

Liste des Acronymes :

ABC	: Atlas Bottling Company
AMDEC	: Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leurs Criticité
CBGN	: Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord
CBGS	: Compagnie des Boissons Gazeuses du Sud
CCD	: Charge-Coupled Device
COBOMI	: Compagnie de Boissons Marocaines et Internationales
DMAIC	: Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler
ECCBC	: Equatorial Coca Cola Bottling Company
EXIM	: Excellence In Maintenance
F.M.D.S	: Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité et Sécurité
IR	: Infra-rouge
LED	: Light Emitting Diode
NABC	: North African Bottling Company
NF	: Norme Française
ONA	: Omnium Nord-Africain
PDCA	: Plan, Do, Check, Act
PDR	: Pièces De Rechange
PET	: Poly Ethylène Tétraphlate
PME	: Petite et Moyenne Entreprise
PMP	: Plan de maintenance préventive
QQOQCP	: Qui, Quoi, Où, Quand, Comment, Pourquoi
SAP	: System, application & products
SBM	: Société des Brasseries du Maroc
SCBG	: Société Centrale des Boissons Gazeuses
SIPOC	: Supplier, Input, Process, Output and Costumer
SOBOMA	: Société des boissons Mauritanienes
UV	: Ultra-violet

Liste des figures :

Figure 1	: Organisation de NABC.....	2
Figure 2	: Centre de production et de distribution au Maroc.....	3
Figure 3	: Organigramme de la SCBG.....	5
Figure 4	: processus de traitement des eaux.....	7
Figure 5	: Schéma de conditionnement dans la ligne verre 4.....	9
Figure 6	: Avancement projet EXIM.....	10
Figure 7	: La démarche DMAIC.....	11
Figure 8	: Diagramme pieuvre de la fonction maintenance.....	15
Figure 9	: Cartographie de processus.....	19
Figure 10	: graphe en radar ADEPA-CETIM.....	30
Figure 11	: Diagramme Pareto de la ligne verre 4 en fonction du temps d'arrêt.....	33
Figure 12	: Analyse Pareto de l'inspectrice.....	32
Figure 13	: ISHIKAWA de l'inspectrice.....	35
Figure 14	: L'inspectrice Krones.....	40
Figure 15	: Détection des contours, de la hauteur et des couleurs avec caméra.....	41
Figure 16	: Inspection de la paroi latérale.....	41
Figure 17	: Inspection de la surface latérale de la bague.....	42
Figure 18	: Inspection des résidus caustiques HF.....	43
Figure 19	: Inspection des résidus caustiques IR.....	43
Figure 20	: Inspection du fond.....	44
Figure 21	: Inspection de la paroi interne.....	45
Figure 22	: Les modèles de SAP.....	58
Figure 23	: Les formes de maintenance préventive sur SAP.....	60
Figure 24	: 1ère étape lors de la création d'une gamme.....	62
Figure 25	: Renseignement des informations sur la gamme de la Décaisseuse.....	63
Figure 26	: Liste des opérations de maintenance préventive.....	64
Figure 27	: La gamme mécanique du plan hebdomadaire mécanique de la Décaisseuse.....	65
Figure 28	: La fréquence de réalisation du plan préventif de la Décaisseuse.....	66
Figure 29	: 1ère étape lors de la création du plan préventif.....	67
Figure 30	: Renseignement des informations et choix de la gamme du plan préventif.....	68
Figure 31	: Détermination de l'horizon d'ouverture et de l'intervalle d'appel du plan.....	69
Figure 32	: 1ère étape de l'ordonnancement d'un plan préventif.....	70
Figure 33	: Ordonnancement du plan préventif hebdomadaire de la Décaisseuse.....	71

Liste des tableaux :

Tableau 1	: Territoire des filiales de NABC.....	3
Tableau 2	: Fiche technique de SCBG.....	5
Tableau 3	: Description des équipements de la ligne verre 4.....	8
Tableau 4	: les fonctions principales et les fonctions contraintes de la maintenance.....	16
Tableau 5	: SIPOC.....	18
Tableau 6	: La charte du projet.....	22
Tableau 7	: Résultat du diagnostic ADEPA-CETIM.....	25
Tableau 8	: Pareto sur la ligne verre 4 en fonction du temps d'arrêt.....	29
Tableau 9	: Pareto de l'inspectrice en fonction du temps d'arrêt.....	31
Tableau 10	: Les causes critiques des équipements critiques.....	33
Tableau 11	: Extrait du 5 Pourquoi de l'inspectrice.....	38
Tableau 12	: La fréquence F.....	46
Tableau 13	: La gravité G.....	46
Tableau 14	: La non-détection N.....	46
Tableau 15	: Les différents niveaux de criticité.....	47
Tableau 16	: AMDEC de l'inspectrice.....	49
Tableau 17	: Les différents niveaux de criticité et les actions préventives associées.....	51
Tableau 18	: Les intervenants.....	54
Tableau 19	: Etat de la machine.....	54
Tableau 20	: Plan de maintenance préventive de l'inspectrice.....	57
Tableau 21	: Extrait du plan de paramétrage des PMP sur SAP.....	61
Tableau 22	: Taux de réalisation des plans de la maintenance préventive des équipements critiques.....	72

Table des matières

DEDICACE

REMERCIEMENTS

RESUME

ABSTRACT

Liste des Acronymes

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil et du projet

1. Présentation du groupe NABC 2

1.1 Création du groupe NABC 2

1.2 Filiales de NABC..... 2

1.3 Territoire de NABC..... 2

2. Présentation de la SCBG 4

2.1 Création de la SCBG 4

2.2 Objectifs et enjeux de la SCBG 4

2.3 Organigramme de la SCBG 5

2.4 Fiche technique de SCBG 5

3. Procédés de fabrication des boissons gazeuses 6

3.1 Le traitement des eaux 6

3.2 Préparation du sirop 7

3.3 Mise en bouteille 8

4. Cahier de charge 9

4.1 Objectifs fondamentaux	9
4.2 Périmètre du projet.....	10
4.3 Cadre du projet	10
4.4 Démarche DMAIC	11
Conclusion	12

Chapitre II : Phase 1 : « Définir »

1. Le contexte du projet	14
2. La fonction maintenance	14
2.1 Généralité sur la maintenance	14
2.2 L'environnement de la fonction maintenance	15
3. Carte du processus.....	17
3.1 SIPOC.....	17
3.2 Cartographie du processus.....	19
3.3 Voix des clients	20
4. Formalisation du projet	20
4.1 Acteurs du projet	20
4.2 Clarification du problème.....	21
4.3 Charte du projet	21
Conclusion	22

Chapitre III : Phase 2 : « Mesurer »

1. Diagnostic de l'état actuel :.....	23
1.1 Objectif du diagnostic.....	23
1.2 Méthodologie du diagnostic.....	23
1.2.1 Présentation de l'outil.....	23

1.2.2 Les différents axes de la méthode ADEPA-CETIM et leurs interprétations	24
1.2.3 Principe d'utilisation de la méthode.....	24
1.2.4 Résultats obtenus	25
1.2.5 Graphe en radar	25
1.2.6 Interprétation des résultats	26
2. Détermination des machines critiques.....	27
2.1 Description de la méthode PARETO.....	28
2.2 Application	28
2.2.1 Choix du critère.....	28
2.2.2 Données et résultats	28
2.2.3 Analyse de la courbe et interprétation	30
Conclusion :	30
 Chapitre IV : Phase 3 : « Analyser »	
1. Détermination des causes critiques des machines critiques.....	31
1.1 Analyse Pareto de l'historique des pannes des machines critiques.....	31
1.2 Interprétation des résultats.....	32
2. Création d'un groupe de travail	33
3. Identifier les causes critiques des équipements critiques	34
3.1 Définition ISHIKAWA	34
3.2 Objectif de l'outil.....	34
3.3 ISHIKAWA des machines critiques	35
4. Organiser les causes critiques des équipements critiques :	36
4.1 Définition 5 POURQUOI.....	36
4.2 Objectif de l'outil.....	36

5. Etude AMDEC des équipements critiques	39
5.1 Définition et objectif de l'AMDEC	39
5.2 Fonctionnement de l'inspectrice Krones	40
5.3 Fiche analytique de l'AMDEC	45
Conclusion	51

Chapitre V : Phase 4 et 5 : « Innover » et « Contrôler »

1. Plan de maintenance préventive	52
1.1 Définition	52
1.2 La politique de maintenance actuelle	52
1.3 La nouvelle politique de maintenance	52
1.4 Les plans de maintenance préventive de la ligne verre 4	53
2. Paramétrage des plans de maintenances préventives de la ligne verre 4	57
2.1 Définition SAP	57
2.2 Module PM (Plan de maintenance)	59
2.3 Paramétrage des PMP	59
2.3.1 Le plan de paramétrage des PMP	60
2.3.2 Création de la gamme	61
2.3.3 Création du plan	66
2.3.4 Ordonnancement du plan	69
3. Taux de réalisation des PMP	71

Conclusion	72
-------------------------	----

Conclusion générale	73
----------------------------------	----

Bibliographie	74
----------------------------	----

ANNEXES

Introduction générale :

Dans le cadre de ma troisième et dernière année d'études, j'ai eu l'opportunité d'effectuer un stage d'une période de quatre mois, dont l'objectif est de faire la synthèse de mes connaissances théoriques, d'affiner ma perception de l'entreprise, d'en retirer une expérience ainsi qu'une analyse globale et approfondie du service maintenance et de son environnement, tout en me préparant dans les meilleures conditions à la vie professionnelle.

Dans le cas de notre projet intitulé « Elaboration des plans de maintenance préventive et paramétrage sur SAP » nous allons tout d'abord présenter l'organisme d'accueil et le projet dans le premier chapitre, ainsi que la cartographie du processus de la maintenance préventive par l'outil SIPOC, la formalisation du projet et la charte du projet dans le deuxième chapitre.

Ensuite, dans le troisième chapitre nous allons diagnostiquer l'état de la fonction maintenance au sein de l'entreprise par l'audit ADEPA-CETIM et l'identification des machines critiques par la méthode Pareto sur les temps d'arrêts des équipements de la ligne verre 4. Après avoir identifié les machines critiques, le but du quatrième chapitre est de sélectionner les anomalies majeures des équipements critiques précédemment déterminées par la méthode Pareto sur le temps d'arrêt des équipements et les analyser par les méthodes d'analyses à savoir : Ishikawa, 5 Pourquoi et l'AMDEC.

Enfin, on va mettre en place des plans de maintenance préventive qui pourront améliorer la performance des équipements, en vue de diminuer le taux de pannes et par la suite l'augmentation du taux d'utilisation de la ligne verre 4 pilote du projet EXIM « Excellence In Maintenance ». La dernière partie est le paramétrage de ces PMP sur le progiciel SAP pour mieux organiser la gestion de la maintenance au sein de la Société Centrale des Boissons Gazeuses.

Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil et du projet

L'objectif de ce chapitre est de présenter le groupe NABC et Société Centrale des Boissons Gazeuses ainsi que définir l'objectif de notre projet.

1. Présentation du groupe NABC :

1.1 Création du groupe NABC :

NABC : “ North African Bottling Company “ est la filiale principale d'ECCBC : “ Equatorial Coca Cola Bottling Company “ c’est le plus important des concessionnaires de The Coca Cola Company en Afrique avec un effectif de plus de 3 000 salariés.

ECCBC, est un holding créée en 1997 avec une participation majoritaire du groupe industriel Espagnol COBRGA partenaire du multinational The Coca Cola Company depuis 1951.

ECCBC, spécialisé dans l’embouteillage et la commercialisation des boissons gazeuses, est présent dans une dizaine de pays africains.

NABC fut créé le 22 Décembre 2003 suite au regroupement de quatre embouteilleurs marocains : Société Centrale des Boissons Gazeuses (SCBG), Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord (CBGN), Compagnie des Boissons Gazeuses du Sud (CBGS) et de la Société des boissons Mauritanienne (SOBOMA), le groupe s’est renforcé par l’acquisition de la Compagnie de Boissons Marocaines et Internationales (COBOMI).

1.2 Filiales de NABC :

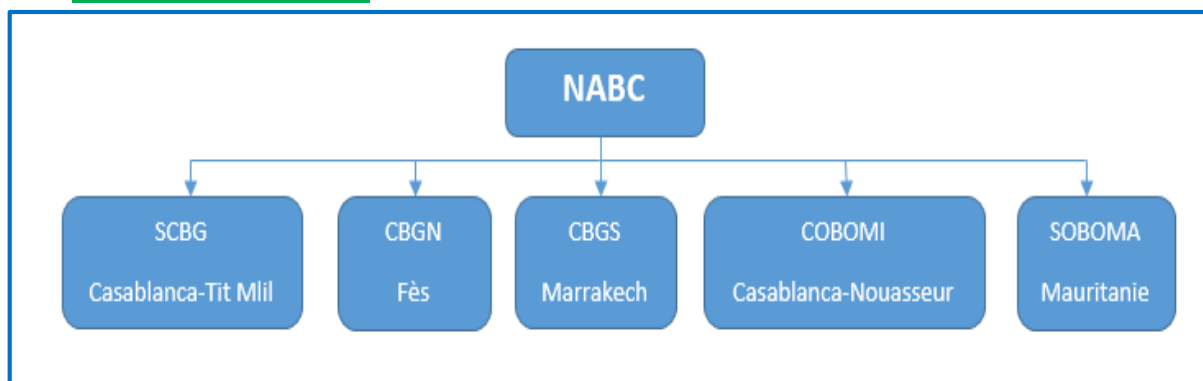


Figure 1 : Organisation de NABC

1.3 Territoire de NABC :

Le groupe NABC ne couvre pas la totalité du territoire marocain puisqu’il y a deux autres sociétés qui détiennent certaines régions du Maroc à savoir : la société Atlas Batling Company (ABC) qui possède deux usines couvrant le territoire du nord de Tanger à Oujda, et la Société des Boissons Gazeuses de souss (SBGS) qui possède une usine couvrant à Agadir et couvrant la région du sud.

Le schéma et le tableau suivant représentent le territoire de NABC :

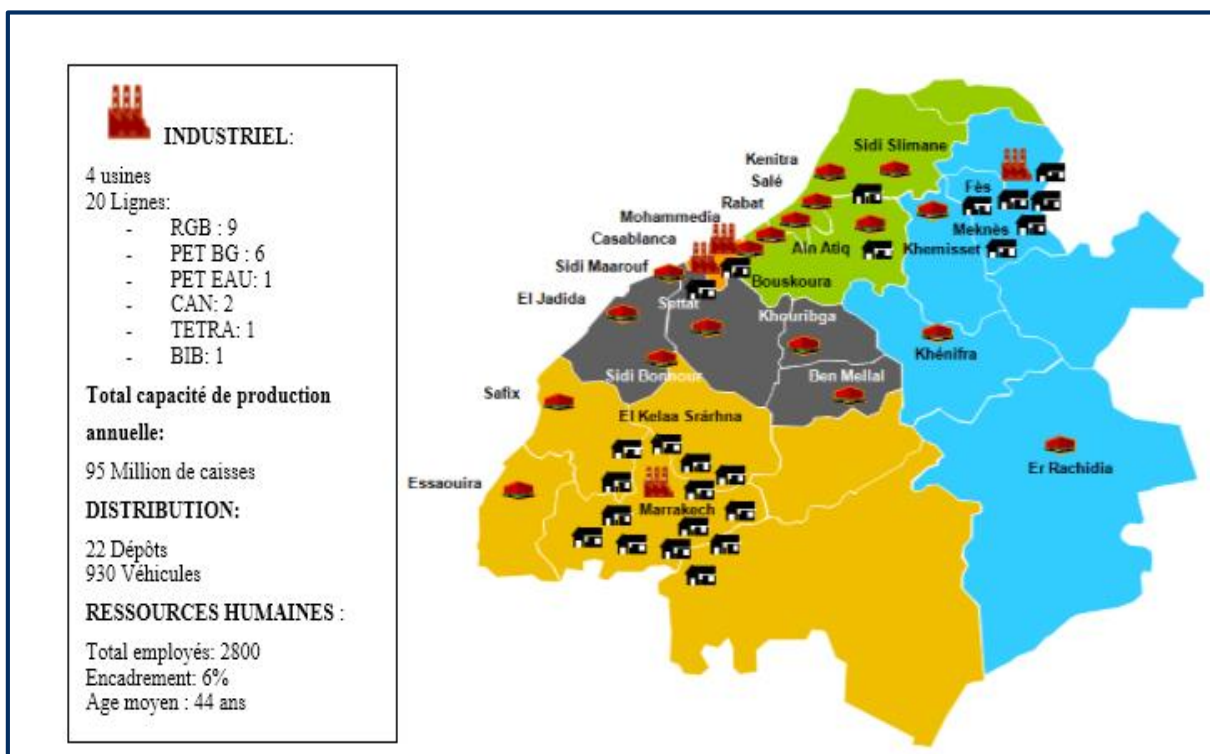


Figure 2 : Centre de production et de distribution au Maroc

Filiale	Usine	Centre de distribution
SCBG	Casablanca, Salé	Tit mlil, Mohammedia, Rabat, Salé, Kenitra, Settati, El Jadida
CBGN	Fès	Fès, Meknès, Sidi Slimane, Azrou, Khénifra
CBGS	Marrakech	Marrakech, Béni Mellal, Safi, Essaouira, Khouribga, Sidi Bennour, Kelâa Sraghna
COBOMI	Casablanca	Marrakech, Settati, Fès, Rabat
SOBOMA	Nouakchott	Nouakchott

Tableau 1 : Territoire des filiales de NABC

2. Présentation de la SCBG :

2.1 Création de la SCBG :

La Société Centrale des Boissons Gazeuses " SCBG" : Créée par l'ONA le 1er mai 2000, suite à la séparation des activités boissons gazeuses et bière de la Société des Brasseries du Maroc (SBM) qui a été scindée en deux organes différents :

- ✓ La Société Centrale des Boissons Gazeuses spécialisée dans la production et la distribution des boissons gazeuses.
- ✓ La Société des Brasseries du Maroc spécialisée dans le brassage et la distribution des boissons alcoolisées.

L'objectif d'une telle séparation est de réaliser le projet de partenariat entre le pôle boissons gazeuses des brasseries du Maroc et les autres concessionnaires de la multinationale Coca-Cola corporation -holding d'Atlanta représentée par Coca-Cola export North Africa and Orient.

Ce projet d'alliance a pour objectif principal de renforcer la part de marché de Coca-Cola tout en réalisant la philosophie d'embouteilleur unique ainsi que la diversification des produits, par exemple : orientation vers les jus et l'eau de table, et la différenciation sur le marché.

Le 15 Avril 2003, le Groupe ONA se désengage de la SBM et de la SCBG en faveur du Groupe Castel qui, à son tour, cède la SCBG au Groupe Equatorial Coca-Cola Bottling Company (ECCBC) en septembre 2003.

2.2 Objectifs et enjeux de la SCBG :

La SCBG adopte une politique qui repose sur deux axes majeurs :

- La croissance de son chiffre d'affaires par une politique commerciale ; avec notamment de la consommation moyenne par habitant et une meilleure pénétration du milieu rural.
- Le développement de ses marges par l'amélioration continue de sa productivité.

2.3 Organigramme de la SCBG :

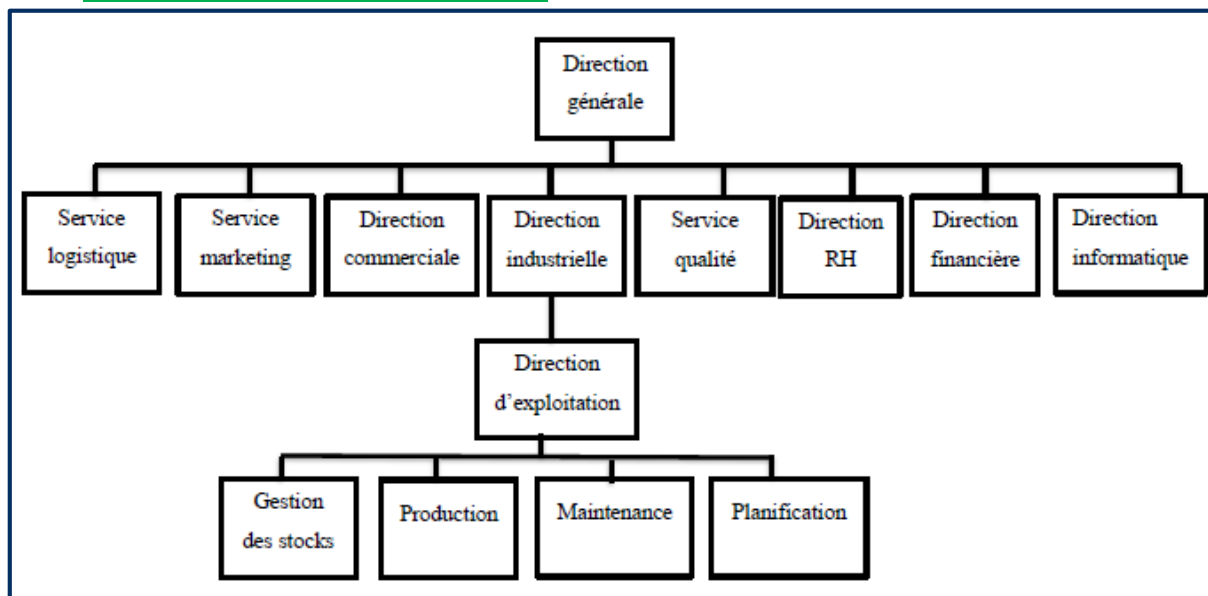


Figure 3 : Organigramme de la SCBG

2.4 Fiche technique de SCBG :

Raison Sociale	Société Centrale des Boissons Gazeuses
Date de Création	Aout 2000
Président	M. Simohamed RGUIG
Capital Social	521.889.000 MAD
Forme juridique	Société Anonyme
Effectif	Environ 1000 salariés
Secteur d'activité	L'industrie agroalimentaire
Activité	La production et la distribution des boissons gazeuses
	Boulevard Ahl Loghlam Tit Mellil
	BP : 24591.Casablanca
Siège Sociale	Tél : 022 76 27 00
	Fax : 022 76 27 87
Patente	33007260
ID Fiscale n°	01660911
R.C n°	103195

Tableau 2 : Fiche technique de SCBG

3. Procédés de fabrication des boissons gazeuses :

Le procédé de la fabrication des boissons gazeuses se décompose en trois phases importantes :

- Le traitement des eaux.
- La préparation du sirop.
- La mise en bouteilles.

3.1 Le traitement des eaux :

➤ Objectif :

L'intérêt du traitement d'eau dans la production des boissons gazeuses est d'éliminer toutes impuretés susceptibles d'affecter le goût et l'aspect du produit.

Ce traitement consiste à faire passer l'eau brute par plusieurs processus physico-chimiques : la coagulation, la chloration, la réduction de l'alcalinité, la décarbonations, ...etc.

➤ Schéma du processus :

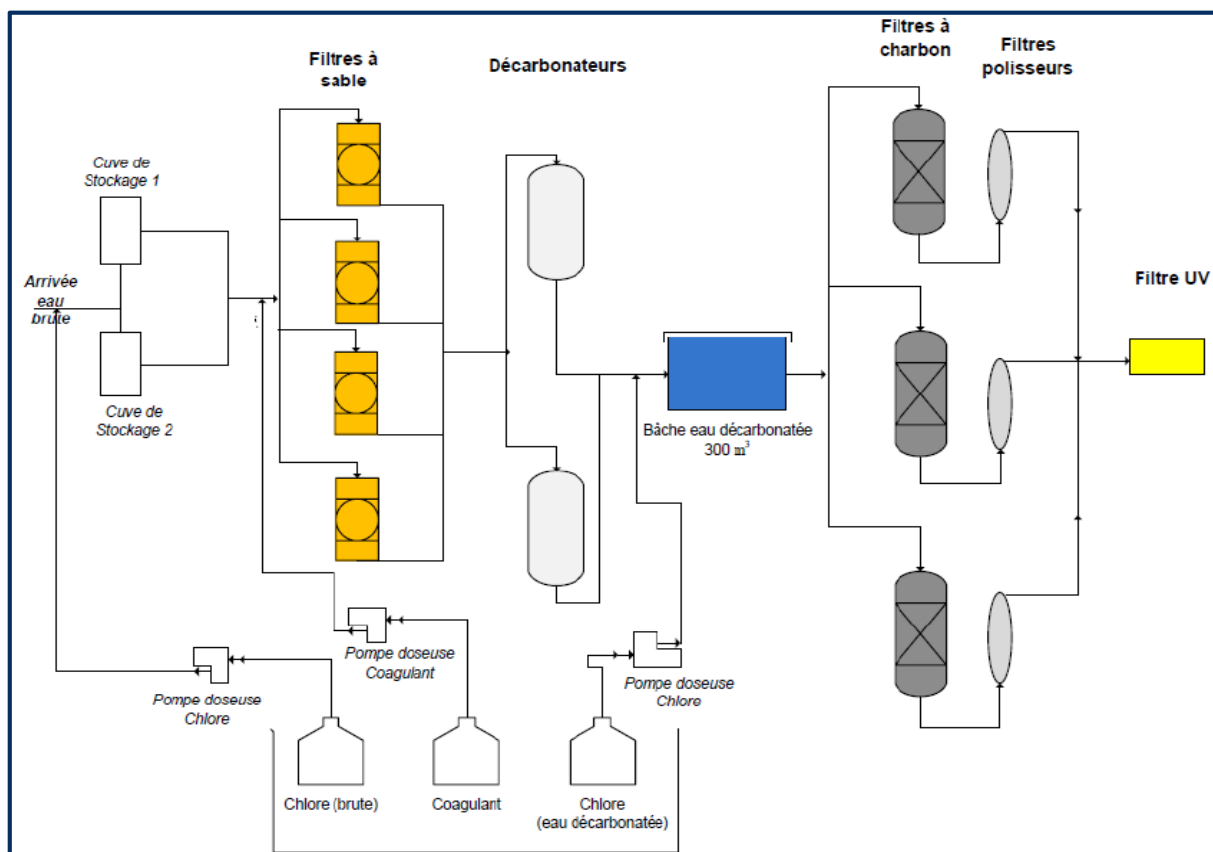


Figure 4 : processus de traitement des eaux

3.2 Préparation du sirop :

Cette partie de l'usine est chargée de préparer le sirop simple ainsi le sirop fini qui vont par la suite constituer la boisson. Cette dernière est un mélange du sirop simple, du concentré et du gaz carbonique CO₂.

Préparation et filtration du sirop simple :

Le sucre utilisé est le saccharose sous forme de grain de fructose, après on ajoute l'eau traitée. Ce mélange se fait dans une cuve avec un système d'agitation pour augmenter la vitesse de solubilité ; enfin, on chauffe le mélange à une température de 76°C pendant 20 min.

Le sirop simple doit être filtré pour se débarrasser des impuretés introduites lors de la fabrication et du conditionnement du sucre ; sinon ces impuretés vont provoquer la formation de la mousse lors de soutirage et former un dépôt de produit fini.

Préparation du sirop fini :

Après être assuré du brix, on ajoute le concentré et l'extrait de base dans la cuve de mélange du sirop fini.

On agite le mélange pendant 20 min, on arrête l'agitateur et on laisse le sirop se repose pendant 5 min pour permettre la remontée des bulles d'air. On prélève certain volume pour contrôler le brix du sirop fini avec un hydromètre.

Processus de sanitation et nettoyage :

Après chaque préparation du sirop, il est nécessaire d'éliminer toutes traces de ce dernier par le nettoyage et la stérilisation des cuves utilisée afin de garantir une préparation conforme de chaque sirop et d'éviter tous les problèmes de non-conformité.

Les opérations de sanitation des équipements s'imposent pour débarrasser ces derniers des traces de produits restants.

3.3 Mise en bouteille :

La mise en bouteille est la phase finale au cours du processus de fabrication, la SCBG dispose de quatre lignes de mise en bouteille (3 verres et 1 PET).

Dépalettiseur	Elle déplace les caisses contenant les bouteilles en verre déjà utilisées qui sont sur les palettes et les pose sur le tapis roulant. Elle se fait à l'aide d'un dépalettiseur programmé.
Dévisseuse	Elle est conçue pour le dévissage des capsules à vis en plastique. Les bouteilles doivent être triées avant d'entrer dans la dévisseuse. Car, lorsqu'ils sont trop hauts, pourrait endommager la tête de dévissage.
Triage	Une personne se charge d'enlever les bouteilles qui ont un volume ou une forme différente de ceux qui vont être remplies.
Décaisseuse	Elle consiste à enlever les bouteilles vides des caisses et les poser sur le convoyeur qui alimente la laveuse bouteilles.
Laveuse bouteilles	Elle consiste à laver les bouteilles vides en passant par cinq bains de lavage, afin de les envoyer à l'inspectrice.
Laveuse caisses	Elle consiste à laver les caisses vides venant de la décaisseuse, afin de les envoyer à l'encaisseuse.
L'inspectrice	Elle fonctionne avec le principe de la spectrométrie. Elle vire les bouteilles défectueuses ou celles avec des objets coincés à l'intérieur (étiquettes, morceaux de verre...).
Mixeur	Elle consiste à mélanger l'eau traitée, le gaz carbonique et le sirop fini.
Soutireuse	Elle consiste à mettre le produit fini en bouteilles et à les fermer avec les capsules ou les bouchons.
Contrôleur de niveau	Il vérifie le niveau normal des bouteilles remplies.
Dateuse	Elle mentionne la date de production, la date de péremption et la ligne de production par un jet d'encre.
Etiqueteuse	Elle consiste à coller les étiquettes sur les bouteilles.
Encaisseuse	Elle consiste à mettre les bouteilles pleines dans les caisses.
Palettiseur	Il met les caisses remplies de bouteilles sur les palettes. Elles seront ensuite transportées pour les stockées.

Tableau 3 : Description des équipements de la ligne verre 4

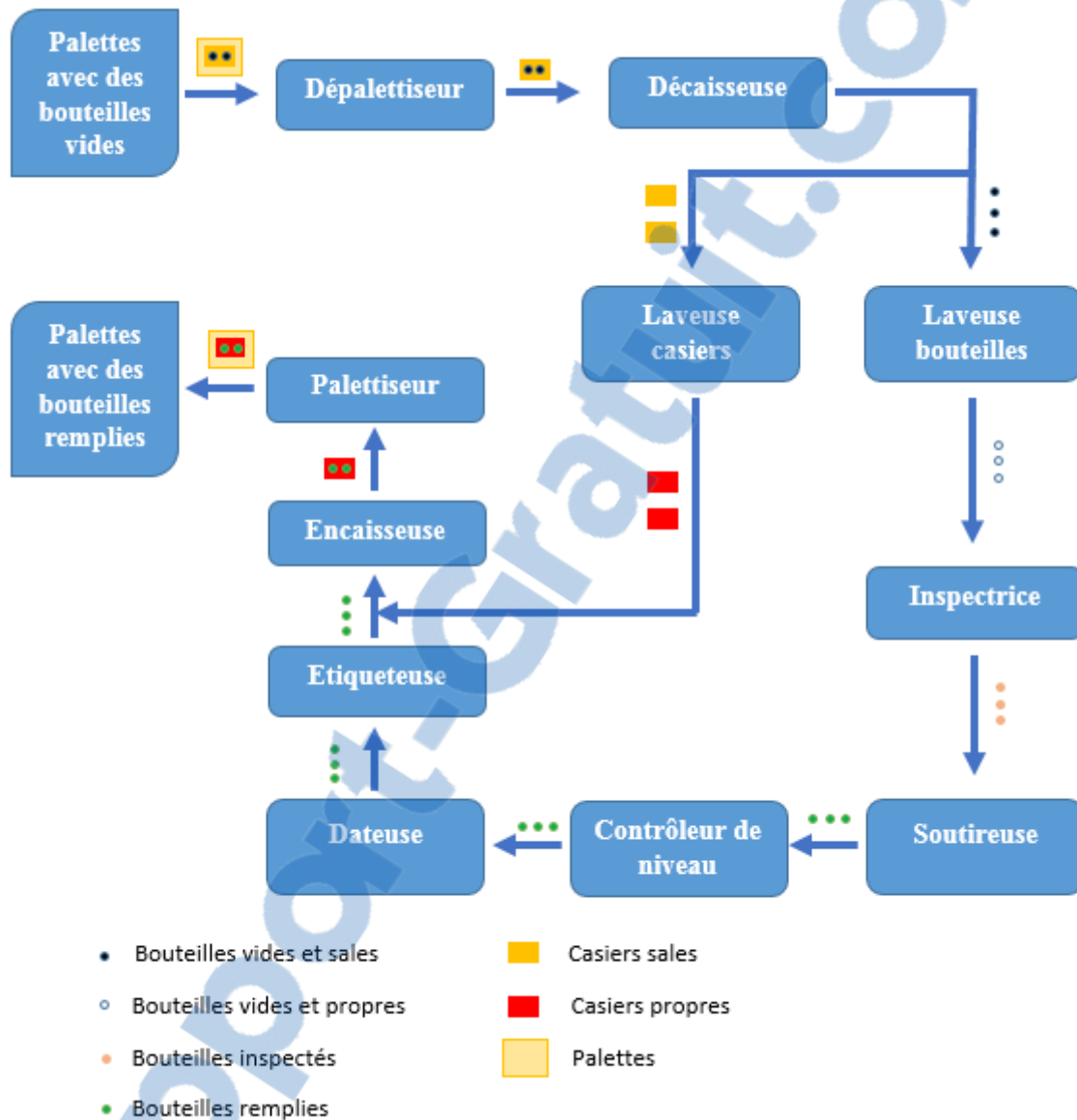


Figure 5 : Schéma de conditionnement dans la ligne verre 4

4. Cahier de charge :

4.1 Objectifs fondamentaux :

Ce projet vise l'amélioration de la fonction maintenance au sein de l'entreprise en se basant sur l'élaboration des plans de la maintenance préventive, ainsi que le contrôle de ces plans à partir du paramétrage sur le progiciel SAP, afin de :

- na**bc Réduire le temps d'arrêt dû aux pannes ;
- na**bc Augmenter la durée de vie des équipements ;

nabc Supprimer les causes d'accidents dus aux dépannages ;

nabc Eviter un maximum de défaillance des équipements.

4.2 Périmètre du projet :

Pour que la planification de la maintenance préventive puisse réussir au sein de la société SCBG, la ligne de conditionnement Verre 4 a été choisie comme ligne pilote dans ce projet, car il présente le plus grand taux de pannes parmi tous les lignes de production.

Après la mise en place et la réussite de la maintenance préventive pour cette ligne, viendra alors le tour des autres lignes de conditionnement ainsi que tous les autres postes techniques de la société SCBG (la ligne Verre3, la ligne PET, la Siroperie, la Station de Traitement des eaux...).

4.3 Cadre du projet :

Dans le cadre d'une politique d'amélioration continue, le groupe NABC a procédé à la réalisation et l'exécution du projet EXIM (Excellence In Maintenance), et cela dans toutes les sociétés formant le groupe. Ce projet comporte plusieurs volets et plusieurs actions à réaliser et a pour but d'améliorer tous les composants de la fonction maintenance de toutes les sociétés du groupe NABC, au point d'atteindre « l'excellence ».

L'un des piliers de la fonction maintenance, pour garantir la disponibilité des lignes de conditionnement, est la maintenance préventive. Pour cette raison, la mise en place de la maintenance préventive est l'un des nombreux projets planifiés dans le canevas du projet EXIM.

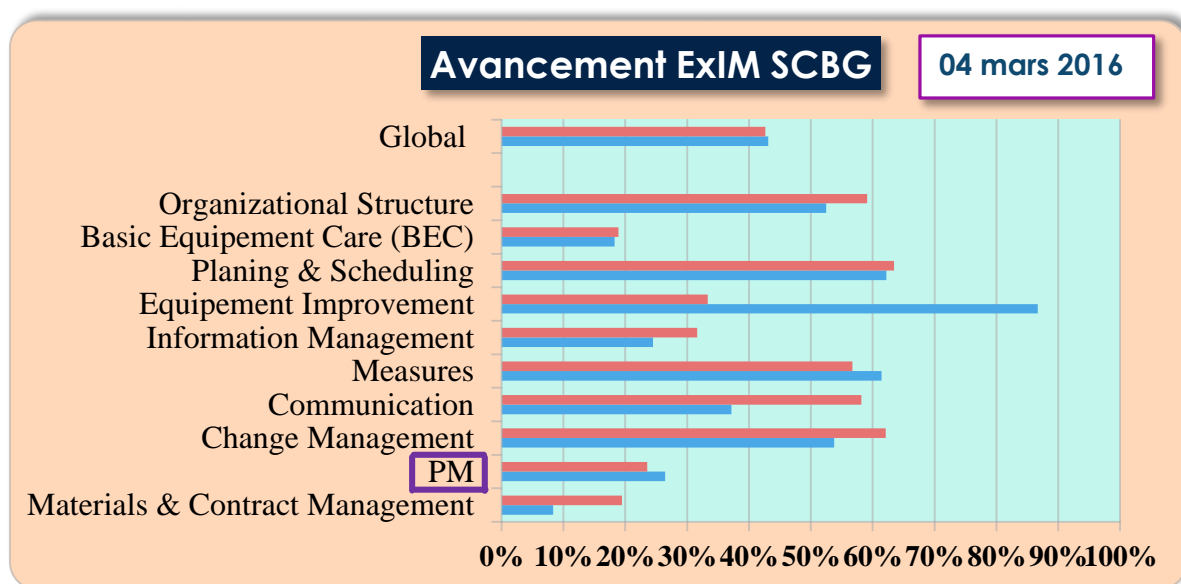


Figure 6 : Avancement projet EXIM

4.4 Démarche DMAIC :

Parmi les outils et les méthodes qui permettent d'adopter une politique Lean manufacturing, on trouve : Le PDCA, la Roue d'amélioration développée par TOYOTA et la DMAIC. J'ai choisi cette dernière comme une démarche pour ce projet.

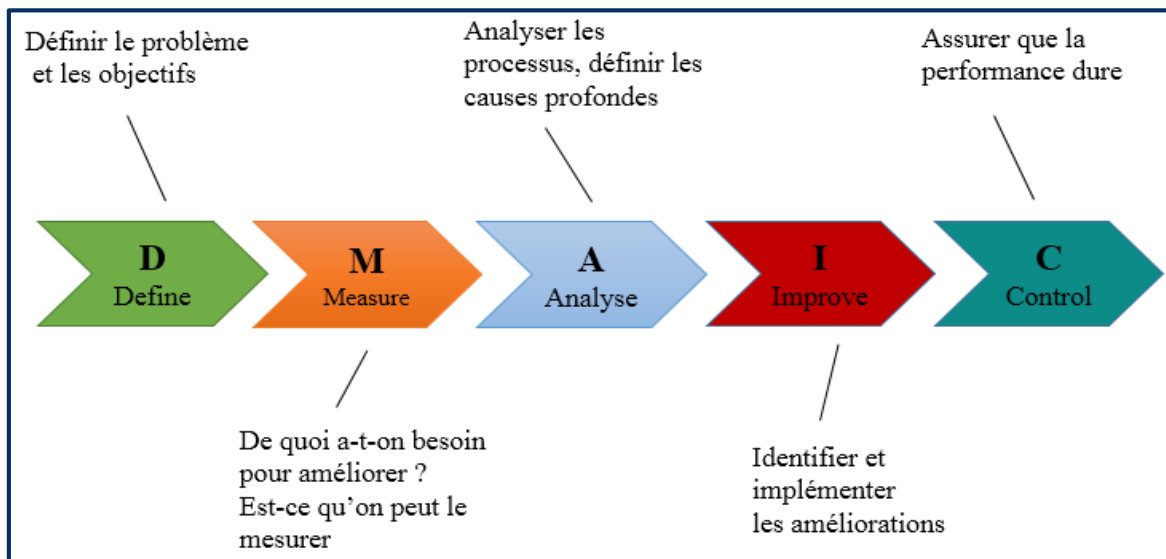


Figure 7 : La démarche DMAIC

- **Définir** : Dans cette étape, on définit le projet, en définissant d'abord la fonction maintenance et son entourage, ainsi que la cartographie du processus, la formalisation et la charte du projet.
- **Mesurer** : On mesure la situation actuelle de la maintenance et l'historique des pannes des équipements, en se basant sur :
 - ✓ Un diagnostic de la fonction maintenance par la méthode ADEPA-CETIM.
 - ✓ Identifications des équipements critiques par l'outil PARETO.
- **Analyser** : Cette étape consiste à analyser les données à l'aide de :
 - ✓ L'outil PARETO pour identifier les causes des arrêts des machines critiques.
 - ✓ L'outil ISHIKAWA pour organiser les causes des arrêts selon les 5M.

- ✓ L'analyse 5 Pourquoi pour identifier les causes racines.
 - ✓ Validation et vérification des causes racines par l'AMDEC.
- **Innover** : Il s'agit d'élaborer des plans de maintenance préventive de toute la ligne verre 4 à l'aide de :
- ✓ Documentation technique.
 - ✓ Retour d'expérience.
 - ✓ Les résultats de l'AMDEC.
- **Contrôler** : Le contrôle des plans de maintenance préventive par le paramétrage de ces plans sur le progiciel SAP, ainsi que le calcul du taux de réalisation de ces plans.

Conclusion :

Après avoir mis en relief les objectifs de cette étude et les outils mis en œuvre, la première étape à aborder est la phase « Définir » dans le cadre de la démarche DMAIC.

Chapitre II : Phase 1 : « Définir »

Nous allons dans ce chapitre présenter l'environnement et le contexte du projet, une cartographie du processus de la maintenance préventive et enfin la formalisation et la charte du projet.

1. Le contexte du projet :

La fonction maintenance est un impératif pour la réussite de l'entreprise. Sa prise en compte, son développement et son optimisation est une nécessité. Ainsi, la maintenance à SCBG revêt un intérêt particulier, ce qui implique de chercher à l'améliorer et à l'optimiser pour atteindre l'efficacité et assurer la satisfaction de la clientèle.

Pour arriver à une maintenance rationnelle voir optimisée, l'objectif de notre projet de fin d'études se consacre à :

- ✚ L'élaboration des plans de maintenance préventive.
- ✚ La prise en charge de la maintenance préventive par le système d'information SAP/PM.
- ✚ Le suivi de réalisation des plans de maintenance préventive sur terrain et à partir de la validation des actions préventives sur SAP.

2. La fonction maintenance :

2.1 Généralité sur la maintenance :

L'AFNOR définit la maintenance comme « Ensemble des actions permettant de maintenir et de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ».

Cette définition recouvre deux types de mesures :

La maintenance corrective, attitude risquée consistant à attendre la panne pour procéder à une intervention. Elle se subdivise en :

- ✓ Maintenance palliative : dépannage (provisoire) de l'équipement, permettant à celui-ci d'assurer tout ou partie d'une fonction requise ; elle doit toutefois être suivie d'une action curative dans les plus brefs délais. Proverbe à se rappeler : Il n'y a rien de plus définitif que le provisoire!
- ✓ Maintenance curative : consistant en une remise en l'état initial.

La maintenance préventive, attitude dictée par des exigences de panne sûreté de fonctionnement. Elle se subdivise en :

- ✓ Maintenance systématique, périodique ou programmée : effectuée selon un échéancier établi à partir d'un temps d'usage ou d'un nombre d'unités d'usage ;
- ✓ Maintenance conditionnelle : réalisée à la suite de relevés, de mesures, de contrôles révélateurs de l'état de dégradation de l'équipement.

- ✓ Maintenance prévisionnelle : réalisée à la suite d'une analyse de l'évolution de l'état de dégradation de l'équipement.

2.2 L'environnement de la fonction maintenance :

Nous avons présenté les fonctions et les responsabilités de la fonction maintenance pour bien comprendre l'environnement du travail. Ce diagramme nous a permis de recenser la plupart des fonctions du système maintenance.

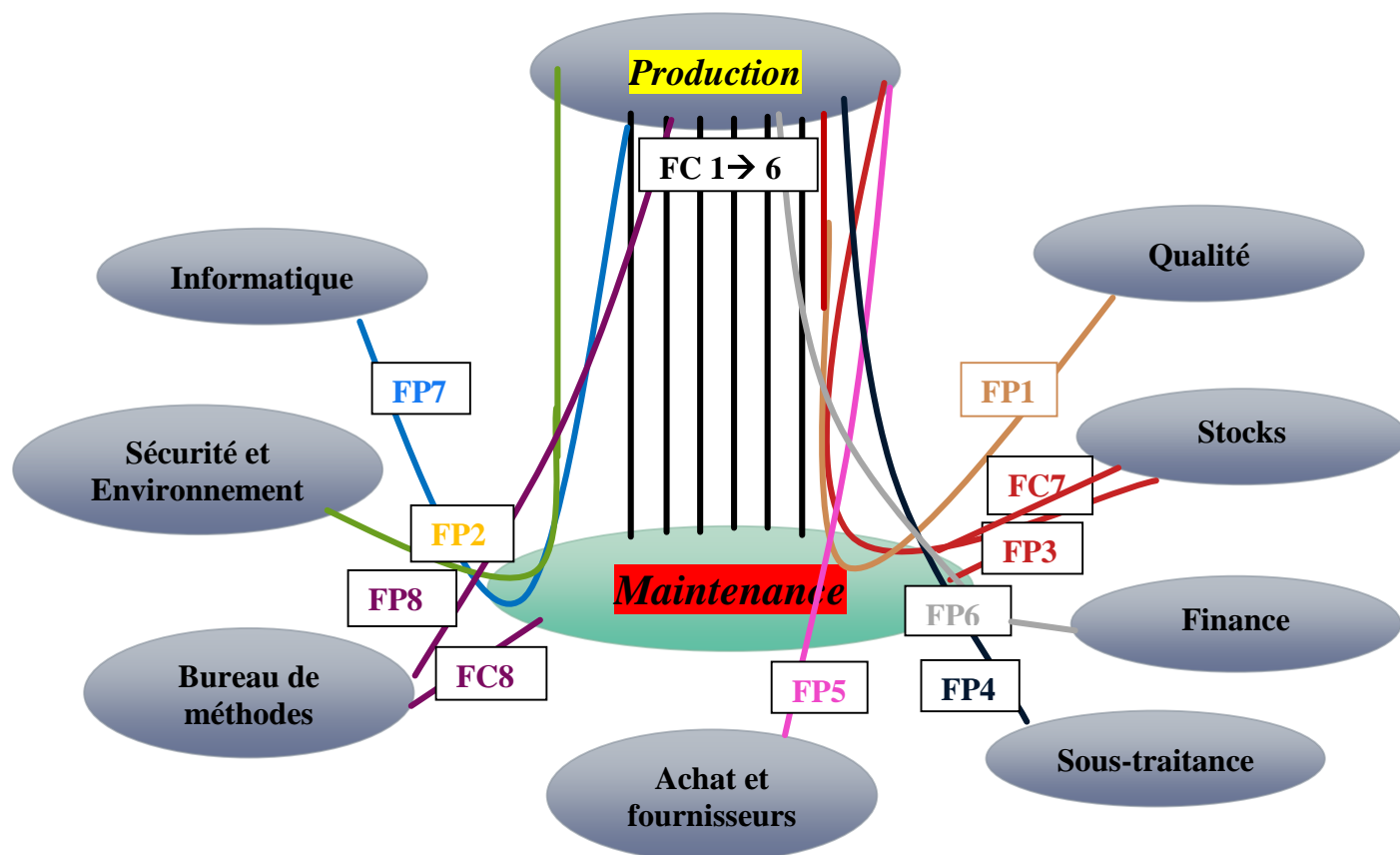


Figure 8 : Diagramme pieuvre de la fonction maintenance

Lors de cette partie, nous avons modélisé l'ensemble des fonctions de base. Elles constituent une représentation globale des situations dans lesquelles la fonction maintenance est activée dans le cadre de la réalisation de sa mission au sein de l'entreprise. C'est à dire, la réaction aux exigences de son environnement (milieux extérieurs : production, qualité, environnement, ...). Elles décrivent toutes les situations d'action de la fonction maintenance.

L'ensemble des fonctions contraintes et principales sont représentées dans le tableau suivant :

Fonctions principales (FP)	Fonctions contraintes (FC)
<p>FP1 : permettre à la fonction production de respecter les exigences de qualité</p> <p>FP2 : permettre à la fonction production de respecter les exigences d'environnement et d'opérer toute en respectant les exigences d'hygiène et de sécurité</p> <p>FP3 : Permettre à la fonction gestion de stock de définir les besoins (des équipements) de la production en matière de pièces de rechange</p> <p>FP4 : Contribuer avec les fonctions production, direction, ressources humaines, sous-traitance et finances à définir les travaux de maintenance à sous- traiter, à choisir les sous-traitants et à élaborer les contrats correspondants</p> <p>FP5 : contribuer avec la fonction achat et fournisseurs à élaborer les cahiers des charges, à choisir les fournisseurs, à acquérir les équipements les plus adéquats et à participer à leurs installations</p> <p>FP6 : allouer un budget à la fonction maintenance afin de maintenir les moyens de production</p> <p>FP7 : Contribuer à l'informatisation des tâches de maintenance des moyens de production (archivage, traitement, planification)</p> <p>FP8 : contribuer à améliorer les produits, les processus et les moyens de production (maintenance améliorative, maintenance intégrée à la conception)</p>	<p>FC1 : Collaborer avec la fonction production dans le but de respecter le plan directeur de production (PDP)</p> <p>FC2 : collaborer avec la fonction production dans le but de définir et d'intégrer les opérations de maintenance dans le plan directeur de production</p> <p>FC3 : faire participer le personnel de la production dans la collecte des données de fonctionnements des équipements</p> <p>FC4 : Faire participer le personnel de la production dans l'analyse des défaillances</p> <p>FC5 : Participer aux installations des équipements de production neufs ou révisés</p> <p>FC6 : Collaborer avec la fonction production à l'identification, à la hiérarchisation des équipements et à la collecte des données de base correspondantes</p> <p>FC7 : Collaborer avec la fonction magasin et stock à une gestion optimale des pièces de rechange.</p> <p>FC8 : Collaborer avec le bureau des méthodes à comparer les méthodes de maintenances de l'entreprise, à celles proposées par le monde technologique.</p>

Tableau 4 : les fonctions principales et les fonctions contraintes de la maintenance

3. Carte du processus :

3.1 SIPOC :

Un diagramme SIPOC est un outil de visualisation pour identifier tous les éléments pertinents associés à un processus **P** : son périmètre (frontières, début et fin), les sorties (**O**), les entrées (**I**), les fournisseurs (**S**) et les clients (**C**). Il est recommandé d'employer le SIPOC dans la phase initiale d'un projet d'amélioration d'un processus. Il fournit plus d'information qu'une cartographique (« mapping ») qui se concentre sur la description sommaire des étapes. Il oblige à définir qui sont les fournisseurs et les clients.

Les étapes pour compléter un diagramme SIPOC :

- ➡ Commencer par identifier le processus P et lui donner un nom descriptif.
- ➡ Identifier les sorties O du processus.
- ➡ Identifier les clients C qui reçoivent les sorties du processus.
- ➡ Identifier les entrées I qui sont requises par le processus.
- ➡ Identifier les fournisseurs S requis par les entrées du processus.
- ➡ Valider toutes les informations précédentes par les intervenants impliquées dans le processus.

Cette description est présentée dans le tableau suivant :

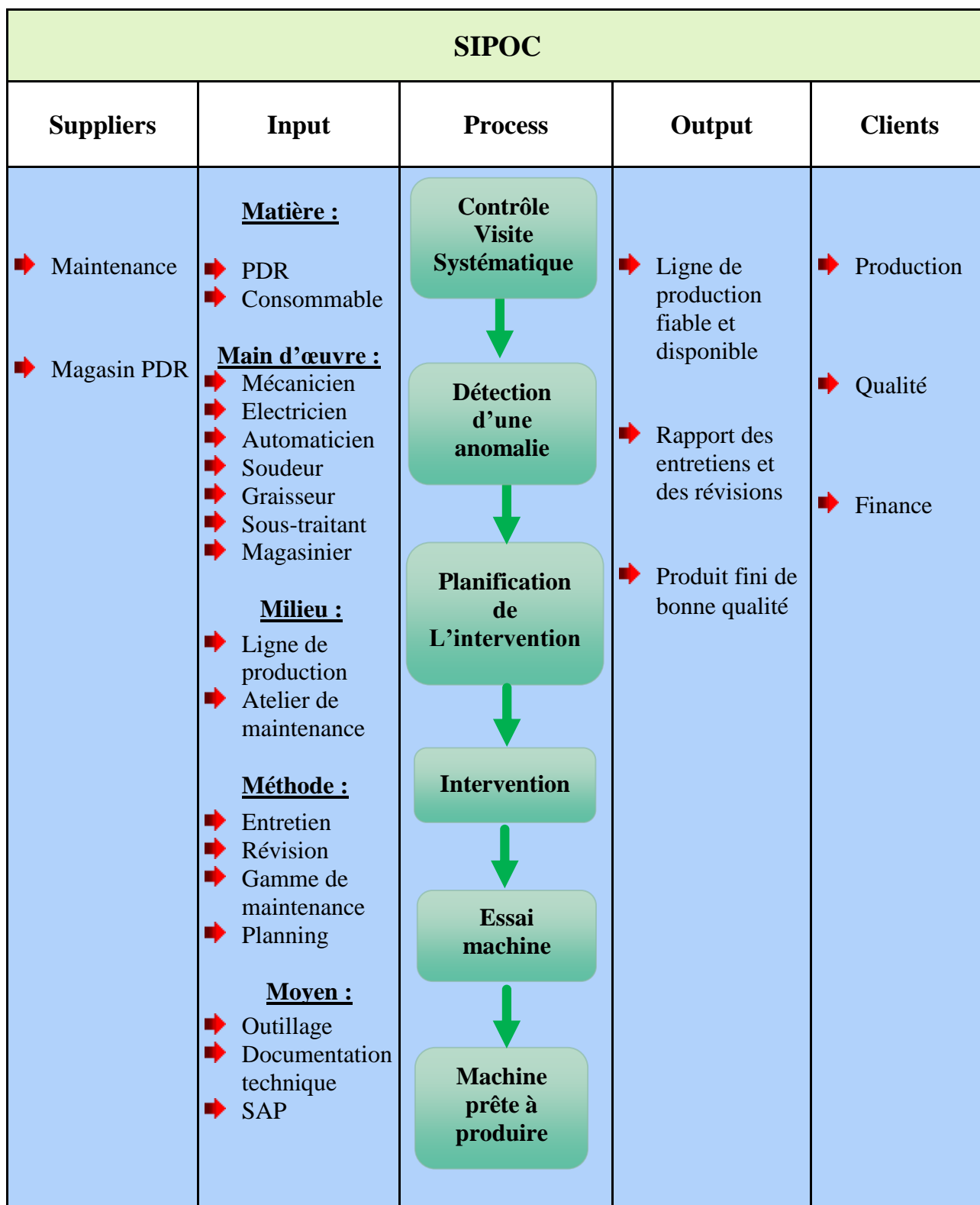


Tableau 5 : SIPOC

3.2 Cartographie du processus :

La cartographie a pour objectif de comprendre le processus et de visualiser de façon simple l'enchaînement des différentes étapes. La figure suivante représente la cartographie de notre processus :

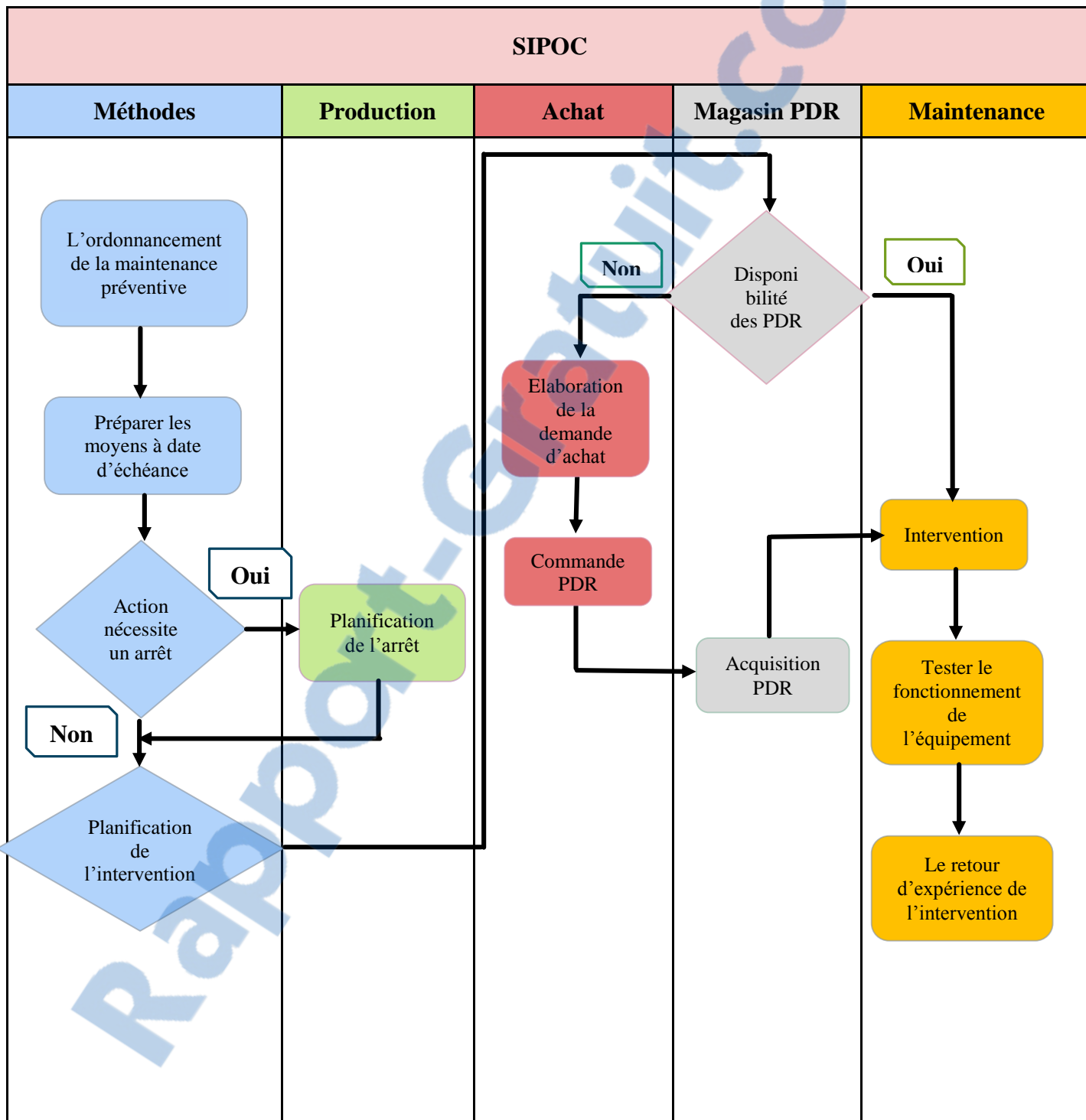


Figure 9 : Cartographie de processus

3.3 Voix des clients :

Les produits de chaque processus répondent aux besoins des clients liés à ce processus, et chacun de ces clients a des critères critiques liés à la qualité de ces produits.

Dans notre cas, nous avons trois clients internes qui sont la production, la qualité et le finance. La voix de ces trois clients est la suivante :

➡ Production :

Assurer la disponibilité des lignes de production selon le planning par l'augmentation de la durée de vie des équipements et la diminution ou même l'annulation des défaillances en service. Ceci induit une réduction du taux de pannes, et par la suite l'augmentation du taux d'utilisation des lignes de production.

➡ Finance :

Réduire la consommation des pièces de rechange, des prestations et des interventions correctives sur les équipements des lignes de production par l'implantation de la maintenance préventive au sein de l'entreprise.

Ceci induit une réduction du coût de la maintenance.

➡ Qualité :

Assurer la qualité du produit fini par l'augmentation de la disponibilité et la fiabilité des différents équipements des lignes de production

4. Formalisation du projet :

4.1 Acteurs du projet :

➡ *Maître d'ouvrage :*

Le maître d'ouvrage est la société centrale des boissons gazeuses « SCBG » de Casablanca.

➡ *Maître d'œuvre :*

Le maître d'œuvre est Hmami Yousef.


✚ *Tuteur pédagogique :* Mr. Elhammoumi Mohammed chef de département génie industriel.

✚ *Tuteur technique :* Mr. Alami Rachid responsable méthodes et pièces de rechange.

4.2 Clarification du problème :

Pour bien définir et cadrer ce projet, on va utiliser la méthode QQQQCP, qui peut donner une vision complète de la situation existante.

Cette méthode consiste à répondre aux questions suivantes :

- 
- ✓ QUI: Les services maintenance et production.
 - ✓ QUOI: L'élaboration des plans de maintenance préventive et le paramétrage sur le progiciel SAP.
 - ✓ OU : La ligne de production : ligne verre 4
 - ✓ QUAND : fréquence périodique selon l'action (quotidienne, hebdomadaire, mensuelle...)
 - ✓ COMMENT : En agissant sur la documentation technique, le retour d'expérience et une étude critique des équipements critiques de la ligne verre 4.
 - ✓ POURQUOI : Pour augmenter la disponibilité et la durée de vie des équipements, ainsi que la réduction du taux de pannes et l'augmentation du taux d'utilisation des machines de la ligne verre 4.

4.3 Charte du projet :

Le dernier point de la phase **définir** est l'établissement de « la charte du projet », qui est un document permettant de poser les bases solides pour la suite du projet :

- ❖ En constituant une équipe du projet ou en listant les personnes qui seront susceptibles d'intervenir dans le projet ;
- ❖ En affectant un responsable de projet dont la responsabilité sera de piloter la mise en œuvre de la méthode ;
- ❖ En définissant le périmètre du projet (les problématiques à traiter et celles qui devront l'être par la suite) ;
- ❖ En ciblant un objectif à atteindre ;
- ❖ En délimitant dans le temps les différentes étapes du projet.



<i>Nom du projet</i>		<i>Cadre du projet</i>	<i>Début et fin du projet</i>
L'élaboration des plans de maintenance préventive et paramétrage sur le progiciel SAP.		« EXIM » Excellence In Maintenance	Début : 15/02/2016 Fin : 31/05/2016
<i>Membres du projet</i>	Hmami Yousef	<i>Encadrants du projet</i>	M. Alami & M. El Hammoumi
<i>Historiques</i>			
* Documents de constructeur des machines de production * Les pannes de la ligne verre 4 extraites du progiciel SAP			
<i>Vue globale du projet</i>			
Amélioration et orientation du politique de maintenance de l'entreprise vers la maintenance préventive			
<i>Objectifs</i>		<i>Gain</i>	
Elaboration des plans de maintenance préventive et le paramétrage sur SAP		Réduire le taux de pannes et améliorer la disponibilité et la fiabilité des machines de production de la ligne verre 4	
<i>Champs du projet</i>		<i>Hors champs du projet</i>	
Ligne verre 4		Les autres lignes de production	
<i>Risques et contraintes</i>			
Non-respect des procédures de maintenance préventive Manque des fenêtres pour la réalisation de la maintenance préventive			
<i>Jalons du projet</i>		<i>Dépendances</i>	
<i>Définir</i> : du 15 Février au 10 Mars <i>Mesurer</i> : du 11 Mars au 30 Mars <i>Analyser</i> : du 31 Mars au 25 Avril <i>Innover</i> : du 26 Avril au 15 Mai <i>Contrôler</i> : du 16 Mai au 31 Mai		Planification de la production Préparation de l'ordonnancement du service méthodes et du budget de la maintenance	

Tableau 6 : La charte du projet

Conclusion :

Après avoir mis en relief les objectifs de cette étude et les outils mis en œuvre, la première étape à aborder est la phase définir dans le cadre de la démarche DMAIC.

Chapitre III : Phase 2 : « Mesurer »

Dans cette étape, nous allons établir un diagnostic de la maintenance pour connaître son état actuel et déceler les points qui ne sont pas bien gérés dans le service maintenance ; par la suite, on va finir par une analyse des systèmes critiques par l'outil Pareto.

1. Diagnostic de l'état actuel :

Nous ne pouvons établir un programme efficace de gestion de la maintenance sans connaître l'état des installations de production et celui de la fonction maintenance. Il faudra connaître l'état actuel du système de production, les ressources disponibles, la façon dont les pièces de rechange sont gérées, les processus de maintenance déjà implantés et les priorités accordées aux machines de production ainsi que leurs criticités. Pour y parvenir, nous allons utiliser une méthodologie d'évaluation qui consiste à travers un questionnaire de vérifier si l'organisation et les procédures appliquées au sein de la SCBG sont conformes aux exigences du projet « EXIM ».

1.1 Objectif du diagnostic :

Le diagnostic de la fonction maintenance est un moyen pour l'évaluer au sein d'une entreprise, et d'avoir une idée globale sur les points forts et les points faibles du service maintenance. Ce diagnostic peut être un audit pour contrôler l'évolution de la fonction maintenance au sein de la SCBG et par suite un moyen d'aide à la décision.

Pour ce faire, on va adopter la méthode du diagnostic ADEPA-CETIM.

1.2 Méthodologie du diagnostic :

1.2.1 Présentation de l'outil :

Dans ce qui suit, nous allons détailler une méthode de diagnostic d'une utilisation simple, il s'agit de la méthode ADEPA-CETIM. Cette dernière repose sur des travaux de recherche, des traitements, d'avis d'experts, des expérimentations et une validation auprès des industriels. Elle permet de guider différentes entreprises qui désirent faire évoluer et informatiser leur fonction maintenance. La démarche correspondante s'envisage comme une suite d'actions progressives permettant d'atteindre, à partir de l'existant, un certain niveau de maîtrise dans les différentes activités du service maintenance. Ceci permet de passer de l'état où l'on subit la panne à un état où un état où l'on gère la défaillance.

L'outil de diagnostic comprend :

- ❖ Un guide d'utilisation.
- ❖ Huit fiches d'enquête. (voir annexe I).
- ❖ Un dossier explicatif, pour mieux comprendre les fiche d'enquête.
- ❖ Quatre fiche « correction ».
- ❖ Un graphique en « radar » pour synthétiser la position.

Il vise quatre objectifs :

- ❖ Donner une photographie de la fonction maintenance au jour du diagnostic.
- ❖ Identifier les points faibles.
- ❖ Aider à la mise en place d'outil informatique.
- ❖ Servir de base à des audits pour contrôler les progrès de la fonction maintenance.

1.2.2 Les différents axes de la méthode ADEPA-CETIM et leurs interprétations :

La démarche de diagnostic ADEPA-CETIM comprend huit axes qui sont aussi appelées fiche d'enquêtes, et qui représentent les activités typiques de la maintenance. Ces activités sont hiérarchisées et définies à partir d'un traitement des données, qui nous a fourni le niveau minimum à atteindre pour avoir une maintenance efficace et ainsi mettre en place avec succès des outils informatiques. Ces axes sont :

- + Marche n° 1 : Gestion des équipements
- + Marche n° 2 : Maintenance de premier niveau
- + Marche n° 3 : Gestion des stocks et pièces de rechanges
- + Marche n° 4 : Gestion des travaux
- + Marche n° 5 : Analyse FMDS
- + Marche n° 6 : Analyse des coûts
- + Marche n° 7 : Base de données
- + Marche n° 8 : Planification-prévention

1.2.3 Principe d'utilisation de la méthode :

L'application du diagnostic s'appuie sur l'évaluation des huit marches déjà décrites, et ceci en répondant à un questionnaire constitué de 93 questions et rempli par les responsables du service maintenance sur lequel on a effectué ce diagnostic.

Chacune de ces questions comporte quatre options de réponse :

- ✓ « Vrai » ou « faux ».
- ✓ « Plutôt vrai » ou « plutôt faux ».

Après avoir répondu aux questions, le score obtenu est comptabilisé. Il sera donc facile d'identifier les axes les plus critiques.

1.2.4 Résultats obtenus :

Le tableau ci-dessous présente les résultats du questionnaire réalisé au sein du service maintenance de la SCBG par le responsable du service.

Les tableaux de diagnostic de la maintenance par le diagnostic ADEPA-CETIM au sein de la SCBG sont représentés dans l'**annexe 1**

On peut avoir quatre catégories dans le résultat de notre évaluation ; En effet :

- **Catégorie 1 :** Ce module est très bien maîtrisé.
- **Catégorie 2 :** Ce module est suffisamment maîtrisé pour remplir son rôle au sein de la fonction maintenance, mais on peut l'améliorer.
- **Catégorie 3 :** Ce module est moyennement maîtrisé, il faut revoir les points défectueux.
- **Catégorie 4 :** Ce module n'est pas assez maîtrisé pour nourrir la fonction maintenance. Il doit être revu point par point

<i>Marche (activité)</i>	<i>Réalisé</i>	<i>Requis</i>	<i>Taux de réalisation</i>	<i>Catégorie</i>
Gestion des équipements	5,8	15	39%	4
Maintenance 1 er niveau	6	8	75%	1
Gestion des stocks	9,2	14	66%	2
Gestion des travaux	7,6	12	63%	2
Analyse F.M.D.S	6,3	13	48%	3
Analyse des coûts	9,7	10	97%	1
Base de données	7,7	10	77%	1
Planification-prévention	6,3	13	48%	3

Tableau 7 : Résultat du diagnostic ADEPA-CETIM

1.2.5 Graphe en radar :

Pour mieux visualiser les points faibles et donner un impact comparatif, les résultats obtenus peuvent être présentés sous forme de graphe en radar. Les huit branches du graphe représentent les huit axes de la démarche ADEPA-CETIM.

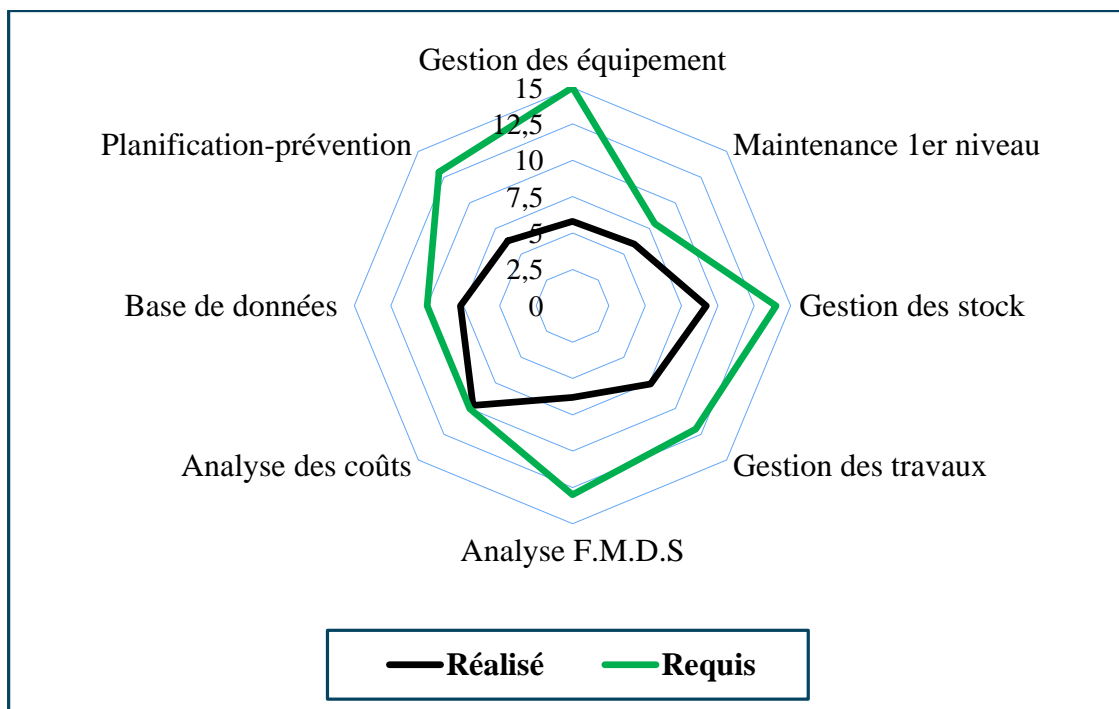


Figure 10 : graphe en radar ADEPA-CETIM

1.2.6 Interprétation des résultats :

Les résultats de l'analyse nous ont permis d'identifier trois marches présentant des faiblesses ou dont l'action est prioritaire. Ce sont les marches de la troisième et la quatrième catégorie. Ces domaines sont :

- ✓ Gestion des équipements.
- ✓ Analyse F.M.D.S.
- ✓ Planification-prévention.

Ainsi que deux marches appartenant à la deuxième catégorie qui ont également besoin d'une petite amélioration pour qu'elle bien maitrisées par le service maintenance.

Avant d'entamer la phase de recherche des systèmes critiques dans les lignes de production. Voilà mes recommandations pour améliorer les trois axes qui présentent des faiblesses :

❖ Gestion des équipements :

- Etablir une codification qui découper les équipements jusqu'à la pièce de rechange.
- Etablir les conditions d'intervention, ainsi que la liste des outillages nécessaire pour chaque équipement ; afin de faciliter les interventions.
- Définir le degré d'urgence de réparation de chaque équipement.

- Faire le suivi des interventions réalisées sur un équipement sur le progiciel SAP, afin d'avoir une bonne traçabilité.

❖ **Analyse F.M.D.S :**

- Etablir un formulaire pour enregistrer les informations concernant les interventions, les classées, les archivées et l'analysées en terme de coûts et de temps.
- Définir un indicateur de bon fonctionnement et un indicateur de temps d'intervention pour les équipements principaux.
- Compiler les analyses afin de réaliser des indicateurs et des tableaux de bord.
- Faire une analyse quantitative des paramètres de la sûreté de fonctionnements des équipements principaux.
- Pour l'entreprise, il n'y a rien de plus décourageant que de voir des nouveaux équipements arriver avec les mêmes anomalies que celle déjà signalées. Pour remédier à ce problème, il faut faire une analyse bien approfondit à propos de la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité des équipements principaux, ainsi que garder la traçabilité de ces analyses.

❖ **Planification-Prévention :**

- Définir un moyen pour choisir les intervenants les plus adaptés à une intervention bien précise.
- Faire un plan de maintenance préventive pour tous les équipements, afin d'augmenter leurs disponibilités et diminuer leurs taux de panne.
- Paramétrage des plans de maintenance préventive pour assurer le suivi et l'adaptation des actions préventives.
- Faire un rapport d'activité de la charge (planifié, en cours, réalisé), ainsi que la maitrise de la charge du travail.

2. Détermination des machines critiques :

Le but de cette étape est de déterminer les machines les plus critiques qui avaient un impact très grave sur le taux de panne de toute la ligne. Pour ce faire, nous avons relevé l'historique des pannes de la ligne verre 4 à partir du progiciel SAP.

Le diagramme Pareto permet de mettre en évidence les éléments les plus importants d'un problème sur lequel devront être concentrés en priorité les efforts d'amélioration. Cette analyse

également connue en gestion de production sous le nom de diagramme ABC ou loi des 20/80 qui postule que 80% des effets imputables à seulement 20 % des causes.

2.1 Description de la méthode PARETO :

Le diagramme de PARETO est un moyen simple pour classer les phénomènes par ordre d'importance. Ce diagramme et son utilisation sont aussi connus sous le nom de « Règle des 20/80 » Ou « Méthode de ABC ».

Les objectifs sont :

- Faire apparaître les causes essentielles d'un phénomène.
- Hiérarchiser les causes d'un phénomène.
- Evaluer les effets d'une solution.
- Mieux cibler les actions à mettre en œuvre.

2.2 Application :

2.2.1 Choix du critère :

Puisque le taux de disponibilité des équipements est très bas, ainsi que leurs temps d'arrêts sont très élevés. Alors, on a préféré de travailler sur le temps d'arrêts grâce à son énorme impact sur la fiabilité des services maintenance et production.

2.2.2 Données et résultats :

Nous avons classé les machines de la ligne verre 4, de la plus au faible en nombre d'heures d'arrêts pendant toutes l'année 2015 dans le tableau ci-dessous :

Ligne	Equipement	Total arrêt en H	%Total arrêt en H	% Cumule	Classes
Verre 4	Inspectrice	171,15	28,82%	28,8%	<u>classe A</u>
	Soutireuse	113,26	19,07%	47,9%	
	Convoyeurs à chaine	92,34	15,55%	63,4%	
	Dévisseuse	50,70	8,54%	72,0%	
	Mixeur	33,37	5,62%	77,6%	
	Décaisseuse	28,56	4,81%	82,4%	
	Laveuse bouteilles	27,15	4,57%	87,0%	<u>Classe B</u>
	Dépalettiseur	19,57	3,30%	90,3%	
	Encaisseuse	18,97	3,19%	93,5%	
	Visseuse	14,42	2,43%	95,9%	
	Etiqueteuse	8,67	1,46%	97,3%	<u>Classe C</u>
	Palettiseur	7,00	1,18%	98,5%	
	Dateuse	6,16	1,04%	99,6%	
	Laveuse casier	2,58	0,43%	100,0%	
Total	14	594	100%		

Tableau 8 : Pareto sur la ligne verre 4 en fonction du temps d'arrêt

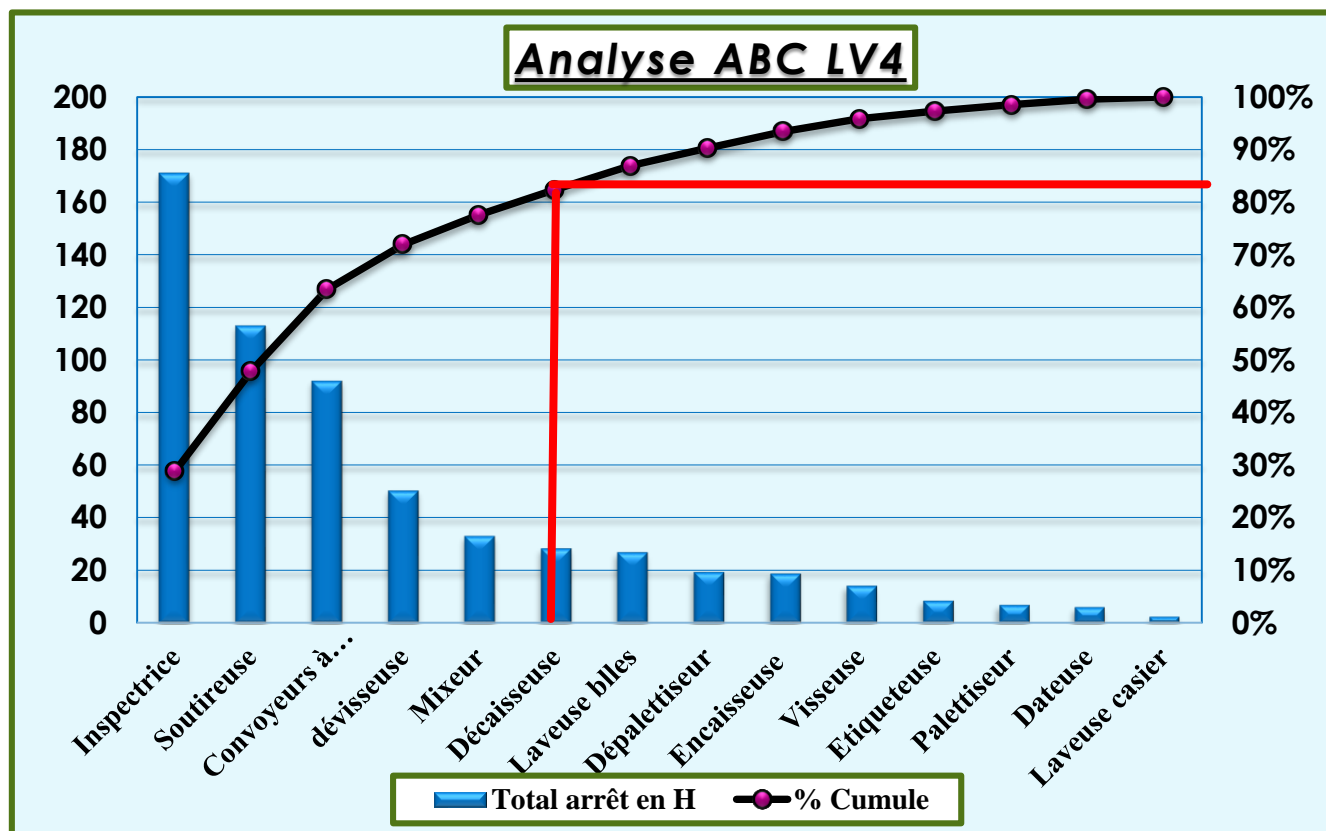


Figure 11 : Diagramme Pareto de la ligne verre 4 en fonction du temps d'arrêt

2.2.3 Analyse de la courbe et interprétation :

En analysant le Diagramme Pareto Machines on trouve que la courbe se constitue de 3 zones principales :

- ✓ **Zone A** : 6 Machines (42,8% des machines) cumulent 82,4% du temps d'arrêt.
- ✓ **Zone B** : 4 Machines (28,6% des machines) cumulent 8,9% du temps d'arrêt.
- ✓ **Zone C** : 4 Machines (28,6% des machines) cumulent 4% du temps d'arrêt.

Le diagramme fait apparaître clairement cinq éléments sur lesquels il faut agir afin de réduire le taux d'indisponibilité. Ce sont en priorité : L'inspectrice, la soutireuse, le convoyeur, la dévisseuse, le mixeur et la décaisseuse.

Le tableau fait apparaître la Classe A de l'analyse Pareto. Ce sont les machines critiques que nous allons étudier dans le prochain chapitre à savoir l'inspectrice, la soutireuse, le convoyeur, la dévisseuse, le mixeur et la décaisseuse. Mais vu le manque du temps, nous avons travaillé seulement sur les trois premières équipements qui sont : L'inspectrice, la soutireuse et le convoyeur. C'est-à-dire, on va travailler sur 21% des équipements qui présentent 63,4% du temps d'arrêt total de la ligne.

Conclusion :

Le diagnostic du service maintenance par la méthode ADEPA-CETIM nous a donné une vision générale sur l'état actuel de l'entreprise, ainsi que les points faibles qui influencent négativement ce service. On a suggéré quelques recommandations, afin d'améliorer la fonction maintenance au sein de l'entreprise.

L'analyse de l'historique des pannes de la ligne verre 4 nous a permis de trouver les équipements les plus critiques. Par la suite on va faire une analyse profonde pour chaque équipement pour savoir les causes racines et intervenir par un plan de maintenance préventive dans les chapitres suivants.



Chapitre IV : Phase 3 : « Analyser »

L'étape « Analyser » a pour objectif d'augmenter notre connaissance du processus afin de découvrir les causes racines de la performance insuffisante. A la fin de cette étape nous aurons une idée précise des paramètres qui devront être modifiés pour viser la performance souhaité des équipements critiques de la ligne verre 4 à savoir : L'inspectrice, la soutireuse et le convoyeur.

1. Détermination des causes critiques des machines critiques :

1.1 Analyse Pareto de l'historique des pannes des machines critiques :

Après avoir déterminé les machines critiques de la ligne verre 4, On va faire une analyse Pareto de l'historique des pannes des équipements critiques pour identifier les pannes les plus critiques.

Le tableau et le diagramme de Pareto de différentes machines critiques sont dans **l'annexe II**.

On présente ci-dessous l'exemple de l'analyse Pareto de l'inspectrice :

<i>Arrêts de ligne</i>	<i>Total arrêt en H</i>	<i>% Total arrêt en H</i>	<i>% Cumule</i>	<i>Les classes</i>
Bourrage	36,39	23%	23%	<u>Classe A</u>
Problème électrique	33,24	21%	43%	
Chute et coincement bouteilles	26,42	16%	59%	
Problème d'inspection	22,5	14%	73%	
Problème de programme	14	9%	82%	
Perte de cadence	10,83	7%	89%	<u>Classe B</u>
Problème de filetage	8,24	5%	94%	
Trop d'éjection	4,92	3%	97%	<u>Classe C</u>
Blocage des bouteilles	3,75	2%	99%	
Usure des courroies	1,33	1%	100%	
Total	161,62	100%		

Tableau 9 : Pareto de l'inspectrice en fonction du temps d'arrêt

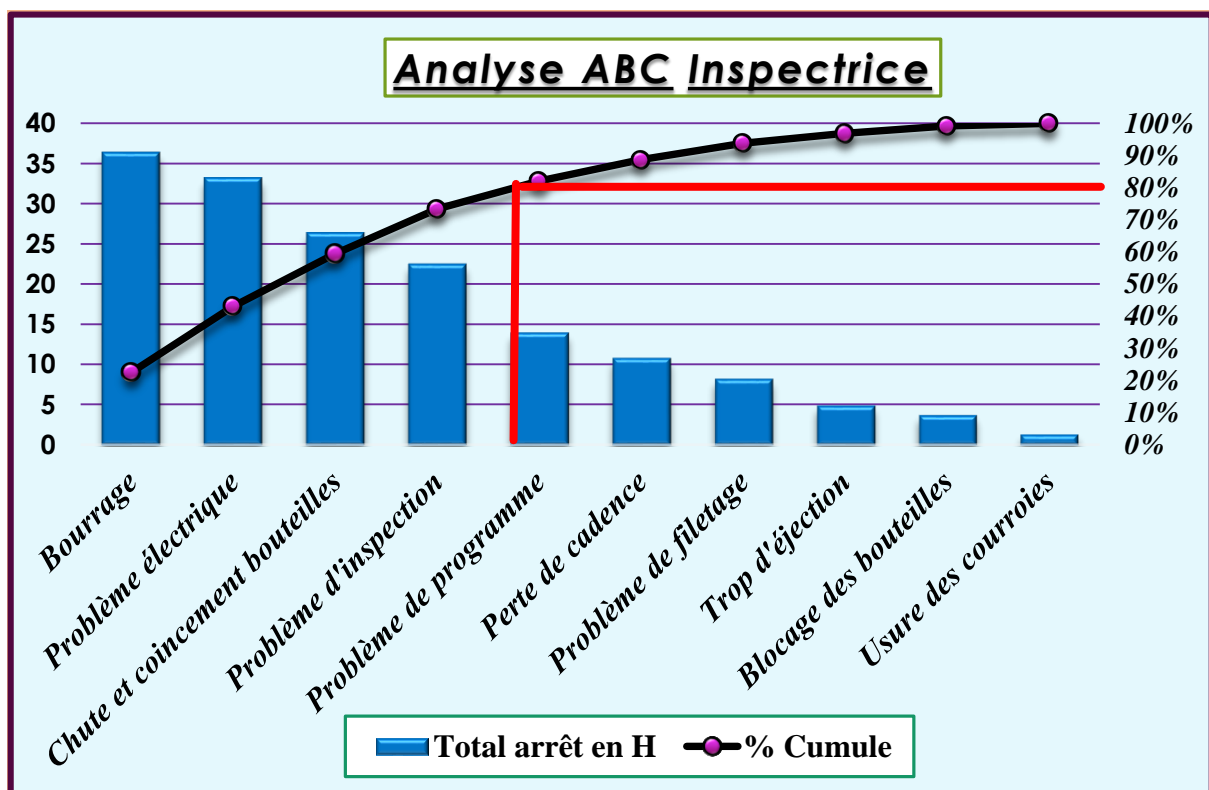


Figure 12 : Analyse Pareto de l'inspectrice

1.2 Interprétation des résultats :

Le tableau fait apparaître clairement les classes de l'analyse Pareto de l'inspectrice. Donc, on va focaliser nos études sur la classe A de l'analyse Pareto, car il regroupe les pannes les plus critiques, et qui ont contribué directement à la diminution du taux de disponibilité de l'inspectrice, et par suite l'augmentation du taux de pannes et la diminution du taux d'utilisation de la ligne.

Après avoir établi l'analyse Pareto des équipements critiques de la ligne verre 4, on va donner une récapitulation des pannes critiques des équipements dans le tableau ci-dessous :

Equipements	Les pannes critiques
Inspectrice Krones	Bourrage
	Problème électrique
	Chute et coincement bouteilles
	Problèmes d'inspection
	Problème de programme
Soutireuse	Problème de Cloche
	Problème de came d'ouverture
	Problème de remplissage
	Blocage de la butée de fermeture
	Frein d'entré bouteilles
	Pas de communication avec le régulateur
	Chute pression
	Problème mécanique
	Arrêtoir des bouteilles
	Fuite d'aire + Fuite CO2
Convoyeur	Instabilité bouteilles aligneur entrée Inspectrice
	Instabilité bouteilles Convoyeurs entrée Soutireuse
	Instabilité bouteilles aligneur entrée Etiqueteuse
	Instabilité bouteilles Convoyeurs table Encaisseuse
	Blocage des bouteilles sur convoyeur Inspectrice
	Instabilité bouteilles sortie laveuse bouteilles entré Inspectrice

Tableau 10 : Les causes critiques des équipements critiques

2. Création d'un groupe de travail :


Pour réussir ce chapitre de notre étude qui regroupe plusieurs méthode d'analyse à savoir : l'analyse Ishikawa ou les 5M, l'analyse des 5 Pourquoi et enfin l'analyse AMDEC. C'est nécessaire de faire appel à des expériences d'horizons divers qui ont tous un lieu avec l'objet de l'analyse.


On a constitué un groupe de travail qui se compose de :

 Le coordinateur technique : Mr. Fahimi

 Le chef des électriciens : Mr. Bouazaoui

 Le chef des mécaniciens : Mr. Maakak

 Le chef d'équipe de la ligne verre 4 : Mr. Mahassine

 Quatre techniciens

Les réunions durent au maximum une heure et ils sont planifiés au rythme d'environ une par semaine.

3. Identifier les causes critiques des équipements critiques :

Dans cette partie, nous allons procéder à une analyse afin d'identifier les causes critiques en appliquant l'outil ISHIKAWA sur les machines critiques de la ligne verre 4.

3.1 Définition ISHIKAWA :

Le diagramme des causes et effets, ou diagramme d'ISHIKAWA, ou diagramme en arêtes de poisson ou encore 5M, est un outil développé par Karou Ishikawa et servant dans la gestion de la qualité.

3.2 Objectif de l'outil :

Ce diagramme représente de façon graphique les causes aboutissant à un effet. Il peut être utilisé dans le cadre de la recherche des causes d'un problème ou l'identification et la gestion des risques lors de la mise en place d'un projet.

Ce diagramme se structure habituellement autour du concept des 5M. Karou Ishikawa recommande de regarder en effet l'événement sous cinq aspects différents, résumés par le sigle 5M :

- **Matière :** Les matières et matériaux utilisés et entrant en jeu, et plus généralement les entrées du processus.
- **Machines :** Les équipements, le matériel informatique, les logiciels et les technologies.
- **Méthode :** Le mode opératoire, la logique du processus, la recherche et le développement.
- **Main d'œuvre :** les interventions humaines.
- **Milieu :** l'environnement, le positionnement et le contexte.

Chaque branche reçoit d'autres causes ou catégories hiérarchisées selon leur niveau de détail.

3.3 ISHIKAWA des machines critiques :

Le diagramme d'Ishikawa des différentes machines critiques à savoir : la soutireuse et le convoyeur sont dans l'annexe II.

On présente ci-dessous l'exemple du diagramme Ishikawa de l'inspectrice :

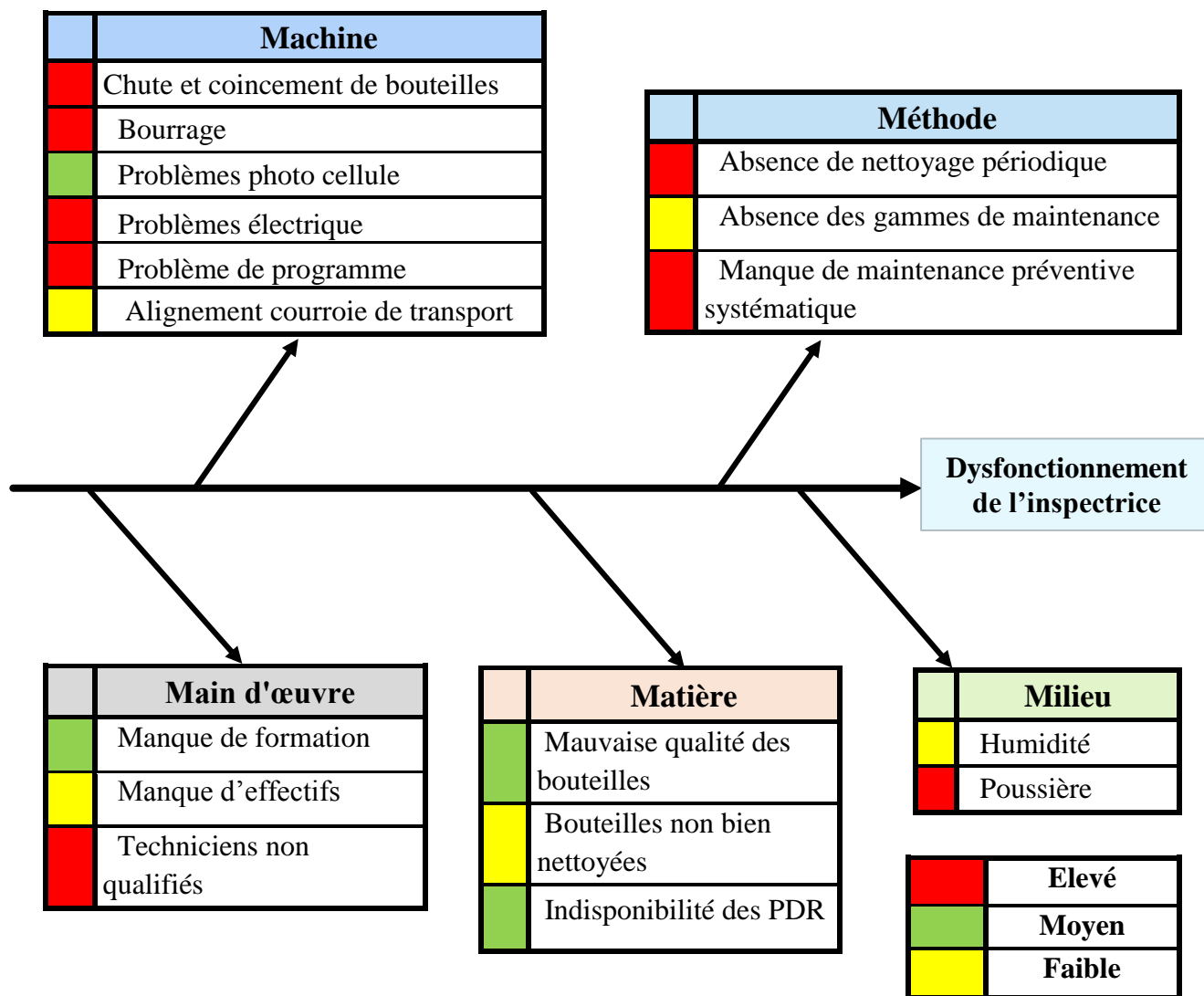


Figure 13 : ISHIKAWA de l'inspectrice

L'outil ISHIKAWA ci-dessus fait apparaître les causes d'arrêts de l'inspectrice selon les 5M, afin d'extraire les causes les plus critiques pour les analyser dans la partie prochaine par la méthode des **5 Pourquoi**.

On présente ci-dessous les causes les plus critiques de l'inspectrice :

- ➡ Chute et coincement de bouteilles
- ➡ Bourrage
- ➡ Problèmes électrique
- ➡ Problème de programme
- ➡ Techniciens non qualifiés
- ➡ Absence de nettoyage périodique
- ➡ Poussière
- ➡ Manque de maintenance préventive systématique

4. Organiser les causes critiques des équipements critiques :

Après avoir identifié les causes les plus critiques par l'outil ISHIKAWA, nous allons passer maintenant à l'organisation de ces causes ainsi que la recherche des causes racines par une analyse profonde. Pour cela, nous allons appliquer l'outil des 5 pourquoi sur l'ensemble des machines critiques.

Dans cette analyse, nous avons pris les causes les plus critiques qui apparaissent dans la phase de l'identification.

4.1 Définition 5 POURQUOI :

Cet outil permet de rechercher les causes profondes d'un dysfonctionnement ou d'une situation qui se pose. C'est une démarche consiste à se poser plusieurs fois la question « pourquoi ? » pour remonter à l'origine du problème. Il convient de poser cinq fois de suite la question « pourquoi ? ».

4.2 Objectif de l'outil :

Avec cinq questions commençant par « pourquoi ? », on essaie de trouver les raisons les plus importantes ayant provoqué la défaillance pour aboutir à la cause principale.

Lors de l'application de cet outil, on procède comme suit :

- Visualisation = Il faut visualiser sous forme d'arborescence les différents niveaux du problème afin d'agir en conséquence pour le résoudre.
- Réalité = Il est important de s'occuper des faits qui se sont réellement déroulés et les décrire d'une façon objective et précise.

L'analyse du convoyeur par les 5 Pourquoi des différentes machines critiques sont présentées dans **l'annexe II**.

On présente en dessous un exemple de cette analyse qui est celui de l'inspectrice :

<i>Problèmes</i>	<i>Causes Potentielles</i>				
	<i>Pourquoi 1</i>	<i>Pourquoi 2</i>	<i>Pourquoi 3</i>	<i>Pourquoi 4</i>	<i>Pourquoi 5</i>
<i>Bourrage (Entrée/Sortie Inspectrice)</i>		Usure des guides	Manque de contrôle		
		guides non alignées	Desserrage des vis de serrage	Vis non bien serrés	
			Usure des guides	Manque de contrôle	
			Supports des guides non bien ajustés		
			Usure des supports des guides		
			Manque de lubrifiant		
	Chute des bouteilles sur le convoyeur	Chaines de convoyeurs mal lubrifiés	Mauvais fonctionnement des buses d'arrosage	Bouchage des buses	Absence du nettoyage périodique
		Sortie de l'éjecteur répétitive ou au mauvais moment	trop de rejet des bouteilles	Mauvaise inspection des bouteilles	Mauvais fonctionnement des caméras d'inspection
					Mauvais fonctionnement des cellules photoélectriques
					Vitres de protection des

					unités d'inspection sont cassées
					Mauvais fonctionnement des réflecteurs
				Mauvaise qualité des bouteilles	Absence des mireurs
			Mauvaise synchronisation entre l'éjecteur et les bouteilles défectueuses	Mauvais réglage de l'inspectrice	
				Mauvais asservissement	
		Différence des vitesses entre le système de transmission à courroie et les convoyeurs d'entrée/sortie de l'inspectrice	Mauvaise synchronisation entre l'inspectrice et les convoyeurs d'entrée/sortie de l'inspectrice	Mauvais asservissement	
				Mauvais réglage de l'inspectrice	

Tableau 11 : extrait de 5 Pourquoi de l'inspectrice

Pour chaque effet, les réponses au dernier pourquoi sont considérées les causes racines de cet effet.

5. Etude AMDEC des équipements critiques :

5.1 Définition et objectif de l'AMDEC :

L'AMDEC est une méthode d'analyse de la fiabilité qui permet de recenser les défaillances dont les conséquences affectent le fonctionnement du système. Elle peut être appliquée au niveau :

- du produit
- du processus
- du procédé

La mise en œuvre de l'AMDEC comporte trois phases :

- ➡ Une phase préliminaire, pour définir les limites de l'étude et constituer le groupe de travail (maintenance, fabrication, qualité, bureau d'étude et contrôle).
- ➡ L'analyse des défaillances avec :
 - ✓ La détermination des modes de défaillance.
 - ✓ La recherche des causes.
 - ✓ L'inventaire des effets.
- ➡ Le calcul de la criticité qui définit la gravité des conséquences d'une défaillance par la prise en compte :
 - ✓ de la fréquence d'apparition des défaillances caractérisée par un taux de défaillance ;
 - ✓ de la probabilité de non-détection des causes de défaillance ;
 - ✓ de la gravité des effets de la défaillance par rapport à la sécurité des personnes et des biens, ou par rapport à l'importance des coûts de défaillance.

A chaque critère est associé un coefficient dans une échelle de valeurs préalablement établie :

- ✚ Fréquence : coefficient **F**
- ✚ Détection : coefficient **D**
- ✚ Gravité : coefficient **G**

La criticité s'exprime par leur produit : **Criticité : $C = F * D * G$**

La planification des recherches d'amélioration se fait en commençant par celles qui ont la criticité la plus importante.

Le groupe de travail doit décider un seuil de criticité. Au-delà de ce seuil, l'effet de la défaillance n'est pas supportable.



5. 2 Fonctionnement de l'inspectrice Krones :



Figure 14 : L'inspectrice Krones

Après la sortie de la laveuse, les bouteilles passent par l'inspectrice qui est équipée d'une caméra vidéo, un écran tactile, un système pneumatique et un éjecteur équipé des doigts fait éjecter les bouteilles sur un autre convoyeur de récupération.

Le réglage de cette machine consiste à contrôler ses compteurs et à régler avec précision la sensibilité de chaque test suivant le degré de la lumière projetée sur l'endroit, ainsi que la vitesse des chaînes du convoyeur et sa position.

Les systèmes de contrôle et d'inspection qui existent dans l'inspectrice sont :

➡ **Détection des contours, de la hauteur et des couleurs avec caméra :**

- ✓ Au moyen d'une surface lumineuse de LED, la paroi des récipients est éclairée par lumière transmise. Les contours et la hauteur du récipient sont enregistrés et contrôlés à l'aide d'une caméra CCD.
- ✓ En complément, la couleur des récipients peut aussi être contrôlée. La valeur de couleur du récipient est comparée avec la consigne préreglée.

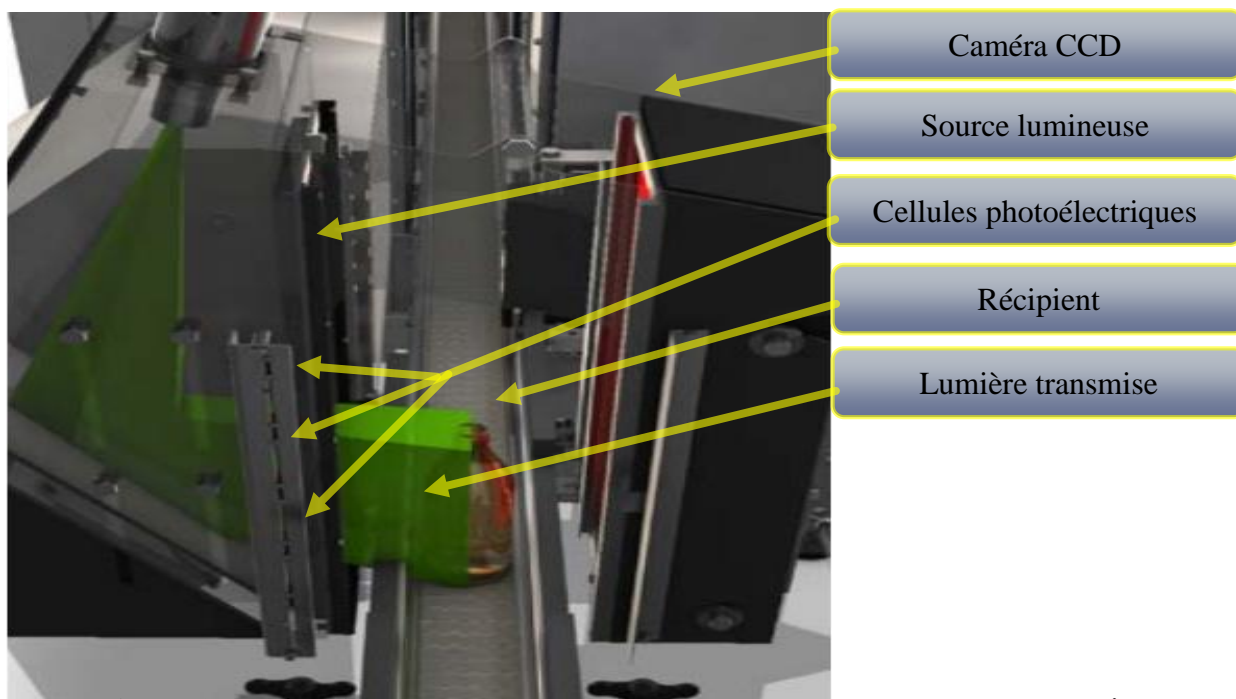


Figure 15 : Détection des contours, de la hauteur et des couleurs avec caméra

➔ **Inspection de la paroi latérale :**

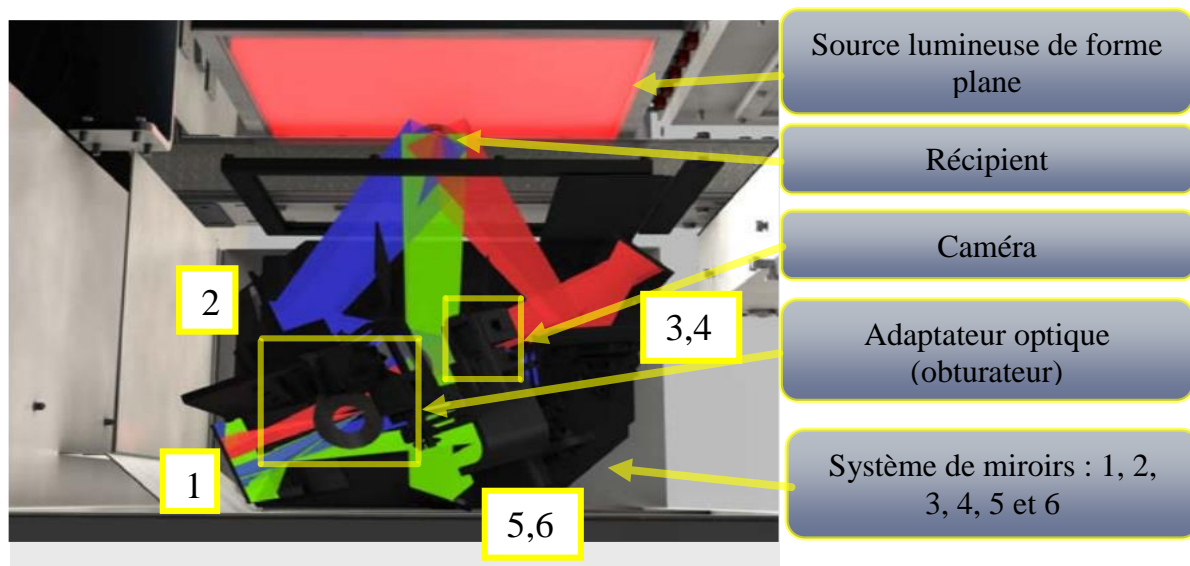


Figure 16 : Inspection de la paroi latérale

- ✓ Le contrôle de la paroi latérale se déroule en deux modules à l'entrée et à la sortie

- ✓ Au moyen d'une surface lumineuse de LED, la paroi des récipients est éclairée sur toute la hauteur par lumière transmise. Le contrôle est assuré respectivement avec une caméra CCD par module.
- ✓ A l'aide d'une optique spéciale, chaque caméra enregistre trois vues du récipient. Le traitement d'image génère une vue complète de la paroi latérale du récipient. Les données d'image sont ensuite analysées.

➔ **Inspection de la surface latérale de la bague :**

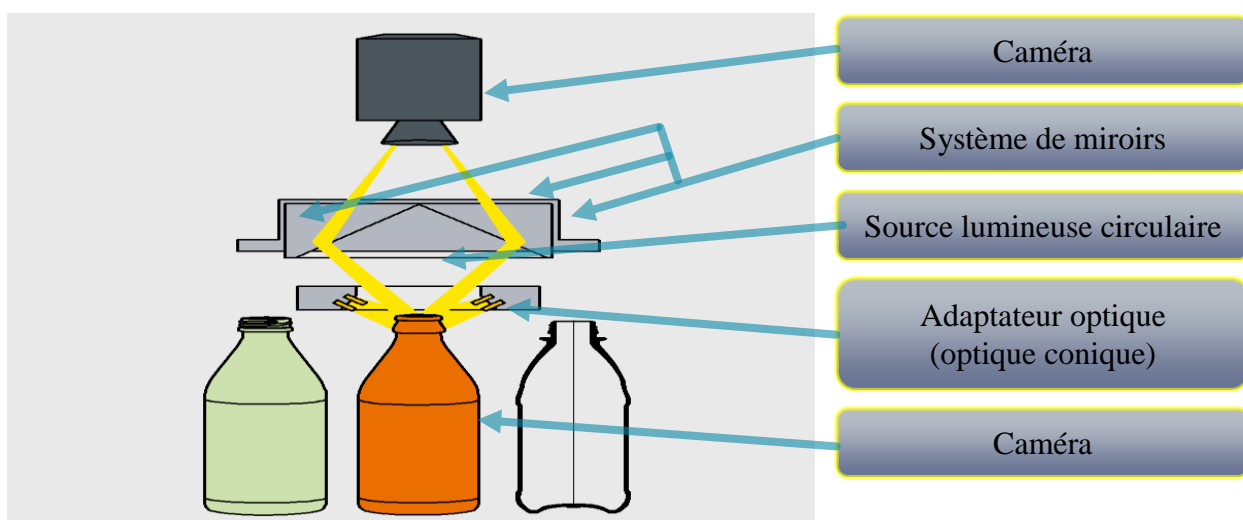


Figure 17 : Inspection de la surface latérale de la bague

- ✓ La zone latérale de la bague est éclairée par le haut à l'aide de LED disposées en anneau.
- ✓ A l'aide d'une caméra CCD et d'une optique spéciale (optique conique), une vue périphérique du côté de la bague du récipient est générée.

➔ **Inspection des résidus caustiques HF :**

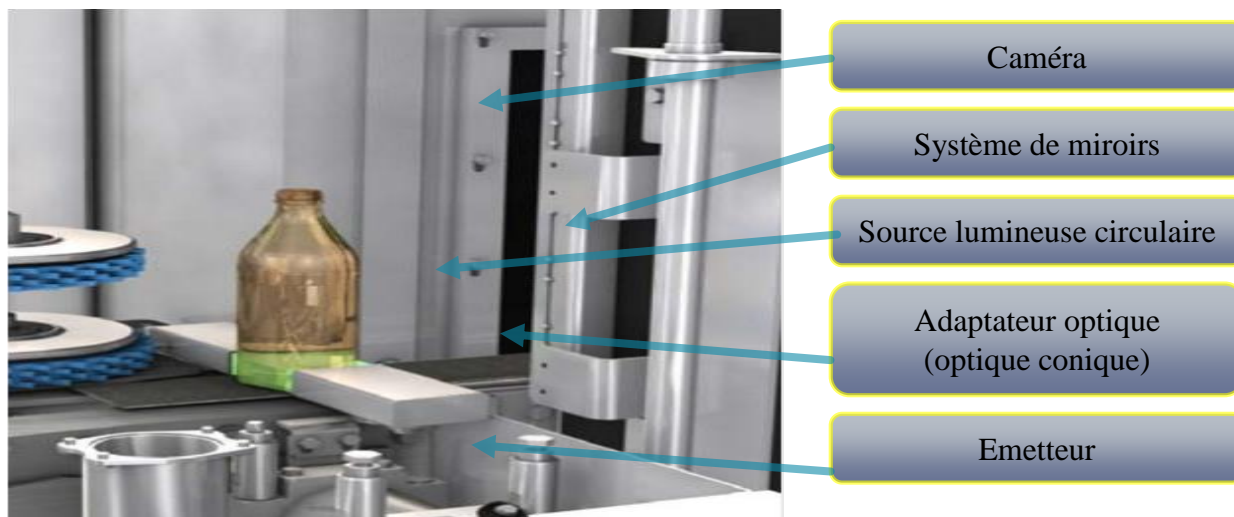


Figure 18 : Inspection des résidus caustiques HF

- ✓ Le récipient traverse la station de mesure à haute fréquence.
- ✓ L'antenne avec le récepteur HF mesure les différentes valeurs de conductivité des différents fluides du récipient.
- ✓ Si un liquide est présent dans le récipient, davantage d'énergie intervient à l'antenne et le récepteur reçoit un signal plus puissant.
- ✓ Si l'évaluation du signal affiche un dépassement de la valeur de seuil réglée, un signal est alors transmis au système d'éjection.

➡ **Inspection des résidus caustiques IR :**

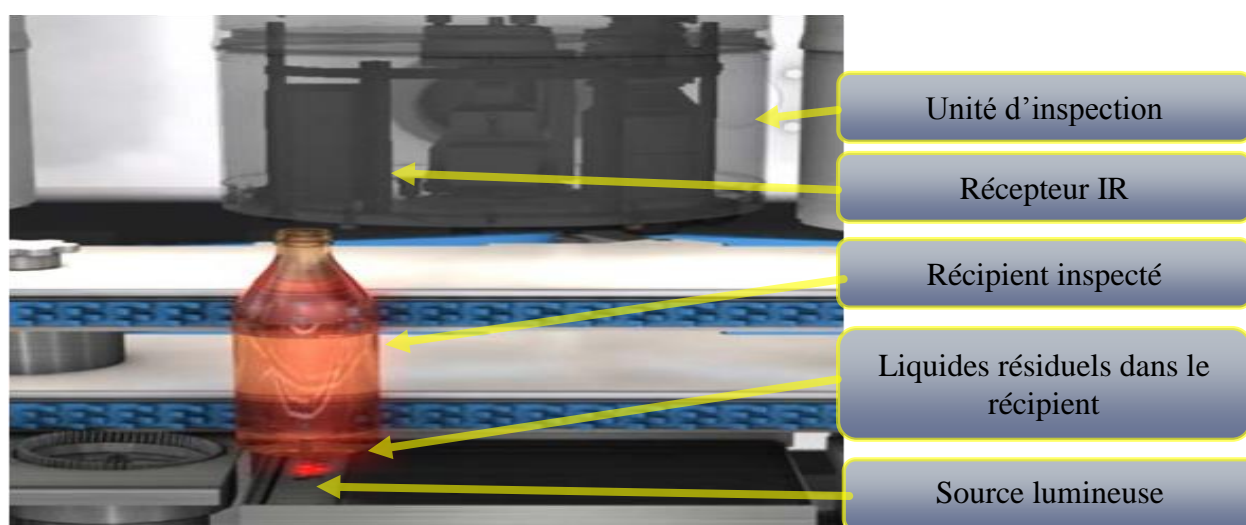


Figure 19 : Inspection des résidus caustiques IR

- ✓ Le récipient est éclairé par le bas. Le récepteur mesure la quantité de lumière infrarouge émise.
- ✓ Les liquides absorbent davantage la lumière infrarouge. Si du liquide est présent dans le récipient, soit aucune lumière IR n'arrive sur le récepteur, soit une faible quantité de lumière.

➔ **Inspection du fond :**

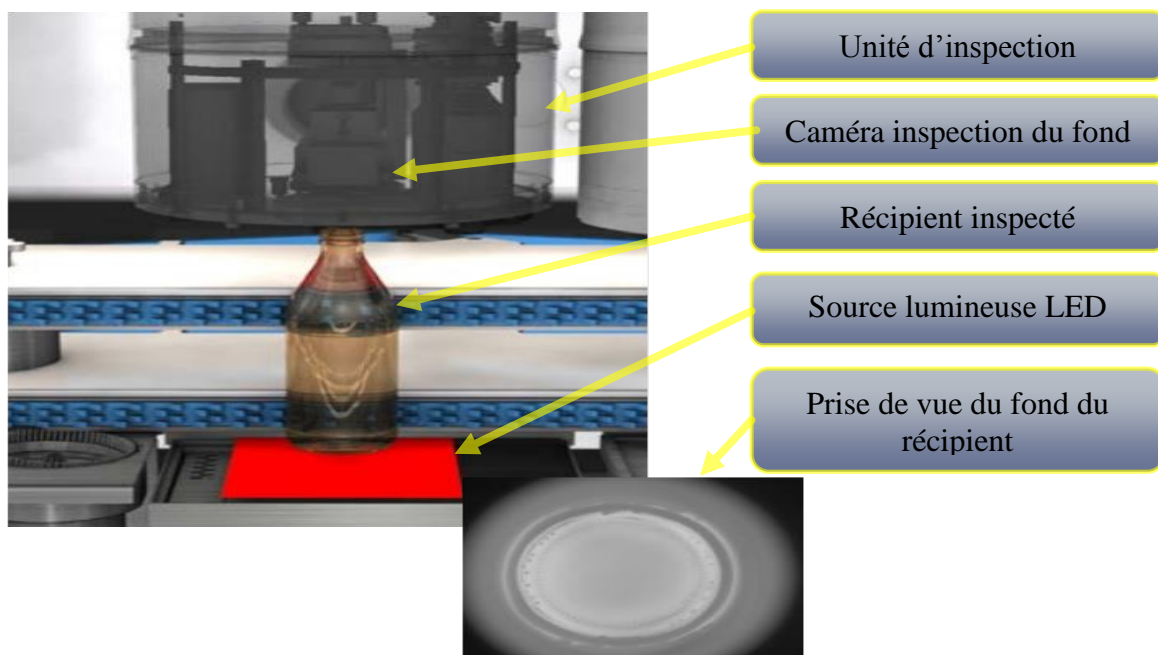


Figure 20 : Inspection du fond

- ✓ A d'une source lumineuse plane LED, le récipient est éclairé de manière homogène par le bas par lumière transmise.
- ✓ La caméra CCD crée une prise de vue du fond du récipient.

➔ **Inspection de la paroi interne :**

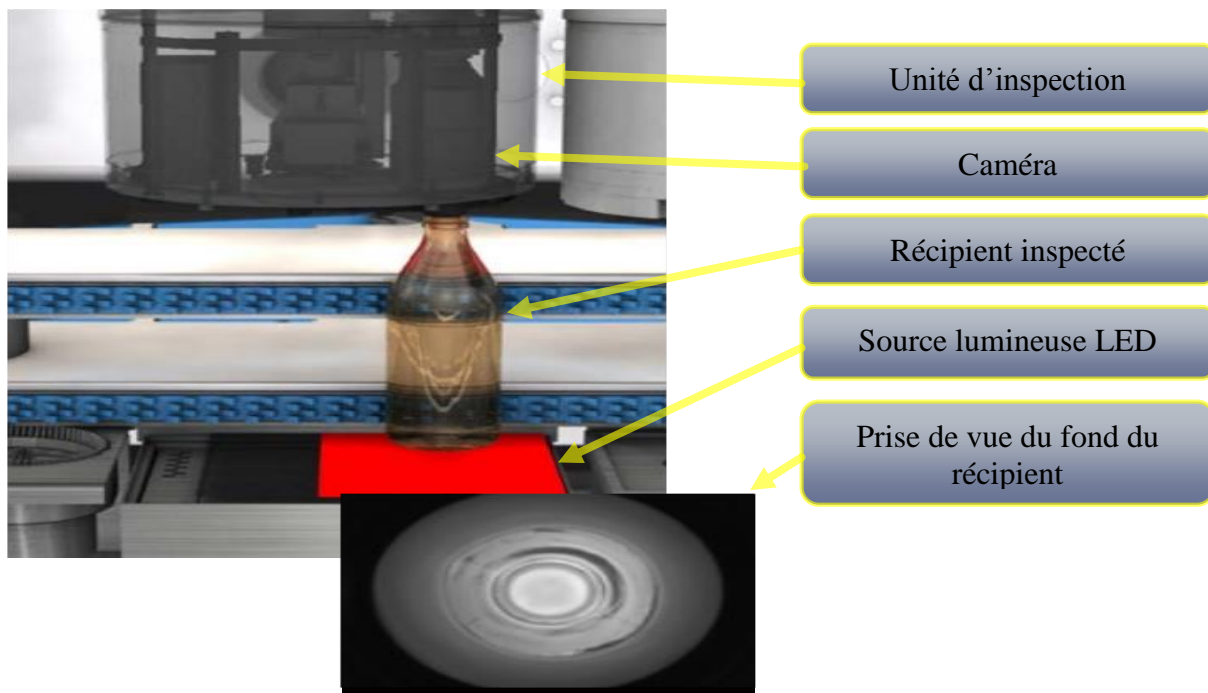


Figure 21 : Inspection de la paroi interne

- ✓ A d'une source lumineuse plane LED, le récipient est éclairé de manière homogène par le bas par lumière transmise.
- ✓ La caméra CCD crée une prise de vue de la paroi interne.

Il existe d'autres inspections à savoir : Inspection de la surface d'étanchéité, inspection d'enduction UV et d'écriture, inspection d'éclats au fond d'une bouteille...

5.3 Fiche analytique de l'AMDEC :

Après avoir fait des analyses sur les causes et les effets de défaillances par la méthode Ishikawa et la méthode des 5 Pourquoi des machines équipements critiques, nous nous sommes réunis avec le groupe de travail pour évaluer les cotations des paramètres de la criticité dans les tableaux ci-dessous :

Niveau	Valeur	Définition
Très faible	1	moins d'une défaillance par année
Faible	2	moins d'une défaillance par semestre
Moyen	3	moins d'une défaillance par mois
Elevé	4	moins d'une défaillance par semaine

Tableau 12 : La fréquence F

Niveau	Valeur	Définition (Arrêt de production)
Mineur	1	moins d'une demi-heure
Moyen	2	d'une demi-heure à une heure
Majeur	3	d'une heure à deux heures
Grave	4	Plus de deux heures

Tableau 13 : La gravité G

Niveau	Valeur	Définition
Evident	1	Détection certaine
Possible	2	Détection possible
Improbable	3	Détection difficile
Impossible	4	Détection impossible

Tableau 14 : La non-détection N

Pour évaluer la criticité des éléments de différentes machines critiques, nous allons faire un vote de huit personnes appartenant au groupe d'analyse précédemment défini. On collecte les notes évaluées par le groupe d'analyse pour enfin prendre la note qui obtient le grand nombre de vote comme indice, afin de calculer la criticité.

Le groupe d'analyse fait évaluer quatre niveaux de criticité selon le tableau suivant :

Niveau	Valeur
Négligeable	$1 \leq C < 8$
Moyenne	$8 \leq C < 16$
Elevée	$16 \leq C < 24$
Interdite	$24 \leq C$

Tableau 15 : Les différents niveaux de criticité

L'étude AMDEC du convoyeur est dans l'**annexe II**.

On présente ci-dessous l'exemple de l'analyse AMDEC de l'inspectrice :

Eléments	Fonctions	Modes de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Modes de détection	Criticité			
						G	D	F	C
Les caméras d'inspection	*Inspection de l'état de toutes les caractéristiques et de l'état des bouteilles	*Dysfonctionnement	*Fatigue *Absence de contrôle périodique	*Pas d'inspection	Alarme	4	1	2	8
Les cellules photoélectriques	*Inspection des bouteilles	*Dysfonctionnement	*Fatigue *Absence de contrôle périodique	*Pas d'inspection	Alarme	3	1	3	9
Les réflecteurs	*Inspection des bouteilles	*Dysfonctionnement	*Fatigue *Absence de contrôle périodique	*Pas d'inspection	Alarme	3	1	3	9
Les miroirs	* Sert aux caméras d'inspection pour obtenir des images dans des angles bien définis	*Saleté *Cassure	*Dépôt de poussières sur les miroirs	*Pas d'inspection	Alarme	3	1	2	6

Les vitres de protection	*Protection des caméras d'inspection	*Cassures	*Collision des vitres de protection avec les bouteilles	*Absence de protection des caméras * Mauvaise inspection	Visuelle	3	2	3	18
Actionneurs	*Réglage vertical des unités d'inspection *Ajustage de la largeur de l'unité de guidage à courroie	*Blocage *Coincement	*Fuite d'air *Absence de contrôle périodique	*Collision entre les bouteilles et l'unité d'inspection *Chute bouteilles	Visuelle	2	2	1	4
Servomoteur	Commande automatique	*Arrêt servomoteur	*Court-circuit. *Surtension *Surintensité.	*Arrêt de l'inspectrice	Alarme	3	1	1	3
Les sources lumineuses LED	*Eclairage des bouteilles pour l'inspection	*Dysfonctionnement	*Lampes court-circuitées	*Mauvaise inspection	Alarme	3	2	2	12
Courroies de transport	*Transporter les bouteilles à l'intérieur de l'inspectrice	*Déchirure	*Courroies trop tendues	*Chute bouteilles *mauvais transport	Visuelle	3	2	3	18
Les galets de guidage à courroies	*Guidage des courroies à dents de scie	*Usure	*Frottement *Absence de contrôle périodique	*Désalignement des courroies à dents de scie	Visuelle	2	2	2	8
Vérins-tendeurs des courroies	*Tendre les courroies de transport	*Blocage *Coincement	*Fuite d'air *Absence de contrôle périodique	*Courroies non tendues	Visuelle	2	2	2	8
Les guides des bouteilles	*Guidages des bouteilles le long du convoyeur	*Usure *Déréglage	*Usure des supports des guides * Mauvaise fixation des guides	*Chute bouteilles	Visuelle	3	2	3	18

Les supports des guides	*Assurer l'alignement des guides	* Usure * Déréglage	*Déréglage des supports des guides	*Désalignement des guides	Visuelle	2	2	2	8
Les supports des cellules photoélectriques	*Assurer l'alignement des cellules photoélectriques	* Usure * Déréglage	*Déréglage des supports des cellules photoélectriques	*Désalignement des cellules photoélectriques	Visuelle	2	2	2	8
Chaines de convoyage	*Transport des bouteilles, caisses	*Usure *Cassure *Coincement	*Blocage des buses d'arrosage *Usure des glissières d'avancement	*Chute bouteilles et blocage	Visuelle	3	2	3	18
Glissières d'avancement des chaines	*Guidage des chaines de convoyage	*Usure *Cisaillement *Dégradation	*Absence d'entretien systématique *Frottement *Mauvaise alignement	*Dégradation des chaines de convoyage	Visuelle Bruit	2	3	2	12
Les vérins d'éjection	*Ejection des bouteilles non conformes	*Blocage *Coincement	*Fatigue *Mauvais asservissement	*Produit de non qualité *Chute bouteilles et bourrage	Visuelle	3	2	2	12

Tableau 16 : AMDEC de l'inspectrice

Résultats de l'analyse :

Le tableau ci-dessous présente les niveaux de criticité des différents éléments de l'inspectrice :

Niveau de criticité	Les éléments	Actions préventives associées
Moyenne	Les caméras d'inspection	*Contrôle périodique de l'état des caméras *Nettoyage périodique des vitres de protection
	Les cellules photoélectriques	*Contrôle périodique de l'état et l'alignement des cellules photoélectriques *Nettoyage périodique
	Les réflecteurs	*Contrôle périodique de l'état et l'alignement des réflecteurs *Nettoyage périodique
	Les sources lumineuses LED	*Contrôle périodique de l'état et l'alignement des LED *Nettoyage périodique
	Les galets de guidage à courroies	*Contrôle périodique de l'usure et de l'état des galets de guidage à courroies
	Tendeur des courroies	*Vérifier le bon fonctionnement des tendeurs des courroies * Contrôle des fuites d'air
	Les supports des guides	*Contrôle périodique de l'état et de l'alignement des supports
	Les supports des cellules photoélectriques	*Contrôle périodique de l'état et de l'alignement des supports
	Glissières d'avancement des chaînes	* Contrôle périodique des glissières d'avancement ; Changement en cas d'usure
	Les vérins d'éjection	*Contrôle périodique des vérins d'éjection. * Vérification de l'asservissement entre l'éjecteur et les unités d'inspection

		* Contrôle des fuites d'air
Elevée	Les vitres de protection	*Contrôle périodique de l'état des vitres de protection * Nettoyage périodique * Contrôle de déplacement de l'unité de guidage à courroies de dent de scie
	Courroies de transport	*Contrôle périodique de l'état et la tension des courroies ; Changement si défectueux
	Les guides des bouteilles	* Contrôle de l'état et de l'alignement des guides ; Changement si défectueux
	Les chaines de convoyage	* Contrôle périodique des chaines, des buses d'arrosages et des glissières d'avancement

Tableau 17 : Les différents niveaux de criticité et les actions préventives associées

Conclusion :


La phase d'analyse nous a permis de détecter les causes principales de dégradation des équipements critiques, ainsi que l'évaluation de ces causes et l'élaboration des actions préventives nécessaire à l'aide de l'analyse AMDEC des différents équipements critiques ; afin d'élaborer un plan de maintenance préventive de tous les équipements de la ligne verre 4 et les paramétrer sur le progiciel SAP.

Chapitre V : Phase 4 et 5 : « Innover » et « Contrôler »


Après avoir réalisé l'analyse AMDEC des différentes machines critiques. On va établir les plans de maintenance préventive des machines critiques et des autres machines de la ligne verre 4 en se basant sur la documentation technique pour toutes les machines de la ligne, et en additionnant les résultats de l'analyse AMDEC pour les machines critiques à savoir : l'inspectrice, la soutireuse et le convoyeur. Enfin, on va paramétrer ces PMP dans le progiciel SAP.

1. Plan de maintenance préventive :

1.1 Définition :

 Selon la Norme NF X60-010 « *La maintenance préventive est effectuée selon des critères prédéterminés dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu* ».

Les interventions sont prévues, préparées et programmées avant la date probable d'apparition d'une défaillance. En maintenance préventive, on trouve dans une première phase des visites périodiques permettant de suivre l'état du matériel et de connaître les lois de dégradation et les seuils d'admissibilité. Dans une seconde phase, lorsque le comportement du matériel est connu, on évolue vers la maintenance systématique.

 Selon la Norme NF X60-010 « *La maintenance préventive systématique est effectuée selon un échéancier établi suivant le temps ou le nombre d'unités d'usage* ».

Les interventions sont effectuées à intervalles fixes. Ces intervalles sont déterminés d'abord sur la base des préconisations du constructeur, puis ensuite en se basant sur les résultats recueillis lors des visites préventives périodiques.

1.2 La politique de maintenance actuelle :

La politique de maintenance actuelle adoptée au sein de la société générale des boissons gazeuses à Tit Melil se base essentiellement sur deux types de maintenance, il s'agit de la maintenance corrective et la maintenance systématique.

Cette politique de maintenance se trouve confrontée à plusieurs contraintes à savoir :

- ➡ Le manque de pièce de rechange ;
- ➡ Manque d'effectifs ;
- ➡ Le manque des pompes de rechanges ;
- ➡ Les contraintes de production qui exigent le maintien des équipements en marche avec des anomalies ;

1.3 La nouvelle politique de maintenance :

Les enjeux d'une maintenance efficace consistent à répartir les ressources disponibles vers des tâches ou des activités qui augmentent la rentabilité des équipements. Dans cet objectif, on tendra vers une diminution des activités de la maintenance corrective au profit de la maintenance préventive. L'objectif est d'adopter des actions préventives qui permettent d'augmenter la rentabilité, la fiabilité, et la disponibilité des équipements.

C'est un objectif réaliste que l'on peut espérer après quelques années d'implantation de cette politique de maintenance. Il serait donc bénéfique de percevoir cette nouvelle politique comme un investissement dans la fiabilité et la disponibilité des équipements de production, dont les retombées positives sont :

➤ **Une prolongation de la durée de vie du matériel :**

Les équipements étant suivis et inspectés régulièrement, on élimine au fur et à mesure de leur apparition les défauts mineurs qui pourraient les endommager.

➤ **Une amélioration de la productivité :**

La réduction du nombre d'arrêts imprévus de production et la planification des heures de réparation, pendant les heures creuses de production, permettent une optimisation de la productivité de l'entreprise.

➤ **Un coût de réparation moins élevé :**

Une pièce trop usée ou cassée, endommage d'autres pièces et occasionne souvent des dégâts et des coûts de réparation supérieurs à ceux d'une réparation effectuée avant rupture. Une réparation après rupture effectuée en urgence, se paie beaucoup plus cher qu'une intervention programmée et nécessite plus de pièces de rechange.

➤ **Une meilleure crédibilité du service de maintenance :**




La nécessité des réparations a diminué du fait que l'entretien est programmé et que l'état de santé des équipements sont bien archivés dans leurs dossiers. Cette méthodologie permet d'augmenter la crédibilité du service maintenance auprès de la production et même de la haute direction de l'entreprise.

1.4 Les plans de maintenance préventive de la ligne verre 4 :

D'après la définition précédemment vu de la maintenance préventive systématique. Les interventions sont effectuées à intervalles fixes.

Vu que les données de l'historique ne sont pas cohérentes entre celles du service de maintenance et celles du service de la production, le calcul de la MTBF est peu fiable, la détermination de la périodicité à partir des MTBF est pratiquement impossible, ce qui nous oblige à déterminer la périodicité des actions préventives à partir des catalogues constructeurs et sur l'expertise des agents de maintenance comme première ébauche.

Les plans de maintenance préventive des équipements de la ligne verre 4 sont élaborés en se basant sur trois sources :

-  La documentation technique.
-  Le retour d'expérience.
-  Les résultats de l'analyse AMDEC.

Le plan de maintenance préventive comporte sept colonnes à savoir : Les éléments, référence de l'opération à effectuer, les opérations élémentaires, la fréquence, la fréquence en heures, l'intervenant et l'état de la machine.

Les informations concernant les intervenants et l'état de la machine au moment de l'intervention sont regroupés dans les tableaux ci-dessous :

Intervenant préconisées	
Code	Libellé
Ex	Expert
M	mécanicien
E	Électricien
A	Automaticien
C	Conducteur machine


Tableau 17 : Les intervenants

Etat de la machine	
Code	Libellé
AHT	Arrêt Hors Tension
AST	Arrêt Sous Tension
MHP	En Marche Hors Production
MEP	En Marche En Production

Tableau 18 : Etat de la machine

Le plan de maintenance préventive des équipements de la ligne verre 4 à savoir : la soutireuse et les convoyeurs sont présentés dans l'**annexe 3**.

On présente ci-dessus un exemple de plan de maintenance préventive de l'inspectrice :

<u>Ligne verre 4 :</u>		Service maintenance						
Inspectrice Krones		Plan de Maintenance Préventive						
Eléments	REF Opération à effectuer	Opération élémentaire	Fréquence	Fréquence Heures	Intervenant	Etat machine		
Etat technique de la machine	A1	* Contrôle visuels de la présence des défauts, des fuites, des pièces manquantes ou libres. * Contrôle du bon fonctionnement.	J	8	C	MHP		
Dispositifs de sécurité et de protection	A2	* Contrôle des éléments de commande liés à la sécurité. * Contrôle des dispositifs de signalisation et d'avertissement. * Contrôle des dispositifs de protection, d'avertissement et d'indication. * Contrôle de sécurité et de protection.	J	8	C	AHT		
Unité de guidage à courroie	A3	* Contrôle de l'existence d'un corps étranger dans l'unité de guidage à courroie. * Vérification des guides à courroie. * Vérification de la courroie de transport en dents de scie.	J	8	C	AHT		
Unités d'inspection avec cellules photo-électriques	A4	* Contrôle de cellules photo-électriques, réflecteur et détectrices photo-électriques.	J	8	C	AHT		
Les capteurs	A5	* Contrôle de tous les éléments des capteurs (Emetteur, récepteur, verres de protection).	J	8	C	AHT		

Unités d'inspection avec systèmes à caméra	A6	* Contrôler des caméras, sources lumineuses, verres de protection, plaques de réflecteur. * Nettoyage des caméras, sources lumineuses, verres de protection, plaques de réflecteur.	J	8	C	AHT
Carters de protection de la machine	A7	* Nettoyage des vitres de protection.	J	8	C	AHT
Guidage à courroie	A8	* Nettoyage des guides à courroie et l'espace intermédiaire.	3 J	70	C	AHT
unités d'éclairage inférieures	B1	* Nettoyage des unités d'éclairage inférieures.	H	120	C	AHT
Machine complète	B2	* Nettoyage de la machine et ses pièces	H	120	C	AHT
Courroie de transport en dents de scie	B3	* Nettoyage de la courroie de transport en dents de scie. * Nettoyage des galets de guidage de la Courroie de transport en dents de scie. * Contrôle et ajustage de la tension de la courroie.	H	120	C	AHT
Les transporteurs	B4	* Contrôle de la surface de la chaîne et le jeu entre les maillons. * Contrôle périodique des chaînes, des buses d'arrosages et des glissières d'avancement.	H	120	M	AHT
Armoire Electrique	C1	Plan de maintenance préventive de l'armoire électrique	M	500	E	AHT
Les composants pneumatiques	C2	* Contrôle des branchements et des conduites.	M	500	M	AHT

Les courroies dentées	C3	* Contrôler la tension des courroies dentées. * Vérification de l'état des courroies dentées.	M	500	M	AHT
Les réducteurs	C4	* Contrôle des réducteurs.	M	500	M	AHT
Machine complète	D1	* Inspection générale	A	6000	M	AHT
Boîtier d'armoire électrique	D2	* Contrôle de l'état et de l'étanchéité. * Contrôle des branchements électriques.	A	6000	E	AHT

Tableau 19 : Plan de maintenance préventive de l'inspectrice

2. Paramétrage des plans de maintenances préventives de la ligne verre 4 :

Après avoir créé et optimisé les plans de maintenance préventive de la ligne verre 4, il est indispensable d'intégrer l'ensemble des informations qui s'y rapportent sur le système de gestion de la maintenance, à savoir SAP. Nous allons commencer par présenter le progiciel utilisé avant d'explicitier les étapes d'intégration des plans de maintenance de la ligne verre 4 de production.

2.1 Définition SAP :

Fondée à Waldorf (Allemagne) en 1972, SAP est le premier fournisseur mondial de logiciels interentreprises, et le troisième fournisseur mondial de logiciels. SAP emploie près de 28 900 personnes dans plus de 50 pays. Le produit phare de SAP, baptisé R/3, est le leader des ERP.

SAP R/3 : R pour Release, 3 pour troisième génération ; Il y a une release par évolution majeure => SAP est un système évolutif, à l'écoute du marché et tenant de répondre aux besoins des entreprises).


SAP est un logiciel qui ne se programme pas, mais qui se paramètre par le biais de table prédéfinis.

SAP c'est :

 Un module de base composé :

- ➡ D'une gestion de fichiers (principalement un SCBG).
- ➡ De plusieurs milliers de tables à paramétrer.
- ➡ De rapports standards prédéfinis.

- ➡ D'un module de programmation (langage de programmation de SAP qui de plus permet de coder ce qui est spécifique => non standard dans SAP, et de mettre en place des interfaces avec les autres applications et systèmes).

 Un ensemble de modules spécifiques :

- ➡ Modules principaux :
 - Gestion comptable
 - Ventes et expéditions
 - Ressources humaines
 - Gestion des matières
 - Gestion de la qualité
 - Suivi de la maintenance
 - Gestion de la production
 - Gestion des projets
 - Flux dans l'entreprise
- ➡ Les nouveaux modules (New Dimension Products) :
 - Gestion du planning
 - Gestion magasins
 - E Business
 - Gestion Clients
 - Gestion Achats

La structure SAP composée des modules de base se représente comme suit :



Figure 22 : Les modèles de SAP

2.2 Module PM (Plan de maintenance) :

Les buts du module PM sont :

- ➡ Gérer la maintenance (gestion d'un historique).
- ➡ Entretien préventifs.
- ➡ Entretien correctifs en cas de casse ou de panne.
- ➡ Eléments techniques (assemblages, équipements, localisation fonctionnelles).
- ➡ Ressources (outils, machines, matériels, planning, poste de travail, capacité).

Il permet de gérer tous les aspects de l'entreprise, mais également servir pour la maintenance chez les clients.

2.3 Paramétrage des PMP :

Selon SAP, la maintenance préventive est répartie en deux grandes catégories : La maintenance systématique, et la maintenance conditionnelle. La maintenance systématique et la maintenance préventive qui s'exécute à des intervalles réguliers. La maintenance conditionnelle est le type de maintenance préventive exécuté lorsqu'une condition correspond à une plage de valeurs définies.

Dans notre cas, nous nous focaliserons sur la maintenance systématique : les plans de maintenance des différentes machines de la ligne s'exécuteront de façon systématique dans des intervalles réguliers, selon les actions préventives élaborées pour chaque machine.

Les plans de maintenance systématique sous SAP sont à leur tour répartis en deux catégories, selon le type de planification choisi:

na bc Plans à cycle individuel : Pour ce type de plans, la planification se fait selon l'intervalle de temps selon lequel chaque plan de maintenance préventive apparaîtra sur le système, et devra être exécuté. Il faudra alors distinguer entre : Plan Quotidien, plan hebdomadaire, plan mensuel, plan trimestriel, ...

na bc Plans avec stratégies : En plus de la planification selon les intervalles de temps fixes comme pour les plans de cycle individuel, ce type de plan permet de rassembler plusieurs plan en un seul, même si leurs intervalles d'apparition sont différents. En effet, pour ce type de plan, il est possible de n'avoir qu'un seul plan préventif avec des opérations de différentes fréquences. Il faut définir une stratégie de paramétrage du plan préventif, et affecter une fréquence à chaque opération. Le système alors se chargera du calcul des intervalles de temps, et de l'affichage des actions préventives à réaliser. Le plan sera alors «dynamique», et son contenu changera en fonction des fréquences de temps.

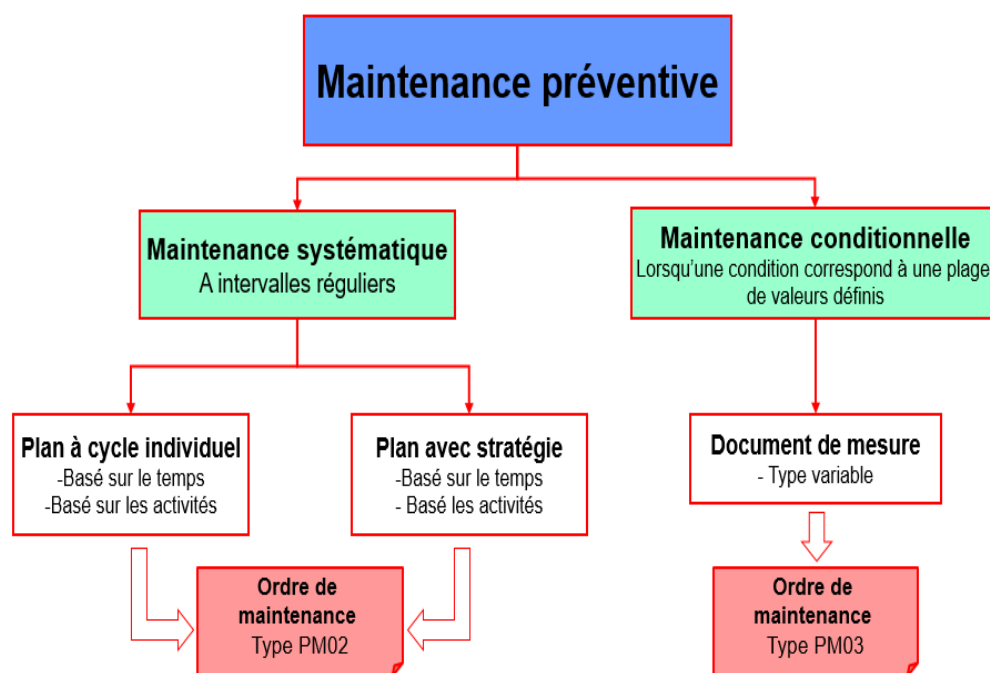


Figure 23 : Les formes de maintenance préventive sur SAP

La partie paramétrage des plans de maintenance préventive sur le progiciel SAP se fait en plusieurs étapes, à savoir : création de la gamme, création du plan et l'ordonnancement des plans.

2.3.1 Le plan de paramétrage des PMP :

Après avoir élaboré les PMP des équipements de la ligne verre 4, on a arrivé à l'étape du paramétrage de ces plans de maintenance préventive. On va présenter un extrait du plan de paramétrage des PMP est illustré dans **l'annexe III**.

Le tableau ci-dessous représente un extrait du plan de paramétrage des PMP :

Plan d'action de paramétrage des PMP LV4						
Equipement	N° SAP	poste resp	Plan de maintenance	Date de réalisation	Statut	% Réalisation
Soutireuse	5000038	OPR	Plan OPR Jour SOUTIREUSE GR4	2-mai-16	Fait	100%
		MEC	Plan MEC Hebdo SOUTIREUSE GR4	2-mai-16	Fait	
			PLAN MEC Mensuel SOUTIREUSE GR4	2-mai-16	Fait	
			Plan MEC Trimestriel SOUTIREUSE GR4	2-mai-16	Fait	
			Plan MEC Semestriel SOUTIREUSE GR4	2-mai-16	Fait	
			Plan MEC Annuel SOUTIREUSE GR4	2-mai-16	Fait	
		ELQ	Plan ELQ Mensuel SOUTIREUSE GR4	2-mai-16	Fait	
			Plan ELQ Trimestriel SOUTIREUSE GR4	2-mai-16	Fait	
			Plan ELQ Semestriel SOUTIREUSE GR4	2-mai-16	Fait	
Convoyeur à chaînes	5000042	MEC	Plan MEC Mensuel CONVOYEUR GR4	12-mai-16	Fait	100%
			Plan MEC Semestriel CONVOYEUR GR4	12-mai-16	Fait	
			Plan MEC Annuel CONVOYEUR GR4	12-mai-16	Fait	
		ELQ	Plan ELQ Hebdo CONVOYEUR GR4	12-mai-16	Fait	
			Plan ELQ Mensuel CONVOYEUR GR4	12-mai-16	Fait	
			Plan ELQ Mensuel CONVOYEUR GR4	12-mai-16	Fait	
Inspectrice Krones	5001740	OPR	Plan OPR JOUR INSPECTRICE GR4	16-mai-16	Fait	100%
			Plan OPR Hebdo INSPECTRICE GR4	16-mai-16	Fait	
		MEC	Plan MEC Hebdo INSPECTRICE GR4	16-mai-16	Fait	
			Plan MEC Mensuel INSPECTRICE GR4	16-mai-16	Fait	
			Plan MEC Semestriel INSPECTRICE GR4	16-mai-16	Fait	
			Plan MEC Annuel INSPECTRICE GR4	16-mai-16	Fait	
		ELQ	Plan ELQ Mensuel INSPECTRICE GR4	16-mai-16	Fait	

Tableau 20 : Extrait du plan de paramétrage des PMP sur SAP

2.3.2 Création de la gamme :

Chaque plan préventif sous SAP, possède une gamme propre à lui. Dans cette gamme, est défini l'équipement en question, à travers son code SAP, le poste responsable (Mécanique, Electrique, ou Opérateur), c.-à-d. qu'il s'agisse d'une gamme d'un plan préventif comportant des actions purement mécaniques, dont l'exécution sera la responsabilité de l'équipe des mécaniciens,

d'une gamme d'un plan préventif comportant des actions qui seront affectées à l'équipe des électriciens, ou bien d'une gamme d'un plan préventif comportant des actions généralement journalières, ne nécessitant presque aucune connaissance technique, et qui seront déléguées aux opérateurs et conducteurs des machines, tels que le nettoyage par exemple.

La figure suivante représente la première étape de création d'une gamme. Cette étape consiste à renseigner le code de l'équipement correspondant à la gamme à créer, et le jour de référence de création de la gamme.

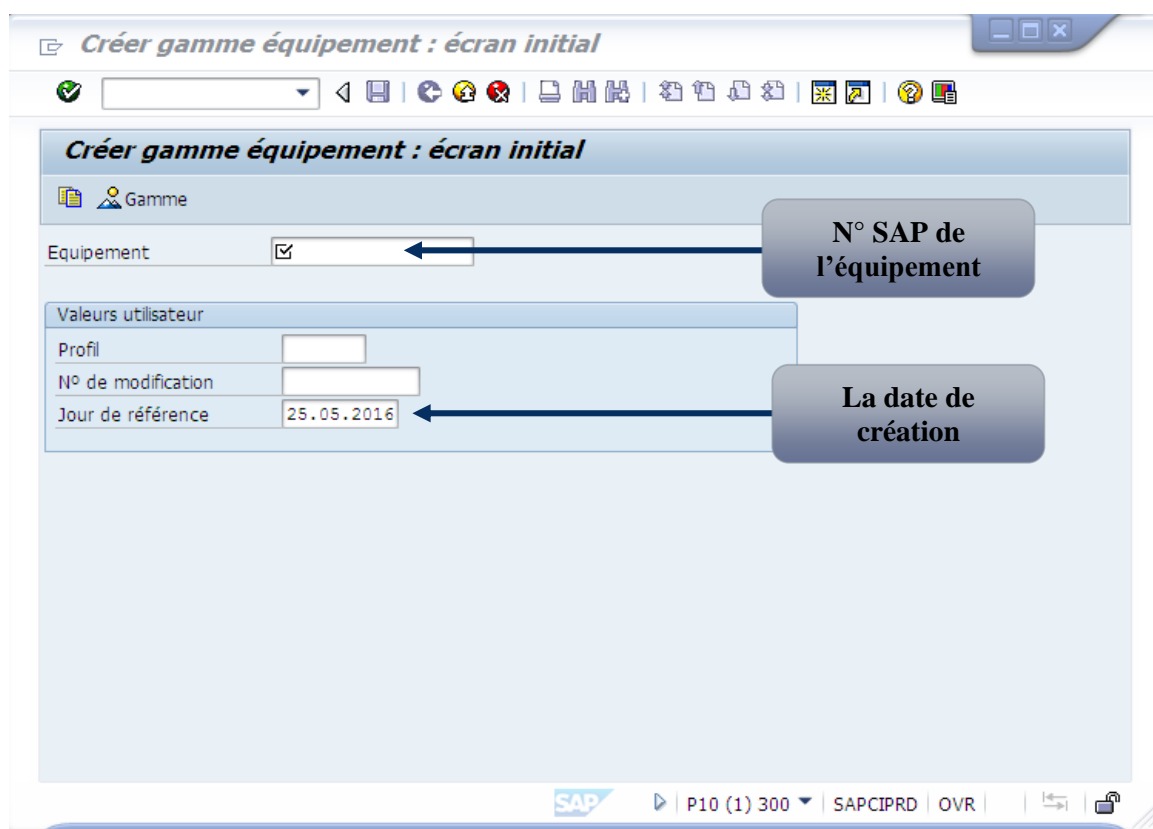


Figure 24 : 1ère étape lors de la création d'une gamme

Après avoir déterminé ces informations, le système génère une nouvelle fenêtre où l'utilisateur doit donner un nom à sa gamme, ainsi que renseigner certaines informations tel que le poste de travail qui interviendra et exécutera les actions comprises dans la gamme (mécanique, électrique, ou conducteurs de machines), le service, l'usine, et le type de stratégie d'entretien. Le choix du type de stratégie dépend entièrement du plan préventif à paramétrer. Il est possible de créer une nouvelle stratégie pour correspondre à la fréquence de réalisation du plan préventif à paramétrer. Dans notre cas, toutes les stratégies dont nous aurons besoin lors de la phase de paramétrage existent déjà sur le système, donc nous n'aurons pas besoin d'en créer.

Dans cet exemple, il s'agit d'une gamme pour un plan préventif mécanique hebdomadaire pour la machine Décaisseuse de la ligne Verre4.

The screenshot shows the SAP 'Créer gamme équipement : vue générale en-tête' window. The window title is 'Créer gamme équipement : vue générale en-tête'. The main content area displays the following information:

- Equipem. 5000001 DECAISSEUSE GR4 (Exe GR1)
- GrpeGammas 947 M101-PLAN MECANIQUE HEBD DECAISSEUSE GV4
- Groupe de gammes 947
- Cpteur grpe gammes 1 M101-PLAN MECANIQUE HEBD DECAISSEUSE GV4
- Division de planif. M101

Below this, the 'Affectations en-tête de gamme' section contains the following data:

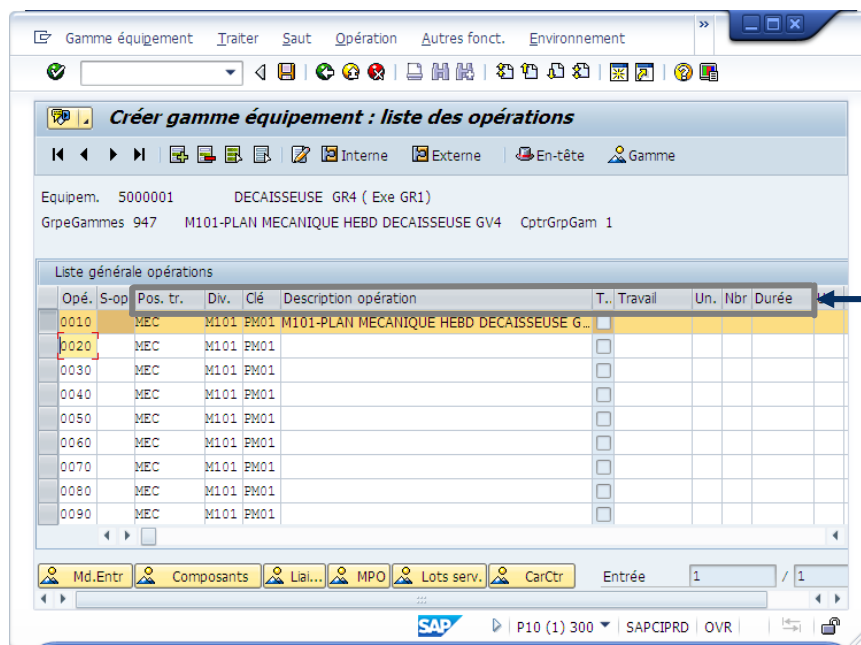
Poste de travail	MEC	/	M101 MECANIQUE
Utilisation	4	Maintenance	
Groupe gestionnaire	M10	Sce maint. Tit Mellil	
Statut de la gamme	4	OK pour toutes fonctions	
Etat immo.	0	en arrêt	
Stratégie d'entret.	N_HEBD	STRATEGIE HEBDOMADAIRE	
Sous-ensemble			

Annotations on the right side of the screenshot point to specific fields:

- 1- Poste de travail (points to 'MEC')
- 2- Utilisation (points to '4')
- 3- Groupe gestionnaire (points to 'M10')
- 4- Statut de la gamme (points to '4')
- 5- Etat de la machine (points to '0')
- 6- Stratégie d'entretien (points to 'N_HEBD')

Figure 25 : Renseignement des informations sur la gamme de la Décaisseuse

Ensuite, il faut renseigner les opérations préventives à exécuter. SAP offre la possibilité d'énumérer les différentes opérations préventives de la gamme, chacune dans une cellule du tableau ci-dessous, et de déterminer le nombre d'exécutants, la durée estimée de l'intervention ainsi que d'autres informations plus détaillées sur l'opération. Il est possible aussi de décrire l'opération ou bien de rajouter quelques spécificités, indiquer l'outillage à utiliser ... et cela dans la zone texte propre à chaque opération.

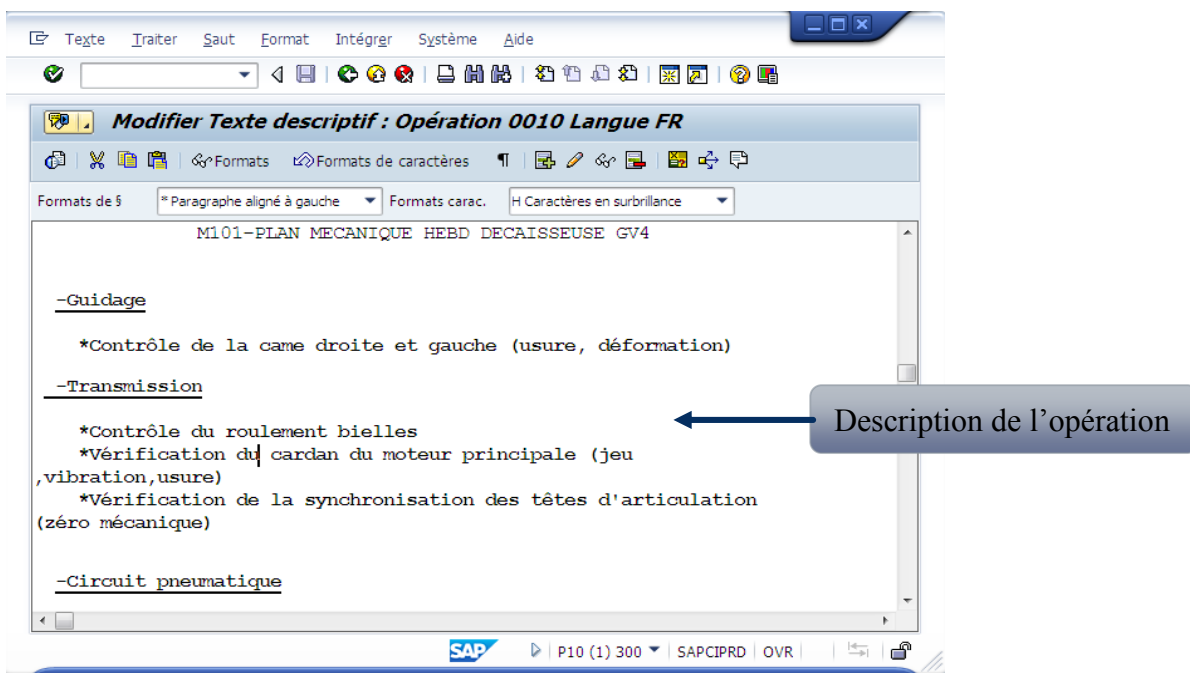


Opé.	S-op.	Pos. tr.	Div.	Clé	Description opération	T.	Travail	Un.	Nbr	Durée
0010		MEC	M101	FM01	M101-PLAN MECANIQUE HEBD DECAISSEUSE G...					
0020		MEC	M101	FM01						
0030		MEC	M101	FM01						
0040		MEC	M101	FM01						
0050		MEC	M101	FM01						
0060		MEC	M101	FM01						
0070		MEC	M101	FM01						
0080		MEC	M101	FM01						
0090		MEC	M101	FM01						

1. Le poste de travail.
2. Description opération.
3. Travail : Charge nécessaire à l'exécution du travail.
4. unité du temps de la charge.
5. Nombre de capacité nécessaire pour le travail.
6. Unité du temps de la durée normale du travail.

Figure 26 : Liste des opérations de maintenance préventive

Dans notre cas, nous n'énumérerons pas les actions préventives, mais nous utiliserons la cellule de l'opération pour indiquer le type de la gamme, et la zone de texte pour répartir et organiser les opérations par ensemble et sous-ensemble de la machine. Cette méthode permettra d'avoir une gamme organisée et beaucoup moins encombrée, et facilitera la tâche aux intervenants de maintenance.



**Figure 27 : La gamme mécanique du plan hebdomadaire
mécanique de la Décaisseuse**

Après avoir défini les opérations de maintenance préventive, il faut déterminer la fréquence d'exécution des opérations préventives. En effet, SAP offre la possibilité de déterminer une fréquence pour chaque opération ou action préventive du tableau. Le paramétrage des plans avec stratégie permet de rassembler plusieurs actions de différentes fréquences dans la même gamme.

Bien que nous n'ayons pas énuméré les actions dans le tableau, nous avons toujours besoin de déterminer une fréquence pour notre plan parmi celles proposées par la stratégie choisie.

Dans le cas traité, il s'agit d'une gamme d'un plan mécanique hebdomadaire de la Décaisseuse. La stratégie choisie est alors une stratégie hebdomadaire. Cette stratégie offre plusieurs possibilités : planifier des actions préventives avec une fréquence de réalisation d'une semaine, deux semaines, trois semaines...

Le plan à planifier est un plan hebdomadaire, donc nous avons choisis une semaine comme fréquence, et cela en cochant « 1 ».

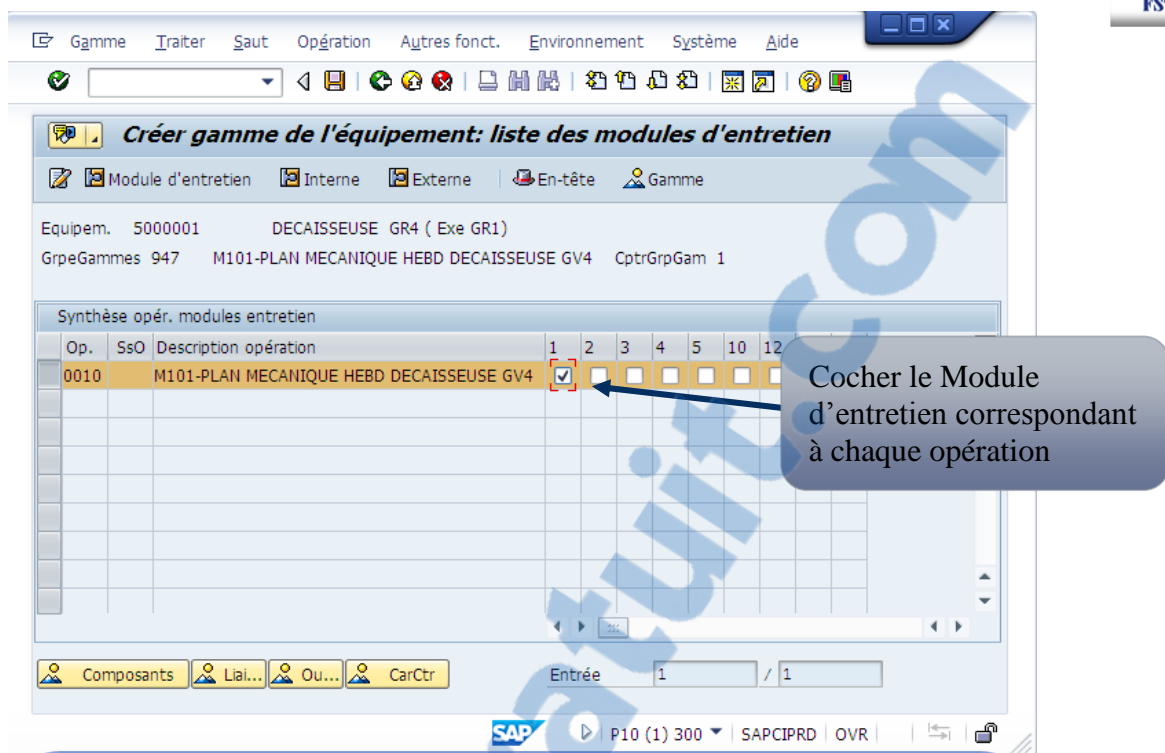


Figure 28 : La fréquence de réalisation du plan préventif de la Décaisseuse

Après avoir défini tous ces composants, il ne reste plus qu'enregistrer pour qu'un message s'affiche confirmant la création de la gamme.

2.3.3 Création du plan :

Avant de créer un plan, il faut tout d'abord définir la nature du plan à créer : un plan préventif conditionnel, un plan préventif systématique avec stratégie, ou bien un plan préventif systématique sans stratégie.

Le type de plan choisi par l'équipe de maintenance et qui sera programmé pour toutes les machines de la ligne Verre4, est le plan préventif systématique avec stratégie.

La création du plan préventif commence par déterminer certaines informations tels que le code de l'équipement, le poste responsable, l'état de la machine lors de l'intervention (en marche ou en arrêt), la stratégie de paramétrage, ...

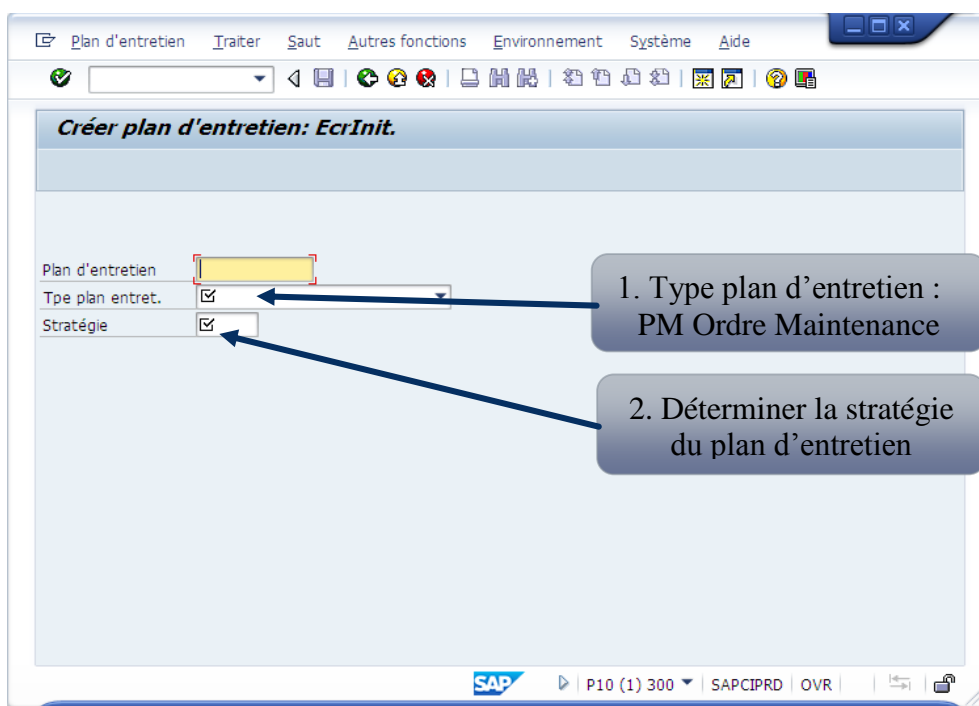


Figure 29 : 1ère étape lors de la création du plan préventif

Ensuite, il faut faire appel à la gamme déjà créée, qui contient les opérations et actions préventives. En lançant la recherche de la gamme, SAP effectue une recherche selon deux critères : le code de l'équipement, et la stratégie choisie. La recherche terminée, SAP affiche toutes les gammes concernant l'équipement en question et qui ont la même stratégie de paramétrage (ex : Le cas d'une gamme de plan mensuel regroupant les actions mécaniques, et une gamme de plan mensuel regroupant les actions électriques).

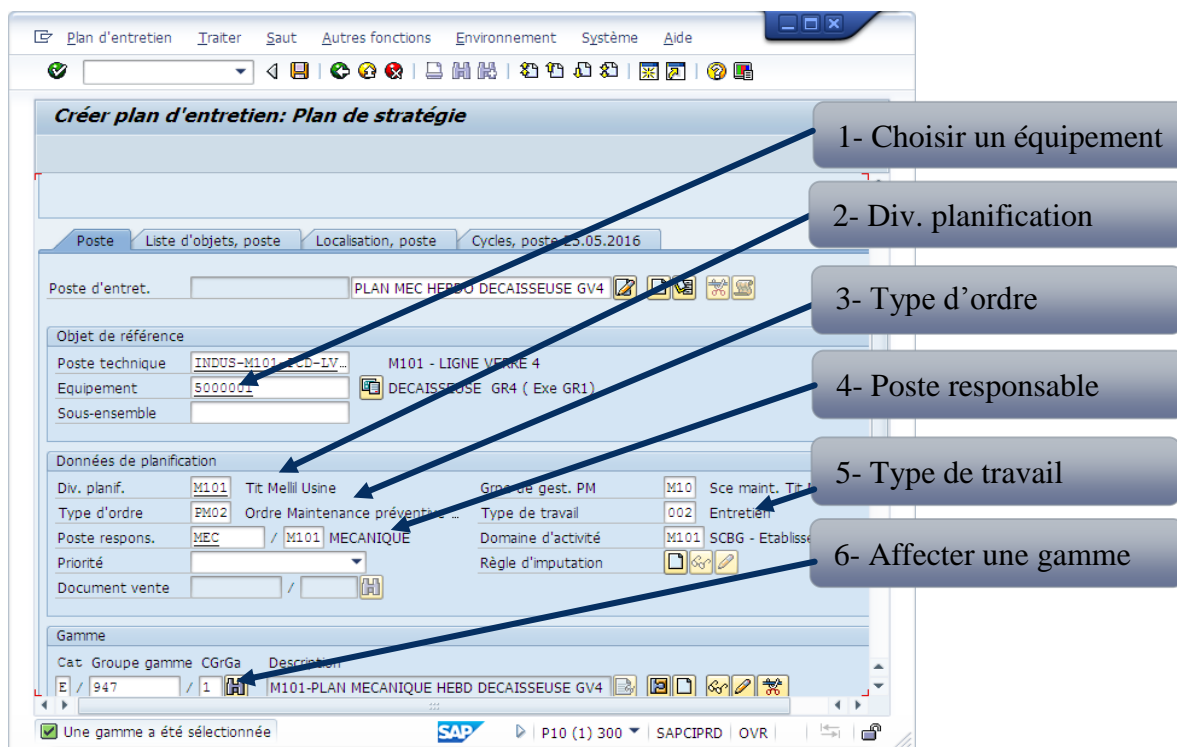


Figure 30 : Renseignement des informations et choix de la gamme du plan préventif

La gamme choisie, il ne reste plus qu'à enregistrer le plan préventif. Cependant, SAP offre plusieurs autres options qui permettent de faciliter la planification des actions préventives, sur système comme sur le terrain. Nous avons fait appel à deux d'entre ces options lors du paramétrage des plans préventifs. La première option permet de déterminer l'horizon d'ouverture, pour pouvoir voir les plans préventifs planifiés quelques jours avant leurs dates réelles de réalisation, laissant ainsi le temps au responsable (dans notre cas, le coordinateur technique de maintenance) pour planifier et affecter les actions de maintenance aux équipes de mécaniciens et électriciens. L'horizon d'ouverture est déterminé lors du paramétrage de chaque plan.

La deuxième option permet de déterminer l'intervalle d'appel de chaque plan, c.-à-d., un intervalle de temps que SAP prendra en considération pour afficher tous les plans qui devront être réalisés pendant cet intervalle. Cette option permet d'avoir une meilleure visibilité sur les plans à venir, et donc une meilleure planification des actions préventives.

Créer plan d'entretien: Plan de stratégie

Plan d'entretien: PLAN MEC HEBDO DECAISSEUSE GV4

E-T plan entret.

Cycles plan d'entretien 25.05.2016 Paramètres ordonnancement plan entretien Données supplémentaires

Détermination date

Fact. décal. trait. ret. %

Tolérance (+) %

Fact. déc. pr trait. ant. %

Tolérance (-) %

Facteur modif. cycle 1,00

Calendrier d'entreprise

Pilotage des appels

Horizon d'ouverture %

Intervalle d'appels JRS

Traitement obligat.

Code d'ordonnancement

Heure

Ordonn. - à jour fixe

Tps - cal. entreprise

Lancement ordonnancement

Début cycle

Poste Liste d'objets, poste Localisation, poste Cycles, poste 25.05.2016

Poste d'entret. PLAN MEC HEBDO DECAISSEUSE GV4

Objet de référence

Poste technique INDUS-M101-FCD-IV- M101 - LIGNE VERRE 4

Equipement 5000001 DECAISSEUSE GR4 (Exe GR1)

Sous-ensemble

SAP P10 (1) 300 SAPCIPRD OVR

Cliquer sur l'onglet :
**paramètres
Ordonnancement
plan entretien**

1. Horizon d'ouverture
2. Intervalle d'appel

Figure 31 : Détermination de l'horizon d'ouverture et de l'intervalle d'appel du plan

Une fois toutes ces informations renseignées, il ne reste plus qu'enregistrer le plan préventif. Avant d'enregistrer le plan, SAP génère une fenêtre où il est demandé de définir la date du début du cycle du plan. C'est sur cette date que le système se basera pour calculer les intervalles de temps et fréquences, et générera les plans préventifs.

Après avoir enregistré le plan, un message comprenant le numéro du plan confirme l'enregistrement. Le système affecte un numéro à chaque plan créé de manière automatique, et c'est ce numéro que nous utiliserons pour faire appel au plan lors de l'ordonnancement de ce dernier.

2.3.4 Ordonnancement du plan :

Une fois le plan préventif créé, nous passons à la dernière étape du paramétrage qui est l'ordonnancement. C'est l'étape où SAP commence à calculer les intervalles de temps et à afficher les plans sur le système.

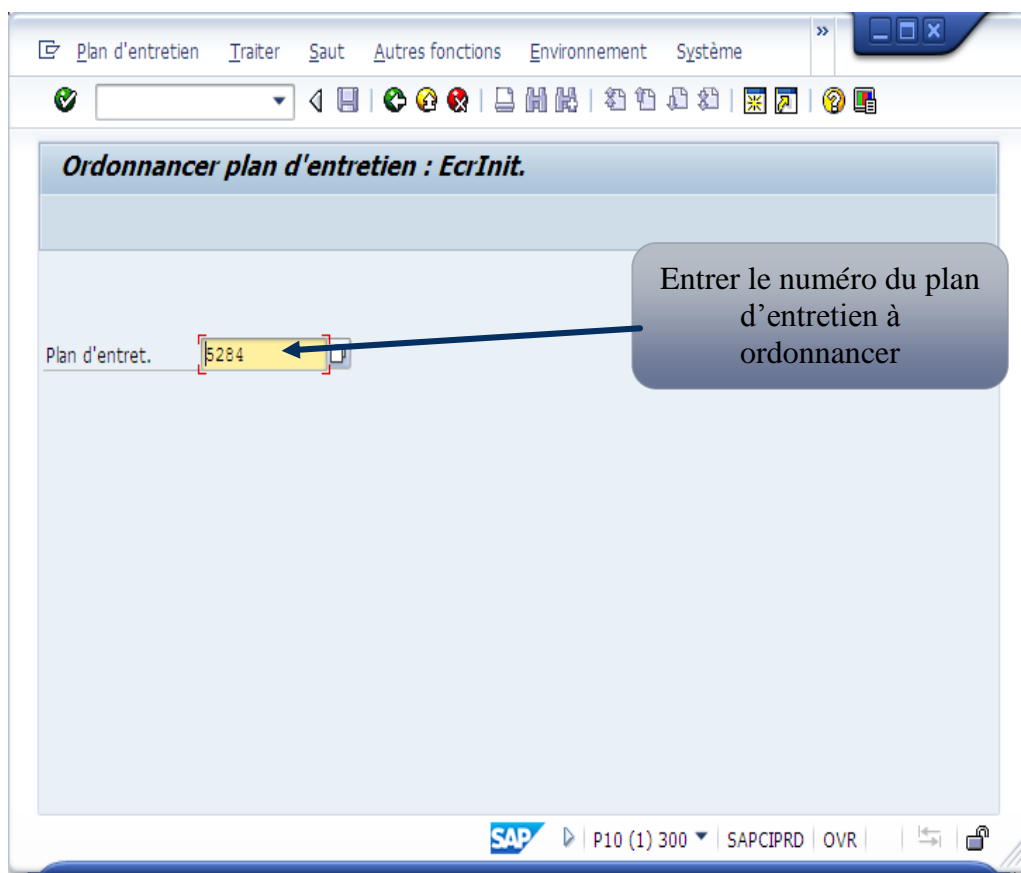


Figure 32 : 1ère étape de l'ordonnancement d'un plan préventif

La première étape de l'ordonnancement est d'entrer le numéro du plan préventif à ordonnancer. Généralement, SAP affiche par défaut le numéro du dernier plan créé, mais ce dernier peut être modifié.

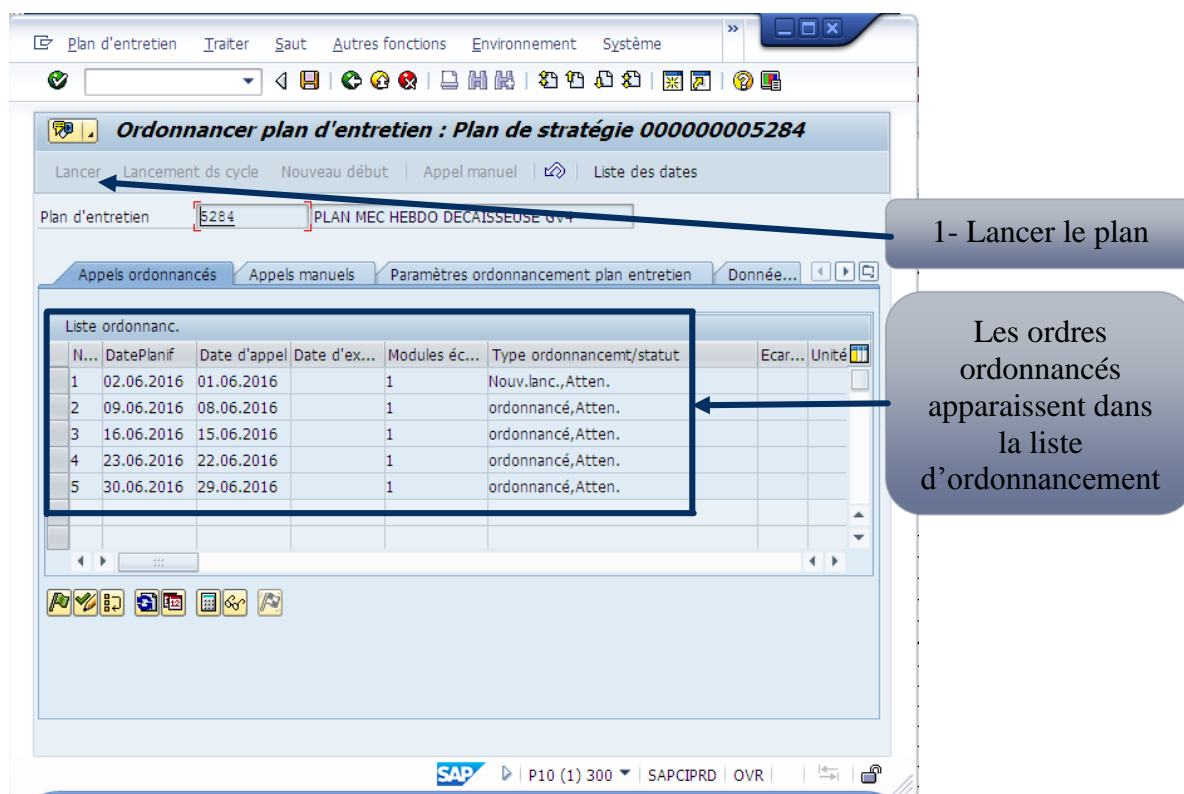


Figure 33 : Ordonnancement du plan préventif hebdomadaire de la Décaisseuse

La 2^{ème} et dernière étape de l'ordonnancement du plan est le lancement. Mais avant de lancer le plan, SAP demande de confirmer la date du début de cycle renseignée lors de la création du plan. La date confirmée, le système affiche les plans en attente qui devront être réalisés pendant l'intervalle d'appel définis lors de la création de ces derniers, tout en précisant la date de planification, la date d'appel, ainsi que le type d'ordonnement et le statut de chacun d'entre eux. Après avoir enregistré l'ordonnement, SAP commence le calcul des intervalles de temps et fréquences en se basant sur la date du début de cycle du plan comme référence, et générera le plan une fois sa date de planification arrivée.

3. Taux de réalisation des PMP :

Le taux de réalisation des plans de maintenance préventive est le ratio de nombre des PMP réalisés sur le nombre des PMP programmés des différentes machines de la ligne verre 4. Cela permet de suivre la réalisation de la maintenance préventive dans la ligne verre 4, afin de généraliser l'implantation de ce projet sur le reste des lignes de la SCBG.

Le Mois	Les PMP programmés des équipements			Les PMP réalisés des équipements			Taux de réalisation des PMP		
	Inspectrice	Soutireuse	Convoyeurs	Inspectrice	Soutireuse	Convoyeurs	Inspectrice	Soutireuse	Convoyeurs
Juin	42	41	32						
Juillet	40	36	30						
Août	40	36	30						
Septembre	40	38	30						
Octobre	40	36	30						
Novembre	40	36	30						
Décembre	41	40	31						
Total	283	263	213						

Tableau 21 : Taux de réalisation des plans de la maintenance préventive des équipements critiques

Conclusion :

La phase innover nous a permis de générer des plans de maintenance préventive pour les différents équipements de la ligne verre 4, ce qui conduit à l'augmentation de la disponibilité et la réduction du temps d'arrêts des machines. La phase contrôler nous a permis de paramétrer les PMP des différents équipements de la ligne verre 4 et de faire un contrôle des interventions préventives systématiques des équipements critiques, afin d'assurer la réalisation des plans de maintenance préventive.

Conclusion générale :

Apport personnels :

Cette expérience nous a permis de renforcer nos capacités d'intégration au sein d'une équipe pluridisciplinaire, que ce soit des responsables, des conducteurs ou d'autres stagiaires, chacun nous a aidé à sa propre manière en partageant leurs connaissances et savoirs.

Nous avons également pu concrétiser notre savoir acquis lors de notre parcours, en nous inspirant des principes de gestion de la maintenance, la production et des outils informatiques.

Apports techniques :

Notre stage nous a aussi permis de découvrir l'industrie agroalimentaire ainsi que ses différents moyens de production, l'importance d'une bonne organisation des ressources et les opportunités d'amélioration existantes.

Apports pour l'entreprise :




Notre tâche dans la SCBG, était d'établir les plans de maintenance préventive de tous les équipements de la ligne verre 4, afin d'obtenir un meilleur rendement des différents équipements, éviter les arrêts machine, générateurs de perte de temps et d'argent et diminuer les coûts de maintenance en anticipant les problèmes. Pour ce faire, nous avons généré un nombre assez important des actions préventives dans l'analyse AMDEC, et ceci après la recherche des causes racines qui ont contribué d'une manière directe ou indirecte à l'augmentation du temps d'arrêts des machines dû aux pannes.

Pour garantir et assurer la réalisation des plans de maintenance préventive, nous avons paramétré ces PMP sur le progiciel SAP.

Finalement, nous avons établi un indicateur qui permet de mesurer le taux de réalisation de la maintenance préventive chaque mois pour chacun des équipements critiques de la ligne verre 4.

Bibliographie :

Les ouvrages :

-  Mettre en œuvre la démarche DMAIC – Caroline Fréchet-
-  ADEPA-CETIM-UTC « Auto diagnostics de la fonction maintenance », Publication du CETIM, 1995
-  Documentation technique de la SCBG.

Webographie :

-  <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/six-sigma/six-sigma-les-basiques/173-sipoc>
-  <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/new-tech/Modules-SAP.html>
-  <http://www.bazin-conseil.fr/amdec.html>
-  <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/methodes-optimisation/5M-ishikawa.html>
-  <http://www.sidel.com>

Annexe I : Les fiches ADEPA-CETIM

GESTION DES EQUIPEMENTS	Planche n°1
-------------------------	-------------

	Affirmation concernant la gestion des équipements	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
101	On a un inventaire de l'emplacement de nos équipements		X		
102	Cet inventaire est tenu à jour (modifications, suppressions, ajouts...)		X		
103	Il existe une codification qui découpe les équipements jusqu'à la pièce de rechange			X	
104	Pour chaque équipement, on connaît les conditions de bon fonctionnement		X		
105	Pour chaque équipement, on connaît les conditions d'intervention	X			
106	Pour chaque équipement, on connaît les pièces de rechange		X		
107	Pour chaque équipement, on connaît les outillages nécessaires		X		
108	Pour chaque équipement, on possède l'historique des travaux		X		
109	Les numéros machines ou codes sont facilement visibles		X		
110	Pour chaque équipement, on possède les plans et schémas à jour			X	
11	Il est possible de retrouver rapidement les interventions réalisées sur un équipement			X	
112	Pour chaque équipement, on connaît le degré d'urgence de réparation		X		

113	Les historiques analysés assez souvent			X	
114	Chaque équipement possède un numéro d'identification unique	X			
115	Chaque équipement possède un dossier technique			X	

Partie réservée aux méthodes

	Affirmation concernant la gestion des équipements	Note	éliminatoire	
			1 ^{er} niveau	2 nd niveau
101	On a un inventaire de l'emplacement de nos équipements	0.7		
102	Cet inventaire est tenu à jour (modifications, suppressions, ajouts...)	0.7		
103	Il existe une codification qui découpe les équipements jusqu'à la pièce de rechange	0.3	X	
104	Pour chaque équipement, on connaît les conditions de bon fonctionnement	0.7		
105	Pour chaque équipement, on connaît les conditions d'intervention	1		
106	Pour chaque équipement, on connaît les pièces de rechange	0.7		
107	Pour chaque équipement, on connaît les outillages nécessaires	0.7		
108	Pour chaque équipement, on possède l'historique des travaux	0.7		
109	Les numéros machines ou codes sont facilement visibles	0.7		
110	Pour chaque équipement, on possède les plans et schémas à jour	0.3	X	
11	Il est possible de retrouver rapidement les interventions réalisées sur un équipement	0.3	X	
112	Pour chaque équipement, on connaît le degré d'urgence de réparation	0.7		

113	Les historiques analysés assez souvent	0.3	X	
114	Chaque équipement possède un numéro d'identification unique	1		
115	Chaque équipement possède un dossier technique	0.3	X	
Total		9.1/15		

GESTION DE 1^{ER} NIVEAU (GRAISSAGE, LUBRIFICATION,...)	Planche n°2
--	--------------------

	Affirmation concernant la gestion de 1^{er} niveau (graissage, lubrification,...)	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
201	On utilise des fiches formalisant les opérations de graissage pour chaque équipement important			X	
202	Il existe un moyen connu de déclenchement des opérations			X	
203	On utilise des fiches de suivi des interventions de graissage (par semaine, par mois,...)			X	
204	On a un moyen de saisie ou d'enregistrement des anomalies détectées lors d'une intervention	X			
205	Les interventions de graissage sont planifiées		X		
206	Le suivi des opérations de graissage et régulière mis à jour			X	
207	Il existe un historique tenant compte de l'activité des machines et des appoints en lubrifiants			X	
208	Il existe une nomenclature et un suivi des produits de maintenance 1 ^{er} niveau			X	

Partie réservée aux méthodes

	Affirmation concernant la gestion des équipements	Note	éliminatoire	
			1 ^{er} niveau	2 nd niveau
201	On utilise des fiches formalisant les opérations de graissage pour chaque équipement important	0.3	X	
202	Il existe un moyen connu de déclenchement des opérations	0.3	X	
203	On utilise des fiches de suivi des interventions de graissage (par semaine, par mois,...)	0.3	X	
204	On a un moyen de saisie ou d'enregistrement des anomalies détectées lors d'une intervention	1		
205	Les interventions de graissage sont planifiées	0.7		
206	Le suivi des opérations de graissage et régulière mis à jour	0.3	X	
207	Il existe un historique tenant compte de l'activité des machines et des appoints en lubrifiants	0.3	X	
208	Il existe une nomenclature et un suivi des produits de maintenance 1 ^{er} niveau	0.3	X	
Total		3.5/8		

GESTION DES STOCKS ET PIECES DE RECHANGE	Planche n°3
---	--------------------

	Affirmation concernant la gestion des stocks et des pièces de rechange	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
301	On utilise une procédure formalisée pour les demandes d'achat (DA)	X			
302	Les articles stockés sont codifiés	X			



303	Il existe des fiches techniques pour chaque pièce de rechange spécifique			X	
304	Les pièces obsolètes sont éliminées si besoin			X	
305	Le niveau du stock et sa valeur sont connus par le service maintenance		X		
306	Les pièces sont correctement rangées, identifiées et localisées dans un magasin	X			
307	Pour chaque pièce, on connaît le(s) fournisseur(s)			X	
308	Pour chaque pièce stockée, on connaît le délai d'approvisionnement		X		
309	Les pièces interchangeables (standards) sont connues et identifiées	X			
310	La maintenance possède son magasin		X		
311	Les pièces rapidement livrables sont disponibles chez nos fournisseurs			X	
312	Il existe une gestion formalisée des entrées/sorties magasins	X			
313	Le seuil de sécurité, ou de réapprovisionnement du stock est défini (pour les pièces critiques)			X	
314	Les consommations sont analysées			X	

Partie réservée aux méthodes

	Affirmation concernant la gestion des stocks et des pièces de rechange	Note	éliminatoire	
			1 ^{er} niveau	2 nd niveau
301	On utilise une procédure formalisée pour les demandes d'achat (DA)	1		
302	Les articles stockés sont codifiés	1		
303	Il existe des fiches techniques pour chaque pièce de rechange spécifique	0.3	X	
304	Les pièces obsolètes sont éliminées si besoin	0.3	X	

305	Le niveau du stock et sa valeur sont connus par le service maintenance	0.7		
306	Les pièces sont correctement rangées, identifiées et localisées dans un magasin	1		
307	Pour chaque pièce, on connaît le(s) fournisseur(s)	0.3	X	
308	Pour chaque pièce stockée, on connaît le délai d'approvisionnement	0.7		
309	Les pièces interchangeables (standards) sont connues et identifiées	1		
310	La maintenance possède son magasin	0.7		
311	Les pièces rapidement livrables sont disponibles chez nos fournisseurs	0.3	X	
312	Il existe une gestion formalisée des entrées/sorties magasins	1		
313	Le seuil de sécurité, ou de réapprovisionnement du stock est défini (pour les pièces critiques)	0.3	X	
314	Les consommations sont analysées	0.3	X	
Total		8.9/14		

GESTION DES TRAVAUX	Planche n°4
----------------------------	--------------------

	Affirmation concernant la gestion des travaux	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
401	On sait hiérarchiser les appels à la maintenance en fonction de l'importance de l'équipement		X		
402	Il existe un moyen connu de déclenchement des interventions de type DI/OT/BT		X		
403	Les DI sont suivies (enregistrement, choix, ventilation, planification)		X		

404	Un compte-rendu est établi après chaque intervention (RI)			X	
405	Une structure travaux neufs est en place		X		
406	Il existe une gestion des différents travaux correctifs, préventifs ...		X		
407	Il existe une structure d'appel et de suivi des travaux sous traités ou co-traités		X		
408	Les contraintes de la production sont prises en compte dans la gestion des travaux	X			
409	Il existe des gammes opératoires pour les travaux complexes		X		
410	Les consignes de sécurité à respecter sont données par un document spécifique	X			
411	Il existe un moyen connu de gestion des propriétés pour le déclenchement des DI	X			
412	Les OT/BT/RI sont classés et archivés suivant chaque équipement		X		

Partie réservée aux méthodes

	Affirmation concernant la gestion des travaux	Note	éliminatoire	
			1 ^{er} niveau	2 nd niveau
401	On sait hiérarchiser les appels à la maintenance en fonction de l'importance de l'équipement	0.7		
402	Il existe un moyen connu de déclenchement des interventions de type DI/OT/BT	0.7		
403	Les DI sont suivies (enregistrement, choix, ventilation, planification)	0.7		
404	Un compte-rendu est établi après chaque intervention (RI)	0.3	X	
405	Une structure travaux neufs est en place	0.7		
406	Il existe une gestion des différents travaux correctifs, préventifs ...	0.7		

407	Il existe une structure d'appel et de suivi des travaux sous traités ou co-traités	0.7		
408	Les contraintes de la production sont prises en compte dans la gestion des travaux	1		
409	Il existe des gammes opératoires pour les travaux complexes	0.7		
410	Les consignes de sécurité à respecter sont données par un document spécifique	1		
411	Il existe un moyen connu de gestion des propriétés pour le déclenchement des DI	1		
412	Les OT/BT/RI sont classés et archivés suivant chaque équipement	0.7		
Total		8.9/12		

ANALYSE F.M.D.S (FIABILITE, MAINTENANCE, DISPONIBILITE, SECURITE)	Planche n°5
--	--------------------

	Affirmation concernant l'analyse de la sûreté de fonctionnement	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
501	Il existe une structure et un formalisme pour enregistrer les informations			X	
502	Chaque intervention est classée et archivée	X			
503	Chaque intervention est analysée (coûts, temps)		X		
504	Les analyses sont compilées afin de réaliser des indicateurs et/ou un tableau de bord			X	
505	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de bon fonctionnement		X		
506	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de temps d'intervention			X	
507	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de disponibilité		X		

508	Pour les équipements stratégiques, on connaît les conditions d'intervention		X		
509	On dispose de matériel pour faire type de maintenance			X	
510	Les performances sont suivies (par équipement, par machine...)			X	
511	On possède l'historique des travaux pour chaque équipement			X	
512	Les historiques sont analysés assez souvent			X	
513	L'efficacité de la fonction maintenance est contrôlée		X		

Partie réservée aux méthodes

	Affirmation concernant l'analyse de la sûreté de fonctionnement	Note	éliminatoire	
			1 ^{er} niveau	2 nd niveau
501	Il existe une structure et un formalisme pour enregistrer pour les informations	0.3	X	
502	Chaque intervention est classée et archivée	1		
503	Chaque intervention est analysée (coûts, temps)	0.7		
504	Les analyses sont compilées afin de réaliser des indicateurs et/ou un tableau de bord	0.3	X	
505	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de bon fonctionnement	0.7		
506	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de temps d'intervention	0.3	X	
507	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de disponibilité	0.7		
508	Pour les équipements stratégiques, on connaît les conditions d'intervention	0.7		
509	On dispose de matériel pour faire type de maintenance	0.3	X	

510	Les performances sont suivies (par équipement, par machine...)	0.3	X	
511	On possède l'historique des travaux pour chaque équipement	0.3	X	
512	Les historiques sont analysés assez souvent	0.3	X	
513	L'efficacité de la fonction maintenance est contrôlée	0.7		
Total		6.6/13		

ANALYSE DES COÛTS	Planche n°6
--------------------------	--------------------

	Affirmation concernant l'analyse des coûts	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
601	La maintenance gère son budget		X		
602	On peut connaître rapidement la situation budgétaire de la maintenance		X		
603	Le budget est ventilé par type de maintenance		X		
604	La comptabilité du service suit l'évolution des coûts budgétisés, engagés, réalisés		X		
605	La ventilation des coûts se fait par nature équipements, par type d'intervention...			X	
606	Le service maintenance est autonome pour l'achat en-dessous d'un coût plafond			X	
607	Il existe une gestion des interventions externes (sous-traitance, co-traitance...)		X		
608	La valeur du stock des pièces de rechange est connue	X			
609	Pour les équipements stratégiques, on connaît les coûts de maintenance		X		
610	Les résultats de l'activité maintenance, en terme des coûts, sont affichés et visibles par tous		X		

Partie réservée aux méthodes

	Affirmation concernant l'analyse des coûts	Note	Eliminatoire	
			1 ^{er} niveau	2 nd niveau
601	La maintenance gère son budget	0.7		
602	On peut connaître rapidement la situation budgétaire de la maintenance	0.7		
603	Le budget est ventilé par type de maintenance	0.7		
604	La comptabilité du service suit l'évolution des coûts budgétisés, engagés, réalisés	0.7		
605	La ventilation des coûts se fait par nature équipements, par type d'intervention...	0.3	X	
606	Le service maintenance est autonome pour l'achat en-dessous d'un coût plafond	0.3	X	
607	Il existe une gestion des interventions externes (sous-traitance, cotraitance...)	0.7		
608	La valeur du stock des pièces de rechange est connue	1		
609	Pour les équipements stratégiques, on connaît les coûts de maintenance	0.7		
610	Les résultats de l'activité maintenance, en terme des coûts, sont affichés et visibles par tous	0.7		
Total		6.5/10		

BASE DE DONNEES (HISTORIQUE, ARCHIVAGE, CONSULTATION...)	Planche n°7
---	--------------------

	Affirmation concernant l'analyse des coûts	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
701	On enregistre l'avancement des travaux pour les interventions longues et importantes	X			
702	Il existe une base de données fournisseurs (coûts, qualité, délais)		X		

703	Il existe une méthode d'archivage adaptée et suffisante		X		
704	Un tableau de bord est édité régulièrement			X	
705	On dispose d'outils informatiques pour gérer l'activité		X		
706	On peut consulter l'historique des travaux pour chaque équipement			X	
707	Un dossier technique est archivé et tenu à jour pour les équipements stratégiques		X		
708	Pour chaque équipement, on possède les plans et schémas à jour			X	
709	Les catalogues fournisseurs et les documentaires techniques sont facilement accessibles			X	

Partie réservée aux méthodes

	Affirmation concernant l'analyse des coûts	Note	Eliminatoire	
			1 ^{er} niveau	2 nd niveau
701	On enregistre l'avancement des travaux pour les interventions longues et importantes	1		
702	Il existe une base de données fournisseurs (coûts, qualité, délais)	0.7		
703	Il existe une méthode d'archivage adaptée et suffisante	0.7		
704	Un tableau de bord est édité régulièrement	0.3	X	
705	On dispose d'outils informatiques pour gérer l'activité	0.7		
706	On peut consulter l'historique des travaux pour chaque équipement	0.3	X	
707	Un dossier technique est archivé et tenu à jour pour les équipements stratégiques	0.7		
708	Pour chaque équipement, on possède les plans et schémas à jour	0.3	X	

709	Les catalogues fournisseurs et les documentaires techniques sont facilement accessibles	0.3	X	
Total		5/10		

PLANIFICATION-PREVENTION	Planche n°8
--------------------------	-------------

	Affirmation concernant la base de données	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
801	La planification est réalisée suivant la disponibilité des équipements du plan de production		X		
802	La planification est réalisée suivant la disponibilité des ressources humaines		X		
803	La planification est réalisée suivant la disponibilité des outillages et pièces		X		
804	On sait affecter les ressources en fonction des besoins (temps, procédures, outillages,...)		X		
805	Les interventions préventives sont planifiées	X			
806	La charge de travail à effectuer est maîtrisée		X		
807	On émet régulièrement un rapport d'activité de la charge (planifié, en cours, réalisé)	X			
808	Le suivi et l'adaptation des actions préventives est assuré par une personne de service		X		
809	Il existe un planning hebdomadaire de lancement des travaux (neufs, correctifs, d'amélioration ...)		X		
810	Les interventions externes (co-traitance) sont gérées préparées ...		X		
811	On visualise facilement l'état d'avancement des travaux		X		
812	Il existe un moyen de choisir le(s) intervenant(s) le(s) plus adapté(s) à l'intervention			X	

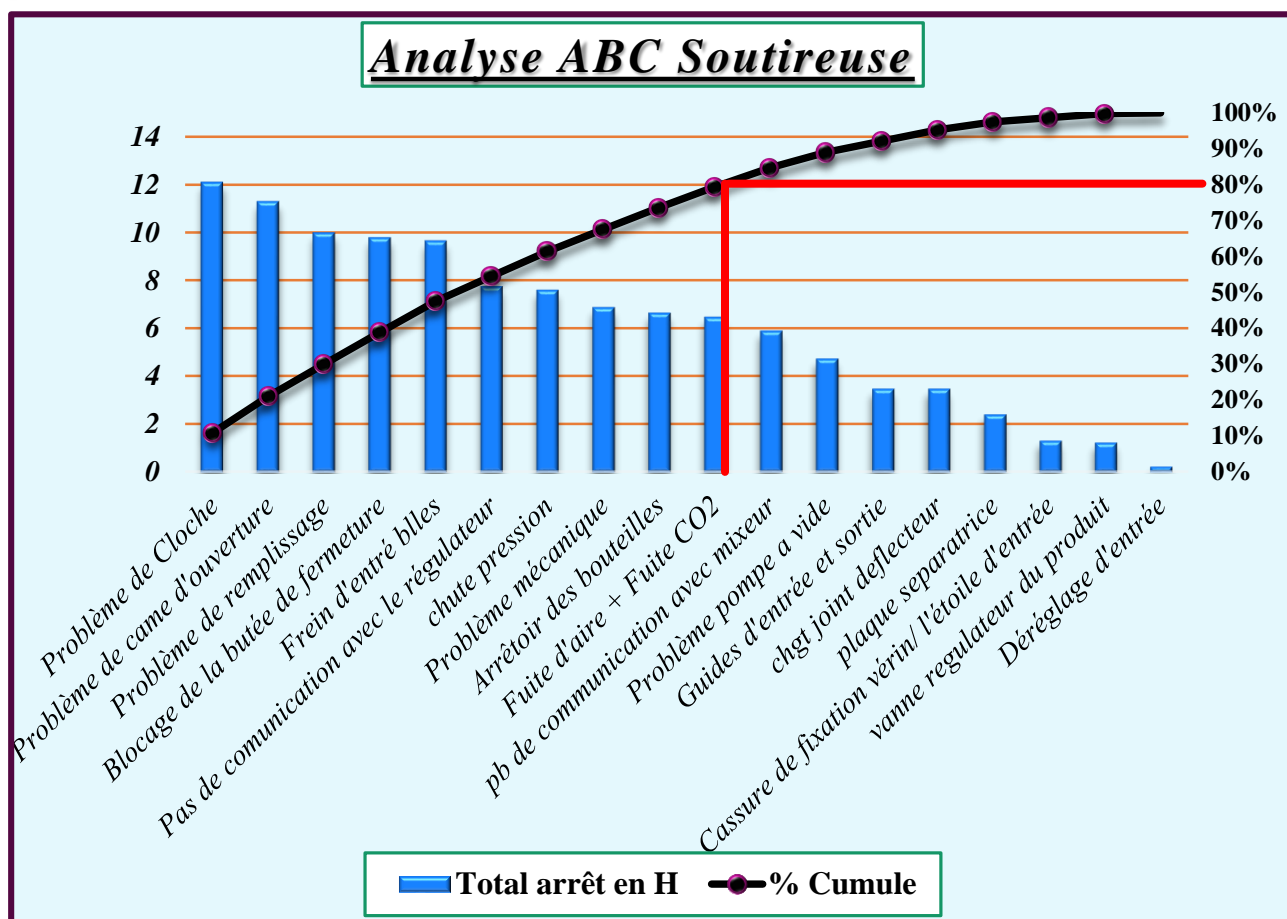
Partie réservée aux méthodes

	Affirmation concernant la base de données		éliminatoire	
			1 ^{er} niveau	2 nd niveau
801	La planification est réalisée suivant la disponibilité des équipements du plan de production	0.7		
802	La planification est réalisée suivant la disponibilité des ressources humaines	0.7		
803	La planification est réalisée suivant la disponibilité des outillages et pièces	0.7		
804	On sait affecter les ressources en fonction des besoins (temps, procédures, outillages,...)	0.7		
805	Les interventions préventives sont planifiées	1		
806	La charge de travail à effectuer est maîtrisée	0.7		
807	On émet régulièrement un rapport d'activité de la charge (planifié, en cours, réalisé)	1		
808	Le suivi et l'adaptation des actions préventives est assuré par une personne de service	0.7		
809	Il existe un planning hebdomadaire de lancement des travaux (neufs, correctifs, d'amélioration ...)	0.7		
810	Les interventions externes (co-traitance) sont gérées préparées	0.7		
811	On visualise facilement l'état d'avancement des travaux	0.7		
812	Il existe un moyen de choisir le(s) intervenant(s) le(s) plus adapté(s) à l'intervention	0.3	X	
Total		8.6/ 13		

Annexe II : Pareto, Ishikawa, 5 Pourquoi et l'AMDEC de la soutireuse et le convoyeur

nabc Pareto du temps d'arrêts de la soutireuse :

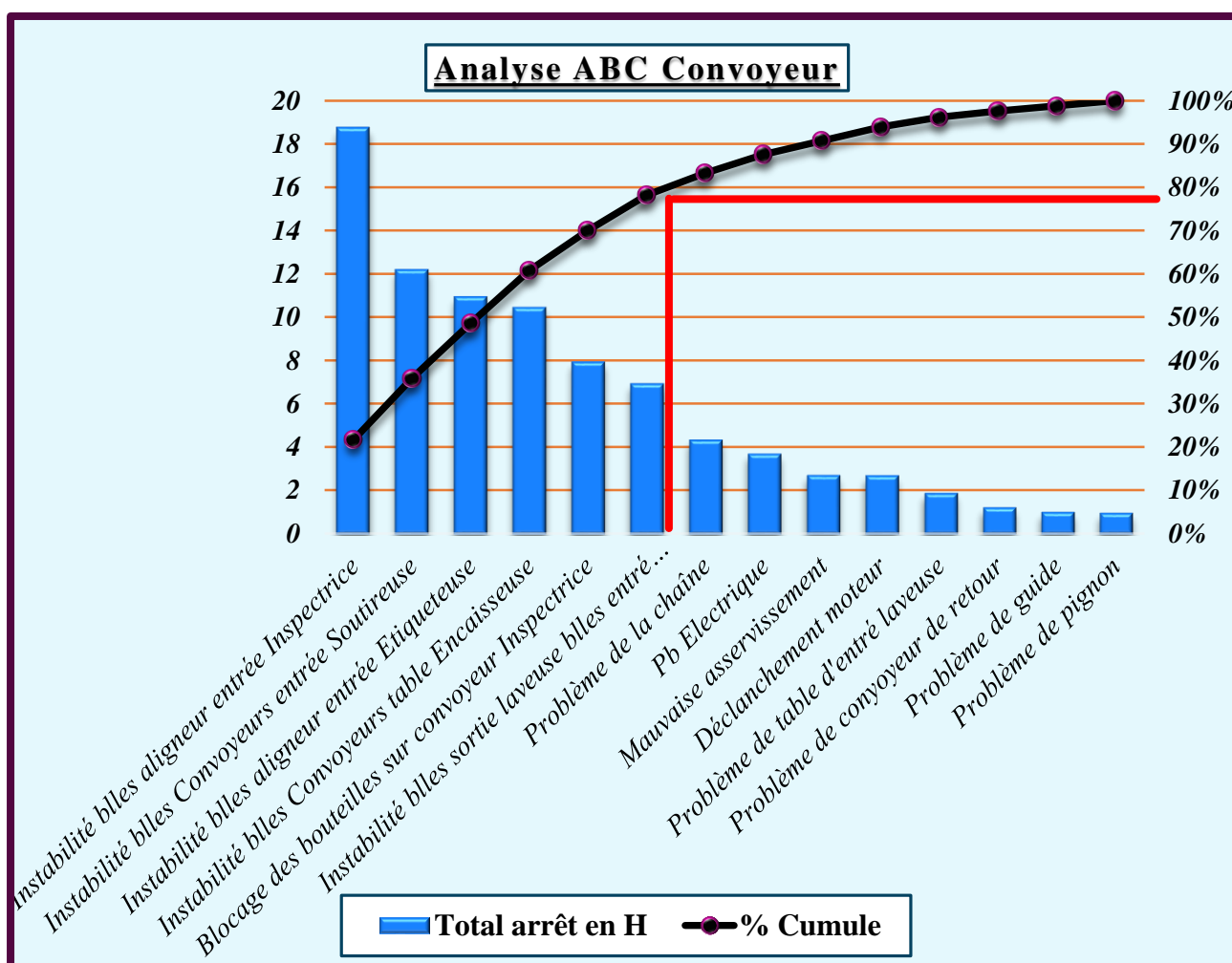
Arrêts de ligne	Total arrêt en H	% Total arrêt en H	% Cumule	Les classes
Problème de Cloche	12,1	10,88%	10,88%	<u>Classe A</u>
Problème de came d'ouverture	11,3	10,16%	21,04%	
Problème de remplissage	10	8,99%	30,03%	
Blocage de la butée de fermeture	9,8	8,81%	38,84%	
Frein d'entrée bouteilles	9,67	8,69%	47,53%	
Pas de communication avec le régulateur	7,76	6,98%	54,51%	
chute pression	7,62	6,85%	61,36%	
Problème mécanique	6,89	6,19%	67,56%	
Arrêt des bouteilles	6,67	6,00%	73,55%	
Fuite d'aire + Fuite CO2	6,50	5,84%	79,40%	
problème de communication avec mixeur	5,92	5,32%	84,72%	<u>Classe B</u>
Problème pompe à vide	4,75	4,27%	88,99%	
Guides d'entrée et sortie	3,50	3,15%	92,13%	
changement joint défecteur	3,50	3,15%	95,28%	
plaque séparatrice	2,42	2,18%	97,46%	<u>Classe C</u>
Cassure de fixation vérin/ l'étoile d'entrée	1,33	1,20%	98,65%	
vanne régulateur du produit	1,25	1,12%	99,78%	
Déréglage d'entrée	0,25	0,22%	100,00%	
Total	111,23	100,00%		



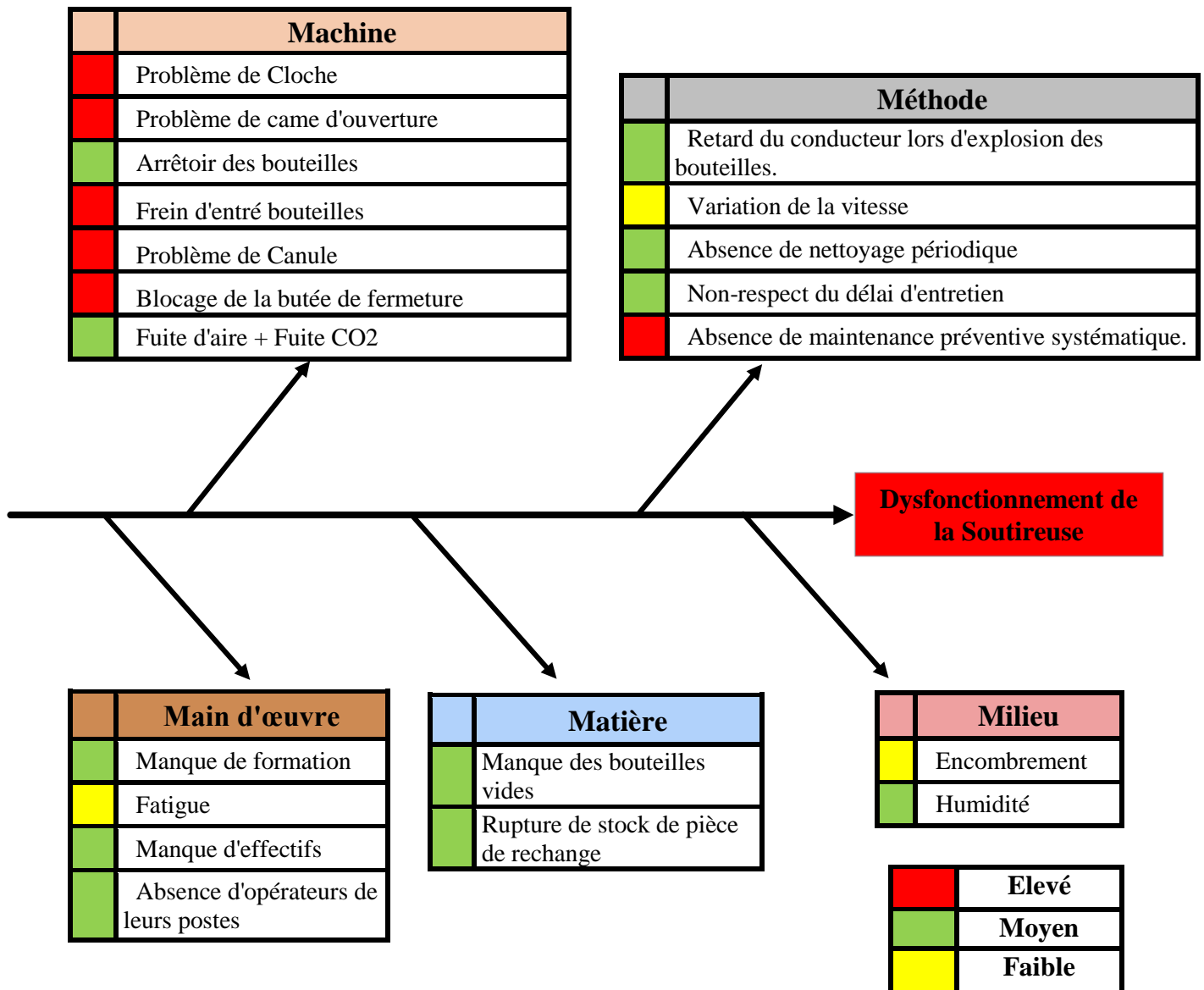
Pareto du temps d'arrêts du Convoyeur :

Arrêts de ligne	Total arrêt en H	% Total arrêt en H	% Cumule	Les classes
Instabilité bouteilles aligneur entrée Inspectrice	18,76	21,7%	21,7%	Classe A
Instabilité bouteilles Convoyeurs entrée Soutireuse	12,24	14,2%	35,9%	
Instabilité bouteilles aligneur entrée Etiqueteuse	11	12,7%	48,6%	
Instabilité bouteilles Convoyeurs table Encaisseuse	10,5	12,2%	60,8%	
Blocage des bouteilles sur convoyeur Inspectrice	8	9,3%	70,1%	
Instabilité bouteilles sortie laveuse bouteilles entré Inspectrice	7	8,1%	78,2%	
Problème de la chaîne	4,39	5,1%	83,3%	Classe B
Pb Electrique	3,75	4,3%	87,6%	
Mauvaise asservissement	2,75	3,2%	90,8%	
Déclanchement moteur	2,74	3,2%	94,0%	
Problème de table d'entré laveuse	1,92	2,2%	96,2%	Classe C

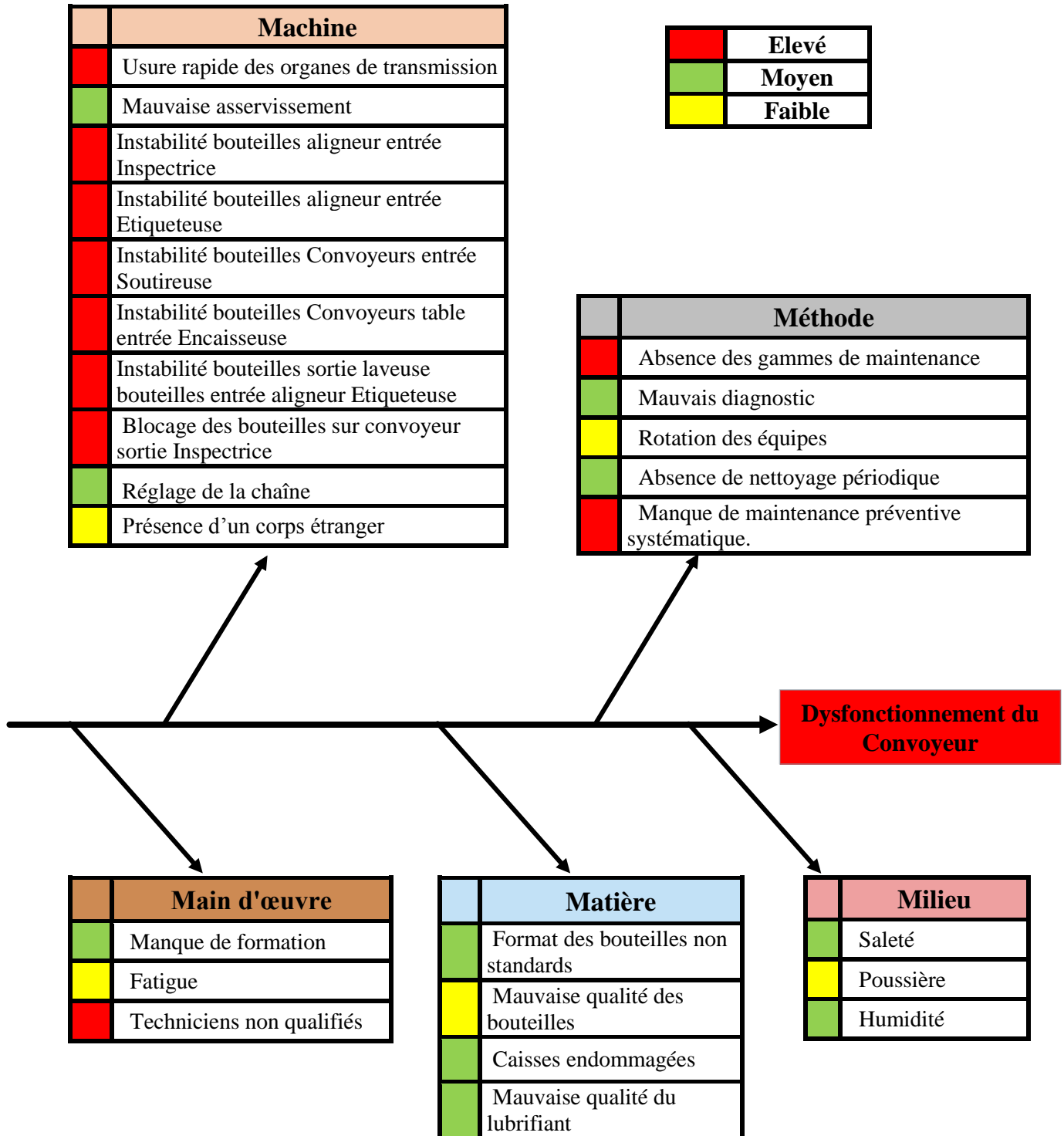
Problème de convoyeur de retour	1,25	1,4%	97,6%
Problème de guide	1,04	1,2%	98,8%
Problème de pignon	1,00	1,2%	100,0%
Total	86,34	100%	



Ishikawa Soutireuse :



nabc Ishikawa Convoyeur :



5 Pourquoi de l'inspectrice :

<i>Problèmes</i>	<i>Causes Potentielles</i>				
	<i>Pourquoi 1</i>	<i>Pourquoi 2</i>	<i>Pourquoi 3</i>	<i>Pourquoi 4</i>	<i>Pourquoi 5</i>
<i>Bourrage (Entrée/Sortie Inspectrice)</i>	Chute des bouteilles sur le convoyeur	Usure des guides	Manque de contrôle		
		guides non alignées	Desserrage des vis de serrage	Vis non bien serrés	
			Usure des guides	Manque de contrôle	
			Supports des guides non bien ajustés		
			Usure des supports des guides		
		Chaines de convoyeurs mal lubrifiés	Manque de lubrifiant		
			Mauvais fonctionnement des buses d'arrosage	Bouchage des buses	Absence du nettoyage périodique
		Sortie de l'éjecteur répétitive ou au mauvais moment	trop de rejet des bouteilles	Mauvaise inspection des bouteilles	Mauvais fonctionnement des caméras d'inspection
					Mauvais fonctionnement des cellules photoélectriques

				Mauvaise qualité des bouteilles	Vitres de protection des unités d'inspection sont cassées
					Mauvais fonctionnement des réflecteurs
					Absence des mireurs
		Différence des vitesses entre le système de transmission à courroie et les convoyeurs d'entrée/sortie de l'inspectrice	Mauvaise synchronisation entre l'éjecteur et les bouteilles défectueuses	Mauvais réglage de l'inspectrice	
				Mauvais asservissement	
			Mauvaise synchronisation entre l'inspectrice et les convoyeurs d'entrée/sortie de l'inspectrice	Mauvais asservissement	
				Mauvais réglage de l'inspectrice	
	Chute des bouteilles	Système de transmission défectueux	Déchirures des courroies de transport		
			Les dents des courroies sont défectueux		

Bourrage (à l'intérieur de l'inspectrice)			Courroies mal alignées		
			Courroies non tendues	Tendeurs défectueux	Vérins défectueux
					Fuite d'air
					Manque d'air
		Collision entre la bouteille et les vitres de protection des caméras	Hauteur des modules des caméras inférieures à la hauteur des bouteilles	Bouteilles non conformes	Manque d'effectifs
Mauvaise inspection des bouteilles					Absence des mireurs
	Mauvais fonctionnement des caméras d'inspection	Branchements électriques défectueux			
	Mauvais fonctionnement des cellules photoélectriques	Branchements électriques défectueux			
	Mauvais fonctionnement des réflecteurs	Branchements électriques défectueux			
	Vitres de protection des caméras sont cassés	Collision entre la bouteille et les vitres de protection des caméras	Hauteur des modules des caméras inférieures à la hauteur des bouteilles	Bouteilles non conformes	Manque d'effectifs
					Absence des mireurs

	Dépôt de poussière sur les caméras, les cellules photoélectriques et les réflecteurs	Absence de nettoyage périodique			
--	--	---------------------------------	--	--	--

5 Pourquoi Soutireuse :

Problèmes	Causes Potentielles				
	Pourquoi 1	Pourquoi 2	Pourquoi 3	Pourquoi 4	Pourquoi 5
Problème de Cloche	Absence d'étanchéité	joint abîmé			
	ressort abîmé				
	Dysfonctionnement pompe à vide	usure garniture de la pompe	Absence entretien systématique		
		présence fuite	Fuite au niveau des tuyaux flexibles		
			Connexions non étanches		
			Fuite au niveau des branchements	Desserrage des vis	
		Filtre à air bloqué	Absence de nettoyage périodique		
		Dysfonctionnement motoréducteur	Echauffement	Défaut de ventilateur	
				Surcharge	
			Arrêt du moteur	Relais de moteur ne répond pas	
				Contacteur coupe l'alimentation	

			Manque de lubrification		
Problème de came d'ouverture	Absence étanchéité des joints				
	Dysfonctionnement vérin de la came	Usure vérin de la came			
		Manque d'air	Distributeur ne bascule pas quand il est commandé	Bobine grillée	
				Mauvaise connexion	
				Tiroirs bloqués	
		Fuite d'air			
	Dysfonctionnement commande d'ouverture	Blocage de la butée d'ouverture	Ressort grippé		
		Bague abîmé			
		Desserrage du système commande d'ouverture	presse ressort grippé		
			Rondelle élastique grippé		
			Desserrage des vis du système		
Problème de remplissage	Problème de canule	Fuite CO2	Usure des joints		
			Fuite au niveau des tuyaux		
	Dysfonctionnement capteur de niveau				
	Problème robinet de remplissage	Blocage de la butée de fermeture	Ressort grippé		
		Usure des joints			
	Dysfonctionnement distributeur CO2	Mauvaise fonctionnement des pistons	Saleté	Absence nettoyage périodique	
			Mauvais position de came	Dérégulation de la position de la came	Desserrage des vis de la came



5 Pourquoi Convoyeur :

Problèmes	Causes Potentielles				
	Pourquoi 1	Pourquoi 2	Pourquoi 3	Pourquoi 4	Pourquoi 5
Usure rapide des organes de transmission	Manque de lubrification	Mauvais suivi			
		Blocage des buses	Manque de nettoyage périodique		
		Absence entretien circuit de lubrification			
Mauvais asservissement	Mauvais paramétrage	La logique de programmation non adaptée à l'utilisation actuelle			
	Mauvais positionnement des capteurs	Fixation et adaptation non adéquate du capteur			
	Le capteur n'envoie pas le signal	Capteur en panne	Cellule photoélectriques en panne	Absence entretien systématique	
			Catadioptré en panne		
		Branchement électrique défectueux			
		Pas d'alignement du faisceau lumineux avec le catadioptré			
	Déréglage des guides	Fermeture de certaines voies	Effectifs insuffisants		
			Absence mireur		
		Mauvaise fixation des guides	Usure des supports des guides	Absence entretien systématique	
	Chute des bouteilles	Démarrage brusque des convoyeurs	Utilisation des moteurs sans variateurs		
		Manque de la lubrification	Blocage des buses		
		Roues intermédiaires bloquées	Dépôt des déchets	Absence de nettoyage périodique	

Blocage des bouteilles convoyeur Inspectrice			Présence d'un corps étranger		
		Chaînes de marque différente mélangées à des chaînes d'origine	Manque des chaînes de marque Simonazzi		
		Roulements grippés			
	Usure des guides	Frottement des bouteilles avec les guides	Mauvaise fixation des guides	Manque de formation Techniciens non qualifiés	
		Absence de nettoyage périodique			
		Absence planéité convoyeur sortie Inspectrice et convoyeur de retour			
Instabilité bouteilles sortie laveuse bouteilles entrée Inspectrice	Mauvais asservissement				
	Mauvais état mécanique du convoyeur	Usure des organes mécaniques du convoyeur	Absence de contrôle périodique		
	Manque de lubrification	Blocage des buses			
	Déréglage système sortie laveuse bouteilles				
	Mauvais état mécanique du convoyeur	Usure des organes mécaniques du convoyeur			
		Blocage des buses			

AMDEC de la Soutireuse :

Eléments	Fonctions	Modes de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Modes de détection	Criticité				Les actions associées
						G	D	F	C	
Vis sans fin d'entrée/sortie	* Guidage des bouteilles	* Usure * Déréglage	* Desserrage des vis * Mauvais serrage	* Mauvais guidage des bouteilles	Vibration	2	2	2	8	* Contrôler l'état, l'usure et le serrage des vis sans fin
Etoile d'entrée/sortie	* Assurer le guidage des bouteilles	* Usure * Déréglage	* Mauvais serrage * Frottement	* Dégradation des étoiles	Vibration	2	2	2	8	* Contrôler l'usure et le serrage des disques en caoutchouc * Vérifier l'état et le positionnement des étoiles
Distributeur d'air et de gaz	* Assure la distribution d'air et du gaz CO ₂	* Fuite * Blocage	* Absence d'étanchéité : joints abîmés	* Mauvaise fonctionnement des pistons	Alarme	3	2	1	6	* Vérifier le serrage des vis de la came * Eliminer les fuites d'air et de gaz CO ₂
Pistons	* Assurer la montée des bouteilles	* Blocage * Coincement	* Mauvais positionnement de came * Manque de graissage	* Montée incomplète des pistons * bouteilles non remplies	Visuelle	3	2	2	12	* Vérifier le bon positionnement de la came * Vérifier le graissage des pistons
Robins de remplissage	* Remplissage des bouteilles	* Blocage	* Usure des joints * Blocage de la butée de fermeture	* bouteilles non remplies	Visuelle	4	2	2	16	* Vérifier l'étanchéité des joints * Vérifier les clés de commande des robinets
Cylindre	* Elévation des bouteilles	* Fuite	* Basse pression	* Perte de pression	Bruit	3	2	2	12	* Vérifier le bon fonctionnement et le graissage des cylindres
Cloche	* Assurer la contre pression dans la bouteille	* Fuite	* Usure des joints	* Contre pression insuffisante	Visuelle	3	2	3	18	* Vérifier l'usure des joints ainsi que les ressorts de la cloche
Came d'ouverture	* Ouvrir les robinets de remplissage	* pas de remplissage	* Usure vérin de la came * Fuite tuyau d'air	* bouteilles non remplies	Visuelle	3	2	3	18	* Vérifier l'étanchéité des joints * Contrôler les fuites d'air
Canule	* Remplissage		* Usure joints d'étanchéité	* Explosion des bouteilles	Capteur de niveau	3	1	4	12	* Vérifier l'étanchéité des

	des bouteilles par CO ₂ * Assurer le niveau de remplissage	* Mauvais fonctionnement	* Fuite au niveau des branchements CO ₂	* Niveau des bouteilles non précis						joints * Contrôler les fuites d'air au niveau des branchements CO ₂
Came de sniftage	* Echappement CO ₂	* Usure * Blocage	* Usure et blocage de la came	* Explosion des bouteilles	Capteur d'explosion	4	1	3	12	* Vérifier l'usure de la came ainsi que son bon fonctionnement
Cuvette	* Réservoir annulaire du produit	* pression insuffisante	* Dysfonctionnement de la vanne d'admission du produit	* Manque de pression	Visuelle	2	2	2	8	* Contrôler l'étanchéité du couvercle de la cuvette et le resserrer en cas de besoin
Moteur électrique	* Entraînement de la machine	* Echauffement * Arrêt	* Surcharge * Défaut de ventilateur	* Arrêt de la machine	Visuelle	3	2	1	6	* Vérifier le bon fonctionnement de tous les éléments du moteur électrique
Réducteur	* Réduction de la vitesse * Augmentation du couple	* Usure * Coincement	* Manque de lubrification * Etanchéité	* Dysfonctionnement de la machine	Bruit	3	2	2	12	* Vérifier l'étanchéité et le niveau de l'huile dans le boîtier du réducteur

AMDEC du Convoyeur :


Eléments	Fonctions	Modes de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Modes de détection	Criticité				Les actions associées
						G	N	F	C	
Guides bouteilles	Guidage des bouteilles	* Usure * Déréglage	* Usure des supports des guides * Mauvaise fixation des guides * Absence de nettoyage périodique	* Chute bouteilles	Visuelle	3	2	3	18	* Contrôle et nettoyage périodique des guides * Vérification de l'alignement des guides
Chaines de convoyage	Transport des bouteilles, caisses	* Usure/Cassure * Coincement	* Blocage des buses d'arrosage * Usure des glissières d'avancement	* Chute bouteilles et blocage	Visuelle Vibration	3	2	3	18	* Contrôle périodique des chaines, Remplacement en cas d'usure.
					Visuelle	3	2	2	12	

Chaines de transmission	Transmission du mouvement	* Usure/Cassure * Coincement	* Chaine de transmission lâche * Valeurs de tension de la chaine insuffisantes	* Diminution de la vitesse * Arrêt du convoyeur						*Contrôle périodique des chaines.
Glissières d'avancement des chaines	Guidage des chaines de convoyage	* Usure * Cisaillement * Dégradation	* Absence d'entretien systématique * Frottement * Mauvaise alignement	* Dégradation des chaines de convoyage	Visuelle Bruit	2	3	3	18	*Contrôle périodique des glissières d'avancement, remplacement en cas d'usure
Tendeur chaine	Tendre les chaines de transmission	* Usure * Coincement	* Frottement	* Diminution de la vitesse * Arrêt du convoyeur	Visuelle	2	2	2	8	*Contrôle du bon fonctionnement des tendeurs
Buses d'arrosage	Lubrification des chaines de convoyage	* Bouchage	* Absence de nettoyage périodique	* Dégradation des chaines de convoyage	Visuelle	2	2	4	16	*Contrôle et nettoyage périodique des buses
Moteur	Entrainement du convoyeur	* Echauffement * Arrêt moteur	* Défaillance du ventilateur * Défaillance du relai de moteur * Surcharge	* Arrêt du convoyeur	Visuelle Bruit	3	2	2	12	* Vérifier le bon fonctionnement de tous les éléments des moteurs
Réducteur	Réduction de la vitesse et augmentation du couple	* Usure * Coincement	* Pas d'étanchéité * Manque d'huile * Mauvais alignement	* Arrêt du convoyeur	Bruit	3	2	2	12	* Vérifier l'étanchéité et le niveau de l'huile dans le boîtier du réducteur
Arbre moteur	Transmission du mouvement	* Usure/Cassure * Coincement	* Frottement * Manque de lubrification	* Arrêt du convoyeur	Visuelle Vibration	3	2	2	12	*Contrôle de l'état, d'usure et de l'étanchéité des arbres moteurs
Arbre intermédiaire	Assurer la transmission du mouvement	* Usure/Cassure * Coincement	* Frottement * Manque de lubrification	* Arrêt du convoyeur	Visuelle Vibration	2	2	2	8	*Contrôle de l'état, d'usure et de l'étanchéité des arbres intermédiaires

Roulements	Guider l'arbre en rotation	* Usure * Coincement	* Frottement * Fatigue des roulements	* Dégradation de l'arbre * Mauvais guidage de l'arbre	Visuelle	2	3	2	12	* Contrôle de l'alignement des roulements * Contrôle de l'état des roulements, Changement si défectueux
Cellule photoélectrique	Détection de présence des bouteilles, caisses	* Dysfonctionnement	* Pas d'alignement du faisceau lumineux avec le catadioptr * Absence d'entretien systématique	* Pas d'asservissement * Arrêt du convoyeur	Alarme	3	2	2	12	* Contrôle périodique de l'état et l'alignement des cellules photoélectriques * Nettoyage périodique
Rouleaux	Transport des palettes	* Usure/Cassure * Coincement	* Absence de nettoyage périodique * Surcharge * Frottement	* Mauvais fonctionnement * palettes non déplacées	Visuelle Bruit	2	2	3	12	* Nettoyage périodique des rouleaux de transport * Vérification de l'état des rouleaux, changement en cas d'usure

Annexe III : Les plans de maintenance préventive de la ligne verre 4

nabc PMP de la Soutireuse :


<u>Ligne verre 4 :</u> Soutireuse		Service maintenance Plan de Maintenance Préventive					
Sous-Ensemble et/ou	Elément	REF Opération à effectuer	Opération élémentaire	Fréquence Temps	Intervenant	Durée estimée (min)	Etat machine
Sécurité et remplissage	Portes de sécurité	A1.a	* Vérification du portes de sécurité lorsque la machine est en mouvement.	J	C	3	MHP
	boutons poussoirs d'arrêt d'urgence	A1.b	* Vérification du bon fonctionnement	J	C	1	MHP
	Les canules	B2.a	* Vérifier l'étanchéité des joints * Contrôler les fuites d'air au niveau des branchements CO2	J	C	5	MHP
	Came d'ouverture	B2.b	* Vérifier l'étanchéité des joints * Contrôler les fuites d'air	J	C	5	MHP
	Robinet de remplissage	B2.c	* Vérifier l'étanchéité des joints * Vérifier les clés de commande des robinets.	J	C	5	MHP

Remplissage et transport de bouteilles	Vanne de Remplissage	B4.a	* Lavage par aspersion sur les vannes de remplissage. * Commande des aspersions à la main pour contrôler l'efficacité des jets.	H	M	10	MHP
		B4.b	* Vérification de l'étanchéité des vannes. * Contrôle de l'étanchéité des poussoirs. * Contrôle de l'usure des joints en contact avec le col des bouteilles. * Contrôle des cames de sniftage. * Vérifier les cloches de centrage.	H	M	15	AST
		B4.c	* Fixation de la commande de la vanne de remplissage. * Contrôle manuel du serrage de l'étoile, si l'étoile est desserrée.	H	M	15	AHT
	Les pistons de levage	B4.d	* Vérifier le bon positionnement de la came * Vérifier l'étanchéité des pistons.	H	M	15	AHT
	Vis sans fin d'entrée/sortie	B4.e	* Contrôler l'état, l'usure et le serrage des vis sans fin	H	C	5	AST
	Etoile d'entrée/sortie	B4.f	* Contrôler l'usure et le serrage des disques en caoutchouc. * Vérifier l'état et les positionnements des étoiles.	H	C	5	AST
	Synchronisation	B4.g	* Contrôler que les bouteilles soient parfaitement centrées sous les tulipes des vannes de remplissage.	H	M	5	MHP
Armoire Electrique	Armoire Electrique	AE	* Plan de maintenance préventive de l'armoire électrique	M	E	30	AHT

Transport de bouteilles	Profils d'usure	B5.a	* Détection des éclats et des entailles, poncer et nettoyer et remplacements en cas de dommage.	M	M	30	MHP
	Synchronisation des organes	B5.b	* Vérification du centrage des bouteilles dans les logements des étoiles sous les tulipes des vannes.	M	M	30	MHP
Motorisation	Moteur d'entraînement	B6	* Niveau de bruit et contrôles visuels. * Vérification si il y'a de vibration et/ou jeu. * Contrôle de l'arbre principal du carrousel, de ces roulements. * Nettoyage et graissage si nécessaire.	M	M	20	AHT
Installation pneumatique	Circuit	B6	* Contrôle des pertes d'air et du fonctionnement. * Contrôle des étanchéités et des raccords.	M	M	30	MHP
moteurs	Les courroies	B8	* Contrôle de l'état des courroies, remplacement si nécessaire	S	M	15	MHP
Installation électrique	Branchements électriques	B9	* Contrôle de tous les branchements électriques du carrousel et les nettoyer soigneusement. * Nettoyage de la prise d'air et le ventilateur de refroidissement.	S	E	40	AHT
Remplissage	Vanne de Remplissage	B10	* Révision des vannes de remplissage. * Remplacement des joints des vannes.	A	M	180	AHT
Transport de bouteilles	La vis sans fin et la bande d'entrée	B11.a	* Remplacement des bagues d'étanchéité et des roulements. * Contrôle de l'usure des pignons. * Nettoyage général.	A	M	240	AHT

	La bande de sortie	B11.b	*Contrôle des roulements, des pignons, des guides des chaines et la chaine d'entrainement; Remplacement en cas d'usure.	A	M	150	AHT
--	--------------------	-------	---	---	---	-----	-----

nabc PMP du Convoyeur :

<u>Ligne verre 4 :</u> Convoyeurs		Service maintenance Plan de Maintenance Préventive					
Elément	REF Opération à	Opération élémentaire	Fréquence Temps	Fréquence Heures	Durée estimée (min)	Intervenant	Etat machine
Installation électrique	C1	* Contrôle de l'orientation, le serrage et le degré de protection de toutes les fins de courses, les cellules photoélectriques. * Contrôler l'usure des câbles d'alim des motoréducteurs, des boites de connexion et des boites étanches des cellules photoélectriques.	H	100	60	E	AHT
Rouleaux	C2	*Nettoyage périodique des rouleaux de transport *Vérification de l'état des rouleaux, changement en cas d'usure	H	100	40	C	AST
Buses d'arrosage	C3	*Contrôle et nettoyage des buses ; Changement si défectueux	H	100	5	C	MEP
chaines de transmission	C4	* Contrôler l'usure, le graissage et la tension des chaînes de transmission des motoréducteurs.	H	100	30	M	MEP

Les chaînes en Inox	C5	<ul style="list-style-type: none"> * lavage des chaînes et tous les autres pièces des tables. * Contrôle de l'usure des chaînes en Inox, chaînes à rouleaux, tendeur-chaîne, glissières d'avancement chaînes, roues intermédiaires en plastique, roulements, arbres motorisés et intermédiaires, guides bouteilles. 	S	2000	60	E + 2 M	AHT
La table	C6	<ul style="list-style-type: none"> * Vérification du fonctionnement des protections électriques des moteurs. * Vérification du fonctionnement des fins de course. * Contrôle du fonctionnement des moteurs en vérifiant la lubrification et le parfait fonctionnement du dispositif de sécurité. 	S	2000	180	E + M	AHT
La ligne	C7	<ul style="list-style-type: none"> * Nettoyage des pièces mécaniques. * Remplacement des glissières d'avancement de la chaîne les plus usées. * Contrôle et remplacement de l'arbre moteur et ces roulements. * Contrôle et changement des roues intermédiaires en plastique et des roulements de l'arbre intermédiaire. * Changement, nettoyage et lubrification de la clavette de l'arbre, les roulements et les joints d'étanchéité. * Contrôle et nettoyage des chaînes. 	A	4000	1200	E + 2 M	AHT