

Année Universitaire : 2020-2021



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et
Techniques

Titre :

Optimisation de la performance opérationnelle de la ligne de production filtre

Lieu : BRIGH SUD AUTOMOTIVE

Référence : 20 /21-MGI

Présenté par :

DREF Kholoud

Soutenu Le 14 Juillet 2021 devant le jury composé de :

- Pr. Chafi Anas (encadrant)
- Mr. M'haila Ayoub (encadrant Société)
- Pr. RZINE Bouchra (examinateur)
- Pr. Kammouri Alami Salaheddine (examinateur)

Dédicace

À ma très chère mère, affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

À mon cher père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

À ma sœur et mes frères, qui ont toujours cru en moi ; je vous dédie ce travail en témoignage de l'amour et du respect qui nous lient.

À mes ami(e)s qui m'ont soutenus, encouragés, appréciés mes efforts et créés le milieu favorable, l'ambiance joyeuse et l'atmosphère joviale pour procurer ce travail.

À mes enseignants et professeurs, du primaire aux études supérieures ; avec tout mon respect et mon éternelle reconnaissance

Remerciements

Mes remerciements ne sont pas faits dans ce rapport parce que la tradition l'exige, mais, car les gens à qui s'adressent, les méritent vraiment.

Je remercie d'abord ALLAH qui m'aide et ma donne, la force et le courage à surmonter tous les obstacles et à poursuivre mon chemin vers le succès et la réussite.

Tout d'abord, je suis très honorée d'avoir comme encadrant pédagogique Mr. Chafi anas de mon projet. Je remercie pour vos conseils et orientations fructueux avec lesquelles vous avez bien voulu diriger ce travail. J'ai eu le grand plaisir de travailler sous votre direction, et ai trouvé auprès de vous les conseillers et les guides qui m'ont reçu en toute circonstance avec sympathie, sourire et bienveillance.

J'adresse mes vifs remerciements à mes professeurs du département Génie Industriel, ainsi que tout le staff administratif de ma faculté FST Fès pour les efforts qu'ils déploient pour m'assurer une bonne formation dans des meilleures conditions.

Je tiens à exprimer mes profondes gratitudes et mes sincères remerciements à Mr.DEMNI Youssef et Mr.M'HAILA Ayoub pour la qualité de leurs encadrements et pour m'avoir guidée durant cette période de stage malgré leurs nombreuses préoccupations et leurs grandes responsabilités.

Je tiens à remercier particulièrement et à témoigner toute ma reconnaissance à Mr.HAOUAR Kacem, Responsable production filtre, pour sa qualité d'écoute, ses conseils professionnels et personnels, sa patience et sa disponibilité tout au long de notre projet malgré la charge du travail.

Mes remerciements vont également, à tout le personnel de BRIGH SUD AUTOMOTIVE, pour leur chaleureuse hospitalité et pour m'avoir consacré une partie de leur temps pour répondre à toutes mes questions.

Que tous celles et ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail trouvent l'expression de mes remerciements les plus chaleureux.

Ce remerciement ne finira pas sans remercier les membres jurys, pour le temps consacré à la lecture précise de ce rapport pour le juger.

Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil, mise en situation et cadrage du projet	
I. Présentation de Brigh sud	2
1. Historique	2
2. Chronologie de Brigh Sud.....	2
3. L'objectif de Brigh Sud.....	2
4. Fiche signalétique.....	3
5. L'organigramme de la société	4
6. Services et missions d'entreprise	4
7. Cartographie de processus.....	5
II. Présentation du processus de fabrication	6
1. Généralité	6
2. Les Types du filtre au sein de l'entreprise	6
3. Les composants d'un filtre	7
3.1. Filtre à air (poids lourd et léger)	7
3.2. Filtre d'huile et gasoil	8
4. Le processus de production (Logigramme).....	8
5. Les descriptions de postes	9
5.1. La ligne de filtre d'air	9
5.2. Ligne du filtre d'huile/gasoil	10
5.3. La ligne du filtre air pour poids lourd :.....	11
III : Mise en situation et cadrage du projet.....	13
Introduction	13
1. Charte de projet	13
1.1. Les acteurs du projet	13
1.2. Contexte Pédagogique	13

1.3. Les objectifs du projet.....	13
1.4. Problématique et besoin exprimé.....	14
1.5. Contraintes du projet.....	14
2. Stratégie de conduite du projet.....	14
2.1. Le principe de Lean Manufacturing.....	14
2.2. Méthodologie et Démarche adoptée	18
Conclusion.....	18

Chapitre II : Etat des lieux et analyse de l'existant

Introduction	19
1. Définir	19
Introduction.....	19
1.1. Choix du périmètre du projet.....	19
1.2. Présentation de la ligne de production filtre d'air	19
1.2.1. Lay-out existant.....	19
1.2.2. Equipement.....	21
1.2.3. Effectif actuel	21
1.2.4. Diagramme de SIPOC	22
1.2.5. Définition du Problème(QOOQCP)	22
2. Mesurer et Analyser.....	23
Introduction.....	23
2.1. Evolution de la productivité	23
2.2. Calcul de temps de cycle	24
2.2.1. Identification de la référence à étudier	24
2.2.2. Etude de chronométrage des différentes étapes du processus actuel	26
2.2.3. Détermination de la capacité actuelle de chaque poste	27
2.3. Détermination du TAKT TIME.....	28
2.4. Analyse des temps	29

2.5.	Etude des arrêts programmés.....	29
2.5.1.	Chronogrammes	29
2.5.2.	Les problèmes observés	31
2.6.	Analyse des pertes de temps des arrêts programmés.....	31
2.6.1.	Diagramme d'Ishikawa :	31
2.6.2.	Pourquoi ?	32
2.7.	Analyse de déroulement du processus (AD)	32
2.8.	Diagramme de spaghetti de matière	34
2.9.	VSM de l'état Actuel.....	35
2.10.	Les arrêts de la ligne	37
2.11.	Analyse des arrêts de la ligne.....	38
2.11.1.	Manque de matière première	38
2.11.2.	Panne de machine PU	39
2.12.	Analyse des gaspillages	41
2.12.1.	Identification des Mudras :	41
Conclusion :.....		42

Chapitre III : Améliorations continues, proposition des solutions optimales et évaluation des gain

Introduction :		40
1.	Innover	40
1.1.	SMED	40
1.2.	Mise en place des fiches de programmes machine PU	42
1.3.	Les cartes de filtres	43
1.4.	Mode opératoire	44
1.5.	Proposition d'implantation nouvelle du plan d'atelier.....	44
1.6.	Les solutions pour le problème de Retard de MP	44
1.7.	L'amélioration du management visuel.....	45

1.8. Maintenance préventive du poste dosage & moulage.....	49
1.9. La sensibilisation des opérateurs	52
2. L'estimation des gains.....	52
2.1. Valeurs ajoutées de la méthode SMED	52
2.2. Résultats attendu à partir de chantier 5S de l'atelier.....	53
2.4. Autre gains	53
Conclusion générale	54

Liste des tableaux

Tableau 1: Fiche signalétique.....	3
Tableau 2 : Les services d'entreprise.	5
Tableau 3: Les équipements de la ligne.	21
Tableau 4: Les effectifs actuels.	21
Tableau 5: QQQQCP.	22
Tableau 6: Coefficients de J.E pour le poste de pliage	26
Tableau 7: Coefficient mesurés pour le poste de pliage.....	26
Tableau 8: Calcul du temps alloué et celui théorique	27
Tableau 9: Bilan de chronométrage pour la référence LX1258	27
Tableau 10: Bilan de chronométrage pour la référence LX752	27
Tableau 11: La capacité de chaque poste	28
Tableau 12: Répartition des temps pour les deux références	32
Tableau 13: Historique des arrêts	37
Tableau 14: les facteurs de la criticité.	39
Tableau 15: AMDEC de la machine PU	40
Tableau 16: Mudras.	41
Tableau 17: Distinction des opérations internes et externes.	41
Tableau 18: Distinction des opérations internes et externes.	42
Tableau 19: le besoin journaliere	45
Tableau 20 : Les besoins des postes de charge	48
Tableau 21 : Les actions préventive	50
Tableau 22: Les gains tangibles et les gains intangibles	53
Tableau 23: L'historique de la productivité	44
Tableau 24: Les nombres de références dans chaque type de filtre air.....	51
Tableau 25: les commandes de mois mars.	51
Tableau 26: Plan d'action de management visuel.....	54
Tableau 27: Le plan de maintenance préventive.	55

Liste des figures

Figure 1 : L'organigramme d'entreprise	4
Figure 2 : Cartographie de processus.	5
Figure 3 : Les exemples des filtres.....	6
Figure 4 : Exemple de filtre d'air.	6
Figure 5 : Exemple de filtre d'huile	6
Figure 6 : Exemple de filtre de gasoil	6
Figure 7 : Exemple de papier plissé	7
Figure 8 : Le papier avec le support	7
Figure 9 : Le filtre + le cordon	7
Figure 10 : Le filtre + la feutrine.....	7
Figure 11 : Le filtre + les accessoires.....	8
Figure 12 : Exemple de papier plissé	8
Figure 13 : Exemple des filtres avec les accessoires.....	8
Figure 14 : Machine plieuse.	9
Figure 15 : Poste de feutrine	9
Figure 16 : Machine de découpage	9
Figure 17: Four de séchage	10
Figure 19: Machine PU	10
Figure 18: Machine de dosage & Moulage PL.	10
Figure 20: Poste désassemblage	10
Figure 21: Poste d'assemblage.....	10
Figure 22: Machine de cordon	10
Figure 23: Machine d'ébavurage.....	10
Figure 24: Machine de pliage.....	10
Figure 25:L'étuvage	11
Figure 26: Welding machine	11
Figure 27: Machine colleuse	11
Figure 28: Machine ultrasonique.....	11
Figure 29: Machine de pliage.....	11
Figure 30: Machine de spirale tube	12

Figure 31: Machine de marquage.....	12
Figure 32: Les opérations d’emballage.	12
Figure 33: Machine de refendage.....	12
Figure 34: Machine NC.....	12
Figure 35: Objectifs du projet.	13
Figure 36: Lean Manufacturing.....	15
Figure 37: taïchi Ohno.....	16
Figure 38: Muda de transport	16
Figure 39: Muda de surstock.....	16
Figure 40: Muda de déplacement	17
Figure 41: Muda de l’attente	17
Figure 42: Muda des opérations NV.	17
Figure 43: Muda de surproduction	17
Figure 44: Muda de non qualité	17
Figure 45: Démarche DMAIC.....	18
Figure 46: Plan d’atelier actuel.	20
Figure 47: SIPOC.....	22
Figure 48 : L’évolution de productivité	23
Figure 49: Cycle time.....	24
Figure 50: Diagramme des nombres de références et leur type.	25
Figure 51: Diagramme de Pareto des références demandées	25
Figure 52: Diagramme d’analyse des temps de Réf LX1258	29
Figure 53: Diagramme d’analyse des temps de Réf LX752.	29
Figure 54: chronologie de changements de la tête	30
Figure 55 : chronologie de changements de la série	30
Figure 56 : Ishikawa de la perte de temps des arrêts programmés.....	31
Figure 57: Répartition des temps pour la référence LX752	33
Figure 58: Répartition des temps pour la référence LX1258	33
Figure 59: plan de l’implantation actuelle de l’atelier	34
Figure 60: VSM de la référence LX1258.....	36
Figure 61: Pareto des arrêts.....	37
Figure 62: Ishikawa de problème de retard de la Matière première.....	38
Figure 63: Ishikawa de problème de panne de machine PU.	39
Figure 64 : la matrice d’évaluation de la criticité.	40

Figure 65: Exemples des fiches des programmes du PU	43
Figure 66: Exemples des cartes d'identité des filtres.....	43
Figure 67: plan d'implantation future de l'atelier.....	44
Figure 68 : Emplacement de zone de préparation.....	45
Figure 69: Plan de l'atelier de 5s.....	46
Figure 70: Plan d'identification des zones de l'atelier	47
Figure 71: Exemple d'identification des zones.....	47
Figure 72: Exemples des pictogrammes d'identification des accès et plan d'étage.....	48
Figure 73: Exemple de bac de collecte.....	48
Figure 74: Exemple d'identification d'emplacement d'enregistrement.....	48
Figure 75: Exemple de tableau de bord.....	49
Figure 76: Chronologie du changement de référence après SMED.....	52
Figure 77: Chronologie de changement de la tête après SMED	53
Figure 78: Les gains qualitatifs.....	53
Figure 79: Le sous-programme emballage et dosage.....	41
Figure 80: Logigramme de filtre d'air.....	41
Figure 81: Logigramme de filtre d'huile & gasoil.....	42
Figure 82: Logigramme de poids lourd.....	43
Figure 83: L'exemple de suivi la productivité journalière.....	45
Figure 84: Chronométrage des références.....	46
Figure 85: Les coefficients de jugement d'allure.....	47
Figure 86: L'analyse de déroulement de référence LX1258.....	48
Figure 87: Description détaillée des symboles.....	49
Figure 88: L'analyse de déroulement de référence LX1258.....	49
Figure 89: VSM de la référence LX752.....	50
Figure 90: exemple de mode opératoire de poste pliage.....	53

Liste des abréviations et acronymes

AD : Analyse de déroulement

ASAP : As soon as possible

BS : BRIGH SUD

CT : cycle time

DMAIC : Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler

DP : Coefficient dynamométrie position

FAA : Filtre à air

J.E : jugement d'efficacité

MP : Matière première

NVA : Non-valeur ajoutée

LD : Lead time

PCo : Poste de Cordon

PD : Poste Découpage

PDM : Poste Dosage/ Moulage

PE : Poste Ebavurage

PEm : Poste Emballage

PFt : Poste de Feutrine

PP : Poste Pliage

PU : Polyuréthane

T moy : Temps moyen

To : Temps opératoire

TT : Takt time

VA : Valeur ajoutée

VSM : Value string Mapping

Introduction générale

L'industrie automobile est un secteur en évolution et qui occupe une grande partie de l'économie mondiale en général et en économie Marocaine en particulier, et pour rester sur le champ de compétition BRIGH SUD, doit répondre aux exigences clients sur le produit avec un rapport prix/qualité Meilleurs et un respect de délai. Pour se faire BS déploie des techniques de production qui se traduit par la mise en place des pratiques au cours de la production, et adopter une politique d'amélioration continue qui permet de mettre en place des nouveaux systèmes de management et aussi à déployer de nouvelles méthodologies de travail notamment les outils de Lean Manufacturing. Dans ce secteur, où le tissu de la production est très dense, les pratiques Lean sont de plus en plus mises en œuvre pour supporter les initiatives de réduction des coûts et de gaspillages ainsi que d'amélioration des performances et des conditions de travail.

Donc le Lean Manufacturing est la démarche qui répond le plus à ces défis. En effet, il consiste à identifier et à éliminer toutes les pertes d'efficacité qui caractérisent la chaîne depuis la réception de la matière jusqu'à l'expédition du produit. C'est dans cette optique, et afin d'atteindre ces objectifs, que le présent projet nous a été proposé au sein de BRIGH SUD AUTOMOTIVE site de Casablanca, plus particulièrement dans le département production. Il s'agit d'optimiser la performance opérationnelle de la production d'une ligne de production.

Ainsi, le présent rapport s'articule autour de trois chapitres qui révèlent la démarche suivie. Le premier chapitre englobe un aperçu général du BRIGH SUD AUTOMOTIVE, et traite le cadrage du projet, qui se caractérise par l'élaboration du cahier de charges ainsi que les outils et concepts méthodologiques et l'approche théorique adaptée à la problématique.

Le deuxième chapitre « Définir, Mesurer et Analyser », La phase « Définir » a pour but de donner une définition préliminaire du projet en ses différents axes, définir les objectifs et les contraintes du projet, Puis la phase « Mesurer et Analyser » est l'occasion pour rassembler les informations et les données de base de la situation courante pour calculer les écarts avec les objectifs, ainsi pour effectuer les analyses sur la situation présente au niveau de filtre d'air.

Le troisième chapitre à savoir « Innover et contrôler » de la DMAIC est consacré à la proposition des plans d'actions ainsi qu'une estimation des gains et les perspectives du projet.

Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil, mise en situation et cadrage du projet



I. Présentation de Brigh sud

1. Historique

La Société BRIGH SUD S.A.R.L. a été créée en 2005 par Monsieur BRIGHACH Abdelaziz avec pour vocation l'importation et la commercialisation des pièces de rechange automobiles. BRIGH SUD s'est ensuite spécialisée dans la fabrication et la commercialisation des plaquettes de frein pour utilisation automobile, dont les véhicules légers, utilitaires et poids lourds. À 2020 Elle a également lancé une ligne de fabrication des filtres à usage automobile, dont les filtres à huile, filtre à gasoil et filtre à air.

2. Chronologie de Brigh Sud

1997 : Création de Brighach pièces autos pour la distribution des pièces de rechange automobile par M Hussein BRIGHACH

2005 : Création de Brigh SUD par M Abdelaziz BRIGHACH

2014 : Construction de l'usine de fabrication de pièces de rechange automobile dans la ZI Sapino.

2015 : Démarrage de la fabrication de plaquettes de frein pour automobile

2018 : Première participation au salon Automechanika en Allemagne

2019 : lancement d'une ligne de fabrication des filtres à usage automobile, dont les filtres à huile, filtre à gasoil et filtre à air.

3. L'objectif de Brigh Sud

BRIGH SUD est un fabricant de pièces de rechange automobile pour le marché local avec ambition de s'ouvrir sur l'international.

L'objectif de BRIGH SUD est de produire un produit de qualité avec le respect du délai pour sécuriser le consommateur et concurrencer le produit étranger.

4. Fiche signalétique

Le tableau 1 représente l'identification de l'entreprise :

Raison Sociale	BRIGH SUD AUTOMOTIVE
Forme juridique	S.A.R.L
Création	2005
Chiffre d'affaire	20 000 000 DH
Capital sociale	11 200 000DH
Activité principale	Fabrication des plaquettes de frein et les filtres (Air, Huile, gasoil et poids lourd) pour l'automobile
Directeur Général	Abdelaziz BRIGHACH
Effectifs	50
Clients	Négoces et distributeurs spécialisés auprès des revendeurs pièces de rechange automobile.
Superficie de l'usine	7700 m ²
Coordonnées	Adresse : ZI SAPINO LOT 698 NOUASSEUR, Casablanca – Maroc. Téléphone : Tél : +212 5 22 01 44 04 Fax : +212 522 01 44 05 Site internet : https://brigh-sud-sarl.business.site/
Logo	

Tableau 1: Fiche signalétique.

5. L'organigramme de la société

La figure 1 montre l'organigramme de BRIGH SUD AUTOMOTIVE :

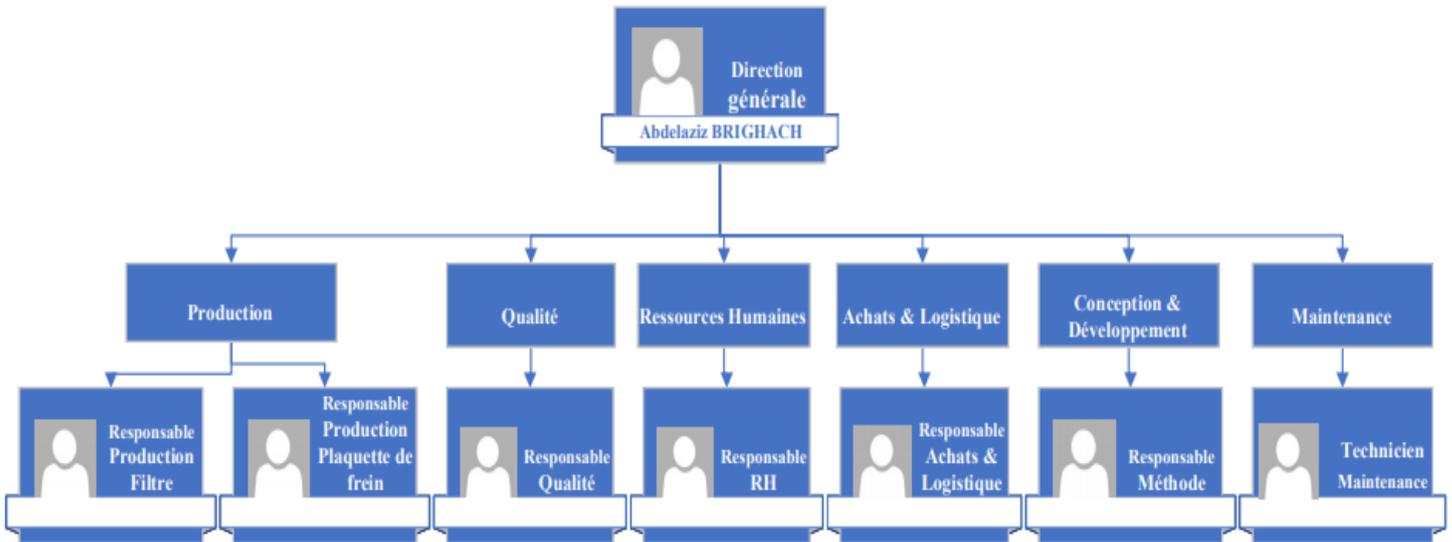


Figure 1 : L'organigramme d'entreprise

6. Services et missions d'entreprise

Brigh Sud Automotive contient sept services, avec différentes missions propres à leur spécialité. Chaque service contient sa structure indépendante des autres ainsi que des fonctions spécifiques (le tableau 2) :

Service	Missions
Production	La planification de production. Le suivi des indicateurs de la performance. L'affectation des tâches aux opérateurs.
Qualité	Les améliorations concernant QHSE. La préparation le certificat iso9001. Le contrôle de qualité des matières premières et des produits finis.
Logistique & Achat	Le contact avec les clients et les fournisseurs La gestion des stocks dans les magasins (matières premières et produits finis)
RH	Le recrutement du personnel.

	La gestion des employés, des salaires, des congés.
Service amélioration continu (Sous-traitance)	Le traçage des plans. Pose des stratégies nécessaires pour un changement et un progrès permanent.
Service conception & développement	Tout ce qui concerne la conception, Développement et Process exemple : la détermination des modes opératoires. l'ergonomie des postes de travail...
Service Maintenance	La maintenance corrective.

Tableau 2 : Les services d'entreprise.

7. Cartographie de processus

La cartographie des processus d'une entreprise est une représentation graphique de tous les processus liés entre eux par des liens logiques d'informations, de matière ou de production. Elle donne une vue d'ensemble de l'activité de l'entreprise et permet d'appréhender de façon objective l'organisation du travail. La figure 2 représente la cartographie de processus de BRIGH SUD AUTOMOTIVE :

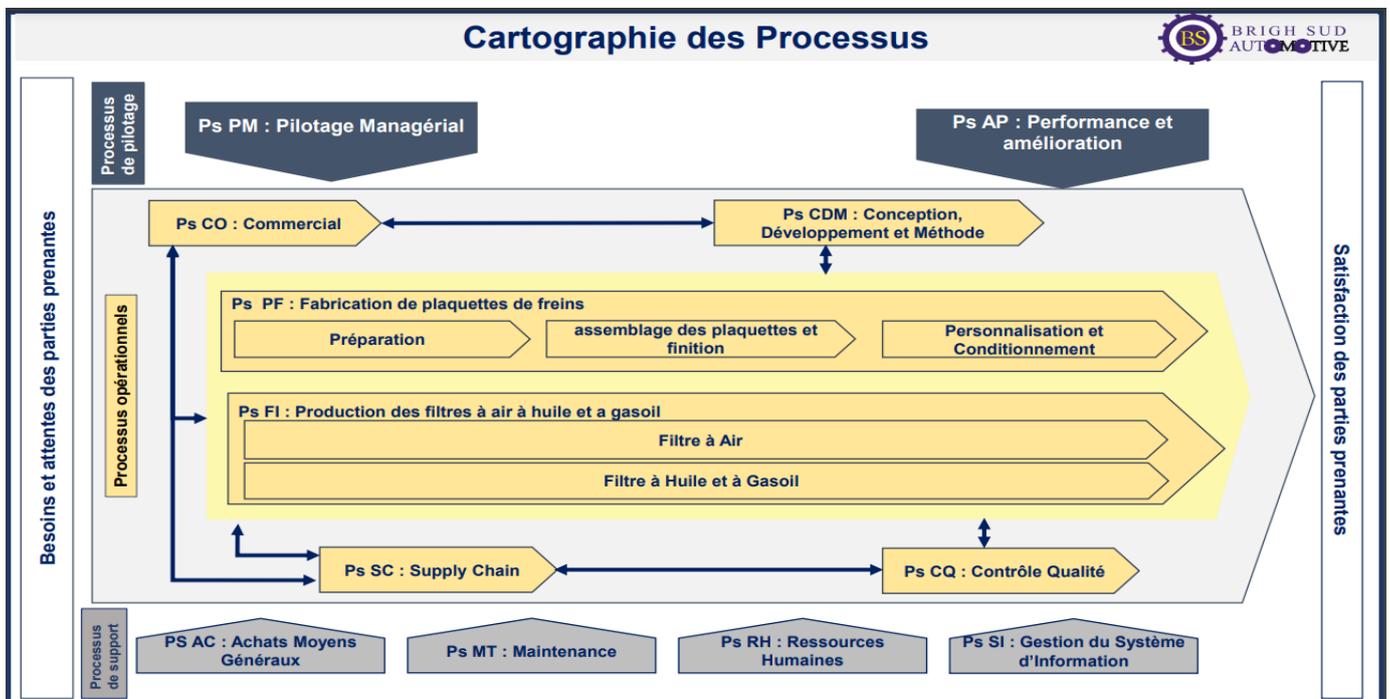


Figure 2 : Cartographie de processus.

II. Présentation du processus de fabrication

1. Généralité

Toutes les voitures sont équipées de quatre filtres principaux : le filtre d'habitacle, le filtre à huile, le filtre à carburant et le filtre à air. Voir la figure 3.

La fonction de tous ces filtres est de permettre l'écoulement et de retenir les impuretés : la poussière et les polluants de l'air, les impuretés du carburant ou la saleté de l'huile moteur. Si les filtres de voiture ne sont pas remplacés à temps, ils ne fonctionneront pas correctement et cela peut avoir un impact sur la mécanique.

En remplaçant les filtres, la voiture sera plus efficace.

Un filtre est un système servant à séparer des éléments dans un flux. L'action du filtre consiste à retenir, supprimer, rediriger ou modifier les éléments indésirables du flux, et à en laisser passer librement les éléments utiles donc les filtres sont cependant essentiels au bon fonctionnement et au bon état général de le véhicule.

2. Les Types du filtre au sein de l'entreprise

Dans l'automobile, on entend parler de filtre dans les cas suivants :

Le filtre à air :

Permet de supprimer de l'air aspiré les plus grosses particules telles que les pollens qui risqueraient d'endommager le moteur. Pour conserver ses propriétés, il doit être remplacé régulièrement et d'autant plus fréquemment que l'air, aspiré pour le moteur, est poussiéreux (d'où la prise d'air, en hauteur, sur certains véhicules tout-terrain circulant souvent sur des pistes en terre). Voir la figure 4

Le filtre à huile :

Souvent placé sur le carter moteur ; il permet d'éliminer les particules contenues dans l'huile du moteur et qui proviennent, pour l'essentiel, de l'usure des pièces motrices lubrifiées. Il doit être remplacé à chaque vidange afin de ne pas polluer l'huile neuve. Voir la figure 5.

Le filtre à carburant (gasoil) :

Permet de ne pas faire circuler de particules dans le circuit d'alimentation de carburant, qui risqueraient de boucher les injecteurs de carburant. Il doit être remplacé d'autant plus fréquemment que le carburant risque d'être pollué par des matières solides (poussière, sable, etc.).

Le filtre à gasoil a pour fonction de filtrer l'eau résultant de la condensation de l'eau à l'intérieur du réservoir de votre moteur. Voir la figure 6.



Figure 3 : Les exemples des filtres.



Figure 4 : Exemple de filtre d'air.



Figure 5 : Exemple de filtre d'huile



Figure 6 : Exemple de filtre de gasoil

3. Les composants d'un filtre

3.1. Filtre à air (poids lourd et léger)

Le filtre à air peut être composé d'uns :

3.1.1. Papier :

Les filtres à air peuvent être en papiers filtres mis sous forme de cartouches filtrantes. La construction des cartouches nécessite principalement que le papier soit suffisamment rigide pour être autoportant. Voir la figure 7.



Figure 7 : Exemple de papier plissé

3.1.2. Les Produits Chimiques

- Support de polythène :

Le filtre monté sur un support de polythène qui compose de deux produits chimiques (Izo & palléale), il assure l'étanchéité de filtre.

La figure 8 représente quelques exemples de papier plissé avec le support :

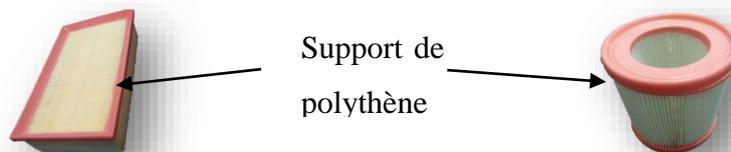


Figure 8 : Le papier avec le support

- La colle (Cordon) :

Après le poste de finition ou ébavurage, quelques types de filtre d'air passent par le poste du cordon. La figure 9 représente le filtre + le cordon.

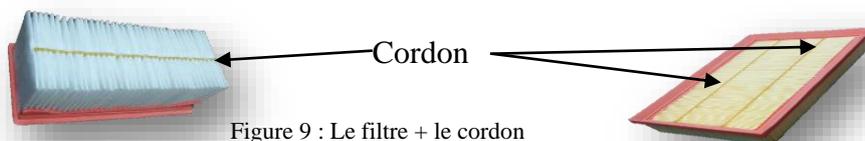


Figure 9 : Le filtre + le cordon

3.1.3. Les accessoires

- Feutrine :

Il y a des types de filtre qui nécessite de mettre la feutrine qui est utilisée principalement pour les isolations thermiques et acoustiques. Voir la figure 10.

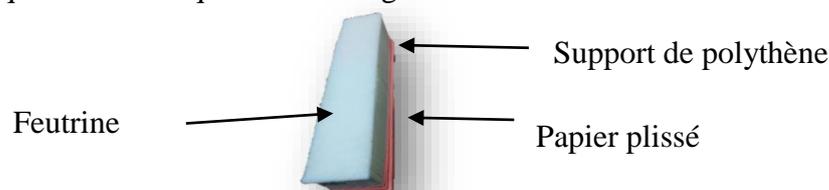


Figure 10 : Le filtre + la feutrine

- **Autre accessoire :**

D'autres accessoires nécessitent que le filtre soit renforcé ou fixé à sa place. Voir la figure 11.

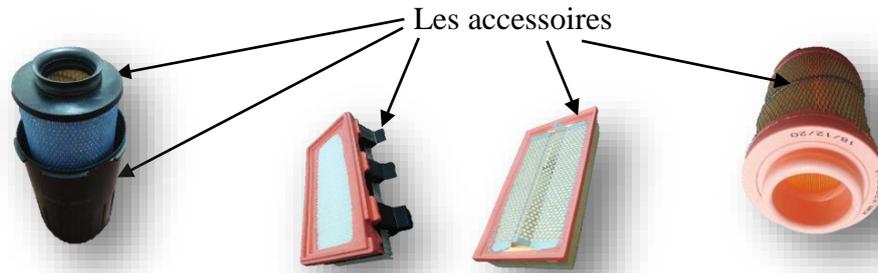


Figure 11 : Le filtre + les accessoires

3.2. Filtre d'huile et gasoil

3.2.1. Papier :

Le filtre à gasoil/huile peut être composé d'un papier crêpé à porosité contrôlée, plissé et enroulé sur des cartouches. Voir la figure 12.

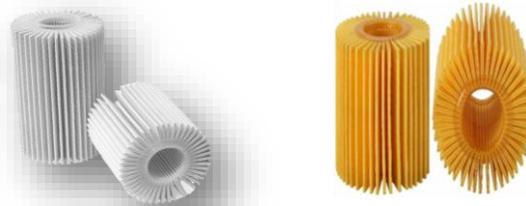


Figure 12 : Exemple de papier plissé

3.2.2. Les accessoires :

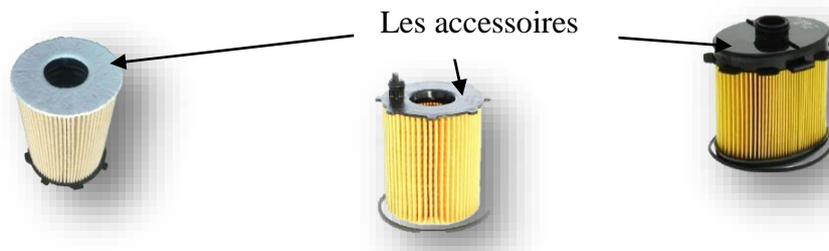


Figure 13 : Exemple des filtres avec les accessoires

4. Le processus de production (Logigramme)

Le processus de production de BRIGH SUD AUTOMOTIVE se compose de plusieurs phases différentes selon la famille de filtre, ces phases sont représentées par les logigrammes. Voir les annexes 1,2 et 3.

5. Les descriptions de postes

5.1. La ligne de filtre d'air

Poste de pliage : Ce poste transforme le papier réceptionné sous forme de rouleau en papier plissé la machine de pliage tire le papier à partir d'un rouleau (bobine de papier), en entamant celui-ci en rotation. La machine empreinte le papier avec un pas qu'on donne comme paramètre selon la référence du filtre. Les empreintes horizontales indiquent où se rempratiquer les plis, en d'autres termes, ils sont les espaceurs entre deux plis successives. La machine ensuite plis le papier, les petites empreintes verticales vont créer des poches qui servent à circuler l'air dans le filtre. Un compteur contrôle et trace la quantité de plis, car chaque filtre dote un nombre spécifique des plis. Un convoyeur amène le papier plissé à l'opérateur pour lui permettre de couper le papier selon le nombre de plis. Le pliage est réalisé à l'aide de machine plieuse figure 14.



Figure 14 : Machine plieuse.

Poste de découpage : Il consiste à découper les papiers réceptionnés sous forme de papier plissé. Le découpage est réalisé à l'aide de la machine de cisailage rotative. Voir la figure 16.

Poste de feutrine : coller manuellement la feutrine sur le filtre pour l'isolation thermique et acoustique. Voir la figure 15.



Figure 16 : Machine de découpage



Figure 15 : Poste de feutrine

Poste de dosage & moulage :

- **Dosage :** sert à injecter le polythène en utilisant un mélange de deux produits (Izo/palléale), l'opération est réalisée à l'aide de machine PU.
- **Montage moule :** sert à monter manuelle la cartouche de papier plissé dans le moules.
- **Assemblage filtre :** consiste à assembler manuelle le moule de la cartouche avec le moule de polythène.
- **Séchage :** consiste à réaliser le séchage de mélange dans le moule afin d'assembler ce dernier avec le papier plissé. L'opération est réalisée par le four de séchage.
- **Désassemblage de moule :** sert à démonter manuelle l'ensemble de moule.

Les figures 17, 18, 19, 20, 21 représentent les différentes étapes de poste Dosage & moulage.



Figure 19: Machine PU



Figure 17: Four de séchage



Figure 18: Machine de dosage & Moulage PL.



Figure 21: Poste d'assemblage



Figure 20: Poste désassemblage

Poste de finition (Ebavurage) : Sert à ôter toutes les bavures et les imperfections à l'aide de machine d'ébavurage. Voir la figure 23.

Poste de cordon : Sert à mettre la colle sur le filtre sous forme cordon. Voir la figure 22.



Figure 23: Machine d'ébavurage



Figure 22: Machine de cordon

5.2. Ligne du filtre d'huile/gasoil

Poste de pliage :

Ce poste transforme le papier réceptionné sous forme de rouleau en papier plissé ; la machine de pliage tire le papier à partir d'un rouleau (bobine de papier), en entamant celui-ci en rotation. La machine empreinte le papier avec un pas qu'on donne comme paramètre selon la référence du filtre. Les empreintes horizontales indiquent ou se rempratiquer les plis, en d'autres termes, ils sont les espaceurs entre deux plis successifs. La machine ensuite plis le papier. Un compteur contrôle et trace la quantité de plis, car chaque filtre dote un nombre spécifique des plis. Un convoyeur amène le papier plissé à l'opérateur pour lui permettre de couper le papier selon le nombre de plis. Voir la figure 24.



Figure 24: Machine de pliage

Poste de l'étuvage : Cuisson les papiers plissés. Voir la figure 25.



Figure 25:L'étuvage

Poste d'assemblage filtre :

- **Collage :** Consiste à assembler/coller les extrémités du papier plissé de forme cylindrique. L'opération est réalisée par la machine Colleuse papier. Voir la figure 27
- **Fixation d'accessoire :** Sert à fixer les accessoires dans les filtres huile & gazoil par trois manières (manuelle, ultrasonique et welding machine). Voir les figures 26, 28.



Figure 28: Machine ultrasonique



Figure 27: Machine colleuse



Figure 26: Welding machine

5.3. La ligne du filtre air pour poids lourd :

Le poste de pliage : même principe de pliage de filtre d'air pour poids léger. Voir la figure 29.



Figure 29: Machine de pliage

Poste de spirale tube :

Faire des spirales tubes à l'aide d'une machine et monter manuelle la spirale tube autour le filtre. Voir la figure 30.



Figure 30: Machine de spirale tube

Poste de conditionnement :

- **Marquage :** Consiste à faire un marquage logo & référence. Voir la figure 31.



Figure 31: Machine de marquage.

- **Emballage :**

Mettre le filtre dans les sachets afin de les étiqueter.

Souder l'extrémité du sachet de filtre à l'aide d'une soudeuse.

Mettre les sachets dans un carton. La figure 32 représente les différentes étapes d'emballage.



Figure 32: Les opérations d'emballage.

Poste de tissu : Coupe de tissu synthétique pour le filtre huile à l'aide de machine NC. Voir la figure 34.

Poste de refendeuse papier : Réaliser le Refendage papier. Voir la figure 33.



Figure 34: Machine NC.



Figure 33: Machine de refendage.

III : Mise en situation et cadrage du projet

Introduction

Cette partie présente la charte de projet du projet et décrit la démarche déployée pour la réalisation de notre projet.

1. Charte de projet

1.1. Les acteurs du projet

- **Maitre d'ouvrage :**

BRIGH SUD AUTOMOTIVE qui est une Société de fabrication des plaquettes frein et les filtres pour l'automobile installée dans la zone Sapino de Nouasseur.

- **Maitre d'œuvre :**

La Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FSTF), Département Génie Industriel, Cycle master, représenté par l'étudiante DREF Kholoud.

- **Tuteur pédagogique :**

Un professeur à La Faculté des Sciences et Techniques de Fès Mr. Chafi Anas Avec le suivi et l'encadrement de Mr. Ayoub M'haila : consultant en organisation.

1.2. Contexte Pédagogique

Ce projet vient consolider la formation offerte durant le cursus de Master en Sciences et Techniques en génie industriel à FST de Fès. Il a pour but d'exploiter les outils acquis lors de la formation dans la résolution d'un problème réel rencontré dans le domaine professionnel.

1.3. Les objectifs du projet

L'objectif de notre projet consiste à proposer des actions amélioratives, pour cela notre étude d'optimisation de la performance opérationnelle doit comporter les points représentés dans la figure 35 :

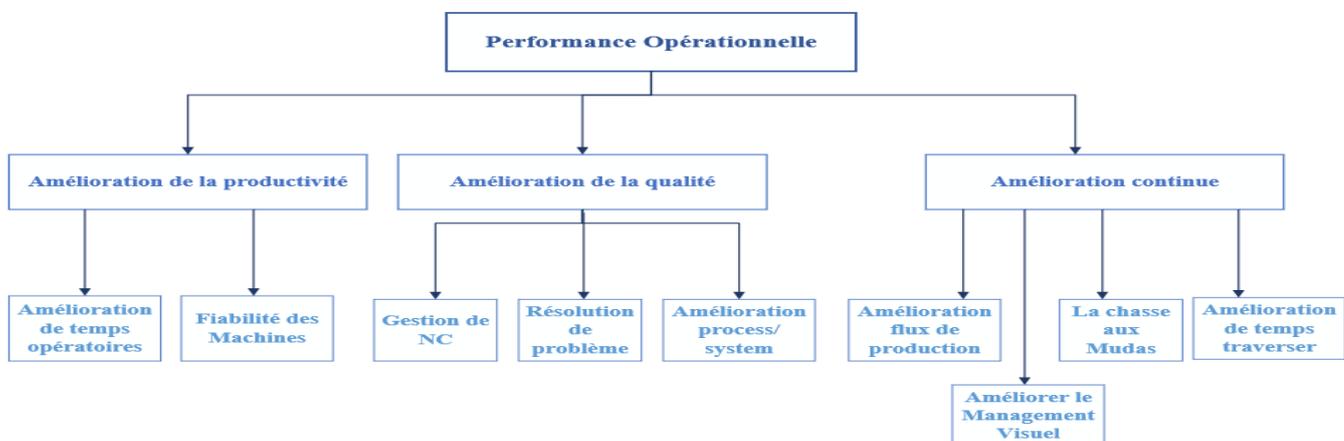


Figure 35: Objectifs du projet.

1.4.Problématique et besoin exprimé

Le besoin exprimé par le service de production de BRIGH SUD AUTOMOTIVE est l'amélioration de la ligne Filtre, en déployant les principes d'amélioration continue dans la ligne, pour les trois familles : filtre à air (légers & poids lourd), filtre huile & gasoil. Le retard existant dans les postes conduit au non satisfaction du besoin client, de plus la consommation énorme de ressources pour atteindre l'objectif à produire.

Les spécifications exprimées par la société BRIGH SUD est de trouver des solutions optimales pour remédier le problème posé par le service, en utilisant des outils et méthode d'amélioration du processus d'industrialisation et de maîtrise des temps, et par la suite proposer un plan d'action pour y faire face.

1.5.Contraintes du projet

La gestion de ce projet tient compte des contraintes suivantes :

Les contraintes pédagogiques :

- Appliquer les techniques et les méthodes de gestion de projet.
- Apprendre à être autonome dans la réalisation d'un projet.
- Acquérir de nouvelles connaissances techniques et cerner le processus de production au sein de BRIGH SUD AUTOMOTIVE.

Les contraintes temporelles :

- Délai du projet est 4 mois.
- Le travail final doit être rendu avant la date de la présentation finale.

Les contraintes de réalisation :

- Absence des documentations techniques.
- Absence des historiques.

2. Stratégie de conduite du projet

2.1. Le principe de Lean Manufacturing

2.1.1. Stratégie de conduite du projet :

La stratégie de conduite et les méthodes d'analyse du projet représentent un point de mesure important de la réussite du projet pour cela il est nécessaire de choisir le concept le plus convenable pour augmenter le pourcentage d'atteindre l'objectif fixé.

2.1.2. Le principe de Lean Manufacturing

Chasser les gaspillages dans le processus de production (figure 36)

Le principe du Lean Manufacturing est de gérer les processus au plus juste, plutôt que de 'tirer' davantage sur ces ressources. Toute activité peut se décomposer en processus ou en suite(s) des tâches qui créent la valeur et un ou plusieurs processus support. A l'analyse de ces tâches, on se rend compte que certaines tâches sont réellement utiles car créatrices de valeur. Les tâches inutiles sont typiquement des gaspillages, puisqu'il faut dépenser de l'énergie, utiliser des ressources et consommer des matières pour les exécuter. De plus, ces tâches inutiles rallongent le temps de réponse du système pour délivrer la valeur ajoutée au client.



Figure 36: Lean Manufacturing

a) Qu'est-ce que le Lean Manufacturing

Le Lean Manufacturing est une méthode d'optimisation de la performance industrielle qui permet, grâce à une analyse détaillée des différentes étapes d'un processus de production, d'optimiser chaque étape et chaque fonction de l'entreprise. Elle repose sur le principe de la chasse aux gaspillages tout au long du processus, et permet donc de réduire les déchets et les coûts associés à chaque étape.

2.1.3. Objectif de la méthode :

La méthode, inventée chez Toyota sous le nom de Toyota Production System TPS, a ensuite été formalisée par le Massachusetts Institute of Technology (MIT) sous le nom du Lean Manufacturing. Cette méthode vise à éliminer, dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue (le « Kaizen »), tous les gaspillages (« mudas ») d'un processus de production. En effet, tous les systèmes de production comprennent des tâches « à valeur ajoutée » et des tâches « à non-valeur ajoutée » nécessaires (par exemple un contrôle qualité) et des tâches « à non-valeur ajoutée », mais non nécessaires, les gaspillages (par exemple un déplacement inutile). L'objectif est d'augmenter la part des activités à valeur ajoutée en éliminant les gaspillages et en réduisant la non-valeur ajoutée non nécessaire.

a. Les 7 sources de gaspillage

Taïchi Ohno, père fondateur du Système de Production Toyota, a défini 3 familles de gaspillages qui sont :

- Muda (tâche sans valeur ajoutée, mais acceptée)
- Muri (tâche excessive, trop difficile, impossible)
- Mura (irrégularités, fluctuations)



Figure 37: taïchi Ohno

« Le gaspillage est tout sauf la quantité minimum requise de machines, de matériaux, de pièces et de temps de travail, absolument essentielle à la création de produit ou service »

Définition du MUDD ?

Muda est un terme japonais traditionnel pour une activité qui est inutile et n'ajoute pas de valeur ou est improductive. Il est également un concept clé dans le Système de Production Toyota (TPS) et est l'un des trois types de déchets (Muda, Mura, MUR) qui l'identifie. La réduction des déchets est un moyen efficace d'augmenter processus profitability. A ajoute de la valeur en produisant des biens ou fournissant un service que le client va payer. Un processus consomme des ressources et des déchets se produisent lorsque plus de ressources sont consommées que celles qui sont nécessaires pour produire les biens ou fournir le service que le client veut vraiment. Les attitudes et les outils de la TPS de sensibiliser et de donner toute nouvelles perspectives sur l'identification des déchets et donc les possibilités inexploitées associés à la réduction des déchets.

Les 7 gaspillages (MUDAS) :

- **Transport :**

Chaque fois qu'un produit est déplacée, il court le risque d'être endommagés, perdus, retardés, etc., ainsi que d'être un coût pour aucune valeur ajoutée. Le transport ne fait aucune transformation pour le produit que le consommateur est censé payer (figure 38).



Figure 38: Muda de transport

- **Surstockage :**

Surstockage, que ce soit sous la forme de matières premières, travaux en cours (WIP), ou de produits finis, représente une dépense en capital qui n'a pas encore produit un revenu, soit par le producteur ou pour le consommateur. N'importe lequel de ces trois éléments ne sont pas traitées activement à la valeur ajoutée est un déchet (figure 39).



Figure 39: Muda de surstock

- **Les déplacements inutiles :**

Supprimer les déplacements inutiles des personnes faisant leur travail par le réaménagement notamment des postes de travail (figure 40).

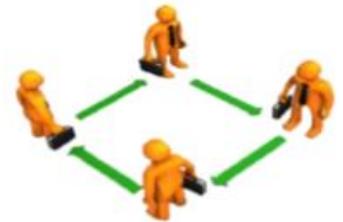


Figure 40: Muda de déplacement

- **Attendre ou (WIP) Travaux en cours :**

C'est l'inactivité des salariés causés par des pannes machine, rupture de matières premières, changements d'outils, les en cours réception et expédition (figure 41).



Figure 41: Muda de l'attente

- **Les opérations à non-valeur ajoutée :**

Le processus de conception est mauvais, voire à redéfinir. Il faut alors rechercher les opérations inutiles ou celles qui peuvent être améliorées par une modification de l'ordre des actions. Le gaspillage peut également venir des outils ou du produit (figure 42).



Figure 42: Muda des opérations NV.

- **La surproduction :**

La surproduction se produit lorsque plus de produits est que ce qui est nécessaire à ce moment par vos clients. Une pratique courante qui mène à cette muda est la production de grandes séries, comme souvent les besoins des consommateurs changent avec les temps longs des lots importants nécessitent. La surproduction est considérée comme la pire muda, car il cache et / ou génère tous les autres. La surproduction (figure 43) entraîne des stocks excédentaires, ce qui nécessite alors l'utilisation de ressources sur l'espace de stockage et de conservation, les activités qui ne bénéficient pas du client.



Figure 43: Muda de surproduction

- **Défauts :**

Si ces défauts se produisent, des frais supplémentaires sont engagés retravailler la partie, le rééchelonnement de la production, etc. (figure 38).



Figure 44: Muda de non qualité

2.2.Méthodologie et Démarche adoptée

DMAIC est une approche structurée de résolution de problème indissociablement lié à la méthode six Sigma, elle est utilisée dans le cadre de notre projet Lean Manufacturing. Elle suit un processus logique en 5 phases, qui prévoit une phase d'ajustement qui peut être activée à chaque niveau du déroulement pour remettre en cause la phase précédente, faisant appel à des outils statistiques et des techniques d'amélioration , appliqués sur les principes de gestion des projets pour améliorer la satisfaction des clients et atteindre des objectifs stratégiques ambitieux.

DMAIC est une mnémotechnique et l'acronyme forme des mots anglais Define, Measure, Analyse, Improve, and Control. En français le, sigle DMAIC est le plus souvent restitué par les verbes Définir, Mesurer, Analyser, Innover (améliorer), Contrôler. Voir la figure 45.



Figure 45: Démarche DMAIC

Suivant la nature de mon projet, j'ai adopté la méthode DMAIC comme démarche principale du traitement, chaque étape possède des outils différents qui sont regroupés dans une démarche cohérente.

Conclusion

Ce chapitre introductif est une mise dans le contexte du projet. Nous avons donné un aperçu général sur l'organisme d'accueil, ensuite nous avons présenté le cadre générale du projet y compris la problématique du projet, ainsi que la méthodologie adoptée pour la résolution du problème.

Chapitre II : Etat des lieux et analyse de l'existant

Introduction

Ce chapitre est consacré aux trois premières étapes de la démarche DMAIC : Définir, Mesurer et Analyser. La première dessine le contour du projet en précisant les objectifs à atteindre, le périmètre du projet, la constitution de l'équipe ainsi que le processus à étudier. Dans la deuxième, nous élaborons les mesures jugées nécessaires pour dévoiler les différents dysfonctionnements puis analyser les données collectés dans la dernière phase.

1. Définir

Introduction

Un projet d'amélioration ne peut pas être conduit sans une étude afin de détecter les points défaillants. L'étape définir consiste à préciser le périmètre du projet, les attendus, les ressources, les délais nécessaires et les objectifs à atteindre.

1.1. Choix du périmètre du projet

Avant de procéder à l'analyse du problème, nous devons identifier tout d'abord la famille ou la chaîne critique en se basant sur deux critères à savoir le volume de la demande client et l'état de l'efficacité. La famille de filtre d'air que nous avons choisi est la plus demandée par le client, mais son efficacité est faible. La deuxième étape « Mesurer » de la démarche DMAIC prouve ce résultat.

1.2. Présentation de la ligne de production filtre d'air

1.2.1. Lay-out existant

Pour une vision plus claire du flux de production du filtre d'air, la figure 46 représente l'emplacement des différents postes et leurs organisations actuelles dans la ligne de production :

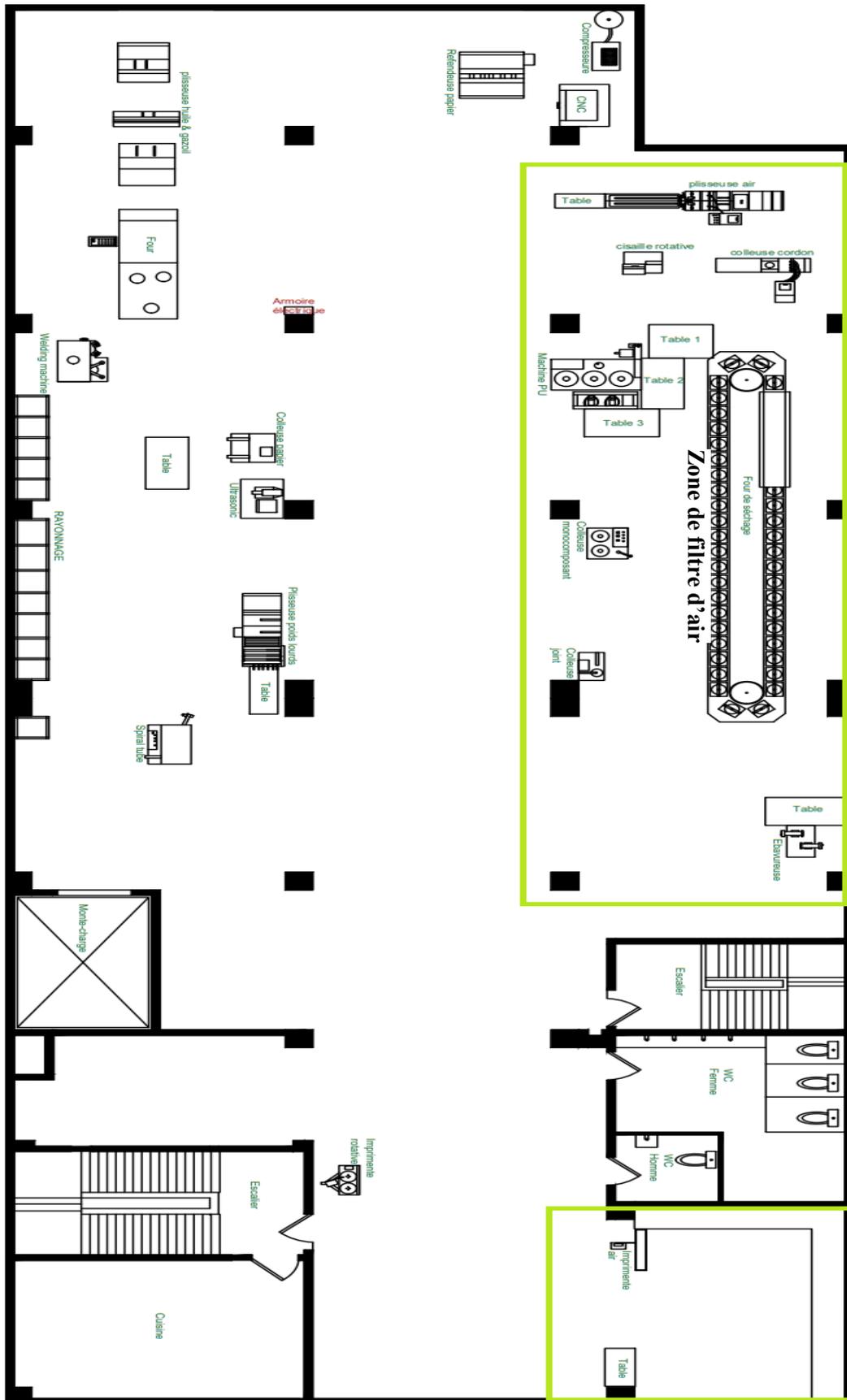


Figure 46: Plan d'atelier actuel.

1.2.2. Equipement

Le tableau 3 représente les machines des postes avec leurs fonctionnements.

Machine	Fonction
Plisseuse air	Plier le papier
Cisaillage rotative	Faire un découpage de papier plissé sous forme un champ frein.
Machine PU	Injecter le polythène en utilisant un mélange de deux produits (Izo/palléale).
Four de séchage	Réaliser le séchage de mélange dans le moule afin d'assembler ce dernier avec le papier plissé.
colleuse cordon	Mettre la colle sur le filtre sous forme un cordon.
Ebavureuse	Ôter toutes les bavures et les imperfections.
Imprimante à air	Faire un marquage logo & référence.
Soudeuse	Souder l'extrémité du sachet de l'emballage.

Tableau 3: Les équipements de la ligne.

1.2.3. Effectif actuel

Le tableau 4 représente l'effectif actuel de la ligne de production filtre d'air :

	Processus	Poste /Machine	Effectif des opérateurs	Total
Direct	Filtre à air	Plisseuse	1	8
		Cisaillage Rotative	1	
		Assemblage filtre	4	
		Colleuse Cordon	2	
		Ebavureuse	2	
	Emballage	Feutrine	2	3
		Marquage	1	
		Mise en sachet	2	
		Soudage de sachet		
		Etiquetage des sachets	1	
	Mise en carton			
Indirect	Responsable production	1	1	

Tableau 4: Les effectifs actuels.

1.2.4. Diagramme de SIPOC

On s'appuiera aussi sur un autre outil (figure 47) qui reflète le fonctionnement de ce processus d'une autre manière, c'est le SIPOC(En)/FIPEC(Fr) : (Supplier-Input-Process-Output-Customer) en français, c'est (Fournisseur-Intrant-Processus-Extrant-Client). On utilisera cet outil pour la description du processus de famille du filtre d'air.

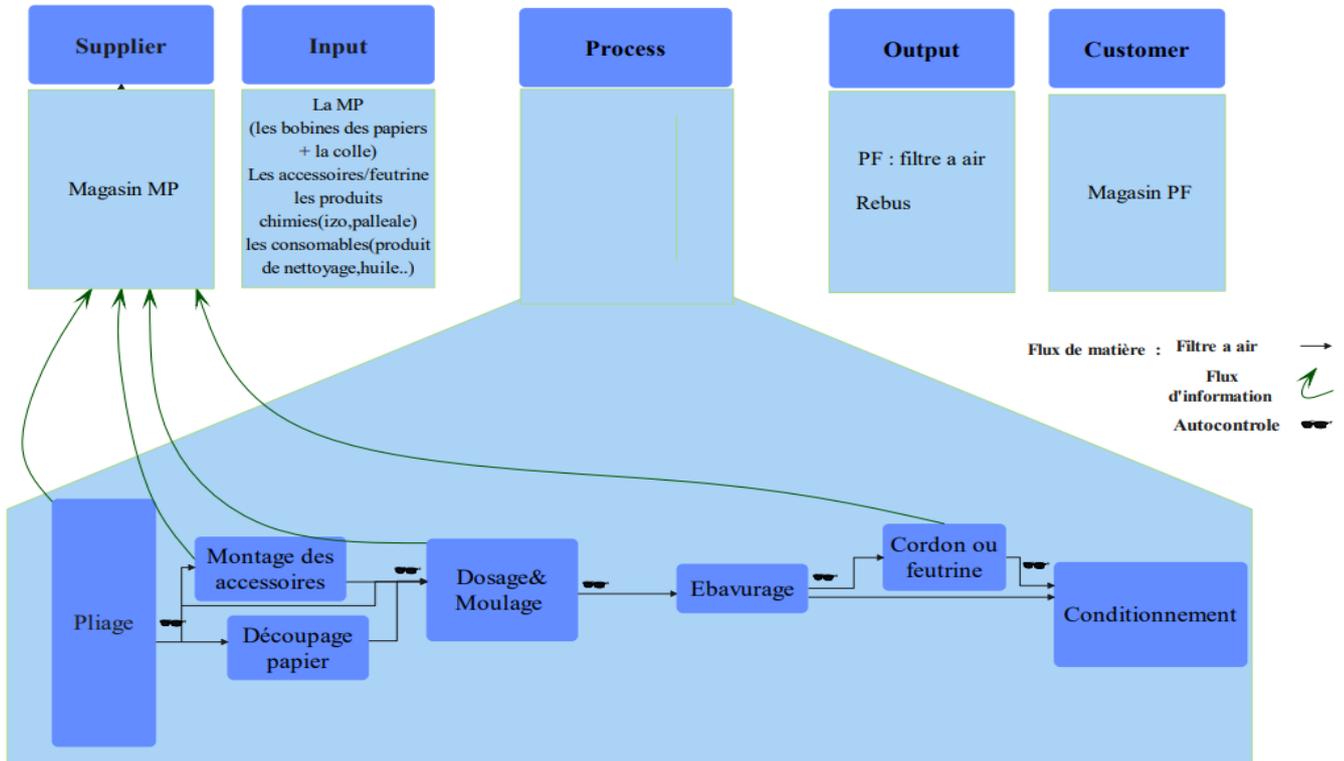


Figure 47: SIPOC.

1.2.5. Définition du Problème(QOOQCP)

Pour la définition de notre problème, nous avons utilisé l'outil QOOQCP (tableau 6) dans l'objectif de se poser toutes les questions relatives à notre problème afin d'en fixer le périmètre que l'on cherche et d'avoir une vision complète de notre situation problématique :

Quoi	Les arrêts du poste de charge. Les attentes de la matière première, non qualité, gaspillage de temps, arrêt de production.
Qui	Brigh Sud représenté par ses départements : Production, Qualité, Conception développement et Logistique.
Où ?	Dans la ligne de production du filtre.
Quand ?	22/02/2021 à 30/06/2021.
Comment ?	A l'aide de : Etude & Analyse détaillée de l'état actuel ; Application des outils de Lean Manufacturing ;
Pourquoi	Livraison à temps → Satisfaction client. Réduction des MUDAS (gaspillages). Amélioration QCD (Qualité, Coût, Délai). Amélioration des indicateurs de performance de la ligne. Améliorer les conditions de travail pour les opérateurs. Augmenter la disponibilité des équipements.

Tableau 5: QOOQCP.

2. Mesurer et Analyser

Introduction

Dans cette phase du cycle DMAIC, il s'agit de collecter les données nécessaires à l'analyse et de chercher les variables qui doivent être analysées dans la situation actuelle. La mesure et la collecte des données doivent se faire de manière critique pour obtenir des résultats fiables. Son objectif est de se renseigner, par les mesures appropriées sur le fonctionnement du processus par rapport aux objectifs fixés par l'entreprise. Après avoir effectué les mesures, nous avons une meilleure visibilité sur les différents problèmes. La phase « analyser » de la démarche DMAIC a pour but de mieux cerner le processus afin de découvrir les causes racines des retards durant la production. A la fin, nous devons être aptes à dégager les sources d'anomalies et les paramètres qui devront être modifiés pour éradiquer les causes dans le futur.

2.1. Evolution de la productivité

La productivité mesure l'efficacité d'une entreprise et la rentabilité de ses projets. C'est une information sur la vitesse, la qualité de l'organisation de l'entreprise.

Taux de productivité = (quantité produite conforme/Capacité de Production) *100

Nous avons pris le relevé de l'historique de la productivité pour le mois mars (Annexe 4) afin d'avoir une visibilité sur l'évolution des sorties de production (figure 48). Sachant que l'objectif d'entreprise est 1800 filtres par jour.

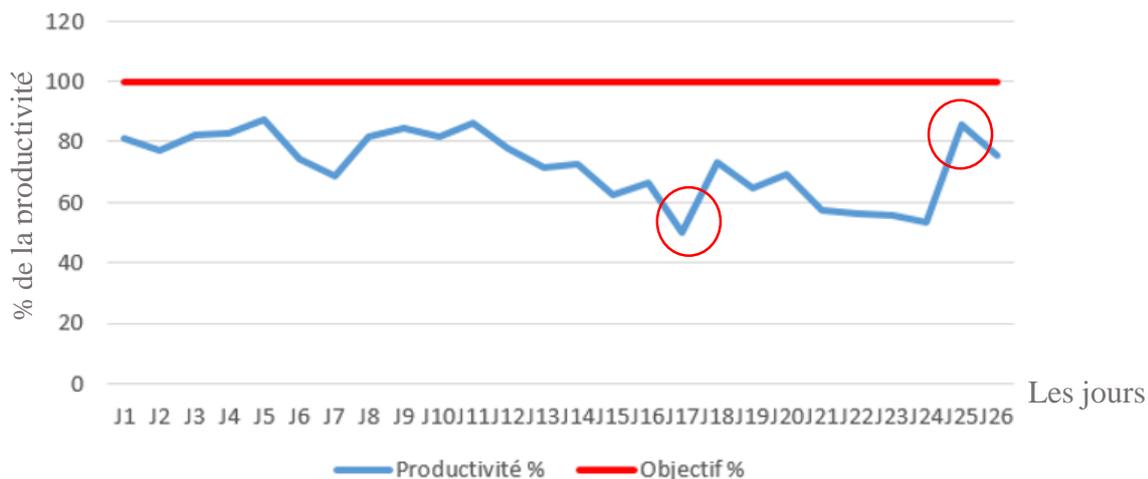


Figure 48 : L'évolution de productivité

D'après la courbe, on constate que la fluctuation de productivité entre 49,9 % et 87,5 %, mais on n'atteint jamais l'objectif 100 %. Clairement et juste avec un objectif de 1800 Filtres/jour, on n'arrivait pas à réussir, et pour l'augmentation demandée par le client au futur, il faut vraiment penser à une amélioration réelle. Cette dernière ne peut se réaliser qu'avec élimination

des sources de gaspillage. Pour que les actions amélioratives soient efficaces il faut déterminer et analyser toutes les sources de dysfonctionnement et de gaspillage.

Pour mieux comprendre les causes de la faiblesse de la productivité, nous avons utilisé un outil qui décortique les différentes questions qui se posent afin de comprendre les obstacles qui influencent sur la productivité de la ligne à partir des observations de terrain.

Pour cela, nous présenterons la méthode 5 pourquoi :

Une faible Performance de la ligne du filtre d'air. → Des gaspillages.

Ces gaspillages Existent-t-ils ? → Des arrêts.

Ces problèmes, arrivent-ils ? → Rupture de Matière Première, Panne Machine, Manque des aides visuelles, etc.

Ces problèmes, interviennent-ils ? → Manque de la maintenance Préventive, manque du mode Opérateur, manque de management visuel, etc.

2.2. Calcul de temps de cycle

On se basera sur le concept « prise de temps » à l'aide du chronométrage (figure 49). Ce dernier est un élément basique dans les mesures qui se fait dans les chaînes de production, mais avant de l'effectuer, on est devant des consignes à suivre et à respecter, qui sont :



Figure 49: Cycle time

- Connaître les étapes successives de travail nécessaires pour fabriquer un câble.
- Prendre connaissance par des observations préalables du mode opératoire et des conditions matérielles de chaque poste.
- Préparer à l'avance la feuille des relevés chronométriques, en inscrivant les éléments à chronométrer.
- Chronométrer dans la position debout pour mieux observer le travail.
- Être dans une position convenable pour pouvoir lire le chronomètre et écrire les relevés dans la feuille des relevés sans faire des mouvements de tête.
- Faire les analyses des relevés immédiatement après le chronométrage.
- Il faut éviter de chronométrer le lundi matin et le samedi et il faut arrêter avant l'heure de sortie et ne jamais chronométrer au début de travail.

2.2.1. Identification de la référence à étudier

Nous avons intérêt à se focaliser sur un seul produit représentatif. Une référence de l'usine est choisie pour être suivie dans l'atelier. Cette référence doit être représentative de l'activité de la ligne du filtre d'air et doit passer par la majorité des processus.

Les types filtre comportent plusieurs références, pour cela, on a choisi comme critère de sélection le nombre de références existant dans chaque type. Le diagramme Pareto de la figure 50 représente la classification des types selon les nombres des références.

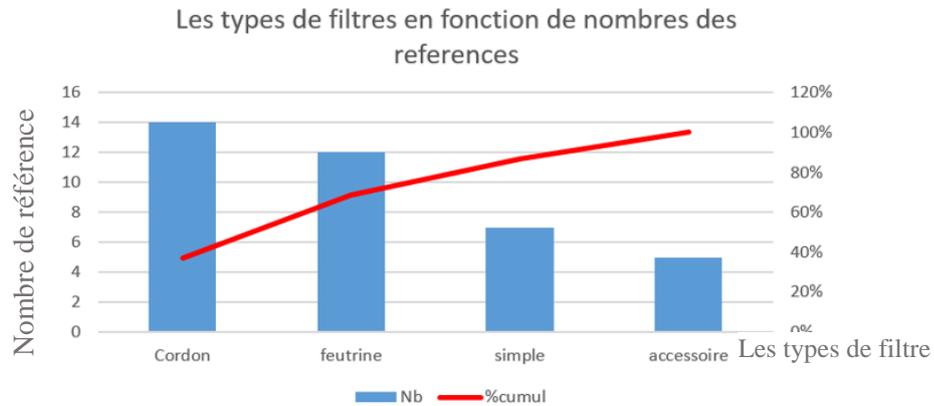


Figure 50: Diagramme des nombres de références et leur type.

Nous constatons qu'on a une diversité dans les types de produits qui se fabriquent dans la chaîne « FA », qui nous a mis devant l'outil « PARETO » dans le but de les sortir et de les exploiter l'élément sur laquelle le chronométrage sera établi. La demande client, c'était le critère de notre « PARETO ». Le diagramme de la figure 51 représente chaque référence en fonction de la demande :

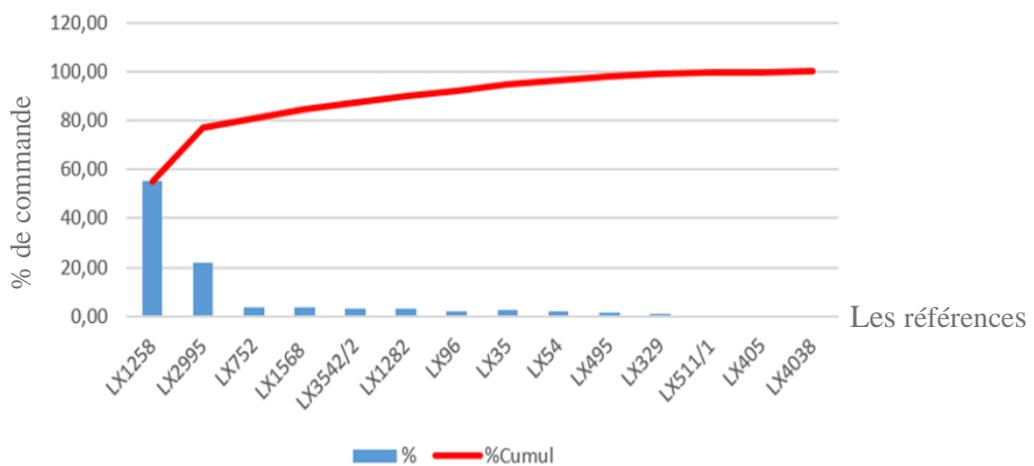


Figure 51: Diagramme de Pareto des références demandées

D'après la courbe nous avons choisi les trois références premières, mais on a choisi les références LX1258 et LX752, parce qu'on a les références LX1258 et LX2995 de même type ça veut dire de même flux de production. Donc dans notre projet on a essayé de chronométrer les flux possibles avec les contraintes durant le stage, pour cela, nous avons choisi la référence LX1258 qui représente les types de filtres feutrine et l'autre référence LX752 représente les types de filtres cordon.

2.2.2. Etude de chronométrage des différentes étapes du processus actuel

Après l'identification des références critiques, maintenant, on passe au terrain pour le chronométrage, j'ai définis le nombre 15, comme le nombre de relevés des temps (annexe 6), et j'ai travaillé avec des coefficients habilité, activité, Stabilité et DP.

La méthode de chronométrage est utilisée en entreprise par le bureau des méthodes pour définir les temps de production. Temps qui pourront être prescrits aux opérateurs de production sous la forme de temps standards. Le but du chronométrage est de définir le temps de production pouvant être tenu par l'ensemble de la population active pour une activité donnée. Cette méthode consiste à appliquer certains coefficients :

- Le jugement d'allure, d'activité ou d'efficacité (JE) ;
- Le coefficient de besoins personnels ;
- Le coefficient de repos ;
- Les coefficients d'ambiance ;

Ces coefficients sont utilisés pour majorer le temps que prend l'opération à chronométrer. Car l'allure d'un opérateur est changeante de nature ; Pour effectuer les mêmes actions, les opérateurs mettront plus ou moins de temps en fonction de :

- L'état de fatigue (physique et/ou mentale),
- L'âge,
- Les aléas rencontrés ...

Le but de cette phase de mesure est d'obtenir la capacité horaire de chaque poste.

Ensuite par observation nous donnons une valeur aux coefficients d'habilité, d'activité et des conditions de travail selon des valeurs standards définies par le BIT (Bureau International de Travail). (Voir annexe 6)

Pour le poste de pliage de la référence LX1258, les valeurs que nous avons données aux coefficients de J.E sont représentées dans le tableau 6 :

Habilité	Activité	Les conditions de travail
0	0	0,00

Tableau 6: Coefficients de J.E pour le poste de pliage

En se basant sur l'écart entre le max et le min par rapport à la moyenne nous calculons un autre coefficient qui s'appelle le coefficient de stabilité, le résultat de calcul est le suivant :

Max	Min	Tmoy	Taux aléas	Coeff Stabilité
22	20,5	21,2	7,41	0,04

Tableau 7: Coefficient mesurés pour le poste de pliage

Avec Max, Min et Tmoy sont le maximum, le minimum et la moyenne des 15 essais mesurés ; Alors le taux d'aléas est un pourcentage qui reflète l'écart entre le max et le min par rapport à la moyenne.

Ce qui implique que Taux d'aléas = $(Max - Min) \times 100 / T_{moyen}$;

Le coefficient de stabilité est calculé en fonction de la valeur du taux d'aléas. (Voir annexe 7)

Ces coefficients vont servir pour calculer un temps alloué en appliquant la formule suivante : $J.E = 1 +$ la somme des coefficients (habilité, activité et stabilité).

Ensuite nous désignons une valeur à un autre coefficient qui s'appelle DP (dynamométrie position), il prend en compte la position de travail, les efforts exercés, la charge mentale induite par l'activité de l'opérateur. (Voir annexe 7) Et donc finalement nous trouvons le résultat qui est le temps théorique, qui est en fait une majoration du temps de l'opération en prenant en considération tous ces coefficients que nous avons calculé : (Pour plus de détails voir annexe 6)

To = T moy X J. E	COEFF.DP	Th = To X DP
22,04s	1	22s

Tableau 8: Calcul du temps alloué et celui théorique

Voilà les tableaux 9 et 10 qui représentent le bilan des temps relevés :

La référence LX1258 :

Poste	Pliage	Dosage & Moulage	Ebavurage	Feutrine	Emballage
Cycle time (s)	22,0	19,9	23,4	24,8	23,4

Tableau 9: Bilan de chronométrage pour la référence LX1258

La référence LX752 :

Poste	Pliage	Découpage papier	Dosage & Moulage	Ebavurage	cordon	Emballage
Cycle time (s)	43,0	26,2	35,6	24,1	10,4	24,5

Tableau 10: Bilan de chronométrage pour la référence LX752

2.2.3. Détermination de la capacité actuelle de chaque poste

La capacité par poste est calculée par la formule suivante :

Capacité de poste (filtre/ jour) = Temps d'ouverture*90% / Temps de cycle. Avec le temps d'ouverture = 540min

Exemple :

Capacité de poste pliage = $540 * 0,9 * 60 / 22 = 1325,45$ filtres / poste.

On récapitule cette analyse dans le tableau 11 :

	Poste de pliage	Poste de découpage	Poste dosage	Poste Ebavurage	Poste cordon	Poste Feutrine	Poste Emballage
Capacité pour la Ref : LX1258(F/P)	1 325,45	-	1 465,32	1 246,15	-	1 175,81	1 246,15
Capacité pour la Ref : LX752 (F/P)	678,14	1112,97	819,10	1465,33	2 803,84	-	1 190,20

Tableau 11: La capacité de chaque poste

Nous constatons que la capacité actuelle très faible par rapport à notre objectif de 1800 filtre/shift donc il faut améliorer les coefficients pour réduire le temps de cycle de chaque poste, car la capacité de chaque poste est basée sur l'étude de chronométrage qui majore le temps de cycle des postes en utilisant des coefficients. Ces coefficients sont jugés sur la base de ce que j'ai observé au terrain lors du chronométrage.

2.3. Détermination du TAKT TIME

Le TAKT TIME est le temps maximal qu'on peut passer dans la fabrication d'un article pour satisfaire la demande du client, si notre cycle de production dépasse le TAKT TIME, on sera dans l'impossibilité d'atteindre les quantités demandées par le client.

Le Takt Time se calcul par la formule suivante :

$$\text{TAKT TIME} = \text{temps de production} / \text{nombre de pièces demandées}$$

Avec : temps de production = temps d'ouverture – temps d'arrêt programmés.

Étude du cas :

Le calcul donne : $\text{TAKT TIME} = 29160s / 1800F = 16,2s.$

2.4. Analyse des temps

Lors de cette phase, on représentera les temps de cycle chronométrés et le « Takt Time » dans un seul diagramme (figure 52 et 53) pour faire apparaître les postes goulots.

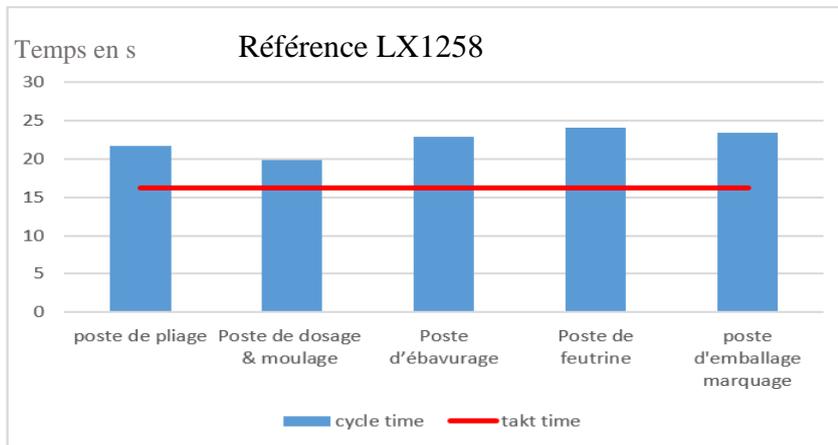


Figure 52: Diagramme d'analyse des temps de Réf LX1258

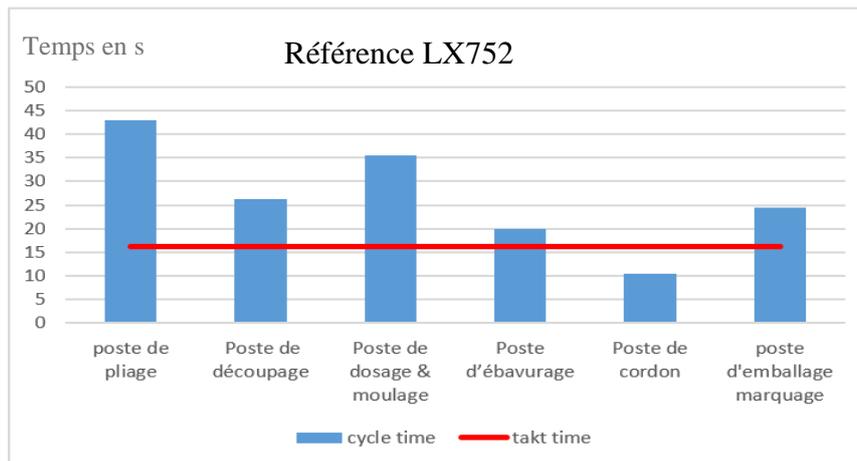


Figure 53: Diagramme d'analyse des temps de Réf LX752.

D'après les figures 52 et 53, on constate que :

Pour les deux références, tous les postes leur temps de cycle dépasse le « Takt Time » sauf le poste de cordon. Donc notre analyse donnera plus d'importance à ces postes pour connaître d'où vient ce plus dans le temps.

2.5. Etude des arrêts programmés

2.5.1. Chronogrammes

Les chronogrammes 54 et 55 montrent l'enchaînement des opérations ; le premier pour le changement de la tête de malaxeur et l'autre pour changement de série. Avant de poser les différents problèmes rencontrés pendant les deux changements, nous avons détaillé les opérations de changement effectuées sur chaque poste comme suit :

Au niveau de changement de la tête de malaxeur :

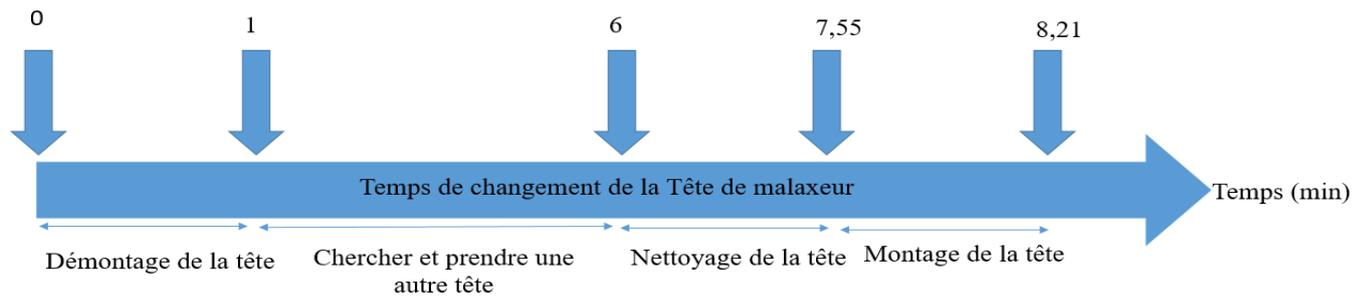


Figure 54: chronologie de changements de la tête

La répartition du temps de changement la tête de malaxeur comme suit (figure 54) :

- Démontage de la tête : 1 min
- Chercher et prendre une autre tête : 5 min
- Nettoyage de la tête : 1,55 min
- Montage de la tête : 0,66 min

Au niveau de changement de la référence de la machine de pliage :

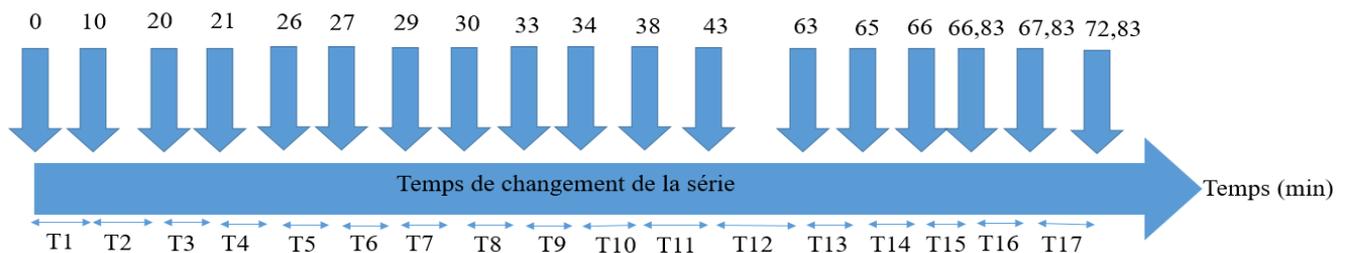


Figure 55 : chronologie de changements de la série

La répartition du temps de changement la tête de malaxeur comme suit (figure 55) :

- T1 → Déplacements pour prendre les outillages : 10 min
- T2 → Ramener la bobine de papier à côté de poste : 10 min
- T3 → Réglage du paramètre de machine : 1 min
- T4 → Réglage du guide 1 : 5 min
- T5 → Monter le rouleau : 1 min
- T6 → Réglage de guide 2 sur le papier : 2 min
- T7 → Démontez le moule de l'empreinte : 1 min
- T8 → Monter le moule de l'empreinte : 3 min
- T9 → Réglage la position de la distribution de la colle : 1 min
- T10 → Réglage du guide 3 : 4 min
- T11 → Démontez le moule de pliage : 5 min
- T12 → Montage et réglage le moule de pliage : 20 min

- T13 → Réglage du guide 4 : 2min
- T14 → Réglage du guide 5 : 1min
- T15 → Réglage de la vitesse de convoyeur : 0,83min
- T16 → Réglage des guides de convoyeur : 1min
- T17 → Test : 5min

2.5.2. Les problèmes observés

Durant la période de notre stage, nous avons assisté à plusieurs changements de série/tête.

Suite à notre observation, nous avons extrait les problèmes suivants :

- Plusieurs déplacements des opérateurs (des « va-et-vient » en rien).
- Plusieurs déplacements (des outils, des matériels...) inutiles.
- Plusieurs pertes de temps (Temps d'attente inutile).
- De même pour le temps de réglage : plusieurs essais, plusieurs manipulations inutiles.
- Absence d'un emplacement standard de matériels/outillages.
- Mauvais ordonnancement des tâches.

2.6. Analyse des pertes de temps des arrêts programmés

2.6.1. Diagramme d'Ishikawa :

En analysant ce problème par un diagramme ISHIKAWA (figure 56) pour trouver les différentes causes qui influencent sur cette perte de temps aux changements.

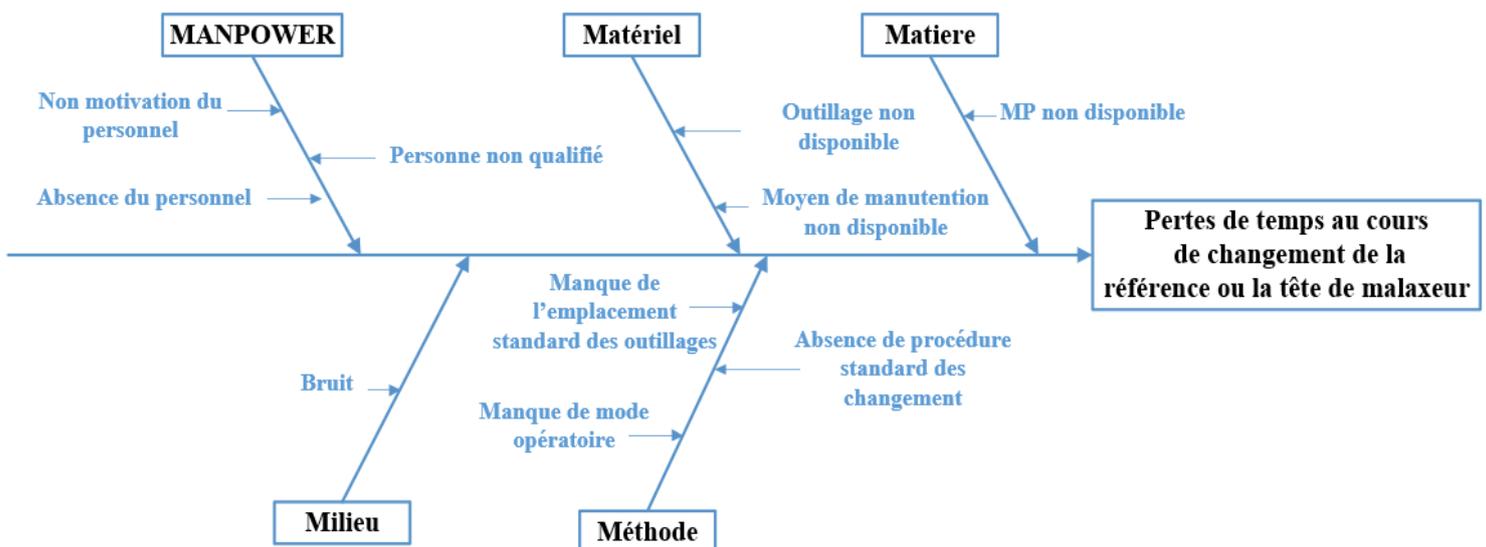


Figure 56 : Ishikawa de la perte de temps des arrêts programmés

Après avoir classé et regroupé les causes possibles de ce défaut selon les 5 M dans le diagramme Ishikawa, Nous effectuerons une analyse 5 pourquoi pour remonter aux causes racines du problème de perte de temps au cours des changements de série et essaie de les traiter.

2.6.2. Pourquoi ?

Pourquoi il y a des pertes de temps pendant l'opération du changement de série ?

→ Parce que l'opérateur fait beaucoup de déplacements inutiles.

Pourquoi il y a des déplacements qui sont inutiles ?

→ Parce que la procédure de changement de série n'est pas optimisée ou un standard.

Pourquoi elle n'est pas optimisée ?

→ Parce qu'on n'a jamais appliqué des méthodes d'amélioration continue (SMED comme exemple).

Pourquoi il n'est pas appliqué les méthodes d'amélioration ?

→ Parce qu'il n'y avait pas une personne qualifié et disponible pour les appliquer.

2.7. Analyse de déroulement du processus (AD)

L'analyse de déroulement est une analyse chronologique de processus, bien détaillé et sur un périmètre plus restreint, visant à identifier de manière exhaustive les différentes étapes de réalisation du processus.

Il consiste à suivre en détail les étapes de passage de la matière (ou bien la main d'œuvre) dans le processus. Toutes ces étapes sont chronométrées au terrain ; Après l'analyse du processus actuel, on définit les paramètres suivants que l'analyse de déroulement vise à améliorer :

- Efficacité du processus = $\text{nbr étapes à VA} / \text{nbr étapes VA} + \text{NVA}$; avec VA c'est valeur ajouté et NVA c'est non-valeur ajouté.
- Temps de traversée du processus = $\sum \text{VA} + \text{NVA (temps)} = \text{LT (Lead Time)}$
- Efficience du processus = $\sum \text{VA (temps)} / \text{LT}$ Dans l'analyse de déroulement que nous avons effectué, nous avons suivi les références LX1258 et LX752. (Voir les annexes 8 et 9)

Cette analyse est résumée dans le tableau 12 et les figures 57 et 58 :

	Temps de contrôle	Temps d'attente	Temps de transport	Temps de stockage	Temps à VA
LX752	00 :23:11	00 :20:22	00 :20:39	11:31:29	10:59:30
LX1258	00 :21:23	03:40:03	00 :12:51	07:26:27	15:13:31

Tableau 12: Répartition des temps pour les deux références

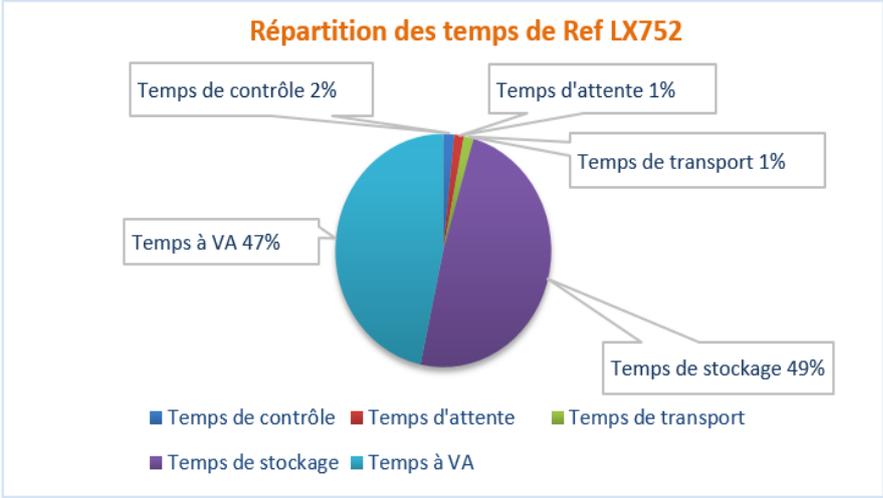


Figure 57: Répartition des temps pour la référence LX752

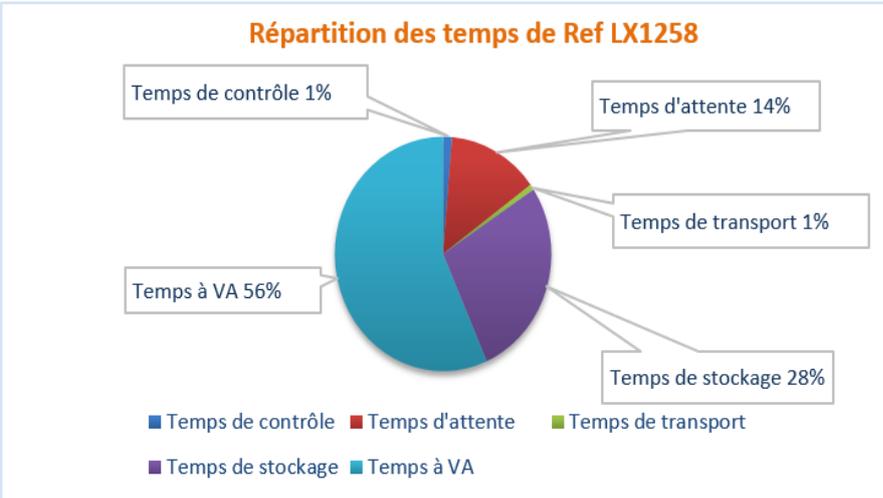


Figure 58: Répartition des temps pour la référence LX1258

Après la réalisation de l'AD, nous avons déduit les taux des temps caractéristiques du processus de production : temps de la valeur ajoutée, le temps de contrôle, temps d'attente, le temps de transport et le temps de stockage.

Nous constatons que le temps de stockage (les encours) représente un pourcentage très important de 28 %, LT = 26 :54 :05, Efficacité de 30% et l'efficience de 56% pour la référence LX1258 et pour LX752 49 % des encours, 33% d'efficacité, 47% d'efficience et LT de 23 :35 :11.

2.9. VSM de l'état Actuel

Après la collecte de toutes les données nécessaires, vient la réalisation de la cartographie de la situation actuelle qui va permettre de :

- ✓ Diagnostiquer la situation actuelle : donner une image globale, une vue complète du processus.
- ✓ Montrer les liens entre les flux d'information et le flux physique du produit.
- ✓ Relever les sources d'anomalies.
- ✓ Améliorer l'ensemble du processus en détectant les points critiques.
- ✓ Construire un plan projet d'amélioration par le Lean.

Analyse de l'existant :

La VSM permet de mettre en évidence les différentes anomalies qui pénalisent le bon déroulement de la production. Puis l'analyse vise à recenser les causes derrière l'apparition des encours qui sont classifiés selon les 7 Mudras, or que notre analyse va se concentrer sur l'élimination de deux Mudras majeurs : les stocks et les mouvements inutiles.

Schématisation du processus de production (VSM) :

La figure 57 représente la VSM de la référence LX1258 et pour la VSM de la LX752, voir l'annexe 4.

VSM de la référence LX1258 :

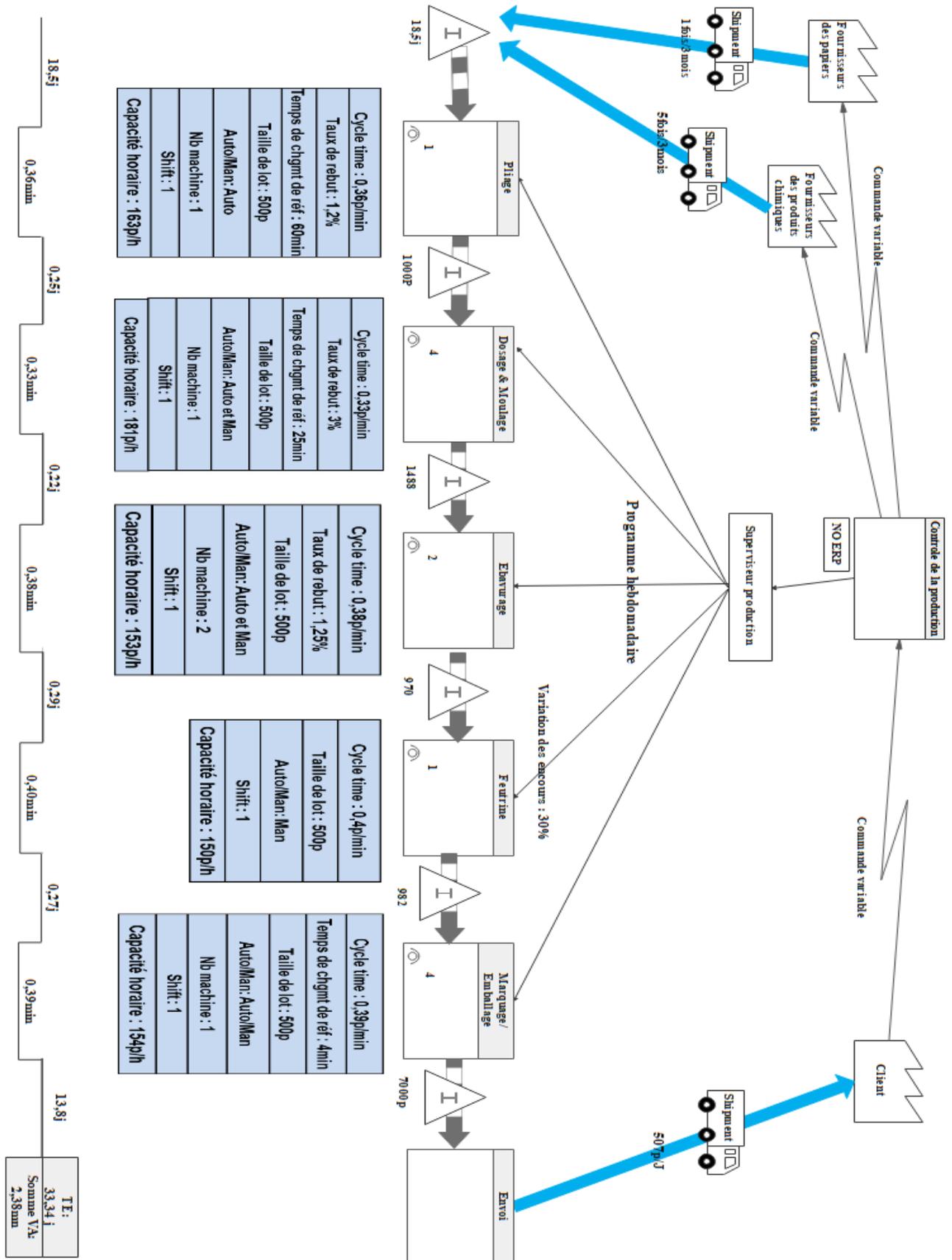


Figure 60: VSM de la référence LX1258

2.10. Les arrêts de la ligne

Le diagramme de Pareto permet de hiérarchiser les problèmes en fonction du nombre d'occurrences et ainsi de définir des propriétés dans le traitement des problèmes, tableau 13. Cet outil est basé sur la loi 80/20, il met en évidence les 20% des causes sur lesquelles il faut agir pour résoudre les 80% des problèmes. Il sera utile pour déterminer sur quels leviers on doit agir en priorité pour améliorer de façon significative la situation.

Panne /Problème	Durée en min	Cumul	Cumul en %
Manque de la matière premiere	750	750	42,81
Panne de la machine PU	595	1345	76,77
Arrêt du carrousel	115	1460	83,33
Panne de la machine d'èbavureuse	107	1567	89,43
Panne de la colleuse	100	1667	95,13
Coupure d'électricité	85	1752	100,00

Tableau 13:Historique des arrêts

Représentation graphique des classements des arrêts dans la figure 61 :

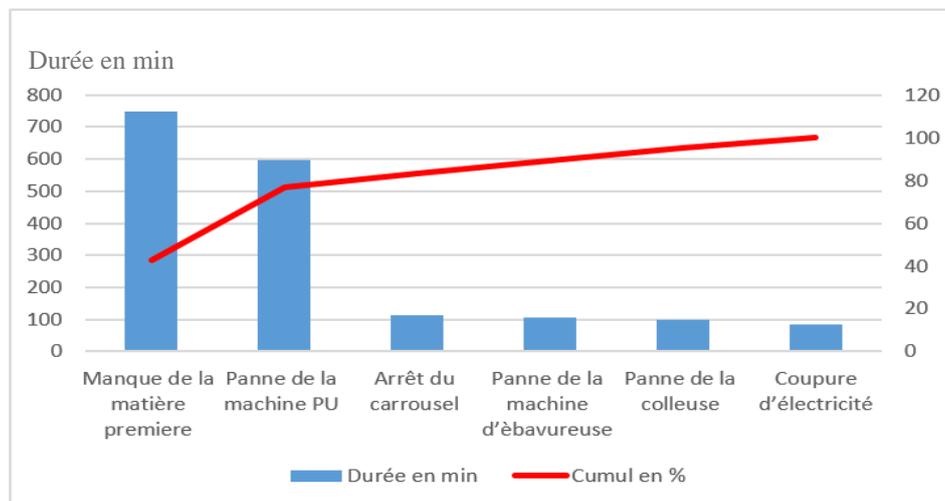


Figure 61: Pareto des arrêts

En analysant ce Pareto, nous pouvons dire que 76,77% des arrêts sont dus au manque de la matière première et panne de la machine PU. Donc on a traité à la suite ces arrêts pour réduire les down times de 76,77% au niveau de production pour améliorer la productivité.

2.11. Analyse des arrêts de la ligne

2.11.1. Manque de matière première

Après une observation détaillée de la ligne FA, j'ai constaté que les arrêts constituent l'un des problèmes qui constitue une faible productivité quand on parle des retards de MP, on ne vise pas juste les manques de MP, mais toute forme de perte de temps, raison pour laquelle nous avons eu recours à un suivi du Down time d'un shift de production pour pouvoir identifier les causes principales et les problèmes éventuels qui handicapent la bonne marche de la production. L'analyse de ce problème représenté dans la figure 62.

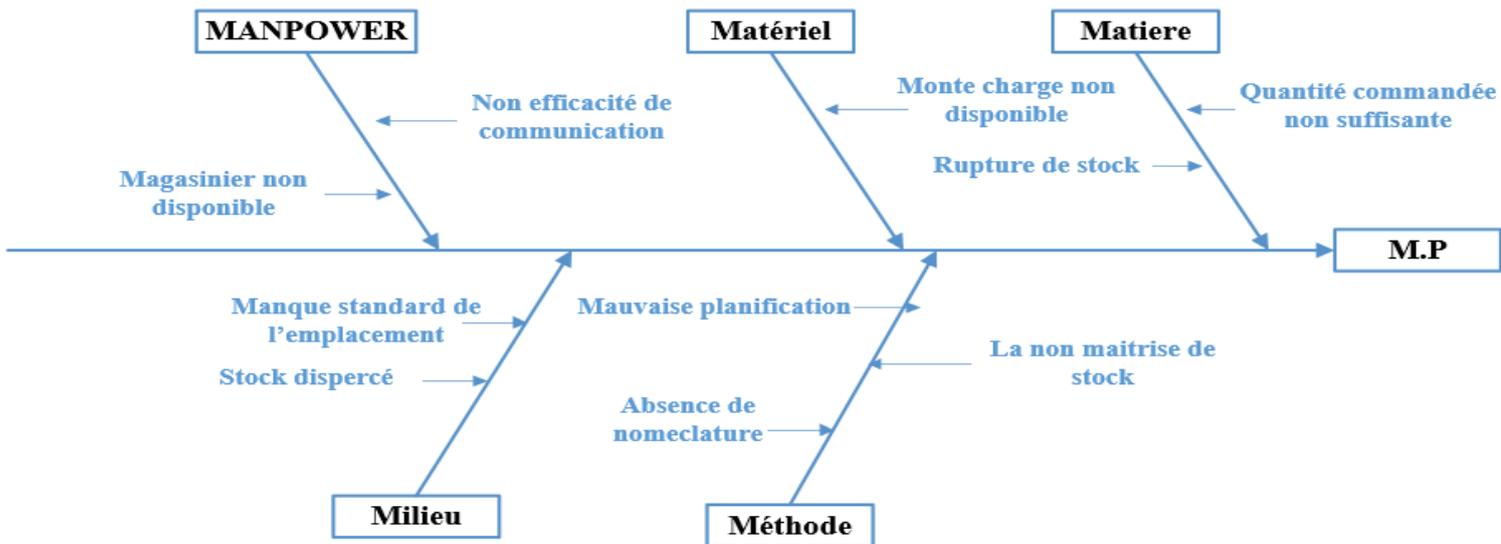


Figure 62: Ishikawa de problème de retard de la Matière première

Ce diagramme d'Ishikawa nous a permis de bien classer les causes de notre dysfonctionnement pour qu'on puisse cibler les points critiques soit dans la suite de notre étude ou dans les actions améliorées. Dans le but de se mettre en considération tous les facteurs qui peuvent agir sur le point de la perte de temps.

2.11.2. Panne de machine PU

a. Diagramme d'Ishikawa :

Après une observation détaillée de la ligne FA, j'ai constaté que les arrêts constituent l'un des problèmes qui constitue une faible productivité quand on parle des arrêts, on ne vise pas juste les pannes des machines, mais tout forme de perte du temps, raison pour laquelle nous avons eu recours à un suivi du Down time d'un shift de production pour pouvoir identifier les causes principales et les problèmes éventuels qui handicapent la bonne marche de la production.

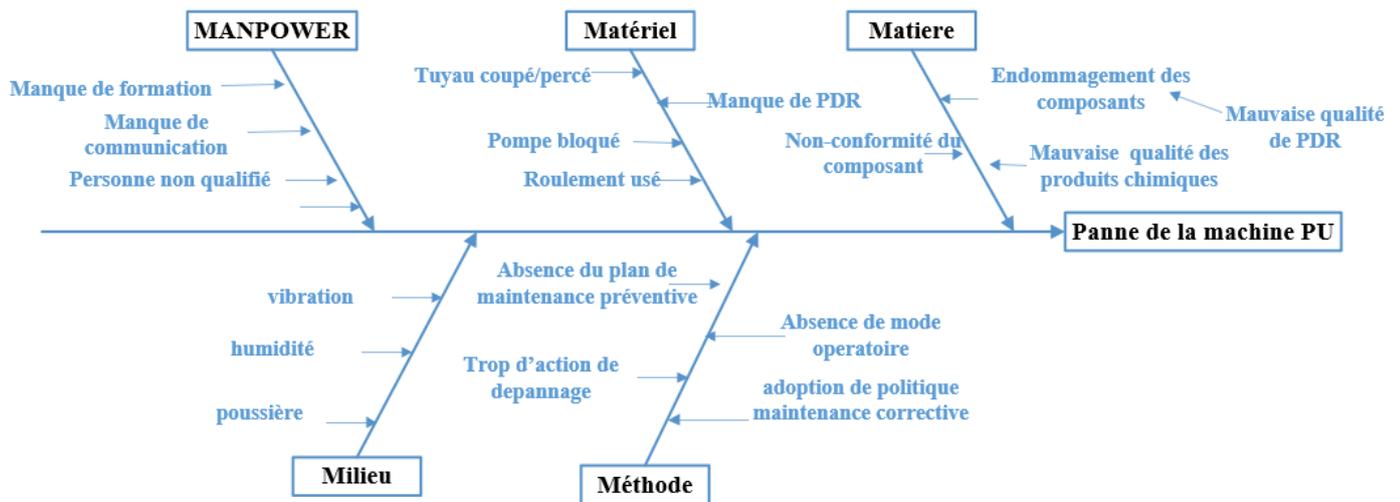


Figure 63: Ishikawa de problème de panne de machine PU.

Après avoir classé et regroupé les causes possibles de ce défaut selon les 5 M dans le diagramme Ishikawa (figure 63), nous effectuerons une analyse d'AMDEC pour remonter aux causes racines du problème et ainsi les traiter.

b. Etudes de la criticité des défaillances de machine PU

La criticité est une évaluation quantitative du risque constitué par l'analyse du scénario, mode cause-effet détection de défaillance. On a calculé la criticité à partir de la combinaison de trois facteurs au tableau 14 :

Notes	Probabilité	La gravité et ses conséquences G	La détectabilité D
1	Improbable	Négligeable	Fortement détectable
2	Peu probable	Mineur	Détectable
3	Probable	Majeure ou grave	Peu détectable
4	Fortement probable	Très grave	Non détectable

Tableau 14: les facteurs de la criticité.

Calcul de la criticité : $C = F \times D \times G$

Avec C : la criticité. F : fréquence. G : gravité. D : la détection.

Donc le niveau de la criticité est évalué à partir d'une matrice dans la figure 64 :

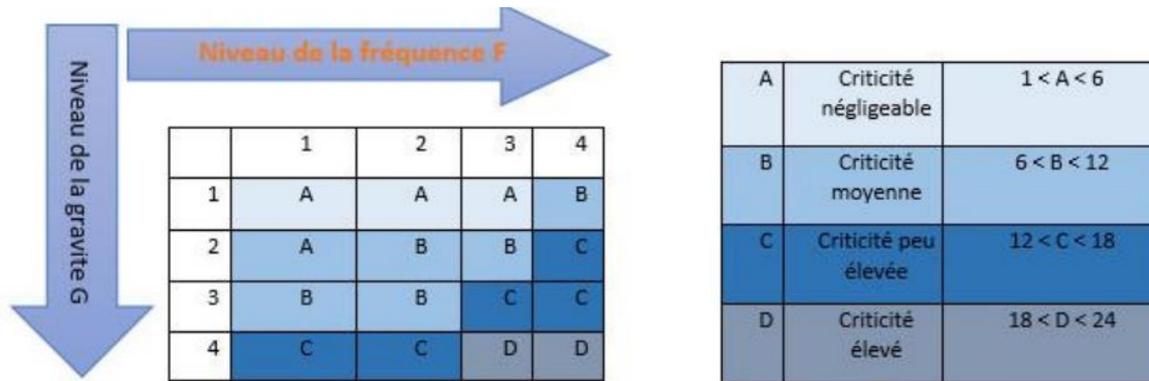


Figure 64 : la matrice d'évaluation de la criticité.

Le tableau 15 représente l'outil de l'AMDEC de la machine PU :

Date de l'analyse : 31/05/2021	AMDEC Machine - Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité				Phase de fonctionnement	Nom : DREF kholoud		
	Système : Machine PU (Poste de dosage et moulage).							
Elément	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Criticité				Action Corrective
				P	G	D	C	
Système de malaxage	Blocage de l'arbre de rotation.	Détérioration des roulements. Manque de lubrification.	Arrêt de machine.	2	3	3	18	Changements des roulements.
	Echauffement de la tête de malaxeur	Manque de graissage/lubrification.	Mauvaise qualité de polythène. Dégradation des tuyaux, courroie.	3	3	2	18	Graissage des composants.
	Blocage des vannes de mélange.	Manque de nettoyage des vannes.	Arrêt de système.	4	3	1	12	Nettoyage des vannes.
	Rupture de courroie	tension trop basse/trop excessive de courroie Usure de la Courroie.	Arrêt de malaxage.	1	4	1	4	Changement de courroie.
Pompe	Pompe bloqué	Manque de nettoyage.	Arrêt de machine.	3	4	1	12	Nettoyage de pompe.
Les tuyaux des produits	Tuyau coupé	Manque de contrôle de la pression. Echauffement de la tête de malaxeur	Fuite de produit.	3	3	1	9	Changement des tuyaux.
Carrusel	La chaine coupée	Désalignement de courroie.	Arrêt de fonctionnement.	3	3	1	9	Soudage de la chaine. Alignement de la courroie.

Tableau 15: AMDEC de la machine PU

Après la réalisation et l'établissements et la définition de tous les modes de dysfonctionnement de notre machine étudié on a eu la finalisation de l'étude AMDEC concerné.

2.12. Analyse des gaspillages

2.12.1. Identification des Mudras :

Après avoir identifié les postes goulots, il est nécessaire d'identifier la nature du gaspillage, et d'en déterminer la cause.

Les observations régulières du processus de production, en plus d'entretiens avec les opérateurs ont permis d'identifier les Mudras représentés dans le tableau 16 :

Mudras	Problème	Source de problème
Les Mouvements	Déplacement inutile.	-Manque d'emplacement standard de : <ul style="list-style-type: none"> • M.P. • Outillages. • Moyen de manutention. • Matière consommable -Pas de procedure standard des stocks M.P. -Manque d'organisation de l'espace. -Intérêt personnels (Hors la pause)
Surstock.	Attente Surproduction	- Manque de MP. -Retard des postes. - Chaîne non-équilibrée.
La non qualité	Défauts qui nécessitent une mise au rebut (SCRAP).	-Manque de mode operatoire. -Manque de formation. -problème machine de pliage/PU

Tableau 16: Mudras.

Conclusion :

En conclusion, on a entamé les trois premières phases de la démarche « DMAIC », Premièrement, on a fait apparaître que la chaîne de la famille filtre d'air est la chaîne qui a le plus au niveau de l'activité par rapport à les autres lignes et elle a plus critique, ensuite, on a passé pour définir l'historique de la productivité journalière pour justifier ce qui est indiqué, puis on a passé par la présentation de la ligne afin de déterminer le problème.

Au terme de mesure et d'analyse, on a effectué le chronométrage afin d'identifier les postes goulots en comparant leurs temps de cycle avec le Takt Time, ainsi qu'on a analysé l'ajustement de capacité, après on a effectué le chronométrage des arrêts programmés et les analyser pour avoir l'influence sur la productivité.

Par la suite, on a appliqué l'analyse de déroulement, le diagramme spaghetti et la VSM dans l'analyse des flux de production pour attaquer toute sorte de gaspillage. Puis on a défini et analyse les arrêts de la ligne par des outils Ishikawa, 5pourquoi et AMDEC.

Au fond, toutes ces mesures et ces analyses sont réalisés pour savoir l'état actuel et détecter les problèmes pour s'en sortir à la fin avec un plan d'action à le mettre en place pour remédier au problème de la productivité.

Chapitre III : Améliorations continues, proposition des solutions optimales et évaluation des gains

Introduction :

L'application des trois premières étapes de la méthodologie DMAIC nous a permis de mettre en évidence les principaux facteurs responsables du dysfonctionnement du flux de production. Le temps est venu d'apporter des modifications en profondeur afin d'atteindre les objectifs fixés au début du projet.

Nous présentons dans ce chapitre les solutions possibles pour remédier aux problèmes identifiés et les principaux résultats atteints dans cette étape.

1. Innover

Introduction :

Dans cette partie nous allons attaquer la phase d'innovation de la démarche DMAIC, en d'autres termes nous allons traiter les causes racines que nous avons trouvées dans la phase d'analyse, en innovant des solutions qui vont faire face à ces causes.

1.1. SMED

1.1.1. Définition

SMED : Single Minute Exchange of Die, signifie en langue française (Système de modification rapide des réglages des machines). C'est une méthode d'organisation dont le but consiste à réduire de façon systématique le temps de changement d'outils à moins de 10 minutes.

1.1.2. Objectifs de la méthode SMED

La méthode SMED a été pour la première fois mise au point par Shigeo Shingo à l'usine Toyota. Les temps de changement des outils avec arrêt de travail sont des temps improductifs. Réduire systématiquement ces derniers procure donc :

- Un gain de temps : opérer les changements d'outils en unité de temps d'un seul chiffre (1 à 9 minutes) ;
- Un gain de productivité : flexibiliser les machines et postes de travail. C'est-à-dire, améliorer leur capacité à changer rapidement de fabrication, réduire l'arrêt pour le changement des outils et si possible l'éliminer ;
- Un gain d'argent : réduire la taille de lot minimale. En effet, si les temps de changement de série deviennent nuls, on peut alors envisager une fabrication à l'unité sans augmenter les coûts. Moins de dépense pour le changement d'outils et plus de production en unité.

1.1.3. L'application de la méthode SMED passe par des étapes

Au niveau de changement de série :

1ère étape : Distinction des opérations internes et externes :

Le tableau 17 présente les opérations internes et externes pour le poste de pliage :

Description de la tâche	Opération	
	Interne	Externe
Déplacements pour prendre les outillages	✓	
Ramener la bobine de papier à côté de poste	✓	
Réglage du paramètre de machine	✓	
Réglage de guide 1	✓	
Monter le rouleau (Bobine)	✓	
Réglage de guide 2	✓	
Démonter le moule de l'empreinte	✓	
Monter le moule de l'empreinte	✓	
Réglage la position de la distribution de la colle	✓	
Réglage du guide 3	✓	
Démonter le moule de pliage	✓	
Montage le moule de pliage	✓	
Réglage du guide 4	✓	
Réglage du guide 5	✓	
Réglage de la vitesse de convoyeur	✓	
Réglage des guides de convoyeur	✓	
Test + Réglage	✓	

Tableau 17: Distinction des opérations internes et externes.

2ème étape : La conversion des tâches internes en opérations externes lors de changement de série :

- Conversion du déplacement de matériels/matière première en tâche externe en effectuant les opérations de déplacement des outillages, des objets et les bobines de papiers avant l'arrêt de la machine.
- Pour le reste des tâches, nous ne pouvons pas les convertir en tâches externes pour des raisons de sécurité.

Pour raison de plusieurs taches qui prennent du temps, j'ai proposé l'étape 3 qui consiste à augmenter l'effectif a 2 opérateurs pendant le changement de série et à travailler sur la polyvalence des opérateurs sur les différents postes.

3ème étape : Rationalisation de toutes les opérations de réglage :

- Travailler sur les opérations du montage/démontage de moule de pliage en parallèle avec le montage/démontage de moule d'empreinte.
- Travailler sur les opérations du réglage du guide 1 en parallèle avec le réglage guide 3.
- Travailler sur les opérations du réglage des paramètres de la machine et la position de distributeur colle en parallèle avec le réglage de la vitesse et les guides de convoyeur.
- Travailler sur les opérations du montage de la bobine et le réglage de guide 2 en parallèle avec les réglages des guides 4,5.
- Travailler sur les opérations du test en parallèle avec les réglages nécessaire.

Au niveau de changement de la tête :

1ère étape : Distinction des opérations internes et externes :

Le tableau 18 présente les opérations internes et externes pour le poste de dosage & moulage :

Description de la tâche	Opération	
	Interne	Externe
Démontage de la tête	✓	
Déplacements pour prendre les outillages et la tête	✓	
Nettoyage de la tête	✓	
Montage de la tête	✓	

Tableau 18: Distinction des opérations internes et externes.

2ème étape : La conversion des taches internes en opérations externes lors de changement de la tête :

- Conversion du déplacement de matériels/outillages et nettoyage de la tête en tache externe en effectuant les opérations de déplacement des outillages, des matériels et le nettoyage de la tête avant l'arrêt de la machine.
- Pour le reste des taches, nous ne pouvons pas les convertir en taches externes pour des raisons de sécurité.

1.2.Mise en place des fiches de programmes machine PU

Pour le risque de perdre les programmes de machine, on a créé une fiche qui contient des descriptions des programmes pour chaque référence. Afin de les enregistrer dans un fichier global.

La figure 65 représente des exemples des fiches de programmes appliqués sur la machine de PU (Poste de dosage & moulage) :

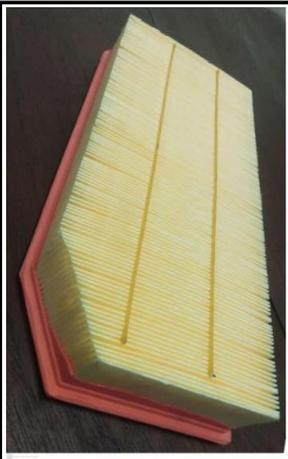
BRIGH SUD SARL Paramètre machine PU				
Référence : LX742 N° de programme : 34				
Alien size set : Programme				
	Table	Tête	vitesse	
1	224	0	50000	
2	224	-183	50000	
3	0	-183	56000	
4	0	0	61000	
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

BRIGH SUD SARL Paramètre machine PU				
Référence : LX1258 N° de programme : 21				
Alien size set : Programme				
	Table	Tête	vitesse	
1	366	0	59000	
2	366	-73	59000	
3	0	-73	63000	
4	0	0	71000	
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

Figure 65: Exemples des fiches des programmes du PU

1.3. Les cartes de filtres

Nous n'avons pas de standard ou de plan de filtre qui permet aux opérateurs, surtout les nouveaux, de connaître les composants ou la forme du filtre, cela veut dire que les opérateurs travaillent par expérience ou sur ordre du responsable de production. J'ai donc fait des fiches d'identification pour chaque référence (41 références) décrivant les filtres et leurs composants (accessoire, etc). La figure 66 représente des exemples des cartes d'identification

CARTE D'IDENTITE FILTRE							
REFERENCE : LX752							
PHOTO							
							
PLISSAGE PAPIER	DIMENSION FILTRE		Cordon/Feutrine/Accessoire		Emballage sachet		
Nbr.PL	127	largeur 1	120	cordon Hau	0	largeur	longueur
H.PLIS	47	largeur 2	155	cordon Bas	2	310	520
Lar	142	longueur	376	Feutrine	0		
		hauteur	55	accessoire	0		

CARTE D'IDENTITE FILTRE							
REFERENCE : LX1258							
PHOTO							
							
PLISSAGE PAPIER	DIMENSION FILTRE		Cordon/Feutrine/Accessoire		Emballage sachet		
Nbr.PLIS	83	largeur	81	cordon Hau	0	largeur	longueur
H.PLIS	47	longueur	378	cordon Bas	0	225	520
Lar	70	hauteur	59	Feutrine	1		
				accessoire	0		

Figure 66: Exemples des cartes d'identité des filtres.

1.4. Mode opératoire

Il est judicieux d'élaborer une fiche qui contient les instructions de travail pour les opérateurs, ces derniers doivent suivre ces instructions pour garantir le bon déroulement de la production.

L'annexe 13 représente un exemple de mode opératoire et nous avons réalisé le même travail pour tous les postes.

1.5. Proposition d'implantation nouvelle du plan d'atelier

Pour optimiser le flux de production, j'ai proposé un plan de réimplantation des postes, la figure 67 représente le diagramme de spaghetti futur :

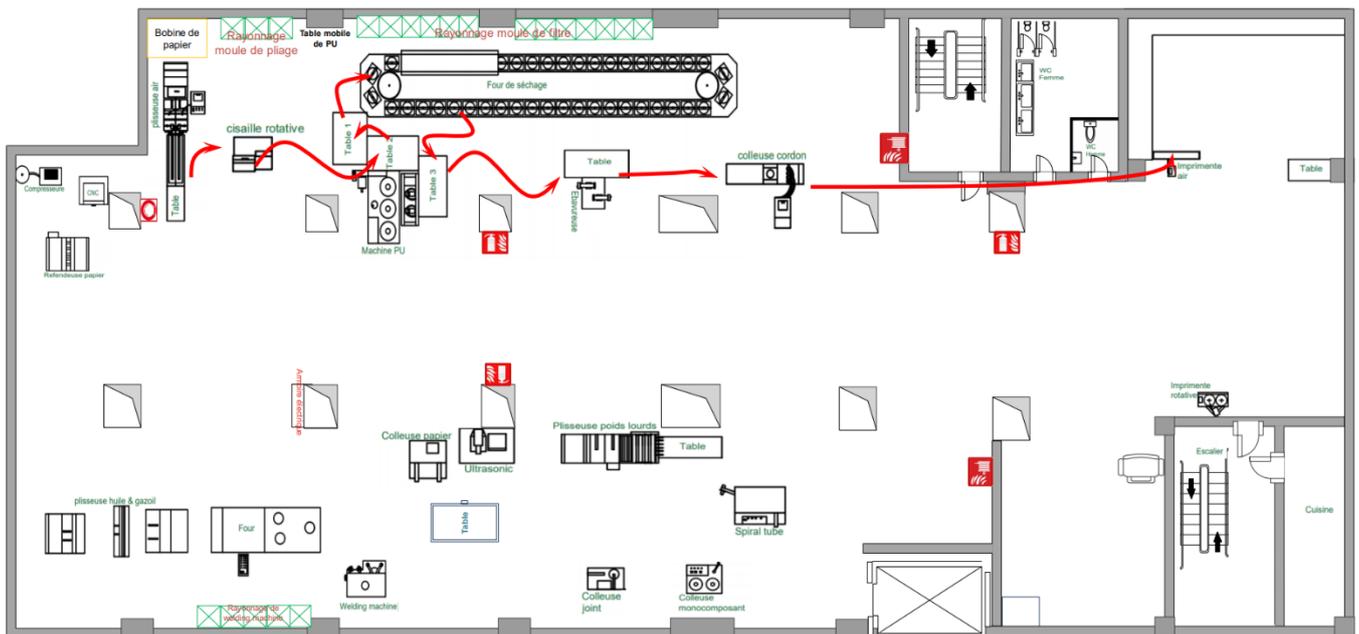


Figure 67: plan d'implantation future de l'atelier.

1.6. Les solutions pour le problème de Retard de MP

Situation actuelle :

Dans cette partie, j'explique comment gérer l'arrivage de MP à la ligne de l'atelier de filtre
En cas de rupture de la matière première au poste de travail, l'opérateur informe le responsable de production. Ce dernier contacte le magasinier et cela prend un peu de temps un peu près 15 min à 1h pour venir, sachant que le magasin qui existe dans l'autre étage. Donc nous avons toujours un retard des postes à cause des matières premières.

Proposition / solution :

Pour régler ce problème-là, je propose la solution de créer un petit magasin (zone de préparation) qui sera géré par la planification journalière qui consomme tous les jours. Le responsable de production envoyé au responsable magasinier à chaque fin de production voir le tableau 19 :

Planification journalière de production						N° de demande :		
Atelier : Filtre						Date de demande :		
Responsable de production :...			Responsable magasinier :...					
Besoin	Papier (kg)	Accessoires	Produits chimiques (kg)	Feutrine	Colle (kg)	Emballage		
						Sachets (kg)	Carton (kg)	Etiquette (kg)
Nom Ou Référence								
Quantité								

Tableau 19: le besoin journaliere

L'emplacement de petit de magasin de la matière première est représenté par la figure 68 :



Figure 68 : Emplacement de zone de préparation.

1.7.L'amélioration du management visuel

Puisque notre projet utilise le principe du Lean Manufacturing, l'amélioration du management visuel est un outil pour améliorer la performance (productivité) de la ligne. L'idée, c'est de faciliter les tâches et diminuer les déplacements inutiles afin de mettre chaque chose à sa place.

Situation actuelle :

Lors de cette partie, je vais vous expliquer comment la production est actuellement gérée ? En raison du besoin des moyens de manutention, de matières premières ou d'outillage, les opérateurs dans tous les postes recherchent depuis longtemps pour répondre à leurs besoins, car nous n'avons pas les emplacements standards des moyens de manutention , MP et d'outillage ou des aides visuelles donc nous perdons beaucoup de temps en raison des mouvements inutile.

→ Donc on a une mauvaise gestion.

2^{ème} proposition : Il faut faire l'identification des zones des familles de filtre (Air, Huile, Gasoil et Poids lourd). Voir la figure 70 :

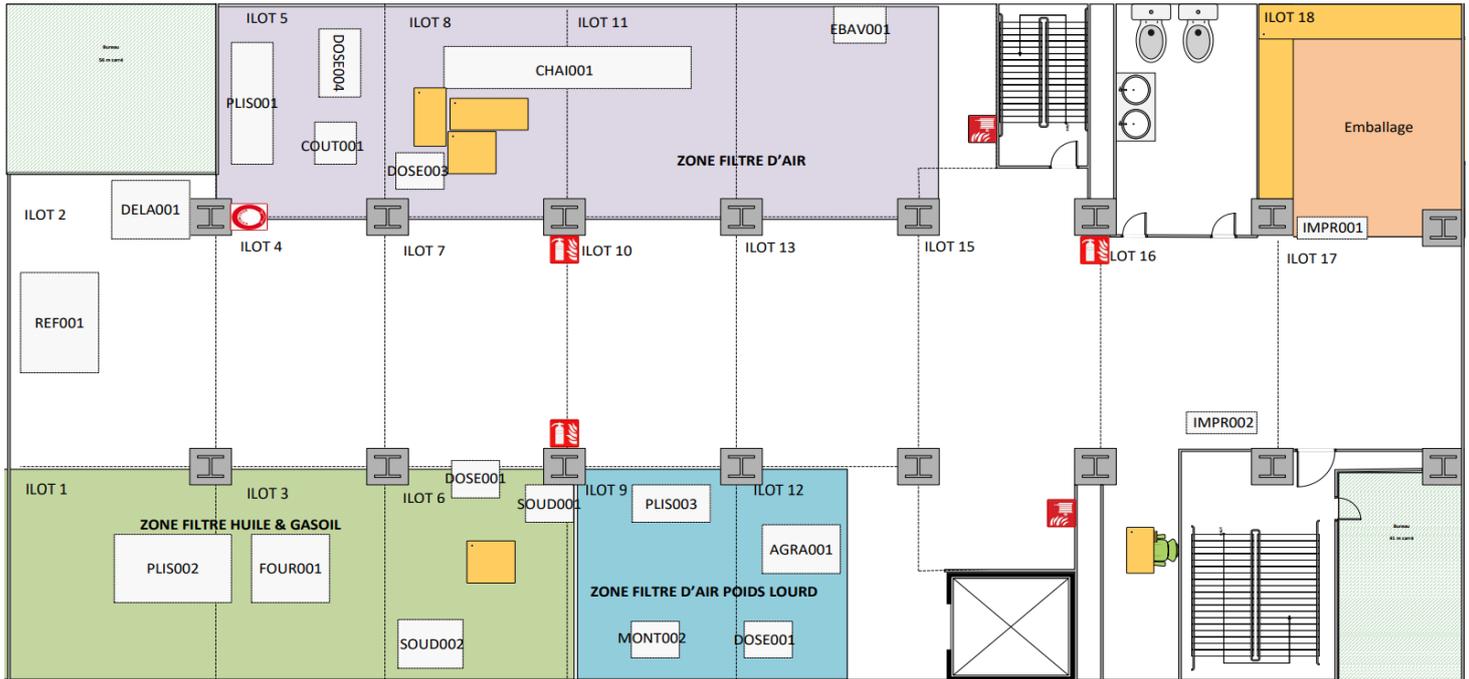


Figure 70: Plan d'identification des zones de l'atelier

Pour faire cette identification, on a besoin les éléments suivants. :

- Panneau suspendu
- Plexiglass + Vinyle
- Papier A3 Plastifié



Figure 71: Exemple d'identification des zones.

Identification des postes de charges :

Le tableau 20 représente les besoins des postes pour faire l'échantillon de 5s :

Panneau à pied	
Bac de NC (Bac Rouge)	

Bac poubelle	
Bac d'outil (Petit bac)	
Bac de servitude (Bac bleu)	
Tableau d'outillage	

Tableau 20 : Les besoins des postes de charge

3ème proposition : L'identification des accès et plan d'étage

Pour réaliser cette proposition, nous avons la possibilité de faire par les éléments suivants :

- A3/A2 plastifié
- Panneau (Plexiglass + Vinyle) collé par scotch double face
- Papier plastifié collé par scotch double face



Figure 72: Exemples des pictogrammes d'identification des accès et plan d'étage.

4ème proposition :

Faire un emplacement d'enregistrements de suivi, pour cela, on a besoin :

- Bac de collecte (Bac à courrier)
- Support métallique en L
- Panneau d'identification



Figure 73: Exemple de bac de collecte.



Figure 74: Exemple d'identification d'emplacement d'enregistrement.

5ème proposition :

Tableau de bord est un outil d'évaluation de l'organisation d'une entreprise constituée de plusieurs indicateurs de sa performance à des moments donnés ou sur des périodes données, Notre tableau de bord est constitué de :

Planning de production, KPI'S, affectation des opérateurs, alerte qualité, plan d'action, consigne en cas de maladie, EPI et les consignes sur covid-19.

Pour la réalisation, on a besoin des constitutions suivantes :

Tableau magnétique 2x1 :



Pochettes magnétiques :



Panneaux plastiques :



Exemple d'un tableau de bord dans la figure 71 :

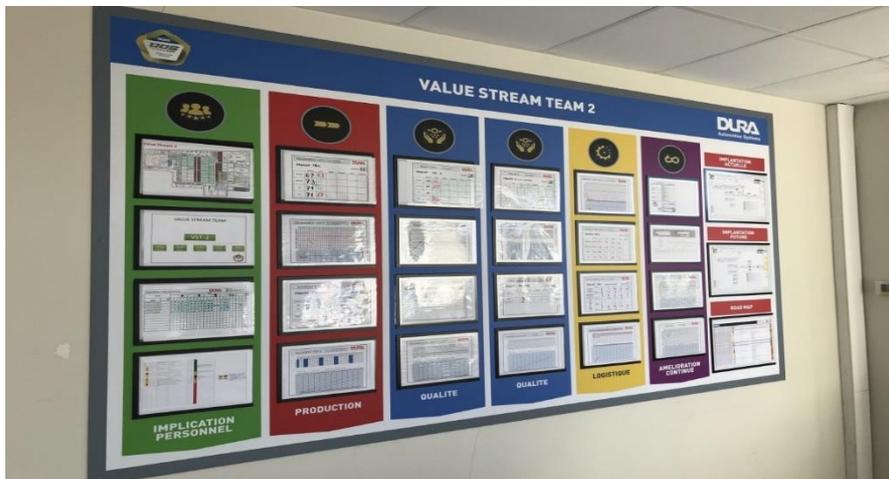
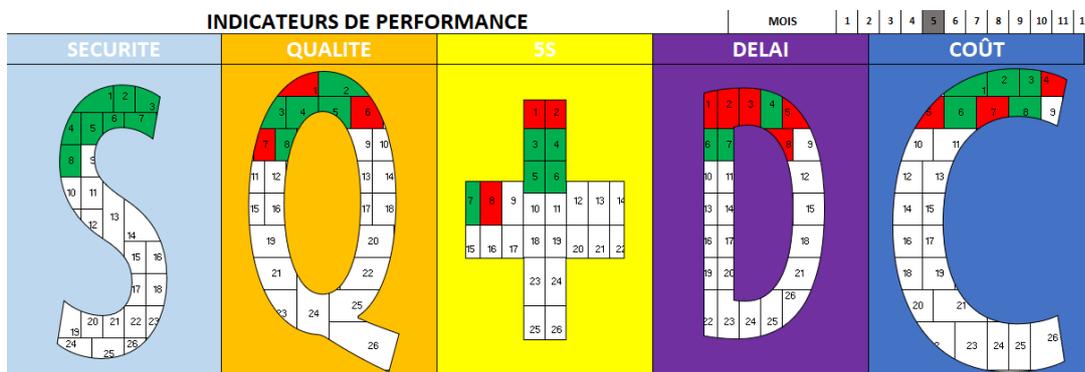


Figure 75: Exemple de tableau de bord

NB : Plan d'action du management visuel on peut le voir dans l'annexe 14.

1.8. Maintenance préventive du poste dosage & moulage

Des solutions techniques sont proposées sous forme de tableau pour chaque séquence pour arriver à réduire de défaillances des équipements qui constituent cette séquence et par la suite atteindre un taux de disponibilité et de fiabilité maximal. Voir le tableau 21.

Elément	Mode de défaillance	Action préventive	Périodicité
Système de malaxage	Blocage de l'arbre de rotation.	<ul style="list-style-type: none"> Remplacement des roulements systématique. 	Chaque 6mois
	Echauffement de la tête de malaxeur	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle de la température du moteur. 	Chaque 2mois
		<ul style="list-style-type: none"> planifier une lubrification/ Graissage des composants du malaxeur périodique. 	Chaque 1 mois
	Blocage des vannes de mélange.	<ul style="list-style-type: none"> Nettoyage périodique des conduites. 	Chaque fin de production
	Rupture de courroie	<ul style="list-style-type: none"> Vérifier le serrage et le bon alignement des poulies. 	Chaque 2 mois
		<ul style="list-style-type: none"> Vérifier l'état des poulies. 	Chaque 1 mois
Pompe	Pompe bloqué	<ul style="list-style-type: none"> Nettoyage périodique de pompe (des impuretés). 	Chaque 2mois
Les tuyaux des produits	Tuyau coupé	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle périodique des valeurs affichées dans manomètres 	Chaque instant.
		<ul style="list-style-type: none"> Vérification de l'état et des tuyaux. 	Chaque 1 mois
		<ul style="list-style-type: none"> Changement périodique des tuyaux 	Chaque 2mois
Carrousel	La chaîne coupée	<ul style="list-style-type: none"> Vérifier l'état de la chaîne et des systèmes de poulie. 	Chaque 2mois
		<ul style="list-style-type: none"> Changement de la chaîne. 	Chaque 9mois

Tableau 21 : Les actions préventive

Définition d'un Plan de Maintenance Préventives :

Un plan de maintenance préventive est défini, par la norme NF X 60-010, comme suit :

« Ensemble structuré de tâches qui comprennent les activités, les procédures, les ressources et la durée nécessaire pour exécuter la Maintenance. »

+ Ressources utilisées dans l'élaboration du plan de maintenance :

Pour établir un plan de maintenance, il est nécessaire de se baser sur différentes ressources, afin de ressortir avec des résultats tenant compte des différents aspects qui entre en jeu dans le bon fonctionnement des engins (technologie des engins, conditions de travail...). Pour ce faire, les différentes ressources qu'on a recensées pour réaliser le plan de maintenance préventive sont :

+ Historique des interventions et suivi des pannes :

Le dossier historique des interventions et le suivi des pannes qu'on a réalisés sont primordiaux dans la détermination des symptômes des défaillances et leurs fréquences d'occurrence. Ceci a pour but de :

- Déterminer la fréquence d'apparition de défaillance.
- Des moyens pour lutter contre les défaillances critiques avant qu'elles causent l'arrêt des engins.
- Savoir les opérations de contrôle et de maintenance mises en place, et leurs périodicités afin de combler les lacunes en prenant les mesures nécessaires.

Vu que l'historique des interventions n'est pas assez fiable pour en tirer tout cela, il était nécessaire de recourir à l'expérience des opérateurs et mécaniciens de l'atelier.

Retour d'expérience : on n'a pas le dossier historique des interventions complet en termes d'analyse des pannes. Alors revenir à l'expérience, prendre l'avis des opérateurs et les mécaniciens s'avère primordial pour la détermination des pannes, leurs causes racines et les opérations de contrôle mise en place.

+ Maintenance 1ere niveau pour l'opérateur :

- ✓ Mesures de caractère général d'entretien :
- ✓ Vérifier les équipements de sécurité de la machine (les arrêts d'urgences.)
- ✓ Vérifier les paramètres de programme.
- ✓ Vérifier le bon fonctionnement des Vannes des produits.
- ✓ Vérifier le nettoyage de la tête.
- ✓ Vérifier la pression de pompe et le niveau de réservoir des produits.
- ✓ Nettoyer l'intérieur du malaxeur avec un produit (acide).
- ✓ Vérifier l'état des tuyaux (Vérifier qu'il n'y a pas de fuites dans les tuyaux).
- ✓ Vérifier que la chaîne et la courroie doivent être toujours bien alignées.

+ Tableau du plan de maintenance préventive :

J'ai présenté le tableau de maintenance préventive de la machine PU dans l'annexe 15.

1.9. La sensibilisation des opérateurs

On ne peut pas réaliser une amélioration ou adopter le concept de l'amélioration continue dans l'entreprise sans formation continue surtout au niveau des opérateurs, le cœur de la production. Il faut appliquer le principe du TPM pour améliorer l'aspect maintenance tel qu'elle n'a pas de machine critique et dangereuse en termes d'une fiche de début de travail que l'opérateur doit vérifier avant de commencer son travail.

Pour toutes ces raisons, j'ai proposée de mettre en place un plan de sensibilisation et des motivations dans le cadre de la TPM pour assurer cette amélioration.

En d'autres termes, dois :

- Motiver les opérateurs par des primes supplémentaires au cas où le rendement de la ligne atteint la valeur demandée.
- Faire appel à un contrôle quotidien de la production.
- Pénaliser les opérateurs en cas de non-respect des consignes
- Organiser des séances de formation pour les opérateurs afin de les sensibiliser de l'importance de l'amélioration de production.

2. L'estimation des gains

2.1. Valeurs ajoutées de la méthode SMED

Au niveau de changement de série : Après l'application de la méthode SMED nous avons prévu des réductions du temps de changement de série suivantes :

Réduction du temps de changement de série de filtre à air pour la machine pliage à 40 min (72,83 min avant) en parallélisant les opérations et en éliminant le temps de déplacements de la matière première/outillage. Voir la figure 76.

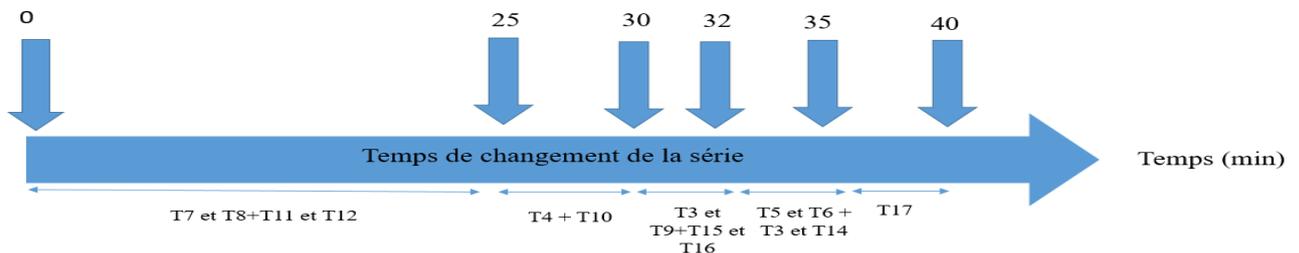


Figure 76: Chronologie du changement de référence après SMED

Au niveau de changement de la tête : Réduction du temps de changement de la tête de filtre à air pour la machine PU à 2 min (8 min avant) en éliminant le temps de déplacements d'outillage et nettoyage de la tête.

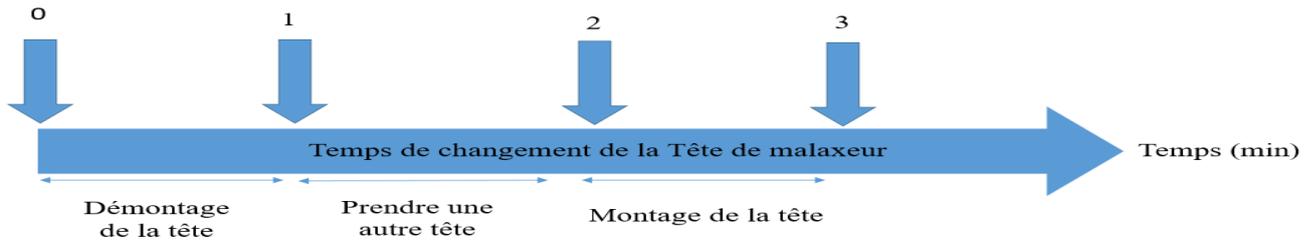


Figure 77: Chronologie de changement de la tête après SMED

2.2. Résultats attendu à partir de chantier 5S de l'atelier

Si nous avons pu organiser l'atelier de production. La mise en place de chaque élément dans sa place et la classification de chaque outil/ matériel/les encours selon sa catégorie ou son poste permettrait de gagner un temps non-négligeable.

L'application de la méthode 5S a donnera les résultats suivants :

- ✓ Eliminer les mudas de déplacements du poste → Réduction des pertes de temps pour la recherche des outils/moyen de manutention.
- ✓ Amélioration du management visuel de l'atelier de production.
- ✓ Standardiser les emplacements de chaque élément de l'atelier.

2.3. Gain qualitatif :

La figure 74 représente les gains qualitatifs de notre amélioration.

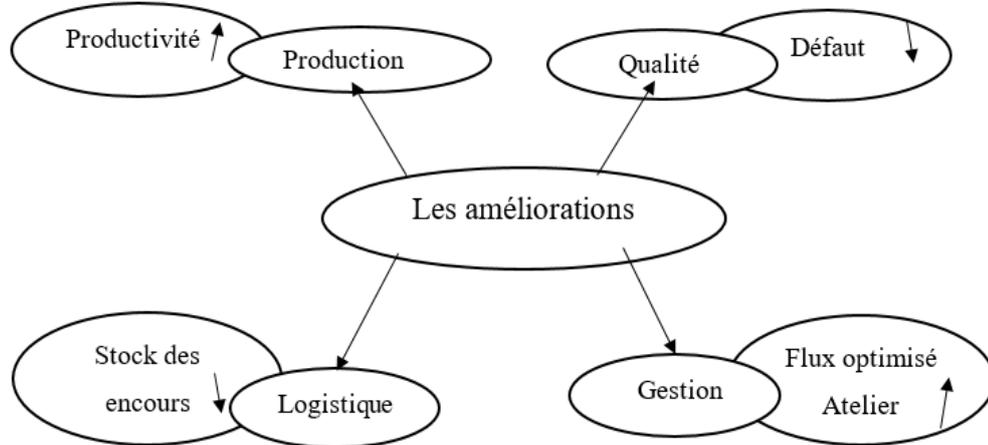


Figure 78: Les gains qualitatifs.

2.4. Autre gains

Le tableau 22 représente les gains tangibles et les gains intangibles.

Les gains tangibles	Les gains intangibles :
Eviter les arrêts du poste.	Standardiser les procédures de production.
Réduction des temps d'attente	Adopter la démarche Lean Manufacturing

Tableau 22: Les gains tangibles et les gains intangibles

Conclusion générale

Ce projet, effectué au sein de BRIGH SUD AUTOMOTIVE Casablanca, a eu pour objet l'optimisation de la performance opérationnelle de la ligne de production filtre. L'objectif fixé de l'output dans la chaîne par Brigh Sud Automotive est de 1800 filtres par jour. Cet objectif a été fixé par le département de production. Pour atteindre cet objectif, nous avons effectué un réajustement de capacité en se basant sur les outils du Lean Manufacturing afin de définir tout type de gaspillage. Et pour enchaîner notre travail, au cœur du Lean Manufacturing, nous avons utilisé la démarche DMAIC. À son terme, un bilan du travail réalisé durant la période de stage est dressé ci-après. En premier lieu, l'étape définir consiste à préciser le périmètre du projet par des statistiques pour faire apparaître que la chaîne filtre d'air est celle la moins perforante par rapport aux autres chaînes, dans la suite, pour bien conduire le projet, il était nécessaire de bien visualiser le problème par une présentation de la ligne. Ainsi qu'on a employé le SIPOC pour schématiser le flux de la chaîne de filtre d'air. En deuxième lieu, phase Mesurer-Analyser qui est caractérisée par des statistiques établies pour savoir l'état actuel de la productivité actuelle et l'objectif à atteindre. Après, nous avons entamés le chronométrage afin de bien définir le temps actuel, pour analyser les temps de cycle et l'évaluation de l'ajustement actuel, puis on a identifié les postes goulots, ainsi le chronométrage des arrêts programmés pour les analyser. Puis on a exécuté et analysé par le diagramme de spaghetti et l'analyse le déroulement et la cartographié VSM le flux de production. Après, j'ai attaqué l'analyse du down time, et j'ai terminé par l'analyse des mudas, le but de cette phase était de trouver les vraies sources de gaspillages. En troisième lieu, l'objectif était de proposer un ensemble des actions d'amélioration pour chasser les gaspillages du processus de production par la mise en œuvre de la méthode SMED, les fiches des programmes de machine PU, les cartes d'identité des filtres, mode opératoire des postes, nouvelle implantation, planification de zone préparation de la matière première dans l'atelier de production, mise en place de management visuel (standardiser les emplacements des éléments, etc.) et réalisation du plan de la maintenance préventive du machine PU afin de sensibiliser les opérateurs. Ces actions nous ont permis de gagner l'ensemble des gains d'une valeur de 11,11% durant 59min50sec, également des gains qualitatifs (Ex : augmentation de la productivité), tangibles, intangibles. En guise de perspectives, nous proposons d'aborder les axes suivants dans le cadre de l'amélioration continue :

- Dupliquer le projet sur les autres lignes, afin de faciliter l'identification des opportunités d'amélioration.
- Mener des actions d'amélioration au sein de l'atelier de production pour l'application de la SMED, la zone de préparation de la MP et plan préventive de machine PU et nouveau plan de l'implantation. Mon projet de fin d'étude m'a permis d'appliquer une diversité d'outils de travail que j'ai déjà eu l'occasion de voir au cours de ma formation, et d'apprendre d'autres nouveaux outils. Il m'a également offert l'opportunité de découvrir l'environnement industriel et les conditions de travail de l'ingénieur et d'acquérir une expérience très riche aussi bien au niveau technique qu'au niveau relationnel.

Bibliographie

- J-P Hubérac 'Guide des méthodes de la qualité ', 2eme édition Maxima, 2001.
- Six Sigma Comment l'appliquer Maurice PILLET
- COURTOIS & C. MARTIN-BONNEFOUS & M. PILLET 'Gestion de production', 4eme édition 'Edition d'organisation' ,2003.
- Documents Works précision (consultant en organisationnel)
- Documents de la société
- Cours de professeur CHAFI Anas
- Cours des professeurs RZINE Bouchra et TAJRI Ikram
- Cours de professeur RAMADANY Mohammed

Webographie

[Méthodes de Supply Chain ISMAG: Analyse du déroulement \(methodes-supply-chain-ismag.blogspot.com\)](http://ismag.blogspot.com)

[Outils de la performance industrielle.pdf](#)

<https://www.sesa-systems.com/lean-manufacturing-gestion-des-stocks-et-des-flux>

<https://www.nutcache.com/fr/blog/mudas-lean-les-7-gaspillages-de-la-gestion-lean/>

<https://leansixsigmafrance.com/blog/outils-essentiels-lean-manager/>

[file:///C:/Users/user/Downloads/Guide pratique des 5S et du management v.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Guide_pratique_des_5S_et_du_management_v.pdf)

[file:///C:/Users/user/Downloads/Outils%20de%20la%20performance%20industrielle%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Outils%20de%20la%20performance%20industrielle%20(1).pdf)

<https://www.bluelean.fr/blog/outils-lean/1-analyse-de-deroulement.html>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Value_stream_mapping

<https://theos.fr/diagramme-spaghetti-une-solution-simple-et-efficace/>

Les annexes :

Annexe 1 : Logigramme pour le filtre d'air

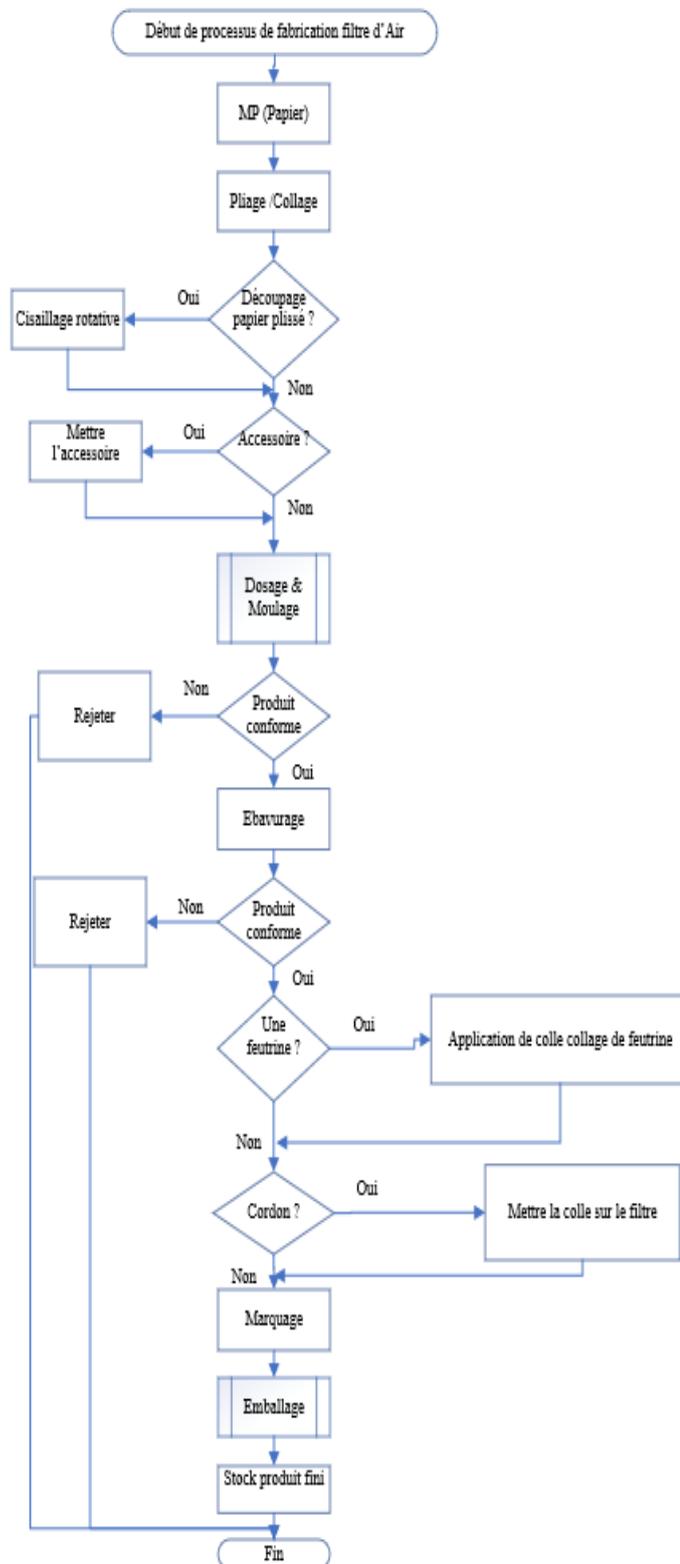


Figure 80: Logigramme de filtre d'air.

Les sous-programmes :

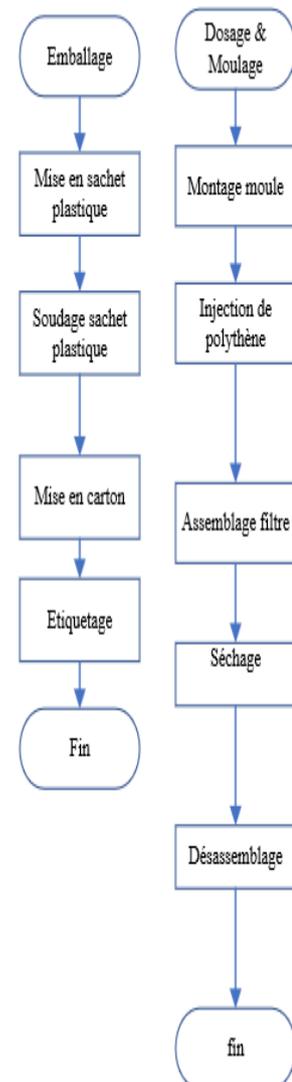


Figure 79: Le sous-programme emballage et dosage.

Annexe 2 : Logigramme pour le filtre huile & gazoil

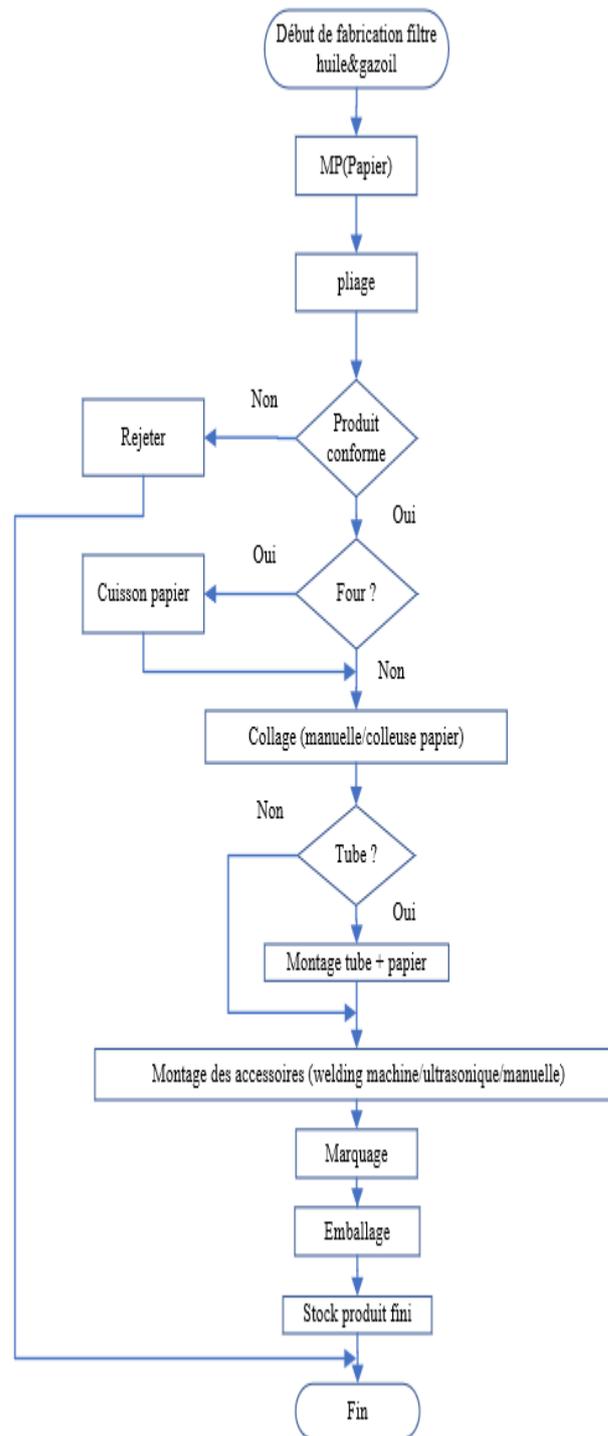


Figure 81: Logigramme de filtre d'huile& gazoil.

Annexe 3 : Logigramme pour le filtre d'air poids lourd

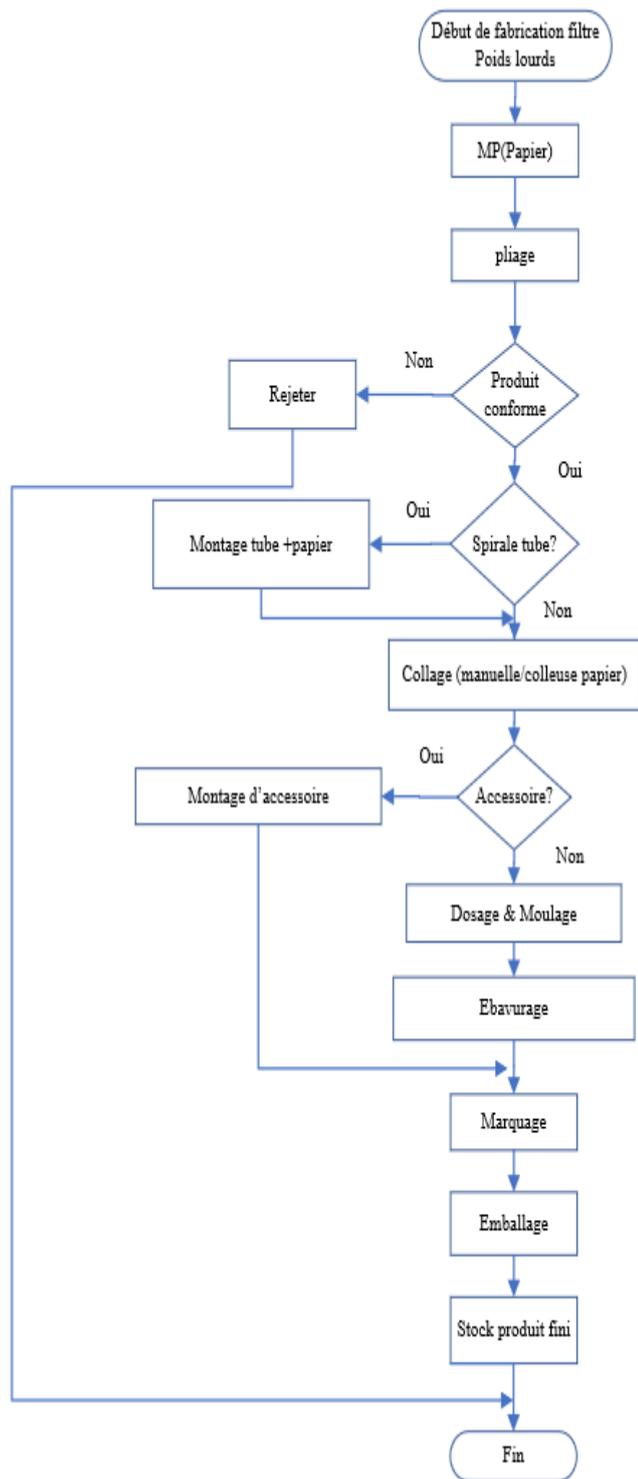


Figure 82: Logigramme de poids lourd.

Annexe 4 : L'historique de la productivité.

Jour	Productivité %	Objectif %
J1	81,1	100,0
J2	77,3	100,0
J3	82,5	100,0
J4	82,6	100,0
J5	87,5	100,0
J6	74,1	100,0
J7	68,4	100,0
J8	81,7	100,0
J9	84,3	100,0
J10	81,7	100,0
J11	86,2	100,0
J12	77,7	100,0
J13	71,6	100,0
J14	72,7	100,0
J15	62,6	100,0
J16	66,5	100,0
J17	49,9	100,0
J18	73,4	100,0
J19	64,8	100,0
J20	69,3	100,0
J21	57,4	100,0
J22	56,5	100,0
J23	55,4	100,0
J24	53,2	100,0
J25	85,5	100,0
J26	75,3	100,0
J27	80,7	100,0

Tableau 23: L'historique de la productivité

Annexe 5 : l'exemple de fichier de suivi de la productivité.

Date	Nom	Shift	N° OF	Référence	opération	desc	Machine	Total produit	Debut			Fin			Temps d'arrêt(min)			Net eal/ProdH	Objectif	PRODUCTIVITE Performance
									H	mm	s	H	mm	s	Del	Pann	Ch. REF			
23/03/2021	GHZAL DIRISS	JOUR		KM.LX35422	ballage mise en cares emballés de	manuel	785	8	0	18	0	60						85	244,4	34,8%
23/03/2021	ZAKARIA DOUH	JOUR		LX792	plissage air	age papier filndSSEUSE A	592	8	0	18	0	60						66	144,4	45,5%
23/03/2021	SABIR MOHAMED	JOUR		LX3542LX1298LX	assemblage FAA	emballage filtreBALLAGE FIL	109	8	0	18	0	60	140					86	200,0	83,2%
23/03/2021	MOHAMED CHADUE	JOUR		LX3542LX1298	assemblage FAA	emballage filtreBALLAGE FIL	803	8	0	14	0	60						81	200,0	80,3%
23/03/2021	HALIMA LAHCIMI	JOUR		LX3542LX1298	assemblage FAA	emballage filtreBALLAGE FIL	803	8	0	14	0	60						81	200,0	80,3%
23/03/2021	MOUNA BOUBER	JOUR		LX3542LX1298	assemblage FAA	emballage filtreBALLAGE FIL	803	8	0	15	0	60						118	200,0	58,8%
23/03/2021	OUAN ABDELLETTI	JOUR		LX35422	coudon	e la colle sur leuseuse court	500	8	0	14	0	60						100	177,8	56,3%
23/03/2021	HALIMA GUIDI	JOUR		LX1298LX3542	ebavurage FAA	lron filre parrE bavreus	782	8	0	18	0	60						87	133,3	65,2%
23/03/2021	HAKZA ORIF	JOUR		CB26	plissage huile	aper filtre à huE LSE HUI	614	8	0	18	0	60						68	66,7	102,3%
23/03/2021	ABDELHAOU KHATIAE	JOUR		LX3542LX1298	assemblage FAA	emballage filtreBALLAGE FIL	281	8	0	9	45	0						61	200,0	80,3%
23/03/2021	YASSIN AWAL	JOUR		KM.LX3542	emballage manqage logo & réfrimrment		497	13	20	16	5	0						81	244,4	73,9%
23/03/2021	OUAN ABDELLETTI	JOUR		LX3542	oupage papier plissésalle rotative	LE POTA	300	14	0	18	0	0						75	144,4	51,9%
23/03/2021	ABDELHAOU KHATIAE	JOUR		LX35422	coudon	e la colle sur leuseuse court	442	9	45	12	20	0						171	177,8	96,2%
23/03/2021	MOHAMED CHADUE	JOUR		LX35422	ballage mise en saire dans le sac	manuel	286	14	0	16	5	0						128	244,4	52,2%
23/03/2021	MOHAMED CHADUE	JOUR		LX798	assemblage FAA	emballage filtreBALLAGE FIL	306	16	5	18	0	0						80	200,0	79,8%
23/03/2021	HALIMA LAHCIMI	JOUR		LX35422	ballage mise en saire dans le sac	manuel	150	14	0	16	6	0						71	244,4	29,2%
23/03/2021	HALIMA LAHCIMI	JOUR		LX1298	assemblage FAA	emballage filtreBALLAGE FIL	306	16	6	18	0	0						81	200,0	80,5%
23/03/2021	MOUNA BOUBER	JOUR		LX792	plissage air	age papier filndSSEUSE A	40	15	50	16	5	0						60	144,4	110,8%
23/03/2021	MOUNA BOUBER	JOUR		LX1298	assemblage FAA	emballage filtreBALLAGE FIL	306	16	5	18	0	0						80	200,0	79,8%
23/03/2021	ABDELHAOU KHATIAE	JOUR		LX35422	ballage mise en saire dans le sac	manuel	497	12	20	16	5	0						81	244,4	73,9%
23/03/2021	FATIHA	JOUR		LX35422LX1298	ebavurage FAA	lron filre parrE bavreus	888	8	0	18	0	60						99	133,3	74,0%
23/03/2021	YASSIN AWAL	JOUR		LX35422	coudon	e la colle sur leuseuse court	597	8	0	13	20	60						138	177,8	77,5%

BRIGH SUD SARL

SUIVIS JOURNALIERE DE PRODUCTION PAR OPERATEUR SECTION FILTRES

SUP 95%
ENTRE 75% ET 85 %
INF 75%

Nbr Eff
12

SECTION: **FILTRE**

% Arrêt
2,2%

Usine Perf %
69,3%

Figure 83: L'exemple de suivi la productivité journalière.

Annexe 6 : chronométrage des références LX1258 et LX752.

		Référence LX752 (31/03/2021)					Référence LX1258 (07/04/2021)			
		Temps de Pliage en S	Temps de Découpage papier en S	Temps de Dosage & moulage en S	Temps de Ebavurage en S	Temps de Cordon en S	Temps de Pliage en S	Temps de Dosage & moulage en S	Temps de Ebavurage en S	Temps de Feutrine en S
1		41	15	32,3	20	10	21,0	21,3	20	17,43
2		40	18	28,3	23	9	21,73	20,5	18	22,13
3		42	20	31,2	21	11	20,9	20,3	21	25,96
4		40	22	28,6	26	9	21,05	14,3	19	22,54
5		41	24	33,8	19	8	21,16	21,5	23	19,55
6		41	19	34,9	22	10	20,54	20,3	21,5	21,87
7		43	23	30	21,5	9	21,71	19,7	22	20,28
8		42	27	31,2	24	9	22,02	18,68	21	22,8
9		41	27	32,4	20	11	21,28	15,16	19	23,72
10		42	28	35	21	10	20,67	18,41	22	25,14
11		41	23	32	25	9	21,98	17,13	18	24,67
12		41	26	29,8	23	9	21,32	21	22	25,08
13		42	28	30,9	24	9	20,45	10,89	19	23,86
14		42	30	33,7	23	10	21,49	20,47	21	21,51
15		41	38	32,4	22	11	20,74	19,85	20	25,52
Habilité		0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Activité		0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Conditions travail		0	0	0	0	0	0	0	0	0
max		43,0	38,0	35,0	26,0	11,0	22,0	21,5	23,0	26,0
min		40,0	15,0	28,3	19,0	8,0	20,5	10,9	18,0	17,4
T moyen		41,31	24,1429	31,7667	22,3	9,6	21,2	18,634	20,43	22,8
Taux d'aleas %		7,263	95,2663	21,0913	31,39	31,25	7,406	56,9926	24,47	37,41
coéf stabilité		0,04	-0,04	0,01	-0,02	-0,02	0,04	-0,04	0,01	-0,02
To = T moy X J.E		42,96	23,1771	32,0843	22,52	9,408	22,05	17,8886	21,25	22,35
COEFF.DP		1,00	1,13	1,11	1,07	1,11	1,00	1,11	1,10	1,11
Th = To X DP		43,0	26,2	35,6	24,1	10,4	22,0	19,9	23,4	24,8

Figure 84: Chronométrage des références.

Annexe 7 : des coefficients

Jugement d'efficacité(J.E)

Habilité			Opérateur
Qualificatif	Sym	Correctif	
Excessive	A1	0,15	- Exécutant la tâche depuis des années - Doué naturellement
	A2	0,13	- N'a plus à réfléchir à son travail - Qualité de travail irréprochable
Excellente	B1	0,11	- Parfaitement habilité au travail - Travail avec précision
	B2	0,08	- Ayan plainement confiance en soi - Erreurs presque inexistantes
Bonne	C1	0,06	- Sait réparer les erreurs - Opérateur autonome
	C2	0,03	- Rsltat de travail conforme aux spcifications
Moyenne	D	0	- Travail avec une adresse suffisante - Adapté au travail - sait préparer son travail
Passable	E1	-0,05	- Opérateur peu apte, mais habitué au travail - Opérateur relativement nouveau
	E2	-0,1	- A peu près familiarisé avec la machine et le poste
Médiocre	F1	-0,16	- Débutant ou inapte - Hésitant sur son mode opératoire
	F2	-0,22	- S'arrête entre les mouvements - A des gestes gauches ou maladroites

Activité			Opérateur
Qualificatif	Sym	Correctif	
Acrobatique	A1	0,13	- Il adopte une cadence impossible à suivre
	A2	0,12	- Son activité bien que parfaite présente à terme des risques pour sa santé
Excellente	B1	0,1	- Il travail vite - Il s'intéresse beaucoup à son travail
	B2	0,08	- Il s'efforce à faire mieux que les autres - Il peut être partenaire du technicien d'étude du travail
Bonne	C1	0,05	- Peu de temps perdu - Il s'intéresse a son travail
	C2	0,02	- Travail à la cadence soutenue - Il demande conseil et fait des suggestions
Moyenne	D	0	- Il travail régulièrement - Il accepte les suggestions, sans en faire lui-même - "ni bon ni mauvais"
Passable	E1	-0,04	- L'opérateur disperse son attention - Il apporte à son travail un minimum d'énergie
	E2	-0,08	- Il joue sur son mode opératoire
Médiocre	F1	-0,12	- Visiblement l'opérateur tue le temps - il manque de goût pour son travail
	F2	-0,17	- Opérateur manifestement démotivé

Conditions de travail		
Qualificatif	Sym	Correctif
Optimum	A	0,08
Excellente	B	0,04
Bonne	C	0,02
Moyenne	D	0
Passable	E	-0,03
Médiocre	F	-0,02

Stabilité			
Qualificatif	Sym	Correctif	Taux d'aléas
Très poussée	A	0,04	≤ 10%
Excellente	B	0,03	10% < ?? ≤ 15%
Bonne	C	0,01	15% < ?? ≤ 25%
Moyenne	D	0	25% < ?? ≤ 30%
Passable	E	-0,02	30% < ?? ≤ 50%
Médiocre	F	-0,04	> 50%

$$\text{Taux d'aléas du cycle} = \frac{T_{\text{max}} * T_{\text{min}}}{T_{\text{moyen}}} * 100$$

Coefficient D.P

Tableau récapitulatif des coefficients DxP

Coef. DP	Position	Main d'œuvre masculine										Main d'œuvre féminine					
		Effort en Kg															
		0-1	1-3	3-6	6-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	0-1	1-3	3-6	6-10	10-15
↖ ↗		1,08	1,09	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,07	1,08	1,10	1,13	1,18
↖ ↗	↖ ↗	1,11	1,12	1,13	1,15	1,17	1,19	1,21	1,23	1,25	1,27	1,29	1,10	1,11	1,13	1,17	1,21
↖ ↗	↖ ↗	1,13	1,14	1,15	1,17	1,19	1,21	1,23	1,25	1,27	1,29	1,31	1,12	1,13	1,15	1,19	1,24
↖ ↗	↖ ↗	1,15	1,16	1,17	1,19	1,21	1,23	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34	1,13	1,15	1,17	1,21	1,26
↖ ↗	↖ ↗	1,17	1,18	1,19	1,21	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34	1,36	1,15	1,17	1,19	1,23	1,30
↖ ↗	↖ ↗	1,19	1,20	1,21	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32	1,35	1,37	1,39	1,17	1,19	1,21		
↖ ↗	↖ ↗	1,24	1,25	1,26	1,28	1,30	1,32	1,35	1,37	1,39	1,42	1,44	1,21	1,23	1,26		
↖ ↗	↖ ↗	1,26	1,27	1,28	1,30	1,33	1,35	1,37	1,40	1,42	1,44	1,46					
↖ ↗	↖ ↗	1,28	1,29	1,30	1,33	1,35	1,37	1,40	1,42	1,44	1,47	1,49					
↖ ↗	↖ ↗	1,32	1,33	1,35	1,37	1,40	1,42	1,44	1,47	1,49	1,52	1,54					
↖ ↗	↖ ↗	1,39	1,40	1,41	1,44	1,46	1,49	1,51	1,54	1,56	1,59	1,61					

Figure 85: Les coefficients de jugement d'allure.

Annexe 8 : Analyse de déroulement de la référence LX1258

La référence LX1258 [Commencé le 12/04/2021 à 08:06]

0	Domaine	Etat					Valeurs				Observations et commentaires	Temps de contrôle	Temps d'attente	Temps de transport	Temps de stockage	Temps d'Op à VA			
		Opération	Opération	Transport	Contrôle	Attente	Stockage	Distance (en mètres)	Quantité	Poids							Temps (hh:mm:ss)		
0	<input type="checkbox"/> Main d'œuvre <input type="checkbox"/> Moyens <input checked="" type="checkbox"/> Matière <input checked="" type="checkbox"/> Actuelles <input type="checkbox"/> Proposées	Étapes du processus	<input checked="" type="checkbox"/>																
2	Apporter les rouleaux des papiers (Bohine=> Rouleaux) du stock au poste de pliage			X			35			00:02:00									
2	Réglage de papier et Faire des essais de plier des papiers				X				3	00:02:05									
2	Plier le papier => Produire des cartouches de papier plissé		X						162	00:53:32							00:53:42		
2	Réglage de papier et Faire des essais de plier des papiers				X				2	00:01:20									
4	Plier le papier => Produire des cartouches de papier plissé		X						188	00:56:17							00:56:17		
2	Réglage de papier et Faire des essais de plier des papiers				X					00:01:08									
6	Plier le papier => Produire des cartouches de papier plissé		X						170	00:57:53							00:57:53		
7	Stocker le chariot de cartouches de papier plissé					X			500	02:11:02							02:11:02		
8	Apporter le chariot de cartouches au poste de Dessage & Moulage		X							00:00:55									
9	Faire des essais d'assembler des filtres			X					11	00:07:30									
10	Les encours en attendant					X			3	00:07:30									
11	Faire des essais d'assembler des filtres				X				2	00:07:20									
12	Assembler les filtres (moule de papier plissé + moule de polythène)		X						500	03:27:50							03:27:50		
13	Stocker la palette des filtres					X			486	02:33:53							02:33:53		
18	Transporter les filtres vers le poste de Finition			X					18	00:03:18							00:03:18		
19	ôter les imperfections et les bavures (? postes)		X						486	02:25:21							02:25:21		
21	Stocker les filtres dans une zone					X			481	00:20:25							00:20:25		
21	Stocker les filtres dans une zone					X			481	01:20:25							01:20:25		
18	Transporter la palette des filtres vers l'emballage (poste de Feudine)		X						10	00:02:38							00:02:38		
23	Coller la feudine sur les filtres et les mettre dans un carton				X				481	01:38:10							01:38:10		
24	Stocker le carton des filtres					X				00:50:14							00:50:14		
21	Transporter le carton au poste de marquage		X						3	00:00:30							00:00:30		
21	Faire des essais de marquage					X			5	00:02:00							00:02:00		
23	Faire le marquage des filtres		X						481	01:15:09							01:15:09		
24	Emballer les filtres dans les sachets étiquetés et les mettre dans les cartons		X						276	01:20:50							01:20:50		
13	Stocker les cartons et les encours					X			266	00:10:28							00:10:28		
26	Emballer les filtres dans les sachets étiquetés et les mettre dans les cartons		X						266	02:17:19							02:17:19		
27	Transporter les vers la monte charge			X					135	00:03:35							00:03:35		
Totaux : 9 0 6 6 3 6										91	481	0	26:54:05	(Lead Time)	0:21:23	3:40:03	0:12:51	7:26:27	15:18:31
Efficacité (pourcentage d'opérations à VA) :										30%								57%	

Figure 86: L'analyse de déroulement de référence LX1258.

Annexe 10 : VSM de la référence LX752

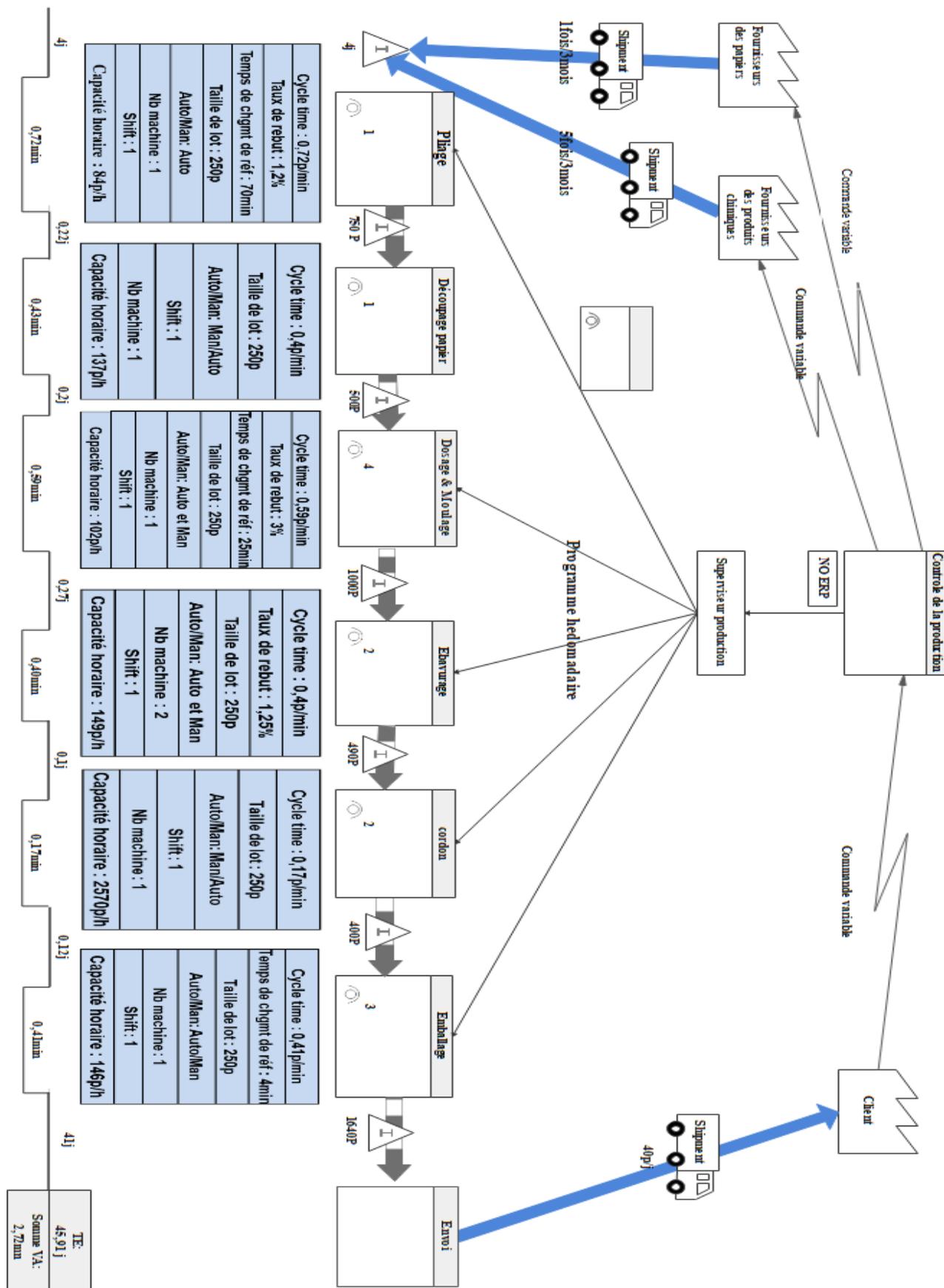


Figure 89: VSM de la référence LX752

Annexe 11 : Tableau de nombre

Type filtre	Nb des références	cumul	% cumul
Cordon	14	37%	37%
Feutrine	12	32%	68%
Simple	7	18%	87%
Accessoire	5	13%	100%

Tableau 24: Les nombres de références dans chaque type de filtre air.

Annexe 13 : Tableau des commandes

Les références du filtre	Quantité commandé	%	%Cumul
LX1258	15000	55,11	55,11
LX2995	6000	22,04	77,15
LX752	1000	3,67	80,82
LX1568	950	3,49	84,31
LX3542/2	800	2,94	87,25
LX1282	760	2,79	90,04
LX96	530	1,95	91,99
LX35	750	2,76	94,75
LX54	500	1,84	96,58
LX495	450	1,65	98,24
LX329	300	1,10	99,34
LX511/1	100	0,37	99,71
LX405	50	0,18	99,89
LX4038	30	0,11	100

Tableau 25: les commandes de mois mars.

Annexe 14 : Le mode opératoire de poste de pliage.

Reference de document :

Elaboré par : DREF Kholoud

Date de realisation : 10/06/2021

Mode opératoire



Poste de pliage

 Vérifier	 Opération	 Qualité/Sécurité
--	---	--



1	J'appuie sur le bouton vert pour alimenter la machine de colle.
	اضغط على الزر الأخضر لتشغيل ماكينة الكولا



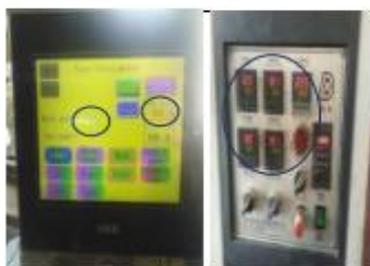
2	Je monte la bobine à sa place.
	أقوم بتركيب البوبينة في مكانها



3	Je pivote la clé vers la droite pour mise en marche.
	ادبر المفتاح إلى اليمين من اجل تشغيل الماكينة



4	J'appuie sur le bouton water channel.
	اضغط على زر قناة المياه



5	Je vérifie que le nombre de plis et les valeurs de température de l'eau et de la colle sont atteignent.
	اتحقق من الوصول إلى عدد الطبقات ولقيم درجة حرارة الماء والغراء



6	J'appuie sur le bouton motor start.
	اضغط على زر بدء تشغيل المحرك

	
7	<p>J'appuie sur le bouton mark.</p> <p>أضغط على زر العلامة</p>
	
8	<p>Je pivote le bouton de colle verte vers la gauche pour le vérifier</p> <p>أقوم بتدوير زر الغراء الأخضر إلى اليسار للتحقق منه</p>
	
9	<p>Je pivote le bouton de vitesse vers la droite pour commencer à plier le papier et pour réglage de vitesse</p> <p>أقوم بتدوير زر السرعة إلى اليمين لبدء طي الورق وأيضا لضبط السرعة</p>
	
10	<p>Si le papier à l'entrée de la convoyeur J'appuie sur le bouton noir pour démarrer le convoyeur</p> <p>إذا كانت الورقة عند مدخل الناقل ، أضغط على الزر الأسود لبدء تشغيل الناقل</p>
	
11	<p>Je decoupe a l'aide d'un quitteur le papier selon le marquage de style</p> <p>قمت بقص الورق وفقاً لعلامة القلم بمساعدة أداة تقطيع</p>
	
12	<p>Je vérifie le nombre de plis manuellement</p> <p>أتحقق من عدد الطيات يدوياً</p>
	
13	<p>Je mets les cartouches de papier pliées dans un chariot, Si le chariot est plein je le mettre à sa place</p> <p>أضع خراطيش الورق المعطوية في عربة. إذا كانت العربة ممتلئة أضعها في مكانها</p>

Figure 90: exemple de mode opératoire de poste pliage.

Annexe 14 : Plan d'action de management visuel

Action	Pilote	Délai
Validation des chantiers	BRIGHACH/DEMNI	-
Demande d'achat de besoin matériel	Kacem Haour	2 jours
Acquisition des besoins matériels	YAFII Ilham	ASAP
Allocation des ressources humaines	Kacem Haour	-
Démarrage du chantier d'identification	Dref kholoud Kacem Haour	3 Jours
Démarrage du chantier de marquage au sol	Dref kholoud Kacem Haour	4 Jours

Tableau 26: Plan d'action de management visuel.

Stage effectué à : **BRIGH SUD AUTOMOTIVE Casablanca**



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Nom et prénom : DREF kholoud

Année Universitaire : 2020/2021

Titre : Optimisation de la performance opérationnelle de la ligne de production filtre.

Résumé

Le marché industriel requiert une production de qualité à des prix compétitifs, comme c'est le cas dans l'industrie des filtres d'automobile. L'impact des temps non productif sur la productivité est un phénomène complexe et la maîtrise de ce phénomène constitue toujours une avancée pour les industriels.

L'objectif de ce projet est d'analyser et d'identifier les causes spécifiques de la dégradation de la performance opérationnelle de la ligne de production filtre.

Le processus de résolution de problèmes proposé dans notre étude est inspiré de la démarche DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler) de Six Sigma.

L'application de la démarche DMAIC dans notre étude a révélé que 80% de la non-performance est occasionnée par des temps de cycle très élevé qui dépassent le takt time.

Afin de remédier à cette problématique, il faut bien ajuster la chaîne de production et éliminer les différents dysfonctionnements de la ligne de production.

Mots clés : Lean Manufacturing, Gaspillage, Filtre à air, VSM, Productivité, Efficience, SMED, 5S.

Abstract

The industrial market requires a good quality production with competitive prices; this is the case in the automotive filters industry. The non-productive time impact on productivity is a complex phenomenon, and understanding this phenomenon represents a real challenge for industrials.

The main goal of this thesis is to analyze and identify the specific causes of performance degradation of the assembly area PDB JFC.

The process put forward in our study is inspired by the DMAIC approach (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control) of Six Sigma.

The use of the DMAIC approach in our study showed that 80% of non-performance is because the very high cycle times that exceeds the takt time.

To solve this issue, it is essential to map the information and material flow and eliminate the various problems of the production line.

Keywords: Lean Manufacturing, Waste, Air filter, VSM, Productivity, Efficiency, SMED, 5S.

