielle à effectuer sur cet équipement.

La date de l’opération de maintenance préventive.

Le nom ainsi que les initiales (visa) de l’intervenant.

Le nom ainsi que les initiales (visa) du vérificateur.

Maintenance SEMESTRIELLE		
DATE	INTERVENANT	VERIFICATEUR

Opération	DESIGNATION DES OPERATIONS DE MAINTENANCE SEMESTRIELLE	Fait
1	Purger l’appareil de conditionnement d’air (protéger la zone avec du papier absorbant).	
2	Graisser les paliers à l’aide des deux graisseurs.	
3	Nettoyer et vérifier l’usure du convoyeur à taquet.	
4	Vérifier l’usure des bandes de transport latérales.	
5	Contrôler la tension des bandes de transport latérales et si nécessaire, rétablir la tension à l’aide des vis de réglage.	
6	Vérifier l’état du manchon de retournement.	
7	Nettoyer à l’aide d’un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de l’émetteur récepteur de charge mini.	
8	Nettoyer à l’aide d’un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage du réflecteur de charge mini.	
9	Nettoyer à l’aide d’un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de l’émetteur récepteur de charge maxi (saturation).	
10	Nettoyer à l’aide d’un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage du réflecteur de charge maxi (saturation).	
11	Vérifier les serrages des composants électriques du pupitre de commande	
12	Vérifier le bon fonctionnement du distributeur et des raccords pneumatique.	
13	Vider l’aspirateur se trouvant à l’étage technique.	
14	Vérifier la sécurité du carter mobile.	
15	Contrôler l’amortisseur de maintien du carter mobile.	
16	Vérifier le bon fonctionnement du bouton d’arrêt d’urgence.	

Remarque :

Cet emplacement est disponible à la fin de chaque fiche de maintenance préventive. Il permet de noter toutes informations utiles, offrant ainsi la possibilité d’optimiser le plan de maintenance de l’équipement.

7- ESSAIS

- Pour vérifier le bon fonctionnement de l'équipement après les opérations de maintenance, de changement de pièce ou de réglage, procéder à des essais de production.
- A l'issue de ces essais, vider la ligne et le box de tous les articles d'essais de conditionnement.

8- ENREGISTREMENT

- Noter dans le cahier de suivi de box et sur le cahier de maintenance, l'opération de maintenance ainsi que toute autre intervention effectuée pendant l'opération de maintenance préventive de cet équipement.
- Noter et prévenir le responsable de la maintenance, pour toutes les anomalies constatées, ainsi que pour les pièces dont le remplacement est à prévoir.

ANNEXE 2 : Procédure décrivant les opérations de maintenance préventive de l'équipement COMAS, modèle RF 1000S de la ligne liquide 1.

Rédigé par : LJE	Vérifié par : AN / LSA	Approuvé par : PAF
------------------	------------------------	--------------------

Diffusion réseau : Oui

Diffusion sur support papier : Responsable Maintenance-Atelier Maintenance

Révision	Date	Historique des révisions
1	01/06/10	Création

A - OBJET

L'objet de cette procédure est de décrire les opérations de maintenance préventive mensuelle, semestrielle et annuelle à effectuer sur l'équipement COMAS, modèle RF 1000S, matricule 3394 de la ligne liquide N°1.

B - REFERENCES

- Bonnes pratiques de fabrication en vigueur.
- Documentation technique de l'équipement.

C – SERVICES CONCERNES

Cf. champ de diffusion.

D – DOCUMENTS ASSOCIES

- Cahier de suivi des opérations de maintenance préventive de l'équipement COMAS, modèle RF 1000S, de la ligne liquide N°1, de référence F-MN- 021
- Procédure d'étiquetage du statut des équipements MO-PROD-007

Demande de modification par :	Motif :	
Date :		
Accord Rédacteur :	Accord Vérificateur :	Accord Approbateur :
Date :	Date :	Date :

E – SOMMAIRE

1-	OBJECTIF	2
2-	CHAMP D'APPLICACION	2
3-	RESPONSABILITES.....	2
4-	OPERATIONS PREALABLES AUX ACTIONS DE MAINTENANCE	3
5-	SEQUENCE DES OPERATIONS.....	3
5.1/	OPERATIONS DE MAINTENANCE MENSUELLE :	3
5.1.1/	REPLISSEUSE :	3
	Composants électriques.....	3
	Sécurité.....	4
5.1.2/	BOUCHEUSE :	6
	Alimentation en air comprimé.....	6
	Elévateur bouchon (girafe).....	7
	Elévateur gobelet (girafe).....	8
	Convoyeur à taquet	9
	Composants électriques.....	10
	Groupe de fixation bouchons et de dépose gobelets	12
	Composants pneumatiques	12
	Sécurité.....	13
5.1.3/	ETIQUETEUSE LATERALE :	14
5.2/	OPERATIONS DE MAINTENANCE SEMESTRIELLE:.....	18
5.2.1/	EFFECTUER LA MAINTENANCE MENSUELLE	18
5.2.2/	TABLE D'ALIMENTATION	18
5.2.2/	REPLISSEUSE :	20
5.2.3/	BOUCHEUSE :	21
5. 3/	OPERATIONS DE MAINTENANCE ANNUELLE :	22
5.3.1/	EFFECTUER LA MAINTENANCE MENSUELLE ET SEMESTRIELLE :.....	22
5.3.2/	BOUCHEUSE :	22
	Pompe à vide	22
	Composants électriques.....	22
6-	PLANNING DE MAINTENANCE PREVENTIVE	23
7-	ESSAIS	26
8-	ENREGISTREMENT	26

1- OBJECTIF

L'objectif de cette procédure est de décrire la séquence des opérations de maintenance préventive mensuelle, semestrielle et annuelle à effectuer sur l'équipement COMAS, modèle RF 1000S, matricule 3394 de la ligne liquide N°1.

2- CHAMP D'APPLICACION

Cette méthodologie s'applique aux :

Box N° 346, équipement COMAS, modèle RF 1000S, matricule 3394.

Cet équipement est situé dans l'atelier de conditionnement, sur le site MAYOLY SPINDLER à CHATOU.

3- RESPONSABILITES

- Les régleurs sont responsables de la maintenance des équipements.
- Le responsable maintenance est en charge de la planification et de l'application de la maintenance.

4- OPEARATIONS PREALABLES AUX ACTIONS DE MAINTENANCE

- Le box doit être propre et vide de tout article de production.
- La vérification de vide de ligne doit être validée et conforme.
- Mettre les équipements de protection individuelle (masque, gants, lunettes).
- Identifier le statut du box à l'aide de la fiche d'information intervention.

5- SEQUENCE DES OPERATIONS

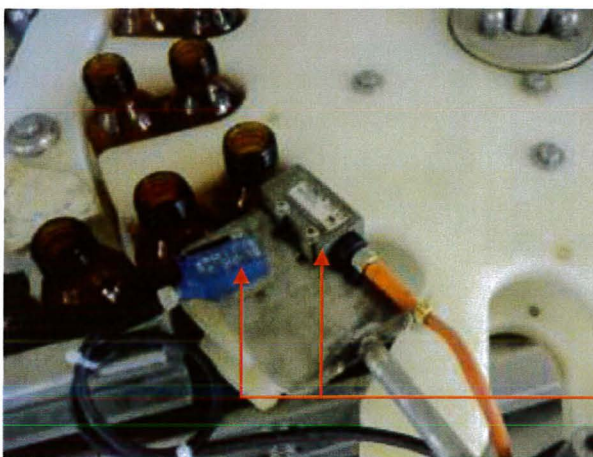
5.1/ Opérations de maintenance Mensuelle :

5.1.1/ Remplisseuse :



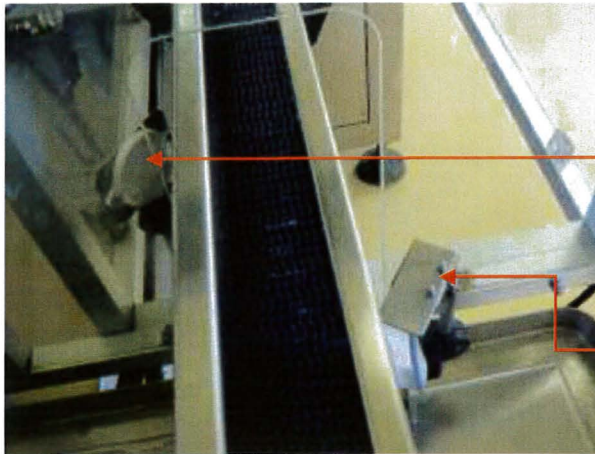
Composants électriques

- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage des deux cellules de détection présence flacons (connecteurs compris).



Cellules de détection présence
flacon

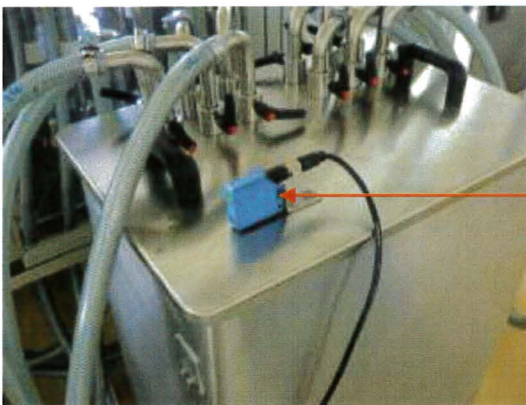
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de l'émetteur récepteur de charge maxi (saturation) situés à la sortie de la remplisseuse.
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage du réflecteur de charge maxi (saturation) situés à la sortie de la remplisseuse.



Réflecteur

Emetteur récepteur

- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de contrôle du niveau de la cuve tampon.



Cellule de contrôle du niveau

Sécurité

- Ouvrir la porte avant gauche et essayer de mettre en service la remplisseuse pour vérifier la sécurité de porte.
- Ouvrir la porte avant droite et essayer de mettre en service la remplisseuse pour vérifier la sécurité de porte.



Sécurité porte

Porte avant gauche

Porte avant droite

- Ouvrir la porte latérale gauche et essayer de mettre en service la remplisseuse pour vérifier la sécurité de porte.



Porte latérale gauche

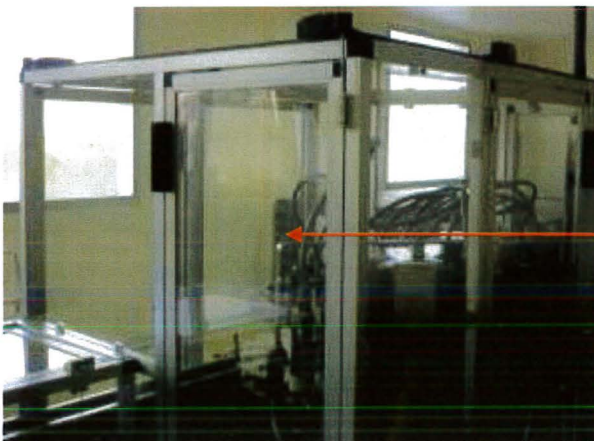
- Ouvrir la porte arrière gauche et essayer de mettre en service la remplisseuse pour vérifier la sécurité de porte.
- Ouvrir la porte arrière droite et essayer de mettre en service la remplisseuse pour vérifier la sécurité de porte.



Porte arrière droite

Porte arrière gauche

- Ouvrir la porte latérale droite et essayer de mettre en service la remplisseuse pour vérifier la sécurité de porte.



Porte latérale droite

- Vérifier le bon fonctionnement du bouton d'arrêt d'urgence.
 ⇒ Fermer toutes les portes, mettre en service la remplisseuse et actionner le bouton d'arrêt d'urgence.



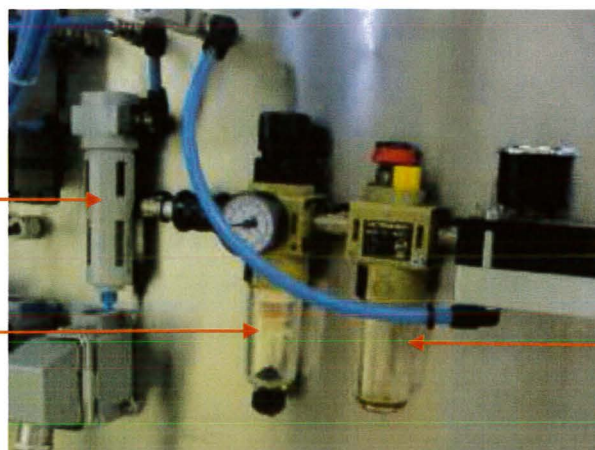
Bouton d'arrêt d'urgence

5.1.2/ Boucheuse :



Alimentation en air comprimé

- Purger l'appareil de conditionnement d'air (protéger la zone avec du papier absorbant).
- Vérifier le niveau d'huile du lubrificateur et faire l'appoint si cela est nécessaire (huile pour lubrification pneumatique).

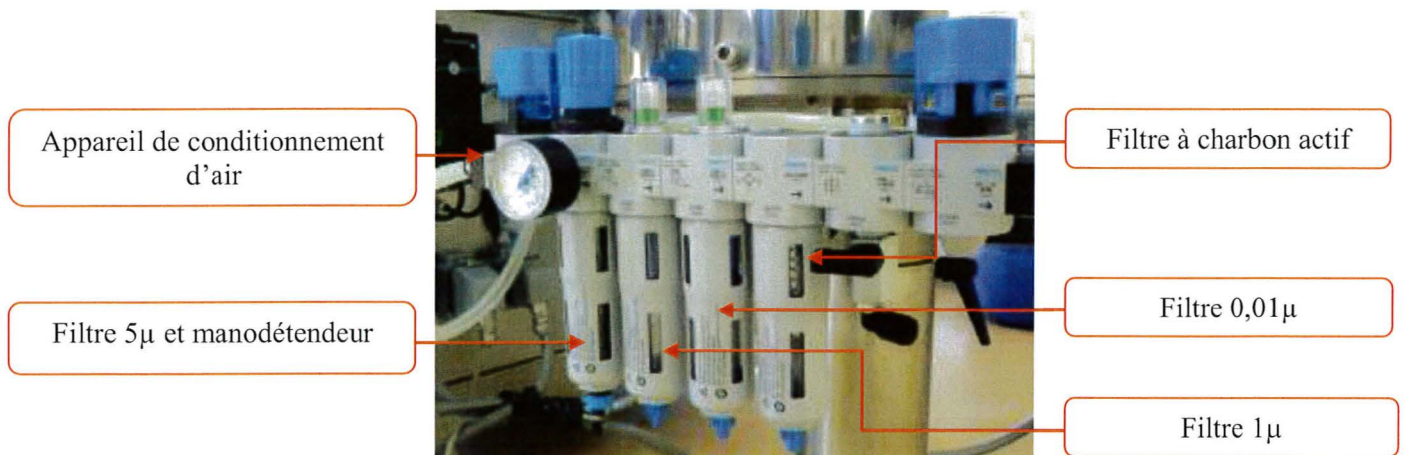


Filtre

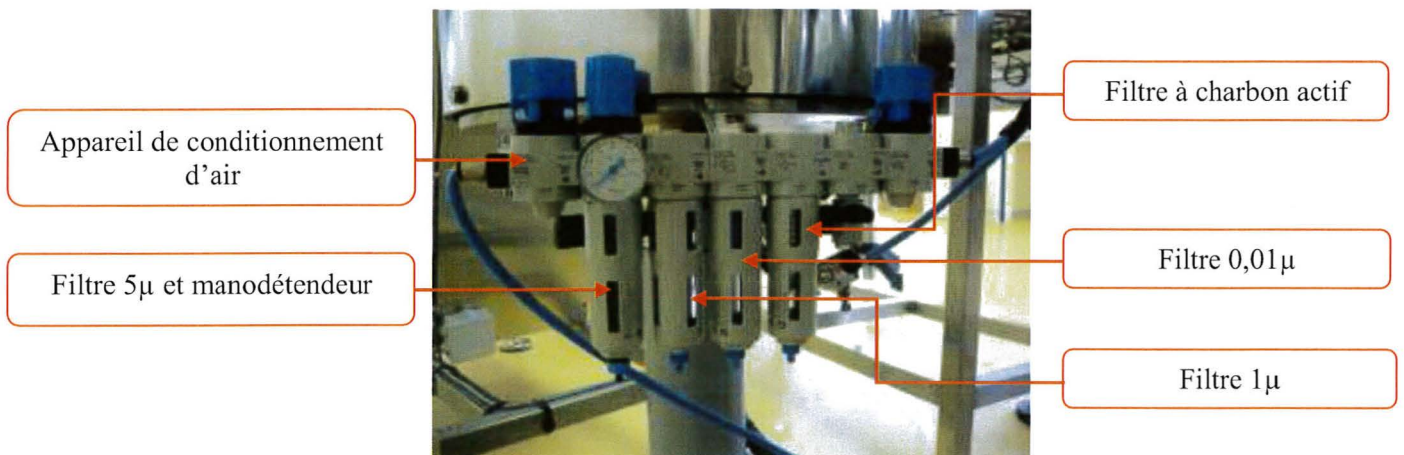
Manodétendeur
+
Filtre séparateur

Lubrificateur

- Purger l'appareil de conditionnement d'air du groupe d'alimentation bouchons (protéger la zone avec du papier absorbant).

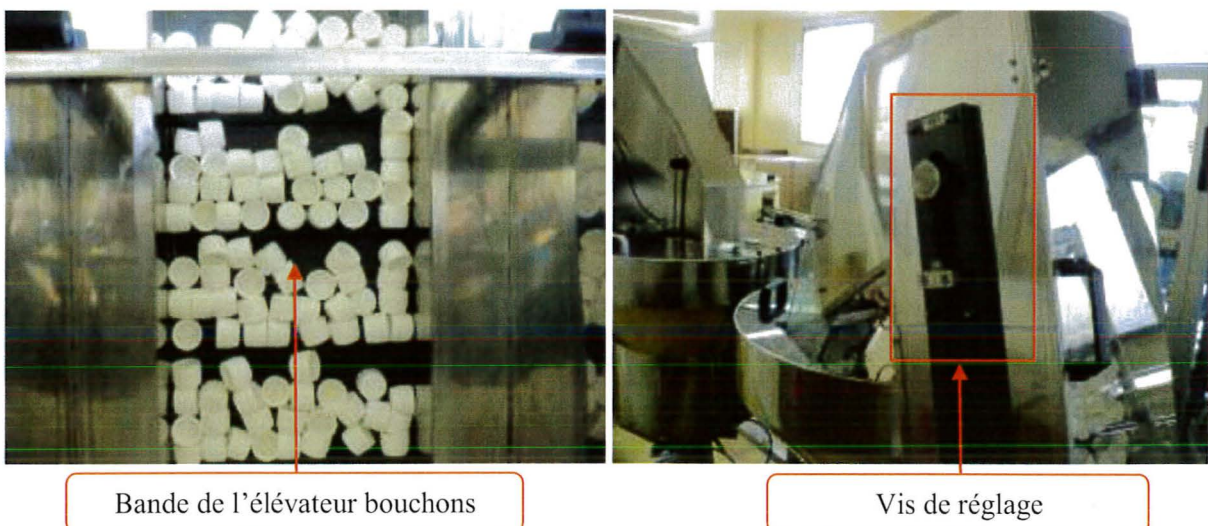


- Purger l'appareil de conditionnement d'air du groupe d'alimentation gobelets (protéger la zone avec du papier absorbant).



Elévateur bouchon (girafe)

- Vérifier l'état de la bande de transport de l'élévateur bouchons (usure, fonctionnement,...).
- Contrôler la tension de la bande de transport de l'élévateur bouchons et si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.



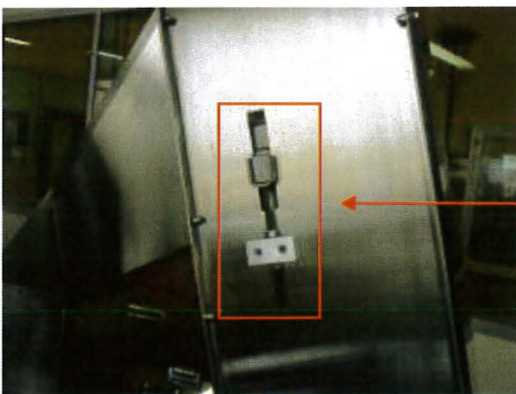
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la photocellule de déclenchement de l'élévateur bouchons.



Photocellule de déclenchement
de l'élévateur bouchons

Elévateur gobelet (girafe)

- Vérifier l'état de la bande de transport de l'élévateur des gobelets.
- Contrôler la tension de la bande de transport de l'élévateur des gobelets et si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.



Vis de réglage

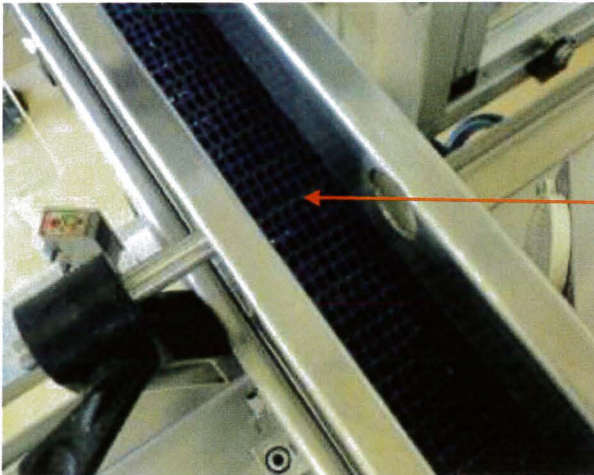
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la photocellule de déclenchement de l'élévateur des gobelets.



Photocellule de déclenchement
de l'élévateur des gobelets

Convoyeur à taquet

- Contrôler le convoyeur à taquet d'entrée (situé en amont de la remplisseuse).



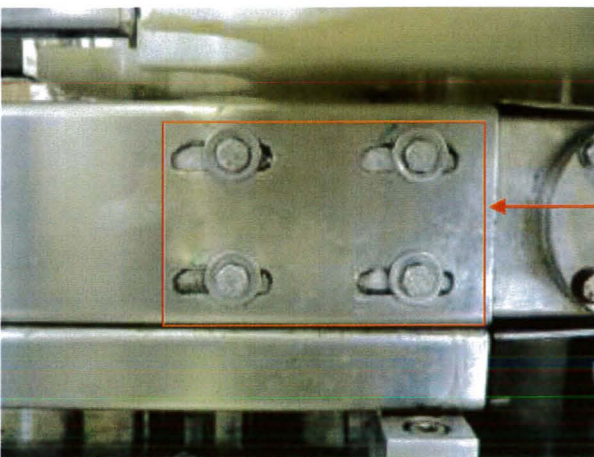
Convoyeur à taquet d'entrée

- Contrôler le convoyeur à taquet de sortie (situé en aval de la remplisseuse).



Convoyeur à taquet de sortie

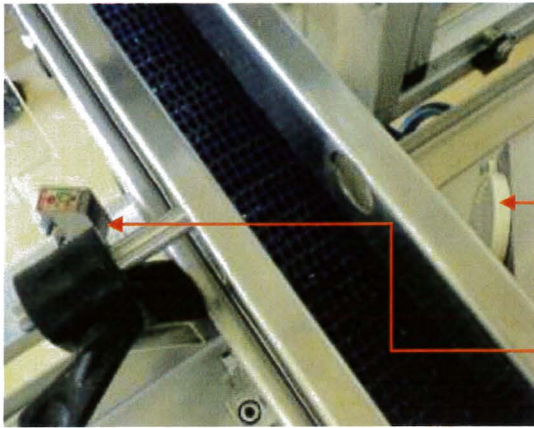
- Contrôler la tension des deux convoyeurs à taquet (entrée et sortie), si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.



Vis de réglage

Composants électriques

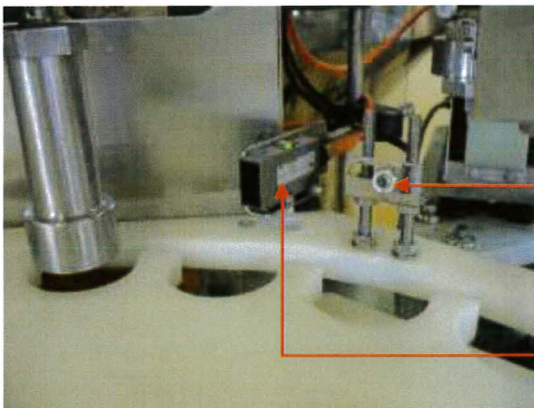
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de l'émetteur récepteur de charge mini à l'entrée de la bouchonneuse.
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage du réflecteur de charge mini à l'entrée de la bouchonneuse.



Réflecteur

Emetteur récepteur

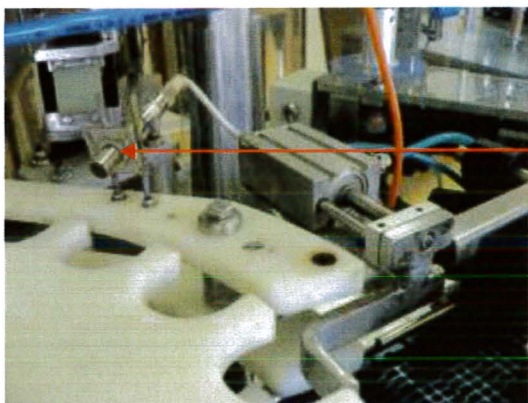
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la photocellule de contrôle présence bouchon.
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la photocellule de contrôle du vissage bouchon.



Photocellule de contrôle
vissage bouchon

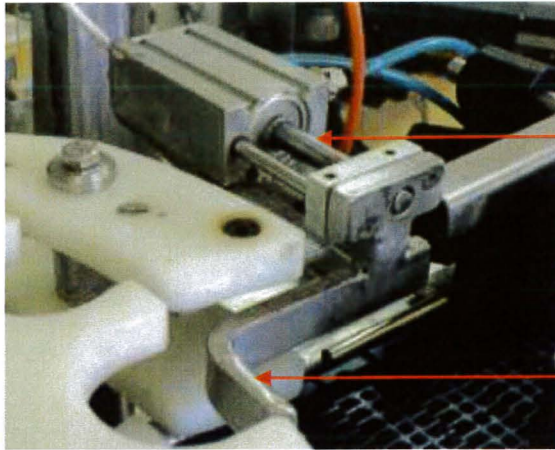
Photocellule de contrôle
présence bouchon

- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la photocellule de contrôle présence gobelet.



Photocellule de contrôle
présence gobelet

- Vérifier le bon fonctionnement du vérin d'éjection et nettoyer les tiges anti rotation.

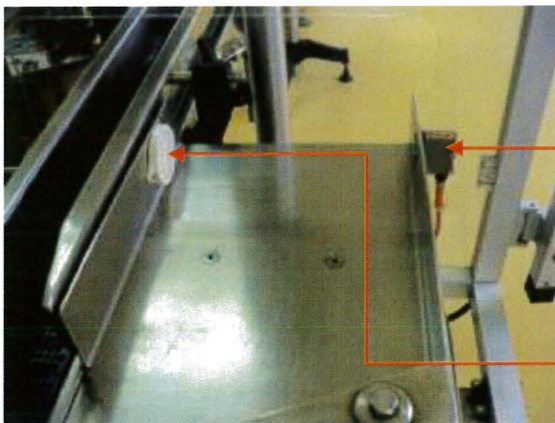


Tige anti rotation

Vérin d'éjection

Ne jamais utiliser de la graisse ou bien même de l'huile (ou un autre produit : dégrippant, silicone,...) pour faciliter le glissement, car les axes, travaillent à secs. Un nettoyage à l'eau chaude suffit.

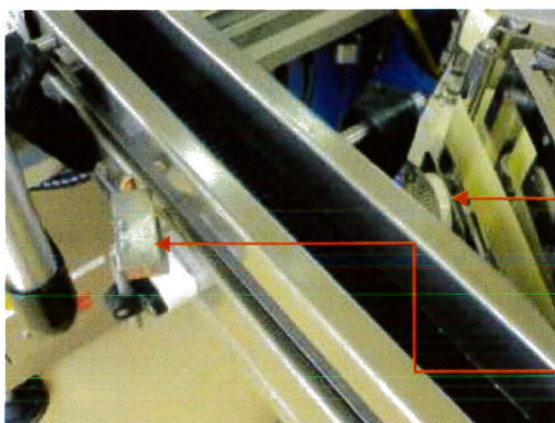
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de l'émetteur récepteur de saturation éjection.
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage du réflecteur de saturation éjection.



Emetteur récepteur

Réflecteur

- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de l'émetteur récepteur de charge maxi (saturation) à la sortie de la bouchonneuse.
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage du réflecteur de charge maxi (saturation) à la sortie de la bouchonneuse.



Réflecteur

Emetteur récepteur

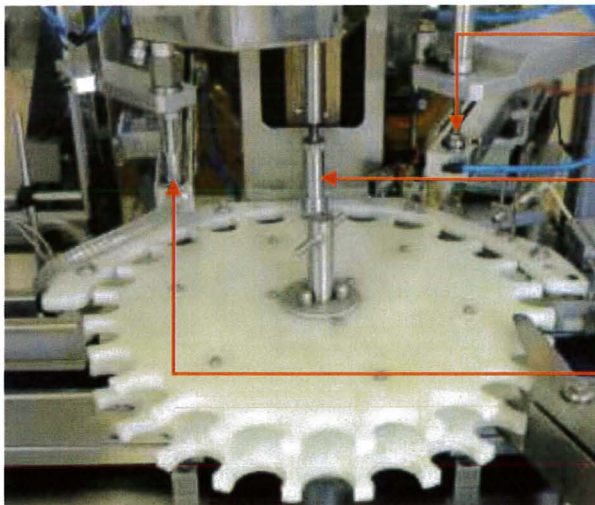
- Vérifier les serrages des composants électriques du pupitre de commande.



Pupitre de commande

Groupe de fixation bouchons et de dépose gobelets

- Contrôler le fonctionnement du vérin de dépose bouchons, si cela est nécessaire, nettoyer sa tige.
- Contrôler le fonctionnement du vérin de vissage bouchons, si cela est nécessaire, nettoyer sa tige.
- Contrôler le fonctionnement du vérin de dépose gobelets, si cela est nécessaire, nettoyer sa tige.



Embout de dépose gobelets

Embout de vissage bouchons

Embout de dépose bouchons

Ne jamais utiliser de la graisse ou bien même de l'huile (ou un autre produit : dégrippant, silicone,...) pour faciliter le glissement, car les axes, travaillent à secs. Un nettoyage à l'eau chaude suffit.

Composants pneumatiques

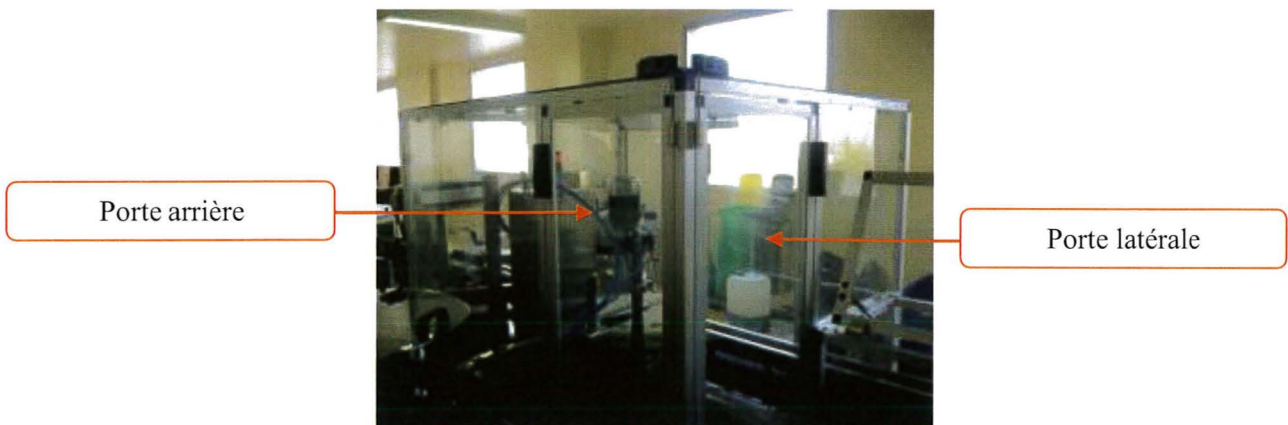
- Vérifier les raccords pneumatiques.

Sécurité

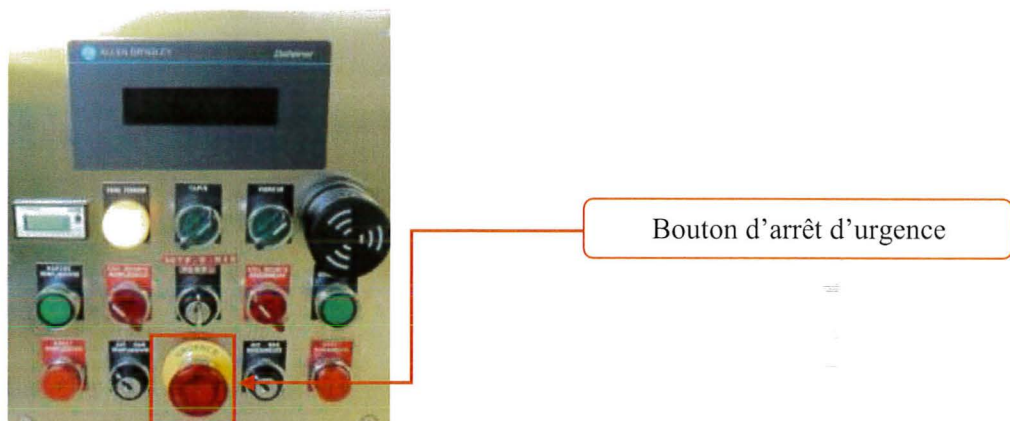
- Ouvrir la porte avant gauche et essayer de mettre en service la bouchonneuse pour vérifier la sécurité de porte.
- Ouvrir la porte avant droite et essayer de mettre en service la bouchonneuse pour vérifier la sécurité de porte.



- Ouvrir la porte latérale et essayer de mettre en service la bouchonneuse pour vérifier la sécurité de porte.
- Ouvrir la porte arrière et essayer de mettre en service la bouchonneuse pour vérifier la sécurité de porte.



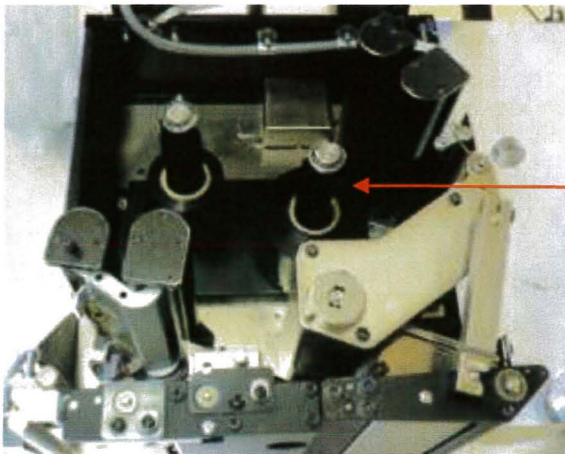
- Vérifier le bon fonctionnement du bouton d'arrêt d'urgence.
⇒ Fermer toutes les portes, mettre en service la bouchonneuse et actionner le bouton d'arrêt d'urgence.



5.1.3/ Etiqueteuse latérale :

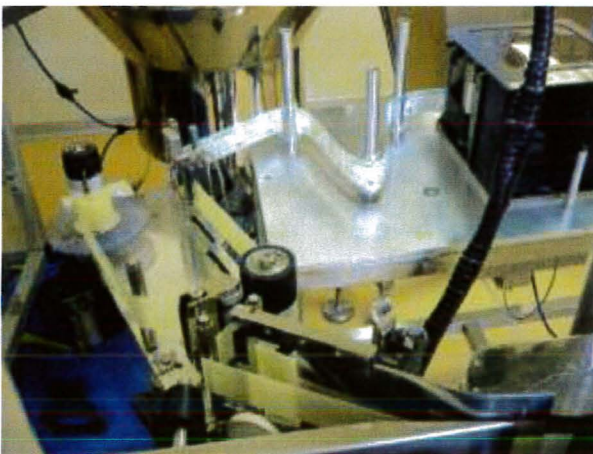


- Nettoyer et contrôler les rouleaux de l'imprimante ZEBRA.



Imprimante ZEBRA

- Vérifier tous les rouleaux de passage de la bande étiqueteuse.



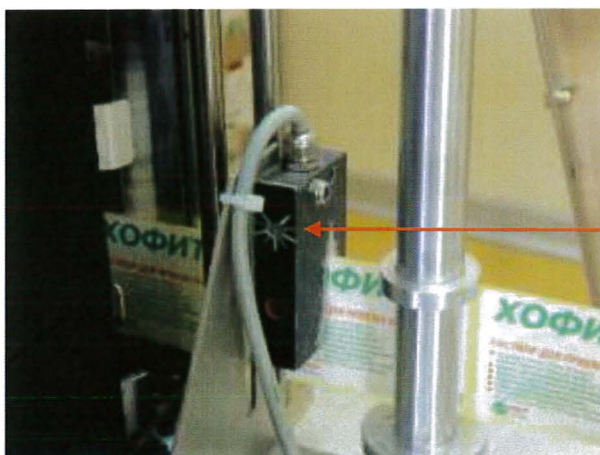
- Nettoyer et contrôler le rouleau d'entraînement ainsi que le rouleau presseur (enlever le dépôt de colle éventuel).



Rouleau presseur

Rouleau d'entraînement

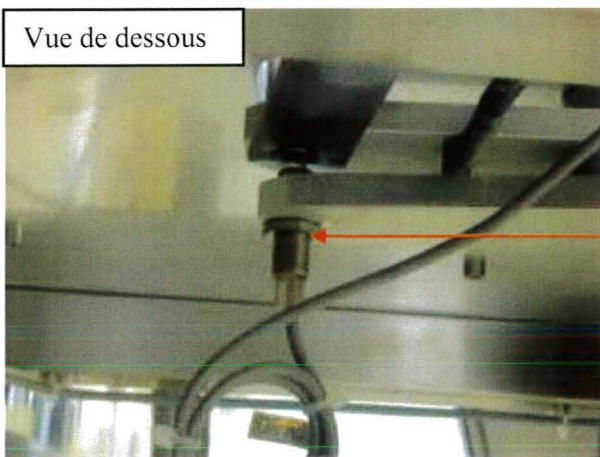
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule fourche de détection fin de rouleau.



Cellule fourche de détection fin de rouleau

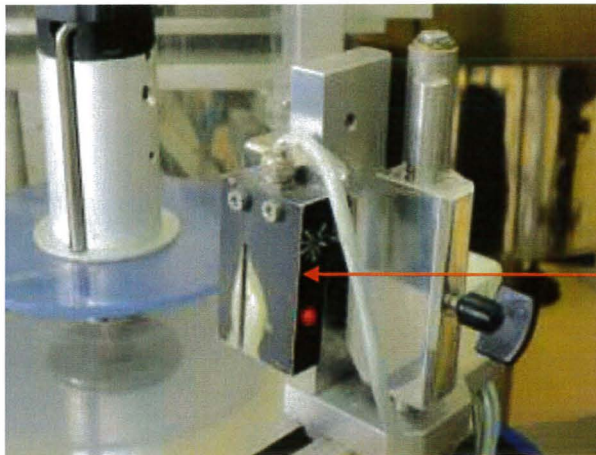
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de TOP marquage étiquette (mentions variables).

Vue de dessous



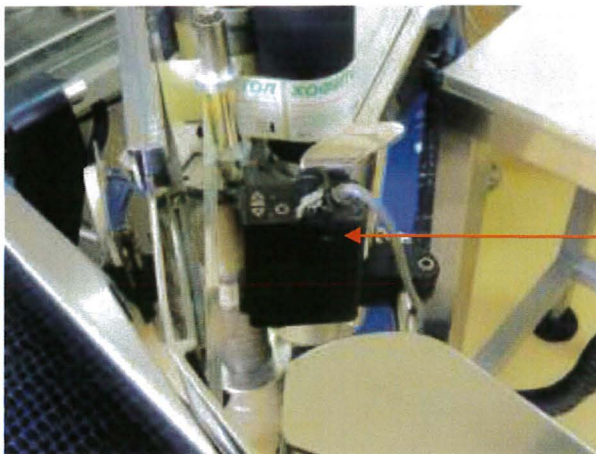
Cellule de TOP marquage étiquette

- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule fourche d'arrêt étiquette.



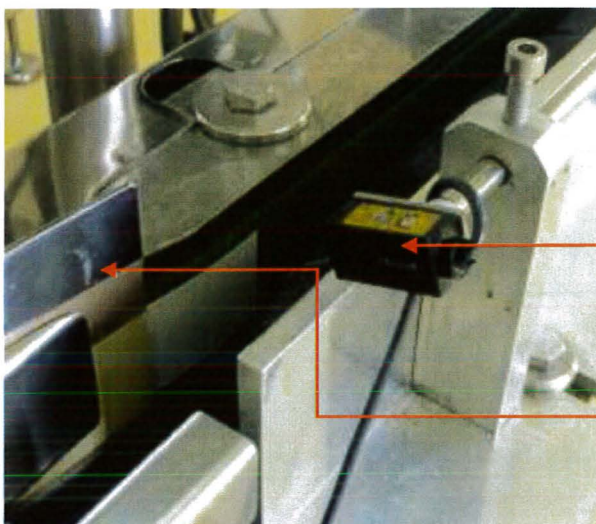
Cellule fourche d'arrêt étiquette

- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de détection marquage (mentions variables).



Photocellule de détection
marquage

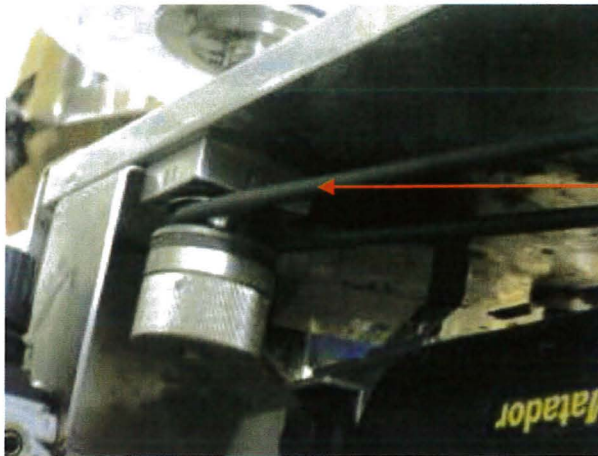
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de TOP dépose étiquette.
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux et vérifier la plaque de dépose (enlever le dépôt de colle éventuel).



Cellule de TOP dépose

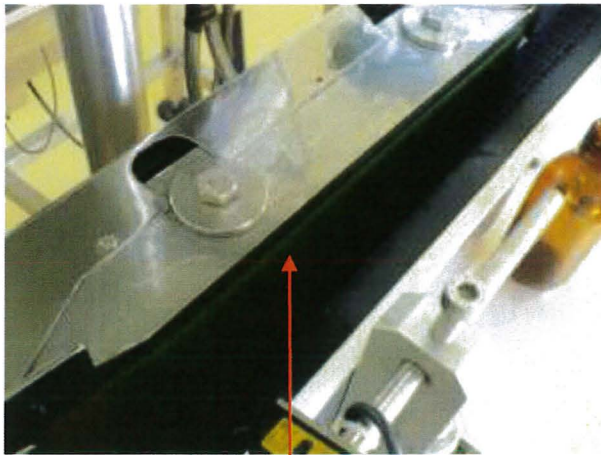
Plaque de dépose

- Vérifier l'état de la courroie d'entraînement laize vide.

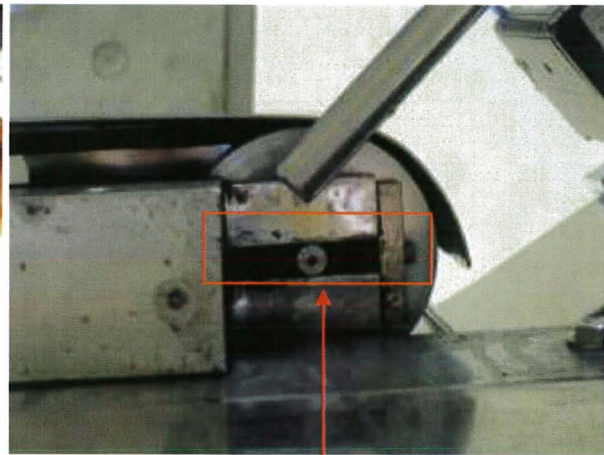


Courroie d'entraînement

- Vérifier l'usure des courroies d'entraînement latérales.
- Contrôler la tension des courroies d'entraînement latérales et si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.



Courroies d'entraînement latérales



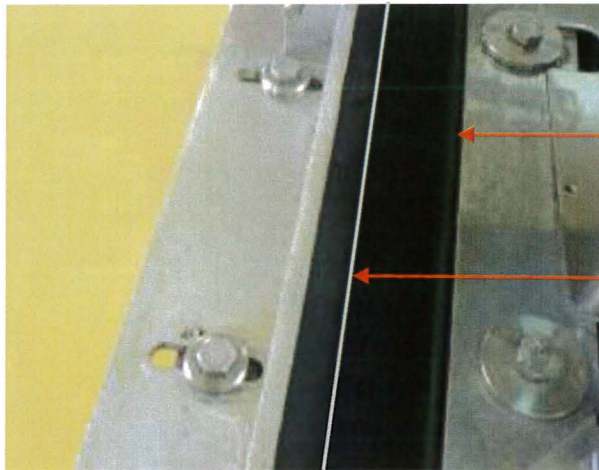
Vis de réglage

- Contrôler le fonctionnement du variateur de vitesse des courroies d'entraînement latérales.



Variateur de vitesse des courroies d'entraînement latérales

- Contrôler l'état de la mousse du guide de fixation étiquette.



Bande de transport latérale

Guide de fixation étiquette

- Vérifier les serrages des composants électriques du pupitre de commande.



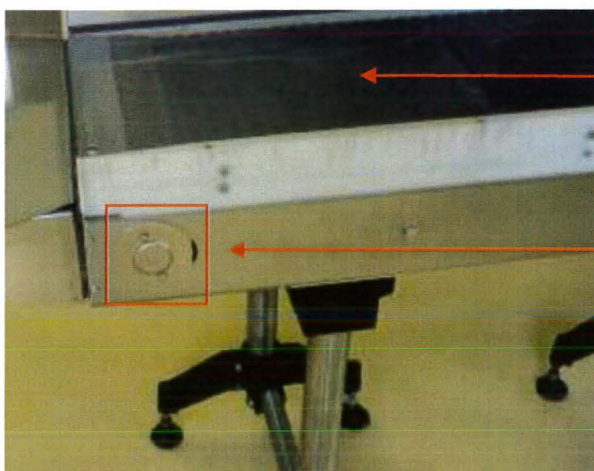
Pupitre de commande

5.2/ Opérations de maintenance Semestrielle:

5.2.1/ Effectuer la maintenance mensuelle

5.2.2/ Table d'alimentation

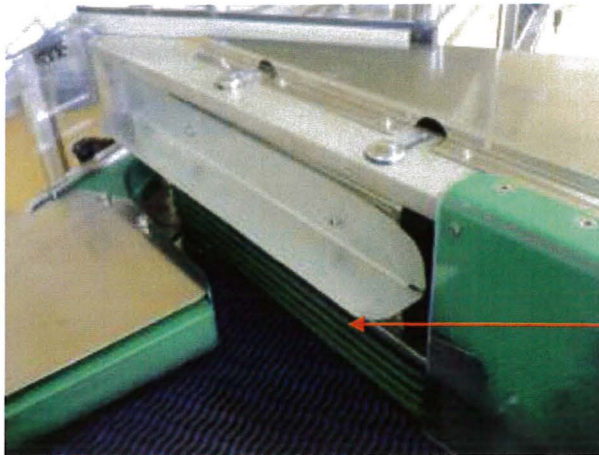
- Vérifier l'usure du tapis d'entraînement des flacons.
- Contrôler la tension du tapis d'entraînement des flacons et si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.



Tapis d'entraînement des flacons

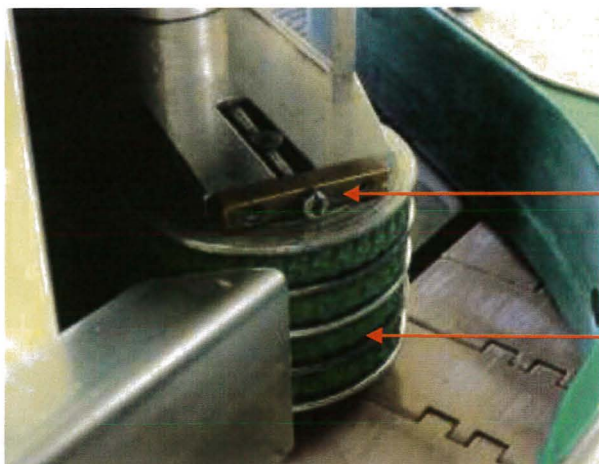
Vis de réglage

- Vérifier l'usure des courroies d'entraînement latérales (les changer si cela est nécessaire).



Courroies d'entraînement latérales

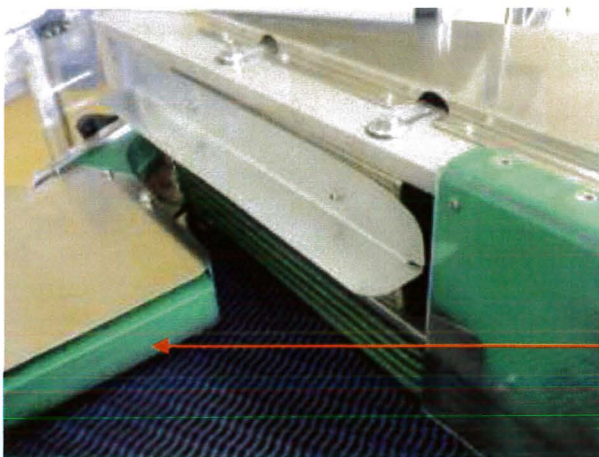
- Contrôler la tension des courroies d'entraînement latérales et si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.



Vis de réglage

Bande d'entrée

- Contrôler les raccords pneumatiques de la rabatteuse de flacons.



Rabatteuse de flacons

5.2.2/ Remplisseuse :



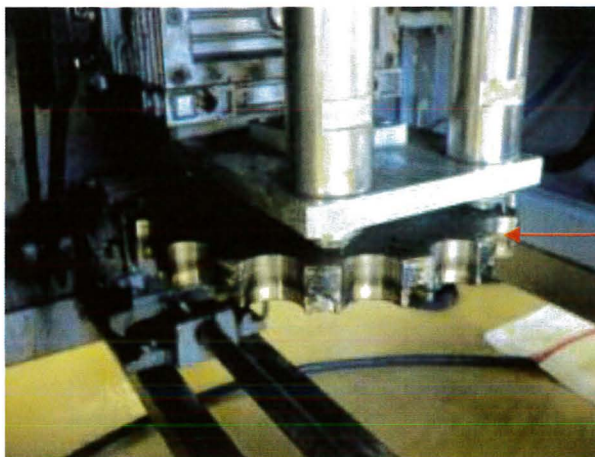
- Contrôler la tension et le graissage des chaines de transmission, si nécessaire, les remplacer.
- Vérifier l'état de la courroie d'entraînement (la remplacer si nécessaire).



Chaine de transmission

Courroie d'entraînement

- Graisser la croix de malte (graisse multi usages).



Croix de malte

5.2.3/ Boucheuse :



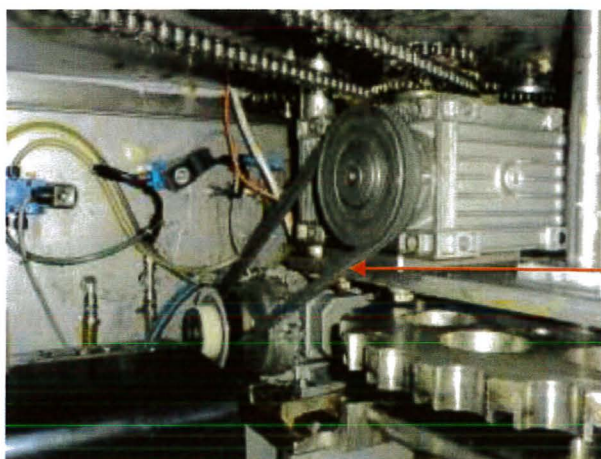
- Contrôler la tension et le graissage des chaines de transmission, si nécessaire, les remplacer.



Tendeur

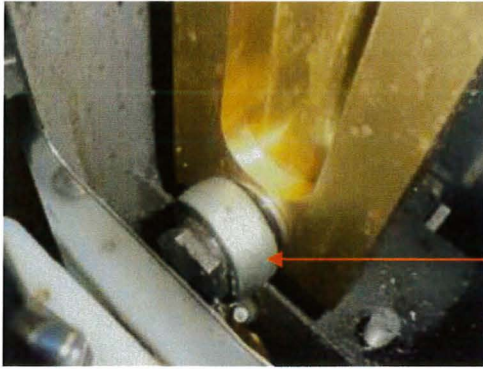
Chaine de transmission

- Vérifier l'état de la courroie d'entrainement (la remplacer si nécessaire).



Courroie d'entrainement

- Graisser les têtes de bielle par les deux orifices de lubrification (graisse multi usages).



Tête de bielle

- Graisser la croix de malte (graisse multi usages).



Croix de malte

5.3/ Opérations de maintenance Annuelle :

5.3.1/ Effectuer la maintenance mensuelle et semestrielle :

5.3.2/ Boucheuse :

Pompe à vide

- Changer les palettes de la pompe à vide si cela est nécessaire (vérifier le dimensionnel).



*Exemple pour une pompe à vide
BECKER VT 4.16 et ses palettes de
référence 90 13 47 00 007*

Référence de la pompe à vide

Référence des palettes

Composants électriques

- Vérifier les serrages des composants électriques dans l'armoire de l'équipement.
- Vérifier l'état des contacts, des relais et contacteurs.

6- PLANNING DE MAINTENANCE PREVENTIVE

- Un cahier de suivi de la maintenance, de référence **F-MN- 021**, est disponible dans le box pour cet équipement. Il contient, sous forme de tableaux, la liste des opérations de maintenance préventive mensuelle, semestrielle et annuelle à effectuer sur cet équipement.

Pour la maintenance mensuelle :

La date de l'opération de maintenance préventive.

Le nom ainsi que les initiales (visa) de l'intervenant.

Le nom ainsi que les initiales (visa) du vérificateur.

Maintenance MENSUELLE		
DATE	INTERVENANT	VERIFICATEUR

Opération	DESIGNATION DES OPERATIONS DE MAINTENANCE MENSUELLE	Fait
REMPLESSEUSE		
1	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage des deux cellules de détection présence flacons (connecteurs compris).	
2	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de l'émetteur récepteur de charge maxi (saturation) situés à la sortie de la remplisseuse.	
3	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage du réflecteur de charge maxi (saturation) situés à la sortie de la remplisseuse.	
4	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de contrôle du niveau de la cuve tampon.	
5	Ouvrir la porte avant gauche et essayer de mettre en service la remplisseuse pour vérifier la sécurité porte.	
6	Ouvrir la porte avant droite et essayer de mettre en service la remplisseuse pour vérifier la sécurité porte.	
7	Ouvrir la porte latérale gauche et essayer de mettre en service la remplisseuse pour vérifier la sécurité porte.	
8	Ouvrir la porte arrière gauche et essayer de mettre en service la remplisseuse pour vérifier la sécurité porte.	
9	Ouvrir la porte arrière droite et essayer de mettre en service la remplisseuse pour vérifier la sécurité porte.	
10	Ouvrir la porte latérale droite et essayer de mettre en service la remplisseuse pour vérifier la sécurité porte.	
11	Vérifier le bon fonctionnement du bouton d'arrêt d'urgence.	
BOUCHEUSE		
12	Purger l'appareil de conditionnement d'air (protéger la zone avec du papier absorbant).	
13	Vérifier le niveau d'huile du lubrificateur et faire l'appoint si cela est nécessaire (huile pour lubrification pneumatique).	
14	Purger l'appareil de conditionnement d'air du groupe d'alimentation bouchons (protéger la zone avec du papier absorbant).	
15	Purger l'appareil de conditionnement d'air du groupe d'alimentation gobelets (protéger la zone avec du papier absorbant).	

16	Vérifier l'état de la bande de transport de l'élévateur bouchons (usure, fonctionnement,...).	
17	Contrôler la tension de la bande de transport de l'élévateur bouchons et si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.	
18	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la photocellule de déclenchement de l'élévateur bouchons.	
19	Vérifier l'état de la bande de transport de l'élévateur des gobelets.	
20	Contrôler la tension de la bande de transport de l'élévateur des gobelets et si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.	
21	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la photocellule de déclenchement de l'élévateur gobelet.	
22	Contrôler le convoyeur à taquet d'entrée (situé en amont de la remplisseuse).	
23	Contrôler le convoyeur à taquet de sortie (situé en aval de la remplisseuse).	
24	Contrôler la tension des deux convoyeurs à taquet (entrée et sortie), si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.	
25	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de l'émetteur récepteur de charge mini à l'entrée de la bouchonneuse.	
26	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage du réflecteur de charge mini à l'entrée de la bouchonneuse.	
27	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la photocellule de contrôle présence bouchon.	
28	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la photocellule de contrôle du vissage bouchon.	
29	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la photocellule de contrôle présence gobelet.	
30	Vérifier le bon fonctionnement du vérin d'éjection et nettoyer les tiges anti rotation.	
31	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de l'émetteur récepteur de saturation éjection.	
32	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage du réflecteur de saturation éjection.	
33	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de l'émetteur récepteur de charge maxi à la sortie de la bouchonneuse.	
34	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage du réflecteur de charge maxi (saturation) à la sortie de la bouchonneuse.	
35	Vérifier les serrages des composants électriques du pupitre de commande.	
36	Contrôler le fonctionnement du vérin de dépose bouchons, si cela est nécessaire, nettoyer sa tige.	
37	Contrôler le fonctionnement du vérin de vissage bouchons, si cela est nécessaire, nettoyer sa tige.	
38	Contrôler le fonctionnement du vérin de dépose gobelets, si cela est nécessaire, nettoyer sa tige.	
39	Ouvrir la porte avant gauche et essayer de mettre en service la bouchonneuse pour vérifier la sécurité porte.	
40	Ouvrir la porte avant droite et essayer de mettre en service la bouchonneuse pour vérifier la sécurité porte.	
41	Ouvrir la porte latérale et essayer de mettre en service la bouchonneuse pour vérifier la sécurité porte.	
42	Ouvrir la porte arrière et essayer de mettre en service la bouchonneuse pour vérifier la sécurité porte.	
43	Vérifier le bon fonctionnement du bouton d'arrêt d'urgence.	

ETIQUETEUSE LATERALE		
45	Nettoyer et contrôler les rouleaux de l'imprimante ZEBRA.	
46	Vérifier tous les rouleaux de passage de la bande étiqueteuse.	
47	Nettoyer et contrôler le rouleau d'entraînement ainsi que le rouleau presseur (enlever le dépôt de colle éventuel).	
48	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule fourche de détection fin de rouleau.	
49	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de TOP marquage étiquette (mentions variables).	
50	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule fourche d'arrêt étiquette.	
51	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de détection marquage (mentions variables).	
52	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de TOP dépose étiquette.	
53	Nettoyer et vérifier la plaque de dépose (enlever le dépôt de colle éventuel).	
54	Vérifier l'état de la courroie d'entraînement laize vide.	
55	Vérifier l'usure des courroies d'entraînement latérales.	
56	Contrôler la tension des courroies d'entraînement latérales et si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.	
57	Contrôler le fonctionnement du variateur de vitesse des courroies d'entraînement latérales.	
58	Contrôler l'état de la mousse du guide de fixation étiquette.	
59	Vérifier les serrages des composants électriques du pupitre de commande.	

Pour la maintenance semestrielle :

Maintenance SEMESTRIELLE		
DATE	INTERVENANT	VERIFICATEUR

Opération	DESIGNATION DES OPERATIONS DE MAINTENANCE SEMESTRIELLE	Fait
1	Effectuer la maintenance mensuelle.	
TABLE D’ALIMENTATION		
2	Vérifier l'usure du tapis d'entraînement des flacons.	
3	Contrôler la tension du tapis d'entraînement des flacons et si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.	
4	Vérifier l'usure des courroies d'entraînement latérales (les changer si cela est nécessaire).	
5	Contrôler la tension des courroies d'entraînement latérales et si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.	
6	Contrôler les raccords pneumatiques de la rabatteuse de flacons.	
REPLISSEUSE		
7	Contrôler la tension et le graissage des chaines de transmission, si nécessaire, les remplacer.	
8	Vérifier l'état de la courroie d'entraînement (la changer si cela est nécessaire).	
9	Graisser la croix de malte (graisse multi usages).	
BOUCHEUSE		
10	Contrôler la tension et le graissage des chaines de transmission, si nécessaire, les remplacer.	
11	Vérifier l'état de la courroie d'entraînement (la changer si cela est nécessaire).	
12	Graisser les têtes de bielle par les deux orifices de lubrification (graisse multi usages).	
13	Graisser la croix de malte (graisse multi usages).	

Pour la maintenance annuelle :

Maintenance ANNUELLE		
DATE	INTERVENANT	VERIFICATEUR

Opération	DESIGNATION DES OPERATIONS DE MAINTENANCE ANNUELLE	Fait
1	Effectuer la maintenance mensuelle et semestrielle.	
BOUCHEUSE		
2	Changer les palettes de la pompe à vide si cela est nécessaire (vérifier le dimensionnel).	
3	Vérifier les serrages des composants électriques dans l'armoire de l'équipement.	
4	Vérifier l'état des contacts des relais et contacteurs.	

Remarque :

Cet emplacement est disponible à la fin de chaque fiche de maintenance préventive. Il permet de noter toutes informations utiles, offrant ainsi la possibilité d'optimiser le plan de maintenance de l'équipement.

7- ESSAIS

- Pour vérifier le bon fonctionnement de l'équipement après les opérations de maintenance, de changement de pièce ou de réglage, procéder à des essais de production.
- A l'issue de ces essais, vider la ligne et le box de tous les articles d'essais de conditionnement.

8- ENREGISTREMENT

- Noter dans le cahier de suivi de box et sur le cahier de maintenance, l'opération de maintenance ainsi que toute autre intervention effectuée pendant l'opération de maintenance préventive conditionnelle ou systématique de cet équipement.
- Noter et prévenir le responsable de la maintenance, pour toutes les anomalies constatées, ainsi que pour les pièces dont le remplacement est à prévoir.

ANNEXE 3 : Procédure décrivant les opérations de maintenance préventive de l'encartonneuse MARCHESINI, modèle BA400 de la ligne liquide 1.

Rédigé par : LJE	Vérifié par : AN/LSA	Approuvé par : PAF
------------------	----------------------	--------------------

Diffusion réseau : Oui

Diffusion sur support papier : Responsable Maintenance-Atelier Maintenance

Révision	Date	Historique des révisions
1	08/04/10	Création

A - OBJET

L'objet de cette procédure est de décrire les opérations de maintenance préventive mensuelle, semestrielle et annuelle à effectuer sur l'encartonneuses MARCHESINI, modèle BA400, matricule 271.01 de la ligne liquide N°1.

B - REFERENCES

- Bonnes pratiques de fabrication en vigueur.
- Documentation technique de l'équipement.

C – SERVICES CONCERNES

Cf. champ de diffusion.

D – DOCUMENTS ASSOCIES

- Cahier de suivi des opérations de maintenance préventive de l'encartonneuses MARCHESINI, modèle BA400 de la ligne liquide N°1, de référence F-MN- 022
- Procédure d'étiquetage du statut des équipements MO-PROD-007

Demande de modification par :	Motif :	
Date :		
Accord Rédacteur :	Accord Vérificateur :	Accord Approbateur :
Date :	Date :	Date :

E – Sommaire

1-	OBJECTIF	2
2-	CHAMP D'APPLICATION	2
3-	RESPONSABILITES	3
4-	OPERATIONS PREALABLES AUX ACTIONS DE MAINTENANCE	3
5-	SEQUENCE DES OPERATIONS	3
5.1/	OPERATIONS DE MAINTENANCE MENSUELLE :	3
	Alimentation en air comprimé	3
	Groupe d'alimentation flacons	3
	Ventouses	4
	Groupe translateur étuis	5
	Bandes BA400	6
	Ejection étuis vides	6
	Pompe à vide	7
	Composants électriques	7
	Composants pneumatiques + Venturi	9
	Sécurité	9
5.2/	OPERATIONS DE MAINTENANCE SEMESTRIELLE :	12
	Table d'accumulation	12
	Groupe d'alimentation flacons	12
	Convoyeur produits	13
	Groupe notice	13
	Transport étuis	14
	Tambour d'ouverture étuis	15
	Chaines à peignes	16
	Vérifier l'alignement chaines à peignes/convoyeur produits	17
	Groupe pousseur et transport étuis	17
	Rabatteuse arrière	18
	Niveaux d'huile	18
	Transmission	19
	Groupe motoréducteur	20
	Circuit de vide	21
	Pompe à vide	21
5.3/	OPERATIONS DE MAINTENANCE ANNUELLE :	22
	Chaine des groupes de transport étuis et pousseurs	22
	Pompe à vide	22
	Composants électriques	23
6-	PLANNING DE MAINTENANCE PREVENTIVE	23
7-	ESSAIS	27
8-	ENREGISTREMENT	27

1- OBJECTIF

L'objectif de cette procédure est de décrire la séquence des opérations de maintenance préventive mensuelle, semestrielle et annuelle à effectuer sur les l'encartonneuse MARCHESINI, modèle BA400, matricule 271.01 du box N° 346.

2- CHAMP D'APPLICATION

Cette méthodologie s'applique aux :

Box N° 346, encartonneuses MARCHESINI, modèle BA400, matricule : 271.01.

Cet équipement est situé dans l'atelier de conditionnement, sur le site **MAYOLY SPINDLER** à CHATOU.

3- RESPONSABILITES

- Les régleurs sont responsables de la maintenance des équipements.
- Le responsable maintenance est en charge de la planification et de l'application de la maintenance.

4- OPERATIONS PREALABLES AUX ACTIONS DE MAINTENANCE

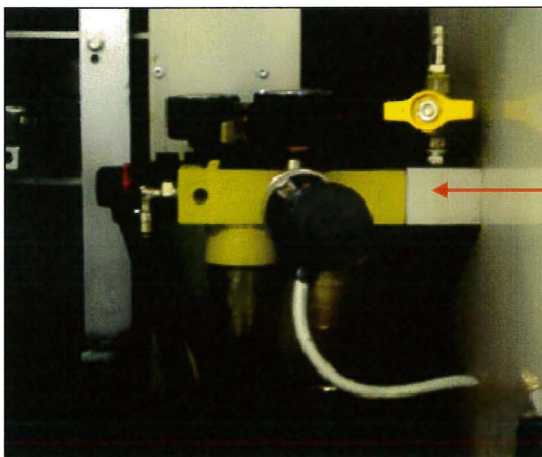
- Le box doit être propre et vide de tout article de production.
- La vérification de vide de ligne doit être validée et conforme.
- Mettre les équipements de protection individuelle (masque, gants, lunettes).
- Identifier le statut du box à l'aide de la fiche d'information intervention.

5- SEQUENCE DES OPERATIONS

5.1/ Opérations de maintenance Mensuelle :

Alimentation en air comprimé

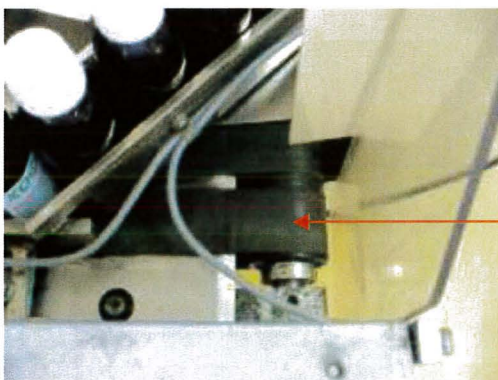
- Purger l'appareil de conditionnement d'air (protéger la zone avec du papier absorbant).
- Vérifier le niveau d'huile du lubrificateur et faire l'appoint si cela est nécessaire.



Ensemble FRL
Filtre séparateur, Régulateur de pression, Lubrificateur

Groupe d'alimentation flacons

- Vérifier l'état des deux bandes de transport du groupe d'alimentation flacons (les remplacer si nécessaire).



Bande d'entrée de la BA400

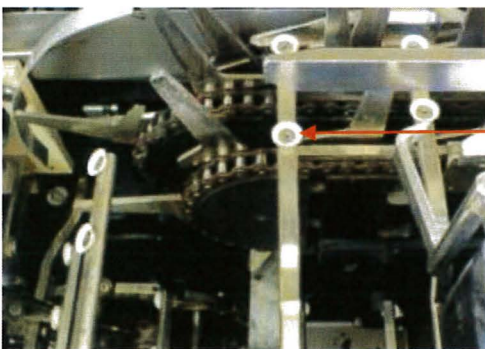
- Contrôler la tension des deux bandes de transport du groupe d'alimentation flacons et si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.



Vis de réglage

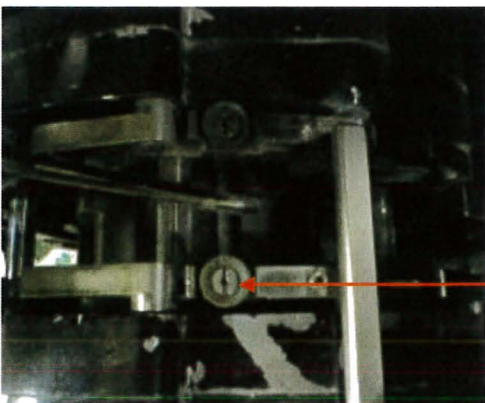
Ventouses

- Contrôler les ventouses des translateurs étuis et les changer si cela est nécessaire.



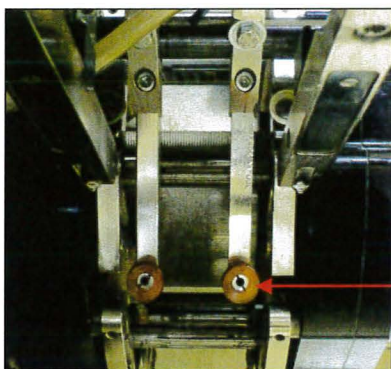
Ventouses des translateurs étuis

- Contrôler les ventouses du tambour d'ouverture étuis et les changer si cela est nécessaire.



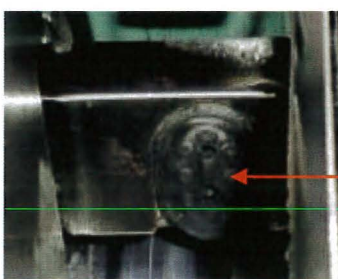
Ventouses du tambour
d'ouverture

- Contrôler les ventouses de préhension étuis dans le magasin et les changer si cela est nécessaire.



Ventouses de préhension

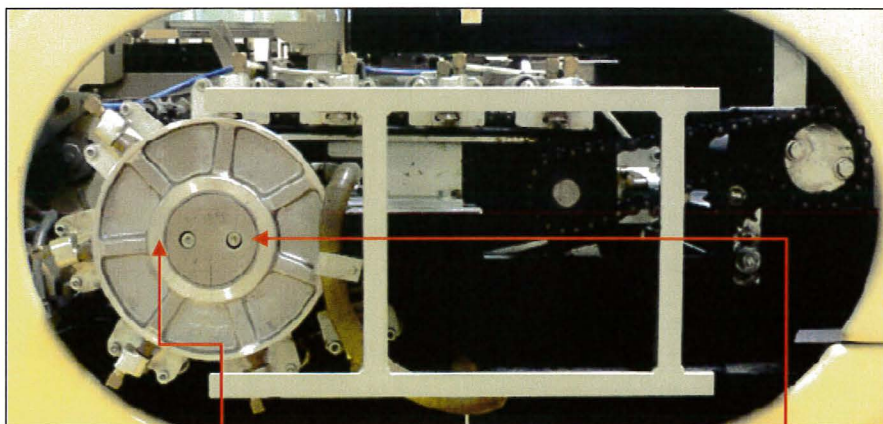
- Contrôler la ventouse de préhension notice et la changer si cela est nécessaire.



Ventouse de préhension notice

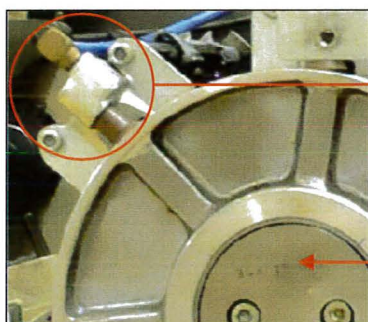
Groupe translateur étuis

- Contrôler les ventouses de liaison de vide entre le disque de came de vide et les translateurs (les changer si cela est nécessaire).
- Nettoyer le disque de came de vide (zone de contact : Disque/Ventouses).



Disque de vide translateurs ventouses

Came de vide

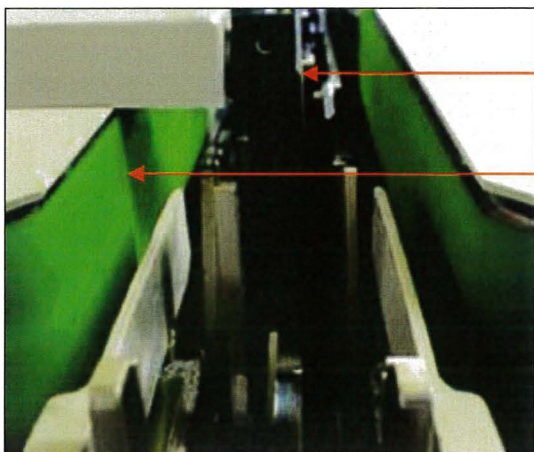


Zone de contact
disque/Ventouses

Came de vide

Bandes BA400

- Vérifier l'état et contrôler la tension des deux bandes de sortie de la BA400 (la changer si cela est nécessaire).

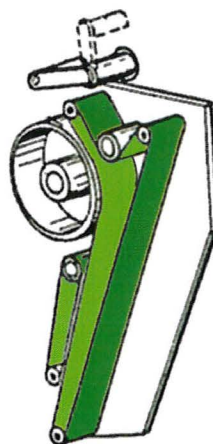
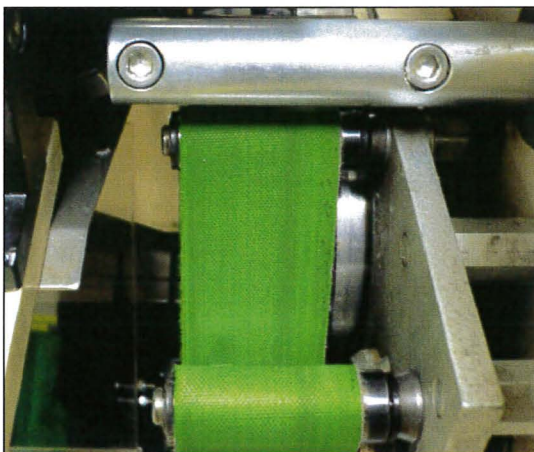


Bras d'éjection étuis vides
BA400

Bande de sortie BA400

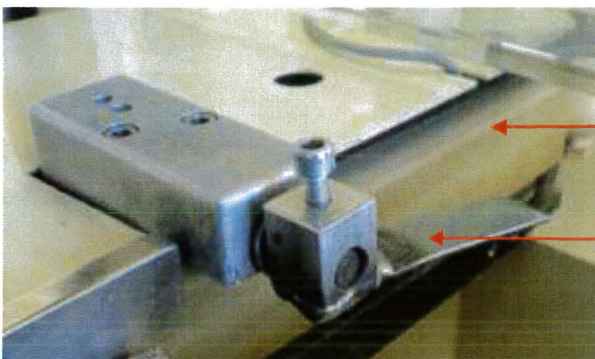


- Vérifier l'état et contrôler la tension de la bande de transport des notices (la changer si cela est nécessaire).



Ejection étuis vides

- Vérifier le bon fonctionnement du bras d'éjection étuis vides BA400.



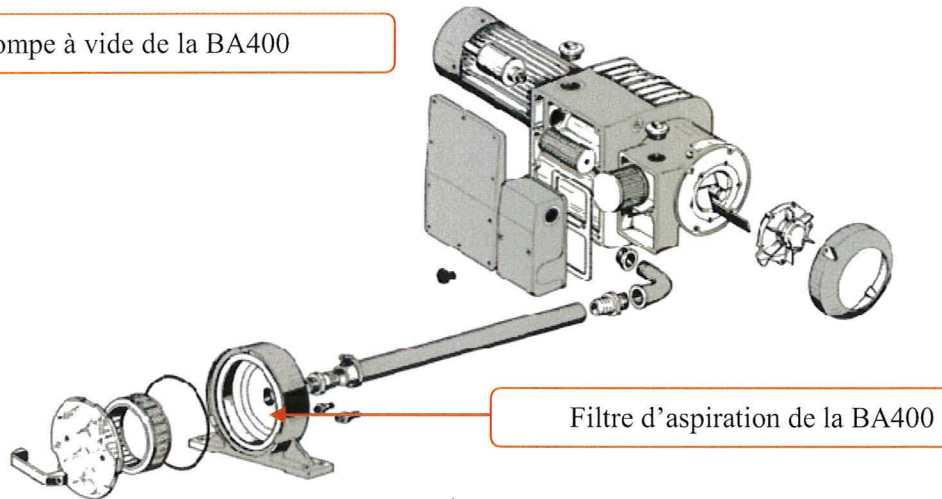
Bande de sortie de la BA400

Bras d'éjection étuis vides
BA400

Pompe à vide

- Démontez, nettoyez et contrôlez le filtre d'aspiration (filtre de vide).

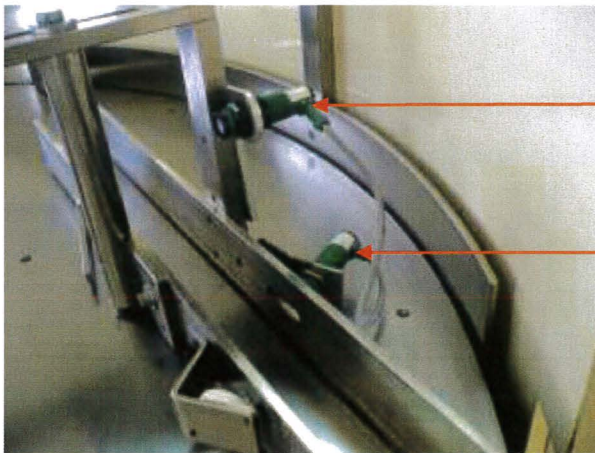
Pompe à vide de la BA400



Filtre d'aspiration de la BA400

Composants électriques

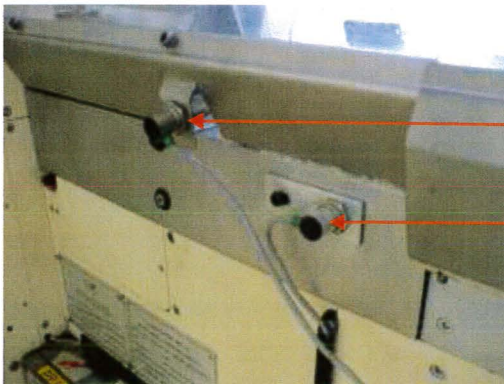
- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de toutes les cellules suivantes.
 - Contrôle fermeture flacon (permet de détecter des problèmes de vissage bouchon, de dépose gobelet et/ou d'articles de conditionnement).
 - Détection charge mini située au niveau de la table d'alimentation.



Contrôle fermeture flacon

Détection charge mini

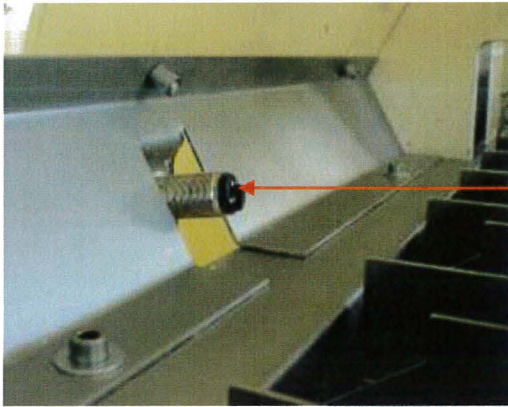
- Contrôle présence produit.



Contrôle placement flacon dans
convoyeur

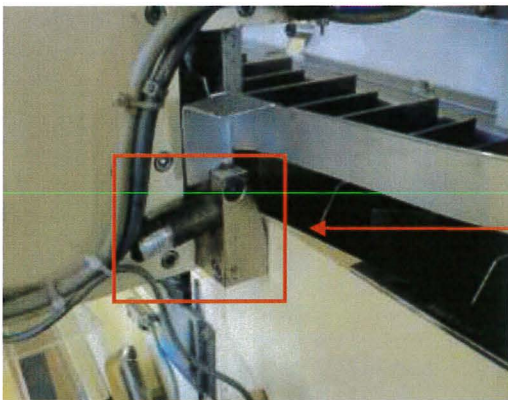
Contrôle présence produit

- Contrôle sécurité flacon débordant.



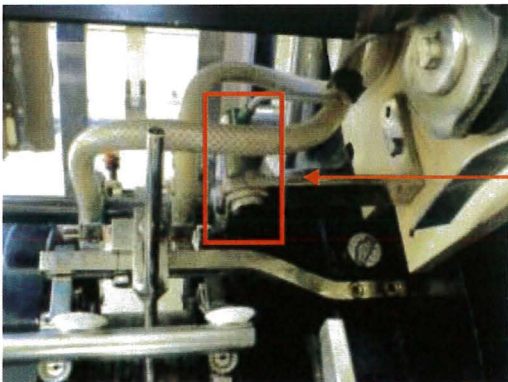
Contrôle sécurité flacon débordant

- Contrôle présence notice.



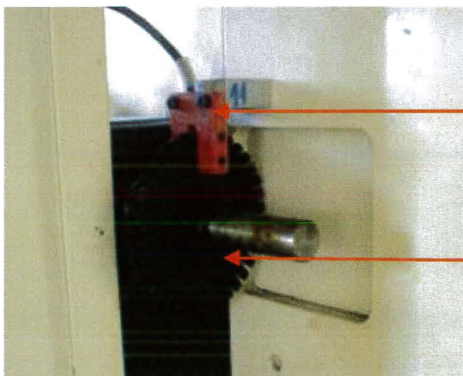
Contrôle présence notice

- Contrôle présence étui avant introduction produit.



Contrôle présence étui

- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux la cellule de la roue codeuse.



Cellules de comptage

Roue codeuse

- Vérifier les serrages des composants électriques du pupitre de commande.



Composants pneumatiques + Venturi

- Vérifier le bon fonctionnement des distributeurs pneumatiques.

Sécurité

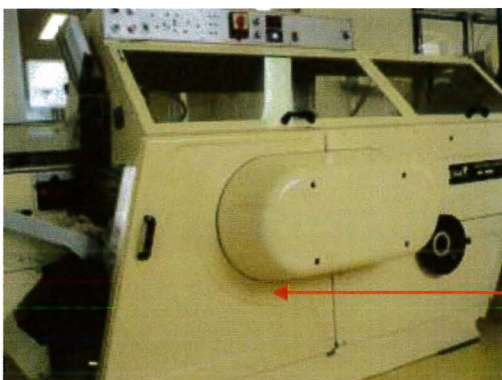
- Ouvrir la porte avant gauche et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité porte.
- Ouvrir la porte avant droite et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité porte.



Porte avant gauche

Porte avant droite

- Ouvrir le carter d'accès au tambour et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité carter.



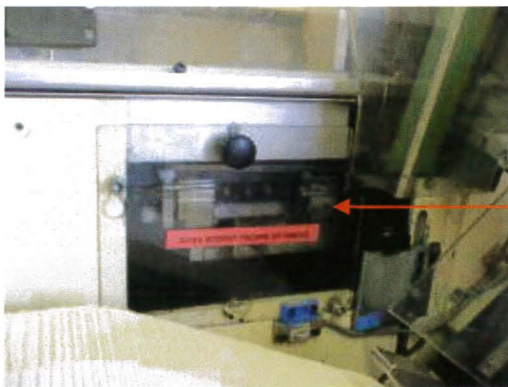
Carter d'accès au tambour

- Retirer le carter du groupe notices et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité carter.



Carter du groupe notices

- Ouvrir le carter d'accès à la chaîne des pinces notices et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité carter.



Carter d'accès à la chaîne des
pinces notices

- Ouvrir le carter d'accès au convoyeur flacons et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité carter.



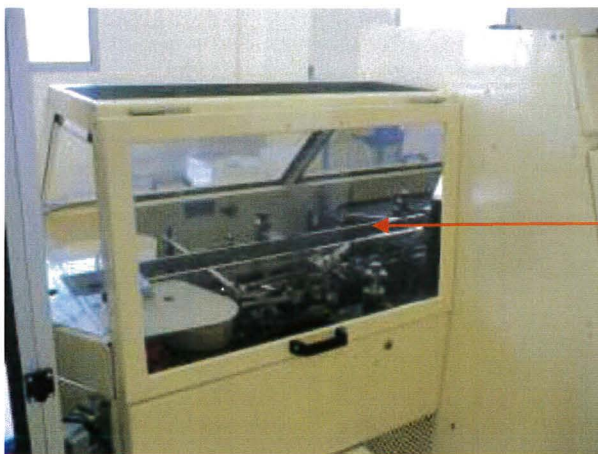
Carter d'accès au convoyeur
flacons

- Ouvrir la porte arrière gauche et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité porte.



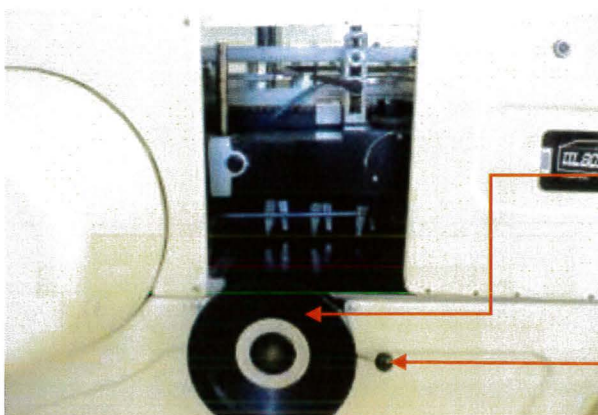
Porte arrière gauche

- Ouvrir la porte arrière droite et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité porte.



Porte arrière droite

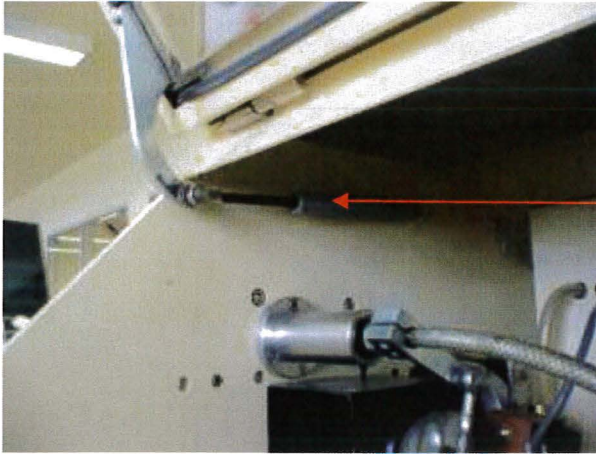
- Vérifier la sécurité volant.



Volant machine
(marche manuelle)

Poignée de déblocage volant

- Contrôler les amortisseurs de maintien des quatre portes.



Amortisseur de maintien

5.2/ Opérations de maintenance Semestrielle :

- Effectuer la maintenance mensuelle.

Table d'accumulation

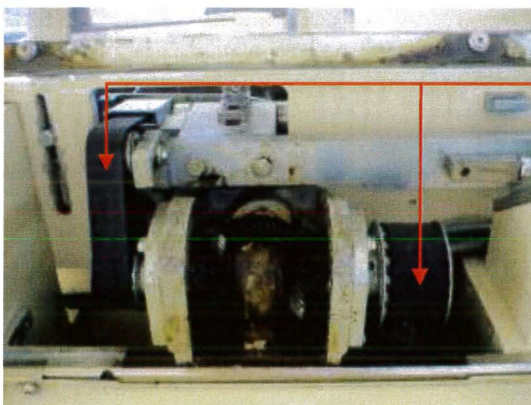
- Contrôler le graissage du système d'entraînement du plateau de la table d'accumulation et faire le complément si cela est nécessaire.



Entrainement de la table d'accumulation

Groupe d'alimentation flacons

- Vérifier l'usure et contrôler la tension des courroies d'entraînement (les changer si cela est nécessaire).



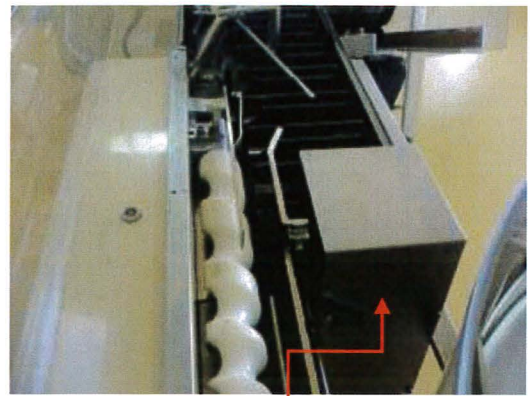
Courroies d'entraînement

Convoyeur produits

- Contrôler que la chaîne du convoyeur produits est bien tendue, propre et que son graissage est léger mais suffisant.



Convoyeur produit



Carter de protection et orifice d'accès aux vis de tension du convoyeur.

Groupe notice

- Contrôler que la chaîne des pinces notices est bien tendue, propre et que son graissage est léger mais suffisant.
- Vérifier l'état des ressorts des pinces notices.
- Vérifier les galets des pinces notices.
- Contrôler que le graissage des axes des pinces notice est léger, mais suffisant.

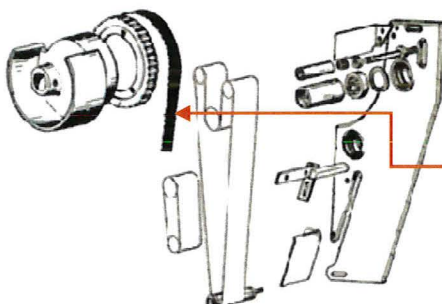


Chaîne des pinces notices

Galet de la pince notice

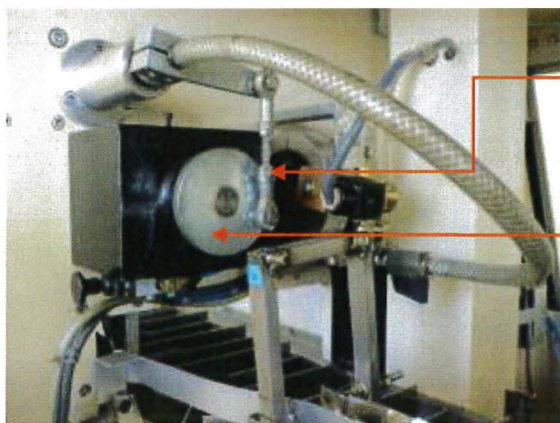
Ressort de la pince notice

- Démontez, nettoyez, contrôlez et lubrifiez les galets de tension, axes de roulement et d'entraînement.
- Contrôlez l'état de la courroie d'entraînement des poulies et la changez si cela est nécessaire.
- Contrôlez l'état des poulies d'entraînement des bandes du groupe notice.



Poulie et courroie d'entraînement des bandes du groupe notice

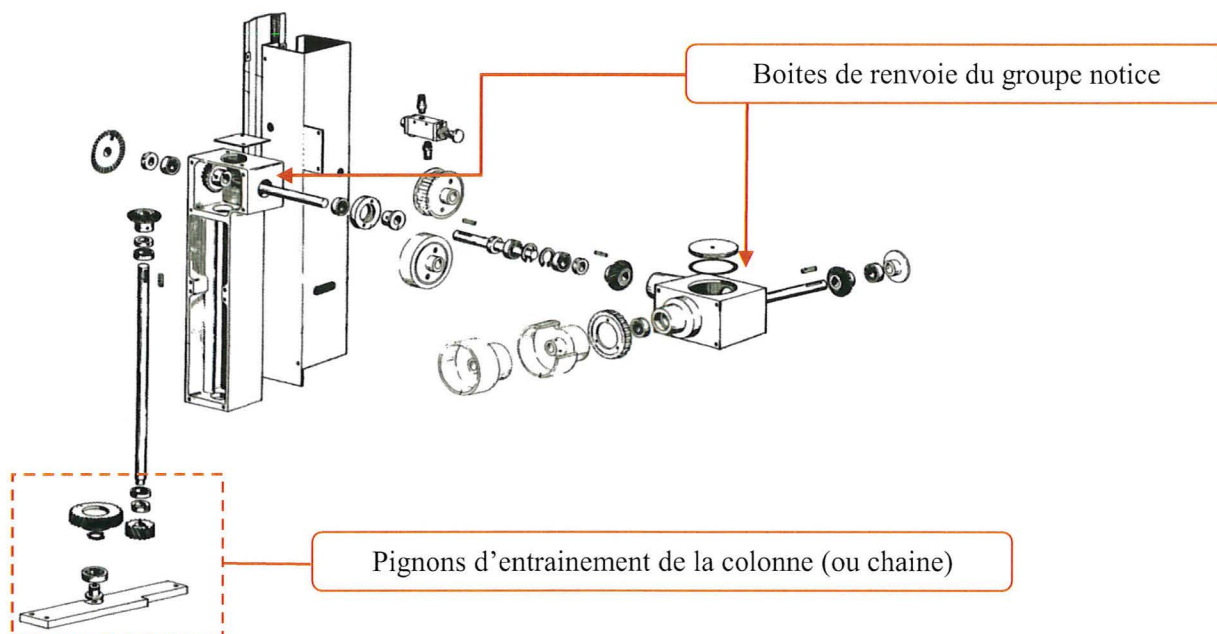
- Vérifier l'état des tirants et rotules du groupe notice et les changer si cela est nécessaire.
- Contrôler le bon fonctionnement de l'électrovanne d'aspiration.
- Démontér, nettoyer et contrôler la came de vide du groupe notice.



Tirant et rotules

Boite de renvoie du groupe notice

- Contrôler le graissage des boites de renvoie et faire le complément si cela est nécessaire.
- Contrôler le graissage des pignons d'entraînement de la colonne et faire le complément si cela est nécessaire.

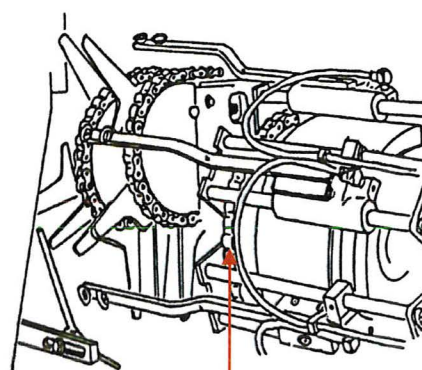
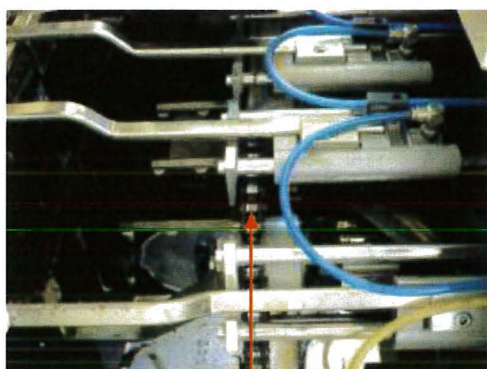


Boîtes de renvoie du groupe notice

Pignons d'entraînement de la colonne (ou chaîne)

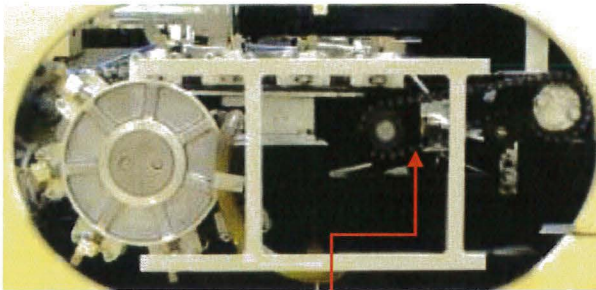
Transport étuis

- Vérifier la tension des chaînes de transport étuis (bras ventouses).

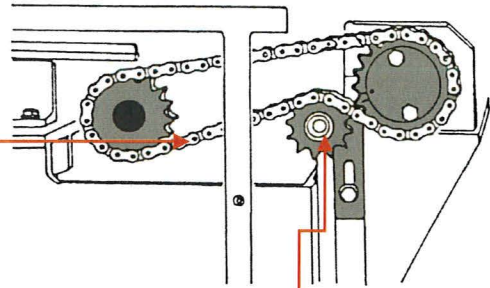


Chaîne de transport étuis
(bras ventouses)

- Vérifier la tension de la chaîne d'entraînement du groupe de transport étuis.



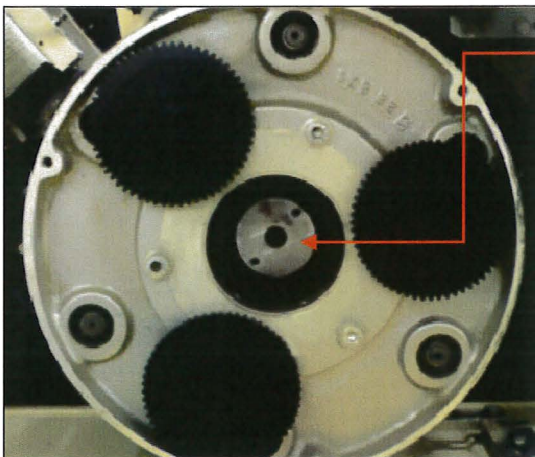
Chaîne d'entraînement du groupe des translateurs étuis (bras ventouses)



Tendeur de la chaîne d'entraînement du groupe des translateurs étuis (bras ventouses)

Tambour d'ouverture étuis

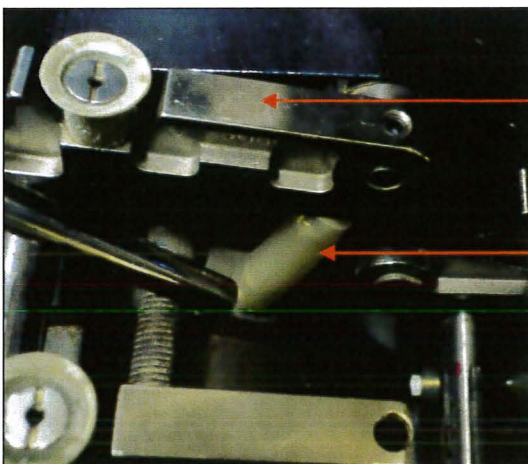
- Nettoyer la came de vide (noyau) du tambour.
- Contrôler et nettoyer les conduits d'aspiration du tambour (l'arrivée et les départs de vide).



Emplacement de la came de vide du tambour de transport étuis



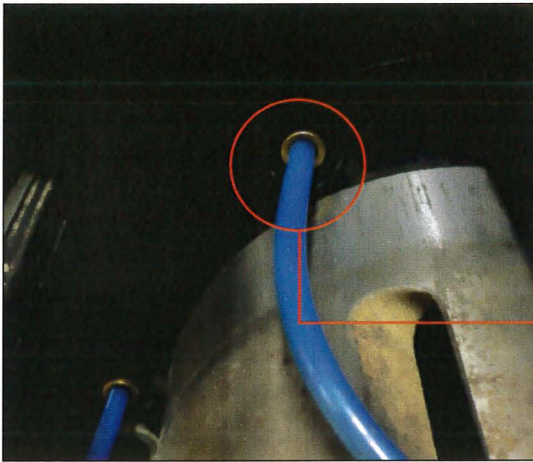
- Démontez, contrôlez et nettoyez les durites de liaison tambour/bras ventouses d'ouverture étuis du tambour.
- Contrôlez et nettoyez les bras d'ouverture étuis du tambour.



Bras d'ouverture étuis du tambour

Durite de liaison

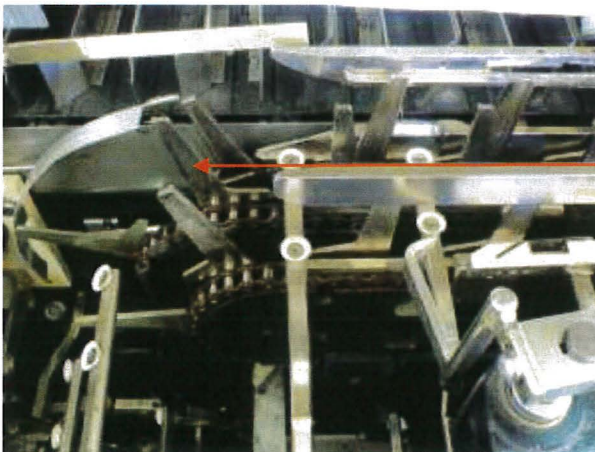
- Démontez, contrôlez et nettoyez les conduits et tuyaux de vide du tambour.



Débrancher, contrôler et nettoyer

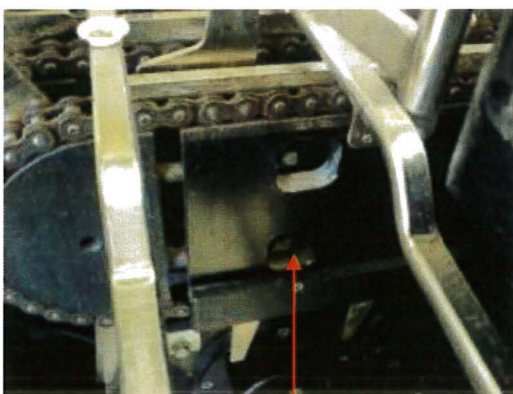
Chaines à peignes

- Contrôlez l'alignement, la tension, la propreté et le niveau de graissage des trois chaînes à peignes. Le graissage doit être léger mais suffisant.

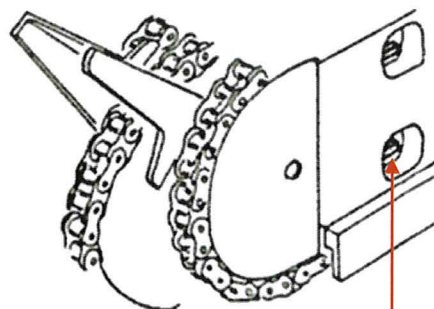


Chaine à peigne

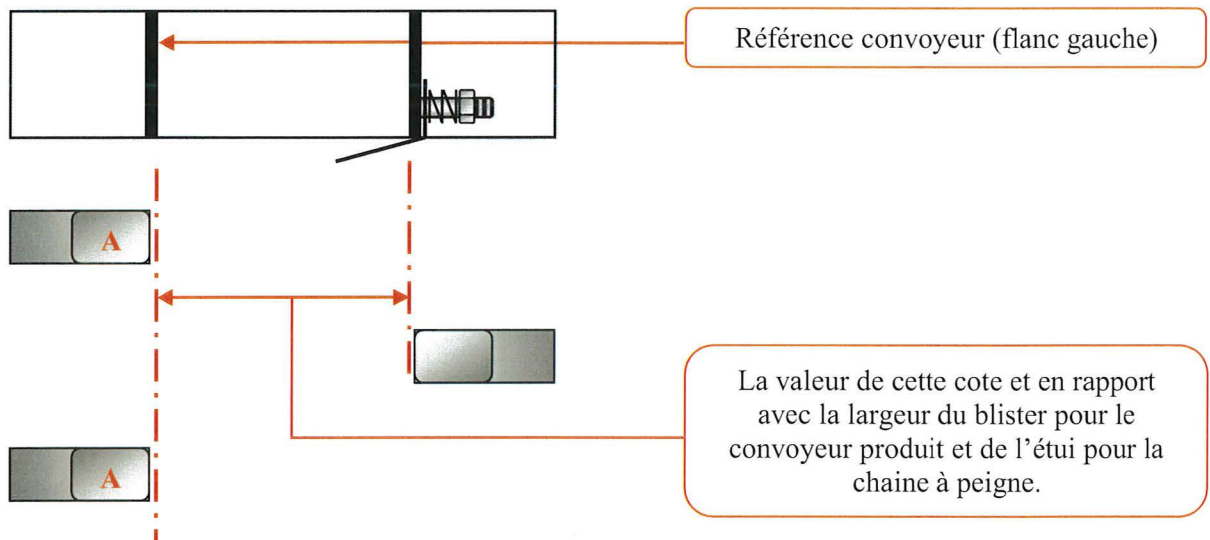
Les chaînes à peignes sont au nombre de trois, une réglable et deux fixes



Réglage de la tension de l'une des chaînes à peignes



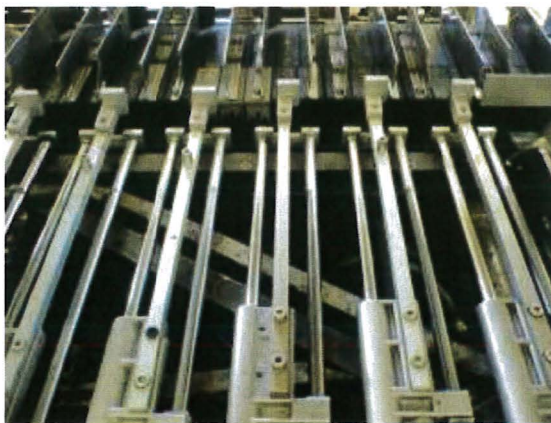
Vérifier l'alignement chaines à peignes/convoyeur produits



Les deux chaînes à peignes A doivent être alignées (légèrement en retrait pour compenser l'épaisseur du carton de l'étui) avec le flanc gauche (référence) du convoyeur produit.

Groupes pousseur et transport étuis

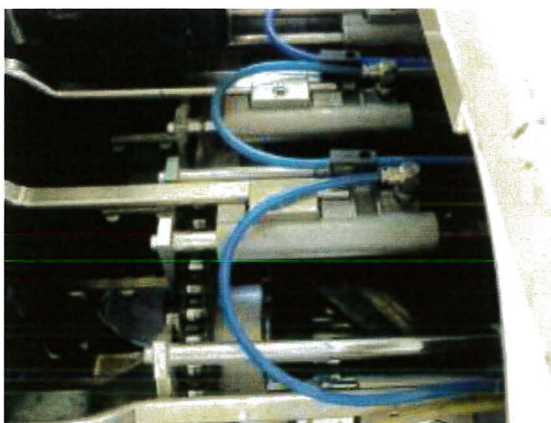
- Contrôler le glissement des translateurs pousseurs, si cela est nécessaire, nettoyer les arbres de glissement ou changer les bagues défectueuses.



Translateurs pousseurs BA400

Ne jamais utiliser de la graisse ou bien même de l'huile (ou un autre produit : dégrippant, silicone,...) pour faciliter le glissement, car les axes, tout comme les bagues, travaillent à secs. Un nettoyage à l'alcool suffit.

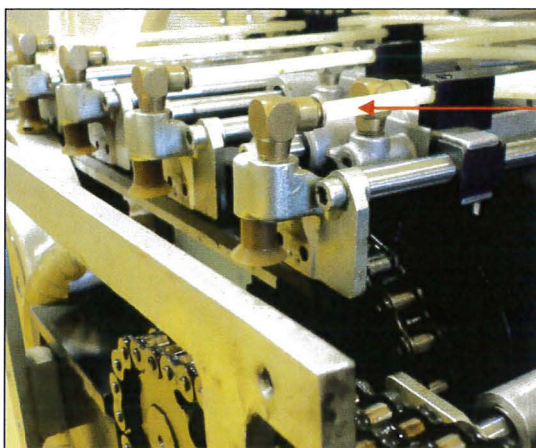
- Contrôler le glissement des translateurs étuis (translateurs bras ventouses), si cela est nécessaire, nettoyer les arbres de glissement ou changer les bagues défectueuses.



Translateurs bras ventouses BA400

Ne jamais utiliser de la graisse ou bien même de l'huile (ou un autre produit : dégrippant, silicone,...) pour faciliter le glissement, car les axes, tout comme les bagues, travaillent à secs. Un nettoyage à l'alcool suffit.

- Contrôler les raccords de vide des translateurs étuis (translateurs bras ventouses) ainsi que l'état des tuyaux.



Raccord pneumatique de vide

Rabatteuse arrière

- Contrôler le bon fonctionnement du débrayage de la rabatteuse arrière.

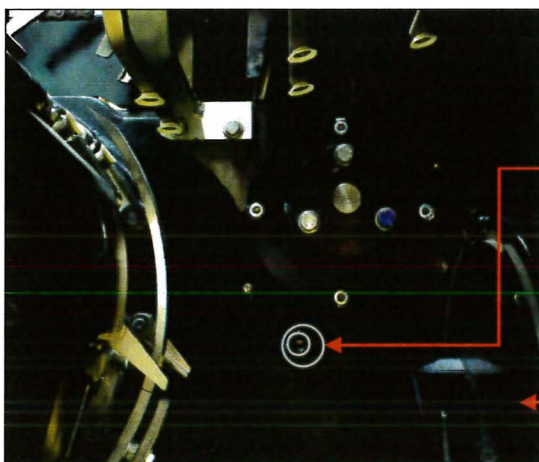


Rabatteuse arrière

Pour effectuer le test, il suffit de débrayer manuellement la rabatteuse pour contrôler le couple nécessaire à son débrayage. Ce dernier doit être souple, mais suffisant, pour garantir un fonctionnement optimum de l'équipement et ne pas le perturber par des déclenchements parasites.

Niveaux d'huile

- Contrôler le niveau d'huile dans le groupe moteur et faire l'appoint si cela est nécessaire.

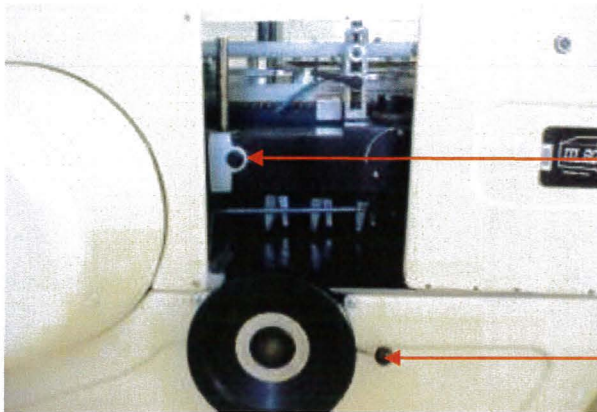


Groupe moteur

Niveau du groupe d'entraînement principal

Filtre de vide.

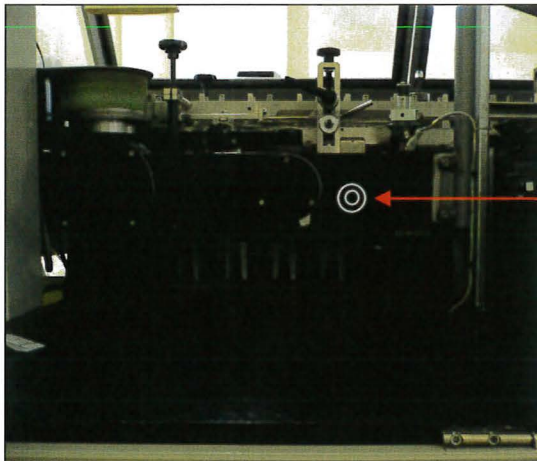
- Contrôler le niveau d'huile dans la boîte motrice avant (groupe de fermeture avant) et faire l'appoint si cela est nécessaire.



Contrôle du niveau boîte motrice

Poignée de déblocage volant

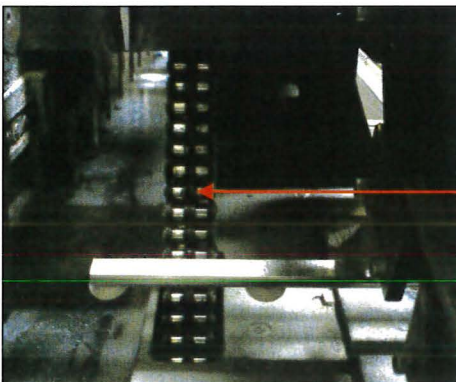
- Contrôler le niveau d'huile dans la boîte motrice arrière (groupe de fermeture arrière) et faire l'appoint si cela est nécessaire.



Niveau boîte motrice arrière

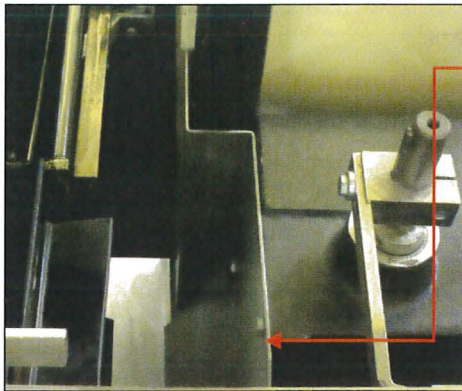
Transmission

- Contrôler que la chaîne de transmission de mouvement moteur au groupe pousseur et bras ventouses est bien tendue, propre et que son graissage est léger, mais suffisant.



Chaîne de transmission

- Contrôler que la chaîne de transmission de mouvement moteur à la chaîne à peigne est bien tendue, propre et que son graissage est léger, mais suffisant.



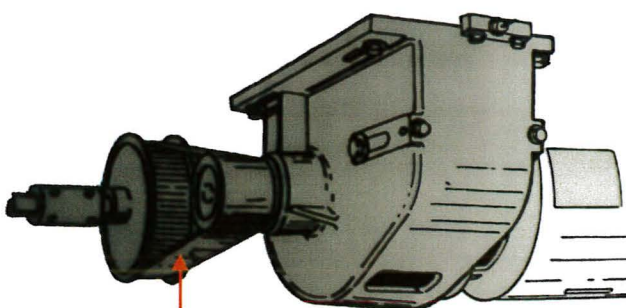
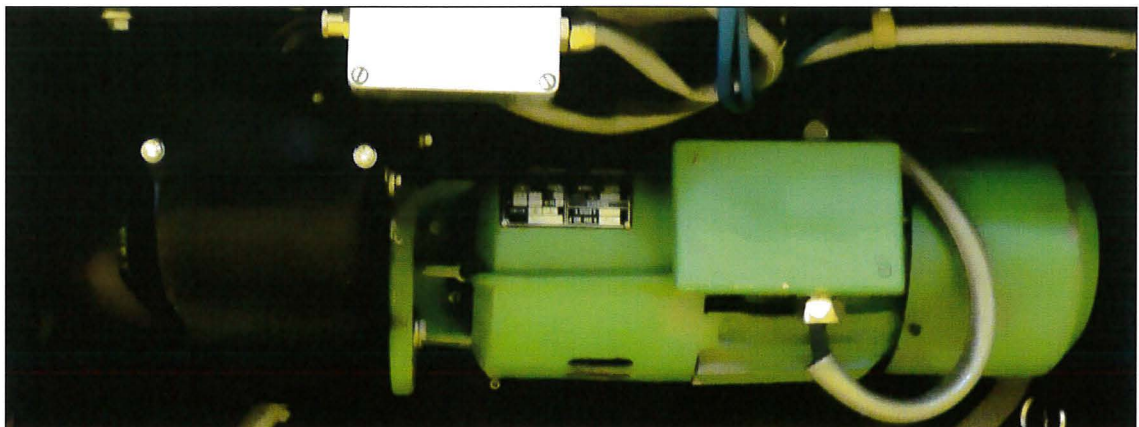
Carter latéral chaîne

Le démontage du carter de protection de chaîne (qui sert aussi de guide pour les blisters éjectés) est nécessaire pour accéder au réglage et contrôle chaîne

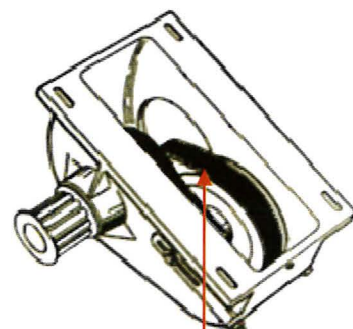
Groupe motoréducteur

- Vérifier la tension des courroies du groupe réducteur.
- Vérifier la tension de la courroie de sortie du réducteur

Groupe motoréducteur de la BA400



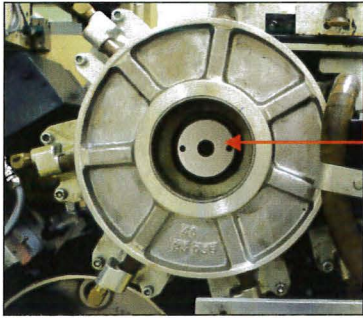
Courroie de sortie réducteur



Courroies du réducteur

Circuit de vide

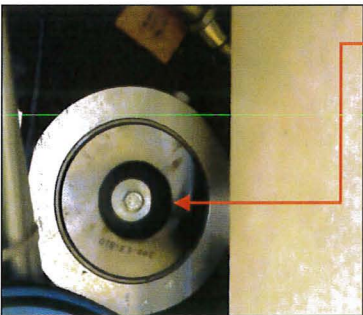
- Nettoyer la came de vide (noyau) des bras ventouses.



Emplacement de la came de vide des bras ventouses

Faire attention, lors du remontage, de bien repositionner la came dans sa position d'origine !

- Démonter et nettoyer le secteur de la came de vide (noyau) des bras de prise étuis du magasin vers tambour d'ouverture étuis (à l'arrière de la machine, dans le compartiment moteur, à droite).



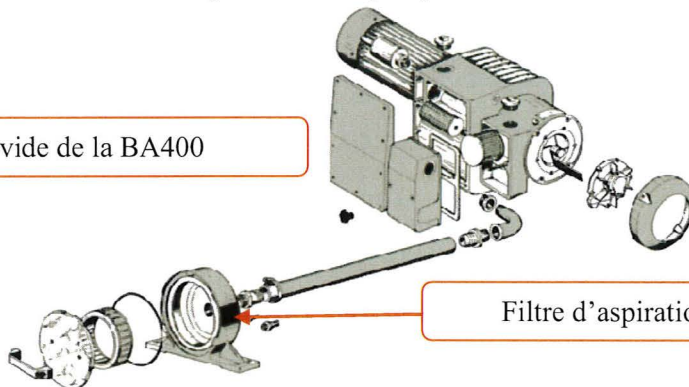
Secteur de la came de vide

Avant de procéder au démontage du secteur de la came de vide, repérer sa position initiale. Pendant cette opération et jusqu'au remontage du secteur de la came de vide, la BA400 ne doit pas être mise en mouvement.

Pompe à vide

- Consigner ou faire consigner l'équipement (consignation électrique suivant norme NF C18 510).
- Vérifier le dimensionnel des palettes de la pompe à vide.

Pompe à vide de la BA400



Filtre d'aspiration de la BA400

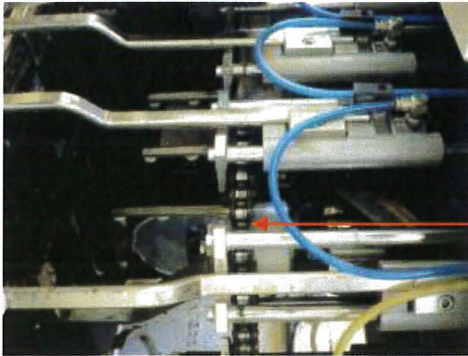
- Nettoyer, contrôler et graisser le roulement avant et graisser le roulement arrière (à l'aide d'une pompe à graisse disponible au service maintenance).
- Démonter, nettoyer et contrôler le filtre d'aspiration de la pompe à vide.
- Souffler (en dehors du box de conditionnement) la chambre de vide.
- Souffler (en dehors du box de conditionnement) et vérifier le filtre de la pompe à vide.
- Déconsigner ou faire déconsigner l'équipement (consignation électrique).

5.3/ Opérations de maintenance Annuelle :

- Effectuer la maintenance mensuelle et semestrielle.

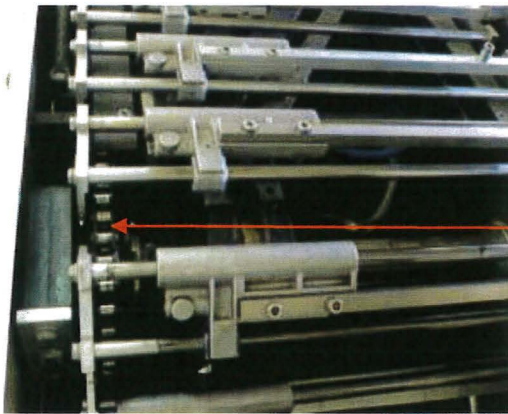
Chaine des groupes de transport étuis et pousseurs

- Changer les chaines des translateurs étuis.



Chaine de transport étuis
(Bras ventouses)

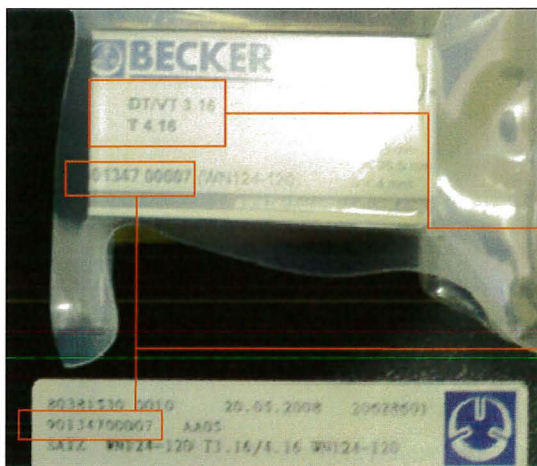
- Changer les chaines des translateurs pousseurs.



Chaine translateurs pousseurs

Pompe à vide

- Changer les palettes de la pompe à vide si cela est nécessaire (vérifier le dimensionnel).



*Exemple pour une pompe à vide
BECKER VT 4.16 et ses palettes de
référence 90 13 47 00 007*

Référence de la pompe à vide

Référence des palettes

Composants électriques

- Consigner ou faire consigner l'équipement (consignation électrique).
- Vérifier les serrages des composants électriques dans l'armoire de l'équipement.
- Vérifier l'état des contacts des relais et contacteurs.
- Déconsigner ou faire déconsigner l'équipement (déconsignation électrique).

6- PLANNING DE MAINTENANCE PREVENTIVE

- Un cahier de suivi de la maintenance, de référence **F-MN-022**, est disponible dans le box pour cet équipement. Il contient, sous forme de tableaux, la liste des opérations de maintenance préventive mensuelle, semestrielle et annuelle à effectuer sur cet équipement.

Pour la maintenance mensuelle :

La date de l'opération de maintenance préventive.

Le nom ainsi que les initiales (visa) de l'intervenant.

Le nom ainsi que les initiales (visa) du vérificateur.

Maintenance MENSUELLE		
DATE	INTERVENANT	VERIFICATEUR

Opération	DESIGNATION DES OPERATIONS DE MAINTENANCE MENSUELLE	Fait
1	Purger l'appareil de conditionnement d'air (protéger la zone avec du papier absorbant).	
2	Vérifier le niveau d'huile du lubrificateur et faire l'appoint si cela est nécessaire.	
3	Vérifier l'état des deux bandes de transport du groupe d'alimentation flacons (les changer si cela est nécessaire).	
4	Contrôler la tension des deux bandes de transport du groupe d'alimentation flacons et si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.	
5	Contrôler les ventouses des translateurs étuis et les changer si cela est nécessaire.	
6	Contrôler les ventouses du tambour d'ouverture étuis et les changer si cela est nécessaire.	
7	Contrôler les ventouses de préhension étuis dans le magasin et les changer si cela est nécessaire.	
8	Contrôler la ventouse de préhension notice et la changer si cela est nécessaire.	
9	Contrôler les ventouses de liaison de vide entre le disque de came de vide et les translateurs (les changer si cela est nécessaire).	
10	Nettoyer le disque de came de vide (zone de contact : Disque/Ventouses).	

11	Vérifier l'état et contrôler la tension des deux bandes de sortie de la BA400 (les changer si cela est nécessaire).	
12	Vérifier l'état et contrôler la tension de la bande de transport des notices, (la changer si cela est nécessaire).	
13	Vérifier le bon fonctionnement du bras d'éjection étuis vides BA400.	
14	Démonter, nettoyer et contrôler le filtre d'aspiration (filtre de vide).	
15	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de Contrôle fermeture flacon.	
16	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de détection charge mini.	
17	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de contrôle présence produit.	
18	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de contrôle sécurité flacon débordant.	
19	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de contrôle présence notice.	
20	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de contrôle présence étui avant introduction produit.	
21	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux la cellule de la roue codeuse.	
22	Vérifier les serrages des composants électriques du pupitre de commande.	
23	Vérifier le bon fonctionnement des distributeurs pneumatiques.	
24	Ouvrir la porte avant gauche et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité porte.	
25	Ouvrir la porte avant droite et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité porte.	
26	Ouvrir le carter d'accès au tambour et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité carter.	
27	Ouvrir le carter d'accès à la chaîne des pinces notices et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité carter.	
28	Retirer le carter du groupe notices et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité carter.	
29	Ouvrir le carter d'accès au convoyeur flacons et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité carter.	
30	Ouvrir la porte arrière gauche et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité porte.	
31	Ouvrir la porte arrière droite et essayer de mettre en service l'encartonneuse pour vérifier la sécurité porte.	
32	Vérifier la sécurité volant	
33	Contrôler les amortisseurs de maintien des quatre portes.	

Le numéro de l'opération de maintenance préventive.

Désignation de l'opération de maintenance préventive.

Suivi (check-list) des opérations de maintenance.

Pour la maintenance semestrielle :

Maintenance SEMESTRIELLE		
DATE	INTERVENANT	VERIFICATEUR

Opération	DESIGNATION DES OPERATIONS DE MAINTENANCE SEMESTRIELLE	Fait
1	Effectuer la maintenance mensuelle.	
2	Contrôler le graissage du système d'entraînement du plateau de la table d'accumulation et faire le complément si cela est nécessaire.	
3	Vérifier l'usure et contrôler la tension des courroies d'entraînement du groupe d'alimentation (façon les changer si cela est nécessaire).	
4	Contrôler que la chaîne du convoyeur produits est bien tendue, propre et que son graissage est léger mais suffisant.	
5	Contrôler que la chaîne des pinces notices est bien tendue, propre et que son graissage est léger mais suffisant.	
6	Vérifier l'état des ressorts des pinces notices.	
7	Vérifier les galets des pinces notices.	
8	Contrôler que le graissage des axes des pinces notice est léger, mais suffisant.	
9	Démonter, nettoyer, contrôler et lubrifier les galets de tension, axes de roulement et d'entraînement.	
10	Contrôler l'état de la courroie d'entraînement des poulies et la changer si cela est nécessaire.	
11	Contrôler l'état des poulies d'entraînement des bandes du groupe notice.	
12	Vérifier l'état des tirants et rotules du groupe notice et les changer si cela est nécessaire.	
13	Contrôler le bon fonctionnement de l'électrovanne d'aspiration.	
14	Démonter, nettoyer et contrôler la came de vide du groupe notice.	
15	Contrôler le graissage des boîtes de renvoi et faire le complément si cela est nécessaire.	
16	Contrôler le graissage des pignons d'entraînement de la colonne et faire le complément si cela est nécessaire.	
17	Vérifier la tension des chaînes de transport étuis (bras ventouses).	
18	Vérifier la tension de la chaîne d'entraînement du groupe de transport étuis.	
19	Nettoyer la came de vide (noyau) du tambour.	
20	Contrôler et nettoyer les conduits d'aspiration du tambour (l'arrivée et les départs de vide).	
21	Démonter, contrôler et nettoyer les durites de liaison tambour/bras ventouses d'ouverture étuis du tambour.	
22	Contrôler et nettoyer les bras d'ouverture étuis du tambour.	
23	Démonter, contrôler et nettoyer les conduits et tuyaux de vide du tambour.	
24	Contrôler l'alignement, la tension, la propreté et le niveau de graissage des trois chaînes à peignes. Le graissage doit être léger mais suffisant.	
25	Contrôler le glissement des translateurs poussoirs, si cela est nécessaire, nettoyer les arbres de glissement ou changer les bagues défectueuses.	
26	Contrôler le glissement des translateurs étuis (translateurs bras ventouses), si cela est nécessaire, nettoyer les arbres de glissement ou changer les bagues défectueuses.	
27	Contrôler les raccords de vide des translateurs étuis (translateurs bras ventouses) ainsi que l'état des tuyaux.	
28	Contrôler le bon fonctionnement du débrayage de la rabatteuse arrière.	
29	Contrôler le niveau d'huile dans le groupe moteur et faire l'appoint si cela est nécessaire.	
30	Contrôler le niveau d'huile dans la boîte motrice avant (groupe de fermeture avant) et faire l'appoint si cela est nécessaire.	

31	Contrôler le niveau d'huile dans la boîte motrice arrière (groupe de fermeture arrière) et faire l'appoint si cela est nécessaire.	
32	Contrôler que la chaîne de transmission de mouvement moteur au groupe pousseur et bras ventouses est bien tendue, propre et que son graissage est léger, mais suffisant.	
33	Contrôler que la chaîne de transmission de mouvement moteur à la chaîne à peigne est bien tendue, propre et que son graissage est léger, mais suffisant.	
34	Vérifier la tension des courroies du groupe réducteur.	
35	Vérifier la tension de la courroie de sortie du réducteur	
36	Nettoyer la came de vide (noyau) des bras ventouses.	
37	Démonter et nettoyer le secteur de la came de vide (noyau) des bras de prise étuis du magasin vers tambour d'ouverture étuis.	
38	Consigner ou faire consigner l'équipement (consignation électrique suivant norme NF C18 510).	
39	Vérifier le dimensionnel des palettes de la pompe à vide.	
40	Nettoyer, contrôler et graisser le roulement avant et graisser le roulement arrière (à l'aide d'une pompe à graisse disponible au service maintenance).	
41	Démonter, nettoyer et contrôler le filtre d'aspiration de la pompe à vide.	
42	Souffler (en dehors du box de conditionnement) la chambre de vide.	
43	Souffler (en dehors du box de conditionnement) et vérifier le filtre de la pompe à vide.	
44	Déconsigner ou faire déconsigner l'équipement (consignation électrique).	
45	Nettoyer les filtres d'aspiration du Venturi (le nettoyage des filtres s'effectue en dehors du box de conditionnement).	

Pour la maintenance annuelle :

MAINTENANCE ANNUELLE		
DATE	INTERVENANT	VERIFICATEUR

Opération	DESIGNATION DES OPERATIONS DE MAINTENANCE ANNUELLE	Fait
1	Effectuer la maintenance mensuelle et semestrielle.	
2	Changer les chaînes des translateurs étuis.	
3	Changer les chaînes des translateurs pousseurs.	
4	Changer les palettes de la pompe à vide si cela est nécessaire (vérifier le dimensionnel).	
5	Consigner ou faire consigner l'équipement (consignation électrique).	
6	Vérifier les serrages des composants électriques dans l'armoire de l'équipement.	
7	Vérifier l'état des contacts des relais et contacteurs.	
8	Déconsigner ou faire déconsigner l'équipement (déconsignation électrique).	

Remarque :



Cet emplacement est disponible à la fin de chaque fiche de maintenance préventive. Il permet de noter toutes informations utiles, offrant ainsi la possibilité d'optimiser le plan de maintenance de l'équipement.

7- ESSAIS

- Pour vérifier le bon fonctionnement de l'équipement après les opérations de maintenance, de changement de pièce ou de réglage, procéder à des essais de production.
- A l'issue de ces essais, vider la ligne et le box de tous les articles d'essais de conditionnement.

8- ENREGISTREMENT

- Noter dans le cahier de suivi de box et sur le cahier de maintenance, l'opération de maintenance ainsi que toute autre intervention effectuée pendant l'opération de maintenance préventive de cet équipement.
- Noter et prévenir le responsable de la maintenance, pour toutes les anomalies constatées, ainsi que pour les pièces dont le remplacement est à prévoir.

ANNEXE 4 : Procédure décrivant les opérations de maintenance préventive de la vignetteuse PILOT, modèle SE600 de la ligne liquide 1.

Rédigé par : LJE	Vérifié par : AN / LSA	Approuvé par : PAF
------------------	------------------------	--------------------

Diffusion réseau : Oui

Diffusion sur support papier : Responsable Maintenance-Atelier Maintenance

Révision	Date	Historique des révisions
1	07/06/10	Création

A - OBJET

L’objet de cette procédure est de décrire les opérations de maintenance préventive mensuelle à effectuer sur la vignetteuse PILOT, modèle SE600, matricule 500864389620 de la ligne liquide N°1.

B - REFERENCES

- Bonnes pratiques de fabrication en vigueur.
- Documentation technique de l’équipement.

C – SERVICES CONCERNES

Cf. champ de diffusion.

D – DOCUMENTS ASSOCIES

- Cahier de suivi des opérations de maintenance préventive de la vignetteuse PILOT, de la ligne liquide N°1, de référence **F-MN-023**
- Procédure d’étiquetage du statut des équipements **MO-PROD-007**

E – Sommaire

1-	OBJECTIF	2
2-	CHAMP D'APPLICATION.....	2
3-	RESPONSABILITES.....	2
4-	OPERATIONS PREALABLES AUX ACTIONS DE MAINTENANCE.....	2
5-	SEQUENCE DES OPERATIONS.....	2
	Alimentation en air comprimé	3
	Rouleaux.....	3
	Plaque de dépose.....	3
	Convoyeur	4
	Composants électriques.....	5
	Composants pneumatiques	7
	Sécurité.....	7
6-	PLANNING DE MAINTENANCE PREVENTIVE	8
7-	ESSAIS	9
8-	ENREGISTREMENT.....	9

Demande de modification par : Date :	Motif :	
Accord Rédacteur : Date :	Accord Vérificateur : Date :	Accord Approbateur : Date :

1- OBJECTIF

L'objectif de cette procédure est de décrire la séquence des opérations de maintenance préventive mensuelle à effectuer sur la vignetteuse PILOT, modèle SE600, matricule 500864389620 du box N° 346.

2- CHAMP D'APPLICATION

Cette méthodologie s'applique aux :

Box N° 346, vignetteuse PILOT, modèle SE600, matricule 500864389620.

Cet équipement est situé dans l'atelier de conditionnement, sur le site **MAYOLY SPINDLER** à CHATOU.

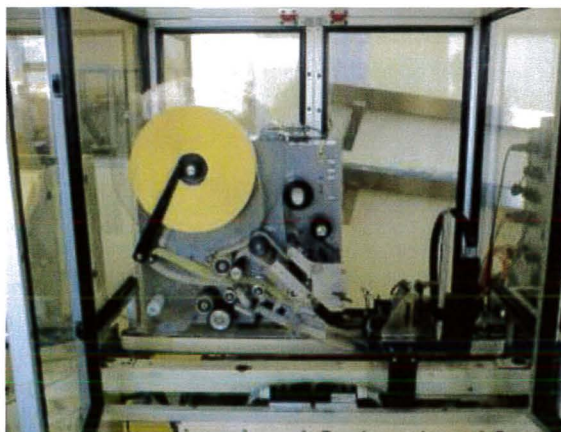
3- RESPONSABILITES

- Les régleurs sont responsables de la maintenance des équipements.
- Le responsable maintenance est en charge de la planification et de l'application de la maintenance.

4- OPERATIONS PREALABLES AUX ACTIONS DE MAINTENANCE

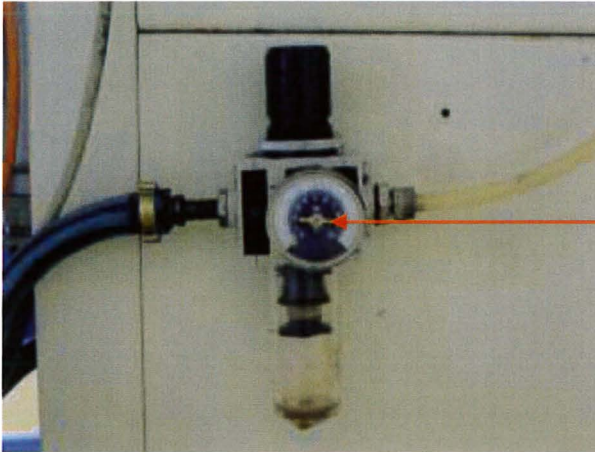
- Le box doit être propre et vide de tout article de production.
- La vérification de vide de ligne doit être validée et conforme.
- Mettre les équipements de protection individuelle (masque, gants, lunettes).
- Identifier le statut du box à l'aide de la fiche d'information intervention.

5- SEQUENCE DES OPERATIONS



Alimentation en air comprimé

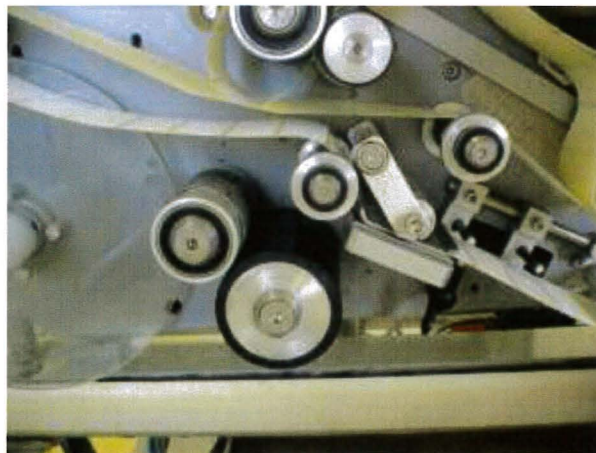
- Purger l'appareil de conditionnement d'air (protéger la zone avec du papier absorbant).



Appareil de conditionnement
d'air

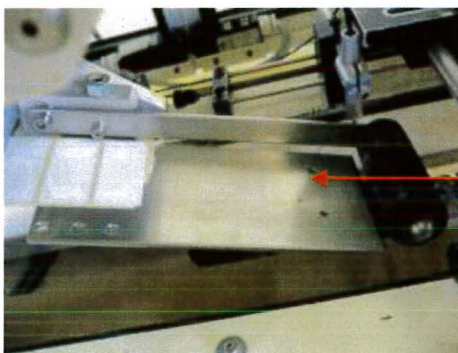
Rouleaux

- Nettoyer et vérifier tous les rouleaux de passage de la bande vignetteuse (enlever le dépôt de colle éventuel).



Plaque de dépose

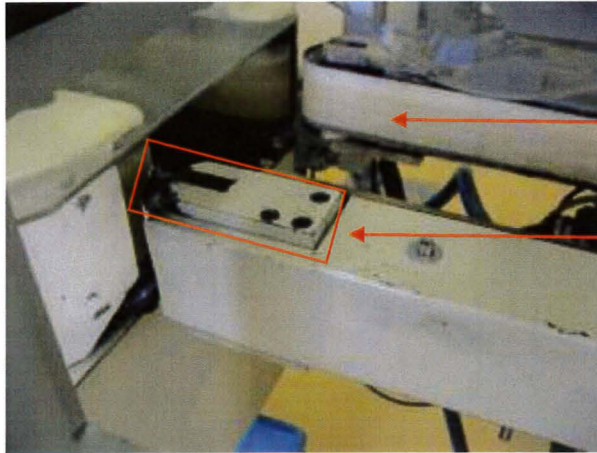
- Nettoyer et vérifier la plaque de dépose (enlever le dépôt de colle éventuel).



Plaque de dépose

Convoyeur

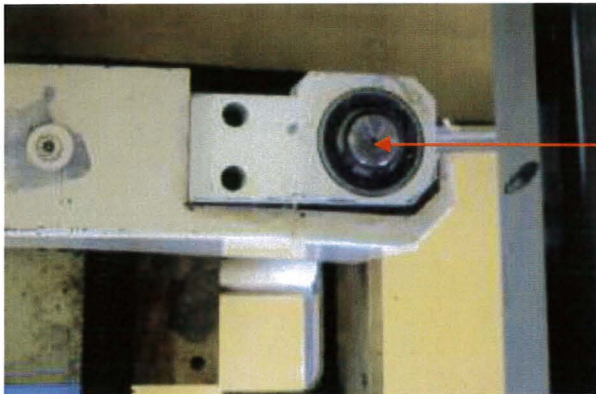
- Vérifier l'usure des deux bandes de transport latérales.
- Contrôler la tension des deux bandes de transport latérales et si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.



Bande de transport latérale

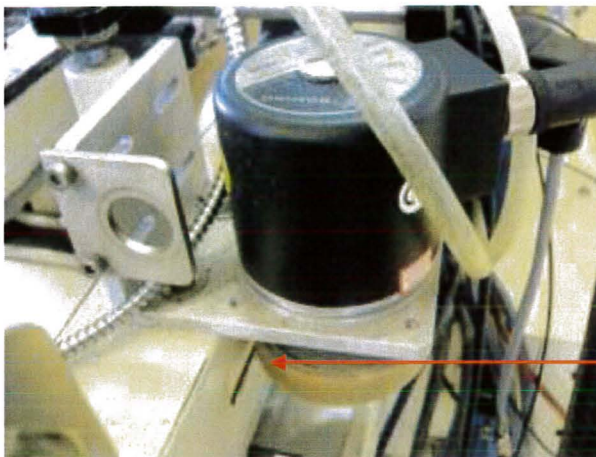
Vis de réglage

- Vérifier manuellement l'absence de jeux anormaux sur les roulements d'entraînement des bandes de transport latérales.



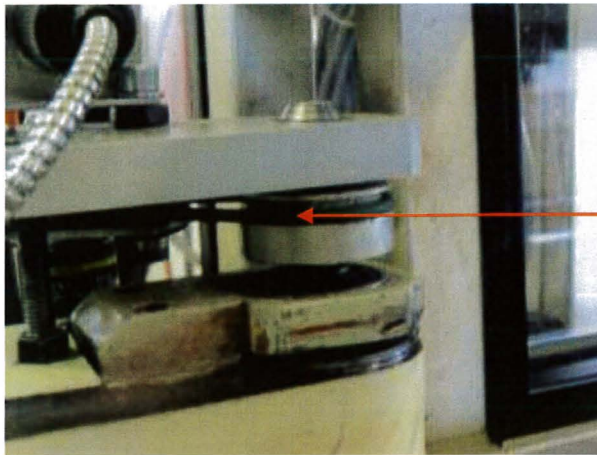
Roulement d'entraînement

- Nettoyer la zone de contact entre le tachymètre et les bandes de transport étuis.



Tachymètre des bandes de transport étuis

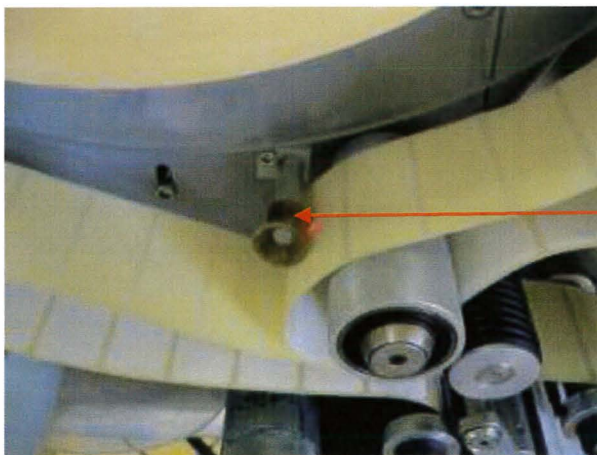
- Vérifier la courroie du tachymètre d'information pour la vitesse d'impression jet d'encre.



Courroie du tachymètre

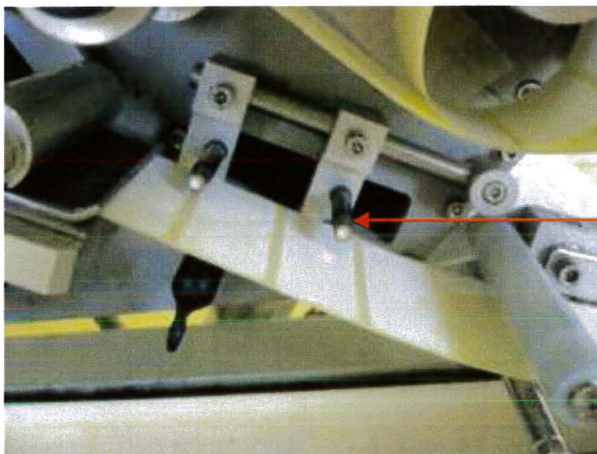
Composants électriques

- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de détection présence vignette.



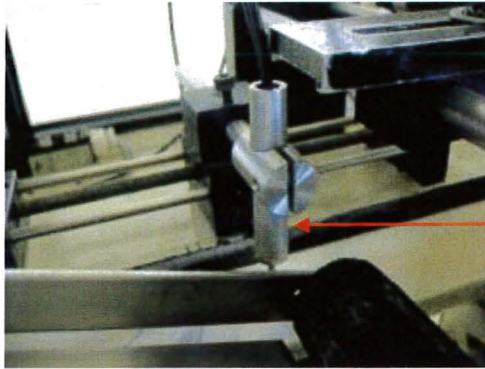
Cellule de détection présence vignette

- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule d'arrêt vignette.



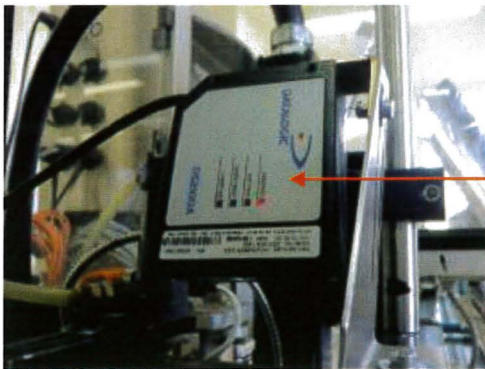
Cellule d'arrêt vignette

- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de TOP dépose vignette.



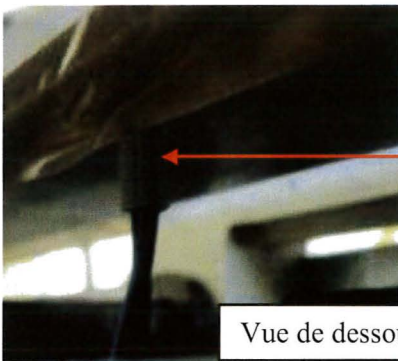
Cellule de TOP dépose vignette

- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de contrôle vignette (contrôle code à barre).



Cellule de contrôle vignette

- Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de TOP contrôle vignette (contrôle code à barre).



Vue de dessous

Cellule de TOP contrôle vignette

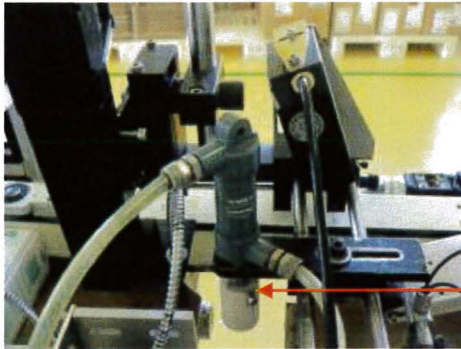
- Vérifier les serrages des composants électriques du pupitre de commande.



Pupitre de commande

Composants pneumatiques

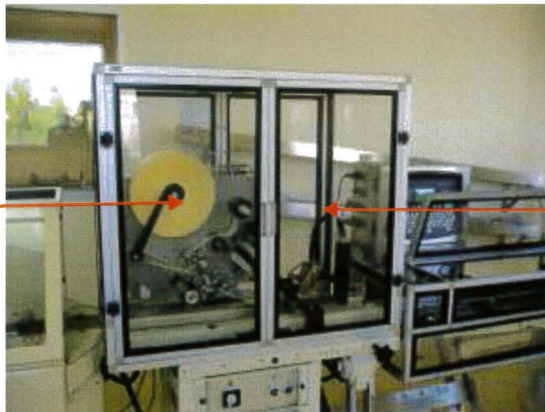
- Vérifier le bon fonctionnement et le raccord pneumatique du système d'éjection défaut vignette.



Systeme d'éjection défaut vignette

Sécurité

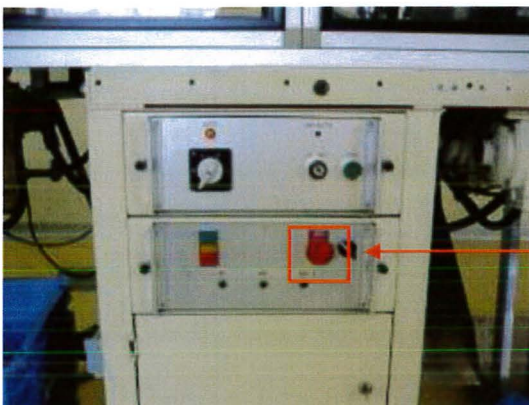
- Ouvrir la porte avant gauche et essayer de mettre en service la vignetteuse pour vérifier la sécurité porte.
- Ouvrir la porte avant droite et essayer de mettre en service la vignetteuse pour vérifier la sécurité porte.



Porte avant gauche

Porte avant droite

- Vérifier le bon fonctionnement du bouton d'arrêt d'urgence.
⇒ Fermer toutes les portes, mettre en service la vignetteuse et actionner le bouton d'arrêt d'urgence.



Bouton d'arrêt d'urgence

6- PLANNING DE MAINTENANCE PREVENTIVE

- Un cahier de suivi de la maintenance, de référence **F-MN- 023**, est disponible dans le box pour cet équipement. Il contient, sous forme de tableaux, la liste des opérations de maintenance préventive mensuelle à effectuer sur cet équipement.

La date de l'opération de maintenance préventive.

Le nom ainsi que les initiales (visa) de l'intervenant.

Le nom ainsi que les initiales (visa) du vérificateur.

Maintenance MENSUELLE		
DATE	INTERVENANT	VERIFICATEUR

Opération	DESIGNATION DES OPERATIONS DE MAINTENANCE MENSUELLE	Fait
1	Purger l'appareil de conditionnement d'air (protéger la zone avec du papier absorbant).	
2	Nettoyer et vérifier tous les rouleaux de passage de la bande vignetteuse (enlever le dépôt de colle éventuel).	
3	Nettoyer et vérifier la plaque de dépose (enlever le dépôt de colle éventuel).	
4	Vérifier l'usure des deux bandes de transport latérales.	
5	Contrôler la tension des deux bandes de transport latérales et si nécessaire, régler la tension à l'aide des vis de réglage.	
6	Vérifier manuellement l'absence de jeux anormaux sur les roulements d'entraînement des bandes de transport latérales.	
7	Nettoyer la zone de contact entre le tachymètre et les bandes de transport étuis.	
8	Vérifier la courroie du tachymètre d'information pour la vitesse d'impression jet d'encre.	
9	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de détection présence vignette.	
10	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule d'arrêt vignette.	
11	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de TOP dépose vignette.	
12	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de contrôle vignette (contrôle code à barre).	
13	Nettoyer à l'aide d'un chiffon doux, vérifier le bon fonctionnement et contrôler le serrage de la cellule de TOP contrôle vignette (contrôle code à barre).	
14	Vérifier les serrages des composants électriques du pupitre de commande.	
15	Vérifier le bon fonctionnement et le raccord pneumatique du système d'éjection défaut vignette.	
16	Ouvrir la porte avant gauche et essayer de mettre en service la vignetteuse pour vérifier la sécurité porte.	
17	Ouvrir la porte avant droite et essayer de mettre en service la vignetteuse pour vérifier la sécurité porte.	
18	Vérifier le bon fonctionnement du bouton d'arrêt d'urgence.	

Remarque :

Cet emplacement est disponible à la fin de chaque fiche de maintenance préventive. Il permet de noter toutes informations utiles, offrant ainsi la possibilité d'optimiser le plan de maintenance de l'équipement.

7- ESSAIS

- Pour vérifier le bon fonctionnement de l'équipement après les opérations de maintenance, de changement de pièce ou de réglage, procéder à des essais de production.
- A l'issue de ces essais, vider la ligne et le box de tous les articles d'essais de conditionnement.

8- ENREGISTREMENT

- Noter dans le cahier de suivi de box et sur le cahier de maintenance, l'opération de maintenance ainsi que toute autre intervention effectuée pendant l'opération de maintenance préventive de cet équipement.
- Noter et prévenir le responsable de la maintenance, pour toutes les anomalies constatées, ainsi que pour les pièces dont le remplacement est à prévoir.

ANNEXE 5 : *Cahier de suivi des équipements du retourneur/souffleur de flacons CORIS, modèle 3300, de la ligne liquide 1.*

Rédigé par : LJE	Vérifié par : AN	Approuvé par : PAF
------------------	------------------	--------------------

- EQUIPEMENT : **Retourneur/Souffleur CORIS**

- MODELE / TYPE : **3300**

- MATRICULE : **1005**

- LOCALISATION : **Ligne liquide N°1**

CAHIER DE MAINTENANCE N° : _____ PERIODE DU __ / __ / ____ AU __ / __ / ____

Demande de modification par :	Motif :	
Date :		
Accord Rédacteur :	Accord Vérificateur :	Accord Approbateur :
Date :	Date :	Date :

Date	Nom (Technicien/Organisme)	Type d'intervention	Observations	Signature (Visa/Tampon)





Serment des Apothicaire

Je jure, en présence des maîtres de la faculté, des conseillers de l'ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine ; en aucun cas je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.



La mise en place d'un plan de maintenance préventive sur un site de production pharmaceutique

RESUME :

A l'heure actuelle, la plupart des entreprises, et notamment les industries pharmaceutiques, ayant une activité de production sont fortement soumises à la concurrence du marché. Dans un tel contexte, rester toujours performant, passe obligatoirement par le maintien en état de fonctionnement de l'outil de production. De par son action directe sur les équipements de production, la maintenance est devenue un levier de performance incontournable qui conditionne les résultats d'une organisation. Même si les coûts des actions de maintenance ne sont pas négligeables, ceux liés aux arrêts de production ont un impact encore plus fort sur la production, les produits ou services proposés par l'entreprise et donc sur les clients.

La mise en place d'un plan de maintenance préventive permet d'optimiser les opérations de maintenance et surtout de les effectuer au bon moment, l'objectif final étant d'assurer la qualité du produit et d'améliorer le taux de disponibilité des équipements pour augmenter la productivité. Ainsi, lors du choix de la méthode de maintenance, il faut arbitrer entre les performances que l'on souhaite obtenir du système de production et les coûts que l'on est prêt à assumer pour le maintenir.

Sur un site de production pharmaceutique, la mise en place d'un plan de maintenance préventive s'intègre donc dans une stratégie de maintenance retenue pour un coût global minimum, mais aussi pour répondre aux exigences décrites dans les Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF).

MOTS CLES :

Fiabilité, Maintenabilité, Maintenance, Productivité, TPM, TRS.

JURY :

- M. Aziz BAKRI – Président du Jury
- M. Philippe BABILLOT – Maître de Thèse
- M. Alvaro NUNES – Assesseur
- M. Gilles VAN DER POORTEN – Assesseur