

Dédicaces

A mes très chers parents Ayechi habib et battikh jamilla, en signe d'amour, de respect et de reconnaissance, pour tous les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et mon bien-être.

Aucune dédicace ne saurait exprimer ma grande amour, mon intime attachement et ma profonde affection.

A ma sœurs Soumaya

A mon professeur Mondher ben Ahmed.

A mes amis.



Remerciements

Ce remerciement non pas à cause d'une exigence traditionnelle, mais parce que les personnes que nous remercions méritent vraiment leurs remerciements.

Tout d'abord, nous tenons à exprimer nos profonds et sincères remerciements aux personnes suivantes :

- Notre encadrant académique, M.BEN AHMED MONDHER, qui nous a guidé tout au long du stage par son soutien, ses précieux conseils et ses critiques constructives.

-Notre Parrain de Stage, MRABET HIBA, pour ses conseils et pour la confiance qu'il nous a accordée et l'intérêt particulier qu'il a porté à ce travail malgré ses nombreuses préoccupations.

Nous remercions également RH, KHLIFI OUMAYMA, BOUSSAMA AMENI pour l'attention qu'ils ont bien voulu nous accorder durant toute notre période de stage.

Je ne peux pas citer toutes les personnes de la société AMM qui m'aidé d'une manière ou d'une autre à réaliser ce travail dans les meilleures conditions,

Finalement, je tenus à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Sommaire

Chapitre I :Présentation Générale	3
Introduction	4
I. Les Ateliers Micromécanique AMM	4
I.1. Historique et principales étapes d'évolution.....	5
I.2. Fiche signalétique	5
I.3. Domaine d'activité.....	6
I.4. Organigramme	6
II. Contexte du projet	7
II.1. Problématique et objectifs.....	7
II.2. Planification du projet : GANTT	8
Conclusion	9
Chapitre II : Les Outils et indicateurs Lean déployés	10
Introduction	11
I. Présentation de Lean	11
I.1. Définition	11
I.2. Définition de la Valeur.....	11
I.3. Définition des gaspillages	12
I.4. Exemple d'application	12
II. Outil LEAN et indicateurs utilisés.....	12
II.1. Value Stream Mapping (VSM).....	13
II.1.2. Exemple d'application.....	13
II.2. Méthode 5s.....	14
II.3. Indicateur TRS	15
II.3.1 Définition	15
II.3.1. Exemple d'application.....	16
II.4. Méthode de Spaghetti :	16
II.5. Diagramme de Pareto.....	17
II.6. Le SMED	18
III. La démarche utilisée : L'approche DMAIC	20
III.1. Définition :	20
III.2. Exemple d'application :	21
Conclusion	22
Chapitre III : Analyse de l'état existant.....	23
Introduction	24

I.	Description de Processus de fabrication.....	24
I.1.	Bureau de réception (chiffrage)	25
I.2.	Bureau de méthode, Magasin et Bureau d'Etude.....	25
I.3.	Atelier de fabrication	26
I.3.1.	Zone de tour numérique et centre d'usinage	26
I.4.	Salle de Métrologie	28
I.5.	Zone de livraison.....	29
II.	Réalisation de VSM.....	30
II.1.	La démarche de la réalisation de la VSM	30
II.2.	Application de la VSM	30
III.	Calcul du TRS	36
IV.	Analyse de TRS	38
V.	Priorisation des causes de perte	38
V.1.	Diagramme Pareto	39
V.2.	Analyse du diagramme de Pareto	39
	Conclusion	39
	Chapitre IV : Gestion de stock et démarche 5s au sein du magasin.....	41
I.	Introduction	42
I.1.	L'état actuel du magasin	42
II.	Solutions proposées	42
II.1.	Gestion de stock.....	43
III.	Mise en place des 5S au sein du magasin.....	51
III.1.	Diagramme Ishikawa.....	52
III.2.	Les objectifs à atteindre.....	53
III.3.	Application de la méthode des 5S	54
III.3.1.	Trier et Débarrasser	54
IV.	Codification	64
IV.1.	Etat actuel	64
IV.2.	Les étapes réalisées	64
V.	Contrôle à la réception.....	71
VI.	Nouveau processus de travail	72
VII.	Evaluation des gains	72
	Conclusion	73
	Chapitre V : Optimisation de temps de changement série	74
	Introduction	75

I.	Description du problème	75
II.	Objectif de la démarche	75
III.	Les étapes d'analyse de processus tour numérique :	75
III.1.	Observation du chantier	75
III.2.	Information et sensibilisation du personnel	75
III.3.	Tournage d'une séquence vidéo dans l'atelier presse	76
III.4.	Chronométrage des temps des étapes de changement de série	76
IV.	Analyse des étapes de changement.....	78
V.	Externalisation des opérations internes et maximisation du travail en temps masqué 79	
V.1.	Notions des tâches internes et externes.....	80
V.2.	Rationalisation de tous les aspects de l'opération de changement	81
VI.	Evaluation des gains	84
VI.1.	Amélioration du temps de changement de série.....	84
VI.2.	L'amélioration de l'indicateur de projet : TRS	85
	Conclusion.....	85
	Conclusion générale et perspectives	86
	Références Bibliographiques	87
	Annexes	88

Liste des tableaux

Tableau 1: fiche signalétique.....	5
Tableau 2 : Définition de 5s.	14
Tableau 3 : Exemple de résultat de SMED de la société NERVESC	20
Tableau 4:les symboles de VSM	31
Tableau 5:Perte en heure et coût de perte	34
Tableau 6:Prioritédes causes de perte de la zone tour numérique.....	38
Tableau 7:Principe de méthode ABC	43
Tableau 8:Quantité des produits consommé sur 4 mois.....	44
Tableau 9:les pourcentages cumulés	45
Tableau 10:Classification selon méthode ABC	46
Tableau 11: Code des articles.....	47
Tableau 12: Définition des méthodes de réapprovisionnement	48
Tableau 13:Matrice de décision de la méthode d'approvisionnement.....	50
Tableau 14: Photo de l'état initial du lieu du magasin.	52
Tableau 15: Photo avant et après la mise en place de 5s.....	57
Tableau 16:les étapes de changement de série	77
Tableau 17: Description des causes de problème.....	78
Tableau 18:Les étapes de SMED.	80
Tableau 19:Opérations externalisées.....	80

Liste des figures

Figure 1:Les ateliers Micromécanique	4
Figure 2:Historique de l'industrie AMM	5
Figure 3: secteur d'activité.....	6
Figure 4: Organigramme générale AMM.....	6
Figure 5: Méthode QQQQCP.....	7
Figure 6: Diagramme GANTT	8
Figure 7:Exmple de VSM de la société FUJIKURA	13
Figure 8:Exemple de diagramme spaghetti de la société POLYDESIGN	17
Figure 9:Exemple de diagramme de Pareto de la société MULTICERAME	18
Figure 10: Les étapes de SMED.....	19
Figure 11:Processus de fabrication de l'industrie AMM	24
Figure 12: Bureau de réception	25
Figure 13:Le magasin.....	25
Figure 14: Bureau de méthode.	25
Figure 15 : Zone centre d'usinage	26
Figure 16: zone de tour numérique	26
Figure 17:Zone de tour conventionnelle	26
Figure 18:Zone d'Electroérosion par fil et enfonçages	27
Figure 19: Zone d'ajustage	27
Figure 20: zone de montage	28
Figure 21: Salle de métrologie	28
Figure 22: zone d'expédition	29
Figure 23:Les étapes de réalisation de VSM.....	30
Figure 24:Value stream mapping AMM	32
Figure 25:Diagramme de production réelle et objectif	33
Figure 26:Pièce mécaniques standard	35
Figure 27:Méthode de 5 pourquoi.....	36
Figure 28:Détail de calcul du TRS	37
Figure 29:Diagramme Pareto des causes de pertes	39
Figure 30:Processus de magasin actuel.....	42
Figure 31:Diagramme de Pareto de classification ABC	47
Figure 32:Démonstration de l'emplacement de matière suivant méthode ABC.....	51
Figure 33:Diagramme Ishikawa de mauvais état du magasin.....	52
Figure 34:Zoning du magasin	61
Figure 35:Processus actuel de lancement de commande	64
Figure 36: identification de la matière	64
Figure 37: Organisation des articles non exploités	64
Figure 38:organisation des articles.....	65
Figure 39:étiquetage des articles	65
Figure 40: logiciel de gestion de stock.....	65
Figure 41:liste des articles.....	66
Figure 42:rechercher les articles demander.....	67
Figure 43: liste des articles en attente de livrais.....	68
Figure 44: liste des articles commandé	69

Figure 45: bon de réception et livraison remplir automatiquement .	70
Figure 46: nouvelle zone de contrôle à la réception.....	71
Figure 47: nouveau processus de travail	72
Figure 48:Evolution du temps de recherche des outillages et matières.....	72
Figure 49:Description de Méthode SMED.....	76
Figure 50:Diagramme ISHIKAWA de temps de changement élevé	78
Figure 51: Diagramme Spaghetti	82
Figure 52: Evolution de temps de changement de série.....	84
Figure 53:Suivi du TRS.....	85

Liste des abréviations

M : Matière, Main d'œuvre, Milieu, Moyen, Méthode.

5S : Seiri(éliminer), Seiton (ranger), Seiso (nettoyer), Seiketsu (standardiser), Shitsuke (pérenniser).

EPI : équipement de protection individuel.

SMED: single minute exchange of die.

DMAIC : Définir/mesurer/analyser/améliorer/contrôle/

Tf : temps final.

Ti : temps initial.

TRS : taux de rendement synthétique.

TR : temps requis

TB : temps de fonctionnement brut

TN : temps net

TU : temps utile

VSM: value Stream Mapping.

IED: Input Exchange of Die

OED: Output Exchange of Die

Introduction Générale

Un système de production se définit comme une organisation dont la fonction est de fournir des biens ou des services. Le contexte économique et l'évolution du marché ont conduit les entreprises à adapter leurs systèmes de production pour améliorer leur performance industrielle, notion multidimensionnelle qui fait intervenir des concepts financiers, organisationnels, opérationnels, humains et sociologiques.

La notion de performance industrielle fait référence à l'aptitude d'une entreprise à garantir des résultats par son organisation et donc à assurer sa survie. L'amélioration de la productivité est alors indispensable dans tous les secteurs d'activité, mais plus particulièrement dans les entreprises les plus exposées à la concurrence.

Toujours à la recherche d'amélioration de la performance et de réduction des coûts, AMM s'est fixé des objectifs d'augmenter la productivité et la flexibilité de ses ateliers pour réduire d'une part le coût de la production, et d'autre part, répondre aux besoins des clients, dans les délais et à un prix compétitif.

Dans ce contexte que s'inscrit ce projet de mémoire de fin d'étude, au sein de l'entreprise AMM, visant à augmenter sa productivité.

Pour atteindre nos objectifs, nous avons adopté l'approche Lean. C'est une méthode de management visant l'amélioration de la performance, basé sur l'élimination des gaspillages. Cette approche est définie par un nombre variable de principes, plus ou moins voisins, selon les auteurs.

Ce rapport se compose de six chapitres :

Chapitre 1 : Ce chapitre contient une présentation de l'industrie AMM et une description du contexte du projet.

Chapitre 2 : Ce chapitre présente brièvement les concepts et les outils du LEAN adopté dans ce projet.

Chapitre 3 : Ce chapitre est dédié à la description du procédé de fabrication et au diagnostic de l'état actuel, la mesure des indicateurs globaux du projet, la trie et la hiérarchisation des différentes causes de perte.

Chapitre 4 : Ce chapitre décrit les premières mesures d'amélioration mises en place, dont la gestion de stock et la mise en place de L'approche « 5S » des magasins du matière première et outillage.

Chapitre 5 : Ce chapitre est dédié à la description de la mise en place de la démarche SMED.

Chapitre I :Présentation Générale

Introduction

Ce chapitre présente le contexte général de notre Projet de Fin d'Etudes. Dans un premier temps, on présentera la société AMM. Ensuite on donnera un aperçu sur l'entreprise AMM en tant qu'organisme d'accueil où nous avons réalisé ce Projet de Fin d'Etudes PFE. On finira par présenter notre projet ainsi que leur planification.

I. Les Ateliers Micromécanique AMM

Les Ateliers Micromécanique « AMM » est une société de mécanique de précision, fondée en 2001 par monsieur MRABET LOTFI. Elle dispose d'une unité de fabrication de 5000 m², dotée d'un parc machines performant et possède un large éventail d'outils et d'équipements qui permet de réaliser l'étude et la fabrication de moules et outillages, ainsi que diverses pièces et ensembles mécaniques pour toutes industries.

En effet, l'entreprise réalise selon les plans ou les cahiers des charges du client, des pièces qui sont soumises à des fortes contraintes mécaniques.



Figure 1: Les ateliers Micromécanique

I.1. Historique et principales étapes d'évolution

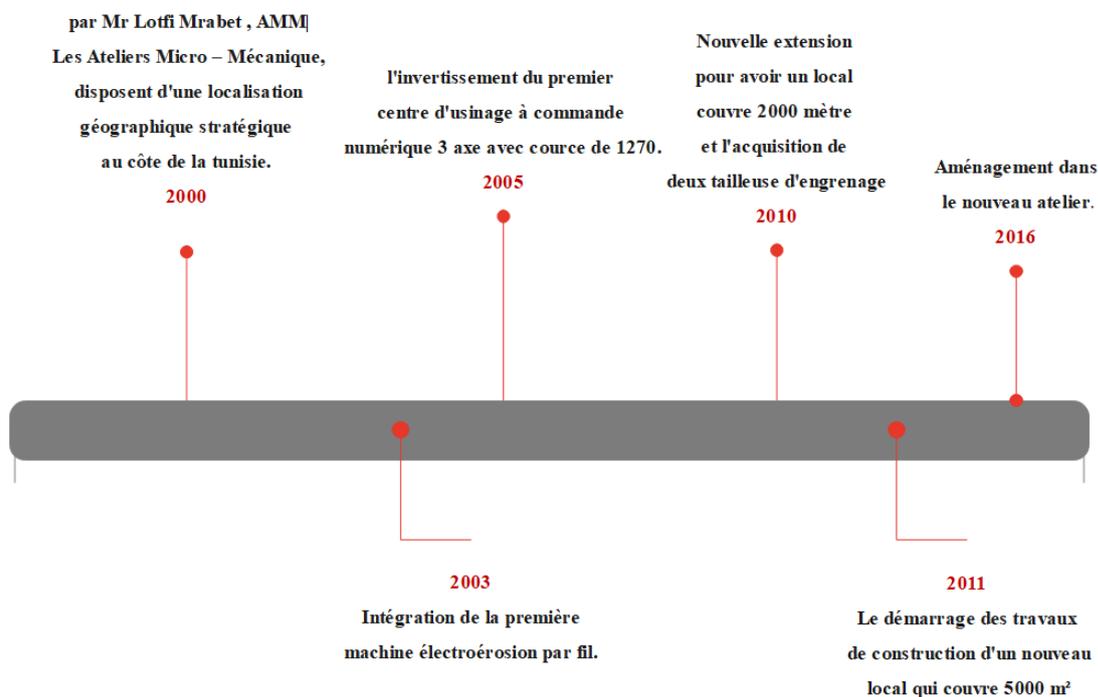


Figure 2: Historique de l'industrie AMM

I.2. Fiche signalétique

Tableau 1: fiche signalétique

Dénomination Sociale	Ateliers Micromécanique AMM
Forme Juridique	Société
Nationalité	Tunisienne
Siège social et usine	Av. Habib Bourguiba 5080, TEBOULBA
Date de Création	2001
Activité	Production des pièces mécaniques
Effectif	50 personnes
Label	ISO 9001
Marché	National et international
Téléphone	(216) 73 494 892
Fax	(216) 73 492 445
E-mail	commercial@ammtn.com

I.3. Domaine d'activité

La société AMM fabrique les pièces mécaniques dans plusieurs secteurs dont on cite :

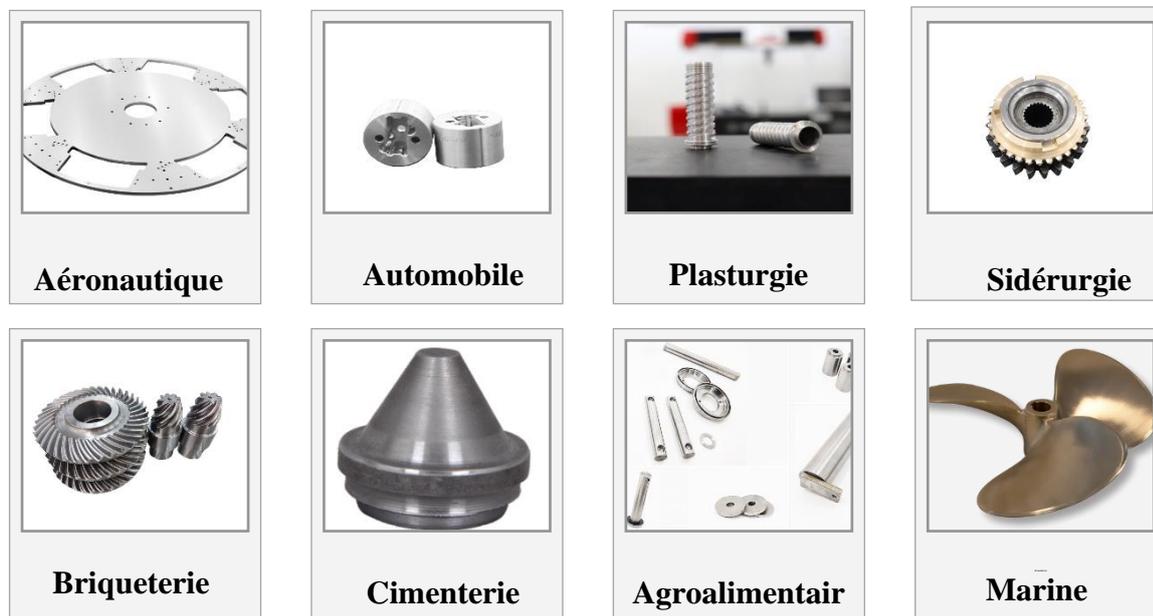


Figure 3: secteur d'activité

I.4. Organigramme

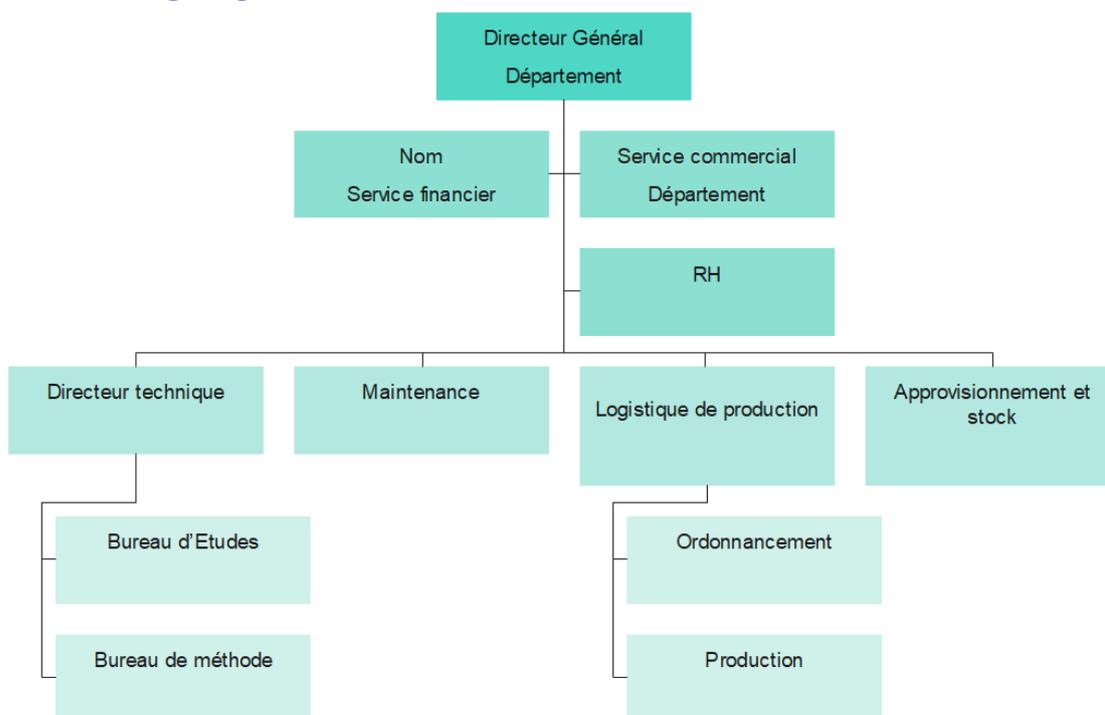


Figure 4: Organigramme générale AMM

II. Contexte du projet

II.1. Problématique et objectifs

L'industrie AMM est l'une des industries qui fabrique des pièces mécaniques pour plusieurs clients en Tunisie. Ce domaine est caractérisé par une forte concurrence nationale et internationale. L'AMM, et pour faire face à ces problèmes, décide d'améliorer sa performance afin de maximiser la production, tout en optimisant et en améliorant la régularité et la qualité de ses produits. Pour améliorer sa performance, et sa productivité, elle s'est naturellement orientée vers l'approche Lean qui semble être une solution idéale.

L'outil QQQQCP a été réalisé pour cibler les problèmes, les acteurs, ainsi que les tenants et les aboutissants.

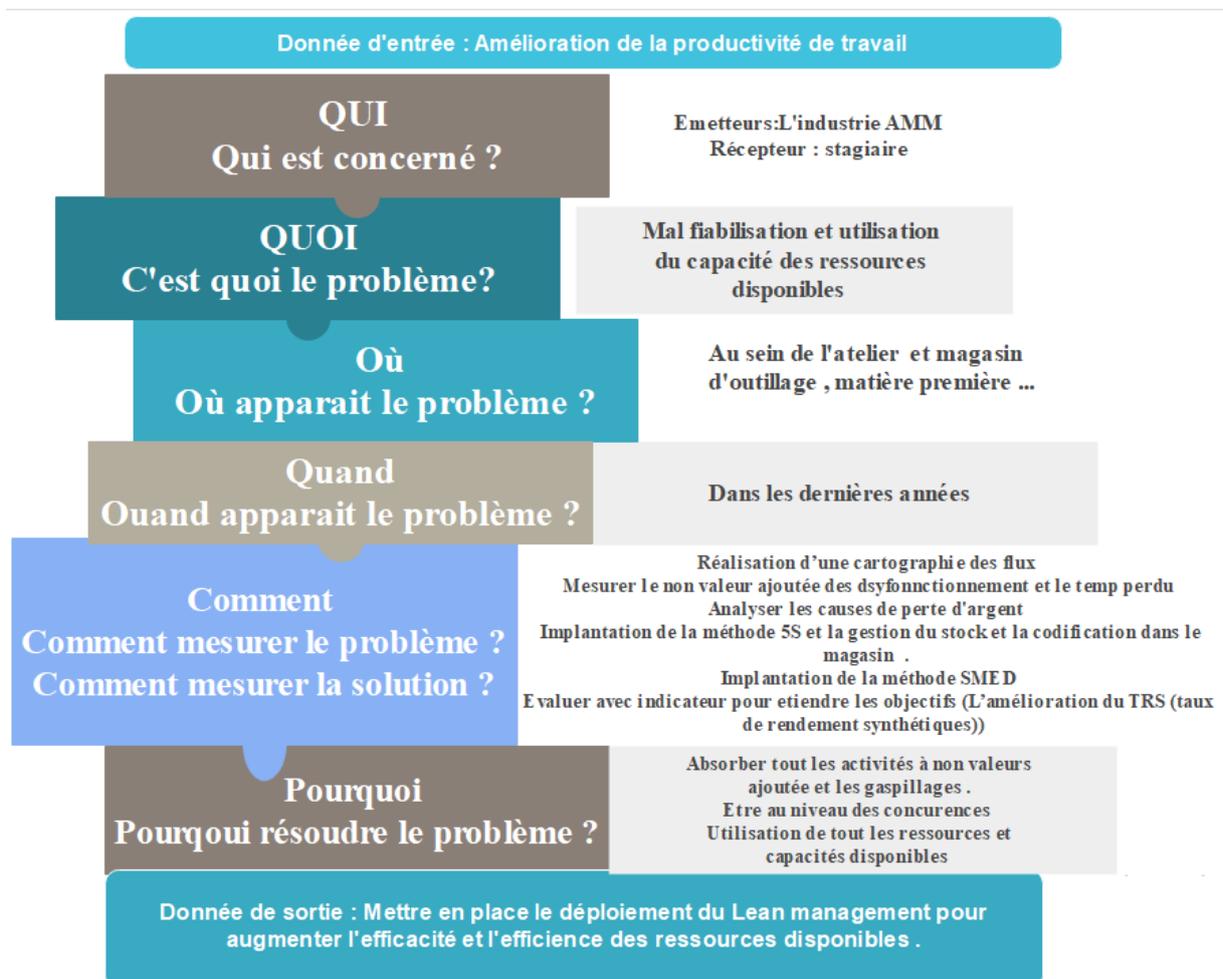


Figure 5: Méthode QQQQCP

II.2. Planification du projet : GANTT



Figure 6: Diagramme GANTT

Conclusion

Ce premier chapitre avait pour but de présenter l'organisme d'accueil ainsi le contexte de projet, une description de problématique avec la méthode QQQQCP ainsi la planification de projet avec le diagramme GANTT.

Chapitre II : Les Outils et indicateurs Lean déployés

Introduction

Après avoir eu une idée sur l'industrie AMM et le contexte de notre projet, ce chapitre sera consacré à la présentation des outils et indicateurs déployés dans notre projet.

I. Présentation de Lean

I.1. Définition

Le Lean Manufacturing a été inventé il y a plus de 50 ans par le constructeur automobile japonais Toyota. Il s'étend aujourd'hui à tous les domaines de l'industrie car il répond à la volonté universelle et grandissante de réduction des coûts de production.

En 1996, James WOMACK et Daniel JONES ont décrit les cinq fondamentaux du Lean Manufacturing :

- Définir la valeur ajoutée : prendre le point de vue du client et regarder ce pour quoi il est prêt à payer.
- Identifier la chaîne de valeur : reconnaître et caractériser les différentes étapes de fabrication, puis déterminer si elles apportent ou non de la valeur.
- Favoriser l'écoulement des flux : organiser la production pour que les opérations à valeur ajoutée s'enchaînent et ne soient pas stoppées.
- Produire en flux tiré : préférer le pilotage du flux par les besoins réels du client plutôt que par des estimations.
- Viser la perfection : fixer des objectifs ambitieux et entretenir la culture de l'amélioration continue pour les atteindre.

I.2. Définition de la Valeur

La valeur est l'estimation du service ou produit fourni au client, tel qu'il le définit. Il existe deux types de valeurs : la valeur ajoutée et la non-valeur ajoutée.

La valeur ajoutée correspond à toutes activités qui augmentent la valeur du produit aux yeux du client, c'est-à-dire les activités pour lesquelles le client est prêt à payer.

La non-valeur ajoutée représente les activités qui n'ajoutent aucune valeur au produit, ce sont des sources de gaspillages. Certaines de ces activités ne peuvent pas être évitées (sauf investissements importants).

I.3. Définition des gaspillages

Au travers du Lean, on reconnaît très vite les sept "muda" ou gaspillages. Si ceux-ci représentent des potentiels de gains appréciables, ils ne forment qu'une des trois familles de gaspillages :

- Les Muda, les gaspillages les plus facilement identifiables et les plus connus
- Les Muri, représentent les excès, le déraisonnable
- Les Mura ou toutes formes de variabilités

MUDA (Gâchis) Probablement les plus populaires parce que les plus connus et les plus facilement appréhendables, les mudas sont au nombre de sept.

1. Gaspillages provenant de la surproduction.
2. Gaspillages provenant des temps d'attente.
3. Gaspillages occasionnés par les transports.
4. Gaspillages dus aux stocks inutiles.
5. Gaspillages dans les processus de fabrications.
6. Mouvements inutiles.
7. Gaspillages dus aux pièces défectueuses. [1]

I.4. Exemple d'application

La démarche Lean a été utilisée dans un projet de fin d'étude « l'application de la Lean Manufacturing pour optimiser du temps de processus dans la zone de gainage » au sein de la société POLYDESIGN System Morocco, cette démarche consiste à optimiser du temps de processus dans la zone de gainage, en éliminant tout type de gaspillage au sein de processus de production projet B8 pour avoir un temps convenable ainsi qu'une meilleure qualité, moins de dommages et d'obsolescence, et une plus grande flexibilité grâce à une organisation autour de processus du projet B8: Casquette et Accoudoir.

II. Outil LEAN et indicateurs utilisés

Le LEAN repose sur des fondations, des éléments d'organisation prérequis, considérés comme nécessaires au bon fonctionnement des composantes plus élaborées du système.

II.1. Value Stream Mapping (VSM)

II.1.1. Définition

C'est une méthode développée par Toyota au début des années 80. Outil du Lean Manufacturing (PVA):

- vise la création de valeur.
- vise la réduction du gaspillage.
- innove dans la relation avec les fournisseurs.
- mise sur la relation avec le client.

La Value Stream Mapping, ou VSM, a été francisée en Cartographie de la Chaîne de Valeur.

L'outil VSM s'est imposé comme une méthode destinée à repérer les sources de gaspillages dans les chaînes de valeur individuelles, c'est-à-dire pour un produit ou une famille de produit.

[1]

II.1.2. Exemple d'application

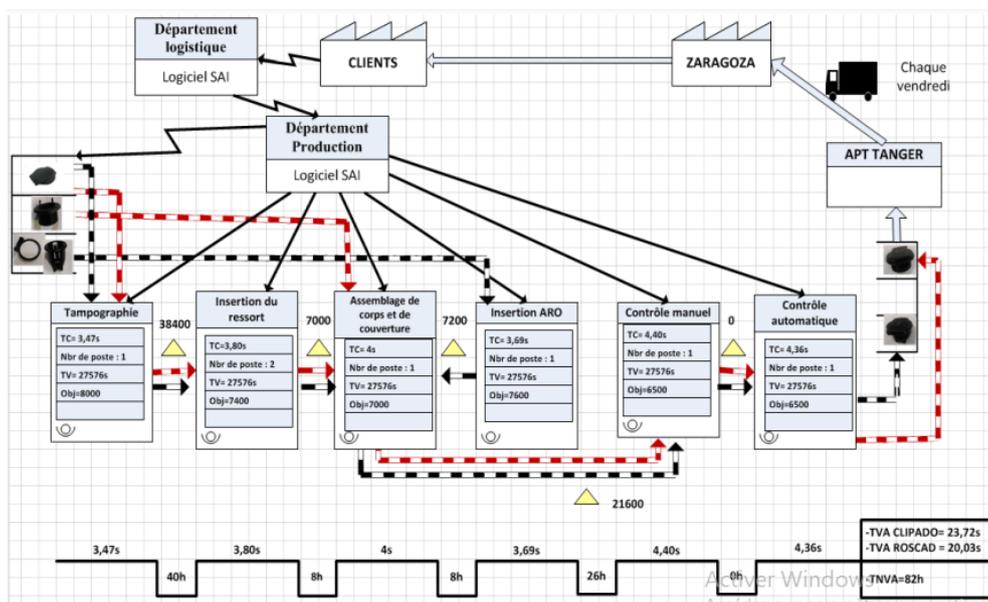


Figure 7: Exemple de VSM de la société FUJIKURA

Cette Méthode a été aussi utilisée aussi dans un projet de fin d'étude « Réimplantation et amélioration de la ligne '12V' » au sein de la société FUJIKURA pour la visualisation de l'état actuel et les analyser au terme de 7Mudas.

Après la réalisation du VSM, la société fait une analyse qui montre qu'il existe des stocks temporaires très importants tout le long du processus.

- Sur stockage.

Ainsi, le poste contrôle manuel a les mêmes fonctions de poste de contrôle qualité automatique alors ne donne pas une valeur ajoutée.

- Sur traitement.

II.2.Méthode 5s

II.2.1. Définition

Le terme « 5S » désigne une démarche dont le sigle rappelle les cinq verbes d'action (débarrasser, ranger, nettoyer, standardiser, progresser) et qui en japonais commencent tous – dans les transcriptions en alphabet occidental – par la lettre « S » (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shit- suke). La méthode ou plutôt la démarche est désormais connue sous le nom générique de 5S.

Tableau 2 : Définition de 5s.

	Traduction littérale	Traduction « utile »
Seiri	Ranger	Supprimer l'inutile
Seiton	Ordre, arrangement	Situer les choses
Seiso	Nettoyage	(Faire) Scintiller
Seiketsu	Propre, net	Standardiser les règles
Shitsuke	Éducation	Suivre et progresser

1er S : Eliminer

Trier ce qui est strictement nécessaire et qui doit être conservé en éliminant le reste.

2ème S : Ranger

Aménager en réduisant les gestes inutiles, efforts et pertes de temps : une place pour chaque chose et chaque chose à sa place.

3ème S : Nettoyer et inspecter

Assurer la propreté de en luttant contre les salissures et ainsi permettre d'inspecter.

4ème S : standardiser

Définir les règles par lesquelles le place restera débarrassé des objets inutiles, rangé, nettoyé et inspecté en précisant les moyens d'éliminer les causes de salissures ou de désordre.

5ème S : Respecter

Faire respecter et progresser Du ressort du management, se fixer pour but le maintien des bonnes habitudes en soutenant et en encourageant les collaborateurs à adhérer et à respecter les règles [2].

II.2.2. Exemple d'application

Cette méthode a été réalisé dans un projet de fin d'étude « Amélioration des indicateurs de performance de l'UAP » au sein de la société YAZAKI.

Cette méthode aide l'industrie à l'organisation et l'aménagement des postes pour assurer un meilleur environnement de travail ainsi que l'ergonomie et la sécurité des opérateurs.

II.3.Indicateur TRS

II.3.1 Définition

Le TRS a été introduit avec l'approche Total Productive Maintenance (TPM ; en français, maintenance productive totale1), qui est une évolution de méthodes de maintenance, notamment américaines, qui vise à améliorer le rendement des machines par une démarche structurée, proactive et participative.

L'objectif de cette décomposition est d'identifier et de quantifier clairement les pertes de productivité de l'équipement pour les traiter de façon ordonnée dans des plans d'action.

La mise en œuvre du TRS comme méthode d'analyse de la performance de l'équipement nécessite de mettre en place des enregistrements par les opérateurs ou automatiques, qui permettent de mesurer la durée de chaque arrêt.

Il va sans dire que les productions bonnes et les rebuts doivent être connus précisément au moins pour chaque équipe eux aussi...

Il est dit « synthétique », car il prend en compte et englobe trois autres taux définis par la norme

- Taux de qualité (T_u/T_n) ;
- Taux de performance (T_n/T_f) ;
- Disponibilité opérationnelle (T_f/T_r).

On peut écrire $TRS = T_u/T_r$ car $TRS = T_u/T_n \times T_n/T_f \times T_f/T_r$ [3].

II.3.1. Exemple d'application

Cet indicateur a été utilisé en mémoire de projet de fin d'études « Amélioration de la productivité de l'atelier Presse par déploiement d'une démarche Lean » dans la société MULTICERAME qui montre un taux de rendement synthétique du mois de février et mars.

TRS = Taux de disponibilité * Taux de performance * Taux de performance.

$$\rightarrow \text{TRS} = 0,6832 * 0,8929 * 0,97 = 0,5917 = 59,17 \%$$

Un TRS de 59 %, signifie que l'industrie présente presque la moitié du potentiel de l'équipement exploitée. D'où elle doit agir sur :

- Diminuer les coûts de revient (même valeur des frais fixes pour une quantité plus importante de produits fabriqués),
- Réduire les besoins d'investissements,
- Améliorer la flexibilité des moyens de production,
- Faciliter la maintenance des équipements

II.4.Méthode de Spaghetti :

II.4.1. Définition :

La représentation des flux sur un plan s'appelle « Graphique de circulation ou Spaghetti Chart ». Sur une implantation théorique, les flux relient deux postes en ligne droite, alors que sur un plan, le tracé des flux représente les vrais déplacements.

L'élaboration d'un diagramme spaghetti est indiquée pour visualiser l'ensemble des cheminements et les distances parcourues. On notera que la durée de la recherche est le plus souvent inversement proportionnelle à la taille de l'objet recherché [4].

II.4.2. Exemple d'application :

Cette Méthode a été utilisé dans le projet de fin d'étude intitulé « l'application de la Lean Manufacturing pour optimiser du temps de processus dans la zone de gainage » au sein de la société POLYDESIGN System Morocco, qui développe et fabrique des produits en injection plastique, tissage, couture et assemblage du groupe EXCO AUTOMOTIVE SOLUTION.

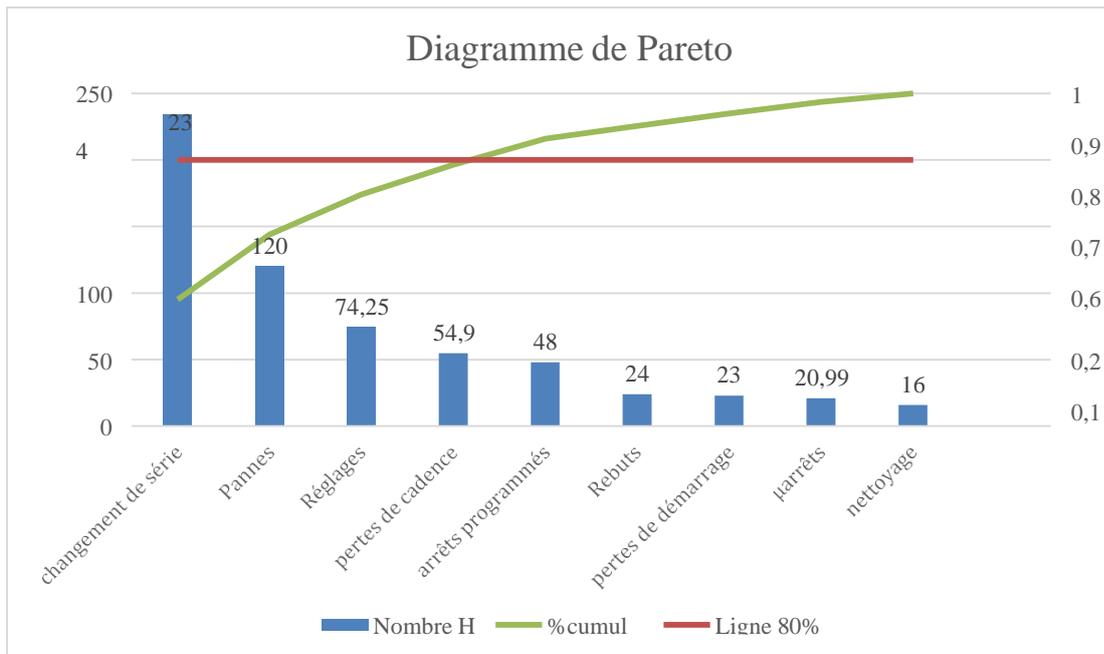


Figure 9: Exemple de diagramme de Pareto de la société MULTICERAME

Le diagramme Pareto et la loi 20/80 aident l'industrie à connaître les causes de 80% des pertes au sein de l'entreprise qui doit agir sur les points suivants :

- Changement de série.
- Pannes.
- Réglages.

II.6. Le SMED

II.6.1. Définition

Les temps de changement de série ne doivent pas être considérés comme des données fixes. Ils doivent être réduits de manière significative.

Single Minute Exchange of Die (SMED) est une démarche en quatre étapes qui vise à réduire le temps entre la dernière pièce bonne d'un lot et la première pièce bonne du lot suivant.

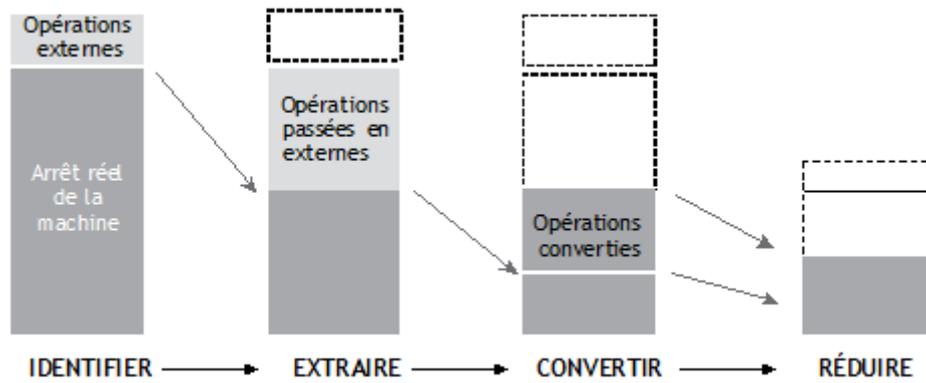


Figure 10: Les étapes de SMED

Ces quatre étapes sont : identifier, extraire, convertir, réduire.

- **Identifier**, c'est découper les opérations de changement de série en activités élémentaires.
- **Extraire**, c'est décider de faire machine en marche des tâches qui sont aujourd'hui faites machine à l'arrêt (activités dites internes). L'activité devient alors « externe ». Cette étape ne nécessite pas d'investissements particuliers.
- **Convertir**, c'est améliorer les méthodes pour arriver demain à faire machine en marche des activités aujourd'hui internes.
- **Réduire**, c'est chercher à diminuer les temps opératoires de chacune des activités, qu'elles soient internes ou externes. Cette quatrième étape sert la productivité du changement de série autant que la réduction du temps de première pièce bonne à première pièce bonne [5].

II.6.2. Exemple d'application

Cette Méthode a été utilisée au projet de fin d'étude « Diminution de temps de changement de série de certaine machine » au sein de la société SOFAFER, spécialisée dans la fabrication des produits métallurgique, profiles et tôles NERVESCO, élément de fer forgé.

Cette méthode permet à l'industrie de distinguer entre les opérations externes et les opérations internes, d'établir une rationalisation des opérations de changement de série et de réduire de l'ordre de 30% sans rapport au procédé de modifications importantes comme il est indiqué au tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Exemple de résultat de SMED de la société NERVESC

Machines	Durée d'arrêt/ (un mois) avant la mise en place du SMED	Durée d'arrêt prévu après la mise en place seulement du premier point du SMED
Machine Tube 2	3197	2497
Machine Profileuse 1	1891	1141

III. La démarche utilisée : L'approche DMAIC

III.1. Définition :

Le modèle DMAIC est une approche structurée de résolution des problèmes, largement utilisée dans la démarche Lean Six Sigma. Il fournit une base de réflexion qui structure le travail d'une équipe projet d'amélioration continue. Cet outil simple permet d'obtenir rapidement des résultats probants, et repose sur 5 étapes : Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer et contrôler.

- **Définir** : La première étape de la démarche DMAIC est l'identification et la description de l'objet de l'étude et de la mission que va accomplir l'équipe projet. Cela inclut :

- la définition de la problématique, des limites du projet, du planning, de l'équipe projet rédaction de la charte de projet - l'écoute de la voix du client dans le but de rassembler ses exigences, cela servira de fil conducteur tout au long du projet - la compréhension des processus, et leur cartographie

- **Mesurer** : Cette phase, qui consiste à recueillir des données dans le but de caractériser le procédé, est divisée en deux :

- la définition de (ou des) l'indicateur(s) à suivre pour le projet et validation du système de mesure - la collecte d'informations en vue de compléter la cartographie des processus

- **Analyser** : L'analyse des données récoltées pendant l'étape précédente amène à :

- identifier les causes induisant les dysfonctionnements étudiés - reconnaître les causes initiales (ou causes profondes) à l'origine de la problématique, afin de travailler sur les vrais problèmes plutôt que sur les symptômes qu'ils révèlent

- **Améliorer** : Cette étape fait appel aux capacités d'innovation, de réflexion et d'action de l'équipe. Il s'agit de :

- proposer des solutions en vue de répondre aux causes identifiées lors de la phase précédente

- établir un plan d'action

- mettre en place les solutions sélectionnées

• **Contrôler** : La dernière étape du DMAIC est la phase de prise de recul par rapport au projet afin de :

- contrôler que les modifications implémentées ont eu les effets escomptés - communiquer sur le projet qui vient d'être mené - faire le bilan du projet afin de le clôturer [1].

III.2. Exemple d'application :

Cette Méthode a été aussi utilisée aussi dans projet de fin d'étude « Réimplantation et amélioration de la ligne '12V' » au sein de la société FUJIKURA. Pour la réalisation du projet et en vue d'accomplir leur mission, ils ont utilisé la démarche DMAIC qui est une méthodologie de conduite de chantier d'amélioration et qui apporte une amélioration mesurable et significative aux processus existants, ils ont utilisé cette démarche comme le suivant :

***Définir** : Cette phase s'attache à la définition du projet et ses objectifs, à l'aide de la méthode QQQQCP.

***Mesurer** : cette phase consiste à rassembler les informations nécessaires pour traiter leur sujet d'une façon objective, en se basant sur :

-La cartographie du flux VSM de la ligne '12V'.

- La méthode SPAGHETTI.

- L'indicateur du Taux de Rendement Synthétique TRS.

* **Analyser** : Cette phase est d'une importance cruciale pour le déroulement du projet. Elle consiste à détecter les différents gaspillages qui ont un impact direct sur la performance de la ligne '12V'.

***Innover ou Améliorer** : Cette phase consiste à élaborer un plan d'action :

-Réimplanter et remettre en place des postes de la ligne '12V' - Proposer des actions permettant de résoudre les problèmes dégagés dans l'étape de l'analyse de l'existant.

-**Contrôler** : Cette phase consiste à évaluer le gain de chaque solution proposée.

Conclusion

Dans un environnement industriel, le potentiel d'amélioration est presque infini. Il existe de nombreuses possibilités d'application pour les outils et méthodologies présentés dans Cette première partie. Cependant, le temps et les ressources disponibles sont limités.

Chapitre III : Analyse de l'état existant

Introduction

Dans ce chapitre, on va déterminer en premier lieu, le processus de production puis nous allons réaliser une VSM pour analyser l'existant notamment la zone du centre d'usinage et la zone du tour numérique. Ensuite nous allons définir le taux de rendement synthétique comme indicateur. La mesure et l'analyse de cet indicateur va nous permettre de détecter les sources de défaillances.

I. Description de Processus de fabrication

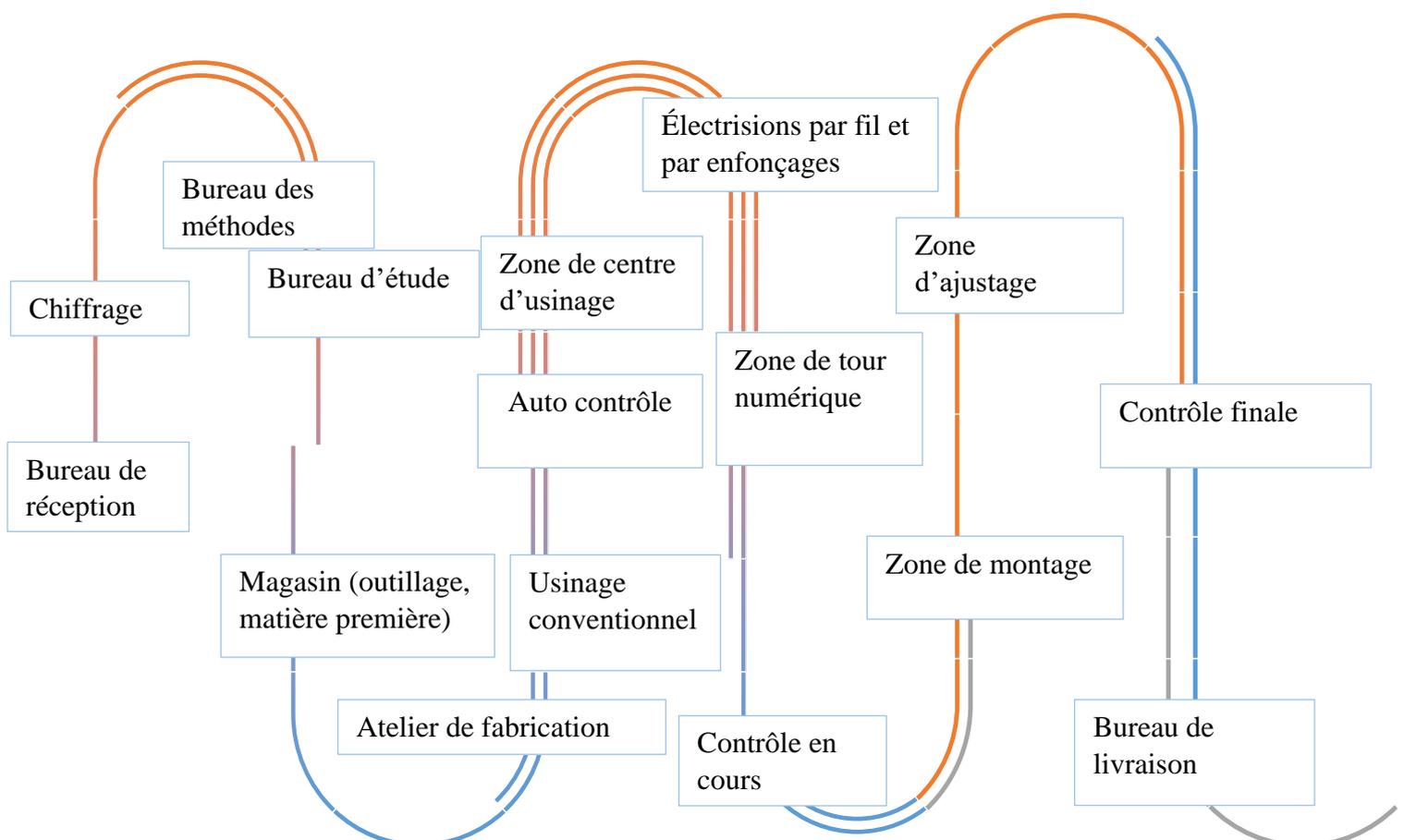


Figure 11: Processus de fabrication de l'industrie AMM

I.1. Bureau de réception (chiffrage)

Pour recevoir la commande des clients, le bureau de chiffrage reçoit cette commande sous forme de plan 2D, modèle en 3D ou cahier de charge. Le réceptionniste vérifie que c'est un nouveau client ou non, si c'est un nouveau client, on enregistre ces coordonnées (nom, prénom, numéro téléphonique,) et on lui donne un matricule client et un matricule pièce. Si c'est ancien client, on revient à l'historique et on vérifie l'existence de matricule d'un matricule sous forme des plans ou des gammes d'usinages.

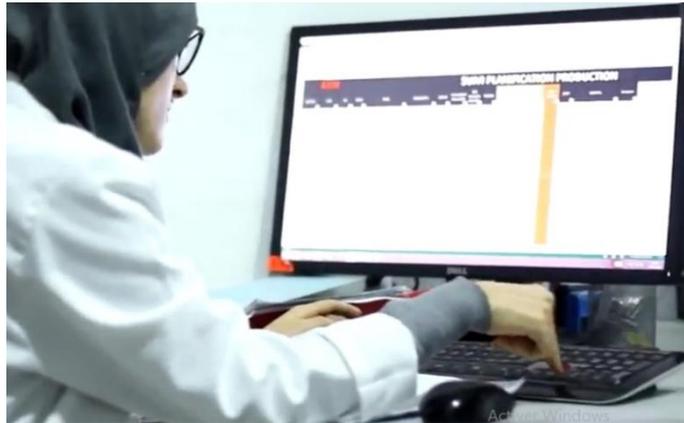


Figure 12: Bureau de réception

I.2. Bureau de méthode, Magasin et Bureau d'Etude

Le bureau de réception effectue la conception de ce nouveau matricule pièce. Le bureau de méthode rédige la gamme d'usinage tout en listant un ensemble d'outillage et la matière de la pièce. Le magasin prépare une caisse d'outillage avec la matière demandé.



Figure 13:Le magasin



Figure 14: Bureau de méthode.

I.3. Atelier de fabrication

L'atelier de fabrication est constitué de plusieurs zones. La pièce doit passer par certaines zones selon la gamme d'usinage :

I.3.1. Zone de tour numérique et centre d'usinage

Usinage CNC avec tour numérique ou centre d'usinage, sont deux opérations permettant la fabrication de pièces par enlèvement de matière. Ces technologies de production autorisent de forts niveaux de précision des opérations.



Figure 15 : Zone centre d'usinage



Figure 16: zone de tour numérique

I.3.2. Zone de tour conventionnelle

La phase de tour conventionnelle a pour principale fonction d'être économique, rapide et efficace. Cette zone du parc machine est très important car elle est utilisée essentiellement en petites quantités ou pour la fabrication de pièces uniques.



Figure 17: Zone de tour conventionnelle

I.3.3. Electroérosion par fil et enfonçages

Les pièces à des précisions spécifiques doit passer par ce procédé d'**usinage** car elle offre plusieurs **avantages** : Pour tout matériau conducteur quelle que soit sa dureté. Précision élevée (de l'ordre de $\pm 5 \mu\text{m}$). Exécution de formes complexes ou irréalisables en fraisage (perçage avec angles vifs...).



Figure 18: Zone d'Electroérosion par fil et enfonçages

I.3.4. Zone d'Ajustage

Après l'usinage, certaines pièces selon l'exigence du client peuvent passer par ce processus qui consiste à regrouper les actions visant à parfaire les **pièces fabriqués** (supprimer les petits défauts) et à les assembler dans le but de fabriquer un organe **mécanique** fonctionnel.



Figure 19: Zone d'ajustage

I.3.5. Zone de montage

Certaines pièces fabriquées doivent être assemblés, cette opération est effectuée dans la zone de montage qui consiste à réaliser la liaison entre différents composants et **pièces mécaniques**. C'est le montage mécanique pour l'ensemble des procédés qui permet de mettre en place cette liaison.



Figure 20: zone de montage

I.4. Salle de Métrologie

Le contrôle final des pièces est effectué dans la salle de métrologie avant la livraison aux clients. Elle permet de mesurer les différentes dimensions des pièces et contrôler leurs qualités avec plusieurs machines on cite machine de mesure tridimensionnelle, projecteur de profil, colonne de mesure ...

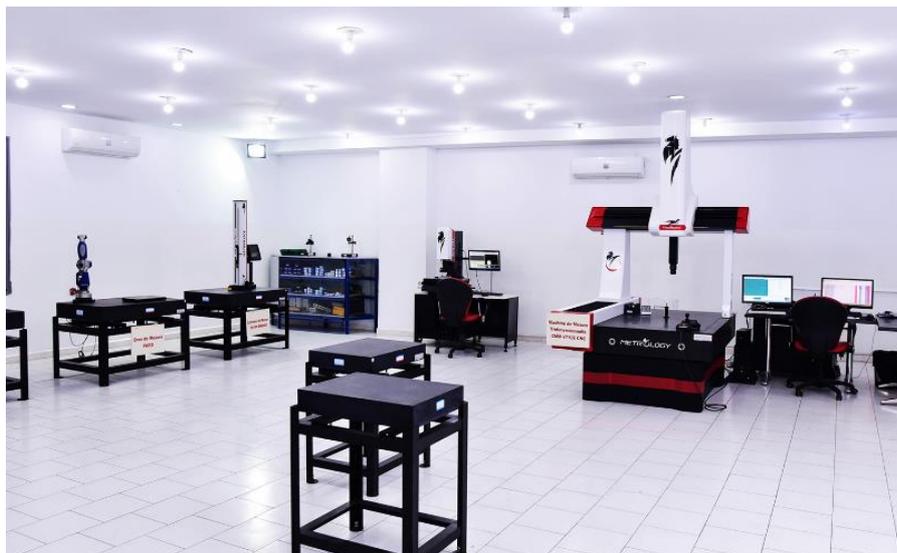


Figure 21: Salle de métrologie

I.5. Zone de livraison

C'est le dernier bureau où on effectue la dernière étape d'élaborer le bon de livraison et transformer le produit fini au client.



Figure 22: zone d'expédition

II. Réalisation de VSM

II.1. La démarche de la réalisation de la VSM

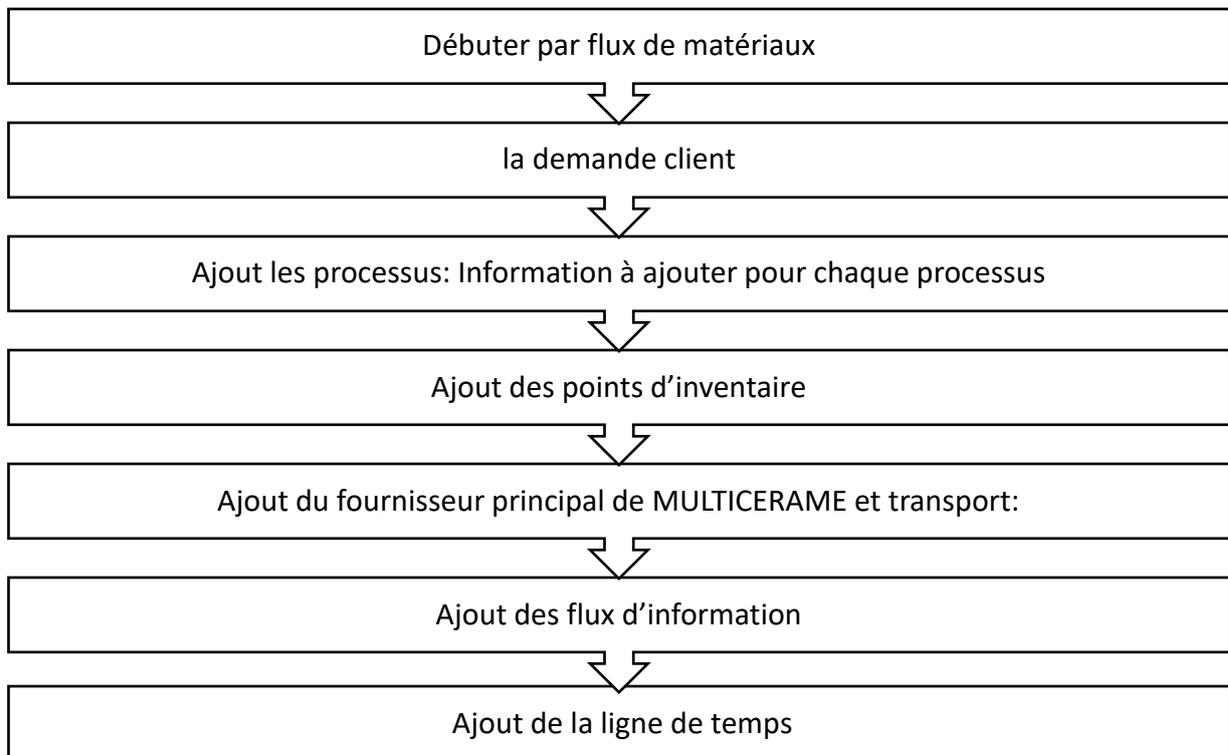


Figure 23: Les étapes de réalisation de VSM

II.2. Application de la VSM

II.2.1. Choix du composant à étudier

Nous allons nous focaliser sur un seul produit représentatif. Une référence de l'usine est choisie pour être suivie dans l'atelier. Cette référence, pour être représentative doit passer par la majorité des processus. On choisit le produit Roue dentée.

II.2.2. VSM de l'état actuel

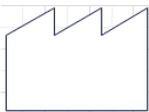
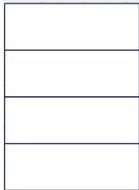
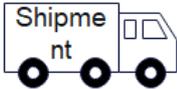
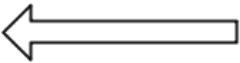
Pour réaliser une VSM, nous avons commencé par une observation attentive, des activités de l'usine pour obtenir une information précise et à jour. Nous avons fait nous-même, à pied, et avec un chronomètre à la main, le processus de fabrication des produits depuis le lancement des commandes jusqu'à l'expédition. Ainsi, nous avons calculé le temps du cycle de chaque opération à partir de l'historique, les ordres de fabrication et les gammes d'usinage. L'exploitation de ces données nous a permis de représenter la cartographie du flux de la façon suivante.

II.2.3. Symboles utilisés

La VSM est un langage de présentation normalisée utilisant des symboles (pictogrammes) simples dont la connaissance permet une lecture aisée, une compréhension du processus et l'identification immédiate des points à améliorer.

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des pictogrammes utilisés dans la VSM.

Tableau 4: les symboles de VSM

Symbole	Signification
	Client ou fournisseur
	Tableau des données
	Expédition et réception
	Processus
	Flux de transport de produit fini
	Flux d'information manuel
	Flux d'information électronique
	Stock ou en-cours

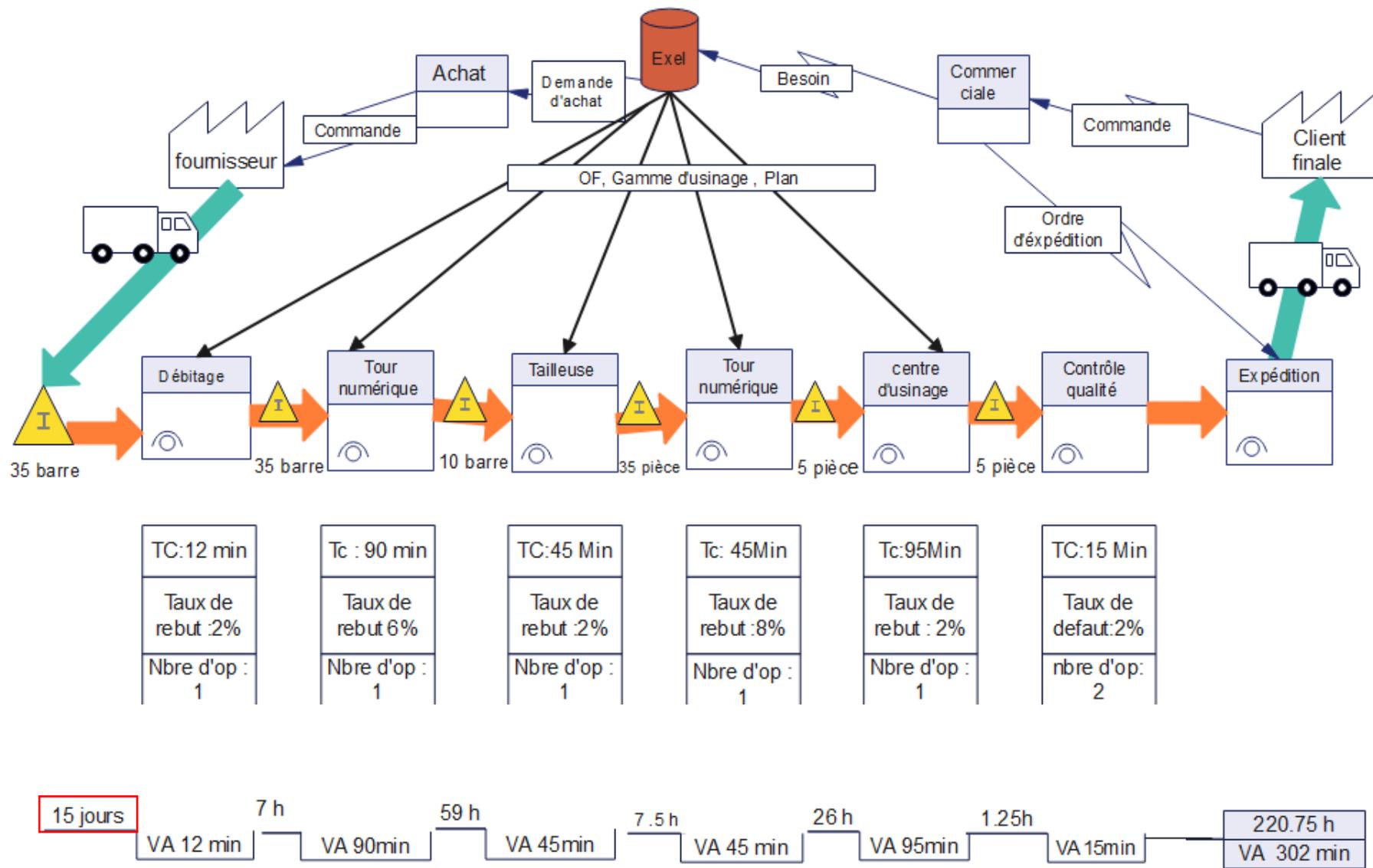


Figure 24: Value stream mapping AMM

II.2.4. Analyse de VSM:

Sur la portion de processus représentée ci-dessus, le temps total pour passer d'un processus à un autre est de 220.75 h alors que seules 302 minutes de cette durée apportent de valeurs ajoutées.

D'après la VSM réalisé, on remarque une grande perte du temps due à l'absence la matière première, malgré que cette dernière puisse exister dans le magasin. Cela, nous amène à réfléchir d'utiliser une procédure de communication avec le magasin « gestion de stock ».

Le gestionnaire du magasin lance une commande de la matière première sans vérification ce qui manifeste un stock important inutile.

II.2.4.1. Analyse de processus centre d'usinage

Le centre d'usinage représente le maillon le plus critique dans la chaîne de production des pièces à cause de grande perte des heures de travail, Cela, est dû au fait que les capacités installées sont insuffisantes pour assurer une augmentation au niveau de la production. Cependant les résultats sont décevants et le niveau de production reste désespérément en delà de celui attendu (sous-utilisation des capacités installées).

Le graphe ci-dessous résume la différence entre la capacité de production du centre et la production réelle.

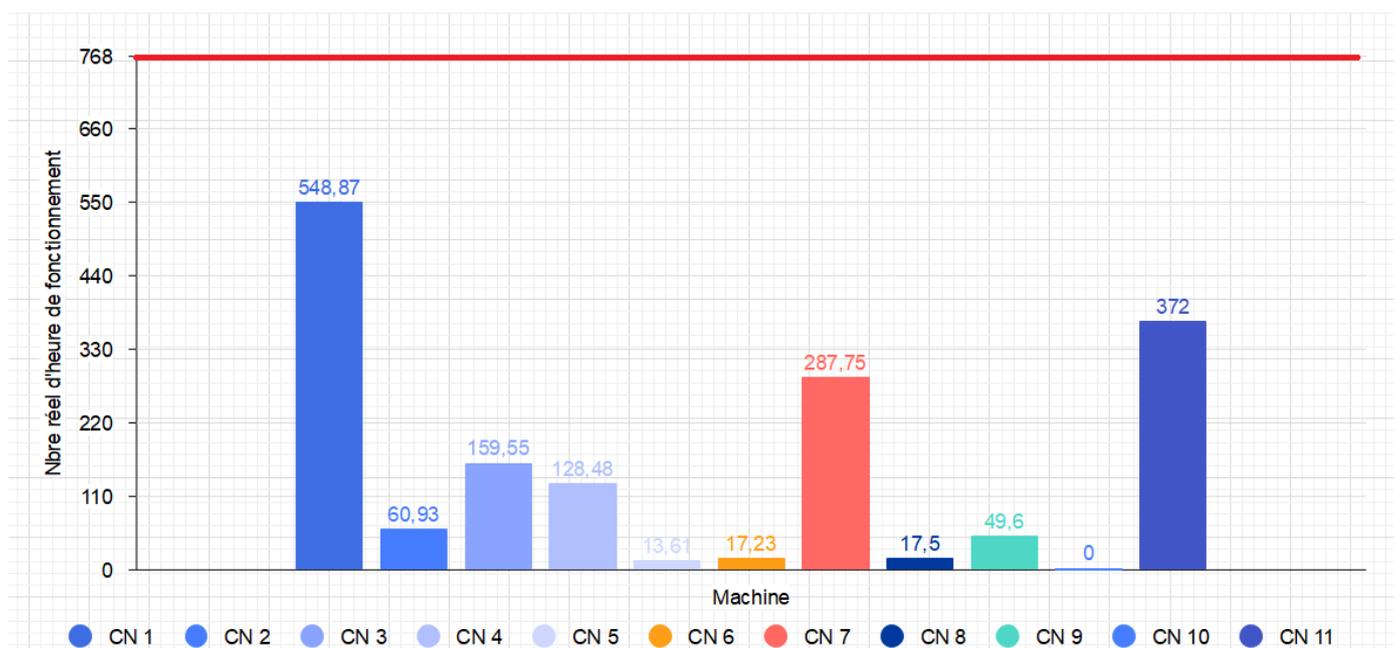


Figure 25: Diagramme de production réelle et objectif

Ci-dessous un tableau qui présente les pertes d'argent dû aux sous-utilisations :

Tableau 5:Perte en heure et coût de perte

Nom de machine		Nbre de machine	Coût d'heure(DT)	Etat de fonctionnement	Nbre H Réel totale	Capacité machine en H	coût Réel total (DT)	coût Désirée (DT)	Côut de perte totale (DT)
Centre d'usinage	CN1	Fi-LG500, HARTFORD	1 130	Marche	548,8718	768	71 353	99 840	28 487
	CN2	Fi-LG500, HARTFORD	1 130	Marche	60,93	768	7 921	99 840	91 919
	CN3	SMC-5, HARTFORD	1 130	Marche	159,55	768	20 742	99 840	79 099
	CN4	SMC-5, HARTFORD	1 130	Marche	128,46	768	16 700	99 840	83 140
	CN5	SMC-5, HARTFORD	1 130	Marche	13,61	768	1 769	99 840	98 071
	CN6	SMC-5, HARTFORD	1 130	Marche	17,88	768	2 324	99 840	97 516
	CN7	VCMC 1270, HARTFORD	1 130	Marche	287,75	768	37 408	99 840	62 433
	CN8	HCMC 18,HARTFOED	1 130	Marche	17,5	768	2 275	99 840	97 565
	CN9	PRO-1000 , HARTFORD	1 130	Marche	49,6	768	6 448	99 840	93 392
	CN10	OMNIS 1270, HARTFORD	1 130	Hors service	0	0	-	-	-
	CN11	SWORD , HARTFORD	1 230	Marche	372	768	85 560	176 640	91 080
							252 500	1 075 200	822 700

D'après les Pertes en heure et coût de perte illustré dans le tableau. On remarque que l'AMM souffre d'un problème de sous-utilisation de ces ressources, les machines et les compétences des personnels. Comme on trouve un fort temps non utilisé, des machines sont arrêtées, opérateurs arrêtés de travail, temps perdu, dégradation de la matière.

L'industrie AMM est capable de sortir de la phase de sous-traitances et devenir une société qui produit des pièces spécifiques à elle-même.

- On propose à l'AMM d'occupe une place de sous-traitance dans la zone de sahel et de passer à la production des nouveaux produits en petit série ou moyenne série : des pièces mécaniques spéciales de fixation, de liaison comme des axes, arbres, soupapes, têtes de piston, bague, bouchon, bride, broche d'unité de perçage, fusée de roue, manchon, moyeu, noix, palier, pion de centrage, plot,ce type des pièces mécaniques dont standard qui sont toujours demandé dans le marché.



Figure 26:Pièce mécaniques standard

Pour déterminer les autres causes des pertes au niveau du processus CNC, on a utilisé la méthode des 5 pourquoi selon l'enchaînement suivant :

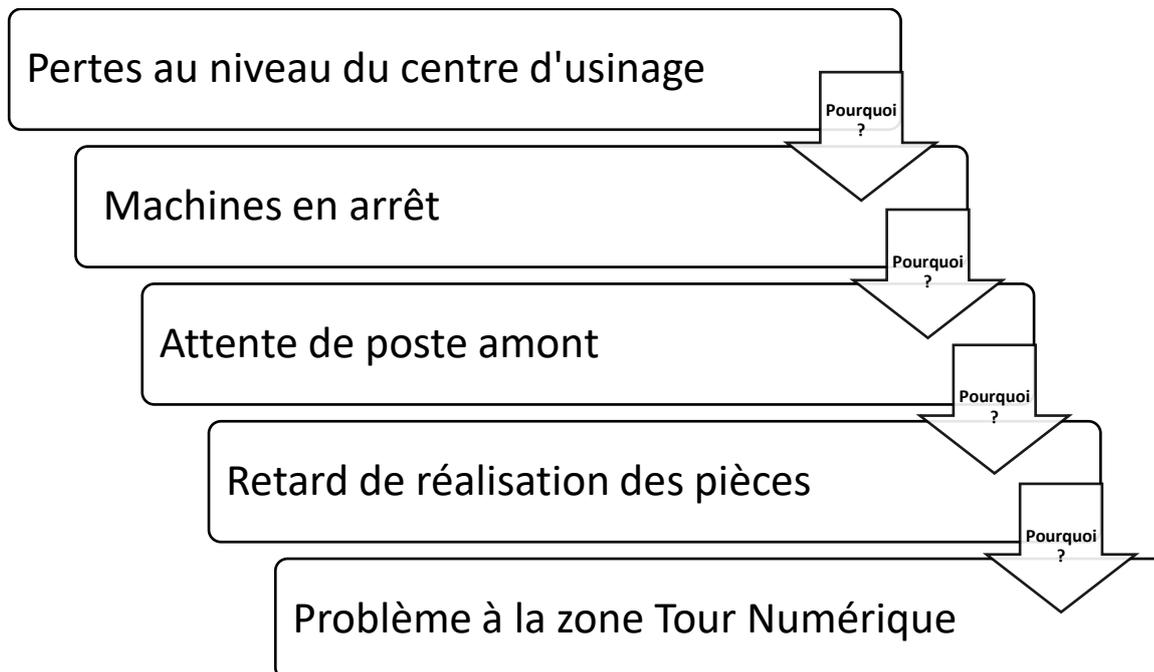


Figure 27: Méthode de 5 pourquoi

II.2.4.2. Analyse de processus tour numérique

D'après la VSM réalisée auparavant on remarque que la capacité de production de la zone tour numérique est inférieure à celle du centre d'usinage et de la zone d'ajustage d'où on déduit que la zone TN est un goulot d'étranglement ou une contrainte qui est un facteur qui limite la performance du système et l'écoulement du flux.

III. Calcul du TRS

C'est un indicateur, idéalement le TRS, est mis en place et son analyse avec PARETO va permettre de connaître les causes principales de perturbation du goulot, par lequel la direction vise une fiabilisation et une amélioration de l'utilisation de sa capacité.

Il est défini par la formule :

$$\text{TRS} = \text{TD} * \text{TP} * \text{TQ}$$

Avec :

$$TD : \text{Taux de disponibilité} = \frac{\text{Temps productif}}{\text{Temps total}}$$

Temps productif = Temps total- Arrêts (panne, réglage, manque matière, manque personnel, manque ordre, réunion,).

$$TP : \text{Taux de performance} = \frac{\text{Quantité produite réelle}}{\text{Quantité exigée pendant le temps productif}}$$

$$TQ : \text{Taux de qualité} = \frac{(\text{Quantité produite} - \text{Quantité défectueuse})}{\text{Quantité produite}}$$

TRS sur 16 semaine (janvier2022-avril2022) :

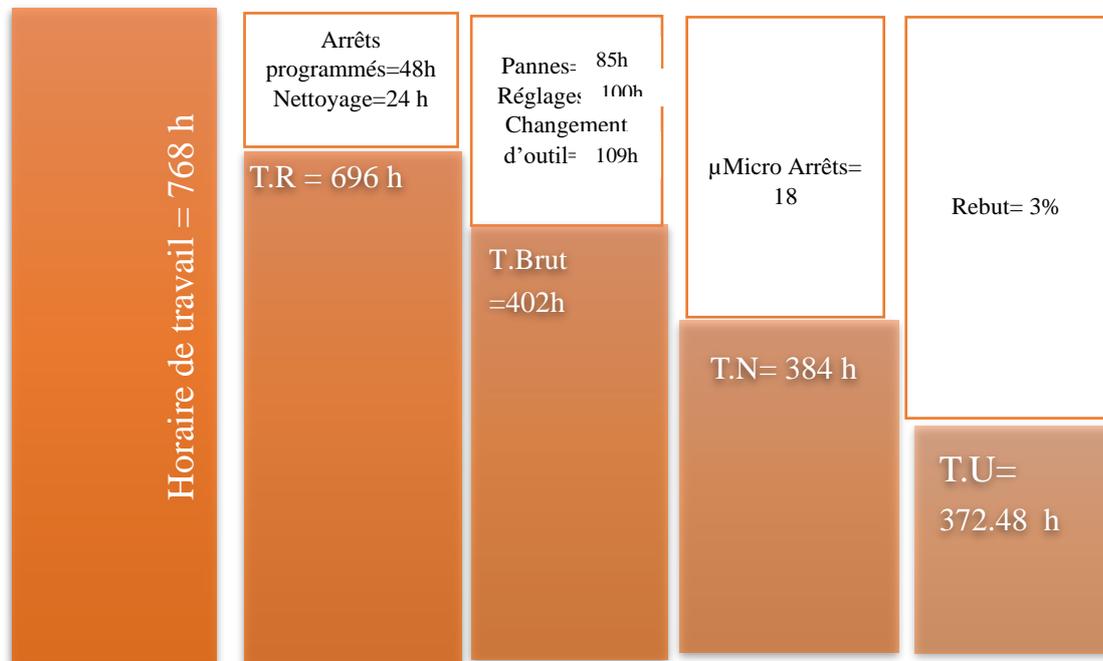


Figure 28: Détail de calcul du TRS

Le calcul de TRS va nous permettre d'avoir une idée d'ensemble sur notre situation et mettre en évidence les sources de perte de productivité.

Pour calculer le taux de rendement synthétique de la zone centre d'usinage, on s'est basé sur l'historique de production de 4 mois janvier 2022- avril 2020.

$$\text{Taux de disponibilité} = \frac{\text{temps brut}}{\text{temps requis}} = \frac{402}{696} = 57.75\%$$

$$\text{Taux de performance} = \frac{\text{temps net}}{\text{temps brut}} = \frac{384}{402} = 95.52\%$$

$$\text{Taux de qualité} = \frac{\text{temps utile}}{\text{temps net}} = \frac{372.48}{384} = 97\%$$

Donc le taux de rendement synthétique du 4 mois est :

TRS = Taux de qualité * Taux de disponibilité * Taux de performance

$$\text{TRS} = 0.5775 * 0.9552 * 0.97 = 0.5350 = 53.50\%$$

IV. Analyse de TRS

Le TRS est à peu près de 53%, ce qui signifie que presque la moitié du potentiel de l'équipement exploité. On va donc agir sur :

- Fiabilisation et Utilisation de la capacité des ressources disponible
- Amélioration de la flexibilité des moyens de production,

La nouvelle analyse des causes de pertes de TRS à l'aide du diagramme de Pareto fournira les pistes prioritaires d'amélioration et de résolution des problèmes.

V. Priorisation des causes de perte

Tableau 6: Priorité des causes de perte de la zone tour numérique

Perte	Nombre H	Cumulé	% Cumulé
Changement de série	109	109	27.55 %
Réglages	100	209	52.84 %
Panne	85	294	74.33%
Arrêt programmés	48	342	86.46 %
Nettoyage	24	366	92.53 %
Micro arrêt	18	384	97.08 %
Rebut	11.52	395.52	100 %
Total	395.52		

V.1. Diagramme Pareto

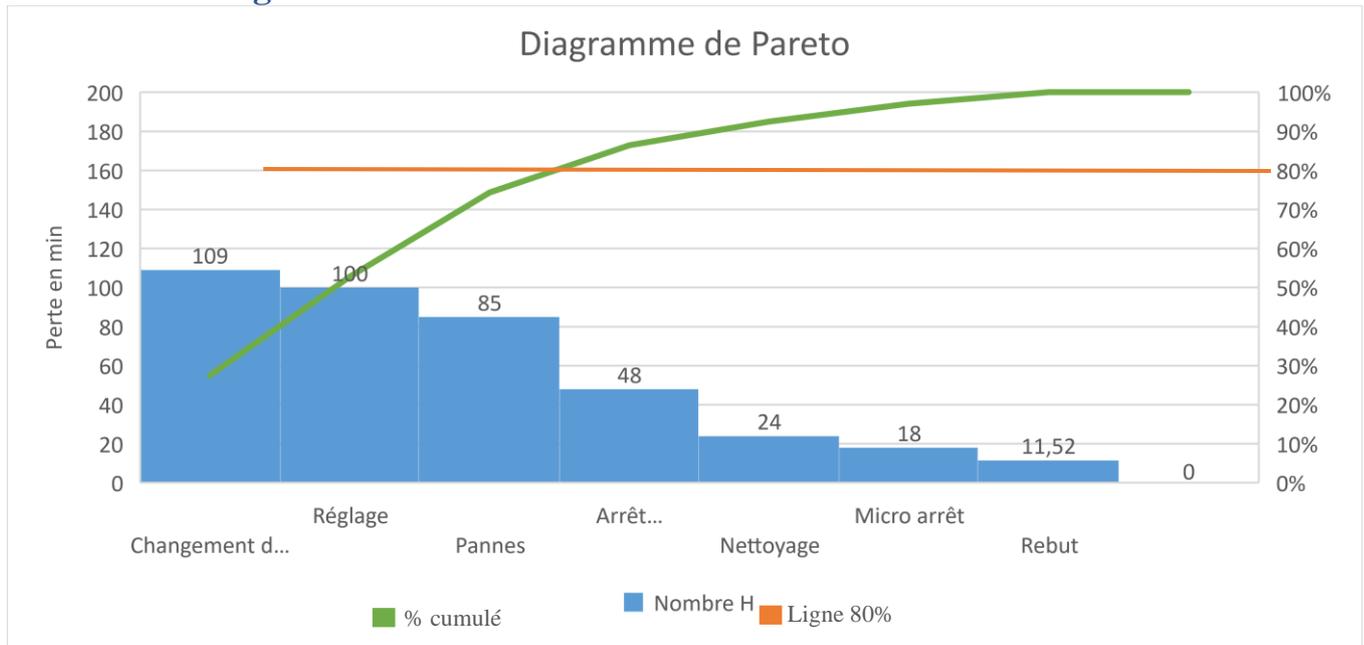


Figure 29: Diagramme Pareto des causes de pertes

V.2. Analyse du diagramme de Pareto

Après avoir analysé le diagramme de Pareto, on peut dire que les causes de 80% des pertes au sein de l'entreprise sont comme suit :

- Changement de série
- Réglages
- Panne

Alors notre goulot doit faire l'objet de toutes les attentions. Elle est donc prioritaire lorsqu'il s'agit de réduire sa durée improductive lors des changements de série, ainsi que lors des arrêts pour causes de pannes et réglages. C'est dans ce cadre que nous avons réalisé une étude approfondie pour détecter les causes racines des dysfonctionnements, qui freinent la productivité au sein de l'AMM, et qui pèsent sur le coût de revient. Ainsi, que la mise en place des plans d'actions proposés pour remédier aux dysfonctionnements, et augmenter la productivité de la zone centre d'usinage.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait un diagnostic approfondi de l'état actuel pour pouvoir déceler les différentes causes qui pénalisent la productivité au sein de l'AMM.

Les chapitres suivants consistent à la mise en place des solutions proposées afin de remédier aux différentes anomalies détectées. Notamment, on va étudier la mise en place d'un modèle de gestion de stock suivi de la démarche 5S au sein de magasin. Ainsi, une démarche SMED sera appliquée dans la zone Tour Numérique.

Chapitre IV : Gestion de stock et démarche 5s au sein du magasin

I. Introduction

Dans ce chapitre nous allons tout d'abord faire une description et analyse de l'état actuel ce qui va donner lieu à plusieurs actions d'amélioration.

Description du problème :

- Manque de contrôle à la réception de matière première et outillage
- Non vérification des matières disponible dans le magasin,
- Mauvaise organisation des stocks qui difficile l'obtention de matière demander et de matière existe dans le magasin.
- Manque de traçabilité d'entrée et sortie de matière et outillage.

I.1. L'état actuel du magasin

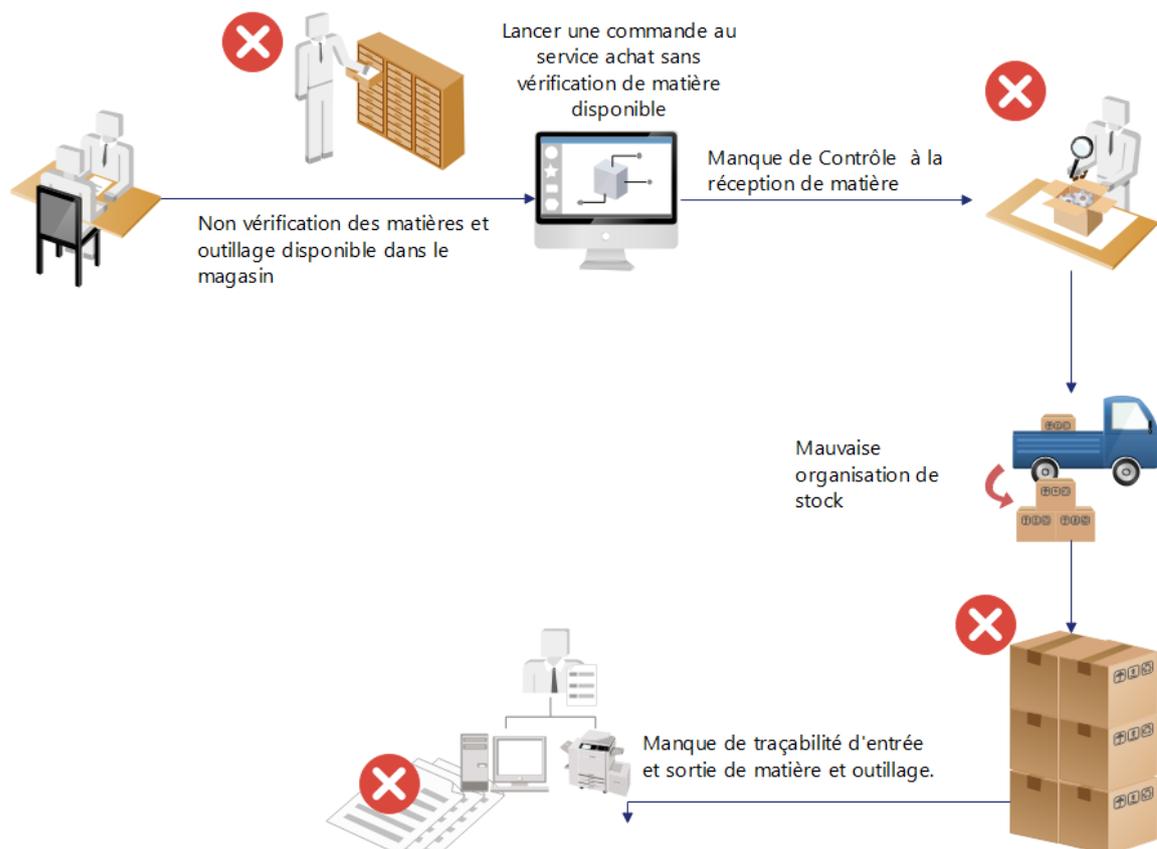


Figure 30:Processus de magasin actuel

II. Solutions proposées

- Gestion de stock
- Application de 5s

- Codification des matières premières et outillages
- Contrôle à la réception

II.1. Gestion de stock

II.1.1. Démarche de mise en place d'une gestion de stock

Il s'agit de mettre en place et de structurer la gestion de stock de l'industrie AMM. Plusieurs questions se posent :

- Quel article stocker ?
- Quel modèle de réapprovisionnement choisir ?

Une démarche d'analyse permet de mettre en place une gestion de stock optimale et adaptée à l'industrie.

II.1.2. La réalisation de la classification des produits avec la méthode ABC

La méthode ABC consiste en une gestion sélective des stocks en fonction de la valeur de consommation de chaque article stocké. Elle convient à toutes les situations où il faut placer des activités en ordre de priorité. Elle nous permet de faire une analyse des consommations (ou analyse de l'activité des produits) et une classification des produits. Il s'agit d'analyser la composition du stock actuel.

Cette méthode repose sur le principe de base voulant qu'un petit nombre d'articles (environ 20%) représente souvent l'essentiel de la valeur stockée (environ 80 %). Il s'agit de classer les différents articles en stock en trois familles de gestion (A, B et C), comme illustré dans le tableau ci-dessous.

II.1.2.1. Le principe de cette méthode

Tableau 7: Principe de méthode ABC

	A	B	C
Pourcentage du nombre total d'articles	10 à 20 %	30 à 40 %	40 à 50 %
Pourcentage de la valeur d'utilisation annuelle	70 à 80 %	15 à 20 %	5 à 10 %
Niveau de contrôle	Rigoureux	Normal	Simple
Procédures de commandes	Méthodiques, précises et révisées fréquemment	Normales	Périodiques (1 ou 2 fois par an)

On réalise l'étude sur 4 mois de janvier 2022 jusqu'à avril 2022 :

Étape 1 : Dans un premier temps, il faut recenser tous les achats de fournitures. On répertorie le nom du produit associé (désignation). Pour chaque mois, on note la quantité du produit commandé. Ensuite, on fait la somme des quantités commandées, par produit.

Tableau 8:Quantité des produits consommé sur 4 mois

Désignation	Quantité				Total
	J	F	M	A	
ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	9000	5400	4500	8100	27000
ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	9000	5400	4500	8100	27000
ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	9000	5400	4500	8100	27000
ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	9000	5400	4500	8100	27000
ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	9000	5400	4500	8100	27000
ACIER 40 CMD 8 ROND D20 L240	1600	960	800	1440	4800
42CD4 D60 L75	1500	900	750	1350	4500
42CD4 D50 L110	1833,33333	1100	916,666667	1650	5500
40CMD8 D40 L90	1200	720	600	1080	3600
42CD4 D35 L215	2508,33333	1505	1254,16667	2257,5	7525
42CD4 D35 L215	2508,33333	1505	1254,16667	2257,5	7525
42CD4 D35 L215	2508,33333	1505	1254,16667	2257,5	7525
42CD4 D35 L215	2508,33333	1505	1254,16667	2257,5	7525
Z160 50/40/40	26666,6667	16000	13333,3333	24000	80000

Étape 2 : on classe les produits par ordre décroissant de valeur, puis on calcule leur pourcentage en valeur par produits et en cumulée. Enfin, on calcule le pourcentage en quantité et en quantité cumulée.

Tableau 9:les pourcentages cumulés

%cumulés références	Rang	Désignation	Quantité en kg				Quantité total	Prix de kg	Valeurs de consommation	% valeurs	% cumulés
			J	F	M	A					
0,01%	1	ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	1248333	749000	624167	1123500	3745000	89,8928	336648536	6,36%	6,36%
0,03%	2	ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	1248333	749000	624167	1123500	3745000	89,4	334803000	6,33%	12,69%
0,06%	3	ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	1237500	742500	618750	1113750	3712500	90	334125000	6,31%	19,00%
0,11%	4	ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	1170000	702000	585000	1053000	3510000	83,7	293787000	5,55%	24,56%
0,16%	5	ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	1159167	695500	579583	1043250	3477500	83,7	291066750	5,50%	30,06%
0,22%	6	ACIER 40 CMD 8 ROND D20 L240	953333	572000	476667	858000	2860000	64,2	183612000	3,47%	33,53%
0,30%	7	42CD4 D60 L75	610000	366000	305000	549000	1830000	89,376	163558080	3,09%	36,62%
0,38%	8	42CD4 D50 L110	610000	366000	305000	549000	1830000	89,376	163558080	3,09%	39,71%
0,48%	9	40CMD8 D40 L90	610000	366000	305000	549000	1830000	89,376	163558080	3,09%	42,80%
0,58%	10	42CD4 D35 L215	610000	366000	305000	549000	1830000	89,376	163558080	3,09%	45,89%
0,70%	11	42CD4 D35 L215	610000	366000	305000	549000	1830000	89,376	163558080	3,09%	48,98%
0,83%	12	42CD4 D35 L215	610000	366000	305000	549000	1830000	89,376	163558080	3,09%	52,07%
0,96%	13	42CD4 D35 L215	813750	488250	406875	732375	2441250	59,4	145010250	2,74%	54,81%
1,11%	14	Z160 50/40/40	720000	432000	360000	648000	2160000	62,9	135864000	2,57%	57,38%
1,27%	15	Z160 50/40/40	720000	432000	360000	648000	2160000	62,9	135864000	2,57%	59,95%

Tableau 10: Classification selon méthode ABC

Rang	Désignation	Somme de Valeurs de consommation	%Articles	% Cumulés valeurs	ABC
1	ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	336 648 536 DH	1%	6%	A
2	ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	334 803 000 DH	1%	13%	A
3	ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	334 125 000 DH	2%	19%	A
4	ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	293 787 000 DH	3%	25%	A
5	ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	291 066 750 DH	4%	30%	A
6	ACIER 40 CMD 8 ROND D20 L240	183 612 000 DH	4%	34%	A
7	42CD4 D60 L75	163 558 080 DH	5%	37%	A
8	42CD4 D50 L110	163 558 080 DH	6%	40%	A
9	40CMD8 D40 L90	163 558 080 DH	7%	43%	B
10	42CD4 D35 L215	163 558 080 DH	7%	46%	B
11	42CD4 D35 L215	163 558 080 DH	8%	49%	B
12	42CD4 D35 L215	163 558 080 DH	9%	52%	B

Tableau 11: Code des articles.

Code	% CA	% Article
A	40%	8
B	40%	26
C	>80%	103

Ces informations peuvent être transcrites graphiquement

Inspirée du principe de la loi Pareto, la méthode ABC établit simplement une classification avec 3 groupes. On aura donc :

- Les **articles A** constituent **40% de la valeur du stock** de l'industrie et correspondent généralement à 5% du total des produits en stock.
- Les **articles B** représentent eux **40% de la valeur du stock** et généralement à environ 27% du total des produits en stock.
- Les **articles C**, au contraire, sont ceux dont la valeur est la plus faible. Ces derniers correspondent à **20% de la valeur** et généralement à environ 73% du total des articles en stock.

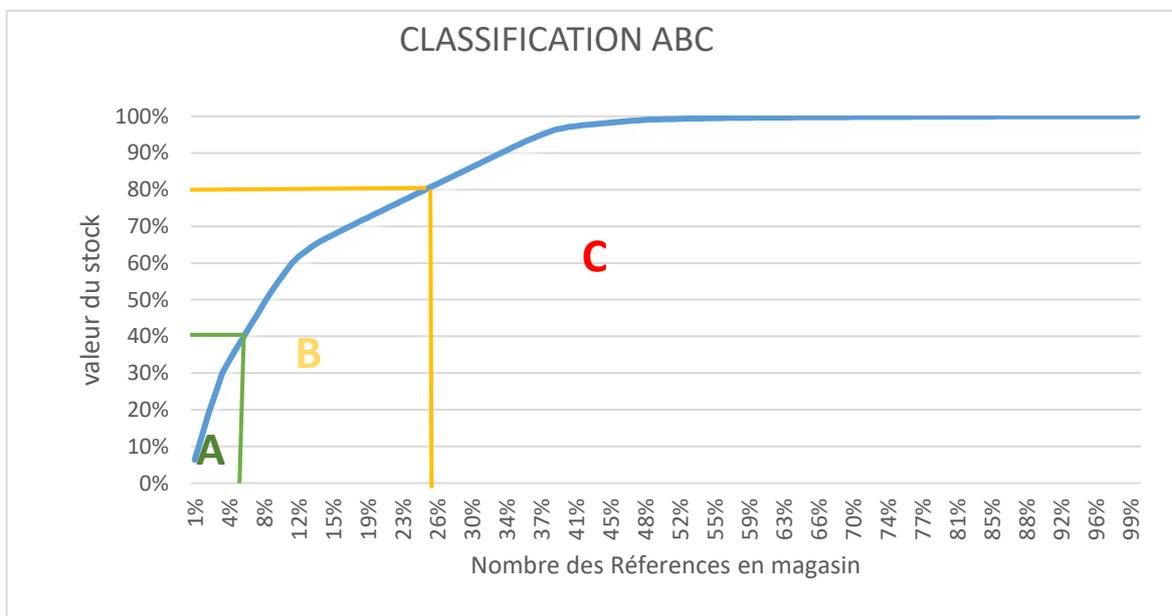


Figure 31: Diagramme de Pareto de classification ABC

→ Cette gestion sélective, tout comme celle de Pareto, permet de définir un niveau de contrôle et des procédures de commandes différentes selon les classes. L'industrie AMM devra ainsi accorder un contrôle rigoureux et des procédures de commande méthodiques et fréquentes pour les articles de **la classe A**. **La classe B** pourra avoir un suivi relativement moins important et enfin **la classe C** est plus simple.

=>On peut parler de gestion sélective des stocks en fonction de l'importance de la valeur de consommation de chaque produit. Ce qui importe maintenant, c'est de savoir QUAND et COMBIEN commander.

II.1.3. Choix de la méthode de réapprovisionnement

Plusieurs modes de gestion de stock existent et permettent de répondre aux questions fondamentales : QUAND et COMBIEN faut-il commander ?

Tableau 12: Définition des méthodes de réapprovisionnement

MÉTHODES	DÉFINITION	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Méthode calendaire	On commande à date fixe, une quantité fixe. Généralement utilisée dans le cadre de contrat de livraison annuelle. Adaptée pour des produits dont la consommation est constante et régulière.	-Gestion de stock simplifiée. -Négociation des prix possibles au vu des quantités commandées.	-Risque de cumul ou rupture de stock si la quantité de réapprovisionnement est mal calculée.

Méthode de gestion à point de commande	On commande à date variable, une quantité fixe. L'atteinte d'un niveau de stock trop bas déclenche la commande de réapprovisionnement. Adaptée pour les produits coûteux dont la consommation est peu régulière.	-Meilleure optimisation des approvisionnements	-Risque de rupture de stock si la consommation augmente subitement et de façon irrégulière
Méthode de recomplètement	On commande à date fixe, une quantité variable. Adaptée pour les produits coûteux, périssables et/ou encombrant mais dont la consommation est régulière.	Gestion de stock simplifiée	Risque de cumul ou rupture de stock si la consommation devient irrégulière
Méthode de réapprovisionnement à la commande	On commande à date variable, une quantité variable. Les commandes sont passées exclusivement sur besoin d'un projet. Adaptée au stock de projets.	-Éviter toute forme de gaspillage -Diminuer les risques d'inventus	Très sensibles aux aléas de l'environnement

Par la suite, nous présentons un tableau d'aide à la décision permettant de déterminer quelle méthode serait la plus appropriée en fonction du niveau de besoin et de la quantité de produit demandé.

II.1.3.1. Matrice de décision de la méthode d'approvisionnement

Tableau 13: Matrice de décision de la méthode d'approvisionnement

Quand ? Comment ?	Date fixe	Date variable
Quantité fixe	Méthode calendaire	Méthode de gestion à point de commande
Quantité variable	Méthode de reapprovisionnement	Méthode de réapprovisionnement à la commande

La méthode retenue doit prendre en compte la stratégie de l'industrie, on constate que l'industrie AMM travaille sous commande d'urgence. Les commandes n'ont pas une date fixe avec une quantité variable.

⇒ Alors on travaille avec la méthode de réapprovisionnement à la commande.

II.1.4. Méthode de réapprovisionnement à date variable et quantité variable

Cette méthode est adaptée pour le stock de projets, elle concerne aussi la gestion d'articles couteux appartenant donc à la catégorie A (de la classification ABC). Les commandes se font exclusivement sur besoin. En d'autres termes, les quantités sont à chaque fois le résultat d'une estimation des besoins à court terme.

Ces derniers peuvent aussi simplement correspondre à une étape dudit projet. Elle est peu utilisée à cause de la difficulté que rencontre l'entreprise, car elle est obligée de maîtriser deux paramètres à la fois (la quantité et la période), l'attention donc demandée par cette méthode ne la rend exploitable que pour un nombre très réduit d'articles : au plus une dizaine par gestionnaire.

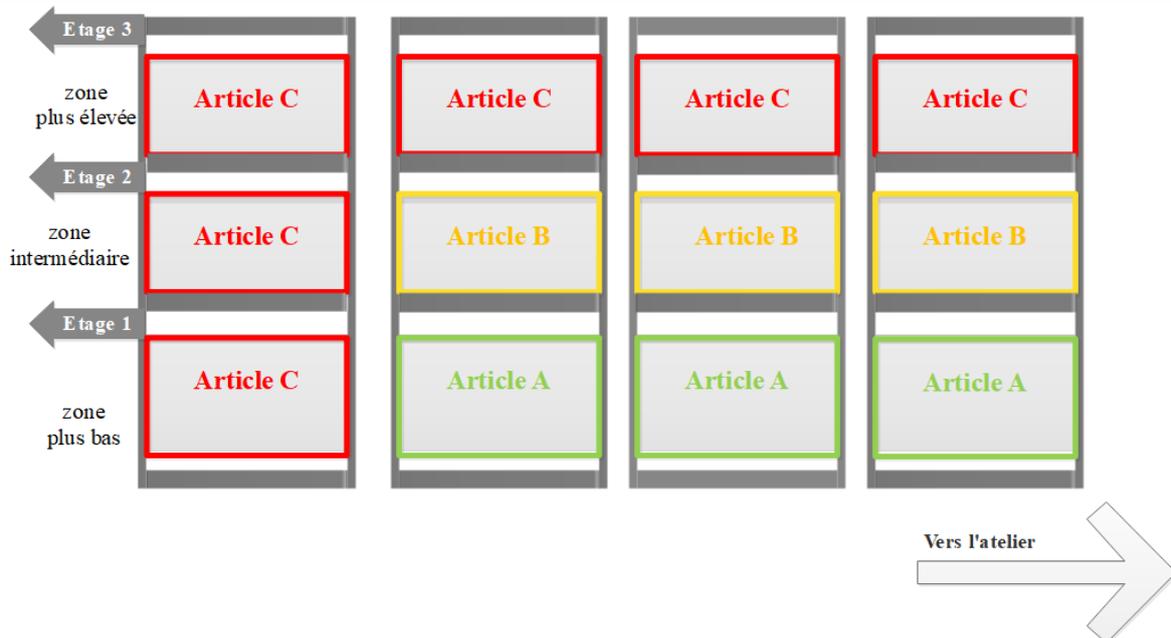
⇒ La méthode ABC peut nous aider aussi à organiser nos produits dans le magasin en fonction de leur importance, de leur valeur. Elle permet d'équiper le magasin de différents types de rayonnages afin qu'ils s'adaptent aux mouvements de chaque groupe de produits et d'optimiser l'espace disponible.

II.1.5. Organisation des articles selon la méthode ABC

Les articles A sont normalement situés dans les **zones les plus basses de l'entrepôt, qui disposent d'un accès direct et facile pour l'opérateur**, et sont à **proximité des quais de sortie**.

Dans l'entrepôt, les articles B se situent dans les **zones à hauteur intermédiaire**, dont l'accès n'est pas aussi direct que pour les produits A.

Les articles C étant donné que les opérateurs n'accèdent à ces marchandises que ponctuellement, ces références occupent les **zones les plus élevées ou les moins accessibles de l'entrepôt**, ainsi que les zones les plus éloignées des quais de sortie.



III. Mise en place des 5S au sein du magasin

Pour détecter les différentes anomalies présentes au niveau du magasin nous avons utilisé la méthode 5M (Diagramme d'ISHIKAWA). La figure représente les différentes causes de l'état dégradé du magasin :

III.1. Diagramme Ishikawa

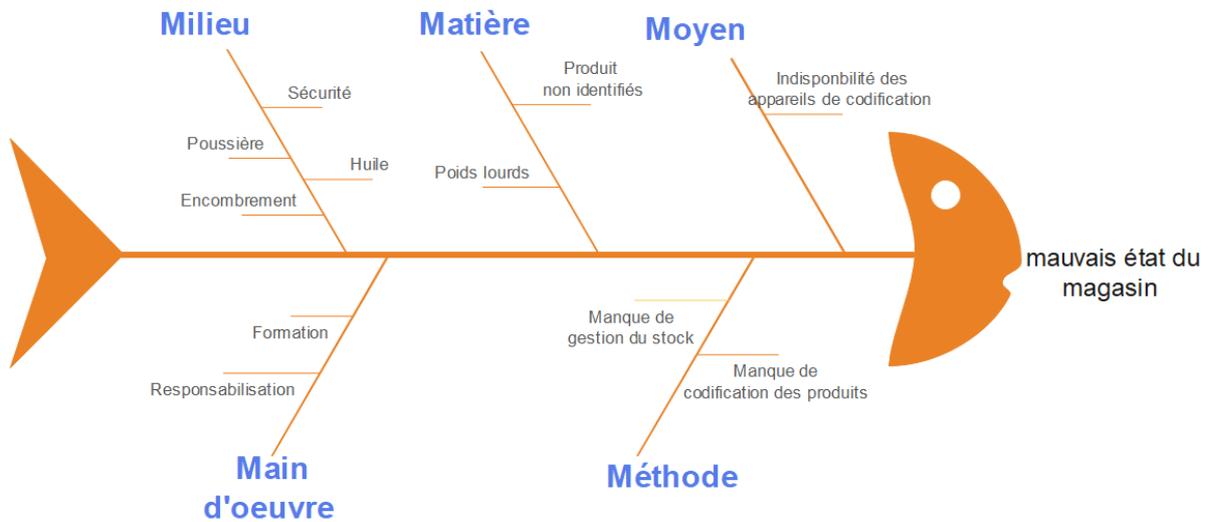
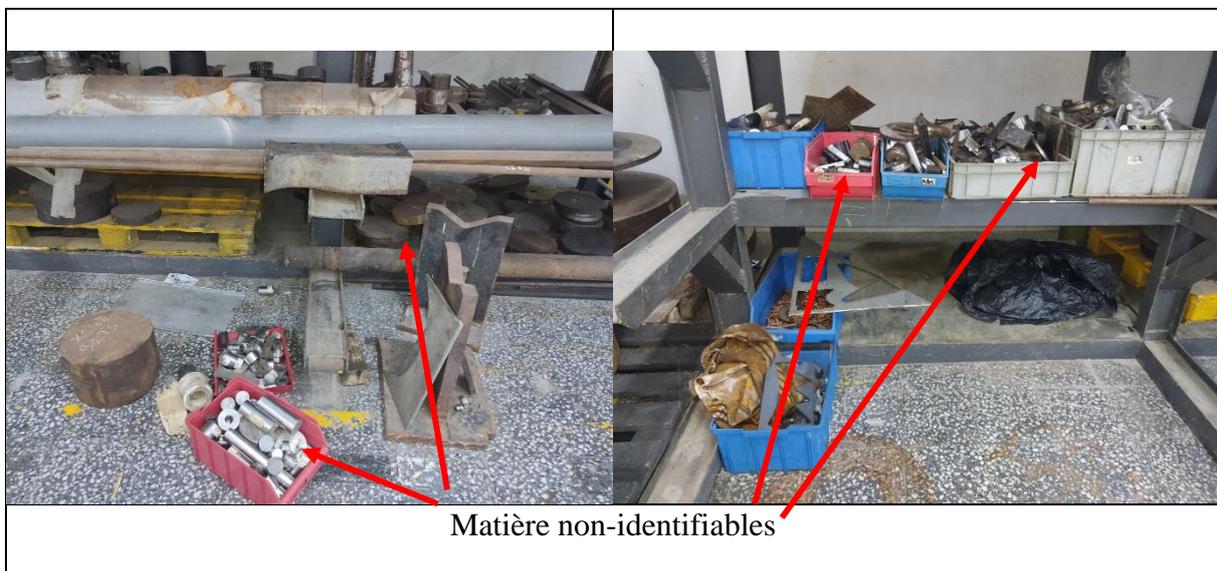


Figure 33: Diagramme Ishikawa de mauvais état du magasin

Pour mieux analyser l'état actuel effectuée au sein du magasin, nous avons pris des photos pour pouvoir décrire l'état de lieu.

Tableau 14: Photo de l'état initial du lieu du magasin.





Objets et poinçons inutiles encombrant le magasin



Zone non-identifiées

Objets inutiles encombrant le magasin



Matières premières référencés et non référencés

III.2. Les objectifs à atteindre

Les principaux objectifs à atteindre sont :

- Eviter l'encombrement de l'espace de travail par les équipements, les documents, les outils ou autres objets inutiles,
- Garantir une bonne gestion des emplacements et une localisation claire des pièces de rechange ainsi que du matériel de travail,
- Prévenir le désordre dans les locaux de travail,
- Prévenir les accidents de travail
- Optimiser les conditions et les temps de travail.

=> Ces objectifs peuvent être atteints grâce à la méthode des 5S. Dans cet objectif, une application de cette démarche sera réalisée dans la suite

III.3. Application de la méthode des 5S

III.3.1. Trier et Débarrasser

Le sens de « débarrasser » ici signifie donc faire un tri entre ce qui est utile et ce qui ne l'est pas, marquer tout ce qu'on doit se débarrasser, proposer une solution alternative pour ce qui ne sert pas actuellement, mais qui peut soit servir plus tard, soit servir ailleurs. Afin de bien mener une bonne étape trier, une décision ferme doit être prise à la suite d'une réponse aux questions suivantes :

Est-ce que cet objet est utile ?

Est-ce qu'on s'en sert effectivement ? à quelle fréquence ?

Si la réponse à ces deux questions est oui, alors on le garde. Sinon, on s'en débarrasse.

Lorsqu'on s'en débarrasse, on a le choix entre le réemployer ailleurs, le recycler ou simplement le jeter.

Les actions d'amélioration planifiées sont :

1-La délimitation et l'identification d'une zone d'attente. Cette zone est facilement accessible et équipée de supports comprenant les listes d'éléments manquants, à ranger à réparer et à jeter. Des étiquettes aux couleurs correspondantes ont été établies.

2-Déplacement des matières et outillages et de tout autre objet inutile dans la zone d'attente, en attribuant une étiquette contenant toute information concernant la décision de débarras.

3-Etablir une liste des objets manquants.

III.3.2. Ranger

C'est la deuxième étape des 5S. Elle consiste à mettre le matériel utile dans un ordre de manière à :

- Le tenir à portée de main,
- Réduire les temps perdus pour les recherches (en fonction de la fréquence d'utilisation, de la facilité de manutention, de la dimension)
- Permettre le repérage facile des objets manquants.

Suite à cette opération, il est indispensable que les zones de rangement et celles de circulation soient clairement délimitées, les zones à risque sont identifiées par un marquage de sécurité approprié, les emplacements soient nommés ou codifié en un langage simple et compréhensible par tous.

Les conditions d'un bon rangement sont les suivantes :

- Efficacité (optimiser les temps de recherche, réduire la pénibilité, la fatigue),
- Sécurité (protéger les usagers contre les chutes et heurts, protéger les objets fragiles),
- Qualité (ne pas faire ranger ensemble des objets ou produits incompatibles, faciliter le repérage de ces derniers dans les aires de rangement).

Pour ce, nous avons établi les actions de rangement suivantes :

1-rangement référence des matières.

2-rangement par classification de méthode ABC

3-Reconnaissance l'objet. Pour ce, nous avons effectué un étiquetage des différents rayons non identifiées.

III.3.3. Nettoyer et inspecter

C'est la troisième étape des 5S. Une fois que l'on s'est débarrassé de tout objet inutile, et que les objets utiles ont été tous bien rangés, il faut éliminer sur ces derniers les déchets, les saletés, les corps étrangers afin que le lieu de l'intervention ainsi que son environnement restent propres et sans danger.

Il faut rendre net et propre tout ce qui est terni par la saleté, les intempéries ou autre agent extérieur. On profite donc de la même occasion pour inspecter chaque objet nettoyer. En effet, le nettoyage permet de mettre en évidence les conditions anormales et au même moment de réaliser du préventif. Le nettoyage enfin garantit au matériel et à l'environnement de travail une durée de vie plus longue.

Pour ce, nous avons établi ces actions :

1-Effectuer un grand nettoyage pour éliminer l'accumulation de saletés au magasin.

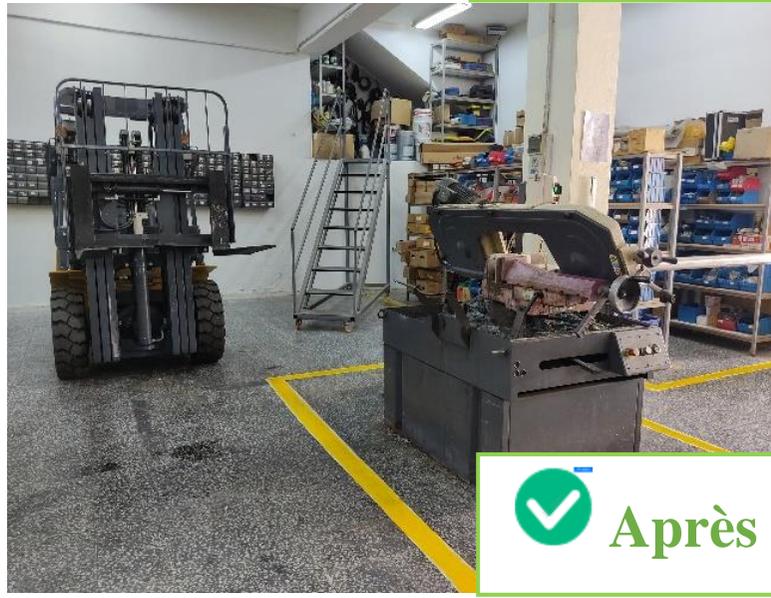
2-Remplacer les documents, instructions sales, illisibles.

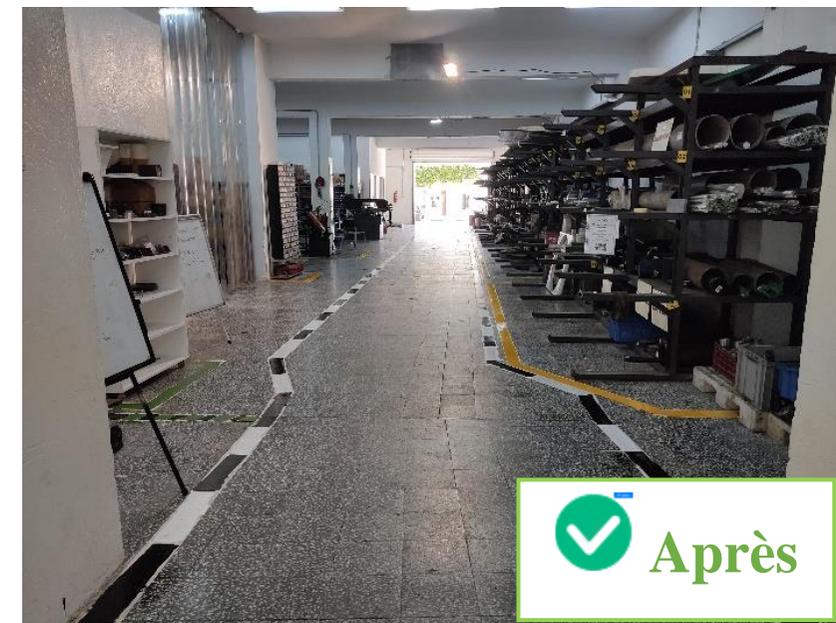
Les images suivantes montrent l'état du magasin avant et après la mise en place des trois premiers « S » : se débarrasser, ranger et nettoyer.

Tableau 15: Photo avant et après la mise en place de 5s









⇒ On a donc obtenu un environnement optimal : non encombré, rangé, propre, mais il faut maintenant le conserver dans cet état. C'est le but des deux derniers « S ».

III.3.4. Conserver en ordre et propre

Conserver en ordre et propre permet de maintenir les 3 premiers "S" par une culture des bonnes pratiques et habitudes.

- Définir des règles de travail simples, écrites et accessibles afin d'inciter tout le monde à faire un effort pour que tout reste constamment en ordre. Dire très clairement ce qu'il ne faut pas faire,
- Apprendre à se débarrasser régulièrement des objets inutiles, à ranger et nettoyer tous les jours son environnement de travail,
- Définir les standards ou états de maintien

III.3.4.1. Réalisation du zoning du magasin et pilotage visuel :

Afin de faciliter le management visuel dans le magasin, il s'est avéré nécessaire de diviser cet espace en différentes zones standardisées. Suite à une réunion avec le responsable magasin, on a pu établir le découpage suivant :

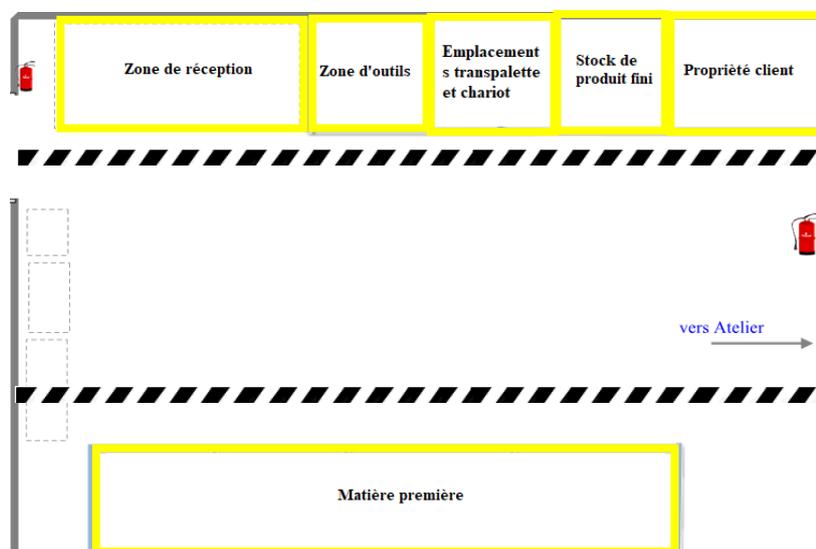


Figure 34:Zoning du magasin

Zone Matière première :

Les niveaux de 1 à 3 de chaque étagère de stockage des zones A, B, C, D, E, F et G sont consacrées aux matières premières, chaque étagère pour une matière bien précis.

Zone réception des commandes :

Le matériel récemment approvisionné est stocké dans la zone réception délimitée par le traçage au sol, avant d'être acheminé vers sa zone finale.

Zone outillage :

Les outils d'usinage doivent être stockés dans une zone équipée par des armoires identifiées.

Zone de transpalette et chariot :

Dans le but de garder la zone rangée, il est nécessaire de respecter l'emplacement du transpalette et chariot en respectant les consignes de sécurité, afin de réduire le temps de recherche de l'engin.

Zone propriété client :

Les propriétés clients doivent être gardées dans une armoire identifiée.

Zone de produit fini :

Certains produits peuvent être prêts avant la date de livraison alors il faut les stockés avec une identification claire.

III.3.5. Formaliser / Faire respecter / Progresser

Le but de cette étape est la mise en place d'un système favorisant continuellement le progrès. Il serait dommage de revenir en arrière après avoir consacré autant d'effort sur les 4 premiers. Formaliser consiste à :

- Veiller à l'application quotidienne des règles de travail définies,
- Respecter les procédures écrites,
- Expliquer autant que nécessaire l'importance des 5S afin de maintenir l'adhésion de tous.
- Ne pas hésiter à améliorer les règles et à adapter les standards au contexte,

Le tableau d'affichage 5S

Dans le contexte de la démarche 5S, la vue est certainement le plus sollicité de nos cinq sens. Il est donc logique de privilégier la communication visuelle : photos, schémas, graphiques, résultat des audits... Pour ce, nous avons envisagé la mise en place d'un tableau d'affichage au sein du magasin [6].

Le contenu du tableau «5S » est le suivant :

- Photos avant-après du magasin.
- Les fiches de l'auto-évaluation.
- Les fiches d'audit des différentes étapes.
- Les plans d'action 5S.
- Les post-it d'anomalies et les idées d'amélioration de la zone.
- Le core-team (équipe de cœur) qui a participé à **la réalisation de la démarche** (Membres de l'équipe).
- Plan de la zone

(Voir annexe).

IV. Codification

IV.1. Etat actuel

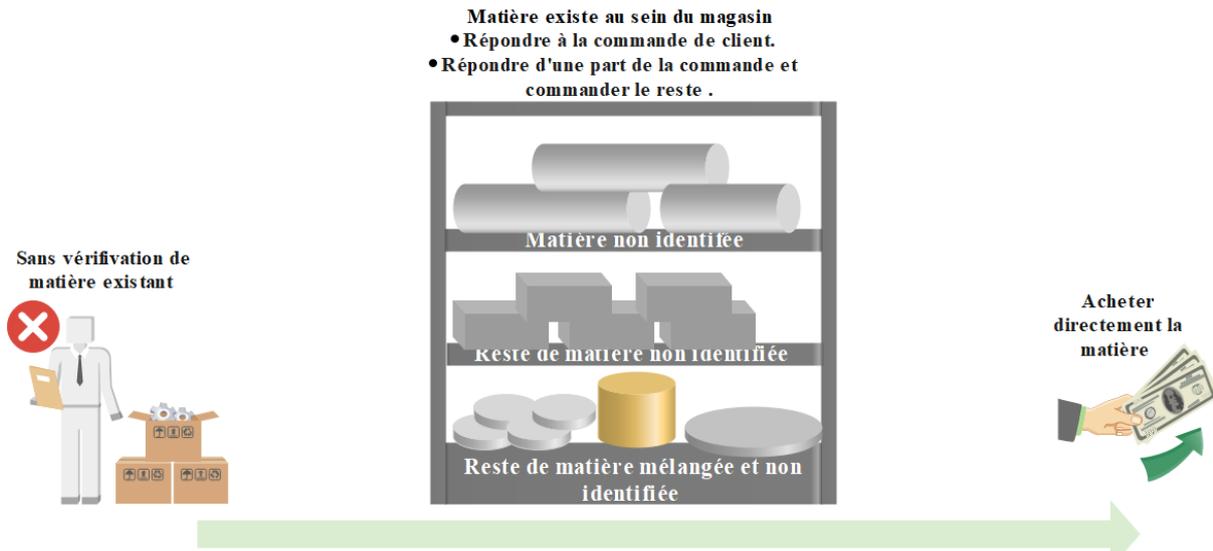


Figure 35: Processus actuel de lancement de commande

IV.2. Les étapes réalisées

1- Identifier la matière première, ses dimensions et sa désignation à l'aide du responsable magasin.



Figure 37; Organisation des articles non exploités



Figure 36: identification de la matière

2-Faire sortir des équinette avec de code article



Figure 39:étiquetage des articles



Figure 38:organisation des articles

3-choisir un logiciel de gestion de stock qui permet de :

- Standardiser les actions de gestion de stock.
- Organiser les articles et les équipements.
- Codification des articles.
- Aider l'agent gestion de stock de gérer les articles.



Figure 40: logiciel de gestion de stock

Après la codification des articles existants au sein de notre magasin, on fait enregistrer les données de chaque article dans le logiciel :

- Désignation.
- Code article.
- Prix d'achat.
- Quantité en stock.
- Quantité en attente de livraison (quantité commander par l'atelier de fabrication).
- Quantité en attente de réception (quantité commander).
- Classification suivant la méthode ABC.
- Emplacement au sein de magasin.

Famille d'article

Emplacement

Classification selon ABC

[ILM Informatique (Démo)] Liste des articles

Mettre à jour les stocks Dupliquer Fichiers liés

Code article	Désignation	Prix d'achat HT	Gérer le stock	Qté réelle en stock	Qté en attente de livraison	Qté en attente de réception
10112	ALUMINIUM AU4G D30 L1200	43,35	<input checked="" type="checkbox"/>	2 800	0	0
11332	ACIER 40 CMD 8 ROND D20 ...	64,20	<input checked="" type="checkbox"/>	28 000	0	0
11400	ACIER ETIRE E24-2 D30 L900	83,70	<input checked="" type="checkbox"/>	47 750	0	0
12012	XC48 1220/50/30	15,68	<input checked="" type="checkbox"/>	100	0	0
12036	XC48 D250 L35	5,22	<input checked="" type="checkbox"/>	27 000	0	0
13001	ACIER XC48 MEPLAT 50X25	11,42	<input checked="" type="checkbox"/>	3 000	3 600	600
10036	XC48 1070/140/25	90,52	<input checked="" type="checkbox"/>	1 200	0	0
11036	inox304 D80 L75	29,42	<input checked="" type="checkbox"/>	12 000	0	0
14001	FER PLAT 6000/40/6	52,86	<input checked="" type="checkbox"/>	31 500	0	0
12003	ACIER 42CD4 Ø45 L1080	66,54	<input checked="" type="checkbox"/>	2 200	0	0
12001	FER PLAT 6000/40/6	52,85	<input checked="" type="checkbox"/>	9 000	0	0
18001	XC48 D250 L35	20,76	<input checked="" type="checkbox"/>	11 400	0	0
11400	Z160 50/40/40	62,90	<input checked="" type="checkbox"/>	21 600	0	0
18011	XC48 D250 L35	5,22	<input checked="" type="checkbox"/>	27 000	0	0
18012	XC48 D250 L35	5,22	<input checked="" type="checkbox"/>	5 400	0	0
18013	XC48 D250 L35	5,22	<input checked="" type="checkbox"/>	6 200	0	0
18014	XC48 D250 L35	5,22	<input checked="" type="checkbox"/>	1 300	0	0
18015	XC48 D250 L35	5,22	<input checked="" type="checkbox"/>	500	0	0
14022	XC48 1220/50/30	15,65	<input checked="" type="checkbox"/>	800	0	0
14023	XC48 1220/50/30	15,65	<input checked="" type="checkbox"/>	1 200	0	0
14024	XC48 1220/50/30	15,65	<input checked="" type="checkbox"/>	300	0	0

Ajouter Supprimer Modifier

Masquer les articles obsolètes

Rechercher Tout Contient

Ajouter Modifier Supprimer

Figure 41: liste des articles

Ce logiciel, nous permet de faire la recherche de n'importe quel article dans le magasin selon leur désignation, code article ... et connaître leur état, quantité stocké, demandé ou en attente de réception.

The screenshot shows the 'Liste des articles' window with a search filter applied. The search criteria dropdown is set to 'Code article' and the search field contains '13'. The table below shows the results for articles 11332, 13001, 18013, 13041, and 13304.

Code article	Désignation	Prix d'achat HT	Gérer le stock	Qté réelle en stock	Qté en attente de livraison	Qté en attente de réception
11332	ACIER 40 CMD 8 ROND D20 ...	64,20	<input checked="" type="checkbox"/>	28 000	0	0
13001	ACIER XC48 MEPLAT 50X25	11,42	<input checked="" type="checkbox"/>	3 000	3 600	600
18013	XC48 D250 L35	5,22	<input checked="" type="checkbox"/>	6 200	0	0
13041	ALUMINIUM AU4G	9,03	<input checked="" type="checkbox"/>	500	0	0
13304	INOX 304	89,20	<input checked="" type="checkbox"/>	8 750	0	0

Figure 42: rechercher les articles demander

Aussi, il nous permet d'avoir la liste des articles finis et en attentes de livraison, la liste des articles en attente de livraison, la date d'entrée dans le magasin et la date prévue de livraison.

[ILM Informatique (Démo)] articles commandés, 6 lignes

Calcul des besoins | Transfert vers commande fournisseur | Transfert de la commande en BL | Modifier la commande associée | Forcer la livraison | Annuler Forcer la livraison | Recalculer le stock théorique

Désignation	Date	Livraison prévue le	Nom client	Gérer le stock	Total vente HT	Qté	Livré	Stock Reel
Engrenage cylindrique	25 mai 2022	30 juin 2022	SOCIETE AGILE	<input checked="" type="checkbox"/>	80.000000	1	<input checked="" type="checkbox"/>	0
PLAQUE L35 EP 10	25 mai 2022	30 juin 2022	SOCIETE AGILE	<input checked="" type="checkbox"/>	1000.000000	50	<input checked="" type="checkbox"/>	0
Roue dentée	23 mai 2022	28 juin 2022	ALFA DERVICE INDU...	<input checked="" type="checkbox"/>	233.400000	15	<input checked="" type="checkbox"/>	0
PINCE MAKAREV L30 I15 EP4	23 mai 2022	28 juin 2022	ALFA DERVICE INDU...	<input checked="" type="checkbox"/>	19675.427200	320	<input checked="" type="checkbox"/>	12 000
BAGUE RACCORD	10 juin 2022	26 juin 2022	Brique tunisienne	<input checked="" type="checkbox"/>	1440.000000	120	<input checked="" type="checkbox"/>	0
COLLECTEUR D'AIR COMPRIME	16 mai 2022	30 mai 2022	Vitalait	<input checked="" type="checkbox"/>	100.000000	2	<input checked="" type="checkbox"/>	0

Rechercher Tout Contient + X Ajouter Modifier Supprimer

Période Sans filtrage Du Au

Figure 43: liste des articles en attente de livraiss

Ainsi la Liste des articles en attente de réception, la date de commande et la date de réception demandé.

Code	Désignation	Date	Date réception dema...	Fournisseur	PA Unitaire HT	Total achat HT	Qté	Recu /
20000	ALUM D30 L 1000	8 juin 2022	8 juin 2022	TIMELEC	10.000000	12000.000000	1200	<input type="checkbox"/>
11089	inox304 D80 L75	8 juin 2022	2 juin 2022	Indus SMP	12.330000	369.900000	30	<input type="checkbox"/>
11023	XC48 1220/50/30	1 juin 2022	1 juin 2022	Fonderie lamin	29.940000	20958.000000	700	<input type="checkbox"/>

Figure 44: liste des articles commandé

Et aussi avoir les bon de réception et de livraison remplir automatiquement avec tous les informations nécessaires.

SARL ILM Informatique (Démo)
 22 place de la liberation
 Abbeville (80100)

SARL au capital de 0.00€
 N° de SIRET 16546546545
 N° de TVA I.C : FRA6554324
 Tel. : 03 22 19 44 72
 Fax : 03 22 19 44 08
 Email : contact@ilm-informatique.fr

Bon Réception

Fonderie lamin

01330 Ambérieux-en-dombes

Numéro	Date
BONR001	06/09/2022

Commercial	Référence
G. Maillard	

Désignation	P./Unité	P.U. HT	Qté	TVA	Poids	Total HT
ALUM 030 L1000	0.00900 6/piece	0,01	40	0,00%	80	8,00

Total HT	8,00
Total TVA	0,00
Total TTC	8,00

SARL ILM Informatique (Démo)
 22 place de la liberation
 Abbeville (80100)

SARL au capital de 0.00€
 N° de SIRET 16546546545
N° de TVA I.C ; FRA6554324
 Tel. : 03 22 19 44 72
 Fax : 03 22 19 44 08
 Email : contact@ilm-informatique.fr

Bon de livraison

Brique tunisienne

01640 L' Abergement-de-vancy
 France

Numéro	Date
BON001	26/05/2022

Référence

BAGUE RACCORD

Désignation	Qté	Qté livrée	Poids Total
BAGUE RACCORD	5	5	2,500

Poids Total	2,50
--------------------	------

Figure 45: bon de réception et livraison remplir automatiquement .

V. Contrôle à la réception

La réception doit être effectuée par une personne qu'on peut le nommer responsable de réception, il doit se présenter systématiquement pour réceptionner et faire tous les contrôles déclarer au cahier de charge

- Des contrôles Qualitatif (comme la qualité, le nuance de matière ...) et Quantitatif (la quantité reçue doit être conforme à la demande ...)
- Le registre des produits réceptionnés indiquer l'heure de livraison, le produit, le fournisseur, la quantité, les remarques éventuelles ...
- Prévoir une fiche de non-conformité en cas de problème

Le responsable magasin ne peut accepter aucun produit sans une fiche. Cela permettra à chacun d'assumer sa responsabilité lors d'une défective d'usinage.



Figure 46: nouvelle zone de contrôle à la réception

VI. Nouveau processus de travail

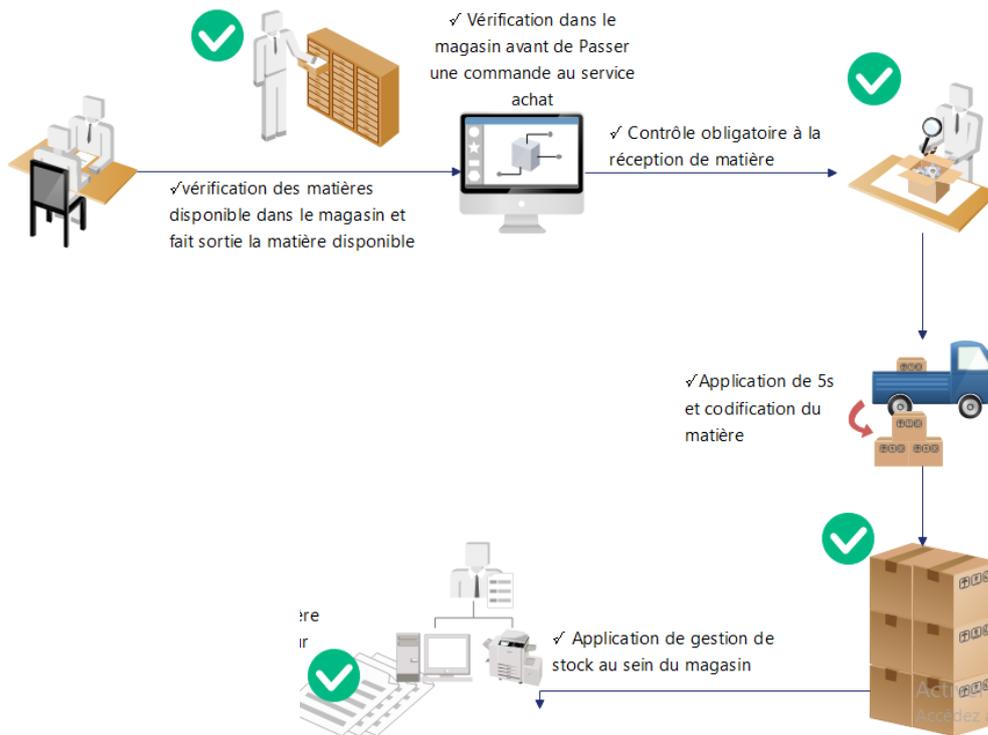


Figure 47: nouveau processus de travail

VII. Evaluation des gains

La mise en place de la gestion de stock et la mise en place de 5s au sein du magasin nous a permis, d'améliorer le temps de changement de sérié d'une manière considérable. Le graphe ci-dessous présente l'amélioration de temps de recherche des outillages après les différentes actions menées dans le magasin.

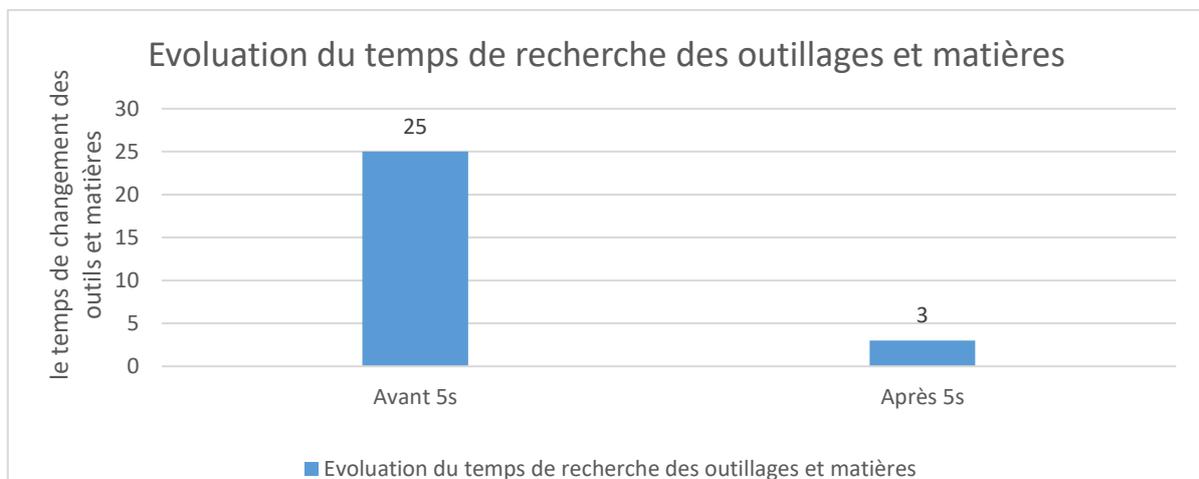


Figure 48: Evolution du temps de recherche des outillages et matières.

Ce graphe montre clairement la différence entre le temps de changement avant et après la mise en place de la démarche «5S »

$$\text{Le taux d'amélioration} = \frac{\text{temps initial} - \text{temps final}}{\text{temps initial}} \cong 88\%$$

Les pièces non utilisées depuis au moins deux ans et les pièces qu'ils restent d'autres commande après la fabrication qu'ils seront jetés, après l'identification et l'entrée dans le système et sont en cours d'utilisation.

Un gain de matière est : on prend l'exemple de l'Aluminium nous gagnons 30 kg, le kg est à 9 DT alors le gain est comme suit :

$$\text{Gain de matière non identifiée} = 9 \times 30 = 2700DT$$

Conclusion

Un milieu bien rangé est plus agréable à vivre et évite de nombreuses pertes de temps (temps perdu à chercher de matières première, outillage...).

Dans ce chapitre, on fait la gestion de stock et la mise en place de 5s dans le magasin dont les bénéfices sont multiples.

Chapitre V : Optimisation de temps de changement série

Introduction

Le problème le plus persistant dans notre ligne de production est le temps de changement de série. Cet obstacle est très rencontré à cause de la stratégie de l'industrie AMM qui à un système d'ateliers à cheminement multiple, celle stratégie est essentiellement basée dans la production sur commande en urgence et la production en petites séries. Alors on trouve cette situation de changement de série dans chaque lancement d'un nouveau produit.

Dans ce chapitre, nous allons analyser en premier lieu les temps de changement de série. Ensuite, nous essayerons d'appliquer les différentes étapes de la démarche SMED pour réduire ces temps afin d'améliorer le rendement de la zone tour numérique.

I. Description du problème

L'industrie AMM est spécialisée dans la production des petites séries, des pièces unitaires, pour cela elle rencontre un grand problème au cours du temps de changement de série. Où l'opérateur se trouve toujours dans la situation de lancer un nouveau produit avec un changement de série, des nouveaux paramétrages, des nouveaux outillages, ...

II. Objectif de la démarche

Le temps d'arrêts pour le changement de série constitue 15 % du temps d'ouverture. L'objectif de ce chantier est donc de diminuer le temps de changement à la moitié sans dégrader la qualité et en utilisant le minimum des ressources. Ainsi pour répondre rapidement à la demande client on fait augmenter la flexibilité de la zone Tour Numérique.

En agissant à ce dernier, nous devrions ainsi aboutir à un TRS plus élevé si le temps de changement de série est diminué.

III. Les étapes d'analyse de processus tour numérique :

III.1. Observation du chantier

Il s'agit d'observer plusieurs changements de série de plusieurs produits, de façon à mesurer les indicateurs définis et à révéler l'ensemble des problèmes rencontrés.

III.2. Information et sensibilisation du personnel

Tout d'abord, il faut informer le personnel ; d'une côté les cadres, afin d'obtenir leur accord et leur expliquer l'importance de cette méthode qui réside dans le gain en temps de production, l'augmentation de la flexibilité et la réactivité de la production..., et d'une

autre côté les techniciens et les opérateurs en mettant en évidence le confort qu'apporteront les différentes actions qui seront menées.

III.3. Tournage d'une séquence vidéo dans l'atelier presse

La vidéo a pris en compte l'ensemble du temps de changement d'outillage, depuis la dernière bonne pièce de la série précédente jusqu'à la première bonne pièce de la série suivante. Cela nous a permis de chronométrer chacune des étapes du changement de série .

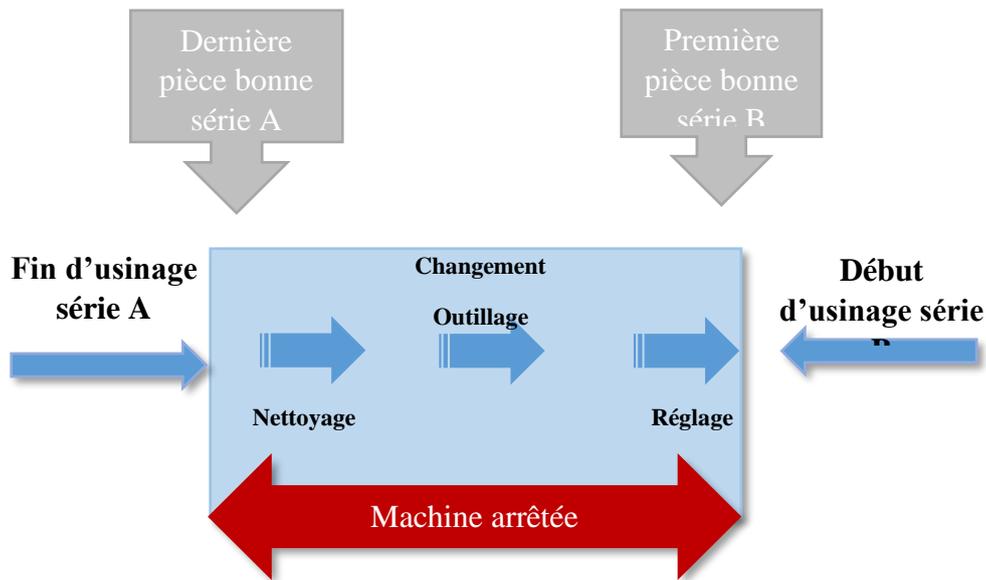


Figure 49:Description de Méthode SMED

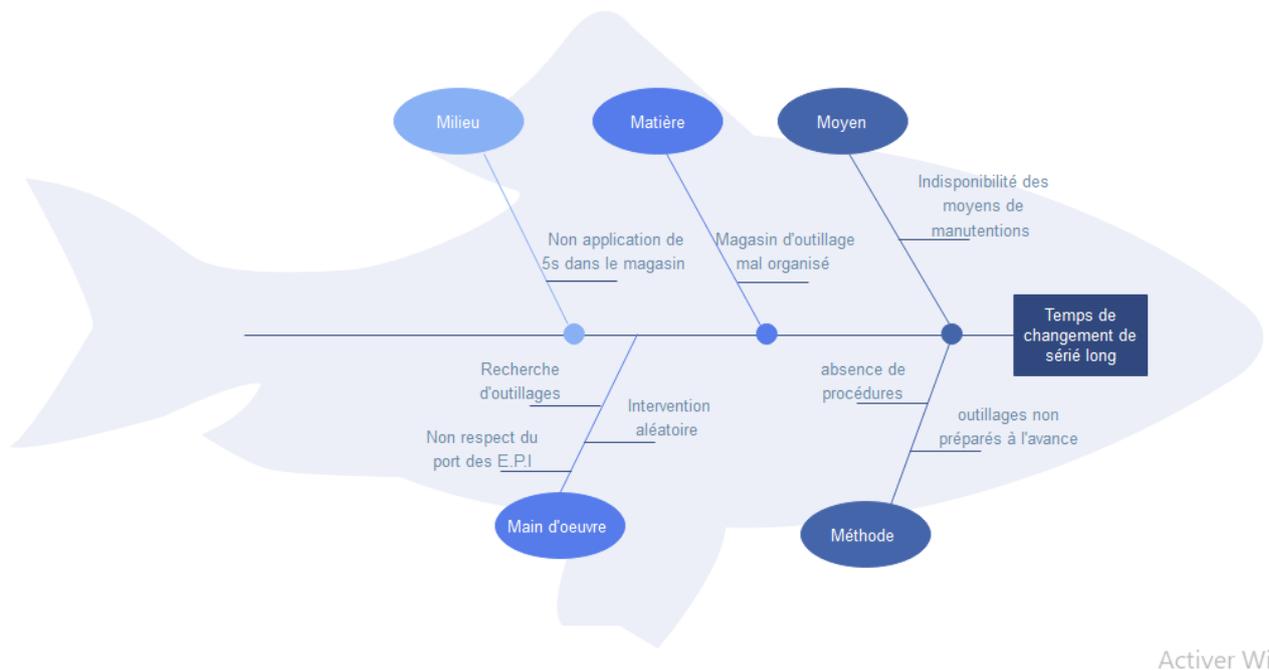
III.4. Chronométrage des temps des étapes de changement de série

Dans notre période du stage au sein de l'entreprise nous avons assisté pas mal de fois au changement de série. Nous avons constaté que les changements prennent beaucoup de temps, et cela est dû à plusieurs facteurs (mauvaise organisation, absence de répartition des tâches, mauvaise préparation, manque d'opérateur ...). Ainsi nous voulions chronométrer les différentes étapes de changement pour voir le temps perdu dans chaque étape. Afin de réduire ce temps de changement on devra mettre on place les quatre points du SMED pour atteindre notre but.

Le tableau ci-dessous décrit les étapes de changement de série ainsi que leurs durées moyennes respectives.

Tableau 16: les étapes de changement de série

Nom de la tâche	Durée
Nettoyage interne de machine	3min
Réglage machine à l'origine	3 min
Vérification du programme	3min
Rechercher les outils nécessaires	17 min
Montage des outils	5 min
Palpage des outils	4 min
Porter les pièces à usinée	10 min
Mesure les nouvelles pièces à monter	15 min
Recherche les portes pièces	15 min
Montage et réglage des portes pièces	8 min
Réglage et essai	20min
Retour des outils dans le magasin	3 min
Retour de chariot	3 min
Temps d'arrêt changement d'outil (TACO)	109min



Activer Wi

Figure 50:Diagramme ISHIKAWA de temps de changement élevé

IV. Analyse des étapes de changement

Afin de bien cerner les causes du long du temps de changement de série, il est nécessaire de réaliser un diagramme d'Ishikawa pour identifier les causes génératrices de ce problème.

Le tableau suivant explique davantage ces différentes causes :

Tableau 17: Description des causes de problème

Milieu	Non application de 5S dans le magasin	Ceci provoque la perte des outillages, pièces, ...
Main-d'œuvre	Recherche d'outillages	Les opérateurs sont obligés d'aller chercher à chaque fois l'outillage qu'il leur faut, et ceci est dû au manque d'organisation et la non planification de l'outillage requis.

	Non-respect du port des EPI	Le non-respect du port des E.P.I affecte d'un côté le rendement des opérateurs, vu la quantité de bavure qui peut causer des blessures, le bruit des machines énorme qui au cours de temps ennui les opérateurs et lui permettre de perdre leur concentré et aussi il cause des maladies.
Matière	Magasin d'outillage mal organisée	La recherche des outils ainsi prend un temps très long. Ceci est dû au manque d'organisation du magasin.
Moyen	Indisponibilité des moyens de manutentions	L'opérateur doit à chaque fois aller chercher un chariot élévateur, ceci est dû à la non planification
Méthode	Absence de procédures & standards	Procédures & standards Les opérateurs travaillent sans avoir de procédures pour les guider. Le responsable est obligé à chaque fois de leur demander ce qu'ils doivent faire
	Outillages non préparés à l'avance	La non préparation de tout ce dont les opérateurs auront besoin cause une perte de temps énorme. Les allers retours pour chercher à chaque fois ce qu'il leur faut, d'une part fatigue les opérateurs, d'autre part affecte le temps de changement.

Après l'observation et l'analyse de chacune des étapes du changement de série on vient à l'étape d'amélioration. Dans cette dernière, les actions ont été envisagées au niveau de L'aspect organisationnel avec l'optimisation des procédures de changement d'outillage.

V. Externalisation des opérations internes et maximisation du travail en temps masqué

Notre objectif est de réduire au maximum le nombre d'opérations internes, qui ont entraîné l'arrêt de la Production

V.1. Notions des tâches internes et externes

Quel que soit le changement ou le réglage d'outillage on distingue deux types d'opérations :

- Les opérations internes (IED : Input Exchange of Die), ne peuvent être effectuées que lorsque la machine est à l'arrêt.
- Les opérations externes (OED : Output Exchange of Die), doivent être effectuées pendant le fonctionnement de la machine.

Tableau 18:Les étapes de SMED.

Etape	Hors arrêt	Durant l'arrêt
Mesurer le temps total		
Déterminer les opérations interne / externe		
Déplacer les opérations externes		
Réduire les opérations internes		
Réduire les opérations externes		
Standardiser		

Puisqu'on n'a pas pu convertir que quelques opérations internes, on a pu transformer la majorité des opérations restantes en temps masqué (en parallèle avec d'autres opérations) comme le montre le tableau suivant :

Tableau 19:Opérations externalisées

	Opérations externes	Durée
1	Préparations des outillages	17 min
2	Préparations des portes pièces nécessaires	15 min
3	Assurer la disponibilité d'un chariot élévateur	5 min
4	Mesurer les nouveaux pièces	10 min
5	Retourner les outillages dans le magasin	6 min
	Total	53 min

On peut remarquer qu'on a gagné 53 minutes de changement juste en agissant sur l'organisation des opérations.

Le nouveau temps de changement = 56 minutes

L'ancien temps de changement = 109 minutes

V.2. Rationalisation de tous les aspects de l'opération de changement

V.2.1. Réduction des déplacements inutiles de l'opérateur

Le nombre de pas effectués par un opérateur lors d'un changement d'outillage est une sorte de gaspillage, qui d'avantage cause un temps de changement aussi élevé. Et chercher à le réduire est souvent générateur de progrès.

Pour mettre en évidence les déplacements du personnel, nous avons choisi trois opérateurs lors d'un changement de série, et nous avons essayé de suivre et de mesurer ses différents déplacements. Pour pouvoir les analyser par la suite à l'aide d'un diagramme Spaghetti.

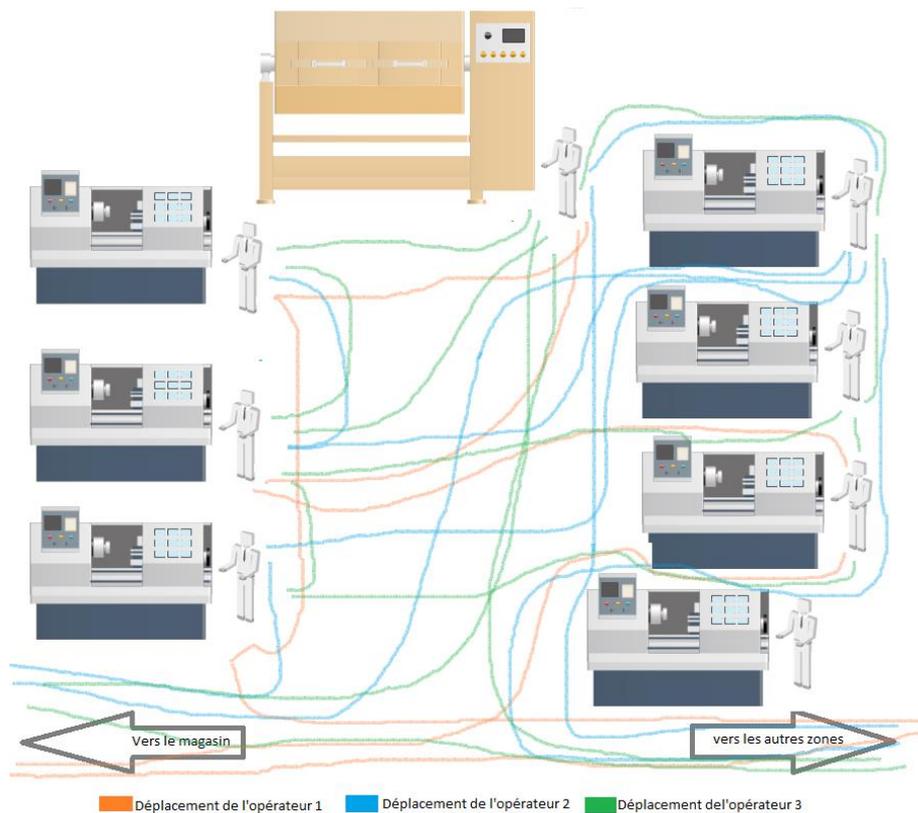


Figure 51: Diagramme Spaghetti

Après avoir analysé le diagramme, on peut tirer que les déplacements inutiles des opérateurs dus :

- Au placement d'outillages loin de l'opérateur
- L'outillage non préparé à l'avant oblige l'opérateur de se déplacer au magasin pour chercher les outillages nécessaires.

Ainsi, afin de remédier à ces aléas, des actions ont été mises en place, telles que :

- L'outillage doit être préparé avant le changement. (L'augmentation de l'effectif des opérateurs).
- Disponibilité d'un chariot d'outillage :

Le temps de recherche des outils et de déplacer au magasin est très élevé. Ce chariot va permettre de diminution de temps des chercher les outillages et élimine le déplacement dans le magasin, on propose à l'AMM d'acheter le chariot d'outillage de leur fournisseur sandvik :

Mophorn Chariot à outils 40 porte-outils coniques.

Chariot à outils CNC 35 Capacité CAT40 BT40

Chariots de service avec roues Heavy Duty (BT40

35 Capacité)

Prix : \$191.68



V.2.2. Suppression des réglages

Le réglage d'une machine ne doit subsister que s'il est réellement indispensable. Souvent, celui-ci est un moyen de contourner un problème qui peut être résolu autrement. Alors pour supprimer ces réglages il faut :

- Eviter les allers-retours pilotés par un opérateur autour d'une valeur cible.
- Placer les éléments au même endroit
- Préparer et spécifier au moment du changement un endroit proche des machines comportant tout ce qui est nécessaire dans chaque opération.
- Fixer tous ce qui est utile.
- Former deux équipes une pour le nettoyage et la préparation des outils de changement,

V.2.3. Réduire les temps de réglage

Les difficultés rencontrées lors de réglages contribuent aux pertes de temps et génèrent des erreurs. Ainsi que le non enregistrement des paramètres relatifs à chaque référence. Pour cela, il s'est avéré nécessaire de réaliser les procédures de réglages et d'enregistrement, ainsi que le paramétrage des variateurs de vitesses.

V.2.4. Adoption de la synchronisation et l'organisation des tâches

Une mauvaise synchronisation des tâches entraîne souvent des déplacements inutiles, d'où une perte de temps. Cette synchronisation peut amener l'opérateur à se faire aider. Ainsi il faut respecter la répartition des opérations déjà cité, de plus les chefs d'équipes sont obligés de dispatcher les tâches et les opérations entre les différents opérateurs tout en se basant sur leurs expériences, et aussi faire un programme où les tâches sont bien affectées aux opérateurs concernés et assurer une bonne organisation ce qui aide alors à diminuer le temps de changement de série.

VI. Evaluation des gains

Pour calculer les gains de notre projet en termes d'amélioration de la productivité de la zone Tour numérique, ainsi que la minimisation des coûts, nous comparons les données de ces derniers avant et après la mise en place du projet.

VI.1. Amélioration du temps de changement de série

La mise en place de la méthode SMED au niveau de la zone tour numérique nous a permis, d'améliorer le temps de changement de série. Le graphe ci-dessous présente l'amélioration du temps de changement après les différentes actions menées dans l'atelier.

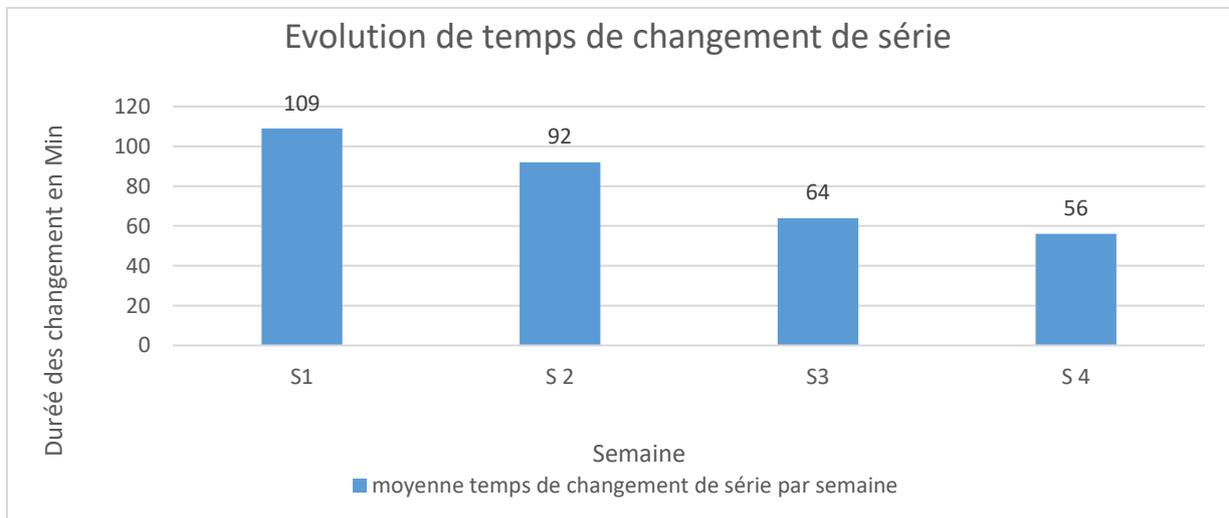


Figure 52: Evolution de temps de changement de série

Alors le taux d'amélioration de la démarche SMED peut être défini comme suit :

$$\text{Le taux d'amélioration} = \frac{\text{temps initial} - \text{temps final}}{\text{temps initial}} \cong 50\%$$

⇒ 53 minutes pour un seul changement de série dans la zone de Tour Numérique, d'où une heure d'arrêt d'une machine cause une perte de 130 DT, on effectue pour une seule semaine 15 à 17 changements alors notre est gain dans un semaine est :

Le gain est égal : $130 \times 16 = 2\ 080$ DT

Cette différence est évidemment due aux actions d'amélioration mises en place la méthode SMED ainsi que la mise en place de 5s qui facilite la retrouve des outils chercher.

VI.2. L'amélioration de l'indicateur de projet : TRS

Tout au long du chantier, il était important de visualiser l'évolution et l'impact du chantier sur la zone Tour Numérique. C'est grâce à l'indicateur de suivi du chantier TRS que l'on a pu voir cela. Cet indicateur nous a permis de savoir si les objectifs fixés ont été atteints.

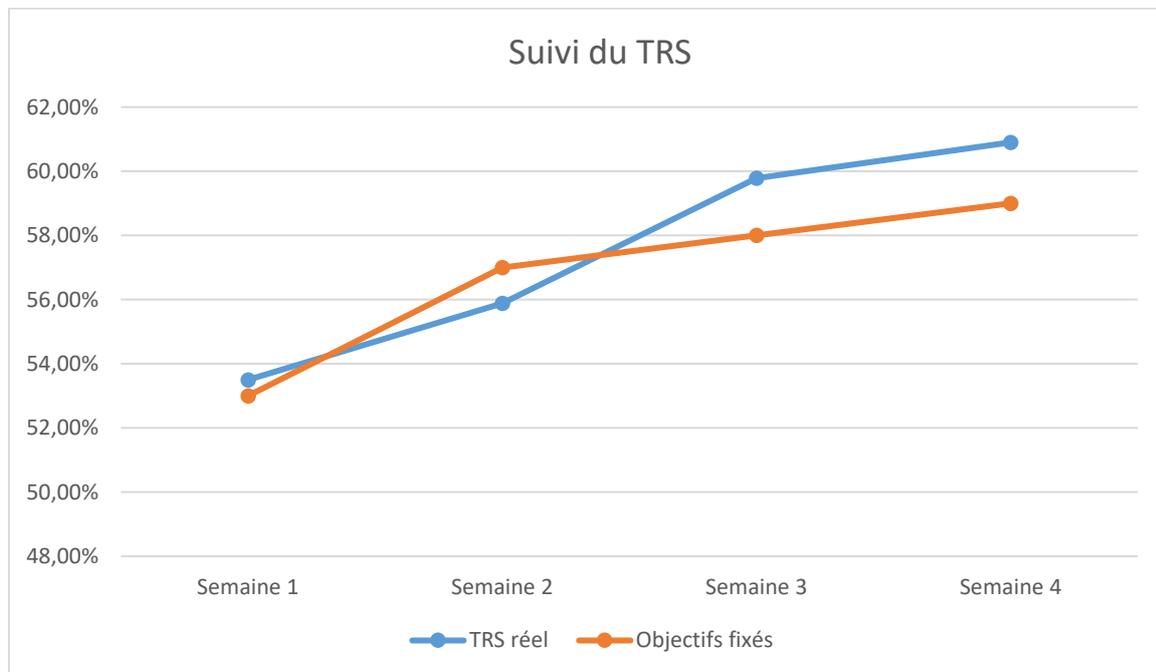


Figure 53: Suivi du TRS

Conclusion

Pour optimiser le temps de changement de série au sein de la zone de tour numérique. C'est dans ce contexte que nous avons commencé en premier lieu par une analyse du temps de changement de la série, puis la mise en place des actions permettant d'améliorer la situation actuelle. Finalement, on peut dire que la démarche SMED adoptée a abouti à un résultat qui dépassait les attentes du chantier en termes de réduction du temps.

Conclusion générale et perspectives

Ce document a pour objectif d'améliorer la productivité de l'entreprise AMM. Pour atteindre cet objectif, nous avons suivi une démarche qui tient ses origines de l'approche Lean.

En premier lieu, nous avons réalisé un diagnostic approfondi de l'état actuel qui nous a permis de déceler les différentes causes qui dégradent la productivité au sein de l'AMM.

Nous avons mis en place un plan d'actions pour les solutions proposées afin de remédier aux différentes anomalies détectées.

Notamment, la mise en place d'un modèle de gestion de stock suivi de la démarche 5S au sein de magasin.

Une analyse du temps de changement de la série pour optimiser le temps de changement de série au sein de la zone de tour numérique, puis la mise en place des actions permettant d'améliorer la situation actuelle dans la zone Tour Numérique e.

*Les principaux résultats de ces actions sont comme suit :

*La réduction du temps de changement de série de 50%

*La réduction du temps de recherche des outillages de 88%

*L'amélioration du Taux de Rendement Synthétique de 12.15%.

*L'amélioration des conditions de travail.

Le milieu est bien rangé et plus agréable pour travailler. De nombreuses pertes de temps sont éliminés (temps perdu à chercher des pièces de rechange, outils...).

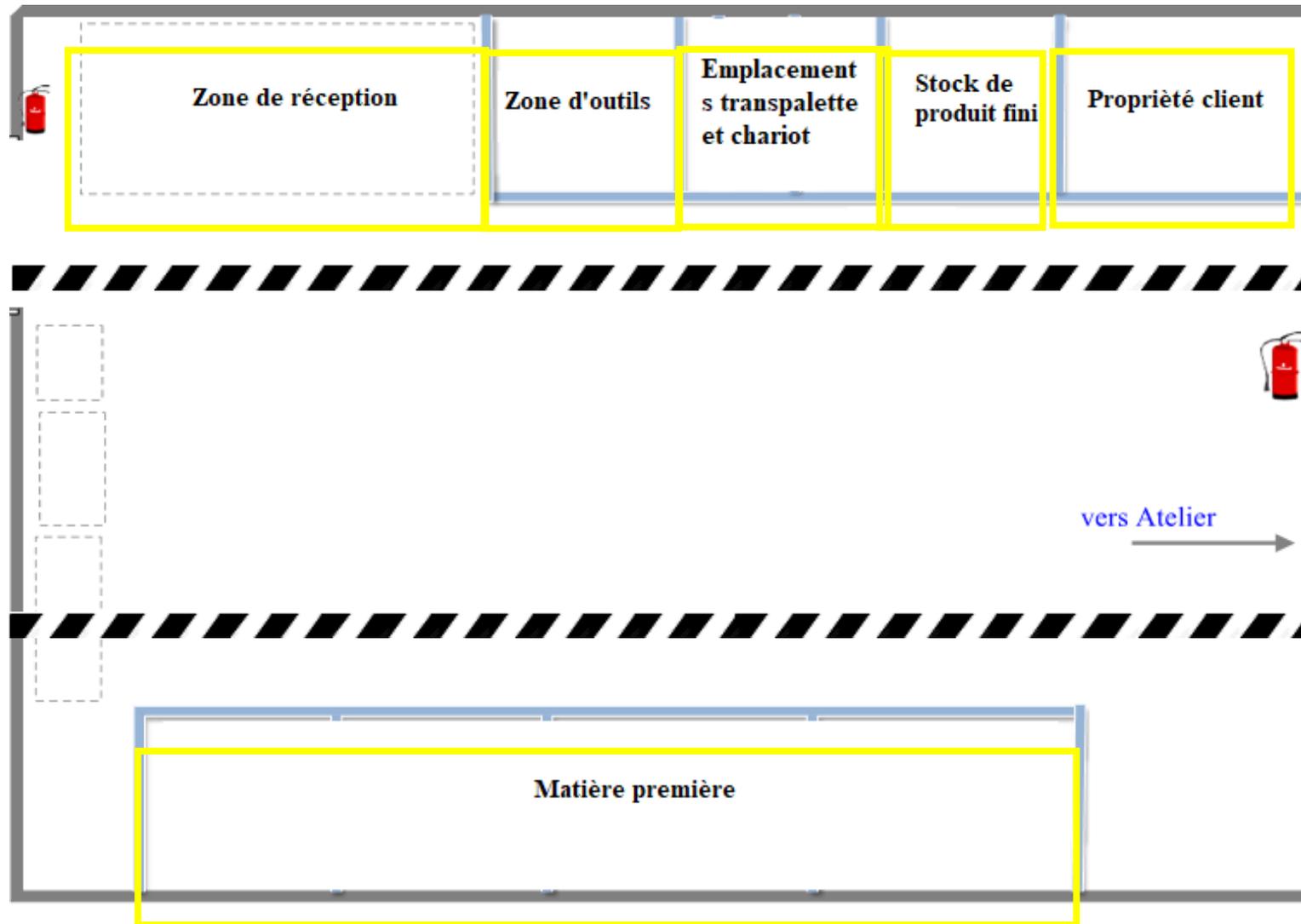
Finalement, on peut dire que la démarche SMED adoptée a abouti à un résultat qui dépassait les attentes du chantier en termes de réduction du temps.

Références Bibliographiques

- [1] D. Garnier., La value stream mapping : un outil de représentation des procédés et de réflexion, Sciences pharmaceutiques, 2010.
- [2] P. BEDRY, LES BASIQUES DU LEAN MANUFACTURING, GROUPE EYROLLES, 2009.
- [3] C. d. C. O. F. Éric CHASSENDE-BAROZ, Pratique du Lean, Paris: DUNOD, 2010.
- [4] C. HOHMANNNN, TECHNIQUES DE PRODUCTIVITÉ Comment gagner des points de performance, Groupe Eyrolles, 2009.
- [5] THIERY Leconte, La pratique du SMED, Paris: Eyrolles – Editions d’organisation, 2008.
- [6] Christian HOHMANN, Guide pratique des 5S et du management visuel, Groupe Eyrolles, , 2006, 2010.

Annexes

Annexe 1: Plan de la zone



Annexe 3 :Photos avant-après du magasin

Espace :

Réalisé en séquence :

Date :

AVANT

Date :

APRES

la photo avant

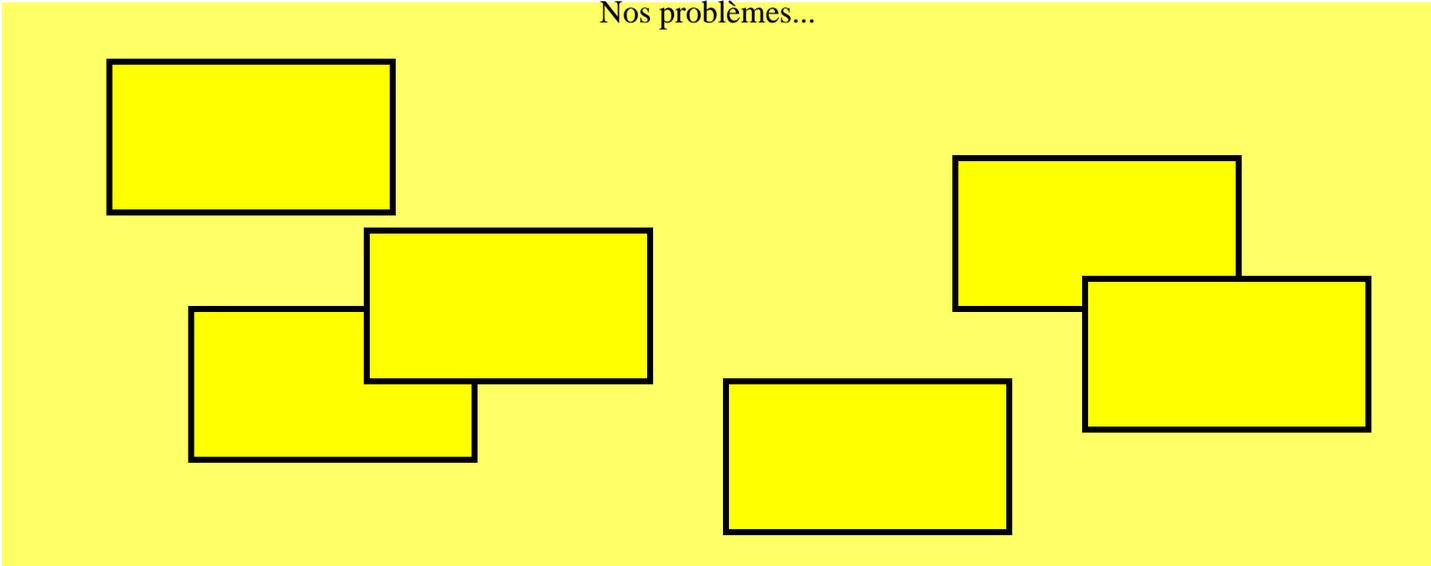
la photo après

Annexe 4:le core-team.

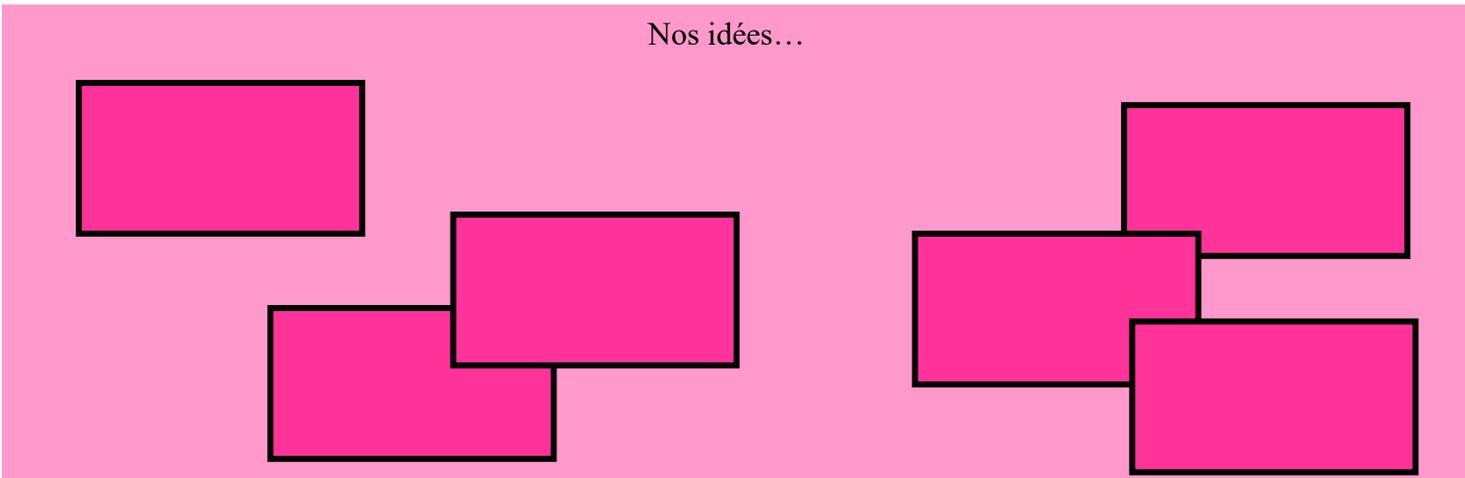
Membres de l'équipe

Annexe 5: Les post-it d'anomalies et les idées d'amélioration de la zone .

Nos problèmes...



Nos idées...



Annexe 6:AUTO-EVALUATION.

D'Audit : _____

Semaine

--

	1	2	3	4	5
1- Tout ce qui est inutile est enlevé					
2- Tous les affichages sont à jour et bien présentés					
3- Les instructions de travail sont à portée de main					
4- Des repères et des indications facilitent l'observation					
5- Chaque chose à sa place et chaque place a sa chose					
6- Les emplacements sont tous définis et respectés					
7- Les plans de travail, servantes, tables .Sont en ordre					
8- Les outils de travail sont facilement accessibles					
9- Il existe un kit de nettoyage adapté					
10- Les sols sont propres					
11- L'évacuation des déchets est adaptée					
12- Les règles d'hygiène sont respectées					
13- Les règles de sécurité sont respectées					

Note totale

--	--	--	--	--

Equipe

Satisfaisant=2



moyen=1



insatisfaisant



Annexe 7: fiche d'audit des différentes étapes .

**VALIDATION DE LA PHASE I : « APPRENTISSAGE DES 5S »
RECAPITULATIF 5S Magasin**

<i>Repère</i>	<i>Séquence</i>	<i>Validation</i>	<i>Date</i>
Débarrasser	1 LE TRI Rien que le nécessaire, le reste est à éliminer		
	2 LA REMISE EN ETAT Organiser les actions de nettoyage et de réparation		
RANGER	3 L'IMPLANTATION Préparer l'organisation de notre espace		
	4 A REMISE A NIVEAU Mobiliser les énergies autour de la journée 5S		
	5 L'ORGANISATION DE L'ESPACE Chaque chose à sa place, chaque place à sa chose		
	6 L'ORGANISATION DU POSTE Le nécessaire à portée de main		
TENIR PROPRE	7 LE MAINTIEN DE LA PROPRIETE Faciliter le nettoyage et maintenir le niveau		
VISUALISER	8 LA VISUALISATION DES REGLES Tout comprendre du premier coup d 'œil		
IMPLIQUER	9 LA RESPONSABILISATION DE CHACUN S'approprier les nouvelles règles de vie		

