



République Algérienne



Démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique

Université A-MIRA de BEJAIA

Faculté de technologie

Département de Génie électrique

Mémoire Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en électromécanique

Option : électromécanique

Présenté par

Rachid Massinissa et Kennouche Hani

Thème

**Analyse des sous-ensembles fonctionnels de la souffleuse
SBO 10/5028 par la méthode AMDEC**

Membres de jury:

- | | |
|------------------|-----------|
| - Mr Imaouchen | Président |
| - Mr Ait Mokthar | Examineur |
| - Mr Outah | Promoteur |

Remerciement

Avant tout on tient nos remerciements à notre dieu tout puissant De nous avoir donné la force, le courage et la santé pour compléter ce modeste travail.

On adresse nous remerciements aussi aux personnes qui nous ont aidés dans la réalisation de ce mémoire.

Tous ceux qui nous ont aidés à trouver des solutions pour avancer.

*- En premier lieu, on tien a remercié, notre promoteur Mr **Outah El-hanafi***

*- Notre encadreur au sein de l'entreprise CEVITAL le Méthodiste maintenance mécanique Mr **Khoudja youcef** pour nous avoir proposé ce thème et son immense effort pour le réaliser.*

- Comme on tien a nous enseignants qui ont était une source infatigable

De Savoir Et d'encouragement.

- Que tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la concrétisation.

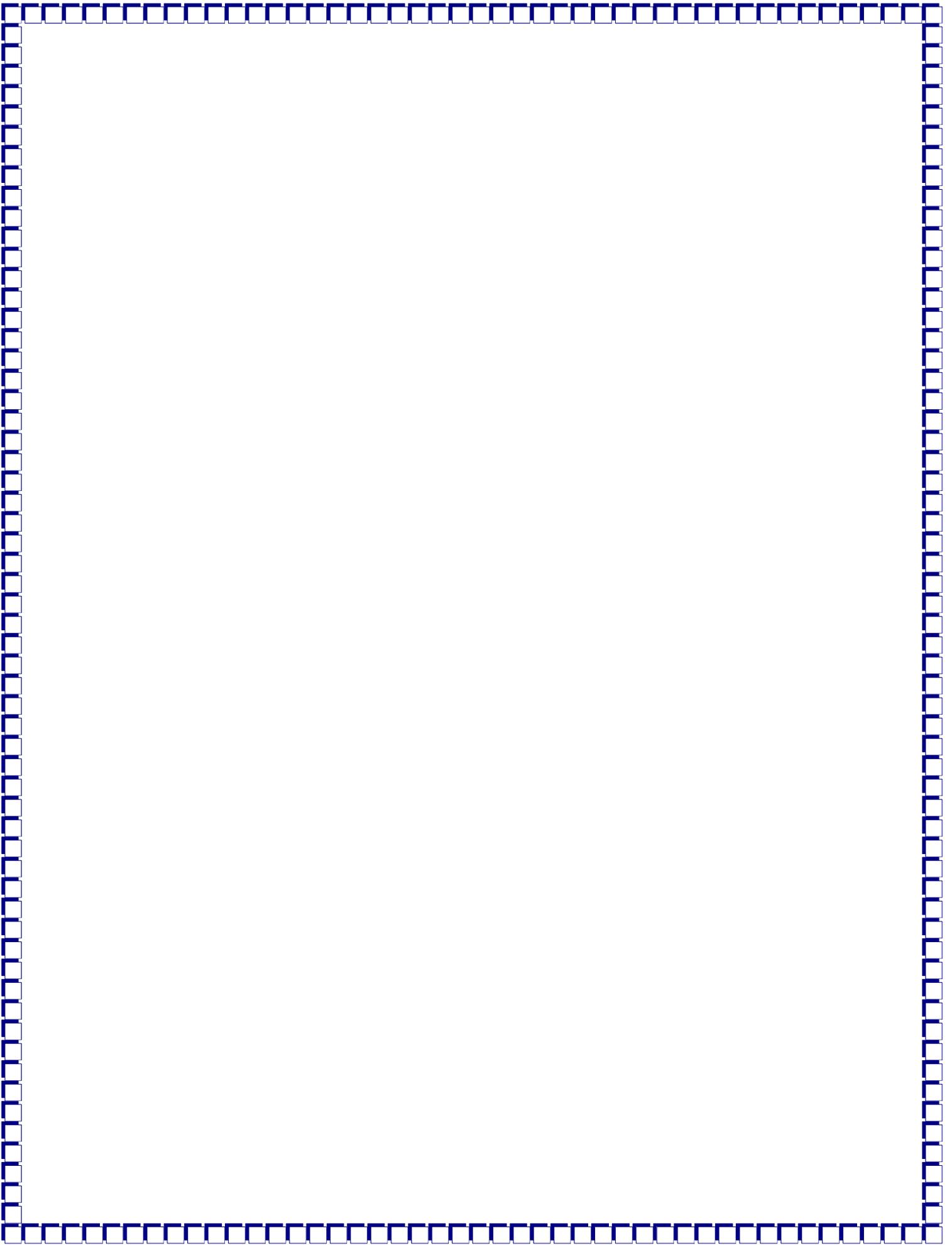
de notre travail se voient remerciés.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

À mes parents qui m'ont aidé et soutenu tout au long de ma vie, que Dieu les bénisse. À mes frères et sœurs qui m'ont toujours aidé, et à tous mes chers amis et à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Massinus, Kani



Sommaire

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I: Présentation de l'entreprise CEVITAL SPA	
I.1. Historique de l'entreprise	2
I.2. Plan de masse du complexe Cevital.....	2
I.3. Activités de cevital.....	4
I.4. Objectives du groupe cevital.....	4
I.5. Organigramme du complexe Cevital	5
I.6. L'unité conditionnement d'huile	6
I.6.1 Historique	6
I.6.2. Direction de conditionnement d'huile.....	6
I.6.3. Présentation de l'unité de conditionnement d'huile.....	6
Chapitre II : Généralités et fonctionnement de la machine SBO 10	
II.1. Introduction	9
II.2. Processus de fabrication de préforme.....	9
II.2.1.PET	9
II.2.2. Transformation de PET en préforme	9
II.3. Transportation de la préforme	10
II.3.1 Acheminement des préformes.....	10
II.3.2. Le magasin des préformes (basculeur).....	10
II.3.3. La trémie	10
II.3.4. L'élévateur	11
II.3.5. L'orienteur	11
II.3.6. Le démêleur.....	11
II.3.7. Rails d'alimentation des préformes.....	11
II.4. Principe de fonctionnement de la souffeuse SBO 10.....	11
II.4.1. Alimentation des préformes froides.....	12
II.4.2. Four linéaire de réchauffage de préformes	11
II.4.3. Roue de transfert des préformes chaudes.....	12
II.4.4. Éjection de préformes	12
II.4.5. Roue de soufflage.....	12

II.4.6. Roue de transfert des bouteilles	13
II.4.7. Ejection de bouteilles	13
II.4.8. Roue de sortie bouteilles	13
II.4.9. Armoires électriques	13
II.4.10 Pupitre de commande (PC)-Poste de contrôle/Commande (PCC).....	13
II.5. Schéma de principe.....	14
II.6. Présentation et description des sous-ensembles de la machine SBO 10 ...	14
II.6.1. Chaîne cinématique.....	14
II.6.1.1. Motorisation	16
II.6.1.2. Rotation manuelle	16
II.6.1.3. Frein	17
II.6.1.4. Limiteur de couple.....	17
II.6.2. Alimentation de préforme	18
II.6.3. Four linaire.....	19
II.6.3.1. Système vêtissage et dévêtissage du préforme.....	21
II.6.3.2 Tournette	22
II.6.4. Système de transfert des préformes	23
II.6.5. Roue de soufflage.....	23
II.6.5.1. Composantes de la roue de soufflage	24
1. Unité porte moule (GUPM).....	24
2. Cinématique des mouvements de l'unité porte moule	25
II.6.5.2. Tuyère de soufflage	26
1. Etirage.....	27
2. Vanne à 3 voies	28
II.6.6. La sortie bouteilles	28
II.7. Conclusion.....	29
Chapitre III : Politiques de maintenance et généralités sur L'AMDEC	
III.1. Introduction.....	30
III.2. Définition de la maintenance	30
III.3. Historique de la maintenance.....	30
III.4. Différents objectifs de la maintenance	30
III.5. Importance de la maintenance	31

III.6. La fonction maintenance	31
III.7. Politique de la maintenance	31
III.8. Différents types de maintenance	32
III.8.1. Maintenance préventive.....	32
III.8.1.1. Maintenance préventive systématique.....	32
III.8.1.2. Maintenance préventive conditionnelle.....	32
III.8.1.3. Maintenance préventive prévisionnelle.....	33
III.8.2. Maintenance corrective.....	33
III.8.2.1. Maintenance curative.....	34
III.8.2.2. Maintenance palliative.....	34
III.9. Les niveaux de la maintenance	34
III.10. Les échelons de la maintenance	36
III.11. Organigramme de service maintenance	36
III.12. Organisation interne	36
III.12.1. Fonction méthode	37
III.12.2. Fonction ordonnancement	37
III.12.3. Fonction réalisation	37
III.13. Sûreté de fonctionnement	37
III.13.1. Définition.....	37
III.13.2. Fiabilité.....	38
III.13.3. Maintenabilité.....	38
III.13.4. Logistique de maintenance	38
III.13.5. Disponibilité	38
III.14. Outils de maintenance	39
III.14.1 Méthode QQQQCP.....	39
III.14.2. Méthode cause-effet ou Ishikawa	39
III.14.3. Méthode arbre de défaillance.....	39
III.14.4. Diagramme de Pareto ou Méthode ABC	39
III.14.5. Méthode AMDEC.....	40
III.15. Historique de la méthode AMDEC	40
III.16. Définition AMDEC	40
III.17. But d'étude AMDEC.....	41

III.18. Différents types d'AMDEC	40
III.18.1. AMDEC-organisation.....	40
III.18.2. AMDEC-produit ou l'AMDEC-projet	41
III.18.3. AMDEC-processus	41
III.18.4. AMDEC-moyen.....	41
III.18.5. AMDEC-service	41
III.18.6. AMDEC-sécurité	42
III.19. Déroulement de L'AMDEC.....	42
III.20. Notion liée à l'utilisation de l'amdec	42
III.20.1. Défaillance.....	42
III.20.2. Mode de défaillance.....	42
III.20.3. Cause de défaillance	43
III.20.4. Effets d'une défaillance	43
III.21. Principes de L'AMDEC	43
III.22. La grille AMDEC	43
III.23. Criticité	44
III.23.1. Les niveaux de la criticité.....	44
III.23.2. Les critères de la gravité.....	44
III.23.3. Les critères de l'occurrence.....	45
III.23.4. Les critères de non détection	45
III.24. Avantages et inconvénients de la méthode AMDEC.....	45
III.24.1. Avantages	45
III.24.2. Inconvénients.....	45
III. 25. Conclusion	46
Chapitre IV : Application de l'AMDEC sur la souffeuse SBO 10	
IV.1. Introduction.....	47
IV.2. Définition de système étudié	47
IV.3 Définition de la phase de fonctionnement de la souffeuse SBO 10.....	47
IV.4. L'objectif à atteindre	47
IV.5. Construction de groupe de travail.....	47
IV.6. Analyse fonctionnelle.....	48

IV.7. Analyse et application de l'AMDEC à la souffleuse SBO 10	48
IV.7.1. Partie électrique	49
IV.7.2. Chaîne cinématique	50
IV.7.3. Roue de transfert	51
IV.7.4. Four linéaire	52
IV.7.5. Roue de soufflage	54
IV.8. Synthèse des tableaux.....	57
IV.8.1. Tableau des actions correctives des sous-ensembles de la souffleuse SBO 10	57
IV.8.2. Description de tableau des actions correctives	58
IV.8.3. Plan de maintenance préventive	58
IV.9. Conclusion	60
Conclusion générale	61

*Liste
des figures*

Liste des figures

Figure I.1. Plan de masse du complexe CEVITAL SPA.....	3
Figure I.2. Organigramme du complexe CEVITAL.....	5
Figure I.3. Organigramme de l'unité conditionnement d'huile	6
Figure I.4. Les différentes machines de la ligne 21.....	7
Figure II.1. Processus de fabrication de préforme.....	9
Figure II.2. Acheminement des préformes (partie extérieur).....	10
Figure II.3. Schéma de principe de la souffleuse SBO 10.....	14
Figure II.4. la chaine cinématique.....	15
Figure II.5. Motorisation et transmission.....	16
Figure II.6. La rotation manuelle.....	17
Figure II.7. Système de freinage.....	17
Figure II.8. Limiteur de couple.....	18
Figure II.9. Alimentation de préforme.....	19
Figure II.10. Organigramme de fonctionnement du four linéaire.....	20
Figure II.11. Four linéaire	20
Figure II.12. Système vêtissage et dévêtissage du préforme.....	21
Figure II.13. Composition d'une tournette.....	22
Figure II.14. Table de transfert.....	23
Figure II.15. Unité de soufflage.....	24
Figure II.16. Système Déverrouillage/Verrouillage de moule.....	25
Figure II.17. Cinématique des mouvements de l'unité porte moule	26
Figure II.18. Vérin de tuyère.....	27
Figure II.19. Roue de sortie de bouteille.....	28
Figure III.1. Différents types de maintenance.....	32
Figure III.2. Enchaînement des actions correctives.....	34
Figure III.3. Exemple de structure d'une entreprise.....	36
Figure III.4. Évolution du taux de défaillance d'un équipement.....	38
Figure III.5. Diagramme de Pareto	40
Figure III.6. Organigramme de déroulement de l'AMDEC.....	42
Figure III.7. Grille AMDEC.....	38
Figure IV.1. Organigramme d'analyse fonctionnelle.....	47

*Liste
des tableaux*

Listes des tableaux

Tableau III.1. Exemples d'échelon de maintenance.....	36
Tableau III.2. Les niveaux de la criticité.....	43
Tableau III.6. Les critères de la gravité.....	44
Tableau III.7. Les critères de l'occurrence.....	44
Tableau III.8. Les critères de la non détection.....	45
Tableau IV.1. Tableau des actions correctives.....	56
Tableau IV.2. Plan de maintenance préventive réalisé sur la souffleuse.....	57

*Introduction
générale*

Introduction générale

Le présent travail s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre l'université A. Mira de Bejaia et le complexe agro-alimentaire de Cevital implanté à Bejaïa.

Le domaine industriel est vaste et représente un domaine de recherche en pleine expansion dans lequel les outils et les concepts sont toujours en évolution. Les exigences de sécurité, la réduction des coûts d'exploitation et la maîtrise de la disponibilité des équipements donnent à la maintenance des systèmes un rôle prépondérant, c'est pour cela qu'elle n'est plus considérée comme un centre de coûts mais plutôt comme un centre de profits.

Afin d'optimiser ses programmes de production, le groupe Cevital s'intéresse fortement à l'amélioration de ses équipements, visant à atteindre l'excellence industrielle en termes de qualité, coût et délais. C'est dans ce cadre que s'inscrit ce projet de fin d'étude qui a pour objectif de mener une analyse des modes de défaillance, de leur effet et leur criticité (AMDEC) sur un équipement très critique à savoir la souffleuse SBO 10/5028 située dans l'unité conditionnement d'huile. Cet outil d'analyse de maintenance consiste à assurer une marge de qualité par l'élimination des sources racines de défaillances qui pénalisent la production par des temps d'indisponibilité élevés.

Le présent mémoire comportera quatre chapitres structurés comme suite :

- ✓ Le premier chapitre est consacré à la présentation générale du complexe agro-alimentaire de Cevital-Bejaïa et en particulier l'unité conditionnement d'huile.
- ✓ Le deuxième chapitre présente les différents composants de la souffleuse SBO 10/ 5028 et leur fonctionnalité.
- ✓ Le troisième chapitre décrit d'une manière globale la fonction de maintenance et la méthode AMDEC.
- ✓ Le quatrième chapitre consiste à appliquer la méthode AMDEC sur la souffleuse SBO 10/ 5028 pour améliorer sa disponibilité.

En fin, nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

Chapitre

I

*Présentation de l'unité
de conditionnement
d'huile de Cevital*

I.1. Historique de l'entreprise

Cevital est parmi les premières entreprises privées algériennes à avoir investi dans plusieurs secteurs d'activité, on compte essentiellement : l'agroalimentaire, grande distribution et automobile, crée par des fonds privés par l'entrepreneur ISSAD REBRAB en 1998 Algérie.

Portée par 18 000 collaborateurs dont 15 000 en Algérie, l'entité s'est constituée au fil des investissements autour de l'idée forte de bâtir un modèle économique qui sied à l'économie algérienne. Le groupe Cevital vise à satisfaire le marché national et exporter le surplus en offrant une large gamme de produit de qualité.

Le succès émérite du groupe Cevital repose sur 7 points forts :

- Le réinvestissement systématique des gains dans des secteurs porteurs à forte valeur ajoutée.
- La recherche et la mise en œuvre des savoir-faire technologiques les plus évolués.
- L'esprit d'entreprise.
- Le sens de l'innovation.
- La recherche de l'excellence.
- La fierté et la passion de servir l'économie nationale.
- L'attention accordée au choix des employés, à leur formation et au transfert des compétences [1,2,3].

I.2. Plan de masse du complexe Cevital

CEVITAL SPA, est implantée au niveau du nouveau quai du port de Bejaia, à 3 km du sud-ouest de cette ville, à proximité de la RN 26. Elle est limitée par le centre-ville de Bejaia au nord, Oued Ghir et Sonatrach au sud, Naftal et Ecotex au sud-ouest et la méditerranée à l'est (**Figure I.1**).

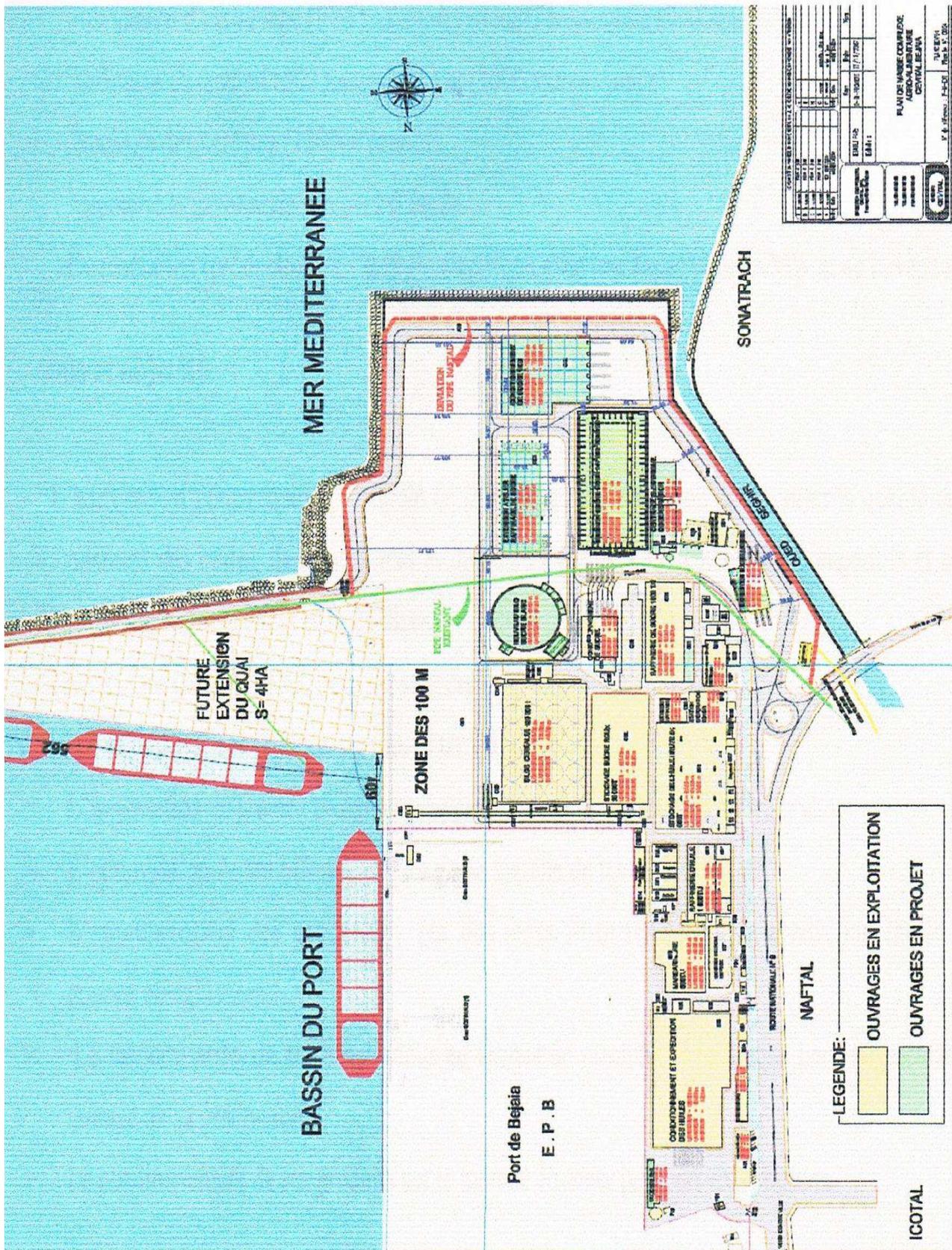


Figure I.1 : Plan de masse du complexe agroalimentaire de Cevital-Bejaia

I.3. Activités de complexe agroalimentaire de Cevital

En 1998 le groupe Cevital à commencer ses activités par le conditionnement d'huile et en Aout 1999 le lancement de la raffinerie d'huile, l'ensemble des activistes de Cevital à Bejaïa est concentré sur la production des huiles végétales, de la margarine et du sucre, ainsi que la production de l'énergie électrique. Qui se présente comme suit [1]:

- ❖ Raffinage d'huile (1800 tonnes/jour).
- ❖ Conditionnement d'huile (1400 tonnes /jour).
- ❖ Production de la margarine (600 tonnes /jour).
- ❖ Raffinerie de sucre (1600 tonnes /jour) (3000 tonnes /jour).
- ❖ Le Stockages des céréales (120000 tonnes).
- ❖ Fabrication d'emballage (PET) (9600 unités/heure).
- ❖ Hydrogénation d'huile.

I.4. Objectifs du complexe agroalimentaire de Cevital

Le complexe Cevital parmi les meilleures usines en Algérie grâce à sa haute technologie que dispose ses équipements, ce qui le rend l'un des groupes industriels les plus performant et parmi les objectifs que vise cette entreprise à atteindre :

- ❖ L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail.
- ❖ L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuses.
- ❖ La modernisation de ses installations en terme de machine et technique pour augmenter sa production.
- ❖ L'extension de ses produits sur tout le territoire national.
- ❖ Le positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs exportations.
- ❖ L'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brutes [1].

I.5. Organigramme du complexe agroalimentaire de Cevital-Bejaia

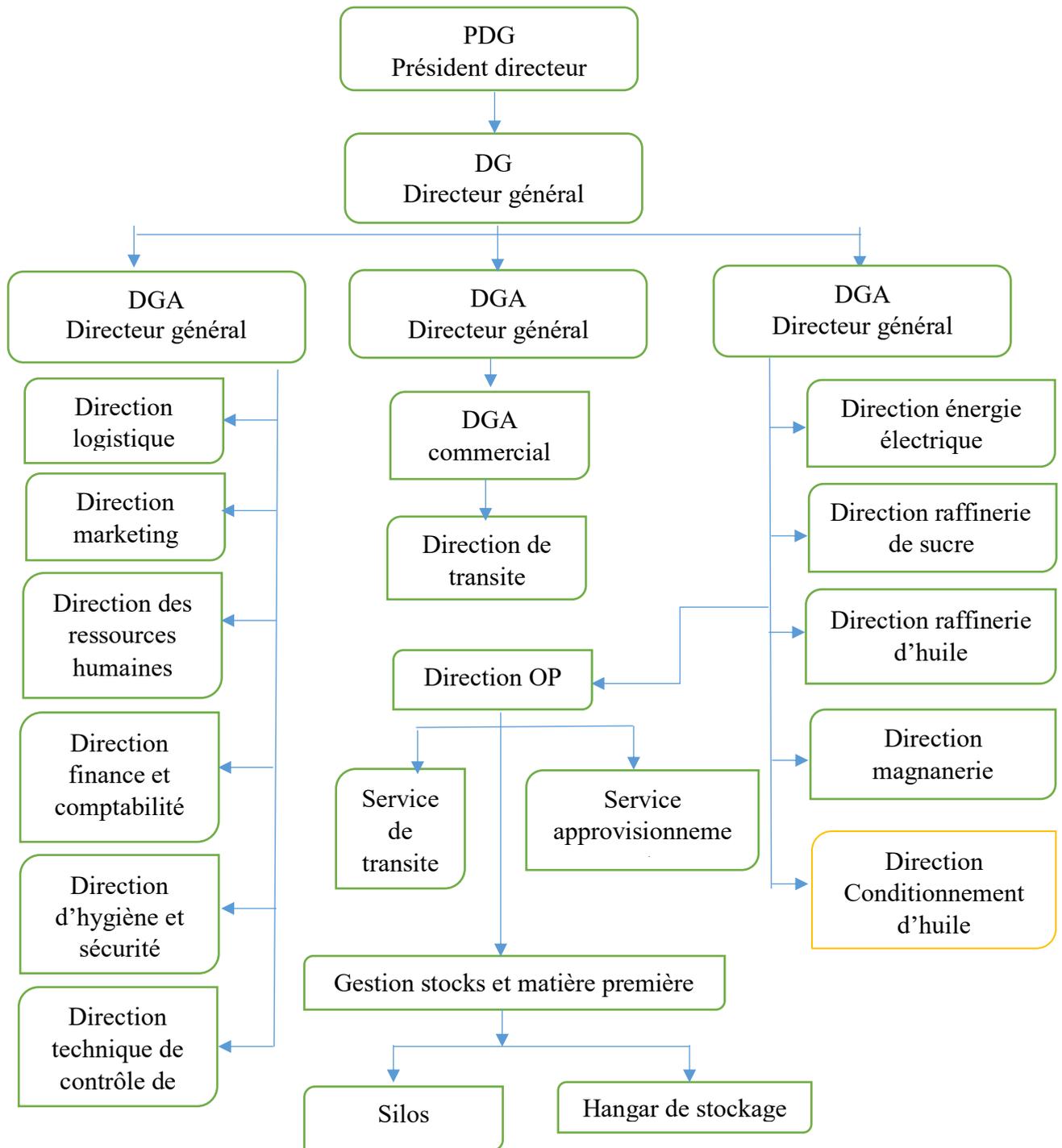


Figure I.2 : Organigramme du complexe agroalimentaire de Cevital

I.6. L'unité conditionnement d'huile

I.6.1 Historique

Elle a été mise en service en Décembre 1998 et elle est dotée des équipements de très haute technologie, actuellement sa capacité de production est de 1400T/J.

I.6.2. Direction de conditionnement d'huile

Est constituée de plusieurs services qui sont représentés dans organigramme suivants :

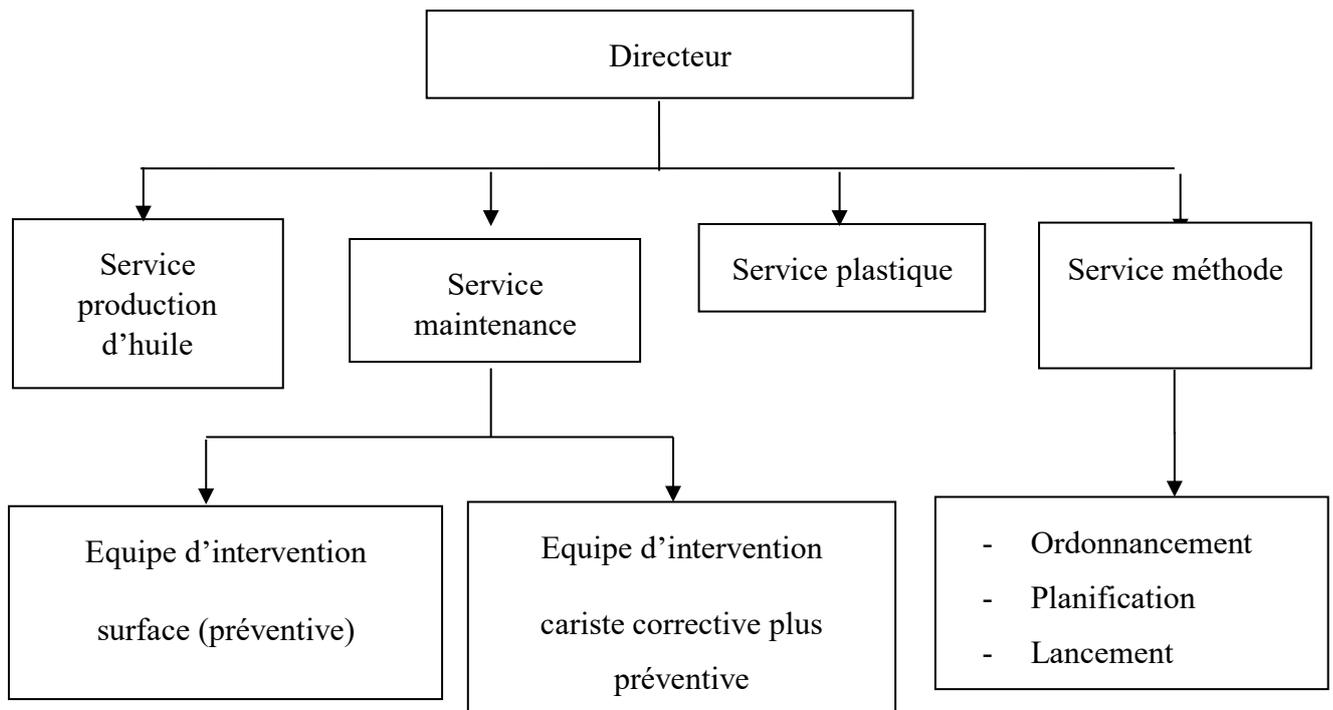


Figure I.3 : Organigramme de l'unité conditionnement d'huile [1]

I.6.3. Présentation de l'unité de conditionnement d'huile

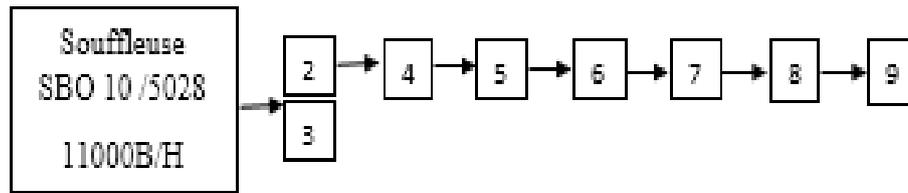
L'unité de conditionnement d'huile contient six lignes de production :

- Ligne de production pour les bouteilles 1l
- Ligne de production pour les bouteilles 2l
- Ligne de production pour les bouteilles 1,8l
- Ligne de production pour les bouteilles 4l boxé
- Deux Ligne de production pour les bouteilles 5l

Dans le but d'avoir un produit bien fini prêt à la commercialisation, chaque ligne est constituée de plusieurs machines assurant cette tâche. Le schéma suivant représente

Chapitre I : Présentation de l'unité de conditionnement d'huile de Cevital

l'enchaînement et la disposition de ces machines l'une par rapport à l'autre dans l'unité de conditionnement.



2 : Remplisseuse

6 : Dateur

3 : Bouchonneuse

7 : Fardeleuses

4 : Déviateur

8 : Palettiseur

5 : Etiqueteuse

9 : Banderoleuse

Figure I.4 : Les différentes machines de la ligne 21

Souffleuse : souffleuse SBO 10/5028 (souffleuse bi-orienter à 10 moule de soufflage) destinée pour la fabrication des bouteilles en P.E.T. (objet de notre étude).

Convoyeur air : destiné au transport des petites bouteilles en P.E.T vide à la sortie de la souffleuse jusqu'à la remplisseuse

Remplisseuse et bouchonneuse : la remplisseuse est l'élément chargé du remplissage des bouteilles du produit fini (huile). La bouchonneuse est un élément intégré dans la remplisseuse pour permettre le bouchage des bouteilles.

Etiqueteuse : destinée à coller les étiquètes enveloppes sur les récipients cylindriques portant des informations sur le produit et le fabricant.

Déviateur : ce mécanisme est destiné à répartir les bouteilles sur différents couloirs d'une manière homogène pour qu'elles soient regroupées dans les paquets enveloppés par la suite.

Dateur : sert à mentionner la date et l'heure de fabrication du produit.

Fardeleuse : elle reçoit les bouteilles et les enveloppe dans un film en silicone.

Palettiseur : cette machine est conçue pour superposer sur une palette plusieurs étages de fardeaux.

Banderoleuse : cette machine est incluse pour envelopper la charge constituée de la palette en plusieurs étages de fardeaux dans le but d'assurer la bonne tenue des bouteilles pour tout déplacement. La banderoleuse entoure la charge d'un film en silicone.

Chapitre I : Présentation de l'unité de conditionnement d'huile de Cevital

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté le complexe agroalimentaire Cevital-Bejaia dont on s'est intéressé plus à l'unité de conditionnement d'huile. Le procédé de conditionnement a été aussi discuté brièvement.

Notre travail consiste à étudier les sous-ensembles de la souffleuse SBO 10/5028 de la ligne de production 2L, qui fera l'objet d'étude du prochain chapitre.

Chapitre

II

*Généralités et
fonctionnement de la
machine SBO 10*

II.1. Introduction

La souffleuse SBO 10 représente un élément clé dans la chaîne de production d'huile au sein de l'entreprise Cevital, cette machine est destinée au soufflage haute pression d'article en P.E.T (Polyéthylène téréphtalate) dans la production est assurée à partir des préformes proportionnées en fonction de l'article final après plusieurs transformations, avec une cadence instantanée qui peut atteindre 11.000 bouteilles par heure.

II.2. Processus de fabrication de préforme

II.2.1. PET

Le Polyéthylène Téréphtalate (PET) est un polyester thermoplastique. Vitreux à température ambiante, ce matériau offre des qualités d'aspect, une légèreté et rigidité qui l'ont rendu indispensable dans l'industrie alimentaire, ce matériau utilisé presque essentiellement dans l'emballage, notamment pour fabriquer des bouteilles, mais transformé également sous forme de fibre textile.

La méthode de fabrication du **PET** consiste en une réaction chimique directe de l'acide téréphtalique avec l'éthylène glycol [1].

II.2.2. Transformation de PET en préforme

La PET sèche traversera la partie femelle du moule, une vis de compression évacue la préforme vers la partie masculine de moule à l'aide d'un l'injecteur équipé d'un distributeur chaud. Enfin la PET transformera en préforme prêt à être souffler en bouteille.

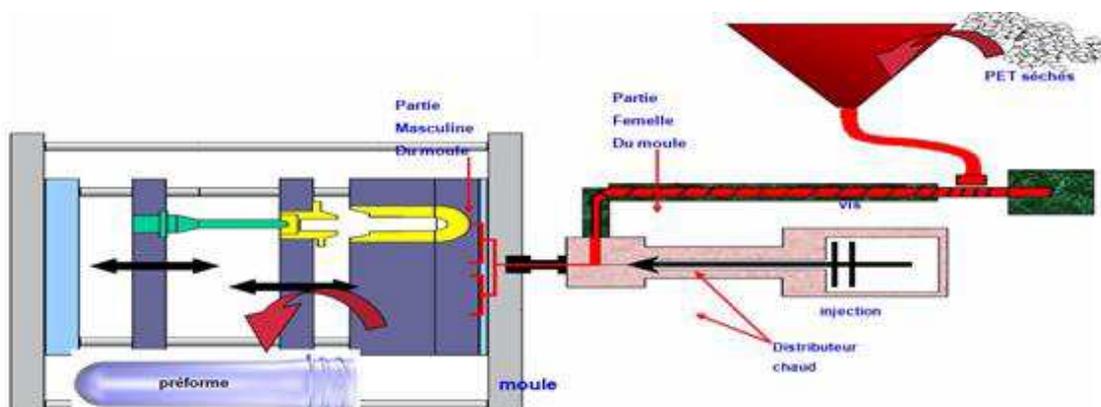
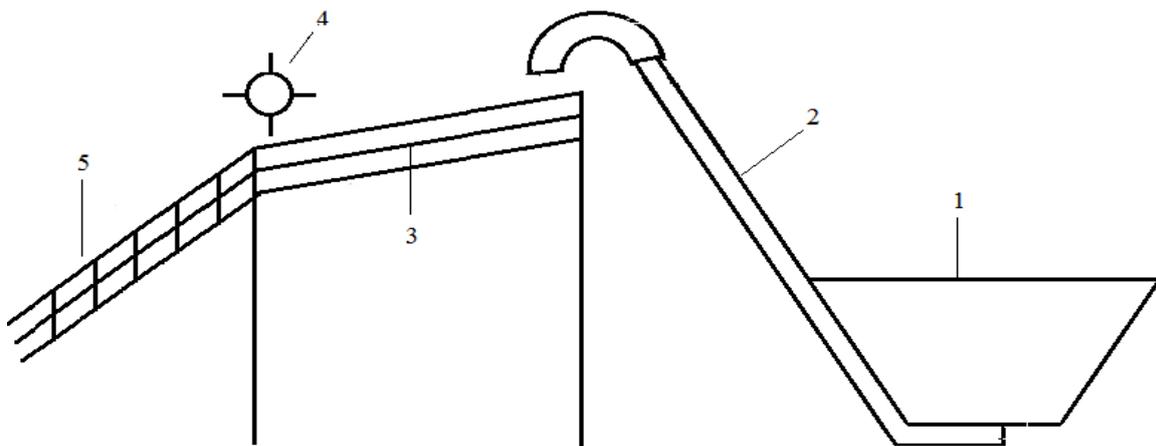


Figure II.1 : Processus de fabrication de la préforme

II.3. Transportation de la préforme

II.3.1 Acheminement des préformes

Dans la partie extérieure de notre machine on trouve l'alimentation des préformes avant leur pénétration dans la souffleuse qui se présente en différentes étapes comme la montre la figure. II.2



1-La trémie, 2-L'élévateur, 3-L'orienteur, 4- Le démêleur, 5-La rail d'alimentation

Figure. II.2 : Acheminement des préformes (partie extérieur)

II.3.3. Le magasin des préformes (basculeur)

Le clarque transporte les préformes et les verse dans le basculeur des préforme, qui est une benne, elle est actionnée par un moto-pompe hydraulique solidaire à un vérin qui sert à élever la benne, pour déverser les préformes dans la trémie.

II.3.4. La trémie

Elle facilite le chargement des préformes vers l'élévateur, par sa forme conique et sa composition en matière plastique, elle évacue directement les préformes vers l'élévateur.

II.3.5. L'élevateur

C'est un tapis roulant fixé sur un support qui forme une montée de 36°, ce dernier a des poches séparées l'une de l'autre, ramasse les préformes à leurs tombées de la trémie pour les convoier vers l'orienteur.

II.3.6. L'orienteur

Il s'agit de deux tubes cylindriques d'un mètre (1m) de longueur séparés l'un de l'autre d'environ 2cm, inclinés de l'ordre de 10°. Les deux cylindres tournent en deux (2) sens opposés l'un par rapport à l'autre. Ce system permet d'ordonner les préformes et les tenir aux cols, la surface chromée du cylindre facilite les glissements des préformes.

II.3.7. Le démêleur

Il est de forme cylindrique de 40 cm de long avec des ailettes en plastiques solidaires à son cylindre, il est actif en permanence, sa fonction se détermine en cas de défaut et de désorientation des préformes, il les refoule vers le haut de l'orienteur pour les réordonner, il est placé au niveau bas au-dessus de l'orienteur.

II.3.8. Rails d'alimentation des préformes

Après que les préformes sortent de l'orienteur, elles débouchent vers une rampe inclinée qui sert à introduire les préformes dans la roue de chargement.

II.4. Principe de fonctionnement de la souffeuse SBO 10

Dans cette partie nous parlerons sur le fonctionnement de la souffeuse SBO 10/5028. Sachant que les mouvements sont contrôlés par des cames et des galets suiveurs.

II.4.1. Alimentation des préformes froides

La SBO 10 peut être équipée d'un ensemble de stockage et de chargement qui positionne les préformes sur les rails d'entre de la machine. Les préformes froides sont introduites au moyen d'une rampe inclinée. Elles sont suspendues par la collerette et sont guidées par deux rails entre lesquels elles descendent par gravité. L'extrémité inférieur de la rampe communique avec la roue de chargement du four linéaire de réchauffage des préformes.

II.4.2. Four linéaire de réchauffage de préformes

Les préformes, saisies au col par des tournettes, sont animées d'un mouvement de rotation, en défilant devant les lampes infra-rouges, un système d'éjection des préformes est actionné automatiquement en cas de mauvais vêtissage ou de préforme défectueuse. Il est placé avant le retournement de la tournette. Un profilé maintenu froid par une circulation d'eau protège le col des préformes des rayonnements infra-rouges. Un système de ventilation permet de refroidir le col des préformes lors de leur passage en bout du four. Le four linéaire est équipé de 10 modules de chauffe (SBO 10). Chaque module de four, comporte 8 lampes infra-rouges de différentes puissances. A la sortie du four, une caméra infra-rouge lit la température des préformes. Ces informations permettent de réguler automatiquement l'ensemble des zones soumises à son contrôle.

II.4.3. Roue de transfert des préformes chaudes

Une roue de transfert munie de 3 bras assure le passage des préformes chaudes à leur sortie du four dans les moules de soufflage. Chaque bras est équipé d'une pince à 2 doigts articulés qui saisissent la préforme au-dessus de la collerette, au moment où la tournette la libère. La préforme ainsi maintenue est transférée par rotation du bras dans le moule de soufflage.

II.4.4. Éjection de préformes

Un système d'éjection est monté après la roue de transfert des préformes. Il est possible d'éjecter manuellement les préformes avant qu'elles ne soient introduites dans le moule, dans le cas d'une température non conforme, suite à un arrêt prolongé par exemple.

II.4.5. Roue de soufflage

La préforme est introduite dans le moule dont les opérations d'ouverture et de fermeture sont assurées par une bielle actionnée par une came.

Le nez de la tuyère de soufflage est introduit dans le col de la préforme. L'étanchéité à l'air de soufflage est réalisée par un joint torique en appui sur le buvant de la préforme.

La tuyère de soufflage permet le guidage de la tige d'élongation qui assure l'orientation longitudinale. Le soufflage qui assure l'orientation latérale s'effectue en 2 étapes afin d'obtenir une répartition optimale de l'épaisseur de la paroi.

- Un pré-soufflage à moyenne pression.
- Un soufflage à haute pression.

Un ensemble de cames synchronise le déroulement de ces actions. Les moules sont conditionnés en température par une circulation d'eau ou d'un fluide caloporteur suivant le processus.

II.4.6. Roue de transfert des bouteilles

Une roue de transfert équipée de 3 bras assure la prise des bouteilles dans les moules afin de les faire sortir de la roue de soufflage. Ce système est identique à la roue de transfert des préformes.

II.4.7. Ejection de bouteilles

Un système d'éjection est monté après la roue de transfert des bouteilles, ce système est identique à l'éjection des préformes. Il est complété par un ensemble de cellules photo-électriques qui en automatique contrôlent les largeurs des fonds et des épaules. Si la bouteille n'est pas conforme, elle est éjectée au lieu de continuer vers le dispositif de sortie de bouteilles.

II.4.8. Roue de sortie bouteilles

Une roue de sortie à 6 encoches reçoit les bouteilles amenées par les bras de transfert et les dépose sur un tapis. Elles sont maintenues par des guides. La sortie bouteilles peut être reliée à un système de convoyage.

II.4.9. Armoires électriques

Les armoires électriques regroupent les organes de puissance et de commande. Un automate programmable assure le fonctionnement de la machine et fournit les éléments d'aide à la gestion de la production [1].

II.4.10. Pupitre de commande (PC)-Poste de contrôle/Commande (PCC)

a. Pupitre de commande

Le pupitre de commande regroupe les organes de commande et de contrôle nécessaire à la conduite de la machine. Un afficheur alphanumérique permet la surveillance de la machine

dont le fonctionnement est entièrement automatique. Il facilite le diagnostic lors d'un arrêt sur sécurité.

2. Poste de Contrôle/Commande

La machine est équipée d'un PC industriel tactile NEMATRON, relié à un automate siemens placé dans l'armoire électrique. Il a pour fonction, le contrôle et la commande de la machine.

II.5. Schéma de principe

Le schéma de la figure II.3 représente le principe de la souffleuse SBO 10 :

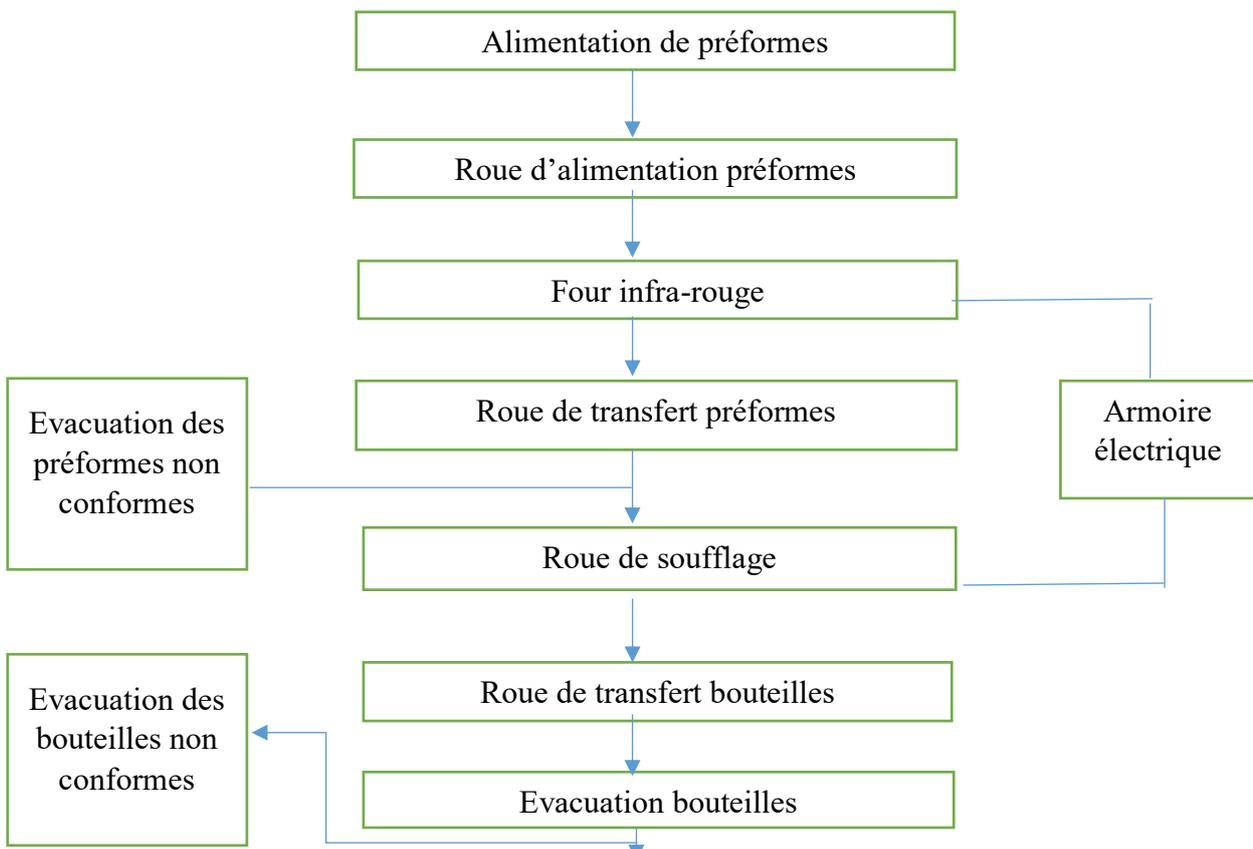


Figure II.3 : Schéma de principe de la souffleuse SBO 10

II.6. Présentation et description des sous-ensembles de la machine SBO 10

II.6.1. Chaîne cinématique

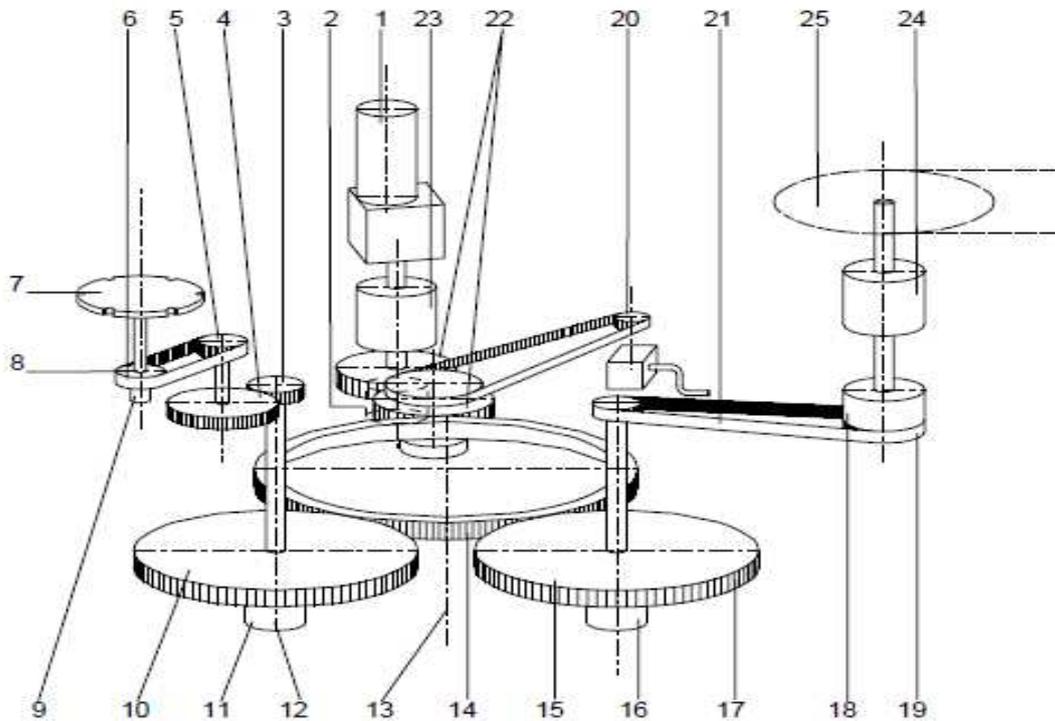
a. Fonction

La transmission assure, à partir du motoréducteur, l'entraînement et la synchronisation de tous les éléments en rotation sur la machine. L'entraînement des couronnes de la roue de soufflage et du four est assuré par un système de bignones dentées. L'entraînement des éléments

de transfert (arbre intermédiaires, alimentation, transfert préformes, et bouteilles, rotation manuelle) est assuré par un système de poulies et courroies.

b. Description

La figure II.4 illustre la chaîne cinématique :



- | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 1. Motoréducteur | 10. Roue 90 dents | 19. Poulie crantée 65 dents |
| 2. Frein | 11. Limiteur de couple | 20. Poulie crantée 39 dents |
| 3. Pignon 38 dents | 12. Roue de transfert bouteilles | 21. Courroie |
| 4. Pignon 70 dents | 13. Axe de la roue de soufflage | 22. Pignon 38 dents |
| 5. Poulie crantée 39 dents | 14. Couronne de la roue de soufflage | 23. Limiteur de couple |
| 6. Courroies | 15. Roue de transfert préformes | 24. Limiteur de couple |
| 7. Roue de sortie bouteilles encoches | 16. Limiteur de couple | 25. Roue d'alimentation à 30 |
| 8. Poulie crantée 39 dents | 17. Roue 90 dents | |
| 9. Limiteur de couple | 18. Module épicycloïdal | |

Figure II.4 : Chaîne cinématique de la souffleuse SBO 10

L'arbre de sortie du motoréducteur est équipé d'un pignon de 38 dents. Il assure la transmission de puissance à la couronne de 120 dents de la roue de soufflage. Depuis la couronne de la roue de soufflage, le mouvement est transmis par l'intermédiaire de roue denté à :

- La roue de transfert des préformes,
- La roue de transfert des bouteilles.

De la roue transfert des préformes, le mouvement est transmis à l'arbre d'entraînement du four infra-rouge par l'intermédiaire d'une transmission à poulies et courroies crantée. La mise en rotation du four infra-rouge est assurée par un module épicycloïdal.

De la roue de transfert des bouteilles, le mouvement est transmis au dispositif de sortie des bouteilles par l'intermédiaire d'une transmission à poulies et courroies crantée et d'un jeu d'engrenages qui inverse le sens de rotation.

II.6.1.1. Motorisation

La motorisation, assurée par le motoréducteur, permet l'entraînement des différentes poulies et courroies de la transmission machine. La figure II.5 représente le système de motorisation



Figure II.5 : Motorisation et transmission

II.6.1.2. Rotation manuelle

Elle est utilisée pour certaines opérations de maintenance. Il est nécessaire d'appuyer sur le bouton poussoir (déblocage du frein) pour faire tourner l'ensemble des parties mobiles avec la manivelle.

La figure II.6 représente la rotation manuelle :

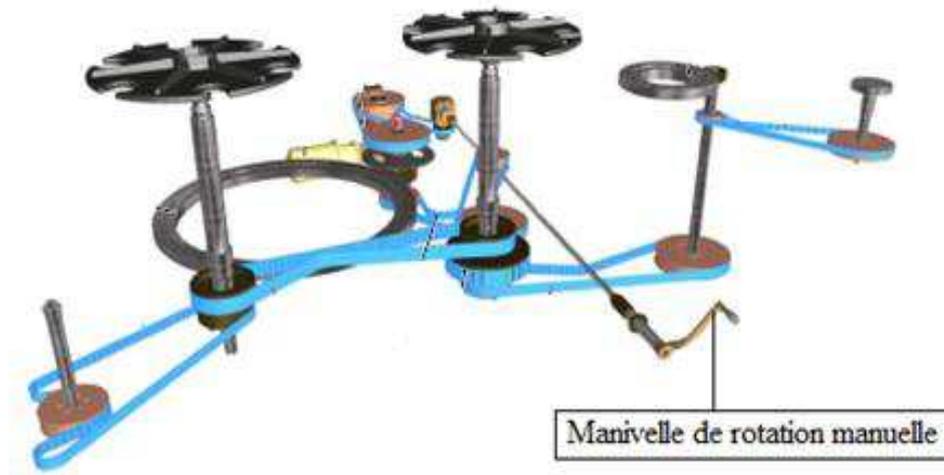
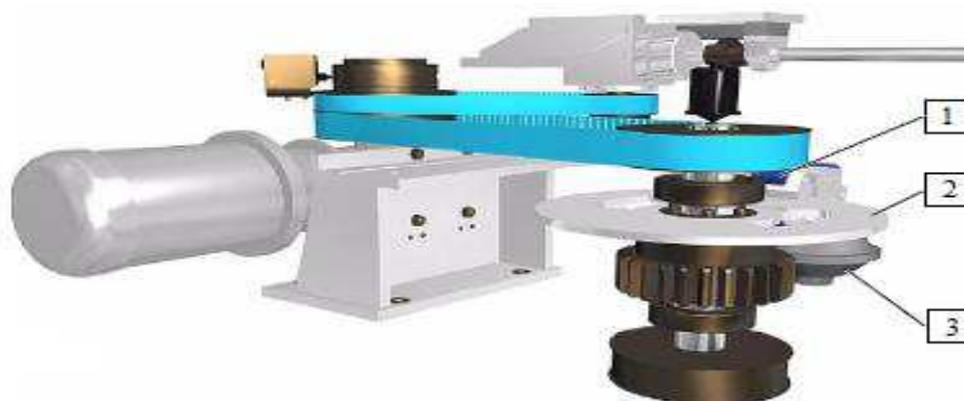


Figure II.6 : La rotation manuelle

II.6.1.3. Frein

La machine est équipée d'un système de freinage à disque. Ce frein à serrage par ressort et desserrage pneumatique, assure l'arrêt quasi-instantané de la machine en cas d'arrêt d'urgence ou de signalement d'un défaut critique. La figure II.7 représente le système de freinage.



1.Disque de frein

2.Plaquettes

3.Système pneumatique

Figure II.7 : Système de freinage

II.6.1.4. Limiteur de couple

La machine est équipée de 6 limiteurs de couple :

- Limiteur de couple du motoréducteur,
- Limiteur de couple du transfert préformes,

- Limiteur de couple de transfert bouteilles,
- Limiteur de couple de la roue de sortie bouteilles,
- Limiteur de couple four infra-rouge,
- Limiteur de couple de roue de chargement préformes.

Ces appareils permettent un désaccouplement en cas de surcharge. La figure II.8 représente le limiteur de couple.

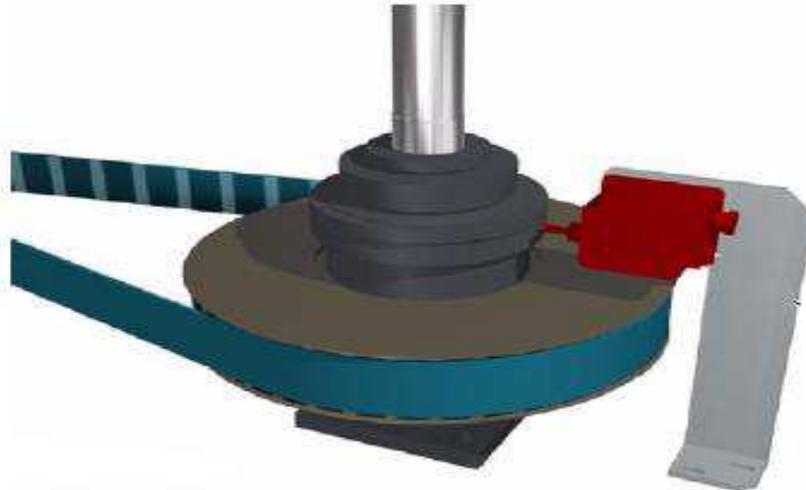


Figure II.8 : Limiteur de couple

II.6.2. Alimentation de préforme

a. Fonction

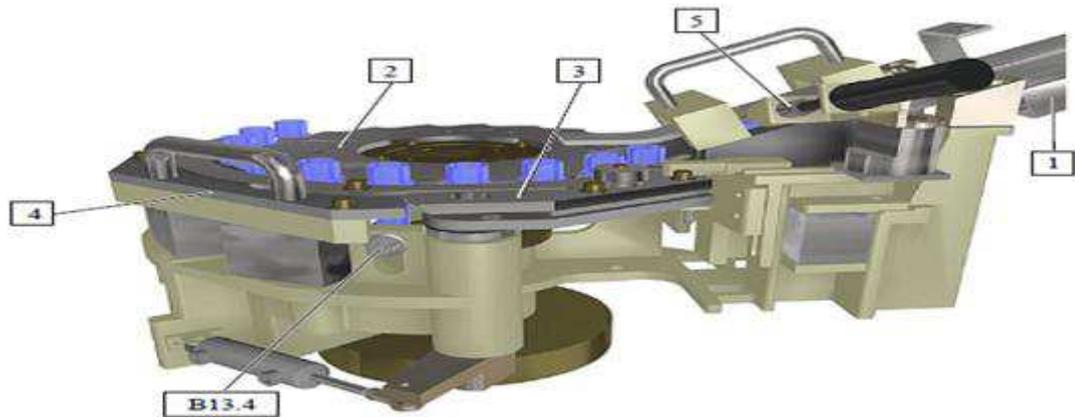
Le système d'alimentation assure l'approvisionnement et la mise au pas (50 mm) des préformes avant leur vêtissage et leur entrée dans le four, son fonctionnement est parfaitement synchronisé avec la cadence de fabrication.

L'alimentation des préformes dans la machine est assurée par les rail (2) et le plateau d'alimentation (3) :

- Les rails dirigent les préformes par gravité sur le plateau d'alimentation,
- Le plateau d'alimentation assure le transfert des préformes vers le four.

a. Description

La figure II.9 représente le système d'alimentation de préforme



1- Rail d'alimentation, 2- plateau d'alimentation, 3- Guide escamotable B13.4

4- Guide fixe, 5- doigt d'arrêt

Figure II.9 : Alimentation de préforme

II.6.3. Four linaire

a. Fonctionnement

Le four assure la chauffe des corps des préformes, afin de les rendre malléables avant leur transfert dans les moules.

La température (comprise entre 80° et 120° selon le processus) est obtenue par des lampes infra-rouges devant lesquelles circulent les préformes, maintenues par les tournettes.

La chauffe s'effectue en 2 étapes :

- Dans la première partie du four (entre entrée et roue tendeur), s'effectue la pénétration de la chaleur dans le corps de la préforme.
- Dans la deuxième partie du four (entre roue tendeur et sortie), s'effectue la distribution de la chaleur dans le corps de la préforme.

En sortie du four, la rampe de retournement fait pivoter les tournettes de 180° de manière à pouvoir dévêtir, puis transférer les préformes vers les moules.

b. Organigramme de fonctionnement

La figure II.10 représente L'organigramme de fonctionnement du four linaire

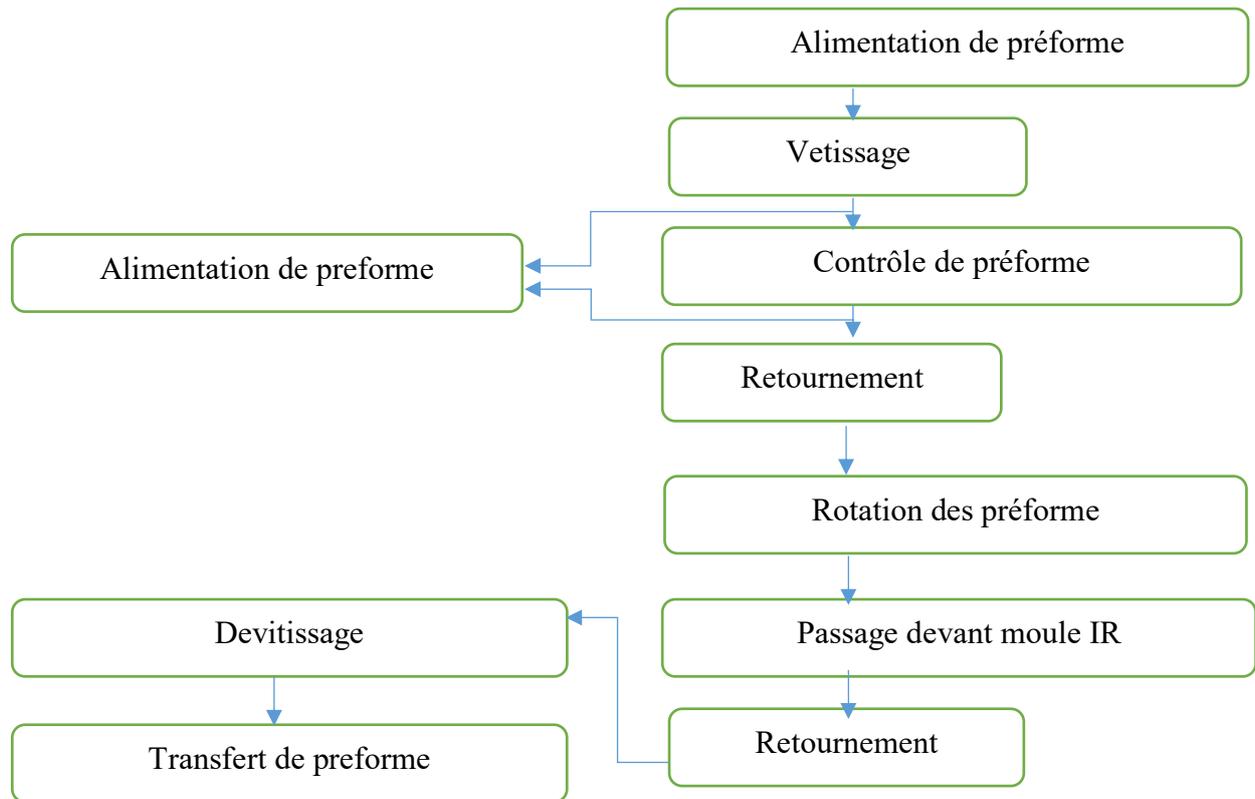
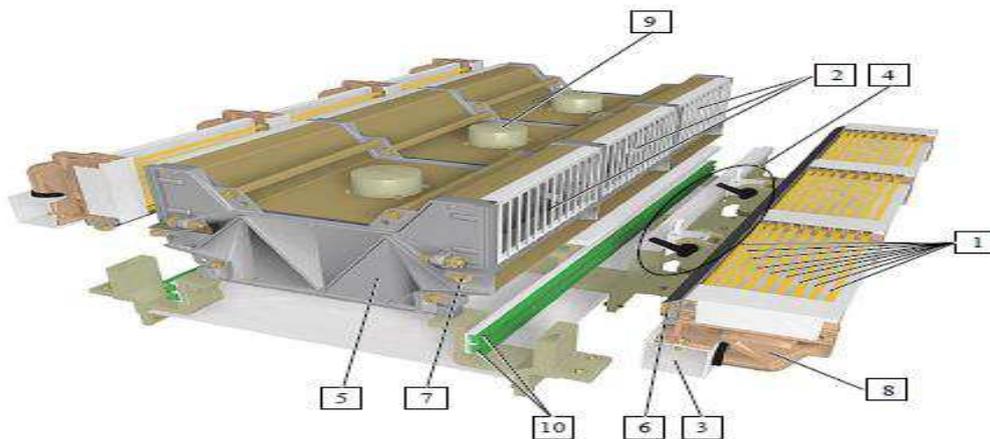


Figure II.10 : Organigramme de fonctionnement du four linéaire

c. Description

La figure ci-dessous illustre le four linéaire



- 1- Lampe infra-rouge, 2- réflecteurs, 3- râtelier, 4- système de basculement de râtelier, 5- caisson de ventilation, 6- rampe de refroidissement (eau), 7- rampes de refroidissement (eau), 8- conduit de refroidissement (air), 9- ventilateur, 10- chaînes de rotation tournette.

Figure II.11 : Four linéaire

II.6.3.1. Système vêtissage et dévêtissage de préforme

a. Fonctionnement

Situé sur la partie supérieure de la roue four, ce système assure le chargement des préformes sur les nez de tournettes en entrée four et le déchargement des préformes en sortie du four et avant leur transfert vers les moules.

b. Vêtissage

La fourchette maintient l'axe de la tournette au niveau du pignon. Le galet de la fourchette roule sur la came, en fin de came de vêtissage, le ressort se détend.

La fourchette descend en entraînant l'axe de la tournette et le nez de tournette, monté en bout d'axe, pénètre dans le col de la préforme.

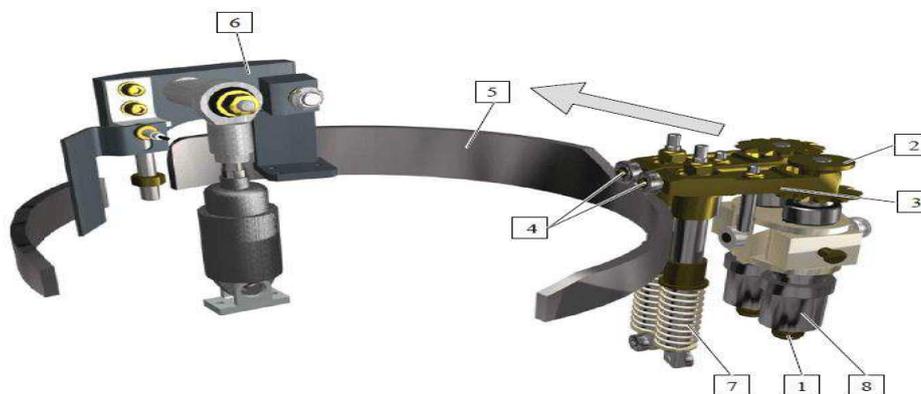
La préforme est alors maintenue par la tournette et dirigée vers le four.

c. Dévêtissage

La fourchette maintient l'axe de la tournette au niveau du pignon. Le galet de la fourchette roule et monte sur la came. Le nez de tournette monté en bout d'axe et remonte dans l'éjecteur. La préforme, en butée sur l'éjecteur est libérée de la tournette. Elle est alors maintenue et emmenée vers les moules de soufflage par un bras de transfert.

d. Description

La figure II.12 représente le système vêtissage et dévêtissage des préforme



- 1- Nez de tournette, 2- Pignon de tournette, 3-Fourchette, 4-Galet de commande, 5-Came
6-Contre-came de sécurité, 7-Ressort de rappel, 8-Dévêtisseur.

Figure II.12 : Système vêtissage et dévêtissage du préforme

II.6.3.2 Tournette

a. Fonctionnement

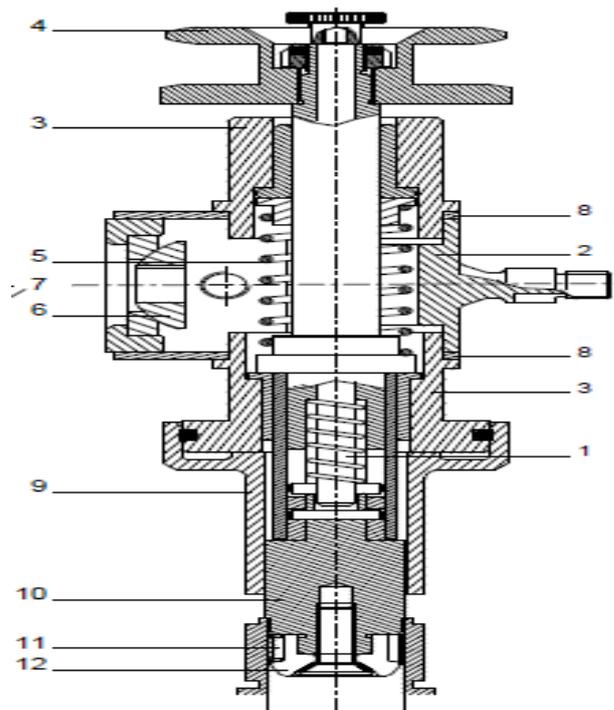
La chaîne tournette assure la prise des préformes dans la roue d'alimentation, après l'introduction sur le plateau à encoches, la bague élastique montée en bout de l'axe pénètre dans le col de la préforme. Le serrage de cette bague suffit à maintenir la préforme tout le long de son passage dans le four.

La tournette assure aussi le retournement et le défilement des préformes devant les modules de chauffe, puis les mettre en rotation pour obtenir une répartition de la chauffe régulière et homogène.

Assemblées les unes aux autres, elles forment une chaîne au pas constant de 60,3 mm. L'assemblage est réalisé par des rotules pour permettre le pivotement et le passage des tournettes dans les roues à encoches. La roue arrière du four sert de tendeur. La tension de la chaîne de tournettes est réalisée au moyen d'un vérin pneumatique. La pression établie sur ce vérin crée un effort constant permettant de maintenir les deux brins tendus.

b. Description

La figures II.13 représente la tournette :



1-Tige, 2- Corps, 3- Cylindre, 4- Pignon, 5- Ressort, 6- Rotule, 7- Galet, 8- Couvercle

9-Ejecteur, 10 – Bague, 11 - Bague élastique, 12-Embout

FigureII.13 : Composition d'une tournette

II.6.4. Système de transfert des préformes

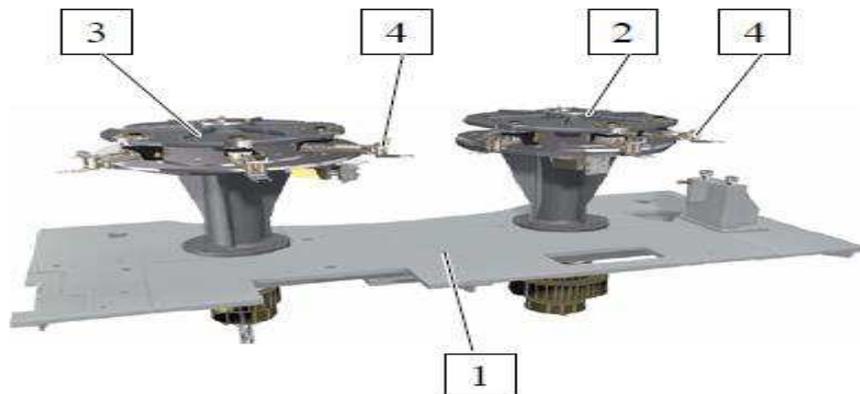
a. Fonctionnement

La table de transfert est composée de deux roues (pénétration et distribution), elle assure le transfert des préformes chaudes vers la roue de soufflage et le transfert des articles soufflés vers la sortie machine.

Les roues (2, 3) de la figure II.14 sont équipées de bras (4) qui saisissent les préformes et les articles soufflés aux différents points de rencontre, grâce à la synchronisation du système glissière pince.

b. Description

La figure II.14 représente la table de transfert :



1-Table de transfert, (2 et 3)- roues, 4- Ensemble glissière pince

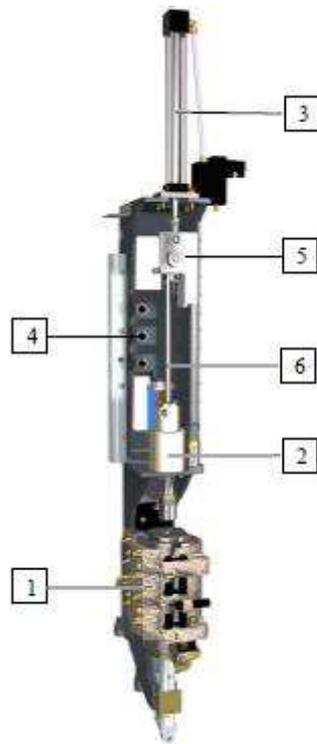
Figure II.14 : Table de transfert

II.6.5. Roue de soufflage

a. Fonctionnement

L'unité de soufflage assure la transformation des préformes chauffées à l'état de bouteilles formées. La roue de soufflage comporte 10 unités de soufflage-étirage situées à la périphérie de la roue, chacune des 10 unités de soufflage comprend :

- Une unité porte moule,
- Une tuyère de soufflage,
- Une vanne à 3 voies,
- Un ensemble d'étirage.



1-Unité porte moule, 2-Vérin de tuyère, 3-Vérin d'élongation, 4-Block de soufflage, 5- Coulissons d'élongation, 6- Tige d'élongation

Figure II.15 : Unité de soufflage

II.6.5.1. Composantes de la roue de soufflage

1. Unité porte moule (GUPM)

Le moule s'ouvre et se ferme en synchronisme avec les transferts des préformes et bouteilles. L'unité porte moule est articulée sur une charnière coté intérieur de la roue, l'ensemble de l'unité porte moule est monté sur une console fixée sur la roue mobile.

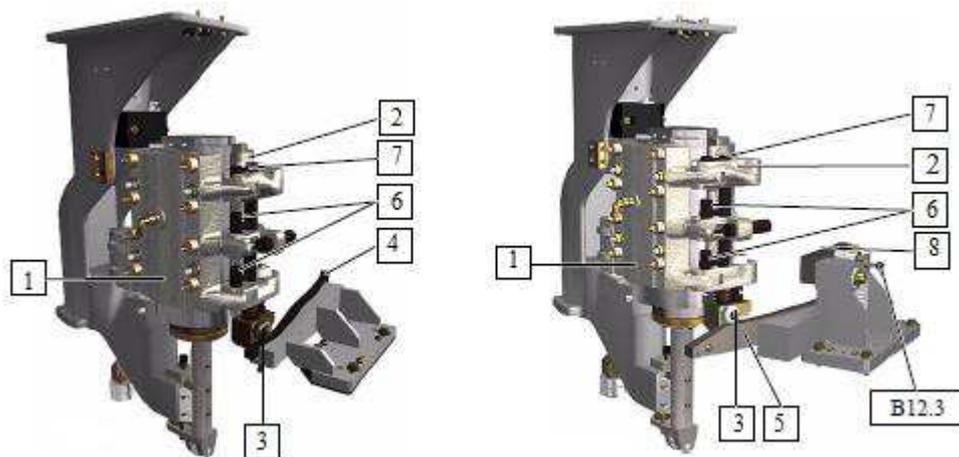
a. Verrouillage / Déverrouillage de l'unité porte moule

Dans la figure II.16 les équerres (1 et 2) sont verrouillées pendant les phases de pré-soufflage /soufflage / dégazage. Le passage du galet (3) sur les cames de déverrouillage (4) puis de verrouillage (5) provoque le mouvement des doigts (6 et 7) dans les équerres. Entre ces opérations, les équerres (1 et 2) sont désaccouplés et l'ouverture de l'unité porte moule s'effectue.

En cas de mauvais verrouillage, le galet (3) bute sur la contre-came (8). Le capteur (B12.3) informe alors l'automate qui interdit le pré soufflage et le soufflage dans l'unité porte moule concernée.

b. Description

La figure suivante montre le système déverrouillage/verrouillage de moule :



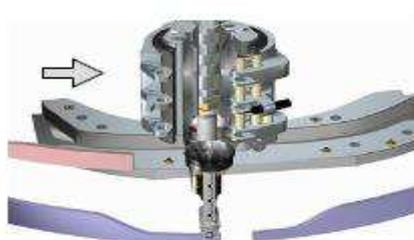
1,2- Equerres , 3- Galet, 4-Cames de déverrouillage, 6,7-Doigt de moule ,8-Contre –came

Figure II.16 : Système déverrouillage/verrouillage de moule

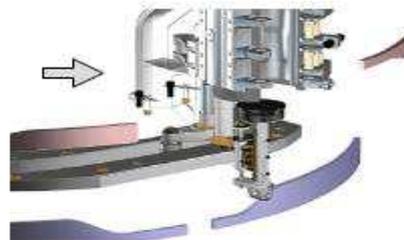
2. Cinématique des mouvements de l'unité porte moule

a. Description

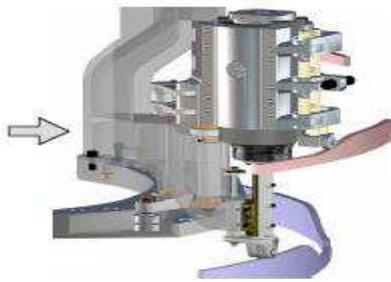
La figure II.17 illustre les différentes étapes de mouvements de l'unité porte moule :



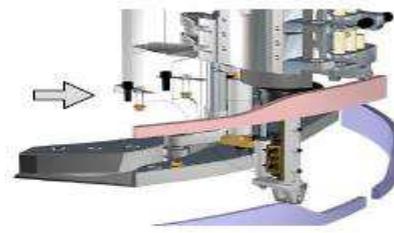
Déverrouillage



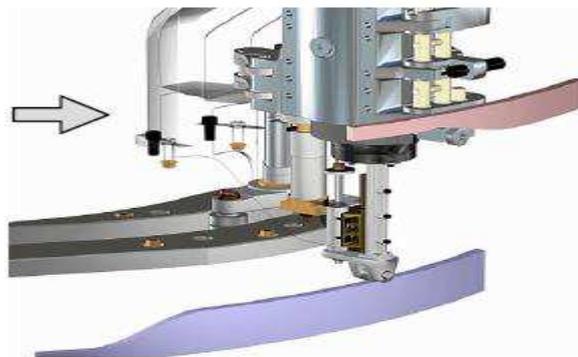
Début d'ouverture moule
et descente fond de moule



Ouverture moule et fond de moule descendu



Début fermeture moule et remontée fond de moule



Moule fermé / fond de moule monté et début de verrouillage

Figure II.17 : Cinématique des mouvements de l'unité porte moule

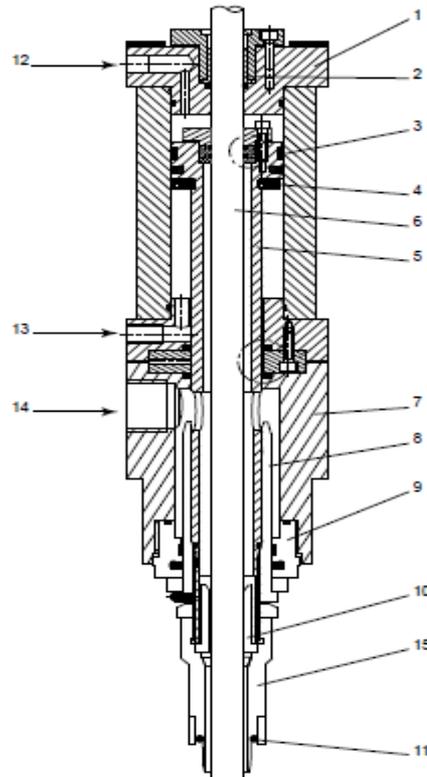
II.6.5.2. Tuyère de soufflage

Il s'agit d'un dispositif pneumatique permettant le passage de l'air pour le soufflage de la bouteille. L'ensemble est traversé par la tige d'élongation.

a. Fonction

Après la fermeture et le verrouillage de moule, la tuyère descend, puis la tige d'élongation s'active pour étirer la préforme longitudinalement. Elle est guidée, d'un côté par une bague en bronze et de l'autre côté par une douille en laiton.

Dès que le cycle de pré-soufflage, de soufflage et d'échappement est terminé, la pression établie sur le fond avant en agissant sur la tige creuse remonte la tuyère, montrer dans la figure II.18



1-Fond arrière	6-Tige d'élongation	11-Joint torique (étanchéité au buvant)
2-Bague en bronze	7-Corps haute pression	12-Commande de descente tuyère
3-Joint à lèvres	8-Piston	13-Commande de remontée tuyère
4-Joint torique d'amortissement	9-Bouchon	14-Pré-soufflage, soufflage
5-Tige creuse	10-Diffuseur	15-Tuyère équipée

Figure II.18. Vérin de tuyère

1. Etirage

Le rôle de l'étirage est d'allonger mécaniquement les préformes après leur passage dans le four. L'ensemble se décompose de la façon suivante :

- Un vérin pneumatique fournit l'énergie nécessaire à l'étirage, sa source est personnalisée en fonction de la hauteur de la bouteille à produire.
- Un coulisseau équipé de quatre douilles à produire.
- Un galet en contact avec une came, permet la régulation de la vitesse de l'étirage.
- Une tige d'élongation fixée sur le coulisseau au moyen d'une noix.

La tige d'élongation est guidée dans le vérin de tuyère, elle pénètre à l'intérieure de la préforme et l'étire.

2. Vanne à 3 voies

Le rôle de la vanne à 3 voies est de commuter les pressions de pré-soufflage et de soufflage et d'assurer la fonction de dégazage de la bouteille.

La vanne à 3 voies est constituée essentiellement de :

- Un corps,
- Un piston,
- Un levier équipé de roulements.

a. Fonctionnement

Au passage sur les cames de pré-soufflage, puis de soufflage, le levier est actionné et commande le mouvement du piston qui détermine sa position :

- Le dégazage à la position de sortie,
- Le pré-soufflage à la position de milieu,
- Le soufflage à la position d'entrée.

II.6.6. La sortie bouteilles**a. Fonctionnement**

Cet ensemble comprend un plateau à encoches et des guides sur lesquels repose la bouteille. Après les guides de sortie, peut être ajouté un dispositif de transport pneumatique permettant de convoier les bouteilles vers un matériel aval.

b. Description

La figure suivante montre la roue de sortie des bouteilles.

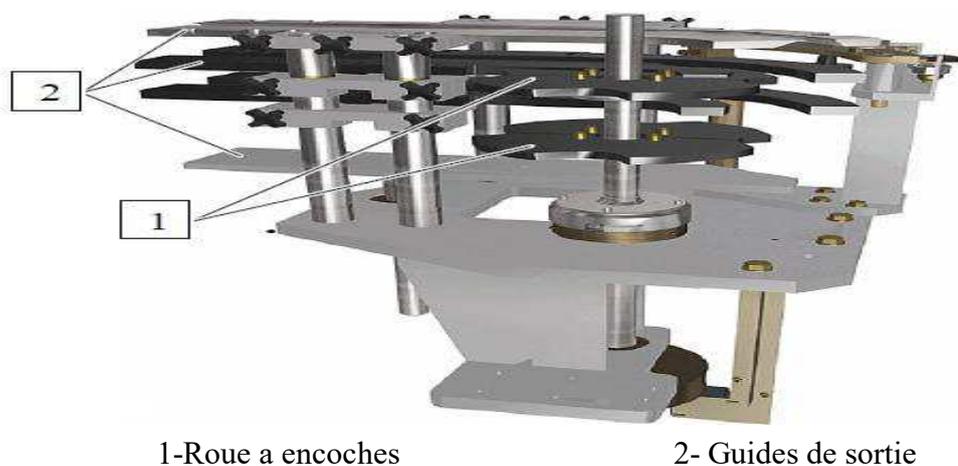


Figure II.19 : Roue de sortie de bouteille

II.7. Conclusion

Ce chapitre résume l'ensemble des fonctionnalités et les différents composants de la machine, cela va nous permettre de définir nos objectifs à atteindre dans les prochains chapitres.

La souffleuse SBO 10/5028 considéré parmi les éléments les plus critique de ligne de production des bouteilles 2l, cela fait d'elle un équipement nécessitent une certaine stratégie de maintenance bien étudié

Chapitre

III

*Politiques de maintenance
et généralités sur
L'AMDEC*

III.1. Introduction

Tous les systèmes susceptibles de servir de façons continue ou répétée doivent faire l'objet de la maintenance. Dans l'industrie, la maintenance est comptée parmi les fonctions essentielles du système de production et dans les systèmes fortement automatisés. En effet elle est un enjeu clé de la productivité et de la compétitivité des entreprises.

La mise en œuvre d'une politique de maintenance nécessite une parfaite connaissance du comportement du matériel.

III.2. Définition de la maintenance

Selon la norme AFNOR (NF X 60-010), la maintenance est définie comme étant « Ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ».

Maintenir contient la notion de « prévenir » sur un système en fonctionnement.

Rétablir contient la notion de « correction » consécutive à une perte de fonction.

État spécifié ou « service déterminé » implique la détermination d'objectif à atteindre, avec quantification des niveaux caractéristiques [9, 10].

III.3. Historique de la maintenance

Le terme « maintenance » tire son origine du vocabulaire militaire qui veut dire maintien des unités de combat, de l'effectif et du matériel à un niveau constant.

L'apparition du terme maintenance dans l'industrie a eu lieu vers 1950 aux USA. En France il se superpose progressivement à « l'entretien ». En Algérie, certaines entreprises emboitent le pas et d'autres suivent loin derrière [9, 12].

III.4. Différents objectifs de la maintenance

D'une manière générale, la maintenance a pour objectif principal d'assurer les disponibilités maximales des équipements de production à un coût optimal.

Les principaux objectifs que doit fixer la fonction maintenance sont :

- ✓ Garantir la qualité de production.
- ✓ Assurer la production prévue.
- ✓ Respecter les délais.
- ✓ Assurer la sécurité humaine.
- ✓ Améliorer la gestion de stock.

III.5. Importance de la maintenance

L'importance de la maintenance diffère selon le secteur d'activité et elle est inévitable et lourde dans les secteurs où la sécurité est capitale :

- ✓ Importance fondamentale : nucléaire, pétrochimie, chimie, transport.
- ✓ Importance indispensable : entreprise à forte valeur ajoutée, construction automobile.
- ✓ Importance moyenne : industrie de constructions diversifiées, équipement semi-automatique.
- ✓ Importance secondaire : entreprise sans production de série,
- ✓ Importance faible ou négligeable : entreprise manufacturier, faible valeur ajoutée.

III.6. La fonction maintenance

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

Tendance1 : La centralisation où toute la maintenance est assurée par un service.

D'où les avantages sont :

- ✓ Possibilités d'intervenir dans du matériel onéreux grâce au regroupement.
- ✓ Vision globale de l'état du parc matériel à gérer.
- ✓ Gestion plus souple des moyens en personnels.
- ✓ Diminution des quantités de pièces de rechange disponibles.

Tendance2 : La décentralisation, où la maintenance est confiée à plusieurs services, de dimension proportionnellement plus modeste, et liés à chacun des services de l'entreprise.

D'où les avantages sont :

- ✓ Meilleures communication et relation avec le service responsable et l'utilisateur du parc à maintenir.
- ✓ Meilleure connaissance du matériel.
- ✓ Gestion administrative allégée.

III.7. Politique de la maintenance

La politique de la maintenance consiste à définir des objectifs technico-économiques relatifs à la prise en charge du matériel de l'entreprise par le service maintenance [9].

Pour mettre en œuvre une politique de maintenance on doit passer par les phases suivantes :

- ✓ Information,
- ✓ Définition de l'objectif,
- ✓ Choix des méthodes à mettre en œuvre,
- ✓ Définition des moyens nécessaires,

- ✓ Réalisation,
- ✓ Bilan humain, technique et économique.

III.8. Différents types de maintenance

On distingue deux types de maintenance, maintenance préventive et maintenance corrective qui divergent à plusieurs méthodes dépendantes de l'utilisation du matériel et du type de matériel. La figure III.1 résume les différents types de maintenance.

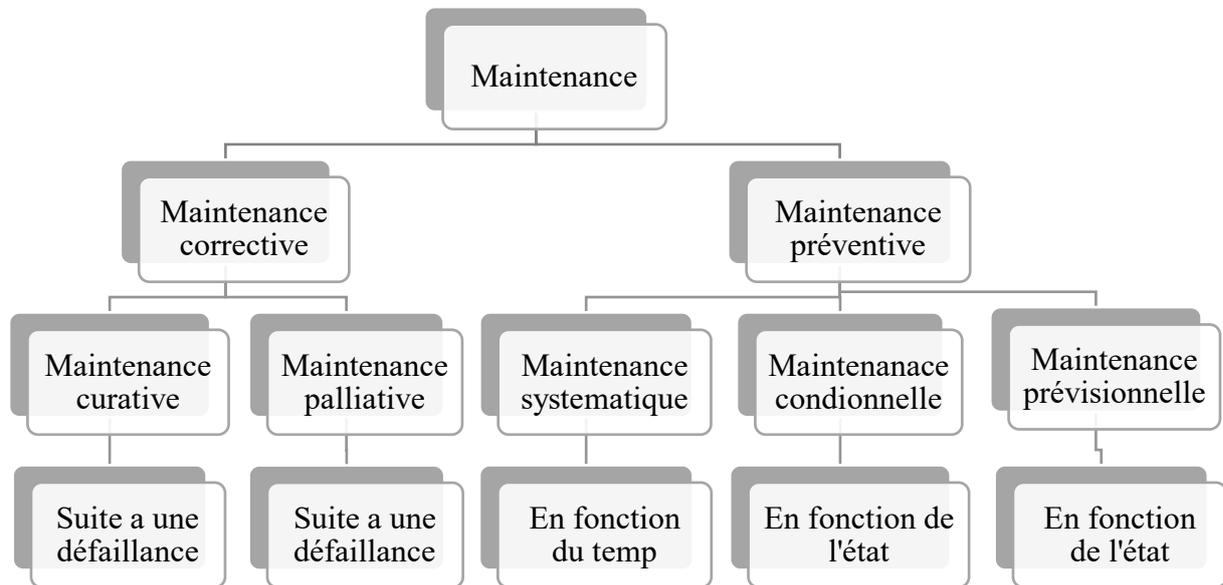


Figure III.1 : Différents types de maintenance

III.8.1. Maintenance préventive

Maintenance effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu. Elle doit permettre d'éviter les défaillances des matériels en cours d'utilisation [9,10].

III.8.1.1. Maintenance préventive systématique

Maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage. Cette méthode nécessite de connaître :

- ✓ Le comportement du matériel,
- ✓ Les modes de dégradation,
- ✓ Le temps moyen de bon fonctionnement entre deux avaries.

III.8.1.2. Maintenance préventive conditionnelle

Maintenance préventive subordonnée à un type d'évènement prédéterminé (auto diagnostic, information d'un capteur de mesure, d'une usure, etc...). La maintenance préventive

conditionnelle se caractérise par la mise en évidence des points faibles. Suivant le cas, il est souhaitable de les mettre sous surveillance et, à partir de là, de décider d'une intervention lorsqu'un certain seuil est atteint.

✚ Maintenance préventives prévisionnelle

Maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée des paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et de planifier les interventions.

a. Objectifs de la maintenance préventive

- ✓ Augmenter la dure de vie de matériels.
- ✓ Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de pannes.
- ✓ Diminuer la probabilité des défaillances en service.
- ✓ Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective,
- ✓ Supprimer les causes d'accidents graves.

b. Operations de la maintenance préventive

Ces opérations trouvent leurs définitions dans la norme NF X 60-10 et NF EN 13306.

Inspection : contrôle de conformité réalisé en mesurant, observant, testant ou calibrant les caractéristiques significatives d'un bien.

Contrôle : vérification de la conformité par rapport à des données préétablies, suivie d'un jugement. Ce contrôle peut déboucher sur une action de maintenance corrective ou alors inclure une décision de refus, d'acceptation ou d'ajournement.

Visite : examen détaillé et prédéterminer de tout ou partie des différents éléments du bien et pouvant impliquer des opérations de maintenance du 1^{er} et 2^{ème} niveau, il peut également déboucher sur la maintenance corrective.

Test : comparaison des réponses d'un système par rapport à un système de référence ou à un phénomène physique significatif d'une marche correcte.

Echange standard : remplacement d'une pièce ou d'un sous-ensemble défectueux par une pièce identique ou neuve, conformément aux prescriptions du constructeur.

Révision : ensemble complet d'examens et d'action réalisés afin de maintenir le niveau de disponibilité et de sécurité d'un bien.

III.8.2. Maintenance corrective

Maintenance réalisée après défaillance, autrement dit « ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien, ou la dégradation de sa fonction, pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement » [9,10].

La maintenance corrective comprend en particulier : la localisation de la défaillance et son diagnostic, la remise en état avec ou sans modification et le contrôle de bon fonctionnement

a. Maintenance curative

Activités de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise.

Le résultat doit présenter un caractère permanent. Les activités peuvent être des réparations, des modifications, ou amélioration ayant pour but de supprimer la défaillance.

b. Maintenance palliative

Activités de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise.

La maintenance palliative est constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'action curative.

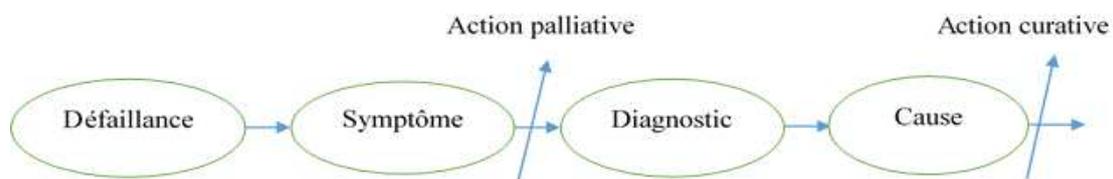


Figure III.2 : Enchaînement des actions correctives

Après apparition d'une défaillance, le maintenancier doit mettre en œuvre un certain nombre d'opérations dont les définitions sont données ci-dessous :

Test : comparaison des mesures avec une référence.

Détection : ou action de déceler l'apparition d'une défaillance.

Localisation : ou une action conduisant à rechercher précisément les éléments par lesquels la défaillance se manifeste.

Diagnostic : ou identification et analyse des causes de la défaillance.

Dépannage, réparation : ou remise en état (avec ou sans modification).

Contrôle : contrôle du bon fonctionnement après intervention.

Amélioration éventuelle : éviter la réparation de la panne.

Historique : ou mise en mémoire de l'intervention pour une exploitation ultérieure.

III.9. Les niveaux de la maintenance

On distingue 5 degrés de maintenance, classés de manière croissante, selon la complexité des interventions à effectuer.

Maintenance 1^{er} niveau : Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échange d'éléments consommables accessibles en toute sécurité.

Ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant du bien, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock des pièces consommables nécessaires est très faible.

Maintenance 2^{ème} niveau : Dépannage par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive.

Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien habilité de qualification moyenne sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions.

On peut se procurer les pièces de rechange transportables nécessaires sans délai et à proximité immédiate du lieu d'exploitation.

Maintenance 3^{ème} niveau : Identification et diagnostic des pannes, réparation par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures et toutes opérations courantes de maintenance préventive. Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage, et éventuellement de bon d'essais et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.

Maintenance 4^{ème} niveau : Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance, et éventuellement la vérification des étalons du travail par les organismes spécialisés.

Ce type d'intervention peut être effectué par une équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé, dans un atelier spécialisé.

Maintenance 5^{ème} niveau : Rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une unité extérieure.

Par définition, ce type de travaux est donc effectué par le constructeur, ou par le reconstruteur avec des moyens définis par le constructeur et donc proche de la fabrication [11].

III.10. Les échelons de la maintenance

Exemples indicatifs d'échelon de maintenance (NF X 60-10)	
Echelon	Définition
1 ^{er} Echelon	Moyens de maintenance (logiciel, personnel...) disponibles sur site
2 ^{ème} Echelon	Moyens mobiles sur site (atelier ou équipe mobile)
3 ^{ème} Echelon	Moyens d'un centre de maintenance secondaire ou régional (atelier, magasin...)
4 ^{ème} Echelon	Moyens d'un centre de maintenance principal ou national (atelier, personnel...)

Tableau III.1 : Exemples d'échelon de maintenance [9].

III.11. Organigramme de service maintenance

Il s'agit d'une représentation schématique de la structure d'une entreprise.

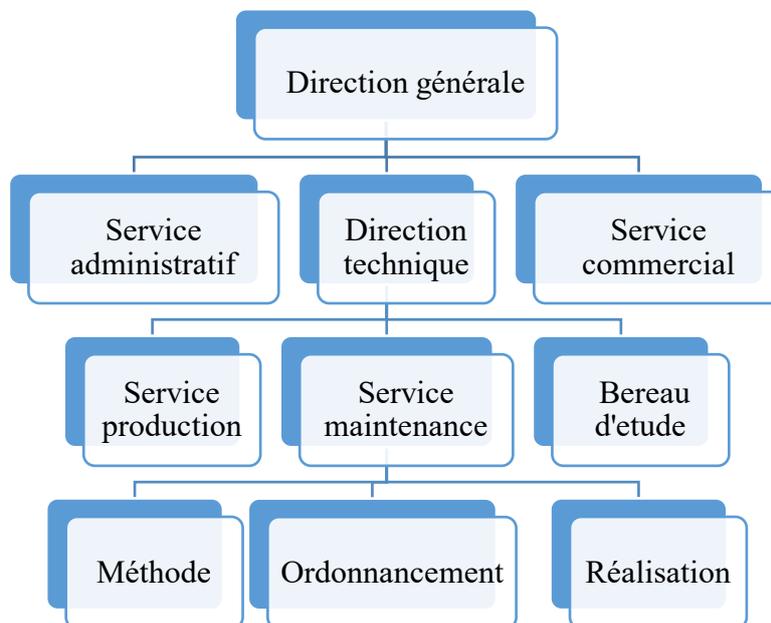


Figure III.3 : Exemple de structure d'une entreprise

III.12. Organisation interne

Le service maintenance doit assurer trois fonctions principales, à savoir méthode, ordonnancement et réalisation.

Le déroulement d'une intervention de maintenance peut être résumé comme suit :

- ✓ La fonction méthode affecte une durée à un travail,

- ✓ La fonction ordonnancement planifie cette tâche (fixé l'heure et le jour où elle doit débiter),
- ✓ La fonction réalisation, au moment choisi par l'ordonnancement suivant les prescriptions des méthodes, la met en œuvre.

III.12.1. Fonction méthode

L'étendue du domaine de service « méthode-maintenance » varie suivant les organigrammes, comprenant ou non la gestion des approvisionnements et du magasin, ainsi que la sécurité. Le domaine de responsabilité des méthodes peut être résumé dans les points suivants :

- ✓ Participation au choix des politiques de maintenance à appliquer au matériel,
- ✓ Gestion technique du parc matériel,
- ✓ Gestion du matériel sur le plan économique et humain,
- ✓ Préparation du travail.

III.12.2. Fonction ordonnancement

La fonction ordonnancement a pour mission de coordonner les activités de service maintenance. La mission de l'ordonnancement consiste donc à :

- ✓ Prévoir la chronologie du déroulement des tâches,
- ✓ Optimiser l'utilisation des moyens nécessaires et les rendre disponibles,
- ✓ Lancer les travaux au moment choisi,
- ✓ Contrôler l'avancement et la fin des tâches et prendre en compte les écarts entre prévisions et réalisations.

III.12.3. Fonction réalisation

La fonction réalisation a pour objet d'utiliser les moyens mis à disposition suivant les procédures imposées pour remettre ou maintenir le matériel dans l'état spécifié. Elle a en charge le personnel d'exécution renfermant tous les corps de métier exigé par la nature du matériel à prendre en charge (mécanique, électrique, usinage ...), les magasins d'outillages, les moyens matériels et les ateliers.

III.13. Sureté de fonctionnement

III.13.1. Définition

Selon la norme NF X-010, la sureté de fonctionnement est l'ensemble des aptitudes d'un bien qui lui permet de remplir une fonction requise, au moment voulu, pendant la durée de vie prévue, sans dommage pour lui-même ou son environnement [10].

III.13.2. Fiabilité

Aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, durant un intervalle de temps donné. (NF EN 1306) ou caractéristique d'un bien exprimée par la probabilité qu'il accomplisse une fonction requise dans des conditions données pendant un temps donné (NF X 60-10).

L'évolution de la durée de vie d'un équipement peut être tracée selon une courbe appelée courbe de baignoire.

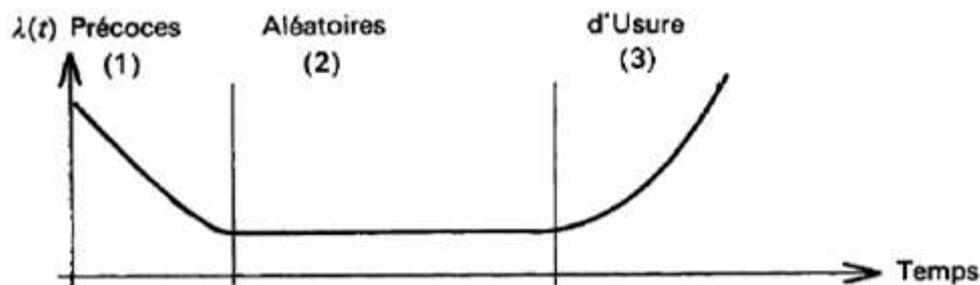


Figure III.4 : évolution du taux de défaillance d'un équipement [10].

La courbe met en évidence 3 périodes distinctes :

- (1) La période de jeunesse, caractérisée par des défaillances précoces.
- (2) La période de maturité, caractérisée par des défaillances aléatoires et un taux de défaillance sensiblement constant.
- (3) La période de vieillesse, ou d'usure, caractérisée par un taux de défaillance croissant jusqu'à obsolescence.

III.13.3. Maintenabilité

Dans des conditions données d'utilisation, la maintenabilité c'est l'aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état où il peut accomplir sa fonction requise ou sa mission.

III.13.4. Sécurité

Propriété d'un système de présenter, pour son environnement et pour lui-même un risque, déterminer en fonction des dangers potentiels inhérent à sa réalisation et sa mise en œuvre qui ne soit pas supérieure à un risque convenu.

III.13.5. Disponibilité

La disponibilité est l'aptitude d'un dispositif à être en état de fonctionner dans des conditions données [12].

III.14. Outils de maintenance

Le plan de maintenance est l'une des colonnes vertébrales du service maintenance. Cette dernière est plus ou moins bien formalisée selon les services de maintenance. Peut être enregistré sur tout type de support grâce à ces différentes méthodes :

III.14.1 Méthode QQQQCP

Elle est aussi appelée la méthode de questionnement QQQQCP ou QQQQCCP. Dans ces deux acronymes, les lettres correspondent respectivement aux questions Qui ? Quand ? Où ? Quoi ? Comment ? (Combien ?) Pourquoi ? [13].

III.14.2. Méthode cause-effet ou Ishikawa

Le diagramme cause-effet d'Ishikawa en référence à son concepteur promoteur, aussi appelé diagramme en arête de poisson en raison de sa graphie, est un outil de qualité utilisé pour identifier les causes d'un problème [14].

III.14.3. Méthode arbre de défaillance

Représente une démarche d'analyse d'évènement. L'arbre de défaillance est construit en recherchant l'ensemble des événements élémentaire [14].

III.14.4. Diagramme de Pareto ou Méthode ABC

Reprenant le principe du diagramme de Pareto, la méthode ABC propose de distinguer trois classes A, B et C qui se distribuent de la manière suivante

- Classe **A** : Les items accumulant 80% de l'effet observé
- Classe **B** : Les items accumulant les 15% suivants
- Classe **C** : Les items accumulant les 5% restants

Dans le figure III.5, les deux premiers items accumulent 80% des effets, c'est la classe **A**.

Les quatre items suivants font monter les pourcentages cumulés à 95, soit à eux seuls 15%. Selon la convention, ils représentent la classe **B**.

Les quatre derniers items accumulent les cinq derniers pourcents. Ils représentent la classe **C**.

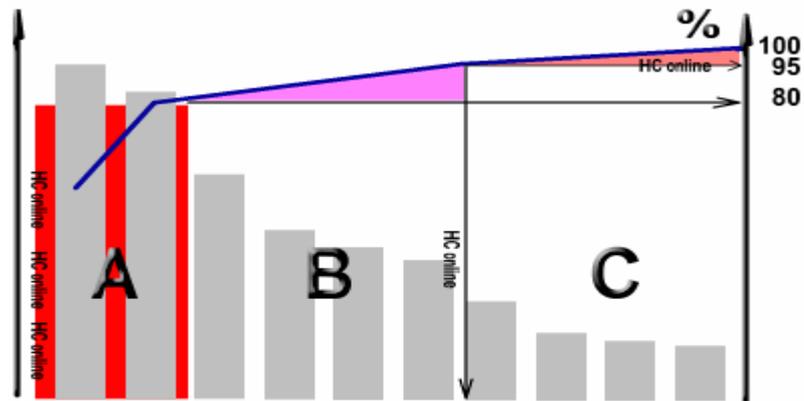


Figure III.5 : Diagramme de Pareto [15].

III.14.5. Méthode AMDEC

C'est l'Analyses des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité. L'AMDEC est un outil utilisé dans la démarche qualité et dans le cadre de la sûreté de fonctionnement.

A l'heure actuelle la méthode AMDEC est la plus recommandée dans le monde industriel, ce qui nous pousse à poser des questions sur l'efficacité de cette méthode et son apport dans l'organisation de la maintenance.

III.15. Historique de la méthode AMDEC

L'AMDEC a été créée aux Etats-Unis par la société Donnell Douglas en 1966. Elle consistait à dresser la liste des composants d'un produit et à cumuler des informations sur les modes de défaillances, leur effet et leur criticité. La méthode a été mise au point par la NASA et le secteur de l'armement sous le nom de FMECA (Failure Mode Effect and Criticality Analyses) pour évaluer l'efficacité d'un système dans un contexte spécifique Cette méthode est un outil de fiabilité et est utilisée pour des système ou l'on doit respecter des objectifs de fiabilité et de sécurité. A la fin des années soixante-dix la méthode fut largement adopter par Toyota, Nissan, Ford, BMW et d'autre grands constructeur d'automobile [7].

III.16. Définition AMDEC

L'AMDEC est une méthode de prévention qui peut s'appliquer à une organisation, un processus, un moyen, un composant ou un produit dans le but d'éliminer, le plus en amont possible les causes des défauts potentiels. C'est là un moyen de se prémunir contre certaines défaillances et d'étudier leurs causes et leurs conséquences. La méthode permet de classer et de hiérarchiser les défaillances selon certains critères (occurrence ou fréquence, détection et

gravité). Les résultats de cette analyse sont les actions prioritaires propres à diminuer significativement les risques de défaillances potentielles.

III.17. But d'étude AMDEC

- ✓ Réduire le nombre des défaillances,
- ✓ Prévention des pannes,
- ✓ Améliorer la maintenance préventive,
- ✓ Réduire les temps d'indisponibilité causés des défaillances,
- ✓ Prise en compte de la maintenabilité dès la conception,
- ✓ Améliorer la maintenance corrective,
- ✓ Améliorer la sécurité.

III.18. Différents types d'AMDEC

Il existe plusieurs types d'AMDEC, parmi les plus importants, mentionnons [7].

III.18.1. AMDEC-organisation

Elle s'applique aux différents niveaux du processus d'affaires, du premier niveau qui englobe les services de gestion, d'information, production, personnel, marketing et finance jusqu'au dernier niveau comme l'organisation d'une tâche de travail.

III.18.2. AMDEC-produit ou l'AMDEC-projet

Elle est utilisée pour étudier en détail la phase de conception du produit ou d'un projet. Si le produit comprend plusieurs composants, on applique l'**AMDEC-composants**.

III.18.3. AMDEC-processus

Elle s'applique à des processus de fabrication et est utilisée pour analyser et évaluer la criticité de toutes les défaillances potentielles d'un produit engendrées par son processus.

III.18.4. AMDEC-moyen

Elle s'applique à des machines, des outils, des équipements, des appareils de mesure, des logiciels et des systèmes de transport interne.

III.18.5. AMDEC-service

Elle s'applique pour vérifier que la valeur ajoutée réalisée dans le service corresponde aux attentes des clients et que le processus de réalisation de service n'engendre pas de défaillances.

III.18.6. AMDEC-sécurité

S'applique pour assurer la sécurité des opérateurs dans les procédés où il existe des risques pour ceux-ci.

III.19. Déroulement de L'AMDEC

La Figure III.5 représente le déroulement de l'AMDEC

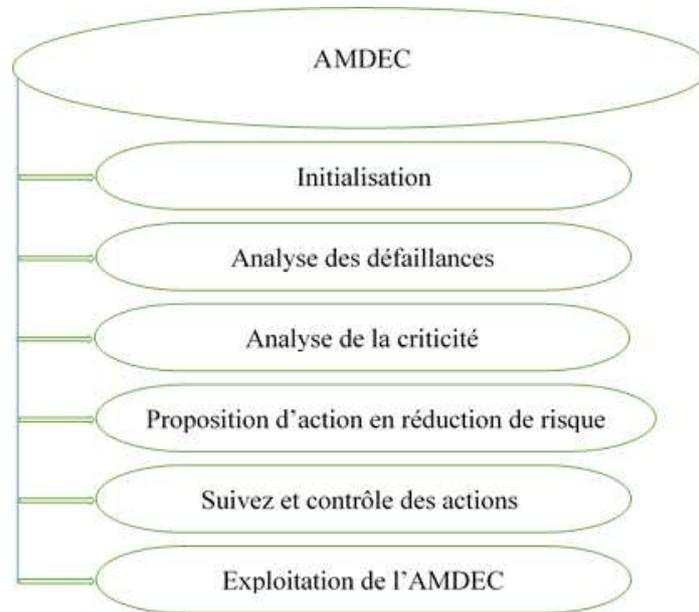


Figure III.6 : Organigramme de déroulement de l'AMDEC

III.20. Notions liées à l'utilisation de l'amdec

III.20.1. Défaillance

Selon la norme *NF EN 13306* la défaillance est définie comme une cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise [12].

On entend simplement qu'un produit, un composant ou un ensemble:

- ✓ Ne fonctionne pas,
- ✓ Ne fonctionne pas au moment prévu,
- ✓ Ne s'arrête pas au moment prévu,
- ✓ Fonctionne à un instant non désiré.

III.20.2. Modes de défaillance

C'est la façon dont un produit, un composant, un ensemble, un processus ou une organisation manifeste une défaillance ou s'écarte des spécifications. Voici quelques exemples pour illustrer cette définition:

- ✓ Déformation.

- ✓ Usure, rupture.
- ✓ Destruction.
- ✓ Cisaillement.
- ✓ Desserrage.
- ✓ Corrosion.
- ✓ Fuite.
- ✓ Perte de performance.

III.20.3. Causes de défaillance

C'est évidemment ce qui conduit à une défaillance. On définit et on décrit les causes de chaque mode de défaillance considéré comme possible pour pouvoir en estimer la probabilité, en déceler les effets secondaires et prévoir des actions correctives pour la corriger.

III.20.4. Effets d'une défaillance

Sont les effets locaux sur l'élément étudié du système et les effets de la défaillance sur l'utilisateur final du produit ou du service.

III.21. Principes de L'AMDEC

L'AMDEC repose sur:

- La notion de décomposition de l'équipement en éléments simples, via la recherche des fonctions de l'équipement.
- La notion d'effet constaté par l'utilisateur final.
- La notion de criticité à travers:
 - ✓ La fréquence d'apparition des défaillances.
 - ✓ La gravité des conséquences.
 - ✓ La probabilité de ne pas découvrir l'effet (non détection).

III.22. La grille AMDEC

L'AMDEC est formalisée à l'aide d'une grille d'analyse sur laquelle on fera figurer les modes de défaillance, les solutions pour les détecter, les effets, les causes, la criticité et les actions de maintenance à engager comme nous la montre la **Figure III.6**

	AMDEC MACHINE- analyse des modes de défaillance de leur effet et de leur criticité									Mode Maintenance
	Système		Sous-ensemble							
Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action corrective/préventive
						F	G	D	C	

Figure III.7 : Grille AMDEC

III.23. Criticité

La criticité est désignée par la lettre « C » de notre sigle AMDEC, équivalent à l'indice de priorité de risque. Elle permet de discriminer les actions à entreprendre et les calculer à partir de la gravité, la fréquence et la non détection de la défaillance :

$$C = F . G . D$$

G : C'est un indice qui se réfère à la gravité (ou sévérité) de l'effet de chaque défaillance, tel que ressenti par l'utilisateur. Ainsi, la notion de gravité est directement liée à la gravité des effets de la défaillance

O : (occurrence) ou fréquence d'apparition d'une défaillance due à une cause particulière, elle représente le risque que la cause potentielle de défaillance survienne et qu'elle entraîne le mode potentiel de défaillance considéré.

D : la probabilité de ne pas détecter la cause ou le mode de défaillance avant que l'effet survienne. [2, 4, 5, 8].

III.23.1. Les niveaux de la criticité

Niveau de criticité	Définition
$1 \leq C < 12$ Criticité négligeable	✓ Aucune modification ✓ Maintenance corrective
$12 \leq C < 16$ Criticité moyenne	✓ Amélioration ✓ Maintenance préventive systématique
$16 \leq C < 20$ Criticité élevée	✓ Surveillance particulière ✓ Maintenance préventive conditionnelle
$20 \leq C < 64$ Criticité interdite	✓ Remise en cause complète de l'équipement

Tableau III.2 : Les niveaux de la criticité [2].

III.23.2. Les critères de la gravité

Niveau de gravité	Indice	Définition
Gravité très faible	1	Sous influence
Gravité faible	2	Peut critique
Gravité moyenne	3	Critique
Gravité catastrophique	4	Très critique

Tableau III.3 : Les critères de la gravité [6].

III.23.3. Les critères de l'occurrence

Niveau de fréquence	Indice	Définition
Fréquence très faible	1	Défaillances rares : Moins d'une défaillance par an
Fréquence faible	2	Défaillances possibles : Une défaillance par trimestre
Fréquence moyenne	3	Défaillances fréquentes : Une défaillance par deux mois
Fréquence forte	4	Défaillances très fréquentes : Plusieurs défaillances par semaine

Tableau III.4 : Les critères de l'occurrence [6].

III.23.4. Les critères de non détection

Niveau de probabilité de Non détection	Indice	Définition
Détection évidente	1	Défaillance précocement détectable : Détection à coup sûr de la cause de défaillance.
Détection possible	2	Défaillance détectable: Signe avant-coureur facilement détecté
Détection improbable	3	Défaillance difficilement détectable : Signe avant-coureur de la défaillance difficilement détectable, peu exploitable
Détection impossible	4	Défaillance indétectable. Aucun signe avant-coureur de la défaillance.

Tableau III.5 : Les critères de la non détection [6].

III.24. Avantages et inconvénients de la méthode AMDEC

III.24.1. Avantages

- ✓ La satisfaction de la clientèle,
- ✓ Le pilotage de l'amélioration continue,
- ✓ L'amélioration de la communication,
- ✓ L'élimination des causes des défaillances,
- ✓ L'amélioration de la stabilité des produits, procédés, services et machines.

III.24.2. Inconvénients

- ✓ Coûts d'utilisation trop élevés,
- ✓ La gravité est parfois difficile à évaluer, et pose des problèmes quand il s'agit de sécurité,

- ✓ La méthode peut être réalisée seulement par le personnel qui possède de l'expérience et de la compétence,

III. 25. Conclusion

L'AMDEC est l'une des méthodes d'animation applicable dans la maintenance industrielle. Elle est l'une des méthodes les plus utilisées par les entreprises de production. Dans notre cas, nous avons appliqué l'AMDEC à la souffleuse SBO10/5028 considérée comme étant un équipement critique au sein de l'unité de conditionnement d'huile de Cevital.

Chapitre

IV

*Application de l'AMDEC
sur la souffleuse SBO 10*

IV.1. Introduction

Ce chapitre consiste à étudier et analyser par la méthode AMDEC les sous-ensembles de la souffleuse SBO 10, située au conditionnement d'huile dans la ligne de production pour les bouteilles 2l.

IV.2. Définition de système étudié

Le système étudié est la souffleuse SBO 10/5280 (Sidel) plus exactement les sous-ensembles les plus défaillant. Elle est utilisée pour transformer les préformes en bouteilles comme nous l'avons décrit dans le chapitre 2.

IV.3 Définition de la phase de fonctionnement de la souffleuse SBO 10

Le fonctionnement de la souffleuse est assuré par :

- ✓ Alimentation,
- ✓ Un four linaire,
- ✓ Table de Transfert (roue transfert préformes, roue transfert bouteilles),
- ✓ Table de soufflage,
- ✓ Chaine cinématique,
- ✓ Roue à encoche.

Notre étude s'intéresse seulement aux sous-ensembles les plus critiques, à savoir : four linaire, table de transfert, table de soufflage et la chaine cinématique

IV.4. L'objectif à atteindre

Le but tracé dans cette étude est d'améliorer et optimiser les performances et assurer la disponibilité de la souffleuse SBO 10, pour réduire les anomalies rencontrées durant le fonctionnement de la machine afin d'avoir une productivité meilleure.

IV.5. Construction de groupe de travail

L'équipe qui a réalisé la présente analyse est constituée de deux étudiants en collaboration avec un methodiste de l'unité de conditionnement d'huile de Cevital. Cette analyse est effectuée durant la période du stage s'étalant du 25/02/2018 au 01 /04/2018.

IV.6. Analyse fonctionnelle

Dans cette partie, nous avons suivi l'analyse fonctionnelle des sous-ensembles de la souffleuse SBO 10 selon l'organigramme :

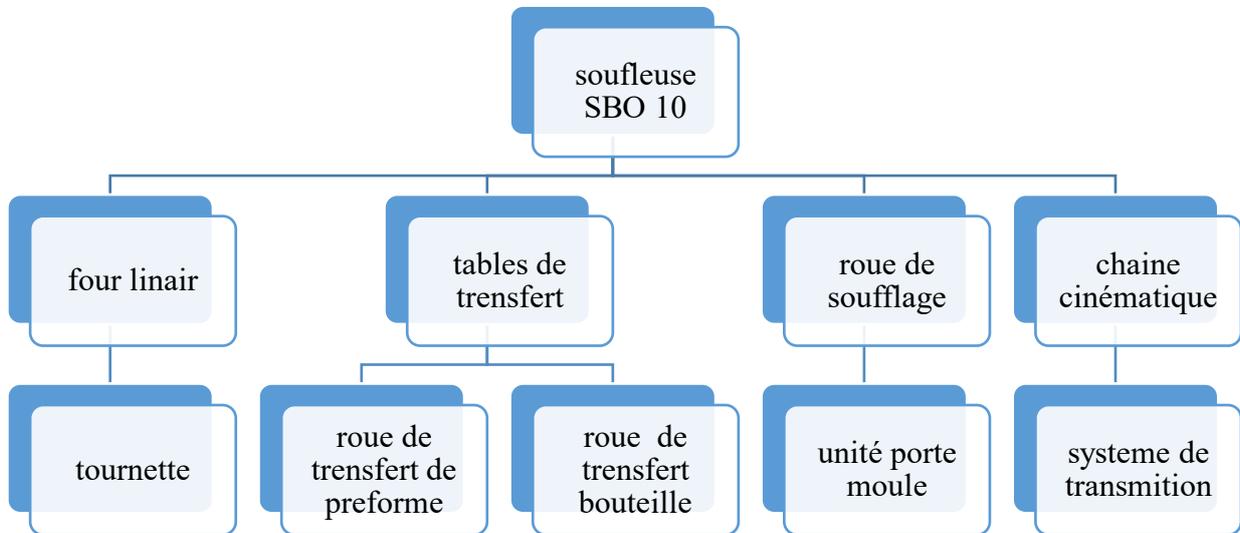


Figure IV.1 : Organigramme d'analyse fonctionnelle

IV.7. Analyse et application de l'AMDEC à la souffleuse SBO 10

Cette partie consiste à remplir les tableaux AMDEC pour les sous-ensembles les plus critiques de la machine, en suivant les instructions que nous avons cité dans le chapitre III.

IV.7.1. Partie électrique

AMDEC MACHINE- analyse des modes de défaillance de leur effet et de leur criticité		Sous-ensemble : partie électrique					Mode Maintenance			
		Système : souffleuse		Détections						
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détections	Criticité			Action corrective/préventive	
						F	G	D		C
Poste de contrôle et de commande (PCC)	<ul style="list-style-type: none"> -Assurer la surveillance du machine -Regrouper les organes de commande et de contrôle nécessaires à la conduite de la machine -Diagnostic de la machine 	<ul style="list-style-type: none"> -Problèmes au niveau de l'onduleur -Disfonctionnement de l'imprimante -Problème de ventilation -Pas d'affichage 	<ul style="list-style-type: none"> -Interrupteur interne du l'onduleur grillé -Dégradation des filtres de ventilation -Défaillance de l'écran 	<ul style="list-style-type: none"> -Pas de contrôle sur le système -Arrêt automatique du système 	Constat visuel	1	4	3	12	<ul style="list-style-type: none"> -Vérification des ensembles de pupitre
Armoire électrique	<ul style="list-style-type: none"> -Assurer le fonctionnement de la machine et fournit les éléments d'aide à la gestion de la production 	<ul style="list-style-type: none"> -Coupure de Courant -Echauffement local -Surcharge électrique -Chute de tension -Effort mécanique élevé 	<ul style="list-style-type: none"> -Défaillance d'un câble -défaillance d'un fusible -Défaillance d'un transformateur -Défaillance d'un bouton poussoir -Défaillance d'un contacteur 	<ul style="list-style-type: none"> -Arrêt de cycle -Arrêt automatique de la machine 	<ul style="list-style-type: none"> -Constat Visuel -Arrêt de la machine 	1	3	2	6	<ul style="list-style-type: none"> -Serrage des connections -Changements des éléments défaillants -Nettoyage des filtres de ventilation

VI.7.2. Chaîne cinématique

Éléments	AMDEC MACHINE- analyse des modes de défaillance de leur effet et de leur criticité						Mode Maintenance			
	Système : souffleuse			Sous-ensemble : chaîne cinématique						
	Fonctions	Mode de défaillance	Causes de la défaillance	Effets de la défaillance	Détections	F	G	D	C	Action
Motoréducteur	-Permet l'entraînement des différents poulies et courroies de la transmission machine.	Pas de transmission	-Moteur défectueux -Circuit de commande et de puissance défectueux -Défaillance interne du réducteur -Défaut d'alimentation	-Arrêt de la transmission	-Constat visuel	1	3	1	3	-Vérifier le réducteur -Graissage des engrenages de réducteur -Changer le réducteur -Vérifier et/ou changer le bobinage du moteur
Limiteur de couple	Protection	Pas de transmission	-Déclenchement du limiteur -Défaillance interne.	-Arrêt de la transmission	-Constat visuel	1	2	1	2	-Graissage des engrenages
frein	Arrêter la transmission	-Retard de freinage -cessation du circuit pneumatique	-Fatigue	-Glissement -Echauffement	-Constat visuel et auditif	1	2	1	2	-Graissage des engrenages
Courroie	Transmission de mouvement	-Rupture -Usure excessive	-Fatigue	-Arrêt de la machine	Arrêt de la machine	3	2	1	6	-Changer les courroie
Poulie	Transmission de mouvement	-Grippage des roulements	-Vieillessement	-Arrêt de la machine	-Constat visuel -Arrêt de la machine	1	3	2	6	-Graissage des engrenages -Changer la poulie
Pignon	-Transmission de mouvement	-Usure des dents -Ecaillage -Grippage	-Vieillessement -Manque de lubrification	Pas de synchronisation	Constat visuel	1	4	2	8	-Graissage du pignon -Changer le pignon

IV.7.3. Roue de transfert

AMDEC MACHINE- analyse des modes de défaillance de leur effet et de leur criticité		Système : souffleuse		Sous-ensemble : Roue Transfert		Criticité				Mode Maintenance
		Organe étudié : Bras de Transfert		Détections						
		Fonctions	Modes de défaillance	Causes de la défaillance	Effets de la défaillance	F	G	D	C	
Galet	Equilibrage et Positionnement	-Usure	Déformation de la Came	Déséquilibre	Constat visuel et auditif	2	4	1	8	Changer le galet
Ressort	Traction et Serrage	Cisaillement	-Vieillessement -Vibration	Déséquilibre	Constat visuel	3	2	1	6	Remplacer le ressort
Pince	Accrochement de préforme et bouteille	-Usure -Cassure -décalages entre les doigts de la pince	-Microcoupure électrique - Défaillance des ressorts ou des vices	-Echec de convoyage de préforme -Rejet des préformes	Constat visuel	2	2	2	8	Contrôler et Dépanner la pince chaque semaine
Glissière	Translation	Glissier trop écarté	-Récupération des préformes au niveau du four -Récupération des bouteilles ou niveau des moules -déformation de la came	-Déséquilibre de la glissière -Complexité de la translation	Constat visuel	4	3	4	48	-Contrôler et Dépanner la glissière chaque semaine au minimum -Changer tout l'ensemble

IV.7.4. Four linéaire

Eléments	AMDEC MACHINE- analyse des modes de défaillance de leur effet et de leur criticité					Criticité			Mode Maintenance	
	Système : souffeuse		Sous-ensemble : four linéaire							
	Fonctions	Modes de défaillance	Causes de la défaillance	Effets de la défaillance	Détections	F	G	D		C
Lampes IR	Réchauffement des préforme	Des lampes défectueuses.	-Echauffement -Surtension électrique	-Déformation de la préforme -Des préforme surchauffé ou moins chauffé	Indiqué sur le PCC	3	4	1	12	Remplacer les lampes
Réflecteur	Amélioré la capacité de chauffe du four	-Cassure -Rupture -Destruction	Echauffement	Des préforme surchauffé ou moins chauffé	Indiqué sur le PCC	3	4	1	12	Dépanner ou remplacer le réflecteur
Rampes	Assuré la protection des cols des préforme	Mauvaise température de l'eau circulant (11°C)	Fuite d'eau	Déformation du col de la préforme	Indiqué sur le PCC	2	4	2	16	Contrôler la température de l'eau et réparer les fuites des canalisation
Camera Infra-rouge	Détection de la Température des préformes sortie de four	Debré sur l'écran de a camera	Poussière	Non détection de la chaleur	Affichage sur le PCC	1	2	2	4	Remplacer la camera
Ventilateur	-Refroidissement des extrémités des lampe -Maintenir la température de four une température acceptable	-Usure des pales de ventilation -Blocage de l'arbre de la rotation des pales	Changement de température de milieu	-Détérioration des lampes -Echauffement du four	Constat auditif	2	4	3	24	-Vérifier l'arbre de rotation des pales -Vérifier le moteur qui entraine le ventilateur -Change le ventilateur

AMDEC MACHINE- analyse des modes de défaillance de leur effet et de leur criticité										
Système : souffleuse		Organe étudié : chaîne tournette								
		Sous-ensemble : four linéaire		Organe étudié : chaîne tournette						
Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Causes de la défaillance	Effets de la défaillance	Détections	Criticité				Mode Maintenance
						F	G	D	C	
Pignon	Assuré le mouvement de l'axe principale de la tournette	-Usure des dents -écaillage -grippage	-vieillessement - manque de lubrifiant	Pas de synchronisation	Constat auditif	1	2	2	4	-Lubrification des pignons -Vérifier l'état des engrenages -Remplacer le pignon
Joint torique	Assuré l'équilibrage des préforme	Détérioration	-Vieillessement -Echauffement	Ejection des préformes et cols mal formés	Constat visuel	2	2	3	12	Changer le joint torique
Axe tournette	Rotation et mouvement de la tournette	-Colmatage -déformation -rupture	Manque de lubrification	-Défaut de transfert -Chute de préforme	Constat auditif	2	2	3	12	-Lubrification de l'axe tournette -Changer tout l'ensemble
Galet	Positionnement	-Usure -blocage	Déformation de la came	Déséquilibre	Constat visuel et auditif	1	3	2	6	-Changer le galet
Ressort	Traction	-Cisaillement	Vibration	-Perte d'élasticité	Constat visuel	1	2	2	4	Changer le ressort
Roulement	Liaison entre les tournette	-Blocage -Usure -Grippage des bagues	Echauffement	-Blocage de la chaîne tournette -Mauvais Transfer de la préforme	Constat auditif	1	3	3	9	-Vérifier les roulements -Lubrification des roulements -changement des roulements

VI.7.5. Roue de soufflage

AMDEC MACHINE- analyse des modes de défaillance de leur effet et de leur criticité		Sous-ensemble : roue de soufflage				Criticité				Mode Maintenance
		Fonctions	Modes de défaillance	Causes de la défaillance	Effets de la défaillance	Détections	F	G	D	
Système : souffeuse										
Elément										
Vérin	Actionner la tige d'élongation pour l'étréage de la préforme	-Colmatage de la tige de vérin -usure de vérin	-Absence de lubrification -Forte pression	Blocage de la tige de vérin	Constat visuel	2	4	1	8	Action corrective/préventive -Vérifier le circuit pneumatique -Lubrification du vérin -Changer le vérin
Tige d'élongation	Etirer la préforme	-Rupture -usure	Manque de lubrification	-Interrompre l'opération d'étréage	Constat visuel	2	2	1	4	Changer la tige
Electrovanne de dégazage	-Commande de la vanne tout ou rien -Assurer la fonction de dégazage de la bouteille	Electrovanne défaillante	-Bobine grillée -Deterioration interne	Pas de commande de la vanne	Alarme	3	4	1	12	-Remplacer la bobine -Changer l'ensemble
Electrovanne soufflage et près soufflage	Commuter les pressions de pré-soufflage et de soufflage	Electrovanne Défaillante	-Bobine grillée -Deterioration interne	-Pas de commande de la vanne	Alarme	3	2	2	12	-Remplacer la bobine -Changer l'ensemble
Vérin de tuyère	Mettre la préforme en pression pour former la bouteille	-Colmatage -Le vérin manque de puissance - Sa marche est irrégulière - Fuites au niveau de la tige	-Pas de soufflage -Détérioration du piston causée par l'introduction de saletés abrasives - Le joint de tige	-Bouteille non conforme -Niveau de pression incontrôlé	-Constat visuelle -Indiquer sur le PCC	3	3	1	9	-Graissage et nettoyage du vérin -Changer le vérin -Vérifier les fuites au niveau de la tige

Distributeur	-Commandé les verins -Assurer une bonne étanchéité et le moule -Eviter les jeu entre la cloche et le moule	-Pas de Transfert -Fuite	-Bobine grillée -Coincement du tiroir -Mauvais positionnement -Défaut de conception -Usure par le temps	Arrêt de l'unité commandé	Indiquer sur le PCC	1	4	1	4	-Vérifier et remplacer la bobine -Changer le distributeur
Joint de cloche	Défaut structurelle			- Jeu entre la cloche et le porte moule -Mauvais contrôle de préforme	Constat auditif	3	2	1	6	-Remplacer le joint
Amortisseur	-Permettre l'accostage des deux demi-moules sans choc	-Cisaillement -Usure	- Vieillessement -Vibration	- détérioration de l'unité porte moule	Constat visuel et auditif	1	3	1	3	-Graissage de l'amortisseur -Changer l'ensemble
Galet fond de moule	-Assurer le verrouillage et le déverrouillage de l'unité porte moule	-Usure -Blocage	Déformation de la came	-Blocage gde moule -Mauvais transfert de préforme	Constat visuel	2	4	2	16	-Changer le galet

Galet de levier on/off de moule	Assurer la translation de moule	-Usure -Blocage	Déformation de la came	-Blocage de moule -Mauvais transfert de préforme	Constat visuel	1	2	2	4	-Changer le galet
Système de verrouillage	Plaque les demi-moule l'un a l'autre	Détérioration	Vieillessement	-Pas de verrouillage des demi-moule -Arrêt du moulage	-Constat visuel -Indiquer sur le PCC	2	3	2	12	-Vervier l'état du moule -Vérifier le réglage de l'amplitude (la hauteur) de la course came/galet
Plaque de compensation	-Permettre au demi-moule mobile de se plaquer l'un a l'autre	-Caillement de vis -Détérioration rondelle a ressort	Vieillessement	-Mauvaise bouteille -Défaut de verrouillage	-Indiquer sur le PCC	2	3	2	12	-Vérifier le circuit pneumatique (pression a 40 bar) -Changer les vis et les rondelles a ressort
Unité porte moule	-Assurer le verrouillage et le déverrouillage de moule -Assurer le processus de moulage	-Usure du flexible d'eau -Pas d'amortissement -Usure des joints -Pression insuffisante	-Fatigue -Vieillessement -Effort mécanique	-Bouteille abîmée -Arrêt de la Machine	Arrêt critique de la machine	1	2	1	2	-Vérifier les flexibles d'eau -Vérifier la pression -Graissage des amortisseurs -Changer l'amortisseur -Changer les joint

IV.8. Synthèse des tableaux

Pour la hiérarchisation des défaillances selon leurs criticités, nous utilisons le tableau des actions correctives pour chaque organe des sous-ensembles étudiés.

IV.8.1. Tableau des actions correctives des sous-ensembles de la souffleuse SBO 10

Niveau de criticité	Organe /élément	Actions correctives
$1 \leq C < 12$ Criticité négligeable	1- Bras de transfert : Galet, Ressort, Pince 2- Four linaire : Caméra infra-rouge 2.1 Tournette : Pignon, galet, ressort, roulement 3-Foue de soufflage : Vérin, tige d'élongation, vérin de tuyère, distributeur, joint cloche, galet de levier on/off de moule amortisseur, 4-Chaine cinématique : motoréducteur, limiteur de couple, frein, courroie, poulie, pignon 5- Partie électrique : Armoire électrique	-Aucune modification de conception -Maintenance corrective
$12 \leq C < 16$ Criticité moyenne	2-Four linaire : lampe infra-rouge, réflecteur. 2.1 Tournette : joint torique, axe tournette. 3-Roue de soufflage : électrovanne de dégazage, électrovanne de soufflage et prés-soufflage, système de verrouillage, plaque de compensation 5.Partie électrique : PCC	-Amélioration des performances de l'élément -Maintenance préventive systématique
$16 \leq C < 20$ Criticité élevée	2.Four linaire : La rampes 3.Roue de soufflage : Galet fond de moule	-Révision de la conception des sous-ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière -Maintenance preventive conditionnelle
$20 \leq C < 64$ Criticité interdite	1.Bras de transfert : Glissière 2.Four linaire : Ventilateur	-Remise en cause complète de la conception

Tableau IV.1. Tableau des actions correctives

IV.8.2. Description du tableau des actions correctives

- Nous constatons que les organes ayant une criticité inférieure à 12 sont considérés comme négligeables, qui ne nécessite pas une modification de conception mais seulement une maintenance corrective.
- Pour les organes ayant une criticité supérieure ou égale à 12 et inférieure à 16 sont considérés d'une criticité moyenne et ont besoin d'une amélioration des performances de l'éléments.
- Le cas de la criticité élevée qui se balance entre 16 et 20, les organes nécessitent une révision de conception et une surveillance particulière.
- De 20 à 80 la criticité très élevée considérée comme interdite qui demande la remise en cause complète de la conception de l'organe qui est le cas de la glissière et le ventilateur.

IV8.3. Plan de maintenance préventive

Après l'application de la méthode AMDEC sur la souffleuse SBO 10, on a pu identifier les organes les plus critique et les mesures préventives à engager sur cette machine, afin de réduire la criticité de ces derniers et d'avoir un bon fonctionnement et une meilleure disponibilité.

Périodicités	Operations préventives a réalisé
Journalière	Évacuation des préformes ou bouteille éjectés
	Contrôle présence des préformes dans la trémie du distributeur
Hebdomadaire	Graissage came/ contre came vétissage/ dévétissage
	Graissage des différentes roues de la chaine cinématique
	Graissage unité porte moule
	Contrôle/ nettoyage de la caméra infrarouge
	Graissage came d'éjection préforme
Mensuel	Contrôle lampes four
	Contrôle limiteurs de couple
	Control réflecteur four
	Graissage chaine de rotation tournettes
	Graissage regroupé four et rotation manuelle
	Contrôle de la qualité de régulation
Trimestriel	Graissage came d'ouverture / fermeture moule
	Graissage came monté /descente fond de moule

	Graissage came d'élongation
	Contrôle de niveau d'huile du motoréducteur
	Contrôle / nettoyage des filtres de ventilation
Semestriel	Contrôle sécurité verrouillage moule
	Contrôle sécurité came d'élongation
	Dépose / pose joint de compensation
	Reconditionnement des vérins de tuyère
	Contrôle des coussinets de liaison inter-tournettes
Annuel	Contrôle niveau machine
	Vidange des circuits hydrauliques
	Dépose / pose filtres des circuits hydrauliques
	Réglage tension des courroies de transmissions
	Vidange du motoréducteur
	Contrôle des connexions électriques
	Dépose / pose des piles automate
	Reconditionnement des vérins d'élongation
	Dépose / pose des lampes de rétro-éclairage P.C.C
Conditionnel (suivant le besoin ou selon l'état)	Dépose / pose amortisseur unité porte-moule
	Dépose / pose bras de transfert
	Réglage des débitmètres
	Dépose / pose joint d'étanchéité tuyère
	Dépose / pose moule et fond de moule
	Dépose / pose d'un poste de soufflage
	Réglage levier d'ouverture / fermeture moule
	Réglage hauteur de bras transfert
	Réglage synchronisme alimentation préformes / four
	Réglage synchronisme roue fou / transfert préformes
	Réglage synchronisme transfert / sortie bouteilles
	Réglage synchronisme transfert bouteilles / moule
	Réglage synchronisme transfert préformes / moule
	Réglage rail alimentation
	Chargement de papiers dans l'imprimante

	Recalibrage des gradateurs de puissance
	Configuration de la caméra infra-rouge
	Dépose / pose de la carte mémoire automate
	Dépose / pose des fusible
	Réglage des rampes de refroidissement intérieur / extérieur
	Paramétrage de l'imprimante

Tableau IV.2 : plan de maintenance préventive réalisé sur la souffleuse

IV.9. Conclusion

Pendant notre période de stage, on a pu collecté les informations nécessaires avec l'expérience du groupe Cevital sur la souffleuse SBO 10, afin de pouvoir définir ses différentes anomalies suivant les causes, les modes et l'effets des défaillances de chaque sous-ensembles pour bien dérouler l'analyse AMDEC.

Cette application nous a permis de proposer un plan de maintenance basé sur les actions correctives et préventives dans le but d'améliorer, optimiser les performances pour assurer la disponibilité de notre machine.

*Conclusion
générale*

Conclusion générale

Au terme de ce projet de fin d'études, un bref récapitulatif permet de rappeler les différentes étapes de la réalisation de notre projet pendant la période du stage effectué au sein de l'unité de conditionnement d'huile du complexe de Cevital-Béjaia.

Pour l'élaboration de ce travail, nous avons commencé dans un premier temps par la description détaillée de la souffleuse SBO 10, puis une analyse de l'historique des défaillances a été menée pour identifier les sous-ensembles les plus défaillants de cette machine.

Par la suite, le déroulement des tableaux AMDEC nous a permis d'identifier les causes principalement responsables de chaque problème, et déterminer la criticité de chaque organe, ce qui nous a aidé à proposer des solutions en employant des actions correctives, et ainsi donner un plan de maintenance préventif de la machine.

Les tables d'analyse AMDEC élaborées dans le dernier chapitre nous permettent de conclure que :

- ✓ Les équipements ayant un indice de criticité inférieur à 12 (galets, ressorts, roulement, distributeur...) n'ont pas besoin d'un programme de maintenance spécifique, seulement la maintenance corrective.
- ✓ Pour les équipements qui ont un indice de criticité compris entre 12 et 16 (lampe infra-rouge, réflecteur, électrovanne de dégazage, PCC ...), des programmes d'amélioration et de maintenance préventive systématique doivent être appliqués aux équipements en question.
- ✓ Des surveillances particulières et de la maintenance préventive conditionnelle doivent être appliquées aux équipements (rampe, galet fond de moule) qui ont un indice de criticité compris entre 16 et 20.
- ✓ Certain sous-ensembles présentent des indices de criticité interdits supérieur à 20 tel que la glissière et le ventilateur, alors il faut remettre en cause la conception complète de ces sous-ensembles.

A la fin de ce travail on conclut que l'analyse AMDEC est une recherche longue mais fructueuse qui s'intègre parfaitement dans une démarche d'analyse et de prévention des risques.

*Référence
bibliographique*

Références bibliographiques

- [1] Documentation interne de Cevital :
- ✓ Manuel d'opérateur,
 - ✓ Manuel maintenance et fonctionnement systèmes
 - ✓ Manuel de présentation
 - ✓ <https://www.cevital.com/>
- [2] N. Hamidouche, F. Bordjah, « Analyse des défiances par la méthode AMDEC-application a un compresseur au sein de complexe de cevital », Mémoire de Master, Université de Bejaia,2013/2014.
- [3] H. Maouche, N. Oubraham, « Identification des causes de défaillance d'une vis de fixation d'un moule d'une souffleuse SBO 10 -Cevital Bejaïa » Mémoire de Master, Université de Bejaia, 2015/2016.
- [4] O. El makhefi, T. El-allam, « Mise en place de la méthode AMDEC dans une chaine de production » Mémoire de Master, faculté des Sciences et Techniques de Fès (Maroc), 2015
- <http://www.memoirepfe.fst-usmba.ac.ma/get/pdf/2418>
- [5] Y. Khiyi, W. Erroudi, « Elaboration d'un plan de maintenance préventive » Mémoire de Master faculté des Sciences et Techniques de Fès (Maroc). 2015
- <http://www.memoirepfe.fst-usmba.ac.ma/get/pdf/2566>
- [6] L. Lazaar, S. Saad « Analyse AMDEC du clarificateur ALFA LAVAL » Mémoire de projet de fin d'étude, Faculté de Sciences et Techniques de Fès-Saiss (maroc), 2017
- <http://www.memoirepfe.fst-usmba.ac.ma/browse/search?query=AMDEC>
- [7] Joseph kélada, livre « l'AMDEC », école des hautes études commerciale, centre d'étude en qualité totale. 1994
- <http://neumann.hec.ca/sites/cours/6-510-96/AMDEC.pdf>
- [8] Gerard Landy « Guide pratique AMDEC », édition AFNOR
- [9] R. LAGGOUNE, cours analyse fonctionnelle, Université de Bejaia 2008/2009.
- <https://www.linkedin.com/in/radouane-laggoune-17b04228/>

- [10] Frédéric Tomala « cours de maintenance » Département Management des systèmes HEI Hautes Etude d'ingénieur
- [11] « Cours introduction à la maintenance » institut supérieure des études technologique de NABEUL.2013/2014
<https://fr.scribd.com/document/353414178/chapitre-4-la-documentation-en-maintenance-pdf>
- [12] A. Belhomme, « Cours stratégie de la maintenance », université de Ouargla.2010/2011.
<https://elearn2013.univ-ouargla.dz>
- [13] S. Bentalab, « La méthode QQQCCP », 2013.
<http://www.qualiblog.fr/outils-et-methodes/methode-qqqccp-outil-analyse-simple-et-performant/>
- [14] Alain Fernandez « définition des méthodes de maintenance », 2017.
<https://www.piloter.org/qualite/ishikawa-cause-effet.htm>
- [15] Christian Houhmann, « Méthode ABC », 3 Novembre 2009
<http://chohmann.free.fr/qualite/abc.htm>

Résumé

Le monde industriel parmi les facteurs principaux de l'économie mondial où tout organe et mécanisme nécessite une certaine stratégie de maintenance pour assurer la continuité de la production.

L'objectif principale de cette étude et de mettre la souffleuse SBO 10 / 5028 situe au sein de l'unité conditionnement d'huile de l'entreprise CEVITAL en bon fonctionnement afin de rendre cette machine disponible.

L'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leurs criticités (AMDEC) est l'une des méthodes les plus utilisées dans l'industrie, car elle permet de recenser les causes potentielles de défaillance et les hiérarchiser selon leurs criticités pour faciliter la maintenance des équipements.

Mots-clés : maintenance, souffleuse SBO 10, criticités, AMDEC, disponibilité.

Abstract

The industrial world among the main factors of the global economy where any organ and mechanism requires a certain maintenance strategy to ensure the continuity of production.

The main objective of this study and to put the blower SBO 10/5028 located in the oil conditioning unit of the company CEVITAL in good working order to make this machine available.

The analysis of failure modes, their effects and their criticalities (FMECA) is one of the most used methods in the industry, because it makes it possible to identify the potential causes of failure and to prioritize them according to their criticalities to facilitate maintenance of equipment.

Keywords: Maintenance, SBO 10 blower, Criticality, FMECA, Availability.