N° Ordre...../DGM/FSI/UMBB/2024

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES

Faculté des Sciences de L'Ingénieur
Département Génie Mécanique

Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER** en **:**

Filière : Génie mécanique
Spécialité : Ingénierie de la maintenance

THEME

Application de la méthode AMDEC afin d'établir un plan de maintenance dédié à un système de production.
Cas : Système de nettoyage.

Présenté par :

NACEF Houcem

AMRANE Mouloud

Promoteur : Mme. OUADOU Y

Co- promoteur: Mr. BOUKOUCHA Amine

Promotion 2023- 2024

Remerciement

En premier lieu, nous tenons à remercier Dieu, notre créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce travail.
Nous remercions le chef de département

pr : CHALLIL Ahmed.

Nous remercions les membres du jury qui nous ont fait l'honneur de leur participation à l'examination de nos travaux.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à notre encadrante, M^{me} OUADOU Y, pour sa patience à notre égard, ainsi que la confiance qu'elle nous a témoignée, ce qui a été une incitation à accomplir ce travail.

Nous remercions également tous les amis de spécialité ingénierie de la maintenance.

Sans oublier l'entrepris SOBCO pour leur bon traitement à notre égard et l'enrichissement de nos informations par leur expérience dans le domaine de maintenance industrielle.

Enfin, nous exprimons notre gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ce travail.

Dédicace

Je tiens en premier lieu à remercier Le Bon Dieu qui m'a donnée autant de courage et de Volonté. Qui nous a éclairé le chemin par son immense savoir pour réaliser ce modeste

Je dédie ce modeste travail à

Ceux qui ont donné un sens à mon existence, en m'offrant une Éducation digne de confiance

A mon père « Rabah Noureddine », école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années d'études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite à ma mère « zahia »

A « ma fiancée », qui était toujours près de moi dans les bons et les pires moments de ma vie. Je t'adorée.

A mon ami << Aimen >>, Je le remercie d'être à mes côtés et de me soutenir.

A mes chers frères : Riyad " Ramzi " Abdeljalil "

A ma belle-sœur " Ta Ya " et mon neveu " Louay "

NACEF Houcem

Dédicace

J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail a ceux qui m'ont encouragé et soutenu moralement et matériellement pendant les moments plus difficiles durant ma vie.

A ma très chère mère, qui me donne toujours l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi

A mon très cher père décédé

A mes très chers frères : Azaddine, Salim, Islam.

A toute ma grande famille : Amrane.

A mes très chers amis : Ali, Anis, Imad, Farhat, Aymen, Noureddine, Hamza…

A tous mes amis partout et en particulier et sans doute, à mes très chers amis à École primaire, collège et lycée et l 'Université de Boumerdes

A la fin je dédie très chaleureusement.

AMRANE Mouloud

Sommaire

Introduction Générale……1

Chapitre I : Présentation de l'entreprise SOBCO.

I. Présentation de l'entreprise SOBCO ……..3

II. L'architecture et infrastructures de SOBCO ……3

II.1. Sous-sol .....…… 3

II.2. Rez-de-chaussée ……4

II.2.1. Ligne IPCO ……..4

II.2.2. Ligne HASS .....……5

II.2.3. Ligne Kulp .....……...5

II.2.4. Deux ligne BOHNKE .....……..5

II.3. Premier étage .....……..6

II.4. Deuxième étage…….....6

III. Les moyens humains ……...……7

III.1. Direction des Approvisionnement (DA) ….....……..7

III.2. Direction des Finance et comptabilités (DFC) .....……..7

III.3. Direction Commercial (DC) .....……..8

III.4. Direction des Ressources Humaines (DRH) ....…….....8

III.5. Direction Logistique (DL)…….....8

III.6. Direction Marketing (DM) ……9

III.7. Direction Industrielle (DI) ……..……9

IV. L'organigramme de l'entreprise ……10

Chapitre II : Généralité sur la maintenance.

I. Introduction sur la maintenance ……11

I.1. Définition de la maintenance .....……11

I.2. Rôle de la maintenance ....……..12

I.3. Objectif de la maintenance .....……12

II. Le service maintenance au sien de l'entreprise ……...13

III. Importance de la maintenance ……14

IV. Le responsable maintenance ……..14

V. Fonction et taches associée à la maintenance …….…….15

V.1. Études et méthodes .....……...15

V.2. Exécution / Mise en œuvre……..……16

V.3. La fonction documentation et ressources……..16

VI. Les types de la maintenance...……....17

VI.1. La maintenance corrective .....……..17

VI.2. La maintenance préventive .....…….18

VII. Les concepts ……20

VIII. Les fonction associer à la maintenance ……...20

VIII.1. La fonction méthode .....……...…….20

VIII.1.1. La fonction ordonnancement .....…….21

VIII.1.2. La fonction exécution et réalisation ....…..……21

VIII.1.3. La fonction documentation .....…….……...……21

VIIII. Fonction de la maintenance …….……..21

X. Niveau de maintenance ……...……22

XI. Les activités connexes en maintenance ……..23

Chapitre III : Description et fonctionnement de system de nettoyage.

I. Description sur la ligne BOHNKE ……...……25

II. Système de nettoyage et récupération "raclage"……..……27

III. Fonctionnement des éléments de rouleau racleur ……...28

Chapitre IV : AMDEC

I. Introduction ……...……36

II. Analyse fonctionnelle de la défaillance ……36

II.1. Définition de défaillance ……...……36

II.2. Modes de défaillance ……...……36

II.3. Cause de défaillance ……..37

II.4. Effet d'une défaillance ……...……37

III. Présentation de la méthode AMDEC ……..37

III.1. Définition d'AMDEC …....……...37

III.2. But de AMDEC ……38
III.3. Les types de AMDEC ……...38
IV. Principe de la méthode AMDEC ……39
Chapitre V : Mise en place d'un plan de maintenance préventive.
I. PHASE 1 **:** Initialisation de l'étude ……42
II. PHASE 2 : Décomposition fonctionnelle ……...43
III. PHASE 3 : Analyse AMDEC ……46
IV. PHASE 4 : Evaluation des défaillances ……..53
V. PHASE 5 : Plan d'action ……..54
Conclusion générale …… ……...……57
Annexes……..……58
Références bibliographes..……60

Liste des figures

Figure 1. L'emplacement de l'enterprise …….……3

Figure 2. Les 3 section de partie sous-sol ……4

Figure 3. Ligne ipco ……..4

Figure 4. Ligne hass ……..5

Figure 5. Ligne kulp ……..5

Figure 6. Les lignes bohnke ……..5

Figure 7. Etage chocolaterie ……..6

Figure 8. Etage biscuiterie ……6

Figure 9. Zone de l'emballage ……..7

Figure 10. Organigrame de l'entrepris ……...…….10

Figure 11. Politique de la maintenance ……..…… 17

Figure 12. Les fonctions associer à la maintenance ……...…….20

Figure 13. Ligne bohnke ……..……...25

Figure 14. Schéma représentant la ligne BOHNKE …… ..…….26

Figure 15. Système de nettoyage « raclage » étudié ……...…26

Figure 16. Les sous-ensembles du système de raclage ……...……28

Figure 17. Distributeur ……28

Figure 18. Vérin pneumatique …….29

Figure 19. Motoréducteur ……29

Figure 20. Visse sans fin …… ..……..30

Figure 21. Cylindre et lame ……...……..30

Figure 22. Resistance ……...……...31

Figure 23. Relais sécurité ……...…….31

Figure 24. Relais Schneider ……...……...……..32

Figure 25. Variateurs de fréquence ……...……..32

Figure 26. Disjoncteurs ……...……33

Figure 27. Bouton poussoir marche -arrêt ……...33

Figure 28. Bouton d'arrêt d'urgence……34

Figure 29. Pompe à engranges ……34

Figure 30. Electrovanne ……..35

Figure 31. Les principaux éléments d'un rouleau racleur ……...……44

Figure 32. Les principaux éléments d'un tank de récupération ……...…...45

Figure 33. Les principaux éléments de filtre SAHIN ……..…45

Liste des tableaux

Tableau 1. La différence entre entretien et la maintenance……..…12

Tableau 2. Les niveaux de maintenance…….……..…23

Tableau 3. Historique de l'AMDEC ……...38

Tableau 4. Grille AMDEC …….....41

Tableau 5. Grille de cotation « Fréquence » ……..……...……..47

Tableau 6. Grille de cotation « Gravité » ……...……..……..47

Tableau 7. Grille de notation « non détection » ……48

Tableau 8. Grille de cotation « criticité » et leurs définitions …….48

Tableau 9. Les tache ……..…….……49

Tableau10. Evaluation des défaillances …….……..…...55

Abréviation

GMAO : Gestion de maintenance assisté par ordinateur.

SAV : Service après-vente.

MAO : maintenance assisté par ordinateur**.**

AMDEC : Analyse modes de défaillance effet criticité.

Résumé

Notre stage au sein de SOBCO, nous avons permis d'assister à plusieurs types de défaillance, de faire découvrir le monde du travail, de mettre en pratique nos connaissances et ainsi acquérir une expérience professionnelle.

Au cours de notre étude, on a pu prendre conscience de l'importance d'un système de nettoyage "raclage" dans une ligne de production agroalimentaire, qui provoque des conséquences financières lors d'une interruption dans la chaîne de production plus précisément le racleur.

Dans ce projet de fin d'études nous sommes intéressés à l'analyse des modes de défaillances d'équipement de raclage, en appliquant la méthode AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances de leurs Effets et leurs Criticités).

Pour que nos objectifs soient atteints, nous avons décrit le système de raclage en introduisant ses composants les plus pertinents à notre travail, ensuite les décomposés en sous-système, et à la fin répertorier en composant élémentaire dont on peut faire l'échange standard

Nous avons introduit la méthode AMDEC de manière objective, pour mieux situer les causes des défaillances de l'équipement, ainsi proposé des solutions efficaces pour chaque défaillance, et cibler celles qui sont plus Critiques,

Au terme de notre étude, nous pouvant constater et conclure qu'il est très important de contrôler un système au lieu de subir des pannes imprévues. Ce qui engendre la possibilité de réduire les temps d'arrêts, l'indisponibilité et les coûts de maintenance.

Pour une meilleure organisation de ce genre de maintenance, nous avons proposé un plan d'action de maintenance améliorative dédié à notre système de raclage étudié. Ce dernier peut être améliorer par un l'ajout d'un servomoteur qui offre un contrôle élevé sur la position de cylindre du racleur.

Mots clés : AMDEC, fiabilité, maintenances, dysfonctionnement, analyse

Abstrac

During our internship at SOBCO, we were able to attend several types of training sessions, to introduce you to the world of work, to put our knowledge into practice and thus gain professional experience.

During our study, we were able to become aware of the importance of a "scraping" cleaning system in an agro-food production line, which causes financial consequences during an interruption in the production chain, more precisely the scraper.

In this graduation project we are interested in the analysis of the failure modes of scraping equipment, by applying the AMDEC method (Analysis of Failure Modes of their Effects and their Criticalities).

In order for our objectives to be achieved, we have described the scraping system by introducing its most relevant components to our work, then broken them down into subsystems, and at the end list them into elementary components which can be exchanged as standard

We introduced the FMEA method objectively, to better understand the causes of equipment failures, as well as propose effective solutions for each failure, and target those that are more Critical,

At the end of our study, we can see and conclude that it is very important to control a system instead of suffering unexpected failures. This gives rise to the possibility of reducing downtime, unavailability and maintenance costs.

For a better organization of this kind of maintenance, we have proposed an improvement maintenance action plan dedicated to our studied scraping system. The latter can be improved by the addition of a servo motor which offers high control over the position of the scraper cylinder.

Keywords : AMDEC, reliability, maintenances, malfunctions, analysais.

ملخص

خلال فترة تدريبنا في سوبكو، تمكنا من حضور عدة أنواع من الدورات التدريبية، لتعريفك بعالم العمل، لوضع معرفتنا موضع التنفيذ وبالتالي اكتساب الخبرة المهنية. خلال دراستنا، تمكنا من إدراك أهمية نظام التنظيف "الكشط" في خط إنتاج المواد الغذائية مما يتسبب في عواقب مالية أثناء انقطاع سلسلة الإنتاج، وبشكل أكثر دقة الكاشطة من أجل تحقيق أهدافنا، لقد وصفنا نظام الكشط من خلال إدخال العناصر الأكثر صلة بعملنا، ثم تقسيمه إلى أنظمة فرعية، وفي النهاية قمنا بإدراجها في عناصرأولية يمكن تبادلها كمعيار بطريقة بموضوعية، لفهم أفضل أسباب خسائرالمعدات، فضلا عن اقتراح حلول فعالة لكل خسارة، في نهاية دراستنا يمكننا أن نستنتج أنه من المهم جدا التحكم في النظام بدلا من المعاناة من إخفاقات غير متوقعة. وهذا يؤدي إلى إمكانية تقليل وقت التوقف عن العمل وتكاليف الصيانة. من أجل تنظيم أفضل لهذا النوع من الصيانة، اقترحنا خطة عمل تحسين الصيانة مخصصة لنظام الكشط المدروس لدينا. اذ يمكن يمكن تحسين هذا الأخيرعن طريق إضافة محرك سيرفو يوفر تحكما عاليا في موضع أسطوانة الكاشطة.

الكلمات المفتاحية : طريقة تحليل أوضاع الفشل، والآثار الحرجة، الدقة، الصيانة، الضعف، تحليل

Introduction générale

Introduction générale

Sur le plan économique, la maintenance est une fonction tout aussi cruciale pour les entreprises. Elle conditionne en effet le bon fonctionnement et la durée de vie des équipements, des biens ou des installations et, par conséquent, la productivité, la continuité et la qualité des produits ou des services.

Nous avons effectué notre stage au sein de la société **SOBCO** "Groupe **PALMARY**", Société des produits agroalimentaires.

Comme toute entreprise agroalimentaire, pour maintient la durée de vie des moyens de production : SOBCO organise une équipe de maintenance industrielle selon les types d'actions :

- La maintenance corrective : travail de maintenance effectué après la détection d'une panne entraînant des arrêts de production. Il va s'agir d'un dépannage (maintenance palliative) ou d'une réparation (maintenance curative) ;
- La maintenance préventive : travail de maintenance effectué dans l'intention de réduire la probabilité d'une panne. Il peut s'agir d'inspection, de contrôle ou de visites sur équipements.

SOBCO met à sa disposition des compétences technologiques et techniques : mécanique, électricité, régulation, automatisme etc… ; pour assurer la continuité de la production. Ce dernier est en relation avec différents services et intervenants (Production, Méthodes, Études, Achats, Travaux Neufs, clients, sous-traitants, organismes certificateurs, équipementiers, …).

Pour être et demeurer compétitive, une entreprise doit produire toujours mieux (qualité) et au coût le plus bas, c'est à dire fabriquer plus vite et sans interruption. La politique de maintenance appliquée comme solution pour ce genre de secteur est l'**automatisation** et l'**informatique**.

Nous intéresserons dans notre étude à la maintenance d'un système de raclage vu son rôle important dans la production. C'est un système de récupération de produit donc économiser la matière première. En outre, pour assurer le fonctionnement du racleur, nous avons adopté la technique AMDEC, qui a pour but d'évaluer et de garantir la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité des machines par la maîtrise des défaillances.

Le but de ce travail est une analyse AMDEC d'un rouleau racleur. Le mémoire présentant ce travail comporte quatre chapitres :

Chapitre I : présentation de l'entreprise SOBCO "Groupe Palmary", avec un organigramme bien détaille.

Chapitre II : cette partie est consacrée à définir des généralités sur la maintenance industrielle, ainsi sur l'intégration du service maintenance au sein de l'entreprise

Chapitre III : est une partie pratique qui a pour but détailler la ligne de production **BONHKU,** avec description de fonctionnement d'un rouleau racleur**.**

Chapitre IV : rappel brièvement de la méthode AMDEC.

Chapitre V : mise en place un plan de la maintenance préventive par AMDEC sur la machine critique ainsi proposition d'une maintenance améliorative.

Chapitre I

Présentation de l'entreprise SOBCO

I. Présentation de l'entreprise SOBCO

L'entreprise SOBCO a été créé en 2007 et implanté dans la zone industrielle de kharouba lot 28 ET 29 à boudouaou, dans la wilaya de Boumerdes. Son usine est répartie sur une surface de 2000 m^2 (figure1).

La recherche de l'innovation est sa politique : elle invente, imagine et réalise des produits en biscuit fourrés avec différents gouts et formes et du chocolat, soit à pate tartiné soit des tablettes au chocolat, etc.

La distribution de ses produits se fait sur tout le territoire national et aussi à l'étranger (Maroc,

Tunisie, Lybie, Cote d'voire, Mauritanie, Irak, Liban, Jordanie, Chine, Canada et Portugal). Actuellement, PALMARY FOOD compte 06 sites de production et est parmi les leaders de la catégorie sur le marché local avec une grande dynamique de croissance et d'expansion. Elle compte plus que 1100 employés.

Figure 1. *L'emplacement de l'entreprise*

II. L'architecture et infrastructures de SOBCO

Notre étude se réalise au niveau de SOBCO 2, le bâtiment est composé de 03 étages avec un sous-sol et un rez de- chaussée multiservices.

II.1. Sous-sol

Il comporte trois sections **:**

- Dans la première section, on trouve les méthodes de fabrication et tous les ingrédients de préparation du chocolat et de la crème tels que: le lait, cacao, sucre, beurre, vanille...etc. (matière première).

- La deuxième section appelé zone de gestion est un entrepôt pour stocker les emballages et les matières bruts.
- Dans la dernière section, c'est le magasin PDR " pièces de rechange " on trouve des équipements de maintenance, de rénovation, et des outils de réparation utilisés en cas des problèmes de défaillance ou des pannes.

Figure 2. *Les 3sections de partie Sous-sol*

II.2. Rez-de-chaussée

Appelé aussi étage tartiner, il est dédié à la fabrication de différents produits, tels que du chocolat et des biscuits, avec cinq lignes de fabrication, qui sont

II.2.1. Ligne IPCO : pour les pépites de chocolat (noir et blanc).

Figure 1. *Ligne ipco*

II.2.2. Ligne HASS : pour préparation gaufrettes.

Figure 2. *Ligne hass*

II.2.3. Ligne kulp : pour chocolat tartiner.

Figure 3*. Ligne kulp*

II.2.4. Deux linges BOHNKE : pour chocolat et gâteaux kool break

Figure 4. *Les linges bohnke*

II.3. Premier étage

S'appelle aussi l'étage chocolaterie est dédié à la fabrication de différents produits de chocolats (moulage et démoulage, emballage. . .. etc.), avec trois lignes de fabrication, chaque ligne est spécifiée d'un modèle de chocolat (tablette végécao, tablette au chocolat véritable) et un cuiseur de caramel et une zone pour le raffinage du chocolat (le lissage du chocolat).

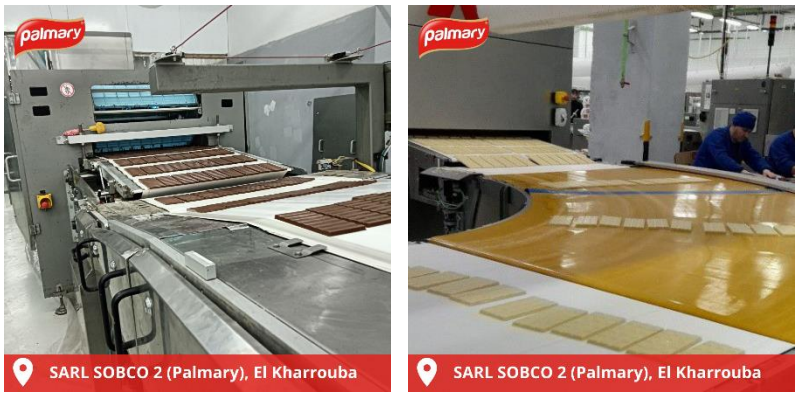


***Figure 5**. Etage chocolaterie*

II.4. Deuxième étage

C'est l'étage de biscuiterie. Il s'occupe de la fabrication de divers produits de biscuits (cuisson, tartinage, etc.) avec des lignes de fabrication. Chaque ligne est spécifiée pour un modèle de biscuit (sandwich, génoise, cookies...).

***Figure 6**. Etage biscuiterie*

Remarque : Chaque ligne a une zone pour l'emballage, s'appelle flow pack (Figure 9).

Figure 7. Zone de l'emballage

III. Les moyens humains

L'entreprise est subdivisée en sept directions, chacune d'elles est chargée d'assurer ces principales missions :

III.1. Direction des Approvisionnement (DA)

- Formalise et fait approuver la politique d'approvisionnements de l'entreprise.
- Définit et veille d'approvisionnements à l'application des procédures de travail en matière d'approvisionnements
- Veille à la conclusion de contrats et/ou conventions d'approvisionnements avec les fournisseurs sélectionnés, en s'assurant des meilleures conditions de prix, de délais et de qualité en faveur de l'entreprise.
- Assure une veille permanente du marché, lance les alertes qui s'imposent et prend les mesures préventives nécessaires afin d'éviter à l'entreprise des ruptures préjudiciables.
- Etablit les rapports d'activités périodiques et occasionnels de sa structure.

III.2. Direction des Finances et comptabilités (DFC)

- Définit, formalise et fait approuver la politique financière et comptable de l'entreprise.
- Définit les procédures de travail de la direction des finances et de la comptabilité et veille à leur application stricte.
- Veille à l'édition des documents comptables légaux et périodiques (Bilan, etc……) et s'assure de leur diffusion contrôlée.

- Supervise les travaux de clôture comptable, mobilise les structures pour communiquer les pièces comptables dans les délais impartis et s'assure de l'exhaustivité et de la conformité du bilan comptable de l'entreprise.
- Veille au respect des dispositions fiscales légales et réglementaires et s'assure de la tenue à jour des déclarations.
- Veille à la gestion rigoureuse de la caisse centrale de l'entreprise et s'assure du respect des procédures y afférentes.
- Etablit le rapport d'activité périodique de sa structure.

III.3. Direction Commerciale (DC)

- Définit, formalise et fait approuver la stratégie de commerciale de l'entreprise.
- Définit la configuration du réseau commercial.
- Veille au bon déroulement des activités de facturation et de recouvrement.
- Veille à l'établissement des statistiques et des analyses des ventes et lance les actions correctives et de progrès.

III.4. Direction des Ressources Humaines (DRH)

- Définit, formalise et fait approuver la politique des ressources humaines et le système des valeurs partagées de l'entreprise.
- Définit, fait approuver et assure l'implémentation de l'organisation de l'entreprise (Macro et microstructures).
- Assure l'animation des relations sociales avec les partenaires sociaux de l'entreprise.

III.5. Direction Logistique (DL)

- Définit, formalise et fait approuver la politique de l'entreprise en matière de logistique (Magasin, moyens manutention, transporte maintenance).
- Définit les procédures de travail inhérente à l'activité logistique et veille à leur application rigoureuse.
- Veille à la gestion rationnelle de la maintenance curative, en utilisant judicieusement les capacités propres et celles à sous-traiter.
- Elabore les analyses relatives à l'activité logistique et établit les rapports d'activité y afférents.

III.6. Direction Marketing (DM)

- Définit, formalise et fait approuver la stratégie de marketing et de communication de l'image de marque de l'entreprise
- Veille à la présence optimale et permanente de la marque au niveau du réseau commercial.
- Etablit le rapport d'activité périodique de sa structure
- Supervise les études et les analyses de marchés.

III.7. Direction Industrielle (DI)

- Définit, formalise et fait approuver la stratégie industrielle de l'entreprise.
- Assure une coordination permanente avec les structures supports pour atteindre les objectifs de production tracés et agir par anticipation sur les dysfonctionnements constatées.
- Veille à l'application stricte des règles d'Hygiène, de Sécurité, de Santé et d'Environnement dans l'usine de production.

IV. L'organigramme de l'entreprise

L'organisation de l'entreprise SOBCO est de type structure mixte , la figure 10 résume l'organigramme de l'entreprise: système de représentation hiérarchisé.

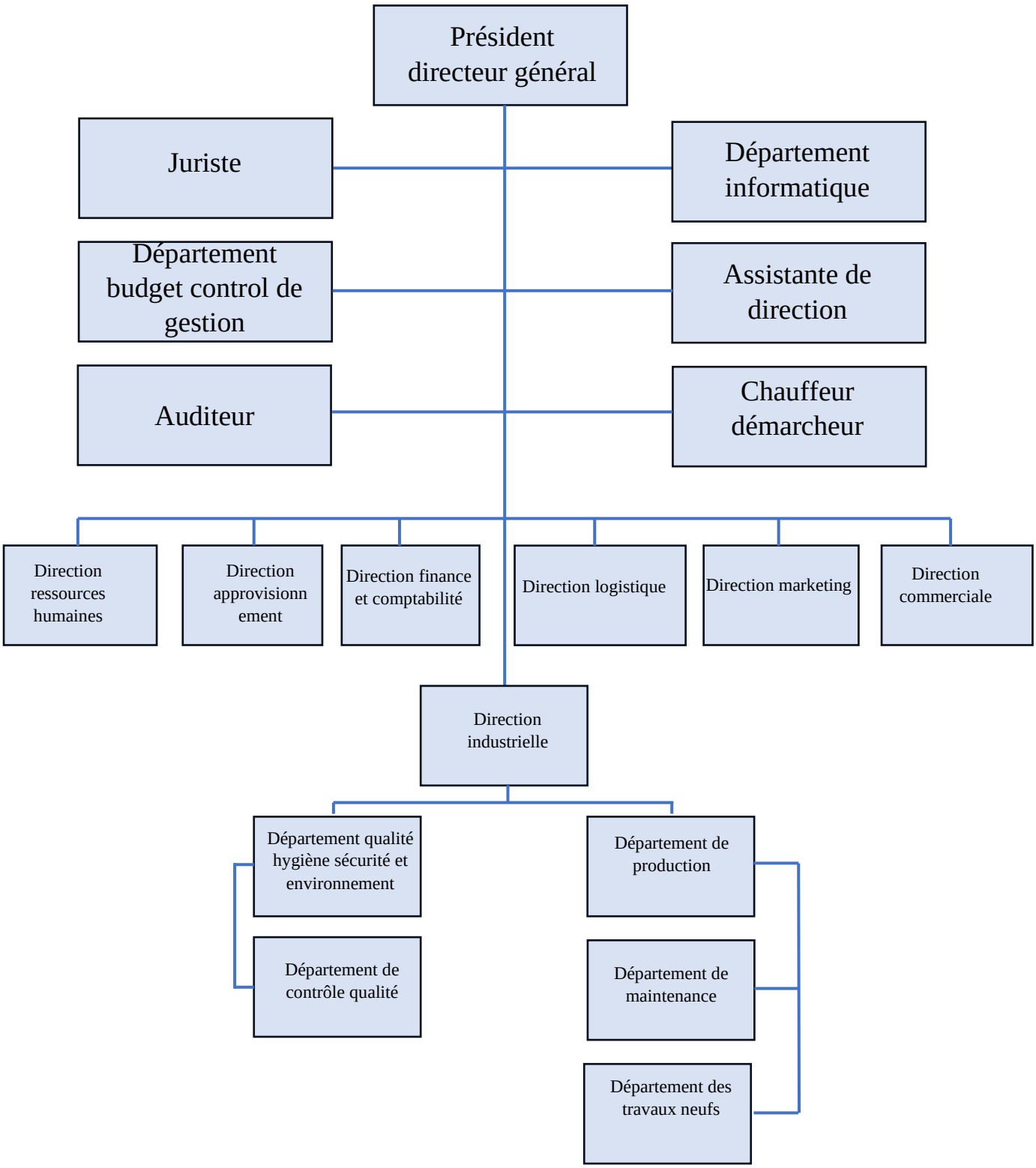


Figure 10. *Organigramme de l'entreprise*

Chapitre II

Généralités sur la maintenance industrielle

I. Introduction sur la maintenance [1]

Ceux qui assurent la fonction de la maintenance quel que soit l`entreprise ; d`accomplir toutes les tâches nécessaires pour que l`équipement soit maintenue ou rétabli on l`état est ceci afin de :

- Permettre une exécution normale des activités de maintenance dans les mayeurs conditions de sécurité, coût, et qualité (production).
- Obtenir un service dans les mayeurs conditions de confort et de coût (transport, les hôpitaux)

Pour remplir cette mission, il faut appréhender les objectifs de fonction qui touchent par exemple ;

- Organisation.
- Le Choi des méthodes de maintenance a appliqué.
- La préparation de travail.
- La planification.

I.1. Définition de la maintenance [1]

Définition 1 : **Maintenance** (Norme AFNOR X 60-010)

Ensemble des actions permettant de **maintenir** ou de **rétablir** un bien dans un état **spécifié** ou en mesure d'assurer **un service déterminé**.

Définition 2 : (AFNOR, 2001) [1]

« La maintenance industrielle constitue l'ensemble de toutes les actions **techniques**, **administratives** et de **management** durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le **maintenir** ou à le **rétablir** dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ».

La définition de la maintenance fait donc apparaître 4 notions :

- **Maintenir** : qui suppose un suivi et une surveillance
- **Rétablir** : qui sous-entend l'idée d'une correction de défaut
- **État spécifié et service déterminé** : qui précise le niveau de compétences et les objectifs attendus de la maintenance

- **Coût optimal** : qui conditionne l'ensemble des opérations dans un souci d'efficacité économique.

NB : Entretenir, c'est subir alors que maintenir, c'est prévoir et anticiper

- **La différence entre entretien et la maintenance**

Historiquement, il existe une opposition de sens entre les termes Maintenance et Entretien:

Tablau1. La différence entre entretien et la maintenance [1]

Entretien	**Maintenance**
-Dépanner, réparer	-Prévenir, optimiser le coût de possession
-Subir le matériel	- Maîtriser
-Tâche ingrate : période estivale, improductif	- Outils spécifiques, fiabilité MAO ou GMAO…
-Activité de faible priorité : faible qualification, responsabilité limitée, exploitation prioritaire	- Valorisation du métier : participation aux études, à la conception, à l'installation et à l'amélioration

I.2. Rôle de la maintenance [2]

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

-Prévisions à long terme.

-Prévisions à moyen terme.

-Prévisions à courts termes.

I.3. Objectif de la maintenance [2]

- **Objectif économique :**

1. Réduire le temps d'arrêt de la production.
2. Investissement minimal sur les installations.
3. Rentabilité maximale des installations utilisées.

- **Objectif opérationnel :**

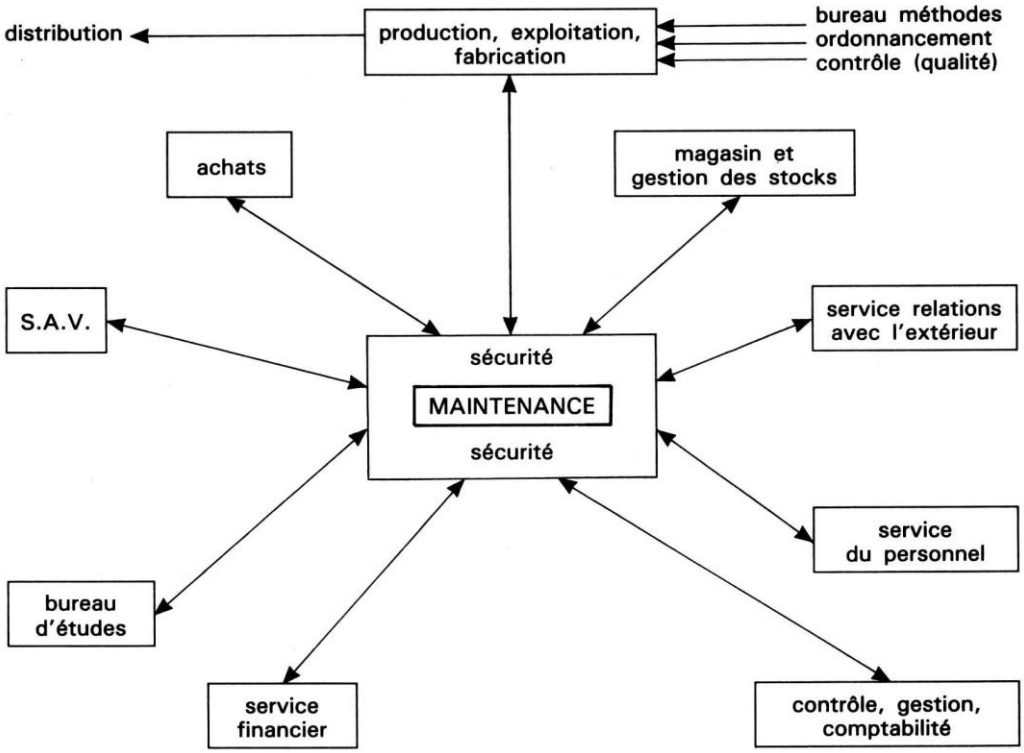
1. Service opérationnel à 100%.

2. Installation en bon état.
3. Rendement maximum des installations.
4. Performance dans la qualité.

II. Le service maintenance au sein de l'entreprise [3]

Il existe deux tendances quant au positionnement de la maintenance dans l'entreprise :

- **Tendance 1** : La centralisation où toute la maintenance est assurée par un service SAV



- **Tendance 2** : La décentralisation, où la maintenance est confiée à plusieurs services, de dimension proportionnellement plus modeste, et liés à chacun des services de l'entreprise. Les avantages sont :
  - Meilleures communications et relations avec le service responsable et utilisateur du parc à maintenir.
  - Effectifs moins importants dans les différentes antennes.
  - Réactivité accrue face à un problème
  - Meilleure connaissance des matériels.
  - Gestion administrative allégée.

III. Importance de la maintenance [3]

L'importance de la maintenance diffère selon le secteur d'activité :

- La maintenance sera inévitable et lourde dans les secteurs où la sécurité est capitale.
- Inversement, les industries manufacturières à faible valeur ajoutée pourront se satisfaire d'un entretien traditionnel et limité.

-**Importance fondamentale** : nucléaire, pétrochimie, chimie, transports (ferroviaire, aérien, etc.)

- Importance indispensable : entreprises à forte valeur ajoutée, de procès, construction automobile.

-**Importance moyenne** : industries de constructions diversifiées, coûts d'arrêts de production limités, équipement semi automatiques.

- **Importance secondaire** : entreprises sans production de série, équipements variés.

-**Importance faible ou négligeable** : entreprise manufacturière, faible valeur ajoutée, forte masse salariale.

IV. Le responsable maintenance [3]

L'indispensable pluridisciplinarité de la fonction maintenance :

- Le responsable doit donc être capable d'intervenir efficacement dans nombre de domaines et savoir s'adapter à toute situation prévue ou fortuite.
- Le responsable devra avoir des compétences techniques dans des domaines aussi variés que la mécanique, l'électrotechnique, l'automatique, l'hydraulique, etc. En effet, les systèmes actuels sont pluri techniques et pluri énergies. Par ailleurs, le responsable devra avoir des compétences dans les domaines de la gestion, du planning, etc.
- La maintenance devenant de plus en plus informatisée (MAO ou GMAO), l'utilisation de l'informatique est donc devenue indispensable pour le technicien. L'informatisation de la maintenance n'est pas une fin en soi, mais doit être considérée comme un outil d'aide à la décision face à une situation donnée.

V. Fonction et taches associée à la maintenance [3]

V.1. Études et méthodes

Optimisation des tâches en fonction des critères retenus dans le cadre de la politique de maintenance définie par l'entreprise.

- **Etudes technique :** Etudes d'améliorations, études de conception des équipements ou des travaux neufs, analyse des conditions de travail.

- **Préparation et ordonnancement :** Etablissement des fiches et gammes d'instructions pour le personnel, constitution de la documentation pour les interventions, établissement des plannings d'interventions et d'approvisionnements en pièces de rechange, réception et classement des documents relatifs à l'intervention et remise à jour des dossiers techniques.

- **Etudes économiques et financiers :** Gestion des approvisionnements, analyse des coûts (maintenance, défaillance, fonctionnement), rédaction du cahier des charges et participation à la rédaction des marchés (travaux neufs, investissements, sous-traitance), gestion du suivi et de la réception de ces marchés.

- **Stratégie et politique de la maintenance :** Définition, choix et élaboration des procédures de maintenance (corrective, préventive), des procédures de contrôle, des procédures d'essais et de réception, détermination des domaines d'actions préventives prioritaires, étude des procédures de déclenchement des interventions, gestion de la sécurité dans l'organisation de l'environnement industriel. Pour remplir cette fonction, les techniciens des études et des méthodes disposent : de dossiers techniques fournissant toutes les caractéristiques des matériels, des fiches d'historiques résumant les opérations déjà effectuées, de la documentation constructeurs et fournisseurs, des banques de données informatiques.

V.2. Exécution / Mise en œuvre [3]

L'aspect pluri techniques de cette fonction nécessite une grande expérience sur les matériels et une connaissance approfondie des différentes technologies. Le technicien devra agir avec beaucoup de rigueur pour rendre son action efficace. Il sera aidé par les documents et procédures établis par la fonction « études et préparation ».

-**Les principales tâches sont** : gestion de l'intervention de maintenance, connaissance comportementale du matériel, pilotage des interventions, application des consignes et règles d'hygiène, sécurité et conditions de travail, installation des machines et des matériels (réception, contrôle, mise en fonctionnement), information du personnel sur les équipements, remise en main du matériel après intervention, gestion de l'ordonnancement, établissement de diagnostics de défaillance de matériels, établissement de consignes d'utilisation intégrant les consignes d'hygiène et de sécurité.

V.3. La fonction documentation et ressources [3]

Indispensable à tout le service, cette fonction est la mémoire de l'activité sur laquelle s'appuieront les études ultérieures en vue de définir une politique de maintenance. Elle est aussi une source inestimable de renseignements pour la fonction « études et méthodes ».

-**Les principales tâches sont** : élaboration et tenue des inventaires, constitution des dossiers techniques, des historiques, des dossiers économiques, constitution d'une documentation générale, technique et réglementaire, constitution d'une documentation fournisseurs.

VI. Les types de la maintenance

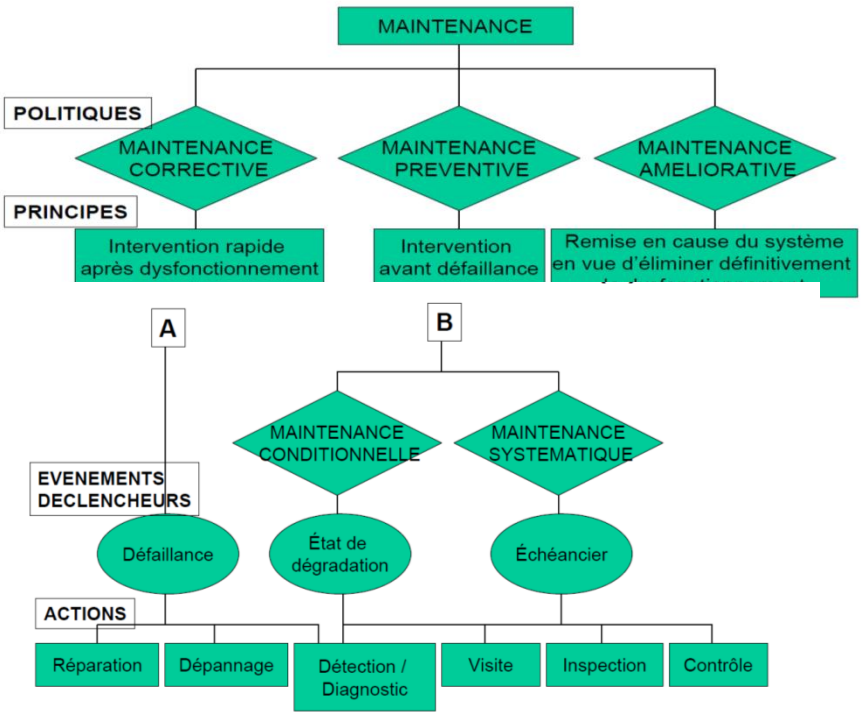


***Figure 11**. Politique de la maintenance [1]*

VI.1. La maintenance corrective [1]

Définitions (extraits normes NF X 60-010) : Maintenance exécuté après détection d'une panne est destinés à remettre. Une bien dans un état dans le quelle il peut accomplir une fonction requise. C'est l'ensembles des activités réalise après défaillance d'un bien aux dégradations de sa fonction.

- ✓ La détection localisation de la défaillance .et de son diagnostic.
- ✓ La remise le control du bon fonctionnement.

La maintenance corrective divisée en deux catégories :

a. La maintenance curative : [4]

Est un ensemble d'action de maintenance corrective visant à rétablir un bien dans un état spécifie ou à le permettre d'exécuter une fonction requise. Il est important que les résultats des actions soient permanents.

Les taches peuvent inclure des **réparations,** des modifications ou des aménagements visant à éliminer la ou les défaillances.

Réparation : consiste à la remise en état de façon durable.

b. La maintenance palliative :

Est un ensemble d'activité de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement une fonction ou partie d'une fonction. Elle est appelée couramment **dépannage.**

Dépannage ; c'est une action sur un équipement en panne en vue de la remettre en état de fonctionnement au moins provisoirement.

VI.2. La maintenance préventive [2]

(Extrait de la norme NFEN 13306 X60-316) : C'est une maintenance effectuée selon des critères prédéfinis, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu.

Elle doit donc permettre d'éviter les défaillances du matériel en cours d'utilisation.

- Les objectifs de la maintenance préventive sont :
  - Augmenter la durée de vie de matériels et de la sécurité.
  - Diminuer la probabilité des défaillances en service.
  - Prévenir et aussi prévoir les interventions de maintenance corrective.
  - Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes condition.
  - Eviter les consommations anormales d'énergie de lubrification, etc…
  - Supprimer les causes d'accidents graves.
  - Diminuer les travaux urgents.

Remarque : Trop de maintenance préventive n'est souvent pas économique viable.

Chaque industrie doit trouver le nivaux à atteindre moyenne le cout de maintenance préventive .ne doit pas dépasse 25-35 % de cout total de maintenance (directe / indirect).

- Il y a deux types de maintenance préventive, qui sont les suivant :

a. La maintenance préventive systématique : [1]

Le critère est nombré prédéterminé d'unité d'usage (heur de fonctionnement kilométrage par courus pièces produit). Selon un échéancier période fixe.

- **Condition d'application :** [4]

  Ce type de maintenance nécessite de connaitre :

- ✓ Le comportement de matériel.
- ✓ Les usures.
- ✓ Les modes de dégradation.
- ✓ Le temps de bon fonctionnement (MTBF) entre deux avaries.
- ✓

- **Cas d'application :**[4]

- Equipement a la législation en vigueur (sécurité règlement).
- Equipement dont la panne risque de provoquer des accidents graves.
- Equipement ayant un cout de défaillance élevée.

b. La maintenance préventive conditionnelle : [1]

Le critère est une valeur prédétermine (une seul) significative de l'état de bien au de service maintenance selon état de dégradation se signifier à travure des capteurs.

❖ **Condition d'application :** [2]

Tous les matériels concernent. Cette maintenance se fait par des mesures pertinentes sur le matériel en fonctionnement.

Les paramètre de mesure peuvent partir par exemple sur :

- Le niveau et la qualité d'huile.
- Les température et pression.
- La tension et l'intensité du matériel électrique.
- Les vibrations et les jeux mécaniques.

VII. Les concepts [3]

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

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

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

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

VIII. Les fonctions associer à la maintenance

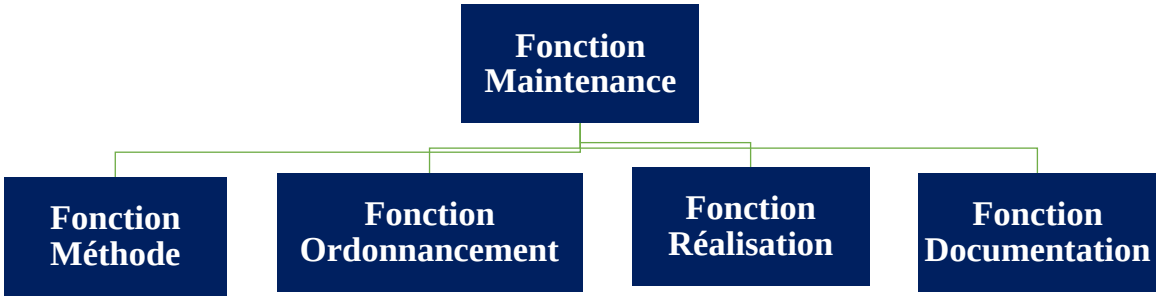


Figure 12. Les fonctions associées à la maintenance

VIII.1. La fonction méthode [2]

C'est le cerveau du service maintenance, il définit les méthodes, les techniques, les moyens et les normes d'entretien.

VIII.1.1. La fonction ordonnancement

- Etablir les plannings d'intervention.
- Repartir le personnel en fonction des travaux et des délais.
- Calculer le temps d'intervention.
- Suivre l'avancement des travaux.

VIII.1.2. La fonction exécution et réalisation

- Assurer l'installation des machines et du matériel (réparation, contrôle, la mise en fonction).
- Informer le personnel sur les équipements (consigne d'utilisation).

  Assurer la remise en marche du matériel après intervention.

VIII.1.3. La fonction documentation

- **La documentation technique :** elle résume le fonctionnement des équipements ainsi que leurs caractéristiques techniques et celle des pièces d'usure.
- **La documentation historique :** elle résume les interventions détaillées (panne, durer de l'intervention, réparation, pièces de rechange s'il y'a lieu, cause de la panne) qui s'effectuent sur l'équipement.

- **La documentation du fournisseur :** cette documentation est propre à l'équipement et envoyée par le fournisseur durant ou après l'achat de ce dernier.

VIIII. Fonctionnement de la maintenance [2]

Etude technique du matériel :

- Choisir les procédures d'essai.
- Vérification des travaux effectues.
- Choisir les procédures de control.
- Détermination des pièces de rechange.
- Elaboration de la documentation nécessaire.
- Définir et choisir les procédures de la maintenance.
- Proposition de modification en cas de répétitive.
- Etudier les procédures de déclanchement des interventions.
- Préparation des interventions ; (outil à utiliser, gamme personnel qualifie, bon de sortie magasin).

Etude économique :

- Analyser les coûts de maintenance (CM).
- Analyser les coûts de défaillance (CD).
- Analyser les coûts de fonctionnement (CF).

Fonction ordonnancement :

- Etablir les plannings d'intervention.
- Repartir de personnel des travaux et du délai.
- Calcul du temps d'intervention.
- Suivre l'avancement des travaux.

Fonction exécution ou réalisation :

- Gérer l'intervention de la maintenance.
- Etablir le diagnostic de défaillance du matériel.
- Assurer la remise en marche du matériel après intervention.
- Informer le personnel sur les équipements (consigne d'utilisation).
- Gérer les stocks : (pièce de rechange, outillages, appareils de control).
- Assurer l'installation des machines et des matériel (réception control, mise en fonctionnement).

Fonction documentation :

Elle consiste à créer, organiser, animer, compléter et mettre à jour toutes les documentations relatives à la maintenance.

X. Niveaux de maintenance [2]

La norme X 60-010 distingue 5 degrés de maintenance, classés de manière croissante, selon la complexité des interventions à effectuer.

- **Premier niveau :**

Réglages simples prévus par le constructeur aux moyens d'organes accessibles sans aucun démontage des équipements ou échange d'éléments consommables en toute sécurité.

- **Deuxième niveau :**

Dépannage par échange standard des éléments prévus a ces opérations mineures de maintenance préventive tel que : le graissage ou control de fonctionnement du matériel.

- **Troisième niveau :**

L'indentification et diagnostic des pannes réparation par échange de composants ou éléments fonctionnels, réparations mécanique et toutes opérations courtes de la maintenance préventive tel que le réglage général ou, l'alignement des appareils de mesure.

- **Quatrième niveau :**

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

- **Cinquième niveau :**

Rénovation, reconstruction exécution des réparations important confiées à un atelier central.

Tableau 2. Les niveaux de maintenance [5]

Niveau	Activités
NIVEAU 1	Ronde petite entretien, graissage
NIVEAU 2	Echange standard. Control du bon fonctionnement
NIVEAU 3	Diagnostic. Petites réparations. Opération mineures préventives
NIVEAU 4	Travaux de maintenance préventive et corrective réglage des moyens mesure
NIVEAU 5	Rénovation reconstruction et réparation

XI. Les activités connexes en maintenance [3]

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

- **La maintenance d'amélioration** :

L'amélioration des biens d'équipements consiste à procéder à des modifications, des changements, des transformations sur un matériel. Les améliorations à apporter peuvent avoir comme objectif :

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

- **Les travaux neufs :**

L'adjonction à la fonction maintenance de la responsabilité des travaux neufs est très répandue, en particulier dans les entreprises de taille moyenne. Elle part du principe que, lors de tout investissement additionnel de remplacement ou d'extension, il est logique de consulter les

spécialistes de la maintenance qui, d'une part, connaissent bien le matériel anciennement en place, et d'autre part auront à maintenir en état de marche le matériel nouveau.

- **La sécurité :**

La sécurité est l'ensemble des méthodes ayant pour objet, sinon de supprimer, du moins de minimiser les conséquences des défaillances ou des incidents dont un dispositif ou une installation peuvent être l'objet, conséquences qui ont un effet destructif sur le personnel, le matériel ou l'environnement de l'un et de l'autre. Sachant qu'un incident mécanique, une panne, peuvent provoquer un accident, sachant aussi que la maintenance doit maintenir en état le matériel de protection ou même que certaines opérations de maintenance sont elles-mêmes dangereuses, il apparût que la relation entre la maintenance et la sécurité est particulièrement étroite.

Chapitre III

Description et fonctionnement du système de nettoyage

Dans les industries agroalimentaires et d'autres secteurs industriels, le nettoyage et la récupération des matériaux sont des processus essentiels pour garantir la qualité des produits finis et maintenir des normes sanitaires élevées. Il est crucial d'utiliser ces processus pour éliminer les résidus et les contaminants, ce qui assure la sécurité des produits et la satisfaction des consommateurs.

Par conséquent, les chaînes de production de transformation alimentaire investissent des équipements spécialisés tels que les racleurs qui jouent un rôle essentiel pour le maintien des conditions d'hygiène et garantir des résultats fiables et confirmés aux réglementations.

I. Description sur la ligne BOHNKE

C'est une chaine de production composé de onze machines reliées en série, répartie sur des phases différentes, chaque phase asa propre fonction dans la chaine de production, avec un dispositif bien déterminé qui fonctionne en permanence :

Figure 13. *Ligne bohnke*

Phase 1 : Station de préchauffage consiste à chauffer les moules afin de faciliter le démoulage ultérieur du chocolat.

Phase 2 : Dépositeur du chocolat 1**,** le chocolat fondu est versé dans les moules pour une quantité bien désirée.

Phase 3 : Vibreur 1, a pour but de répartir uniformément le chocolat dans les moules pour obtenir une surface lisse.

Phase 4 : Refroidissement 1, pour solidifier le chocolat.

Phase 5 : Déposition de la gaufrette, Sur la première couche du chocolat une gaufrette déjà préparé in-situ est déposé manuellement sans avoir besoin d'équipement ou opération supplémentaire.

Phase 6 : Refroidissement 2, On fait passer les moules et les gaufrettes dans un refroidisseur à nouveau pour bien tenir les gaufrettes avec le chocolat.

Phase 7 : Dépositeur du chocolat 2, le chocolat fondu est versé de nouveau sur les gaufrettes.

Phase 8 : Vibreur 2, La vibration appliquée dans ce stade a pour but de bien fixer le chocolat.

Phase 9 : Racleur pour enlever tout le surplus de chocolat et élimine ainsi l'excédent et le récupéré de nouveau.

Phase 10 : Refroidissement 3, refroidissement pour solidifier la dernière phase chocolat

Phase 11 : Démoulage automatique, le Produit fin est démoulé et les moules vides seront préparé pour un nouveau cycle de production.

Remarque : L'ensemble du processus est géré par un système de contrôle automatisé pour garantir une production fluide et homogène.

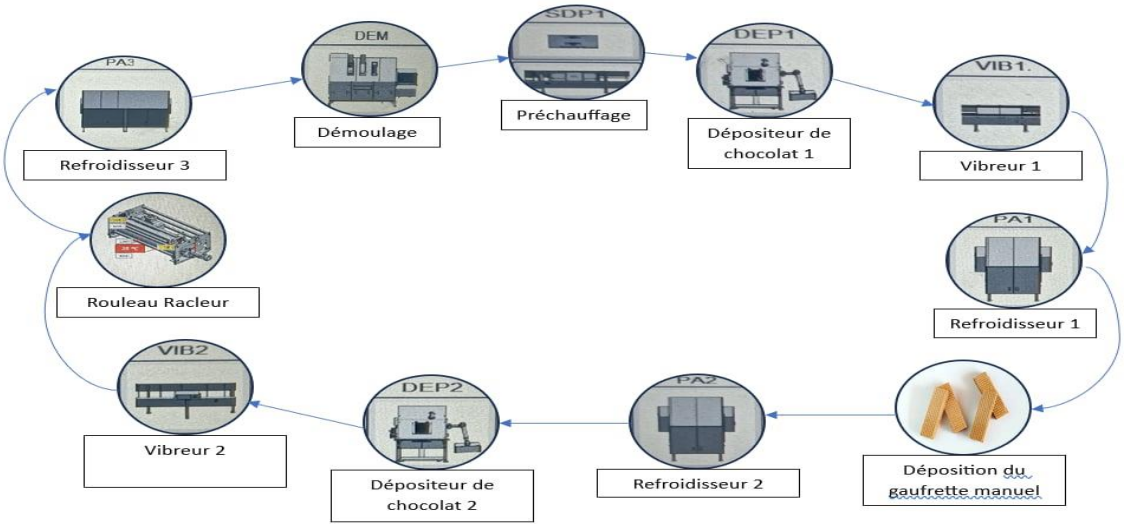


Figure 14. Schéma représentant la ligne BOHNKE

II. Système de nettoyage et récupération "raclage"

Dans cette partie, on va étudier le système de fonctionnement de raclage réparti sous trois ensembles, chaque ensemble est constitué de différents éléments :

Figure 15. *Système de nettoyage « raclage » étudié*

a. Ensemble 1 : Rouleau racleur

Un **rouleau racleur de chocolat** est un dispositif utilisé spécifiquement dans l'industrie chocolatière pour obtenir une texture lisse, il se déplace le long des moules pour gratter et récupérer les matériaux ou produits qui s'y trouvent. Une fois collectés, ces matériaux sont transférés vers un système de récupération. Ensuite, le racleur doit être nettoyé et entretenu régulièrement pour assurer son bon fonctionnement.

b. Ensemble 2 : Tank de récupération

À la fin de chaque cycle de production, la pompe d'extraction se met en marche arrière afin de ré-aspirer le chocolat contenu dans la tuyauterie, grâce au réchauffement au bain-marie contrôlé par le régulateur de chaleur.

Le tank de la chaine de production de SOBCO est équipé avec une pompe pour extraction automatique du chocolat par capteur de niveau, qui se trouve à l'intérieur de la tempéreuse.

Le tank est un instrument indispensable pour ceux qui travaillent le chocolat, les crèmes et les confitures.

c. Ensemble 2 : Filtre SAHIN

Le system de filtration de chocolat a pour but d'assurer une qualité optimale. C'est fait en acier inoxydable, avec veste de couverture de chaude. Facile à nettoyer. Avec barre magnétique a multiple soupape de décharge.

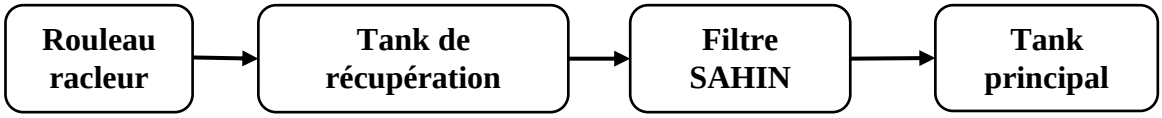


Figure 16. *Les sous-ensembles du système de raclage*

Ⅲ. Fonctionnement des éléments de rouleau racleur

- **Distributeur (FESTO MSZE-3-24 DC) :**

Un distributeur est un composent pré actionneurs essentiel dans les systèmes pneumatiques. Il a pour rôle de distribuer l'air comprimé vers les différents actionneurs pneumatiques comme les vérins ou les générateurs de vide, en fonction d'un signal de commande.

- **Le principe de fonctionnement :**

Le distributeur est le pré-actionneur associé à un vérin pneumatique « actionneur ». Le distributeur comporte un coulisseau ou « tiroir » qui se déplace dans le corps du distributeur. Il permet de fermer ou d'ouvrir les officies par circulation l'air.

Figure 17. *Distributeur*

- **Vérin pneumatique (FESTO ADVC-32-15-A-P-A) :**

Un vérin pneumatique est un actionneur qui utilise de l'air comprimé pour générer un mouvement linéaire ou rotatif. Il se présente sous la forme d'un tube cylindrique et transforme l'énergie pneumatique en énergie mécanique pour créer des mouvements. Les vérins pneumatiques sont largement utilisés dans l'automatisation industrielle pour diverses

applications, telles que le déplacement des pièces, l'actionnement de machines et bien d'autres. Ils peuvent être simples ou doubles effets, avec des diamètres d'alésage variés selon les besoins spécifiques de l'application.

- **Le principe de fonctionnement :**

Le vérin pneumatique transforme l'énergie pneumatique en énergie mécanique de translation.

L'énergie mécanique est produite sous forme d'un mouvement permettant de provoquer un déplacement ou de créer une force. (Protégé : Chaîne d'action pneumatique)

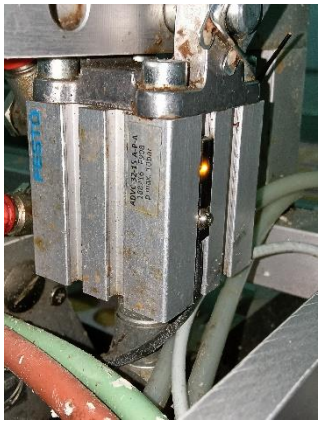


Figure 18. *Vérin pneumatique*

- **Motoréducteur :**

Le motoréducteur est un appareil doté d'un moteur électrique triphasé ou monophasé et d'un réducteur. Son principe de fonctionnement est de réduire la vitesse de sortie en augmentant le couple grâce à un système de pignons. Il simplifie la transmission

Poulie / courroie. L'usage d'un réducteur permet de réduire la vitesse de rotation des moteurs électriques qui généralement de 1500 tr/min, afin d'obtenir des vitesses finales désirées.

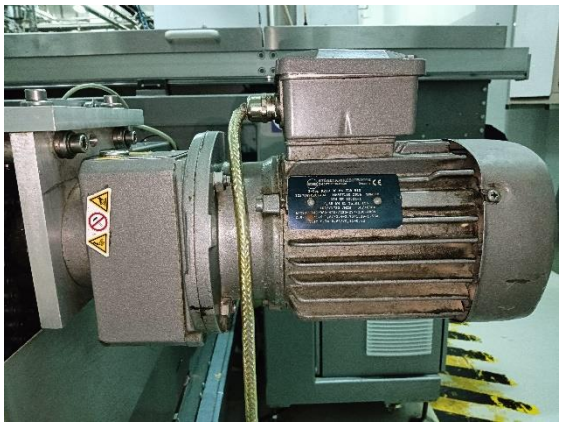


Figure 19. *Motoréducteur*

- **Visse sans fin :**

La **vis sans fin**, ou **vis sans fin**, est un mécanisme qui transmet un mouvement de rotation entre deux pièces dont les axes sont perpendiculaires. C'est-à-dire que la vis sans fin est un type de vis qui sert à transmettre son mouvement de rotation à une roue dont l'axe est perpendiculaire à la vis.

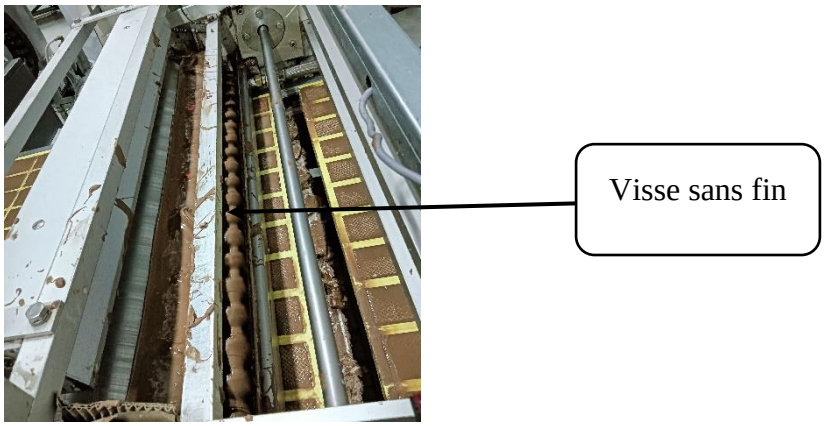


Figure 20. *Visse sans fin*

- **Cylindre et lame :**

Le cylindre avec son système rotatif aide à enlever tout le surplus de chocolat et élimine ainsi l'excédent débordé des moules.

La lame a une surface abrasive a pour but de gratter les parois des réservoirs, des conduites ou des machines de production afin de collecter le chocolat qui s'y trouve et de le transférer vers un système de traitement ultérieur ou de stockage.

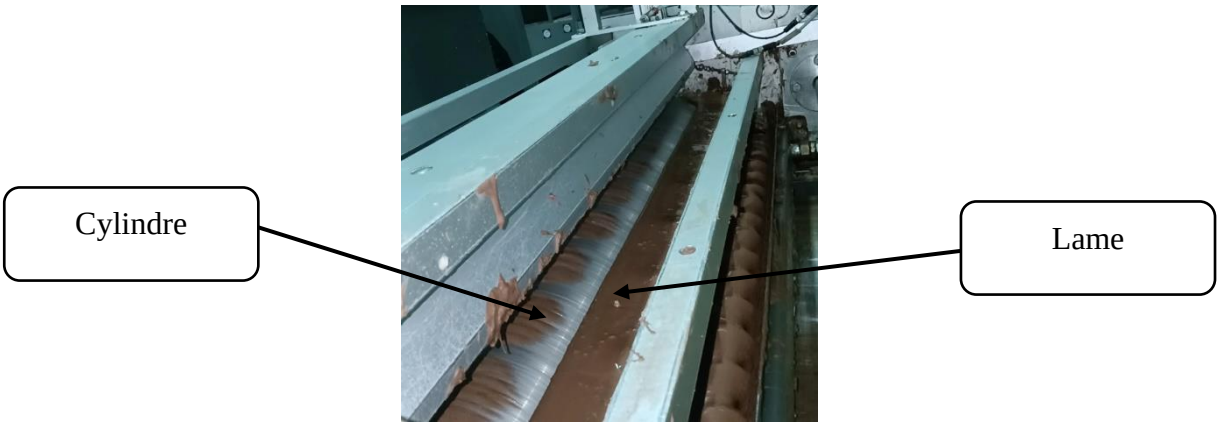


Figure 21. *Cylindre et lame*

- **Resistance :**

Elles sont généralement fabriquées en acier inoxydable, sont immergées directement dans l'eau pour le chauffer. Les résistances blindées sont relativement peu coûteuses et faciles à installer, mais elles sont plus sensibles au tartre que les résistances stéatites.

Figure 22. *Resistance*

- **Relais sécurité weidmuller :**

Les relais de sécurité Weidmüller sont des dispositifs d'automatisation conçus pour surveiller les erreurs potentielles ou les défaillances dans les machines ou les usines et fonctionner pour empêcher les blessures et réduire le risque. Sont utilisés dans de nombreuses industries, comme l'arrêt contrôlé des machines ou la coupure d'urgence de l'alimentation, et sont disponibles en différents modèles pour répondre à des besoins spécifiques.

Figure 23. *Relais sécurité weidmuller*

- **Relais (Schneider) :**

Un relai est un dispositif électromagnétique qui permet de contrôler un circuit de puissance à partir d'un circuit de commande. Il est composé d'une bobine, d'une armature mobile et de contacts qui s'ouvrent ou se ferment en fonction de l'activation de la bobine. Les relais sont largement utilisés dans les systèmes électriques pour isoler les circuits de commande des circuits de puissances, assurant ainsi la sécurité et la flexibilité des installations électriques.

Figure 24. *Relais Schneider*

- **Variateur de fréquence (Schneider) :**

Un variateur de fréquence est un dispositif utilisé pour contrôler la vitesse d'un moteur électrique aux fins suivantes :

- Améliorer le contrôle des process ;
- Réduire la consommation d'énergie et générer efficacement de l'énergie ;
- Diminuer la contrainte mécanique sur les applications de contrôle des moteurs ;
- Optimiser le fonctionnement de diverses applications basées sur des moteurs électriques.

Figure 25. *Variateur de fréquence*

- **Disjoncteur :**

  Le disjoncteur est un dispositif électrique présent dans les installations électriques pour couper automatiquement le courant en cas de court-circuit. Le disjoncteur coupe l'alimentation électrique lorsqu'il détecte une anomalie, contrairement aux fusibles qui grillent et doivent être remplacés. Il fonctionne grâce à une bobine magnétique qui crée un champ magnétique pour ouvrir les contacts en cas de surintensité.

Figure 26. *Disjoncteur*

- **Bouton poussoir marche-arrêt**

Un bouton poussoir marche-arrêt se réfère à un interrupteur électrique qui permet de contrôler l'alimentation d'un dispositif en exerçant une pression. Ce type d'interrupteur revient automatiquement à sa position initiale une fois la pression relâchée.

Figure 27. *Bouton poussoir marche-arrêt*

- **Bouton d'arrêt d'urgence**

Un bouton d'arrêt d'urgence est un dispositif de sécurité essentiel dans les environnements industriels. Il s'agit d'un interrupteur poussoir spécialement conçu pour assurer un arrêt immédiat et sécurisé des machines ou des installations électriques en cas d'urgence.

Figure 28. *Bouton d'arrêt d'urgence*

- **Capteur de débit :**

Un capteur de débit est un dispositif électronique conçu pour mesurer et surveiller le débit d'un fluide. Il permet de convertir les informations de débit en signaux électriques ou numériques exploitables. Les débitmètres, ou capteurs de débit, sont des instruments industriels utilisés pour mesurer la quantité de fluide qui circule dans un circuit en un temps donné. Les fluides mesurables peuvent être des liquides ou des gaz à plus ou moins haute pression, selon les modèles.

- **Pompe à engeranges :**

Les pompes à engrenages sont un type de pompe hydraulique simple et compacte,très répandue dans de nombreuse applications industrielles.Elles fonctionnent grace à l'engrénement de deux roues dentées qui créent un mouvement de fluide de l'entrée vers la sortie de la pompe.

Figure 29. *Pompe a engranges*

Agitateur :

L'agitateur industriel est un dispositif utilisé dans la production industrielle pour mélanger et remuer des produits chimiques ou d'autres substances à l'intérieur d'une cuve de réacteur. Il se compose généralement d'un moteur électrique, d'un arbre d'agitation et de pales d'agitation

Filtre :

Dispositif à travers lequel on fait passer le chocolat pour le débarrasser des particules solides qui s'y trouvent.

- **Électrovannes :**

Les électrovannes sont des composants électromécaniques utilisée dans le domaine de mécanique. Le terme fait référence à un vanne qui fonctionne grâce à un électro-aimant et qui permet commande d'un circuit pneumatique ou hydraulique.

Pour comprendre ce qu'est une électrovanne, comme on peut le voir, il faut faire attention à plusieurs concepts. Commençons par l'idée de vanne : c'est un mécanisme qui régule le débit ou le passage d'un fluide.

Dans le cas de l'électrovanne, la vanne est actionnée au moyen d'un électro-aimant. C'est ainsi qu'on appelle un aimant artificiel qui a un noyau de fer doux entouré d'une bobine, à travers laquelle passe un courant électrique.

Figure 30. *Electrovanne*

Dans ce chapitre, nous avons expliqué le système de nettoyage et de récupération, en présentant avec détail les différents éléments constituant le système pour faciliter la compréhension du fonctionnement du système.

Chapitre IV

Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité

I. Introduction [6]

L'AMDEC est une technique d'analyse rigoureuse qui s'effectue par un travail de groupe, très efficace par la mise en commun de l'expérience et de la compétence de chaque participant.

Par une procédure systématique, bien définie, le groupe évalue et analyse les différents modes et causes de défaillances potentielles d'un produit, d'un processus, d'un moyen de production ou de tout autre système. La méthode fait ressortir la nécessité de mettre en place des actions correctives et/ou préventives à condition :

- De définir le système étudié de façon rigoureuse (analyse fonctionnelle).
- D'examiner de manière exhaustive l'ensemble des défaillances et des risques qui leurs sont liés.
- De quantifier ces défaillances en évaluant leur criticité.

II. Analyse fonctionnelle de la défaillance

II.1. Définition de défaillance [7]

D'après la norme AFNOR 60010X : Une défaillance est l'altération ou la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir sa ou ses fonctions requises avec les performances définies dans les spécifications techniques.

II. 2. Modes de défaillance [8]

D'après BISCON.I, un mode de défaillance est « la manière par laquelle un système étudié ne va plus remplir sa fonction. A partir de l'analyse fonctionnelle, on considère tous les écarts au fonctionnement du système : à chaque fonction non remplie ou mal remplie correspond un mode de défaillance »

Une autre définition donnée par KELADA J. dit que « Le mode de défaillance est la façon dont un produit, un composant, un ensemble, un processus ou une organisation manifeste une défaillance ou s'écarte des spécification » [9]

II.3. Cause de défaillance [4]

Une cause de défaillance est l'événement initial pouvant conduire à la défaillance d'un dispositif par l'intermédiaire de son mode de défaillance. Plusieurs causes peuvent être associées à un même mode de défaillance. Une même cause peut provoquer plusieurs modes
De défaillance.

II.4. Effet d'une défaillance [4]

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

III. Présentation de la méthode AMDEC

III.1. Définition d'AMDEC [6]

AFNOR (Norme X-510) :

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) est une méthode d'analyse de la fiabilité qui permet de recenser les défaillances et les conséquences affectant le fonctionnement du système dans le cadre d'une application donnée »

Tableau 3. Historique de l'AMDEC

Année 1950	la méthode FMECA (Fail ure Modes, Effects and Criticality Analysis) est introduite aux États-Unis dans le domaine des armes nucléaires.
Année 1960	cette méthode est mise en application en France sous le nom d'AMDEC pour les programmes spatiaux et aéronautiques.
Année 1970	son application est étendue aux domaines du nucléaire civil, des transports terrestres et des grands travaux.
Année 1980	l'AMDEC est appliquée aux industries de produits et de biens d'équipement de production.

III.2. But de l'AMDEC [6]

L'AMDEC est une technique d'analyse prévisionnelle qui permet d'estimer les risques d'apparition de défaillance ainsi que les conséquences sur le bon fonctionnement du moyen de production, et d'engager les actions correctives nécessaires. L'objectif principal est l'obtention d'une disponibilité maximale. Les objectifs intermédiaires sont les suivants :

- Analyser les conséquences des défaillances.
- Réduction du nombre des défaillances.
- Prévention des pannes.
- Amélioration de fabrication, du montage et de l'installation.
- Amélioration de la maintenance préventive.
- Identifier les modes de défaillances.
- Aide au diagnostic.
- Préciser pour chaque mode de défaillance les moyens et les procédures de détection.
- Déterminer l'importance ou la criticité de chaque mode de défaillance.
- Classer les modes de défaillance.
- Amélioration de la sécurité.

III.3. Les types d'AMDEC [10]

Plusieurs types de l'AMDEC ont été présentés par la littérature, parmi lesquels on trouve les plus fréquemment utilisés :

a. AMDEC fonctionnelle :

Qui est l'analyse des défaillances et de leurs causes à l'étape de la conception.

b. AMDEC produit :

L'AMDEC produit consiste à analyser les défaillances d'un produit au regard de sa fabrication, de sa conception ou de son utilisation. L'objectif visé est l'amélioration de sa qualité et sa fiabilité.

c. AMDEC processus, ou procédé :

Ce sont les méthodes de production qui sont examinée dans l'optique de cerne des défaillances éventuelles et d'optimiser les processus.

d. AMDEC moyen de production :

L'AMDEC moyens de production a pour but de mettre en avant les défaillances des machines et des équipements sollicites dans la fabrication d'un produit. Ce qui permet d'améliorer la maintenance des appareils.

- On peut également parler d'autres types d'AMDEC connus :

e. AMDEC sécurité :

L'AMDEC sécurité vise à étudier la sécurité des opérateurs dans les procédés. L'idée es de limiter au maximum les cause pouvant entrainer un accident ou un dommage.

f. L'AMDEC conception :

L'AMDEC conception est utilisé au cours de la conception d'un outil de production.

g. L'AMDEC organisation :

L'AMDEC organisation peut se réaliser à différent niveaux (system de gestion, system d'information, marketing, ressources humaines, finances, system de production …). Elle a pour intérêt de déterminer les défaillances pouvant conduire à un évènement redoute.

h. AMDEC flux :

Qui travaille sur le risque de rupture d'approvisionnement en information ou matière première.

i. AMDEC composants : [7]

Si on est en train de faire une analyse sur un produit ayant plusieurs composants, on applique cette méthode. D'après J. AMDEC service :

Afin de répondre aux exigences des clients, il faut toujours vérifier la valeur ajoutée réalisée par le service tout en assurant que ce dernier ne produit pas de défaillances. C'est ici qu'on trouve l'utilité de l'AMDEC service.

IV. Principe de la méthode AMDEC

Une étude AMDEC machine comporte quatre étapes successives, soit un total de 21 opérations. La puissance d'une étude AMDEC réside autant dans son contenu que dans son exploitation. Une étude AMDEC reste sans valeur si elle n'était pas suivie par la mise en place effective des actions correctives préconisées par le groupe, accompagnées d'un contrôle systématique.

a. Etape 1 : Initialisation

L'initialisation de l'AMDEC machine est une étape préliminaire à ne pas négliger. Elle est menée par le responsable de l'étude avec l'aide de l'animateur, puis précisée avec le groupe de travail.

Elle consiste à poser clairement le problème, définir le contenu et les limites de l'étude à mener et à réunir tous les documents et informations nécessaires à son bon déroulement.

En suivant la méthode suivante :

1- Définition du système à étudier.

2- Définition de la phase de fonctionnement.

3- Définition des objectifs à atteindre.

4- Constitution du groupe de travail.

5- Etablissement du planning.

6- Mise au point des supports de l'étude : les grilles et la méthode de cotation de la criticité, les tableaux de saisie AMDEC machine (voir Tableau 1. Grille AMDEC) et les feuilles de synthèse.

Tableau 4. Grille AMDEC

Fonction du produit, ou opération du processus	**Mode** d'une défaillance potentielle	**Effet** de la défaillance	**Causes** possibles de la défaillance	Evaluation			Actions préventives	Résultats			
				Détection	Occurrence	Gravité	**Criticité**	Recommandées	Prises	Détection	Occurrence	Gravité	**Nouvelle criticité**

b. Etape 2 : décomposition fonctionnelle : [11]

Etape indispensable pour analyser ensuite les risques de dysfonctionnement. Elle facilite l'étape ultérieure d'analyse des défaillances. Elle comprend un découpage du moyen de production en sous-systèmes jusqu'au niveau de décomposition souhaité (composant élémentaire ou module dont on peut faire l'échange standard).

c. Etape 3 : Analyse AMDEC

La maintenance d'un équipement critique pour une manufacture doit être rigoureuse. Il est donc souhaitable de contrôler au lieu de subir les pannes imprévues. Ces pannes peuvent amener une augmentation des coûts de maintenance, des dangers pour les travailleurs ou un arrêt de production.

Afin de faire une bonne maintenance, il faut bien connaître notre équipement ainsi que les différents modes de défaillances. Il est possible par la suite de déterminer les causes

Probables et d'en évaluer l'impact sur l'environnement. La méthode utilisée pour faire cette tâche laborieuse est la méthode AMDEC.

L'analyse AMDEC proprement dite consiste à identifier les dysfonctionnements potentiels ou déjà constatés d'une machine, à mettre en évidence les points critiques et à proposer des actions correctives pour y remédier. En pratique, on procède souvent à une estimation approximative qui se traduit par une note attribuée pour le groupe AMDEC, ils s'agit donc d'une échelle de notation.

$$C = G \times F \times D$$

Avec :

-La fréquence d'apparition de la défaillance (F)

-La gravité des conséquences que la défaillance génère (G)

-La non-détection(D)

La méthode AMDEC aide à identifier tout ce qui ne pourrait pas fonctionner au sein de l'entreprise et donc, par effet de ricochet, à éliminer toutes les causes probables de défaillances pouvant survenir.

Chapitre V

Mise en place d'un plan de maintenance préventive

Introduction

Dans ce chapitre, nous allons appliquer la méthode AMDEC, en effectuant une analyse critique consistant à identifier de façon inductive et systématique les risques dysfonctionnement d'un système de nettoyage "un rouleau racleur » puis à en rechercher les origines et leurs conséquences.

I. PHASE 1 : Initialisation de l'étude

- **Définition du système à étudier**

Le système étudié est un système de raclage qui comprend 3 sous-ensembles que nous avons présenté dans le chapitre 3, dont : Rouleau racleur **;** Tank de récupération ; Filtre SAHIN.

- **Définition des objectifs à atteindre**

-L'identification des causes de dysfonctionnement ;
-Elaborer et suivre un plan de maintenance ;
-Définir les points les plus critiques pour cette ligne de production.

- **Constitution du groupe de travail**

Le groupe de travail est composé de deux étudiants: NACEF Houcem et AMRANE Mouloud en collaboration avec le groupe de maintenance BOUKOUCHA mohamed lamine et BEN LIREM Mokhetar et des opérateurs de production.

- **Etablissement du planning**

Nous avons organisé une réunion de travail dont nous étions présents avec un encadreur ainsi que les agents opérateurs sur les différents équipements de la chaine de production "ligne BOHNKE".

Les points abordés sont :

-Explication générale sur la ligne BOHNKE ;
-Collecté les informations sur les pannes ;

-La durée des interventions.

Le groupe s'est réuni, une autre fois dans le but d'analyser les défaillances les plus probables ainsi que leurs effets sur la ligne de production, Nous avons appliqué la méthode AMDEC moyen sur le système de raclage « nettoyage ».

Les points abordés sont :

- Décomposé le système de raclage en trois sous-ensembles.
-Définir les éléments de chaque ensemble.
-Collecté les références de chaque composante dans le but d'étudier son mode de fonctionnement.

Une troisième réunion est organisée pour mettre le barème de cotation (fréquence, gravité, détection) ce qui permet le calcul de la criticité.

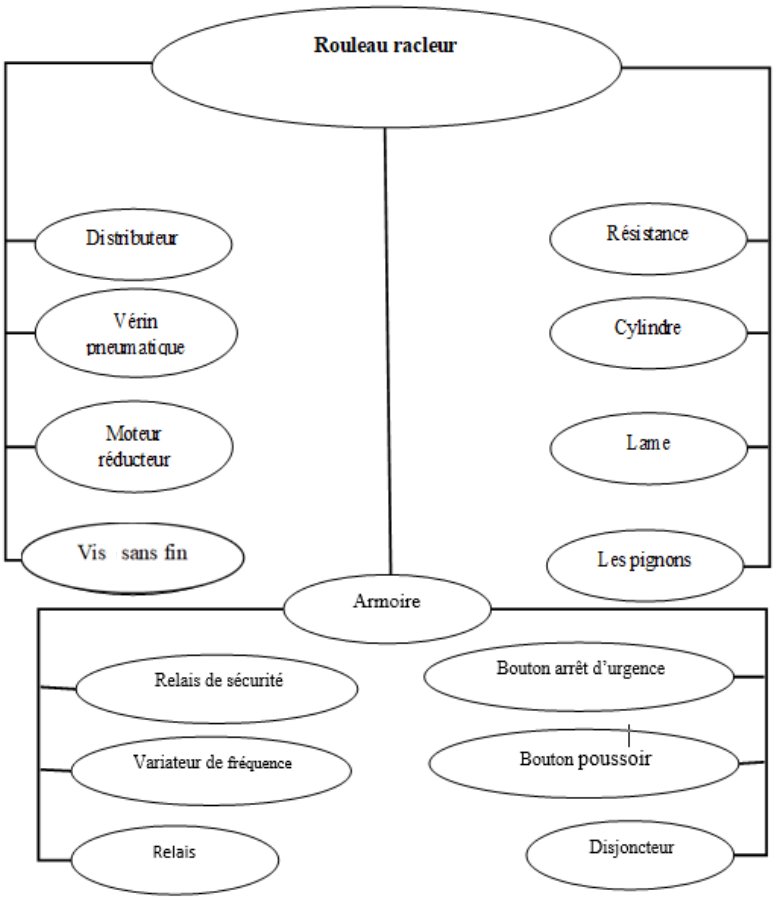
La réunion suivante s'est déroulée dans le but :

-D'étudier les actions correctives et préventives.
- Proposer les actions amélioratrices.

II. PHASE 2 : Décomposition fonctionnelle

Dans cette partie nous allons décomposer le système de raclage en sous-ensembles et présenté les éléments de chaque ensemble sous forme de schéma, en contre partie le fonctionnement de chaque élément a été traité dans le chapitre 3.

- **Principe éléments d'un rouleau racleur**



- **Ensemble 1 rouleau racleur :**

Figure 31. *Les principaux éléments d'un rouleau racleur*

❖ **Ensemble 2 : Tank de récupération**

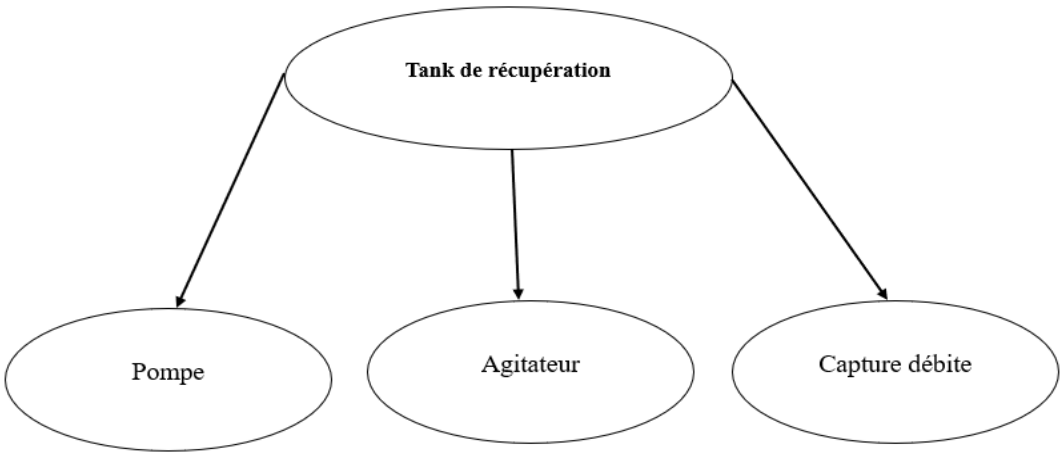


Figure 32. *Les principaux éléments d'un tank de récupération*

❖ **Ensemble 2 : Filtre SAHIN**

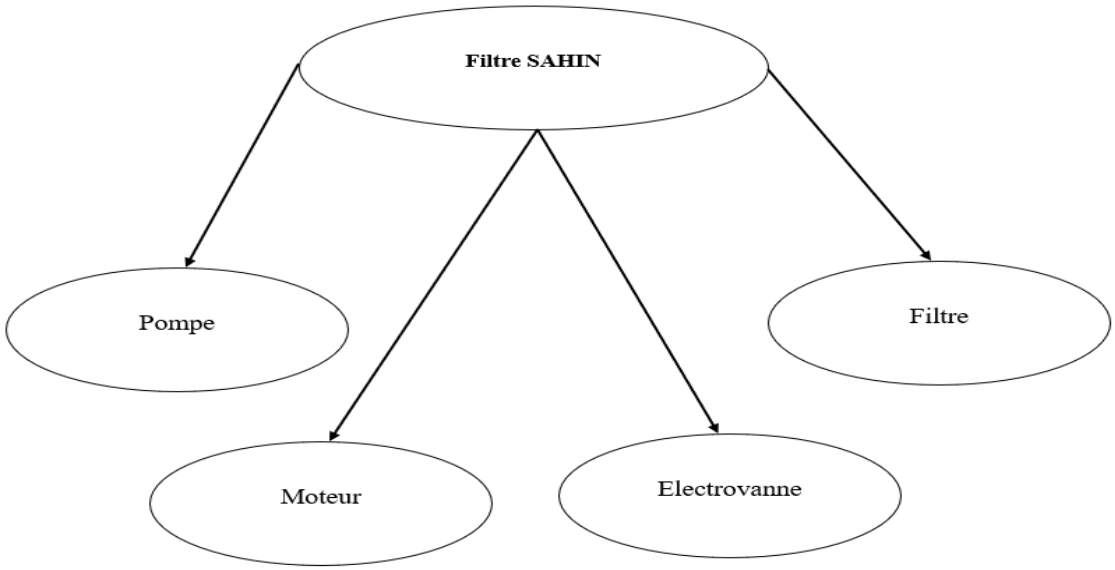


Figure 33. *Les principaux éléments de filtre SAHIN*

III. PHASE 3 : Analyse AMDEC

L'analyse AMDEC a été faite pour chaque élément. L'évaluation de la criticité « C » a été réalisée par les trois indicateurs suivants :

F : la fréquence d'apparition d'une défaillance ;

G: la gravité de la défaillance ;

N : la probabilité de non détection de la défaillance.

La valeur de « C » est obtenue par le produit des 3 notes : C = F x G x N

Fréquence d'apparition F :
C'est la fréquence d'apparition d'une défaillance due à une cause particulière.

Tableau 5. Grille de cotation « Fréquence »

Niveau de fréquence	Indice	Définition
Fréquence très faible	1	Défaillance rare :**1**défaillance maxi par deux ans
Fréquence faible	2	Défaillance possible :**1** défaillance maxi par année
Fréquence moyenne	3	Défaillance fréquente :**1** défaillance maxi par trimeste
Fréquence forte	4	Défaillance très fréquente :**1** défaillance maxi par mois

Gravité G :

C'est la gravité des effets de la défaillance :

- Pertes de productivité (arrêt de production, défaut de qualité)
- Coût de la maintenance.
- Sécurité, environnement

Tableau 6. Grille de cotation « Gravité »

Niveau de gravité	Indice	Définition
Gravite très faible	1	Arrêt de la production ≥ 5
Gravite faible	2	Arrêt de la production de 10 min à 20min
Gravite moyenne	3	Arrêt de la production de 20 min à 1 heure
Gravite catastrophique	4	Arrêt de la production de 1 heure à 2 heure

Non détection N

Probabilité de non détection d'une défaillance avant qu'il n'atteigne l'utilisateur

Tableau 7. Grille de notation « non détection »

Niveau de probabilité de non détection	Indice	Définition
Détection évidente	1	Dispositif de détection automatique (alarme)
Détection possible	2	Détection visuel
Détection improbable	3	Détection difficile (démontage)
Détection impossible	4	Indécelable

Criticité C :

Elle permet de discriminer les actions à entreprendre et de les calculer à partir de la gravité, la fréquence et la défaillance de non détection.

Tableau 8. Grille de cotation « criticité » et leurs définitions

Niveau de criticité	Définition
1 ≤ C < 10 Criticité négligeable	Aucune modification ; Maintenance corrective
10 ≤ C < 18 Criticité moyenne	Amélioration : Maintenance préventive systématique
18 ≤ C < 27 Criticité élevée	Surveillance particulière : Maintenance préventive conditionnelle
27 ≤ C < 64 Criticité interdite	Remise en cause complète de l'équipement

Tableau 9. Les tache

Mode de défaillance	Nom de tache
Lame émoussée	Grattez le chocolat
Blocage moteur	Alimenté l'agitation
Bobine défaillante	Sécurité
Entonnoir mal positionné	Assuré la position de remplissage
Mauvais contact	Commandé l'alimentation de produit
Défaut électrique	Protection machine
Blocage	Assuré la vitesse de moteur
Déformation	Faire passer le chocolat
Roulement	Pas de passage
Fuite d'huile au niveau de réducteur	Augmenter ou réduire la vitesse de rotation
Problème de température	Chauffé le lame
Mauvais contact	Arrêt machine en position
Casseur	La transmission
Fuite d'aire ou colmatage	La commande de vérin à gauche
Fuite d'aire ou colmatage	La commande de vérin à droite
Fuite d'huile au niveau de moteur	Démarrer la fonction du filtre
Abimé	Étanchéité
Fuite d'huile au niveau de réducteur	Augmenter ou réduire la vitesse de rotation

Colmatage partiel ou total	Filtrage de chocolat
Débit insuffisant	Réaspiré le chocolat
Déformation	Mixé le chocolat
Problème de détection de niveau de chocolat	Surveille le débit de chocolat
Abimé	Étanchéité

	AMDEC : analyse des modes de défaillance de leurs effets et leurs criticités										
	Système : rouleau racleur de chocolat					**Phase de fonctionnement :** Fonction normal et défaillant **Secteur :** Produits alimentaire					
Ensemble	**Elément**	**Fonction**	**Mode de défaillance**	**Cause**	**Effet**	**Détection**	**Gravite**	**Fréquence**	**Non détection**	**Criticité**	**Action corrective**
Rouleau racleur	Lame	Grattez le chocolat	Lame émoussée	Fatigue	Mauvaise grattage	**Visuel**	**2**	**1**	**2**	**4**	Nettoyage de lame
	Relai	Sécurité	Bobine défaillante	Blocage bibine ou mauvais contact	Manque sécurité	**Alarme**	**3**	**1**	**1**	**3**	Changer le relai
	Cylindre (guidage)	Assuré la position de remplissage	Entonnoir mal positionné	Mauvaise serrage ou présence de jeu	Mauvaise remplissage	**Démontage**	**3**	**1**	**3**	**9**	Changement support guidage de l'axe réglage
	Contacteur	Commandé l'alimentation de produit	Mauvis contact	Fatigue	Mauvaise commande	**Alarme**	**2**	**1**	**1**	**2**	Changement contacteur

	Armoire électrique (Fusible)	Protection machine	Défaut électrique	Court-circuit	Mauvaise protection	**Alarme**	**2**	**1**	**1**	**2**	Changer fusible
	Variateur de la fréquence	Assuré la vitesse de moteur	Blocage	Défaut électrique	Dégradation vitesse de moteur	**Visuel**	**2**	**1**	**2**	**4**	Changement de variateur
	La vis sans fin	Faire passer le chocolat	Roulement	Fatigue	Pas de passage	**Visuel**	**3**	**2**	**2**	**12**	Changement des roulements
	La vis sans fin	Faire passer le chocolat	Déformation	Fatigue	Pas de passage	**Démontage**	**3**	**2**	**3**	**18**	Montage la vise
	Moteur réducteur	Augmenter ou réduire la vitesse de rotation	Fuite d'huile au niveau de réducteur	Joint spi abimé	Pas de transmission	**Démontage**	**4**	**1**	**3**	**12**	Changement de joint spi

	Resistance	Chauffé le lame	Problème de température	Défaut électrique	Mauvais nettoyage	**Démontage**	**2**	**1**	**3**	**6**	Change la résistance
	Bouton poussoir	Arrêt machine en position	Mauvais contact	Fatigue	Bouton poussoir ne marche pas	**Alarme**	**2**	**1**	**1**	**2**	Changer bouton poussoir
	Pignons d'entrainée	La transmission	Casseur	La charge ou la fatigue	Mauvaise transmission mécanique	**Démontage**	**3**	**1**	**3**	**9**	Changer le pignon
	Distributeur à gauche	La commande de vérin à gauche	Fuite d'aire ou colmatage	Joint détérioré	Pas de commande de vérin	**Visual**	**2**	**1**	**2**	**4**	Changer joint ou changement de distributeur
	Distributeur à droite	La commande de vérin à droite	Fuite d'aire ou colmatage	Joint détérioré	Pas de commande de vérin	**Visual**	**2**	**1**	**2**	**4**	Changer joint ou changement de distributeur

Filtre SAHIN	Moteur	Démarrer la fonction du filtre	Fuite d'huile au niveau de moteur	Vibration	Filtre ne marche pas	**Visual**	**3**	**1**	**2**	**6**	Changement joint spi
	Joint torique	Étanchéité	Abimé	Fatigue	Mauvais serrage ou présence de jeu	**Démontage**	**1**	**1**	**3**	**3**	Changement de joint torique
	Moteur réducteur	Augmenter ou réduire la vitesse de rotation	Fuite d'huile au niveau de réducteur	Joint spi abimé	Pas de transmission	**Démontage**	**2**	**1**	**3**	**6**	Changement de joint spi
	Filtre	Filtrage de chocolat	Colmatage partiel ou total	Présence d'impuretés de chocolat	Vibrateur défectueux	**Démontage**	**3**	**1**	**3**	**6**	Nettoyage de filtre ou change le filtre
Tank de récupération	Pompe	Réaspiré le chocolat	Débit insuffisant	Fuite extérieure dans le sécurit	Mouvais fonctionnement	**Démontage**	**3**	**1**	**3**	**9**	Changement des joint

	Agitateur	Mixé le chocolat	Déformation	Fatigue	Mouvais fonctionnement	**Démontage**	**3**	**1**	**3**	**9**	Changement l'agitateur
	Capteur débit	Surveille le débit de chocolat	Problème de détection de niveau de chocolat	Détecteur défectueux	Disfonctionnement	**Démontage**	**3**	**1**	**3**	**9**	Nettoyage le capteur ou changement le capteur
	Joint alimentaire	Étanchéité	Abimé	Fatigue	Mauvais serrage ou présence de jeu	**Démontage**	**2**	**1**	**3**	**6**	Changement des joint
	Moteur agitateur	Alimenté l'agitateur	Blocage moteur	Roulements	Mauvaise fonctionnement	**Démontage**	**3**	**1**	**3**	**9**	Changement des roulements

IV. Phase 4 : Evaluation des défaillances

Tableau 10. Evaluation des défaillances**.**

Eléments	**Criticité**	**Action corrective** à **engager**
Ensemble 1 : Rouleau racleur • Lame • Relai • Cylindre • Contacteur • Armoire électrique (fusible) • Variateur de la Vitesse • La vise sans fin • La vise sans fin • Moteur réducteur • Resistance • Bouton poussoir • Pignons d'entrainée • Distributeur à gauche • Distributeur à droit	 4 3 9 2 2 4 12 18 12 6 2 9 4 4	Maintenance préventive systématique.
Ensemble 2 : Filtre SAHIN • Moteur • Joint torique • Moteur réducteur • Filtre	 6 3 6 6	Maintenance corrective.
Ensemble 3 : Tank de récupération • Pompe • Agitateur • Capteur débit • Joint alimentaire • Moteur agitateur	 9 9 9 6 9	Maintenance corrective.

Résultats et discussions :

A) Ensemble 1 : Rouleau racleur

L'analyse des modes de défaillance et de leurs effets et de leurs criticité (AMDEC), montre que la vise sans fin pose un sérieux problème (arrêt de production). Ce dernier est un élément principal du rouleau racleur (fait passer le chocolat), L'arrêt de cette élément cause l'arrêt de rouleau racleur.

D'après la grille de cotation de la criticité, la vise sans fin est entre $10 \leq C < 18$, définit une maintenance améliorative : Maintenance préventive systématique. Un changement définitif de la visse sans fin.

B) Ensemble 2 : Filtre SAHIN :

La criticité de tous les éléments de cet ensemble est entre $1 \leq C < 10$: criticité négligeable**,** aucune modification ; Maintenance corrective.

B) Ensemble 3 : Tank de récupération :

La criticité de tous les éléments de cet ensemble est entre $1 \leq C < 10$: criticité négligeable**,** aucune modification ; Maintenance corrective.

V. Phase 5 : Plan d'action

Les systèmes de raclage sont indispensables dans une chaine de production. En leurs absence, les saletés et les restes de produits restent alors collés à la bande transporteuse sur la partie retour. Beaucoup d'entreprise ont prouvé que les systèmes de récupération de produit diminuent les rejets et de leur coût de traitement.

En revanche, il faut contrôler la position exacte de la bonde transporteuse, ceci demande à chaque fois un opérateur de plus à celui qui doit mettre la machine en service au début de la production et l'arrêter à la fin de la production, ainsi d'exécuter les opérations de nettoyage et de contrôle de la machine.

Comme plan d'action amélioratif, nous proposons une modification technologique du moyen production : est de compléter le système de nettoyage par un servomoteur, afin de contrôler la position de la bande transporteuse grâce à son capteur qui fournit un signal de rétroaction. Ce signal est utilisé par le mécanisme de commande du moteur pour autoréguler sa sortie.

En effet, un servomoteur est un moteur qui contient un codeur à l'intérieur, appelé décodeur, qui convertit le mouvement mécanique (tours d'arbre) en impulsions numériques interprétées par un contrôleur de mouvement.

Rp : Le coût de ce type d'action n'est pas négligeable et on le traite comme un investissement.

Conclusion

Ce travail montre la faisabilité de conduire une méthode d’optimisation de maintenance, par l’analyse AMDEC. Cette méthode fait partie d’une approche globale car elle permet de se prémunir contre certaines défaillances et d’étudier les causes et conséquences.

La mise en œuvre d’une telle démarche montre sa contribution dans la réduction des coûts de maintenance. En effet elle permet :

- De définir les exigences de sureté de fonctionnement de manière précise
- D’identifier les fonctions critiques pour le système
- De définir la politique de maintenance pour le système et ces composants.

Conclusion générale

Notre stage au sein de SOBCO, nous avons permis d'assister à plusieurs types de défaillance, de faire découvrir le monde du travail, de mettre en pratique nos connaissances et ainsi acquérir une expérience professionnelle.

Au cours de notre étude, on a pu prendre conscience de l'importance d'un système de nettoyage "raclage" dans une ligne de production agroalimentaire, qui provoque des conséquences financières lors d' une interruption dans la chaîne de production plus précisément le racleur.

Dans ce projet de fin d'études nous sommes intéressés à l'analyse des modes de défaillances d'équipement de raclage, en appliquant la méthode AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances de leurs Effets et leurs Criticités).

Pour que nos objectifs soient atteints, nous avons décrit le système de raclage en introduisant ses composants les plus pertinents à notre travail, ensuite les décomposés en sous-système, et à la fin répertorier en composant élémentaire dont on peut faire l'échange standard

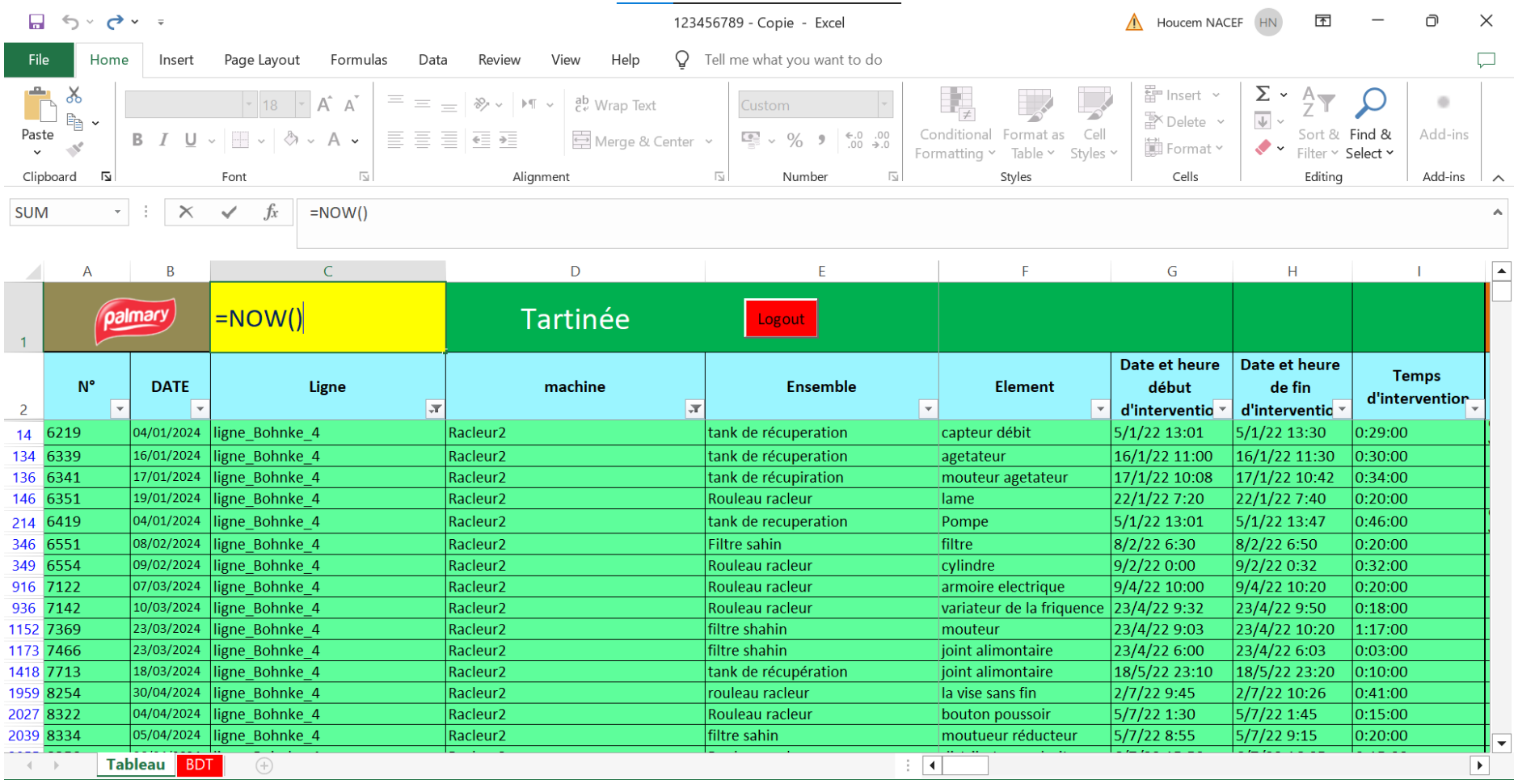
Nous avons introduit la méthode AMDEC de manière objective, pour mieux situé les causes des défaillances de l'équipement, ainsi proposé des solutions efficaces pour chaque défaillance, et cibler celles qui sont plus Critiques,

Au terme de notre étude, nous pouvant constater et conclure qu'il est très important de contrôler un système au lieu de subir des pannes imprévues. Ce qui engendre la possibilité de réduire les temps d'arrêts, l'indisponibilité et les coûts de maintenance.

Pou une meilleure organisation de ce genre de maintenance, nous avons proposer un plan d'action de maintenance améliorative dédié à notre système de raclage étudié. Ce dernier peut être améliorer par un l'ajout d'un servomoteur qui offre un contrôle élevé sur la position de cylindre du racleur.

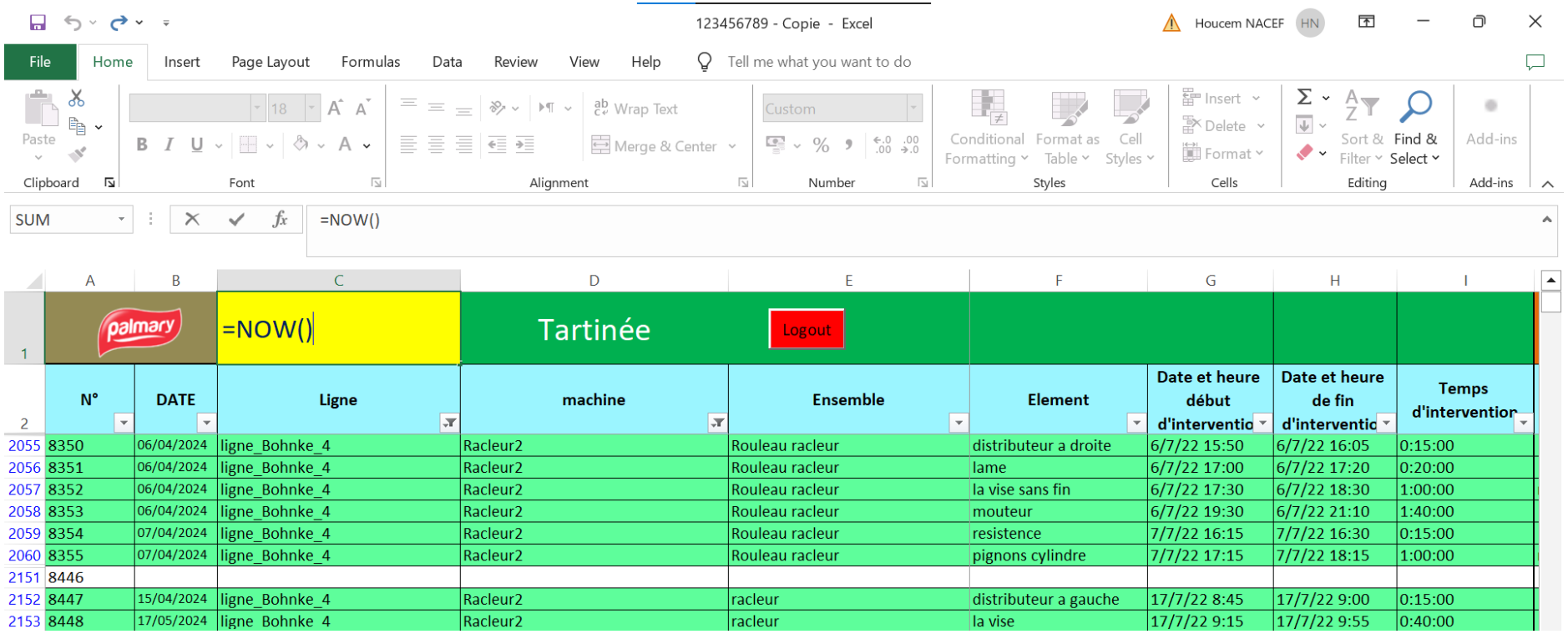
Les annexes

Annexe 1 :



	N°	DATE	Ligne	machine	Ensemble	Element	Date et heure début d'interventio	Date et heure de fin d'interventio	Temps d'intervention
14	6219	04/01/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	tank de récuperation	capteur débit	5/1/22 13:01	5/1/22 13:30	0:29:00
134	6339	16/01/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	tank de récuperation	agetateur	16/1/22 11:00	16/1/22 11:30	0:30:00
136	6341	17/01/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	tank de récupiration	mouteur agetateur	17/1/22 10:08	17/1/22 10:42	0:34:00
146	6351	19/01/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	Rouleau racleur	lame	22/1/22 7:20	22/1/22 7:40	0:20:00
214	6419	04/01/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	tank de recuperation	Pompe	5/1/22 13:01	5/1/22 13:47	0:46:00
346	6551	08/02/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	Filtre sahin	filtre	8/2/22 6:30	8/2/22 6:50	0:20:00
349	6554	09/02/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	Rouleau racleur	cylindre	9/2/22 0:00	9/2/22 0:32	0:32:00
916	7122	07/03/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	Rouleau racleur	armoire electrique	9/4/22 10:00	9/4/22 10:20	0:20:00
936	7142	10/03/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	Rouleau racleur	variateur de la friquence	23/4/22 9:32	23/4/22 9:50	0:18:00
1152	7369	23/03/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	filtre shahin	mouteur	23/4/22 9:03	23/4/22 10:20	1:17:00
1173	7466	23/03/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	filtre shahin	joint alimontaire	23/4/22 6:00	23/4/22 6:03	0:03:00
1418	7713	18/03/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	tank de récupération	joint alimontaire	18/5/22 23:10	18/5/22 23:20	0:10:00
1959	8254	30/04/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	rouleau racleur	la vise sans fin	2/7/22 9:45	2/7/22 10:26	0:41:00
2027	8322	04/04/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	Rouleau racleur	bouton poussoir	5/7/22 1:30	5/7/22 1:45	0:15:00
2039	8334	05/04/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	filtre sahin	moutueur réducteur	5/7/22 8:55	5/7/22 9:15	0:20:00

Annexe 2 :



	N°	DATE	Ligne	machine	Ensemble	Element	Date et heure début d'interventio	Date et heure de fin d'interventio	Temps d'intervention
2055	8350	06/04/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	Rouleau racleur	distributeur a droite	6/7/22 15:50	6/7/22 16:05	0:15:00
2056	8351	06/04/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	Rouleau racleur	lame	6/7/22 17:00	6/7/22 17:20	0:20:00
2057	8352	06/04/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	Rouleau racleur	la vise sans fin	6/7/22 17:30	6/7/22 18:30	1:00:00
2058	8353	06/04/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	Rouleau racleur	mouteur	6/7/22 19:30	6/7/22 21:10	1:40:00
2059	8354	07/04/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	Rouleau racleur	resistence	7/7/22 16:15	7/7/22 16:30	0:15:00
2060	8355	07/04/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	Rouleau racleur	pignons cylindre	7/7/22 17:15	7/7/22 18:15	1:00:00
2151	8446								
2152	8447	15/04/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	racleur	distributeur a gauche	17/7/22 8:45	17/7/22 9:00	0:15:00
2153	8448	17/05/2024	ligne_Bohnke_4	Racleur2	racleur	la vise	17/7/22 9:15	17/7/22 9:55	0:40:00

Références bibliographies

[1] : COURS DE. MAINTENANCE. Frédéric TOMALA. Page 2. 2. Frederic Tomala. Enseignant - Chercheur en gestion des risques. Département Management des Systèmes. HEI.

[2] : AKROUF KHALED, mémoire de fin d'étude de technicien supérieur en maintenance industrielle, plieuse (L V D) 70 T institut l'ITEEM, 2016.

[3] : site internet : https://mail.google.com/mail/u/0/?pli=1#inbox?projector=1 10 juin 2024.

[4] : BOUCHENEB FAOUZI, DIF MOHAMED AMINE, mémoire master maintenance industrielle, la maintenance, sécurité et environnement de la pompe de forage,2023.

[5] : ARABI IHAB, mémoire technicien supérieur en maintenance industrielle, Etude technologique d'une presse plieuse hydraulique 140 T,2022.

[6] : CHALAL ABDELAZIZ, Etude AMDEC de la faiseuse horon mu par les outils de la maintenance industrielle. Mémoire de master université BADJI MOKHTAR ANNABA.

[7] : Mourad bousserouel, Salah Eddine ben kaddour, Application de la méthode AMDEC afin de maintenance a un system de production.

[8] : B. I, Outils de quantification des modes de défaillance lors d'une analyse de risque, Institut national des sciences appliquées de Strasbourg, 2007.

[9] : K. J, l'AMDEC, École des Études Commerciales : Centre d'étude en qualité totale,1994.

[10] : site internet : https://www.appviser.fr/magazine/operations/gestion-de projet/amdec 9 juin 2024