

Ministère de l'Enseignement Supérieur

*** * ***

Université Virtuelle de Tunis



Projet de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du

**Diplôme du mastère professionnel en Optimisation et Modernisation de
l'Entreprise**

Sujet :

**Amélioration continue de la productivité d'une
entreprise tunisienne**

Réalisé par :

Najet HAMMOUDA

Entreprise d'accueil :

**Programme National de Qualité(PNQ) & Société Industrielle d'Appareillage et de
Matériels Electriques (SIAME)**

Soutenu le 30/04/2011

Responsable Entreprise : Ikeda KATSUTOSHI

Responsable UVT: Chiheb GHALLEB

Remerciements

Au terme de ce projet, nous adressons nos vifs remerciements aux membres de jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger ce travail.

Nous voudrions de même, exprimer nos sincères remerciements à Madame Amel BEN FARHAT ; directrice du Programme National de Qualité, pour nous avoir accueillis dans son équipe.

Nous remercions, par la même occasion, tous les responsables de l'Université Virtuelle de Tunis pour leur contribution à notre formation.

Sans oublier à exprimer notre profonde gratitude et reconnaissance au personnel de l'entreprise SIAME pour leur accueil et leur collaboration.

Egalement à Mr Chiheb GHALLEB pour ses encouragements et ses conseils précieux.

Enfin, que toute personne, ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet, trouve ici l'expression de nos vifs remerciements.

Résumé

*D*ans un système économique en état de crise, le besoin de diminuer les coûts et d'améliorer la productivité représente un manque constant à gagner.

*C*e mémoire retrace l'ensemble de mon expérience passé chez SIAME (Société Industrielle d'Appareillage et de Matériels Electriques) au cours de mes 6 mois de projet.

*U*ne étude VMS est faite sur l'atelier des accessoires électroniques dans cette entreprise. Un premier chantier Kaizen ainsi qu'une nouvelle mise en ligne des machines (en utilisant la méthode d'antériorité) a donné un taux d'amélioration de la productivité de 4.86%. Un deuxième chantier Kaizen a eu comme taux d'amélioration de 25.7%. Comme productivité totale nous avons atteint un taux d'amélioration de 197.2%.

Mots clés

VMS, Kaizen, 5S, Antériorité, cartographie, chaine, valeur, productivité, amélioration, 5M.

Abstract

*I*n an economy in crisis, the need to reduce costs and improve productivity is a challenge to win.

*T*his memory covers my experience in SIEE (Society of Industrial and Electrical Equipment) during the 6 months of my project.

A VMS study is done on the workshop of electronic accessories in this society. A first Kaizen and a new on-line machine (using the method of citation) gave a rate of productivity improvement of 4.86%. A second Kaizen was as improvement rate of 25.7%. We reached total productivity improvement rate of 197.2%.

Keywords

VMS, Kaizen, 5S, Anticipation, mapping, stream, value, productivity, improvement, 5M.

Sommaire

Chapitre 1. Introduction Générale	8
Chapitre2. VMS (Value Mapping Stream)	11
I. Présentation de VMS	11
1. Définition	11
2. La production à Valeur Ajoutée	12
II. Réalisation VMS	12
1. Démarche à suivre	12
2. Étapes de réalisation du VMS	13
III. Analyse du VMS	19
1. Techniques d'amélioration continue.....	19
2. Outils d'application de Kaizen	26
IV. Conclusion	31
Chapitre 3. Présentation de SIAME	32
I. Présentation SIAME.....	32
II. SIAME selon Fitch: Perspectives négatives.....	33
III. Diagramme SWOT de SIAME	35
Chapitre 4. Mise en place des mécanismes d'amélioration continue de la productivité à SIAME	36
I. Réalisation VMS dans l'atelier des accessoires électroniques.....	36
1. Famille de produits	36
2. Analyse de déroulement.....	39
3. VMS de l'état initial de l'atelier (à l'aide de logiciel Systems2win).....	40
II. Analyse de VMS	41
1. Diagramme Ishikawa	41
2. Diagramme de Pareto	44
3. Résolution des problèmes d'implantation et de stock en cours	46
4. VMS actuel de l'atelier (logiciel Systems2win).....	57
III. Conclusion	58
Chapitre 5. Conclusion et perspectives.....	59
Conclusion	59
Perspectives1 : Application de SMED dans l'atelier de l'injection plastique	60

Perspective 2 : Amélioration de la productivité dans l'administration Tunisienne : Ministère de l'industrie et de la Technologie.....	62
Bibliographie	71

Tables des figures

Figure 2.1 : Chaîne de création de valeur	p12
Figure 2.2 : Étapes de réalisation du VMS.....	p13
Figure 2.3 : Diagramme d'Ishikawa.....	p27
Figure 4.1 : Connecteur CPA25.....	p36
Figure 4.2 : Connecteur CPA70.....	p37
Figure 4.3 : Connecteur CPA95.....	p37
Figure 4.4 : Bloc MT.....	p37
Figure 4.5 : Diagramme Ishikawa de l'atelier des accessoires.....	p43
Figure 4.6 : Feuille de données.....	p44
Figure 4.7 : Diagramme de Pareto de l'atelier des accessoires (logiciel STATICA).....	p45
Figure 4.8 : Disposition version 0.....	p50
Figure 4.9 : photo de la disposition version 0.....	p50
Figure 4.10 : Disposition version 1.....	p49
Figure 4.11 : photo de la nouvelle disposition version 1.....	p50
Figure 4.12 : Poste d'emballage.....	p51
Figure 4.13 : Poste de préparation & Montage.....	p52
Figure 4.14: Postes de graissage.....	p52
Figure 4.15: Disposition version 2.....	p54
Figure 4.16: photo de la disposition version 2	p55

Liste des tableaux

Tab.2.1 : Gammes de fabrication	p14
Tab.2.2 : Étape 1 de méthode de Kuziack.....	p14
Tab.2.3: Étape 2 de méthode de Kuziack.....	p14
Tab.2.4: Étape 3 de méthode de Kuziack	p15
Tab.2.5: Étape 4 de méthode de Kuziack.....	p15
Tab.2.6: Étape 5 de méthode de Kuziack	p15
Tab.2.7 Nouvelle répartition des îlots.....	p15
Tab.2.8 : Gamme de fabrication.....	p16
Tab.2.9 : Étape1 de méthode de King.....	p16
Tab.2.10 : Étape2 de méthode de King.....	p16
Tab.2.11 : Étape3 de méthode de King.....	p17
Tab.2.12 : Répartition des îlots.....	p17
Tab.2.13 : Gamme de fabrication.....	p29
Tab.2.14 : Étape 1 de méthode d'antériorité.....	p29
Tab.2.15 : Étape 2 de méthode d'antériorité.....	p29
Tab.2.16 : Étape 3 de méthode d'antériorité.....	p30
Tab.2.17 : Étape 4 de méthode d'antériorité.....	p30
Tab.2.18 : Calcul de rang moyen des machines.....	p31
Tab.2.19: Mise en ordre des machines.....	p31
Tab.4.1 : Données de la disposition version 0.....	p47
Tab.4.2 : Remise en questions des activités.....	p48
Tab.4.3 : Etape 1 de la méthode d'antériorité.....	p48
Tab.4.4 : Etape 2 de la méthode d'antériorité.....	p48

Tab4.5 : Etape 3 de la méthode d'antériorité.....	p49
Tab4.6 : Taux d'amélioration de la nouvelle disposition.....	p50
Tab 4.7: Re-Remise en question des activités.....	p 53
Tab4.8 : Etape 1 de la méthode d'antériorité.....	p53
Tab4.9 : Etape 2 de la méthode 'antériorité.....	p53
Tab4.10 : Etape 3 de la méthode d'antériorité.....	p54
Tab4.11 : Etape 4 de la méthode 'antériorité.....	p54
Tab4.12 : Taux d'amélioration de la disposition version	p55
Tab4.13 : Résumé des résultats	p 56

Chapitre 1. Introduction Générale

Dans un contexte économique de plus en plus difficile, les clients exigeant des réductions de prix et la concurrence imposant une compétition accrue, l'entreprise essaie de maintenir ses marges. L'amélioration de la productivité est de plus en plus nécessaire pour maintenir sa compétitivité.

La démarche pour améliorer la productivité est basée sur la méthode, l'affectation de ressources et le management de ces ressources. Elle permet d'optimiser le pilotage des processus majeurs, de réduire notablement les dysfonctionnements internes, de diminuer les gaspillages et d'améliorer la productivité globale de l'entreprise. Elle contribue à améliorer la qualité du produit/service livré, à accroître la valeur perçue par le client et sa satisfaction, et ainsi, à mieux le fidéliser.

La Tunisie est confrontée, depuis le milieu des années 1990, à plusieurs défis ou faiblesses nés de la politique économique qui a sous-tendu la dynamique de croissance passée. Le principal défi est celui de l'amélioration de la productivité dans les secteurs manufacturier et des services privés. La productivité des entreprises tunisiennes est faible. Elle est inférieure de 25% par rapport aux entreprises industrielles européennes et de 50% par rapport aux entreprises de services. Cette amélioration de la productivité peut ainsi faire hausser le taux de croissance de notre pays de 50%, selon l'estimation du gouvernement. Les entreprises tunisiennes se doivent de miser sur les normes internationales.

Notre projet consiste à améliorer la productivité d'une entreprise Tunisienne privée en déficit. Pour ce faire, nous avons appliqué la méthode VMS (Value Mapping Stream) pour analyser la situation de la productivité actuelle de l'entreprise, l'outil Kaizen pour l'élimination des sources de gaspillages et la méthode de l'antériorité pour la mise en ligne des machines. Suite à ces améliorations, la performance de l'entreprise augmentera.

Ce rapport est subdivisé en trois parties essentielles dont la première est consacrée à un état de l'art où nous définissons les outils de l'amélioration continue de la productivité : VMS, Kaizen, 5S, SMED,...La deuxième partie concerne notre analyse de l'état actuelle de la productivité et l'application des outils de l'amélioration de la productivité sur l'atelier des accessoires électronique de l'entreprise SIAME. Dans une dernière partie, nous présenterons comme perspectives un exemple d'amélioration continue de la productivité dans l'administration tunisienne.

Ministère de l'industrie et de la Technologie : Programme National de Promotion de la Qualité



Nous effectuons ce projet au sein du ministère de l'industrie et de la Technologie et précisément à la direction du Programme National de Promotion de la Qualité.

Le Programme National de Promotion de la Qualité s'inscrit dans le cadre des efforts visant à doter le tissu industriel tunisien des méthodes modernes de management de la qualité et offre, à cet effet, la possibilité, aux entreprises industrielles et de services liés à l'industrie, d'avoir une certification selon les normes et référentiels internationaux dans divers domaines.

Ce programme vise à assister 600 entreprises pour la mise en place des systèmes de management, en mettant à leur disposition des experts tunisiens et internationaux (20 à 50 hommes/jours d'expertise pour chaque entreprise selon la nature du projet d'assistance) qui seront chargés d'assurer l'assistance technique et l'accompagnement durant la phase de mise en place du système de management de la qualité.

Principaux objectifs :

- Sensibiliser les opérateurs économiques aux méthodes de Management de la Qualité, de la Sécurité, de l'hygiène, de l'environnement et aux systèmes de management sectoriels.
- Apporter une Assistance Technique au profit des entreprises pour la mise en place d'un système de management de la qualité, de la Sécurité, de l'hygiène, de l'environnement et aux systèmes de management sectoriels ainsi que des outils-qualité, jusqu'au stade de la certification selon les normes internationales horizontales ou sectorielles (600 entreprises).
- Consolider et capitaliser le savoir faire tunisien en matière de conseil et d'assistance à travers la formation d'experts, d'auditeurs ainsi que des responsables qualité des entreprises dans les domaines liés au management de la qualité, de la Sécurité, de l'hygiène, de l'environnement et aux systèmes de management sectoriels ainsi que des outils-qualité.

Notre projet est au centre d'une coopération entre ce programme et un Programme de Modernisation Industriel (PMI) et l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA).

PMI



Ce programme financé par un don de l'union européenne, s'inscrit dans le cadre de la politique de soutien au processus de modernisation de l'industrie pour préparer l'économie du pays à l'insertion dans la zone de libre échange avec l'union européenne et a pour objectif de développer la compétitivité des entreprises industrielles par le financement des actions d'assistance technique et d'innovation, de densifier le tissu industriel par l'encouragement à la création d'entreprises, d'améliorer l'environnement des entreprises et de faciliter l'accès des PME au financement.

JICA



Un projet de coopération dans le domaine de l'amélioration de la qualité et de la productivité dans les petites et moyennes entreprises (PME) a été signé entre le ministère de l'Industrie et de la Technologie et l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) en Tunisie.

Ce projet s'inscrit dans la continuité de l'étude réalisée entre 2006 et 2008 et effectuée conjointement par des experts japonais, contractés par la JICA, et les consultants du programme national de la qualité (PNQ) au sein du ministère de l'Industrie et de la Technologie.

Ce projet, qui débutera au mois d'octobre 2009, durera 3 ans et ciblera une soixantaine d'entreprises des secteurs des IME (industries mécaniques et électriques) et l'emballage. Le volet formation constituera le noyau de cette coopération qui a pour objectif d'assurer le transfert du know-how.

Chapitre2. VMS (Value Mapping Stream)

Pour analyser et envisager des améliorations, il est indispensable d'analyser les flux de l'information et les flux matières à l'intérieur d'une entreprise. Le diagramme *Value Stream Mapping* (ou diagramme de la chaîne de valeur) est un outil important, aide à visualiser l'état actuel afin de l'améliorer.

Le *Value Stream Mapping* fournit la clarté nécessaire pour réduire les stocks, améliorer les délais d'exécution, planifier et identifier les événements Kaizen avec une efficacité optimale.

I. Présentation de VMS

1. Définition

VMS est une méthode qui permet de cartographier visuellement le flux des matériaux et de l'information allant de la matière première jusqu'au produit fini (bonne vue d'ensemble). En terme réseau de création de valeur, c'est s'intéresser à la démarche de production dans sa globalité plutôt qu'au processus individuel [FOR@C, 2006].

L'idée de base du VSM est de faire la cartographie du processus, puis d'y ajouter le flux d'informations qui permet à ce processus de fonctionner. Autrement dit, il s'agit de suivre un produit ou une prestation tout au long du processus et de le documenter, en récupérant des informations **fiables**, telles que :

- quelles sont les tâches exécutées,
- la nature et les quantités d'informations échangées,
- quels sont les temps de cycles, les durées de changement de série, les lead times, les temps d'attentes,
- les tailles de lot, les stocks et en-cours,
- la performance vs sous-performance des process,
- taux de qualité vs non-qualité
- la ressource humaine affectée, sa productivité, l'absentéisme
- ...

Les stocks (y compris les tampons ou buffers) sont particulièrement intéressants à identifier. Ils sont valorisés en nombre de pièces ou en temps de couverture.

Une cartographie bien faite s'attache à décrire le processus tel qu'il est en réalité, et non comme les procédures disent qu'il devrait être !

Pour cette raison, il est recommandé de travailler sur le terrain, au plus près de l'exécution, avec les acteurs. Outil visuel, le VSM permet à tous de participer, comprendre et partager.

2. La production à Valeur Ajoutée

- Valeur ajoutée est une activité qui augmente la valeur aux yeux du client.
- Non valeur ajoutée est une activité qui ne crée aucune valeur tout en augmentant les coûts. Ce sont les activités à enlever.
- Nécessaire mais non valeur ajoutée: c'est une activité sans valeur mais qui ne peut être évitée. Pourra être enlevée à long terme (nécessite investissement important).

La Production à Valeur Ajoutée (PVA) permet de Convertir le besoin du consommateur en argent en un minimum de temps [B.Keyte et D.Locher, 2004].

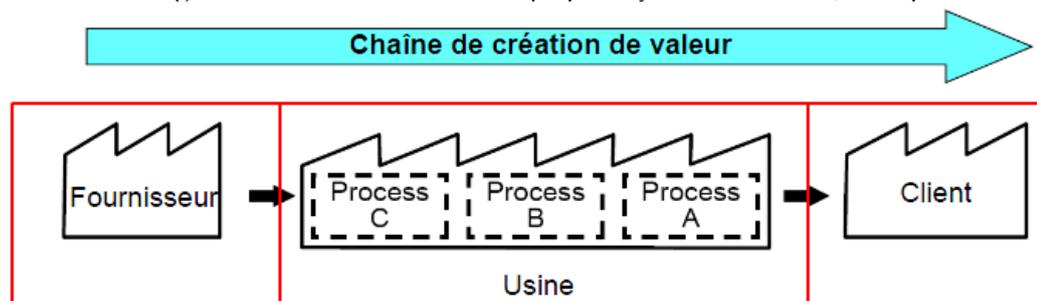


Figure 2.1 : Chaîne de création de valeur

II. Réalisation VMS

1. Démarche à suivre

- a. Qui doit le réaliser?
 - L'administrateur ou le gestionnaire qui désire apporter un changement.
- b. Comment? :
 - Marcher le long de la ligne de production à analyser.
 - Prenez les données du plancher.
 - Effectuer le VSM au crayon de plomb. Il sera plus facile de faire des modifications. Faites des photocopies au besoin.
 - Utiliser les données réelles du moment. Évitez les termes vagues comme « *Habituellement, ce n'est pas comme ça ...* ».

Exemples de questions à poser :

- Comment l'opérateur sait ce qu'il doit produire par la suite?
- Combien de temps sera-t-il nécessaire pour consommer l'inventaire de ce produit (ou sous-produit) selon le rythme de consommation actuel du client?

- Combien de temps dure le *set-up*? (Le *set-up* est le temps compris entre la production de la dernière bonne pièce et la première bonne pièce du produit suivant.)
- c. Comment recueillir de l'information?

La qualité du VSM dépend de la qualité des informations recueillies

 - Faites des observations instantanées pour les données que vous ne connaissez pas.
 - Prenez le temps de valider vos informations. Ex.: questionner les responsables, filmer les opérations ou les temps de *set-up*.
 - Réviser ou ajuster les indicateurs de performance.

2. Étapes de réalisation du VMS

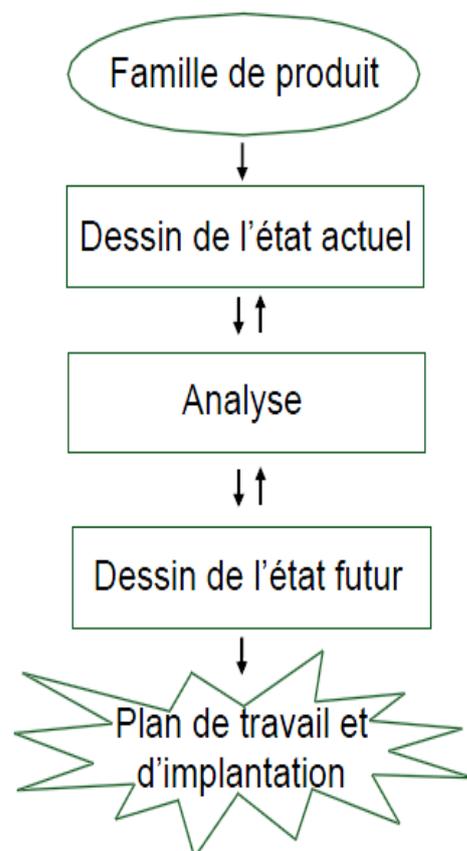


Figure 2.2 : Étapes de réalisation du VMS

2.1 Famille de produits

Une famille de produit est un regroupement de produits dont le processus de fabrication et les équipements utilisés sont similaires. Afin d'identifier les familles de produits, il est possible d'utiliser une deux méthodes : méthode de KUZACK ou méthode de KING [DURET D. et PILLET M., 2001].

2.1.1 Méthode de KUZACK

Cette méthode, tout comme la méthode de King, est destinée à faciliter la constitution d'îlots de fabrication. Un îlot est constitué d'une partie des postes de travail que l'on regroupe afin de pouvoir réaliser, indépendamment des autres postes

de l'usine, toutes les étapes de la fabrication d'une des familles de produits de l'entreprise.

Elle est basée sur l'exploitation d'une matrice permettant de visualiser l'utilisation des moyens à implanter (machines ou postes de travail) par les produits (ou familles de produits) à fabriquer.

Cette matrice comporte une ligne par produit, et une colonne par moyen : pour chaque produit, on indique sur sa ligne, dans la colonne de chaque moyen qu'il utilise, le numéro d'ordre dans la gamme (ou le numéro de phase).

Ainsi, pour un exemple simple comprenant 7 postes repérés M1 à M7, et 7 produits repérés P1 à P7 dont les gammes sont les suivantes :

Machines	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P1		1			2		
P2				2		1	
P3			2	3	1		
P4	1						2
P5		1			2		
P6				2		1	
P7		2	1				

Tab.2.1 : Gammes de fabrication

Étape 1 – On sélectionne la première ligne et les colonnes attachées à cette ligne.

Machines	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P1		1			2		
P2				2		1	
P3			2	3	1		
P4	1						2
P5		1			2		
P6				2		1	
P7		2	1				

Tab2.2 : Étape 1 de méthode de Kuziack

Étape 2 – On sélectionne les lignes attachées aux colonnes sélectionnées. Pour séparer des îlots éventuellement rattachés entre eux par une machine, on ne prend dans un îlot que les pièces qui ont au moins 50 % des machines déjà rattachées à celui-ci. Ainsi, on intègre la pièce P7 (1 machine sur 2) et évidemment P5 (2 sur 2), mais pas la pièce P3 (1 machine sur 3).

Machines	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P1		1			2		
P2				2		1	
P3			2	3	1		
P4	1						2
P5		1			2		
P6				2		1	
P7		2	1				

Tab2.3: Étape 2 de méthode de Kuziack

Étape 3 – On recommence l'étape 1 en sélectionnant les colonnes attachées à l'îlot.

Machines	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P1		1			2		
P2				2		1	
P3			2	3	1		
P4	1						2
P5		1			2		
P6				2		1	
P7		2	1				

Tab2.4: Étape 3 de méthode de Kuziack

Étape 4 – On arrête lorsque la ligne (ou la colonne) ne comporte plus d'éléments. Dans le tableau ci-après, on ne regroupe pas M4 car cette machine concerne 1 pièce de cet îlot pour 2 pièces hors îlot.

Machines	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P1		1			2		
P2				2		1	
P3			2	3	1		
P4	1						2
P5		1			2		
P6				2		1	
P7		2	1				

Tab2.5: Étape 4 de méthode de Kuziack

Le premier regroupement est alors réalisé (M2, M3, M5).

Étape 5 – On retranche les pièces et les machines déjà regroupées.

Machines	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P2				2		1	
P4	1						2
P6				2		1	

Tab2.6: Étape 5 de méthode de Kuziack

En réitérant le même processus que précédemment, on identifie deux nouveaux îlots indépendants. La répartition est alors la suivante :

Machines	M2	M3	M5	M4	M6	M1	M7
P1	1		2				
P5	1		2				
P7	2	1					
P3		2	1	3			
P2				2	1		
P6				2	1		
P4						1	2

Tab2.7 Nouvelle répartition des îlots

La machine M4 doit être dédoublée si on veut rendre les îlots indépendants. Bien sûr, le critère de choix pour ce dédoublement reste la charge de cette machine.

2.1.2 Méthode de KING

La méthode de King est plus rigoureuse que la méthode de Kuziack. Cependant, son traitement sur le papier n'est pas très adapté. Pour utiliser cette méthode, il est indispensable de disposer d'un tableur ou d'un logiciel spécifique tel qu'« IMPACT ». Appliquons la méthode de King sur le même exemple, vu précédemment.

Machines	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Pièces							
P1		1			2		
P2				2		1	
P3			2	3	1		
P4	1						2
P5		1			2		
P6				2		1	
P7		2	1				

Tab2.8 : Gamme de fabrication

Étape 1 – On traduit la matrice en écriture binaire en affectant un poids en puissance de 2 à chacune des pièces (première colonne du tableau ci-après).

L'équivalent décimal est alors calculé en sommant les poids des pièces utilisant la machine. Ainsi, l'équivalent décimal de M4 = $2^5 + 2^4 + 2^1 = 32 + 16 + 2 = 50$.

Poids	Pièces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
2^6	P1	0	1	0	0	1	0	0
2^5	P2	0	0	0	1	0	1	0
2^4	P3	0	0	1	1	1	0	0
2^3	P4	1	0	0	0	0	0	1
2^2	P5	0	1	0	0	1	0	0
2^1	P6	0	0	0	1	0	1	0
2^0	P7	0	1	1	0	0	0	0
Equivalent décimal		8	69	17	50	84	34	8

Tab2.9 : Étape1 de méthode de King

Étape 2 – On ordonne les colonnes dans l'ordre décroissant de l'équivalent décimal. En cas d'égalité, on respecte l'ordre des machines. On suit alors le même processus, mais sur les colonnes. Par exemple pour P1, $2^6 + 2^5 = 96$.

Pièces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	Equivalent décimal
P1	0	1	0	0	1	0	0	96
P2	0	0	0	1	0	1	0	24
P3	0	0	1	1	1	0	0	84
P4	1	0	0	0	0	0	1	3
P5	0	1	0	0	1	0	0	96
P6	0	0	0	1	0	1	0	24
P7	0	1	1	0	0	0	0	36
Poids	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	

Tab2.10 : Étape2 de méthode de King

Étape 3 – On recommence le même processus sur les lignes.

Poids	Pièces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
2^6	P1	1	1	0	0	0	0	0
2^5	P5	1	1	0	0	0	0	0
2^4	P3	1	0	1	0	1	0	0
2^3	P7	0	1	0	0	1	0	0
2^2	P2	0	0	1	1	0	0	0
2^1	P6	0	0	1	1	0	0	0
2^0	P4	0	0	0	0	0	1	1
Equivalent décimal		112	104	22	6	24	1	1

Tab2.11 : Étape3 de méthode de King

On ordonne M5, M2, M3, M4, M6, M1, M7, ce qui donne le tableau suivant :

Pièces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	Equivalent décimal
P1	1	1	0	0	0	0	0	96
P5	1	1	0	0	0	0	0	96
P3	1	0	1	1	0	0	0	88
P7	0	1	1	0	0	0	0	48
P2	0	0	0	1	1	0	0	12
P6	0	0	0	1	1	0	0	12
P4	0	0	0	0	0	1	1	3
Poids	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	

Tab2.12 : Répartition des îlots

On arrête le processus lorsqu'il n'y a plus d'inversion à faire. On retrouve ici le même regroupement que celui donné par la méthode de Kuziack. Cependant, les regroupements occasionnés par les deux méthodes ne sont pas toujours identiques.

2.2 Cartographie de l'état actuel et futur

La cartographie de la chaîne de valeur est un outil utilisant papiers et crayons pour aider à voir et à comprendre le flux de matières et d'informations lorsqu'un produit ou un service parcourt la chaîne de valeur.

Une cartographie de la chaîne de valeur ne prend pas seulement en considération les activités reliées à la transformation d'un produit, mais également les systèmes de gestion et d'information qui supportent les processus de base. Cela s'avère particulièrement important lorsqu'on vise à réduire le temps de cycle puisqu'on obtient des indications sur le flux des informations, en plus du flux des produits. Cette cartographie sert à :

- Visualiser le flux de création de valeur dans le processus,
- Discriminer les tâches à valeur ajoutée des tâches à non valeur ajoutée,
- Planifier les chantiers kaizen et par conséquent identifier les sources de gaspillage, de non performance du processus actuel,
- Réduire les stocks et encours et améliorer les temps de traversée (lead time)

Elle utilise des symboles (pictogrammes) simples dont la connaissance permet une lecture aisée, une compréhension du processus et l'identification immédiate des points à améliorer. Elle offre la possibilité aux participants de différents services d'une entreprise de partager la vision et la compréhension de l'ensemble des flux d'informations et flux physiques.

La cartographie n'est pas une finalité; elle doit mener à une amélioration. L'exercice du VSM consiste en trois phases :

1. Cartographier l'état actuel
2. Dessiner la carte de l'état futur à la suite d'une analyse
3. Établir un plan d'action pour passer de l'état actuel à l'état futur

a. Création de la Cartographie de l'Existant

Pour réaliser la Cartographie de l'Existant il est nécessaire de :

- Choisir un flux de valeur.
- Constituer une équipe multidisciplinaire.
- Former l'équipe aux principes de base du Lean et à la réalisation de la Cartographie.
- Aller tous ensemble sur le terrain faire l'analyse du flux de valeur en partant de la fin du processus et en remontant le flux de valeur.
- Collecter à chaque étape un certain nombre d'informations (ex : Stocks, nombre d'Opérateurs, temps travaillé, etc...).
- Utiliser les icônes standards du LEI (Lean Enterprise Institute) pour tracer la cartographie du flux de valeur.

Une fois la cartographie de l'Existant réalisée, l'équipe va l'analyser notamment en traduisant les stocks présents à chaque étape du processus en jours de besoins client et en prenant en compte toutes les observations effectuées en remontant le flux.

b. Création de la Cartographie du Futur

Compte tenu des gaspillages identifiés sur la cartographie de l'existant et des 8 principes d'un flux Lean qui sont :

1. Adapter le rythme de production au rythme de consommation du Client (Takt Time)
2. Utiliser le modèle d'organisation en fonction de la typologie de production :
 - Production pour le stock
 - Production à la commande
3. Créer un flux unitaire continu à chaque fois que possible.
4. Mettre en place des supermarchés.
5. Définir ou sera placé le procédé « cadenceur ».
6. Nivelier le mix produit.
7. Nivelier les prélèvements.
8. Mettre en œuvre des actions d'améliorations.

L'Equipe qui a réalisé la cartographie de l'existant est la plus apte pour créer la Cartographie du Futur dont l'objectif sera de créer un flux de valeur Lean, supprimant la majorité des gaspillages constatés.

c. Migration de l'existant vers la cible

Une fois créée et validée par l'Equipe et la Direction, la Cartographie du Futur devient la cible à atteindre et pour ce faire la liste et la priorité des actions à mener est établie.

Mais pour que cette migration donne le plus rapidement des résultats pour le client, les actions seront effectuées en remontant le processus, c'est-à-dire que les premières concerneront le produit fini prêt à être expédié.

d. Temps nécessaire pour réaliser une cartographie

Il faut compter 2 jours pour :

- Former l'Equipe aux bases du Lean et à la technique de la Cartographie
- Préparer la collecte des informations
- Aller sur le terrain remonter le flux en collectant les informations
- Tracer la cartographie de l'existant et l'analyser
- Former l'Equipe au flux Lean
- Tracer et valider la cartographie du futur
- Lister et planifier les actions

III. Analyse du VMS

1. Techniques d'amélioration continue

1.1 Kaizen

L'étymologie japonaise du mot Kaizen reflète sa finalité :

- Kai signifie changement
- Zen signifie bon, mieux

C'est une technique japonaise d'amélioration continue de la qualité ou de perfectionnement du processus de fabrication, reposant sur la somme d'aménagements ou d'améliorations de détail que chacun peut proposer de mettre en œuvre au poste qu'il occupe. Conformément à Masaaki Imai, fondateur du Kaizen, cette philosophie s'appuie sur des solutions simples et "bon marché", basées sur le bon sens du personnel, et sur la persistance de toutes les personnes impliquées à avoir à l'esprit l'idée de combattre toutes les pertes (étapes sans valeur ajoutée) [GEORGES M. L., 2002].

En résumé, le Kaizen,

C'EST QUOI ? De l'amélioration.
POURQUOI ? Affronter la compétition.
OÙ ? En production sur le plancher.
PAR QUI ? Une équipe multidisciplinaire.
COMMENT ? Par nos propres moyens.
QUAND ? Immédiatement

La démarche repose sur des petites améliorations faites jour après jour, mais constamment ; c'est une démarche graduelle et douce qui s'oppose au concept plus occidental de réforme brutale du type "on jette tout et on recommence avec du neuf".

Le Kaizen s'applique à toutes les sphères de l'entreprise. La démarche la plus commune est de changer les opérations des exécutants pour rendre leur travail plus productif, moins fatigant, plus efficace et plus sécuritaire. Pour assurer la collaboration des exécutants, ces derniers sont invités à coopérer activement, à repenser leur travail avec l'aide de collègues ou le support d'un groupe Kaizen.

Une autre démarche est d'améliorer les équipements, notamment en installant des systèmes de détrompeurs et /ou en changeant la disposition des machines.

La troisième voie est la révision des procédures.

Cette approche d'amélioration est fondée sur deux grands piliers, l'organisation et les Ressources humaines. Toutes les améliorations visent un but commun : générer des profits nécessaires à la survie de l'entreprise.

En pratique il s'agit d'éliminer ou de réduire des opérations qui coûtent à l'entreprise sans pour autant changer quoi que ce soit au produit vendu.

Ces principaux éléments qui n'apportent rien à notre client et qui nous coûtent si chers sont appelés du gaspillage et les spécialistes en reconnaissent sept sources principales [ERSCHLER J., 2001] :

- Les produits défectueux
- Le stockage inutile
- La surproduction
- Les attentes inutiles
- Le transport inutile
- Les tâches inutiles
- Les mouvements inutiles

Quand nous voulons augmenter la rentabilité sans trop investir, il faut concentrer nos efforts sur cette non-valeur ajoutée car elle seule peut garantir des changements qui rapporteront sans affecter nullement notre produit. Nous pourrons

le faire à partir de toutes sortes d'outils qui existent sur le marché (kaizen, 5S, TPM...etc.).

1.2 5S

Le mot 5S est l'acronyme de 5 mots japonais désignant chacun une étape d'actions dans une démarche d'amélioration de l'efficacité dans le travail quotidien [A. COURTOIS et C.MARTIN-BONNEFOUS, 2003] :

- Seiri : DEBARRAS
- Seiton : RANGEMENT
- Seiso : NETTOYAGE
- Seiketsu : ORDRE
- Shitsuke : RIGUEUR

C'est la plus simple des démarches de progrès, c'est celle que l'on doit pratiquer en premier et qui constitue les fondations de tout projet de mise en place de *lean-manufacturing*.

Les 5S permettent d'associer et de responsabiliser chaque personne, chaque groupe de l'entreprise au maintien et à l'amélioration des meilleures pratiques d'efficacité au poste de travail dans leur secteur.

Seiri: DEBARRAS

Séparer l'utile de l'inutile : ELIMINER

Trier et ne garder que le strict nécessaire dans son environnement par :

- L'élimination des éléments inutiles
- La sélection des éléments nécessaires à l'efficacité du travail

Objectif : mettre en place les outils utiles pour un travail efficace et ne pas être gêné par l'inutile

Seiton: RANGEMENT

Situer les objets en fonction de leur utilisation : RANGER

Mettre les choses à leur place par :

- Le choix de l'endroit le plus approprié pour chaque objet.
- Le choix du mode de rangement et d'identification de chaque objet.

Objectif : Ne plus chercher les objets dont on a besoin.

Seiso: NETTOYAGE

Supprimer les sources de salissures : NETTOYER

Supprimer les saletés avec efficacité par :

- L'identification des sources de salissures à l'occasion de chaque nettoyage.
- La mise en place d'actions pour éliminer les sources de salissures et assurer ainsi la propreté avec un nettoyage réduit au minimum.

Objectif : Ne plus salir.

Seiketsu: ORDRE

Standardiser visuellement les meilleures pratiques : STANDARDISER

Mettre en place une organisation performante par :

- L'identification des meilleures pratiques.
- La formalisation simple de ces pratiques (aides visuelles).
- La communication et la formation à leur application.

Objectif : Ne pas oublier les meilleures pratiques

Shitsuke: RIGUEUR

Systématiser le respect des meilleures pratiques : RESPECTER

Assurer le respect du standard établi par :

- L'acquisition de nouvelles habitudes.
- La possibilité d'un autocontrôle permanent du respect des règles établies.
- L'information et le traitement des anomalies détectées.

Objectif : Utiliser les meilleures pratiques et les améliorer en permanence

1.3 Elimination des gaspillages

Un autre mot japonais, **muda**. Muda signifie gaspillage, toutefois ce mot intègre de plus vastes connotations. Toute opération ne générant pas de valeur ajoutée est muda [M.Rother et D.Shook, 1999].

En identifiant sept types de gaspillage, TOYOTA a développé son système de production, tout entier orienté vers l'excellence. Cette recherche de l'excellence a donné naissance ou a conduit au succès de la plupart des méthodes dites "japonaises", dont l'approche 5S fait partie.

Les sept types de gaspillage sont :

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 fabrication
6. Mouvements inutiles

7. Gaspillages dus aux pièces défectueuses

1. Gaspillages provenant de la surproduction

Il existe des entreprises qui produisent plus que nécessaire parce qu'elles égarent des pièces. Sans ordre ni discipline de rangement, les stocks encombrant tout l'espace.

Poser temporairement un lot à un emplacement non défini, c'est courir le risque que quelqu'un d'autre le re-déplace sans précautions et sans prévenir personne.

Que ce lot soit retrouvé ou non, la recherche des pièces perdues va consommer de l'énergie et du temps. Supposons que dans l'urgence il faille refaire les mêmes pièces pour livrer le lot à temps, il en résulte un gaspillage de matière, d'énergie et main d'œuvre au profit d'un stock que l'on retrouvera plus tard, sans certitude de pouvoir le vendre !

Les 5S peuvent être mis à profit pour définir des règles de rangement, des emplacements d'entreposage, des zones d'attente. Ces règles seront communiquées afin que chacun sache où se trouve quoi, pourquoi et pour combien de temps. En cherchant à améliorer en permanence la situation, on prendra soin de faire évoluer le système et de le maintenir à jour.

2. Gaspillages provenant des temps d'attente

L'attente est la conséquence d'une mauvaise synchronisation ou d'une mauvaise préparation. Attendre des pièces, de la matière, des outils, instructions, etc... est éventuellement dû à une mauvaise définition des règles et/ou des zones de stockage et d'entreposage.

Il faut aussi se poser la question de l'impérieuse utilité de ce que l'on attend... Si cela n'apporte aucune valeur ajoutée, est-ce réellement utile ? Si non : éliminer. Si oui, alors réduire le temps d'attente, les distances à parcourir.

3. Gaspillages occasionnés par les transports

La nécessité de transporter peut être la conséquence des gaspillages précédents. Tous les transports ne peuvent pas être éliminés, mais il faut veiller à les réduire au minimum.

La recherche de tire-palettes pour déplacer des caisses ou palettes est un exercice des plus courants dans les ateliers. Les intéressés réclameront toujours davantage d'engins, alors qu'une définition de règles d'utilisation, d'une zone de stationnement et la discipline pour s'astreindre à rapporter l'engin une fois la manutention exécutée règle la plupart des problèmes de disponibilité.

4. Gaspillages dus aux stocks inutiles

Dans l'optique des 5S, cela appelle leur élimination et la récupération des espaces ainsi dégagés, de préférence pour une activité à valeur ajoutée.

Les documents papier et leurs multiples copies, les catalogues et calendriers des années passées, les fichiers informatiques, les stylos et feutres qui n'écrivent presque plus... des stocks inutiles !

5. Gaspillages dans les processus de fabrication

Les gammes et les modes opératoires non maintenus à jour laissent des opérations inutiles dans le processus. La logique du tri et rangement s'applique aussi aux séquences d'opérations dans les gammes.

Ce type de gaspillage se trouve aussi volontiers dans les processus administratifs. Des règles anciennes ont créé des opérations devenues inutiles, mais personne n'ayant pris la peine de les remettre en question, on continue avec application et discipline.

6. Gaspillages par des mouvements inutiles

L'ergonomie du poste de travail est certainement un cas concret d'application parmi les plus populaires et les plus "visibles" des **5S**. Son agencement suivra une logique inspirée des 5S (disponibilité, éloignement, tenue,...) et favorisera le maintien de la discipline 5S. Parmi les mouvements inutiles, ne pas oublier les déplacements pour aller (re)chercher ce qui manque, ce qui est en retard, pour demander des renseignements complémentaires...

7. Gaspillages dus aux pièces défectueuses

Un certain nombre de défauts qualité peut être imputé à l'état du poste de travail :

- erreur de montage due à une confusion de pièces, le poste étant en désordre et/ou des pièces d'une autre série/montage y traînaient (défaut d'ordre)
- oubli de pièces, car les pièces manquantes n'étaient pas visibles (défaut d'ordre)
- rayures sur pièces d'aspect par des débris traînants sur le poste (défaut de propreté)
- pièces inutilisables parce que salies (défaut de propreté)
- le défaut est imputable au non respect de l'ordre des opérations (défaut de discipline).

1.4 SMED

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

Suivant le processus de fabrication, la méthode SMED s'applique essentiellement dans les industries où la production est organisée par fonction (Job shop). Le type de production qui s'y pratique est la production discontinue et en série.

Il s'agit de la fabrication de différents produits finis par lots homogènes et dans une même chaîne de production. Tous ne pouvant être fabriqués

simultanément, on lance à tour de rôle une fabrication par lot suivie du stockage. Le cycle de production dans un tel cas peut avoir la configuration suivante : durant les deux premiers jours de chaque semaine, on réalise la fabrication du produit A. Le troisième et le quatrième jour, les outils de travail et les machines sont nettoyés, réglés puis on lance la fabrication du produit B et ainsi de suite.

Pour passer de la fabrication d'un produit à l'autre, on opère d'abord un changement d'outils dans les machines et postes de travail. C'est à ces temps de changement de série que s'intéresse la méthode SMED.

A- Objectifs de la méthode SMED

La méthode SMED a été pour la première fois mise au point par Shigeo Shingo à l'usine Toyota. Les temps de changement des outils avec arrêt de travail sont des temps improductifs et coûtent chère à l'industrie [GODDAR W. 1990]. Réduire systématiquement ces derniers procure donc :

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

Au sens du SMED, le changement de fabrication est la durée qui s'écoule entre la dernière pièce bonne de la série précédente et la première pièce bonne de la série suivante. Durant cette période de temps improductive, des opérateurs reconfigurent les machines / postes de travail en exécutant un ensemble de tâches.

Une action SMED, consiste donc à diminuer ce temps consacré au réglage, afin d'obtenir des changements d'outils rapides ou des réglages instantanés.

B- Etapes de la méthode SMED

La méthode SMED s'applique en trois principales étapes :

- ***Etape 1*** : Distinction / séparation des opérations internes et des opérations externes ;
- ***Etape 2*** : Conversion d'un maximum d'opérations internes en opérations externes ;
- ***Etape 3*** : Rationalisation de toutes les opérations de réglage.

B1- Séparation des opérations internes et externes

- Les opérations internes sont celles qui nécessitent obligatoirement un arrêt de la machine ou arrêt de production pour être exécutées. EX : le montage d'un outil ;
- Les opérations externes sont celles qui peuvent être réalisées pendant que les machines sont en marche. EX : la préparation des prochains outils qui vont être montés.

Il s'avère le plus souvent que les opérations internes et externes soient toutes réalisées durant le temps d'arrêt. Ce qui a pour conséquence immédiate le prolongement de ce dernier. Pour réduire, voire éliminer ce temps, il faut convertir le maximum d'opération « internes » en opérations externes.

Dans de cette étape du SMED auquel sont associés les opérateurs, on utilise des caméras et chronomètres pour enregistrer la situation réelle, et on compare les temps de réalisation aux standards de travail. On procède alors à l'étude détaillée de toutes les opérations réalisées au niveau du poste de travail lors du changement de série ; à une analyse des contraintes de succession entre ces opérations, suivie d'une identification claire des opérations externes [ARNAULT P. et RENAUD J. 2003].

B2- Conversion des opérations internes en opérations externes

A cette étape, les opérations dont l'exécution pendant les temps d'arrêt est jugée superflue sont renvoyées à être réalisées avant ou après le changement de série. On parle alors de conversion d'opérations internes en externes.

Le but est de limiter au strict nécessaire le nombre d'opérations internes. Il en résulte une réduction systématique du temps d'arrêt. La production de la série suivante peut commencer plus rapidement qu'auparavant.

B3- Rationalisation de tous les aspects des opérations de réglage

Bien qu'un gain de temps soit réalisé grâce à la conversion de certaines opérations en opérations externes, avec une rationalisation des réglages, il est possible d'atteindre le temps optimal de réglage.

Le but de cette étape SMED est de réduire au minimum le temps des réglages internes :

- Faire scrupuleusement respecter les diagrammes d'opération ;
- Traquer quotidiennement les anomalies sur les réglages durant l'arrêt ;
- Ne pas hésiter à améliorer les standards.

2. Outils d'application de Kaizen

2.1 Diagramme d'Ishikawa

Le diagramme d'Ishikawa ou le diagramme de causes-effet, également connu sous le nom de diagramme à arêtes de poisson est un outil utilisé pour la présentation par famille de toutes les causes possibles d'un problème sous forme graphique.

La réalisation du diagramme d'Ishikawa se fait généralement par un groupe de travail pluridisciplinaire afin d'apporter des points de vue complémentaires et d'affiner l'identification des causes [BACHELET R., 2011].

Méthodologie

- Etape 1 : identifier le problème en termes d'effet,
- Etape 2 : lister les causes (à mettre en œuvre avec la méthode des 5 pourquoi ?).

- Etape 3 : tracer l'arête de poisson,
- Etape 4 : faire le tri, regrouper les causes équivalentes, supprimer les « solutions déguisées » ou fausses causes, ex : le manque de maintenance set une solution déguisée en cause ; la vraie cause étant entretien insuffisant,
- Etape 5 : classer les causes suivant les 5 M : méthode - milieu - machine - main d'œuvre - matières premières,
- Etape 6 : tracer le diagramme (arête de poisson).

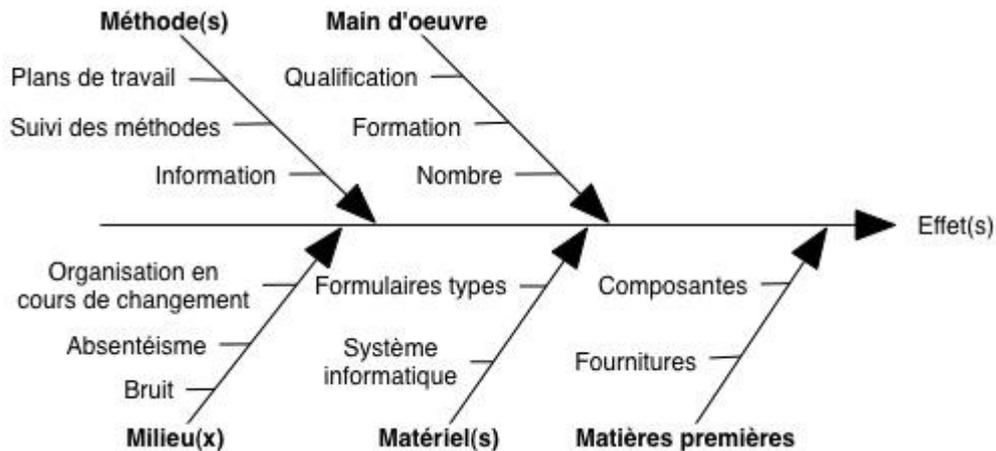


Figure 2.3 : Diagramme d'Ishikawa

2.2 Diagramme de Pareto

Le diagramme de Pareto est un moyen simple pour classer les phénomènes par ordre d'importance.

Le diagramme de Pareto est un histogramme dont les plus grandes colonnes sont conventionnellement à gauche et vont décroissant vers la droite. Une ligne de cumul indique l'importance relative des colonnes [BENICHOU J. et MALHIET D., 1991].

La popularité des diagrammes de Pareto provient d'une part parce que de nombreux phénomènes observés obéissent à la loi des 20/80, et que d'autre part si 20% des causes produisent 80% des effets, il suffit de travailler sur ces 20% là pour influencer fortement le phénomène. En ce sens, le diagramme de Pareto est un outil efficace de prise de décision.

Dans un environnement industriel, les points d'amélioration potentiels sont quasi innombrables. On pourrait même améliorer indéfiniment, tout et n'importe quoi. Il ne faut cependant pas perdre de vue que l'amélioration coûte et par conséquent il faut en contrepartie une création de valeur ajoutée, ou une suppression de gaspillage.

Les illustrations de l'utilisation des diagrammes de **Pareto** sont aussi nombreuses que variées, citons à titre d'exemples :

- pour aider à la décision et déterminer les priorités dans des actions,

- classer les articles à stocker et en déterminer le mode de gestion (il est courant de s'apercevoir que seuls 20% des articles contribuent à 80% du chiffre d'affaires)
- les suivis qualité; 20% des causes représentent 80% de l'ensemble des défauts
- analyse d'un processus : seuls 20% des opérations accumulent 80% de la valeur ajoutée...

Pour déterminer les priorités et la pertinence d'une action, le recours à des outils simples d'analyse et d'aide à la décision tels que les diagrammes de Pareto et le QQQQCP peuvent se révéler forts utiles.

Construction d'un diagramme de Pareto

A partir de données recueillies, on définit les catégories, puis :

1. répartir les données dans les catégories,
2. les catégories sont classées dans l'ordre décroissant,
3. Faire le total des données,
4. calculer les pourcentages pour chaque catégorie : fréquence / total
5. calculer le pourcentage cumulé
6. déterminer une échelle adaptée pour tracer le graphique,
7. placer les colonnes (les barres) sur le graphique, en commençant par la plus grande à gauche
8. lorsque les barres y sont toutes, tracer la courbe des pourcentages cumulés

2.3 Méthode de mise en ligne

Après avoir identifié les îlots de production indépendants, il faut procéder à l'implantation de chaque îlot. L'implantation idéale doit suivre le plus possible la gamme de fabrication. Nous présenterons deux méthodes : la méthode des antériorités et la méthode des rangs moyens [ARNAULT P. et RENAUD J., 2003].

2.3.1 Méthode des antériorités

Soit l'ilot de fabrication avec les gammes définies par le tableau ci-dessous.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
P1		3	1			2	4	5	6
P2	1	5		3	2		4	6	7
P3	1	3		2			4	5	
P4	1	5		3	2	4		6	7

Tab2.13 : Gamme de fabrication

Étape 1 – On établit le tableau des antériorités.

Pour établir ce tableau, on place dans chaque colonne l'ensemble des machines qui interviennent dans une gamme avant la machine considérée.

Machines	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Antériorités		M1		M1	M1	M1	M1	M1	M1
		M3		M5		M3	M2	M2	M2
		M4				M4	M3	M3	M3
		M5				M5	M4	M4	M4
		M6					M5	M5	M5
		M7					M6	M6	M6
								M7	M7
									M8

Tab2.14 : Étape 1 de méthode d'antériorité

Étape 2 – On place et on raye les machines qui n'ont pas d'antériorité.

Machines	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Antériorités		M1		M1	M1	M1	M1	M1	M1
		M3		M5		M3	M2	M2	M2
		M4				M4	M3	M3	M3
		M5				M5	M4	M4	M4
		M6					M5	M5	M5
		M7					M6	M6	M6
								M7	M7
									M8

Tab2.15 : Étape 2 de méthode d'antériorité

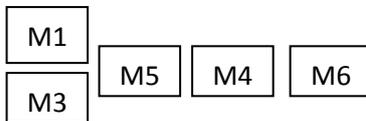
M1
M3

Étape 3 – La machine M5 n’a plus d’antériorité. On raye M5 et on place cette machine après M1, M3.

Machines	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Antériorités		M1		M1	M1	M1	M1	M1	M1
		M3		M5		M3	M2	M2	M2
		M4				M4	M3	M3	M3
		M5				M5	M4	M4	M4
		M6					M5	M5	M5
		M7					M6	M6	M6
							M7	M7	M7
							M8	M8	

Tab2.16 : Étape 3 de méthode d’antériorité

On place de même les machines M4, M6.

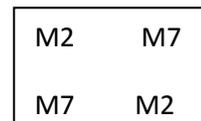


Étape 4 – Présence de boucle

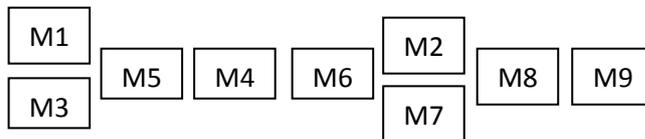
Machines	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Antériorités		M1		M1	M1	M1	M1	M1	M1
		M3		M5		M3	M2	M2	M2
		M4				M4	M3	M3	M3
		M5				M5	M4	M4	M4
		M6					M5	M5	M5
		M7					M6	M6	M6
							M7	M7	M7
							M8	M8	

Tab2.17 : Étape 4 de méthode d’antériorité

Lorsqu’il y a une boucle dans le tableau, par exemple



On raye en même temps M2 et M7 et on les met en parallèle



2.3.2 Méthode des rangs moyens

Reprenons le même îlot de fabrication avec les gammes définies ci-dessus. Pour chaque machine, on calcule un rang moyen qui est la place moyenne de cette machine dans les gammes de fabrication (exemple pour M2 : $16/4 = 4$).

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
P1		3	1			2	4	5	6
P2	1	5		3	2		4	6	7
P3	1	3		2			4	5	
P4	1	5		3	2	4		6	7
Total des rangs	3	16	1	8	4	6	12	22	20
Nombre de rangs	3	4	1	3	2	2	3	4	3
Rang moyen	1	4	1	2.66	2	3	4	5.5	6.66

$$16 = 3+5+3+5$$

Nombre de fois où la machine apparaît dans les gammes

Tab2.18 : Calcul de rang moyen des machines

Le tableau est alors classé dans l'ordre croissant des rangs moyens.

	M1	M3	M5	M4	M6	M2	M7	M8	M9
P1		3	1			2	4	5	6
P2	1	5		3	2		4	6	7
P3	1	3		2			4	5	
P4	1	5		3	2	4		6	7
Rang moyen	1	1	2	2.66	3	4	4	5.5	6.66

Tab2.19: Mise en ordre des machines

IV. Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre le *Value Stream Mapping* qui est une cartographie descriptive des flux dans le processus étudié, qui dans l'idéal couvre la chaîne de création de valeur. Cette Cartographie est utilisée pour faire un audit de l'existant et préparer le déploiement du Kaizen et autres outils de l'amélioration continue de la productivité. Nous présentons dans le chapitre suivant un exemple d'entreprise qui cherche à améliorer sa productivité.

Chapitre 3. Présentation de SIAME

I. Présentation SIAME

La Société Industrielle d'Appareillage et de Matériels Electriques "SIAME" a été créée en 1976 par la Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz (STEG) avec pour vocation la fabrication de compteurs électriques. La SIAME s'est ensuite spécialisée dans la fabrication et la commercialisation de toute une gamme de compteurs d'énergie, de disjoncteurs modulaires, d'une large gamme d'accessoires de lignes basse et moyenne tension, de lampes économiques, de détecteurs de gaz et une gamme élégante et raffinée d'interrupteurs domestiques. Elle soustrait également l'injection des pièces en plastique et fait le montage pour des sociétés de renommée internationale.

Privatisée en 1999, s'appuyant sur des partenaires stratégiques de premier ordre tels que, le Slovène « ISKRAEMECO » pour les compteurs électriques, l'Américain « GE » pour les disjoncteurs et l'Italien « MASTER » pour les interrupteurs domestiques, la SIAME a su développer un potentiel d'innovation et de maîtrise des technologies de pointe. Soucieuse de vouloir développer son activité et de renforcer le niveau d'intégration des intrants fabriqués localement, la SIAME a créé des filiales qui interviennent dans des activités intégrées à même de générer des synergies avec son « Core Business ».

Certifiée ISO 9001, 14001, et ISO TS 16449, la SIAME offre des produits répondant aux normes internationales les plus exigeantes tout en maîtrisant ses impacts environnementaux.

Convaincue que le développement de son activité passe par l'essor de l'amélioration de sa productivité, la SIAME s'est résolument engagée avec le programme de mise à niveau en collaboration avec les experts de JICA dans une démarche qualité. Cette démarche lui permet d'avancer à pas sûrs, sur la voie du développement durable et de la compétitivité.

II. SIAME selon Fitch: Perspectives négatives

Fitch Ratings a confirmé, lundi 26 juillet 2010, la note nationale à long terme de la Société Industrielle d'Appareillage et de Matériels Electriques (SIAME) à 'B(tun)'. La note à long terme est dotée d'une perspective négative.

La confirmation des notes de la SIAME traduit l'opinion de l'agence considérant que le changement d'actionnariat n'a pas d'effet sur les notes de la société. En outre, la persistance d'un niveau d'endettement élevé et d'une couverture des charges financières faible continue de peser sur les notes de la SIAME. Bien que les mesures prises par la nouvelle direction, visant à redresser progressivement le profil opérationnel de la société ainsi que sa capacité à générer du cash flow libre après 2012, paraissent encourageantes, l'agence attend de voir ces améliorations se concrétiser et leur pérennité se confirmer.

La liquidité de la SIAME s'est améliorée grâce aux efforts de préservation de la trésorerie notamment la baisse des créances générant un besoin en fonds de roulement positif, la réduction des dépenses d'investissement et la cession de participations financières. Ces mesures ont permis de réduire la dette de 10,5Mio en 2008 à 4,3Mio TND et d'améliorer le profil de maturité de la dette. Un bon positionnement sur le marché local reflété par une relation privilégiée avec la Société Tunisienne d'Electricité et de Gaz (STEG), ainsi que la renommée dont jouit la société grâce à son partenariat avec General Electric Power Control, constituent les autres éléments positifs des notes de la SIAME.

La perspective négative reflète l'opinion de Fitch selon laquelle les ratios de crédit de la SIAME devront rester sous pression dans les 18 prochains mois.

Bien que Fitch s'attende à une amélioration progressive des marges d'exploitation résultant de projets d'augmentation des prix de vente et de réductions des coûts d'exploitation, la croissance du chiffre d'affaires resterait stable en 2010 à périmètre constant suite à l'interruption de certaines lignes de produits non rentables. En 2011, les projets d'investissement concernant de nouveaux ateliers automatisés, estimés entre 2Mio TND et 3Mio TND, devraient entraîner un cash flow libre négatif et un endettement plus élevé. Les estimations de Fitch portent sur un cash flow libre respectivement faible et négatif en 2010 et 2011, un ratio de couverture des charges financières par le cash flow brut d'exploitation de 2,3 et 3,5 et une augmentation du ratio dette nette ajustée/ Cash flow brut d'exploitation à 5,4 et 5,6.

Le chiffre d'affaires de la SIAME a baissé de 9,9%, passant de 24,2Mio TND en 2008 à 21,8Mio en 2009 en raison du recul des ventes à l'export et des ventes à la STEG. Néanmoins les ventes destinées au marché local privé ont connu une croissance soutenue, passant de 4,2Mio TND en 2006 à 11,6Mio TND en 2009. La

marge sur EBITDA a été négative en 2009, -1,8% comparé à 4,9% en 2008, alors que le cash flow brut d'exploitation a baissé de 1,8Mio TND à 0,9Mio TND. Malgré un recul de la dette ajustée de 14,4Mio à 10,7Mio, le ratio dette nette ajustée/ Cash flow brut d'exploitation est resté stable à 4,9.

III. Diagramme SWOT de SIAME

Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> - Stratégie de croissance : Un Groupe SIAME s'est implanté dans diverses branches du secteur. : CONTACT, TOUTALU, SITEL ou encore ELECTRICA. Les activités de ces filiales créent des synergies au sein du Groupe et assurent une complémentarité entre les différentes entités. - Stratégie d'impatriation : Afrique et au Moyen-Orient. La SIAME s'est engagée à faire profiter ses clients et partenaires de son savoir-faire, et à proposer des solutions innovantes. La SIAME a assumé cette mission dans le cadre d'une coopération Sud – Sud. - Stratégie de diversification : diversifications des produits : accessoires électroniques, compteurs électroniques, disjoncteur, lampes, etc... - Stratégie de diversification des destinations des ses produits. - SIAME s'est engagée vers la voie de la réduction du réchauffement climatique. En effet, le lancement du projet industriel relatif aux lampes à basse consommation en est un exemple concret, dans la mesure où, celles-ci participent, d'une façon notoire, à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. - Certifiée ISO 9001, 14001, et ISO TS 16449, la SIAME offre des produits de haute qualité, répondant aux normes internationales les plus exigeantes tout en maîtrisant ses impacts environnementaux. - Stratégie d'amélioration de la productivité : dans le cadre d'une coopération avec le programme de mise à niveau et JICA: Objectif : Améliorer avec le moindre investissement. 	<ul style="list-style-type: none"> - La croissance du chiffre d'affaires resterait stable en 2010 : l'interruption de certaines lignes de produits non rentables. En 2011, les projets d'investissement concernant de nouveaux ateliers automatisés, estimés entre 2Mio TND et 3Mio TND, devraient entraîner un cash flow libre négatif et un endettement plus élevé. - Le chiffre d'affaires de la SIAME a baissé de 9,9%, passant de 24,2Mio TND en 2008 à 21,8Mio en 2009 en raison du recul des ventes à l'export et des ventes à la STEG. - La révolution tunisienne et l'instabilité politique et économique : grèves des employés, arrêt de production => perte des clients nationaux et internationaux. - Forte concurrence locale et internationale.



Avantage concurrentiel : stratégie d'amélioration de la productivité (Coopération PMI& JICA). => Améliorer avec le moindre investissement

Chapitre 4. Mise en place des mécanismes d'amélioration continue de la productivité à SIAME

L'entreprise SIAME, vu les défis qu'elle confronte, se trouve incitée à faire une étude de l'état de sa chaîne de création de valeur actuel. Cette étude a pour objectifs d'améliorer sa productivité avec le minimum d'investissement.

Nous commençons dans ce chapitre par une section où nous présentons les étapes de la réalisation de VMS afin de bien détecter les sources de gaspillages. Dans une deuxième partie, nous analysons et nous appliquons cette étude afin d'atteindre nos objectives.

I. Réalisation VMS dans l'atelier des accessoires électroniques

1. Famille de produits

SIAME produit plusieurs types des accessoires électroniques :

1.1 Accessoires de ligne Basse Tension (BT)

a. Connecteur BT à Perforation d'Isolant CPA25

Ce connecteur est formé de mâchoires en plastique renforcé de fibre de verre assurant ainsi une haute résistance mécanique et climatique. Il est étanché à 6KV dans l'eau. Il est utilisé pour le branchement ou la dérivation de câble torsadé aérien BT.



Figure 4.1 : Connecteur CPA25

b. Connecteur BT à Perforation d'Isolant CPA70

Ce connecteur a les mêmes caractéristiques que celui CPA25. La différence c'est dans l'ergonomie de chaque connecteur.



Figure 4.2 : Connecteur CPA70

c. Connecteur BT à perforation d'isolant CPL95

Ce connecteur a les mêmes caractéristiques que celui CPA25 et CPA70. La différence c'est dans l'ergonomie du connecteur.



Figure 4.3 : Connecteur CPA95

1.2 Accessoires de ligne Moyenne Tension (MT)**Bloc à Mâchoires MT**

Les blocs à mâchoires striées permettent la connexion des conducteurs en Almélec dans les réseaux électriques nus moyenne tension. Les mâchoires du corps comprennent des rainures parallèles striées enduites de graisse de contact. Le bloc à mâchoires BMA comporte deux boulons en acier galvanisé à chaud munis de têtes fusibles pour un serrage adéquat.



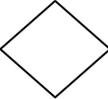
Figure 4.4 : Bloc MT

Remarque

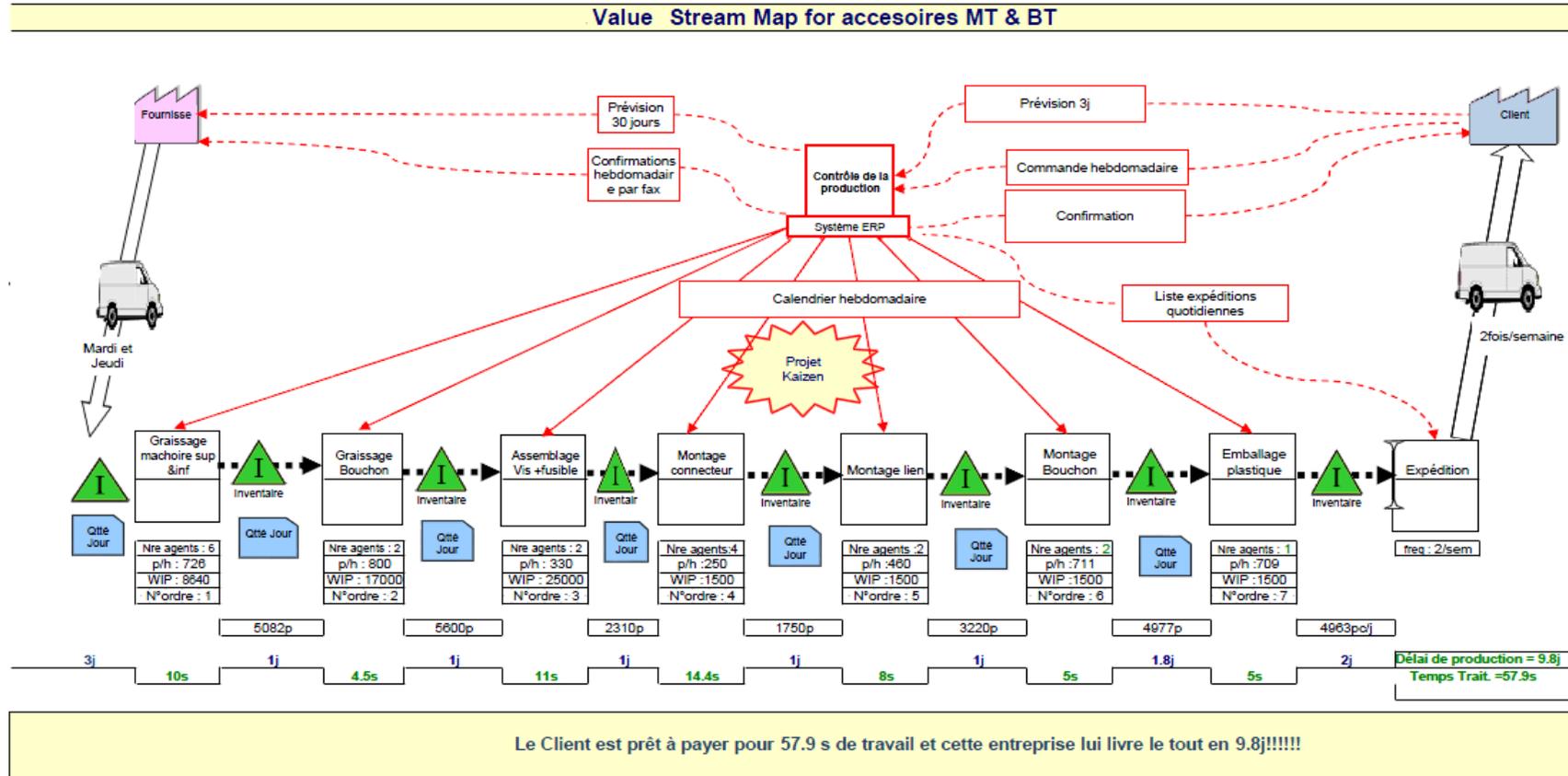
Tous ces types des produits ont le même processus de fabrication. De plus, les équipements utilisés sont similaires. Donc on n'a plus besoin d'appliquer les méthodes de Kuziack ou celle de King pour identifier les ilots de production identiques.

2. Analyse de déroulement

					Distance	Temps	Quantité	Poids	Déroulement
●									Sortie magasin
	●				7m	0.16h	5000p	10kg	Vers graissage (mâchoires sup & inf)
		●				0.0027h	363p/h		Graissage
	●				4m	0.16h	7000p	16kg	Vers graissage Bouchon
		●				0.00125h	800p/h		Graissage Bouchon
	●				5m	0.25h	3000p	8kg	Vers assemblage Vis +fusible
		●				0.003h	330p/h		Assemblage
	●				4m	0.083h	1000p	10kg	Vers montage connecteur
		●				0.004h	250p/h		Montage connecteur
	●				5m	0.16h	1000p	10kg	Vers Montage Lien
		●				0.0021h	460p/h		Montage lien
	●				5m	0.25h	1000p	10kg	Vers montage Bouchon
		●				0.0014h	711p/h		Montage Bouchon
	●				5m	0.16h	5000p	12kg	Vers Emballage plastique
		●				0.0014h	709p/h		Emballage plastique
	●				5m	0.5h	7000p	12kg	Vers inventaire
1	8	7	0	0	40m				

Agenda :  : Stockage avec opération d'entrée/sortie  : Transport ou manutention  : Opération qui apporte de la valeur ajoutée  : Stocks Tampons  : Contrôles

3. VMS de l'état initial de l'atelier (à l'aide de logiciel Systems2win)



II. Analyse de VMS

1. Diagramme Ishikawa

La réalisation de VMS dans l'atelier des accessoires a dévoilé un gaspillage énorme. Dans le but d'identifier les causes principales de ce gaspillage, J'ai posé les 6 questions Quoi ? Qui ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ? Dans 5 volets dites 5M : Méthodes, Matière, Machine, Main d'œuvre, Milieu.

1.1 Méthodes :

- 5S non respecté : Désordre dans l'emplacement des machines, des outils, des MPs, des WIPs, des chariots, des corbeilles, de stock... Des câbles courant traversant le sol...
- Aucun indicateur pour chaque poste sur la quantité maximale à produire : KANBAN non respecté.
- Chantier Kaizen non appliqué : pas des règles détectant les sources de gaspillage ; pas d'optimisation de la disposition de l'équipement et du personnel pour utiliser au mieux l'espace et améliorer la productivité.
- Mauvaise implantation : Pas d'enchaînement dans les opérations (les tables sont placées l'une derrière l'autre un chariot des produits semi-finis circule entre eux).
- Pas de contrôle de la surproduction pour chaque cellule ou chaque machine.
- Déséquilibre entre les postes.
- Pas d'un tableau d'affichage : Les cartes de faits qui décrivent les problèmes (explications brèves, listes des causes...); les cartes de solutions qui décrivent les améliorations (recommandations, idées, suggestions, mesures correctives...); le tableau de suivi des idées d'amélioration.
- Aucune mesure de sécurité n'est claire.

1.2 Matière

- Un énorme volume de stock : MP, WIP, Produits semi-finis (Si on voit la couleur rouge désignant le stock est dominant sur la totalité de l'atelier) => Espace énorme pour le stockage inutile.
- Utilisation des mauvais gabarits pour les produits semi-finis : gabarits non convenables.
- Emplacement des pièces MP n'est plus à la portée des opératrices: il faut rapprocher au maximum les MPs (par exemple les fusibles).
- Le fournisseur change la qualité de l'acier sans prévenir

- Les boulons n'ont plus le même pas de vis

1.3 Main d'œuvre

- Mauvaises habitudes de travail : Tas des gestes inutiles: par exemple l'opératrice utilise le tournevis comme marteau. De plus le fait de grouper un ensemble des pièces et les grouper sur la table puis les mettre ensemble dans le récipient c'est de MUDA => Il faut rapprocher le gabarit de manière de mettre pièce par pièce.
- Plusieurs gestes inutiles : charger la MP, décharger la WIP, ouvrir les sachets de MPs, ramasser les composants de MPs, placer les MPs ou les WIPs sur la table...Le fait de déplacer la vis sur l'appareil est un gaspillage. La seule geste de valeur ajoutée c'est le montage de couvercle : serrage vis + couvercle.Pas des opérateurs polyvalents pour réduire les attentes inutiles. Beaucoup de transfert entre les postes : plusieurs tâches inutiles.
- Il n'y a pas un opérateur responsable de plusieurs opérations peut réparer les erreurs pour éliminer les produits défectueux.
- L'opérateur n'a pas la formation nécessaire
- Manque de communication entre les personnes
 - Mal payées, les personnes sont démotivées

1.4 Machine

- Tous les équipements ne sont pas de même niveau que les opérateurs => manière de travail fatigante => plusieurs gestes inutiles.
- L'électricité connaît des variations de voltage => arrêt de la machine.
- TPM non respecté : La main d'ouvre n'est pas formé sur les machines, aucune indication sur les états des machines (niveau de l'huile, comportement avant panne, problème cartouche d'impression, ...).

1.5 Milieu

- Le client (à cause de la révolution) est fermé et ne peut pas recevoir une livraison
- Le fournisseur (à cause de la révolution) est fermé ou ses employés en grève.
- Grèves des employés (suite à la révolution).
- Couvre feu (suite à la révolution)
- Le trajet n'est pas sécurisé => perte de la commande.
- Les grèves sur les autoroutes => retard dans le délai de livraison.

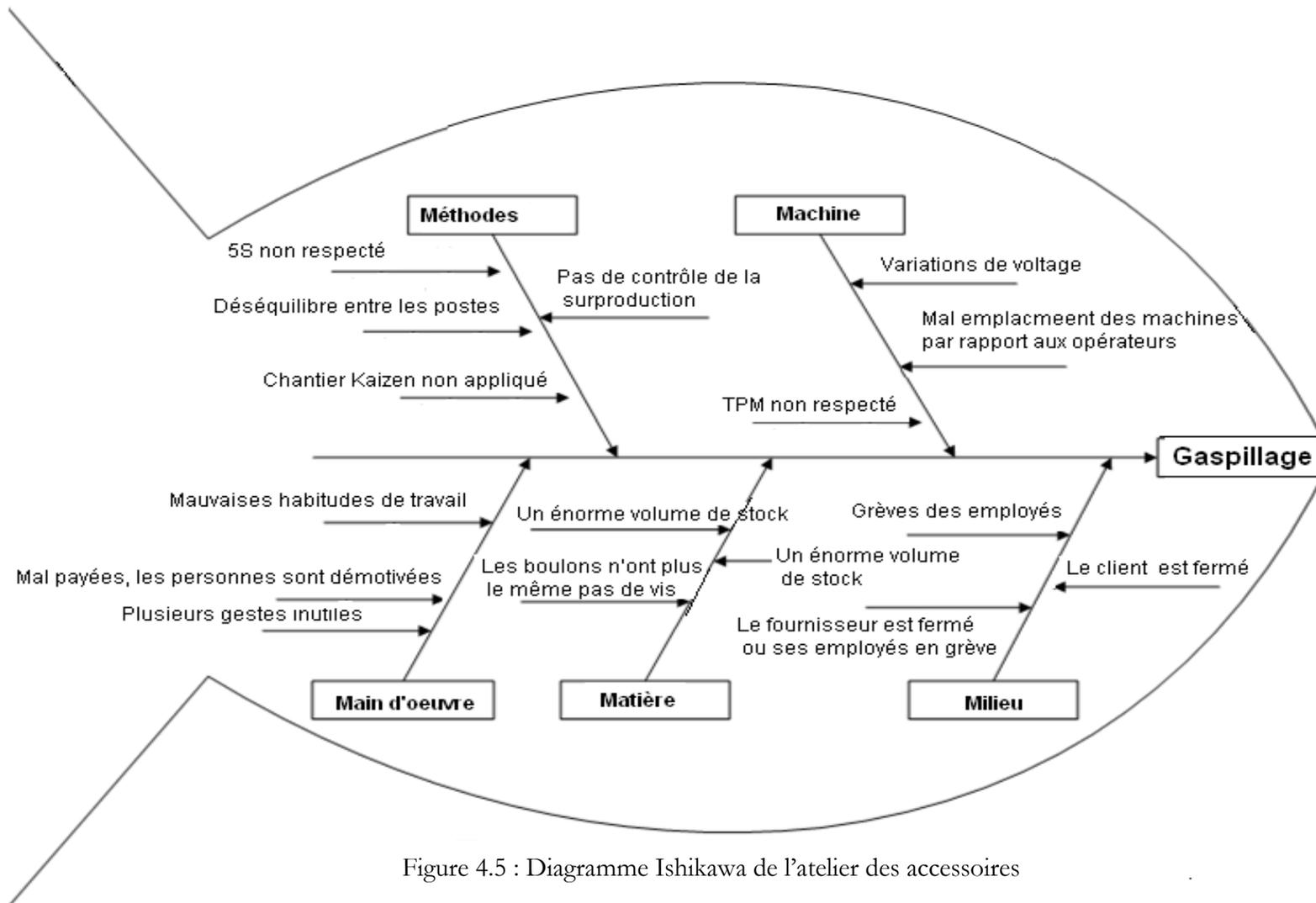


Figure 4.5 : Diagramme Ishikawa de l'atelier des accessoires

2. Diagramme de Pareto

Il sera utile pour déterminer sur quels leviers nous devons agir en priorité pour améliorer de façon significative la situation.

Le diagramme de Pareto est un outil simple, permet d'exposer de façon factuelle les causes sur lesquelles il faut agir pour résoudre le problème.

Pour ce faire, un questionnaire a été proposé aux employés et aux responsables de cet atelier (en totalité 20 interrogés). Ils devaient cocher l'une des 10 cases suivantes : (a) Mauvaise implantation, (b) Mauvaises habitudes de travail, (c) Enorme volume de stock, (d) Gestes inutiles, (e) Pas de contrôle de la surproduction, (f) Utilisation des mauvais gabarits, (g) Le fournisseur change la qualité, (h) TPM non respecté, (i) Grèves des employés, (j) Le fournisseur est fermé.

Nous avons obtenu les résultats suivants: les données sont classées par catégorie et par ordre décroissant. Nous avons calculé également le pourcentage et le cumul à l'aide de logiciel STATICA.

	1 Causes	2 Nombre des réponses	3 Pourcentages	4 Pourcentages cumulées
1	Mauvaise implantation	5	25	25
2	Mauvaises habitudes de travail	3	15	40
3	énorme volume de stock	3	15	55
4	Gestes inutiles	2	10	65
5	Pas de contrôle de la surproduction	2	10	75
6	Utilisation des mauvais gabarits	1	5	80
7	Le fournisseur change la qualité de l'acier	1	5	85
8	TPM non respecté	1	5	90
9	Grèves des employés	1	5	95
10	Le fournisseur est fermé	1	5	100

Figure 4.6 : Feuille de données

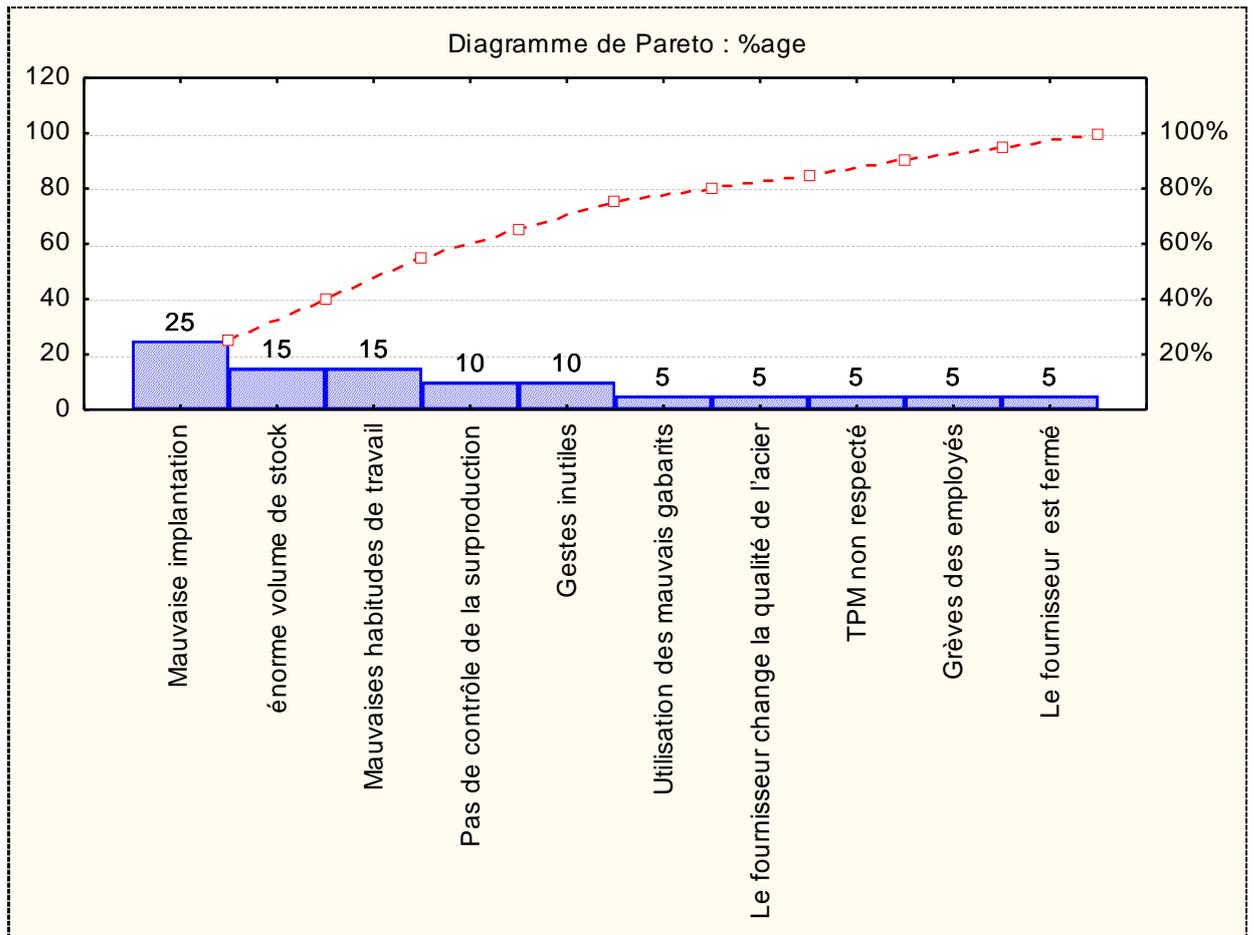


Figure 4.7 : Diagramme de Pareto de l'atelier des accessoires (logiciel STATICA)

D'après ce diagramme, nous devons mener des actions en priorité sur les causes suivantes :

- Mauvaise implantation.
- Enorme volume de stock.
- Mauvaises habitudes de travail.

En travaillant sur ces axes, nous éliminons 55% des causes de gaspillage

Remarque

Les trois causes essentielles de gaspillages : Mauvaise implantation, énorme volume de stock et mauvaises habitudes de travail, sont liées entre eux.

Une amélioration de l'implantation réduit certainement le volume de stock et réduit les gestes inutiles des employés.

3. Résolution des problèmes d'implantation et de stock en cours

3.1 Disposition initiale de l'atelier des accessoires: Disposition version



Figure 4.8 : Disposition version 0

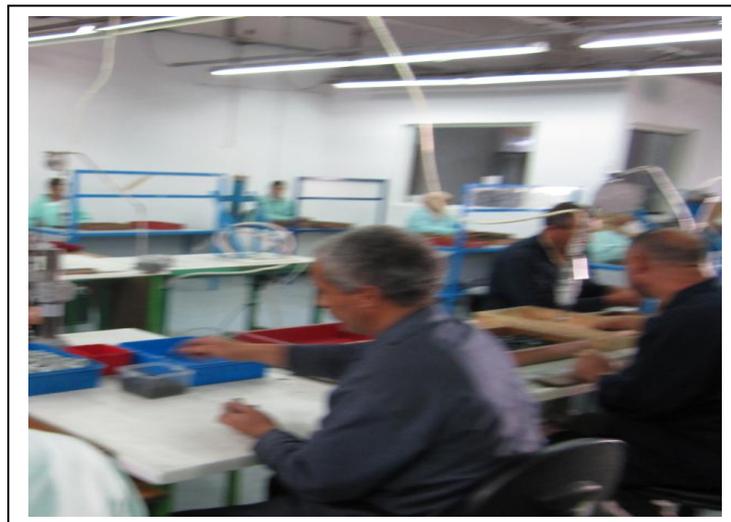


Figure 4.9 : photo de la disposition version 0

1 ^{ère} version				
Désignation	Opération	Norme/H	Nbr d'agents	Stock en cours
M1	Graissage mâchoire sup	363	3	4320
M2	Graissage mâchoire inf	363	3	4320
M3	Graissage bouchon	800	2	17000
M4	Assemblage vis+fusible	330	2	25000
M5	Montage connecteur	250	4	1500
M6	Montage lien	460	2	1500
M7	Montage bouchon	711	2	1500
M8	Emballage plastique	709	1	1500
Total		7000/j	20	
Production journalière par agent		7000/20=350/j/opérateur		

Tab4.1 : Données de la disposition version 0

- Espace utilisé : 97.5m
- Stock S/E Vis + Fusible CPA25 = 18500.
- Stock S/E Vis + Fusible CPA70 = 16000.
- Stock Bouchon graissé CPA25+ CPA70=23000
- Aire de stockage produit semi-fini=12m²
- Distance de transport = 40m.

Remarque :

- Chaque poste travaille séparément de l'opération précédente et suivante => Chaque opérateur travaille pour un stock => C'est de MUDA.
- Plusieurs mouvements de transports, de déplacement, chargement des MPs et déchargement des WIPs.
- Cette disposition occupe un espace plus que le nécessaire vu le nombre énorme des stocks en MPs, Produits Semi-finis et WIPs.
- Les gaspillages au niveau des postes ne sont plus claires vu la production pour un stock. De même, le déséquilibre entre les postes n'est pas clair.

3.2 Remise en question des activités

Nous avons posé 6 questions : Pourquoi cette activité existe? Qui la fait? Sur quelle machine? Où? Quand? Comment?

Les réponses à toutes ces questions nous ont aidé à :

- Eliminer les activités qui ne sont pas nécessaires,
- Simplifier,
- Combiner d'autres,
- Chercher des changements de séquences de façon à réduire les pertes.

Les nouvelles activités sont décrites dans le tableau ci-dessous :

Désignation	Opération	Nbr d'agents
M1	Graissage mâchoire sup	3
M2	Graissage mâchoire inf	3
M3	Assemblage vis+fusible+rondelle	3
M4	Préparation montage(opé.1+2+3)	3
M5	Vissage + montage lien	3
M6	Graissage bouchon+op5+emballage plastique	3
Total		18

Tab4.2 : Remise en questions des activités

3.3 Application de la méthode d'antériorité

- Etape 1 : Nous avons placé dans chaque colonne l'ensemble des machines qui interviennent avant la machine considérée :

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Antériorités				M1 M2 M3	M1 M2 M3 M4	M1 M2 M3 M4 M5

Tab4.3 : Etape 1 de la méthode d'antériorité

- Etape 2: Nous avons rayé les machines qui n'ont d'antériorité

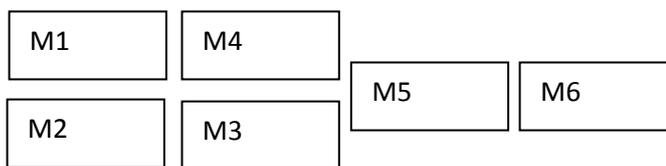
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Antériorités				M1 M2 M3	M1 M2 M3 M4	M1 M2 M3 M4 M5

Tab4.4 : Etape 2 de la méthode d'antériorité

- Etape 3 : La machine M4 n'a plus d'antériorité, nous rayons M4 et on place cette machine après M1, M2 et M3, nous plaçons de même M5 et M6

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Antériorités				M1 M2 M3	M1 M2 M3 M4	M1 M2 M3 M4 M5

Tab4.5 : Etape 3 de la méthode d'antériorité



Disposition 2 de l'atelier accessoires

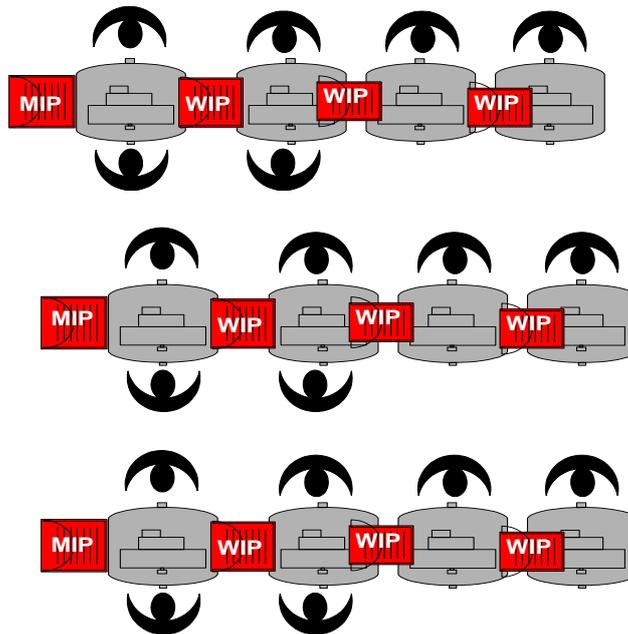


Figure 4.10 : Disposition version 1

2 ^{ème} version				
Désignation	Opération	Norme/H	Nbr d'agents	Stock en cours
M1	Graissage mâchoire sup	363	3	750
M2	Graissage mâchoire inf	363	3	750
M3	Assemblage vis+fusible+rondelle	300	3	130
M4	Préparation montage(opé.1+2+3)	300	3	10
M5	Vissage + montage lien	300	3	10
M6	Graissage bouchon+op5+emballage plastique	300	3	0
Total		6600/j	18	
Production journalière par agent		6600/18=367/j/opérateur		
Taux d'amélioration		4.86%		

Tab4.6 : Taux d'amélioration de la nouvelle disposition

- Espace utilisé : 41.25m
- Stock S/E Vis + Fusible CPA25 (par ligne) = 120.
- Stock S/E Vis + Fusible CPA70 (par ligne) = 130.
- Stock Bouchon graissé CPA25+ CPA70 (par ligne) \approx 20
- Aire de stockage produit semi-fini=2m²
- Distance de transport = 5m.



Figure 4.11 : photo de la nouvelle disposition version 1

3.4 Identification et élimination des goulots d'étranglements

D'une côté, cette disposition en flux continu était très bénéfique pour SIAME : amélioration de la productivité, gain de l'espace, diminution des nombre des opérateurs, ...

D'autre côté, cette disposition a montré plusieurs problèmes :

- Beaucoup de gaspillages au niveau des postes,
- De même, le déséquilibre entre les postes est très remarquable.
- Il y a une surproduction au niveau de l'opération de graissage.
- Encore des stocks en MPs.
- Plusieurs WIPs en cours : **il faut avoir, au plus, 5 WIPs en cours.**

a. Poste de graissage Bouchon + montage Lien + emballage plastique



17s /pièce

Figure 4.12 : Poste d'emballage

- Changer l'inclinaison des 2 supports de la machine vers un angle de 90 : Elimination de la zone morte (la place de la corbeille rouge).
- Rapprocher toutes les boîtes de MPs et des WIPs.
- Eliminer la corbeille rouge.
- La boîte des sachets se place en face de l'opérateur.
- Faire un trou dans la table pour faciliter la mise des WIPs.
- Diminuer la hauteur de la machine de graissage.
- Fournir une boîte à colle pour faciliter la saisie des sachets.
- **Objectif : temps/pièce = 10 s**

b. Poste de Préparation & Montage:



10s /pièce

Figure 4.13 : Poste de préparation & Montage

→ Rapprocher toutes les boîtes des MIPs et des WIPs.

→ On peut diminuer le temps de plus de 2s /pièce.

c. Postes de graissage



11s /pièce

Figure 4.14: Postes de graissage

→ Les boîtes des MP's et des WIP's doivent être placés devant eux.

→ Changement des tables : elles sont très grandes.

→ Etudier la possibilité de faire un tampon de graissage adaptable aux composants à graisser (au lieu d'utiliser des pinceaux de peinture).

→ Utiliser une seule boîte de graissage.

3.5 Re-Remise en question des activités

Suite à cette optimisation des postes de travail, nous essayons de combiner des activités et éliminer d'autres dans le but de **synchroniser** les différentes tâches.

Les nouvelles activités sont décrites dans le tableau ci-dessous :

Désignation	Opération	Nbr d'agents
M1	Assemblage vis+fusible+rondelle + mâchoire sup	3
M2	Graissage mâchoire sup +montage rondelle	3
M3	Graissage mâchoire inf +opé2	3
M4	Vissage + montage lien	3
M5	Graissage bouchon+op5+emballage plastique	3
Total		15

Tab 4.7: Re-Remise en question des activités

3.6 Application de la méthode d'antériorité

Etape1

	M1	M2	M3	M4	M5
Antériorités		M1	M1 M2	M1 M2 M3	M1 M2 M3 M4

Tab4.8 : Etape 1 de méthode d'antériorité

Etape2

	M1	M2	M3	M4	M5
Antériorités		M1	M1 M2	M1 M2 M3	M1 M2 M3 M4

Tab4.9 : Etape 2 de la méthode d'antériorité

Etape3

	M1	M2	M3	M4	M5
Antériorités		M1	M1	M1	M1
			M2	M2	M2
				M3	M3
					M4

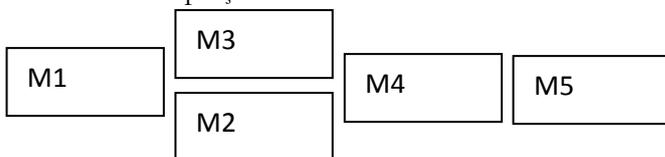
Tab4.10 : Etape 3 de la méthode d'antériorité

Etape4

	M1	M2	M3	M4	M5
Antériorités		M1	M1	M1	M1
			M2	M2	M2
				M3	M3
					M4

Tab4.11 : Etape 4 de la méthode d'antériorité

Nous plaçons de même M4 et on obtient le schéma suivant :



Disposition 3 de l'atelier accessoires

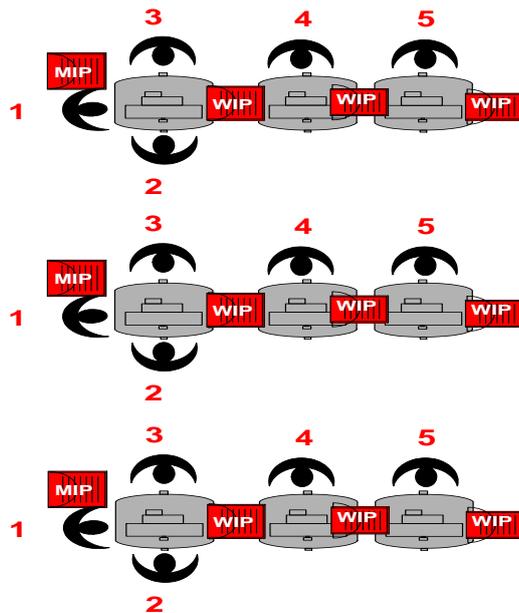


Figure 4.15: Disposition version 2

2 ^{ème} version				
Désignation	Opération	Norme/H	Nbr d'agents	Stock en cours
M1	Assemblage vis+fusible+rondelle + mâchoire sup	300	3	3
M2	Graissage mâchoire sup +montage rondelle	300	3	3
M3	Graissage mâchoire inf +opé2	300	3	3
M4	Vissage + montage lien	300	3	3
M5	Graissage bouchon+op5+emballage plastique	300	3	3
Total		6600/j	15	
Production journalière par agent		6600/15=440/j/opérateur		
Taux d'amélioration		25.7%		

Tab4.12 : Taux d'amélioration de la disposition version 2

- Espace utilisé : 41.25m
- Stock S/E Vis + Fusible CPA25 (par ligne) = 03.
- Stock S/E Vis + Fusible CPA70 (par ligne) = 03
- Stock Bouchon graissé CPA25+ CPA70 (par ligne) \approx 6
- Aire de stockage produit semi-fini=0m²
- Distance de transport = 1m.



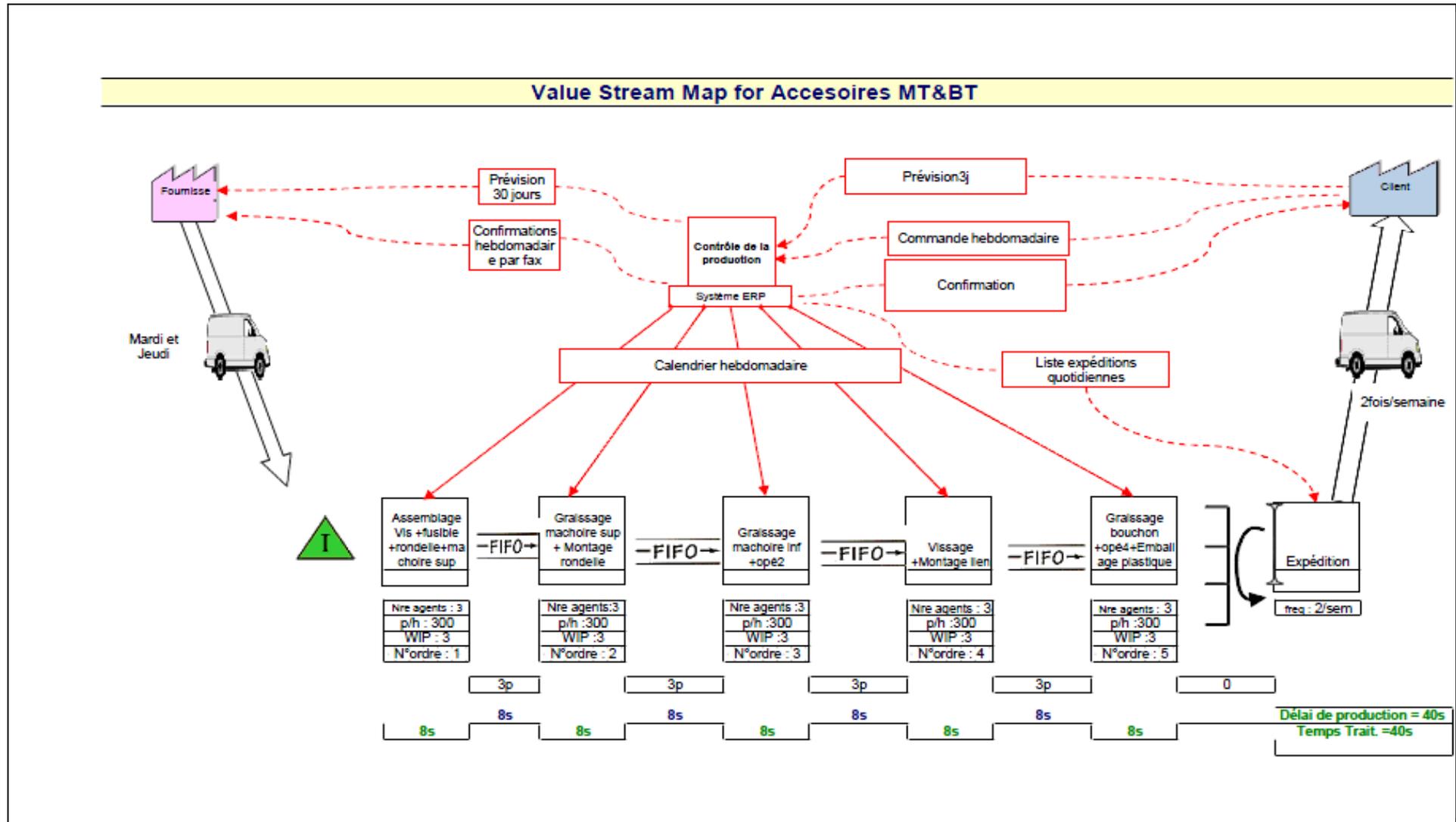
Figure 4.16: photo de la disposition version 2

3.7 Résumé des résultats

	Avant	1er Kaizen	2ème Kaizen
<u>Productivité</u>			
Quantité produite (pièce/jour)	7000	6600	6600
Nombre d'opérateurs (personnes)	20	18	15
Productivité (quantité/jour/personne)	350	367	440
Taux d'amélioration (Kaizen/avant -1)*100%		4.86%	25.7%
<u>Espace</u>			
Surface de l'atelier (m ²)	97.5	41.25	41.25
Taux d'amélioration (1-kaizen/avant)*100%		57.69%	57.69%
<u>Stock de Pièces en Cours</u>			
Quantité des WIPs(pièces en cours)	100000	4950	36
Taux d'amélioration (1-kaizen/avant)*100%		95.05%	99.96%
<u>Distance parcourue par le stocks des pièces en cours</u>			
Distance parcourue (mètre)	40m	5m	2.5m
Taux d'amélioration (1-kaizen/avant)*100%		87.5%	93.75%
<u>Productivité Totale</u>			
Productivité(Quantité / jour / personne / m ²)	3.34	8.89	10.67
Taux d'amélioration (Kaizen/avant -1)*100%		147.6%	197.2%
<u>GAIN (DT/AN)</u>			
Opérateurs	60000	54000 (+6000)	45000 (+15000)
Surface de l'atelier	35100	14850 (+20250)	14850 (+20250)

Tab4.13 : Résumé des résultats

4. VMS actuel de l'atelier (logiciel Systems2win)



III. Conclusion

Suite à la réalisation et à l'analyse de VMS dans l'atelier des accessoires électroniques de SIAME, cette entreprise a atteint un taux d'amélioration de la productivité totale de **197.2%**. Tout le personnel de SIAME est très content de ces résultats. SIAME a décidé d'appliquer VMS, Kaizen et SMED dans tous les ateliers.

De même, nous avons attiré l'attention des employés SIAME que **LES AMELIORATIONS N'ONT PAS DES LIMITES.**

Chapitre 5. Conclusion et perspectives

Conclusion

Nous venons ainsi de présenter un prototype d'amélioration continue de la productivité dans une entreprise tunisienne SIAME. Une étude VMS est faite sur l'atelier des accessoires électroniques dans cette entreprise. Un premier chantier Kaizen ainsi qu'une nouvelle mise en ligne des machines a donné un taux d'amélioration de la productivité de **4.86%**. Un deuxième chantier Kaizen a eu comme taux d'amélioration de **25.7%**.

Nous avons alors utilisé le diagramme Ishikawa pour identifier les sources de gaspillages dans 5 M (Matières, Machines, Main d'œuvre, Milieu, Méthodes). Pour identifier les causes principales, nous avons utilisé le diagramme de Pareto. Et comme méthode de mise en ligne, nous avons utilisé la méthode d'antériorité.

Tout de même, il est possible d'appliquer ces outils et ces méthodes dans les autres ateliers de la société tels que l'atelier des disjoncteurs, l'atelier des compteurs électroniques et l'atelier des lampes

Perspectives1 : Application de SMED dans l'atelier de l'injection plastique

Nous avons visité l'atelier de l'injection plastique de SIAME, nous avons filmé le déroulement de changement de moule. Suite à la visualisation de vidéo, nous avons marqué plusieurs remarques :

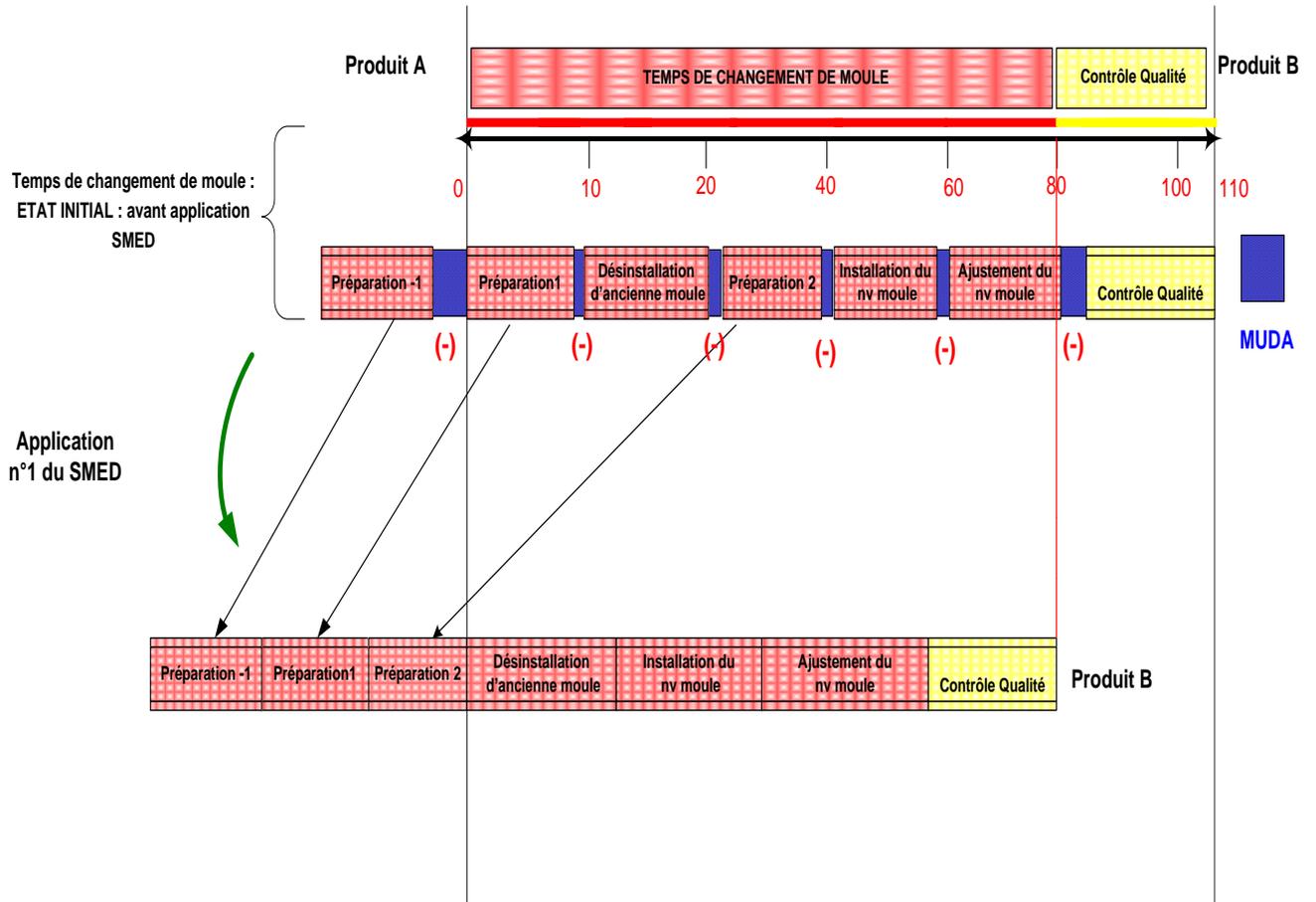
- Plusieurs déplacements (des « va et vient » en rien : many steps).
- Plusieurs gestes et mouvements (des outils, des matériels...) inutiles.
- Plusieurs pertes de temps (Temps d'attente inutile).
- Le centrage de la nouvelle moule (entre moule et plateau) prend un temps important, en plus il y a des mouvements inutiles.
- De même pour le temps de réglage : plusieurs essais, plusieurs manipulations inutiles.
- L'opératrice qui travaille réellement sur la machine, s'occupe d'autres choses qui ne sont plus urgentes (elle aura dû aider au changement de moule).
- Contrôle qualité : 5 injections à contrôler pour stabiliser la production. Chaque injection contient 6 pièces => 30 pièces réservées pour le contrôle c'est trop !!

1. Conversion des opérations internes en opérations externes

- ELIMINER TOUS LES MUDA.
- Toutes les phases de préparation doivent être réalisées avant l'arrêt de la machine du produit A (avec l'ancienne moule).
- Tous les outils utilisés doivent être près de la machine => PAS des déplacements.
- Il y a des opérations (par exemple le nettoyage du plateau) doivent être faites par 2 opérateurs.
- Il faut optimiser le temps de centrage de la moule : faire des tiges dans le plateau et des trous dans la moule ou l'inverse, cela qui facilite le centrage.
- Remplacements des vis par des autres formes aidant à gagner beaucoup plus de temps.

- L'opératrice qui travaille sur la machine doit intervenir dans le changement de moule.
- Pour le contrôle qualité : il est suffisant de contrôler uniquement 3 pièces.

2. Schéma de SMED



- ! When the machine is stopped, we do just the necessary.
- ! Use hands and do not step.
- ! No Screw bolt.

Perspective 2 : Amélioration de la productivité dans l'administration Tunisienne : Ministère de l'industrie et de la Technologie

I. Unité de production

1. Présentation de l'unité

L'unité pilote que nous avons choisi est la direction générale des industries manufacturières. Dans cette direction, nous avons constaté une charge de travail énorme et des délais de traitement des dossiers qui dépassent les limites (délais inacceptables par les bénéficiaires : industriels, commerçants, etc...).

2. Objectif

Améliorer l'efficacité et l'efficience des services offerts aux bénéficiaires :

- Réduire les plantages.
- faciliter la circulation des dossiers.
- Réduire les délais de traitement des dossiers en optimisant les flux.

II. Phase d'analyse

1. Identification de l'environnement

Sachant que nous travaillons au sein d'un ministère, nous allons essayer de simuler ce que nous avons vu dans le cours, en remplaçant :

- Produit par dossier.
- Machine par opérateur.

▪ Dossiers (Produits)

Les prestations de services à étudier sont les suivantes :

- FT : Fiche Technique.
- AT : Admission Temporaire.
- PF : Privilège Fiscale.
- CC : Importation soumise à des cahiers des charges.
- AA : Approvisionnement en Acide.

▪ Opérateurs (Machines)

Les opérateurs qui interviennent pour le traitement de ces prestations de services :

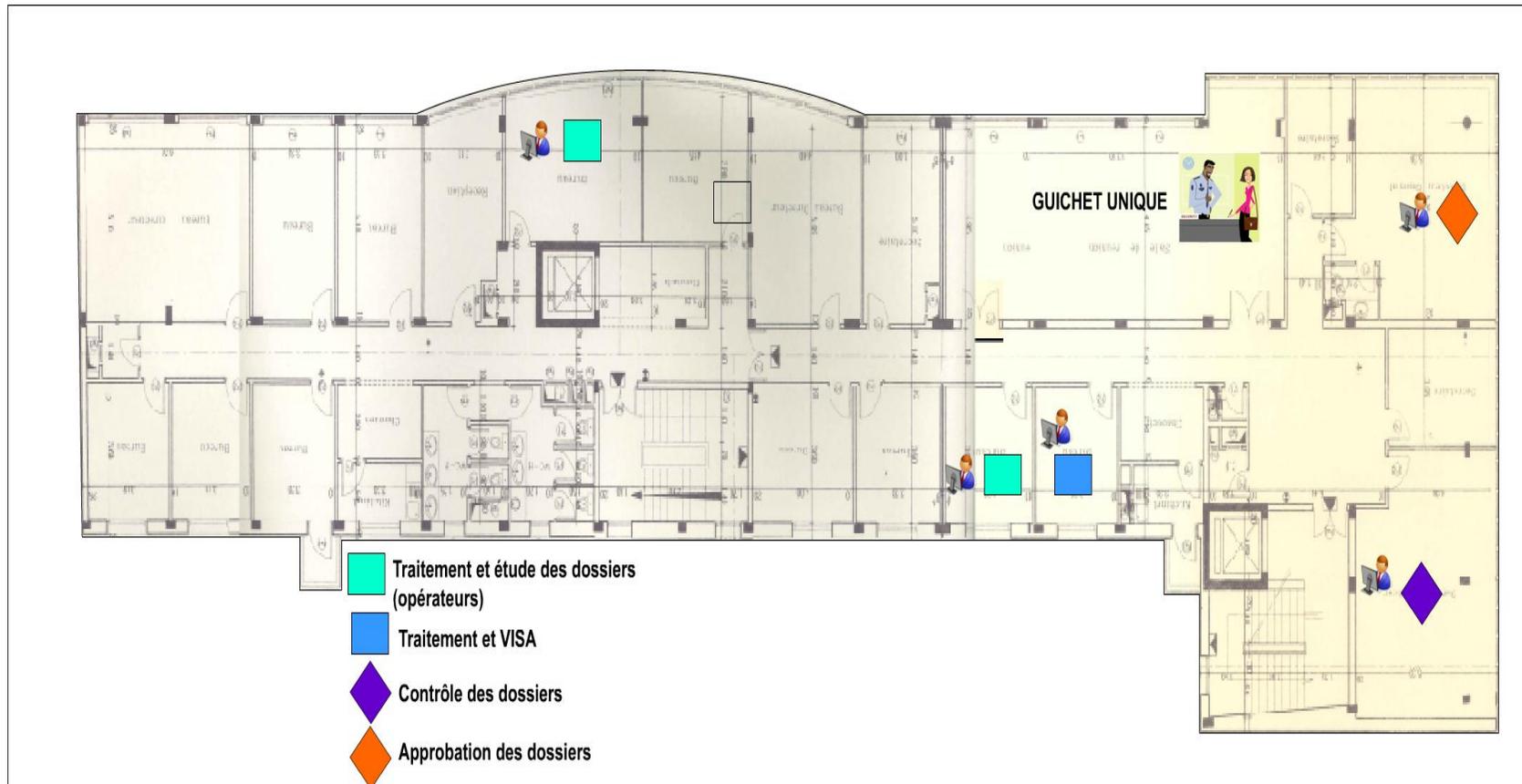
- M1 : Traiteur 1, Chef service

- M2 : Traiteur 2, Chef service
- M3 : Valideur, Sous Directeur
- M4 : Contrôleur, Directeur
- M5 : Approbateur, Directeur Général

2. Collecte de la documentation

Dans cette phase nous allons essayer de regrouper le maximum possible de documentations nécessaires pour pouvoir analyser ce problème.

i) Plan des locales



ii) Circuits du traitement des dossiers

- PF → {M1, M4, M5}
- AT → {M3, M4, M5}
- CC → {M2, M3, M4, M5}
- FT → {M4, M5}
- AA → {M2, M3}

iii) Nombre de dossiers traités par an

Dossiers	Nbr/an
FT	~8000
AT	~6000
PF	~10000
AA	~12000
CC	~3000

III. Méthode de résolution

1. Identification des ilots

Nous avons essayé de faire dérouler la méthode de KING

	M1	M2	M3	M4	M5
PF	1	0	0	1	1
AT	0	0	1	1	1
CC	0	1	1	1	1
FT	1	0	0	1	1
AA	0	1	1	0	0

Étape – 0

		M1	M2	M3	M4	M5
		18	5	13	30	30
PF	2 ⁴	1	0	0	1	1
AT	2 ³	0	0	1	1	1
CC	2 ²	0	1	1	1	1
FT	2 ¹	1	0	0	1	1
AA	2 ⁰	0	1	1	0	0

Étape - 1

		M4	M5	M1	M3	M2
		2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
PF	28	1	1	1	0	0
AT	26	1	1	0	1	0
CC	27	1	1	0	1	1
FT	28	1	1	1	0	0
AA	3	0	0	0	1	1

Étape - 2

		M4	M5	M1	M3	M2
		30	30	24	7	5
PF	2 ⁴	1	1	1	0	0
FT	2 ³	1	1	0	1	0
CC	2 ²	1	1	0	1	1
AT	2 ¹	1	1	1	0	0
AA	2 ⁰	0	0	0	1	1

Étape - 3

La méthode de KING s'arrête à ce stade, on obtient deux îlots, comme le montre le tableau ci-dessous :

	M4	M5	M1	M3	M2
PF	1	1	1	0	0
FT	1	1	0	1	0
CC	1	1	0	1	1
AT	1	1	1	0	0
AA	0	0	0	1	1

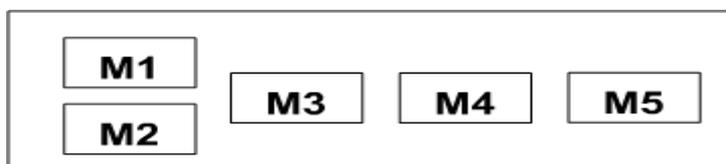
Si on veut rendre ces deux îlots indépendants, on doit dédoubler M3 & M2. Ce qui n'est pas toujours évident; recrutement, compétence, etc. ...

2. Implantation en ligne

Nous avons essayé d'utiliser la méthode des rangs moyens :

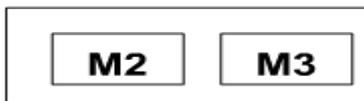
i) pour le premier îlot :

	M1	M2	M3	M4	M5
PF	1			2	3
AT			1	2	3
CC		1	2	3	4
FT	1			2	3
Total des rangs	2	1	3	9	13
Nbr de rangs	2	1	2	4	4
Moyen	1	1	1.5	2.25	3.25



ii) pour le deuxième ilot :

	M3	M2
FT	2	1
Total des rans	2	1
Nbr de rans	1	1
Moyen	2	1



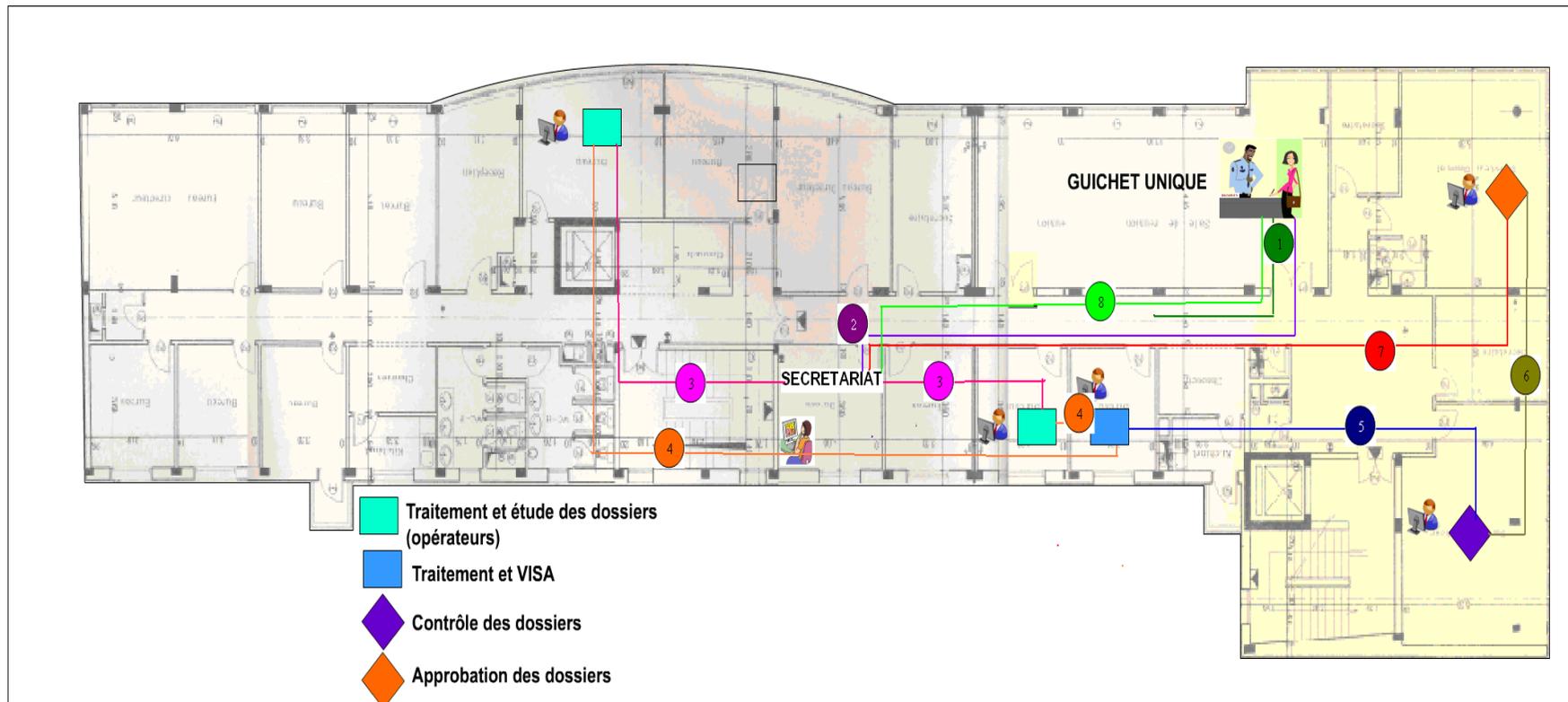
Réellement on ne peut pas concrétiser les résultats obtenus car :

- il est impossible au moins pour le moment de dédoubler un des acteurs, dans notre cas M2 & M3 pour des raisons de réglementations au sein de notre établissement (recrutement, compétence, etc.).
- On ne pas appliquer les méthodes d'implantation en ligne (organisation taylorienne) pour les opérateurs représentés, dans notre cas, par des personnels hétérogènes en terme de fonction tels que directeur général, directeur, sous directeur, chef de service, etc.

→ On va essayer donc de proposer une optimisation dudit problème en rapprochant les opérateurs, dont circule entre eux un trafic important.

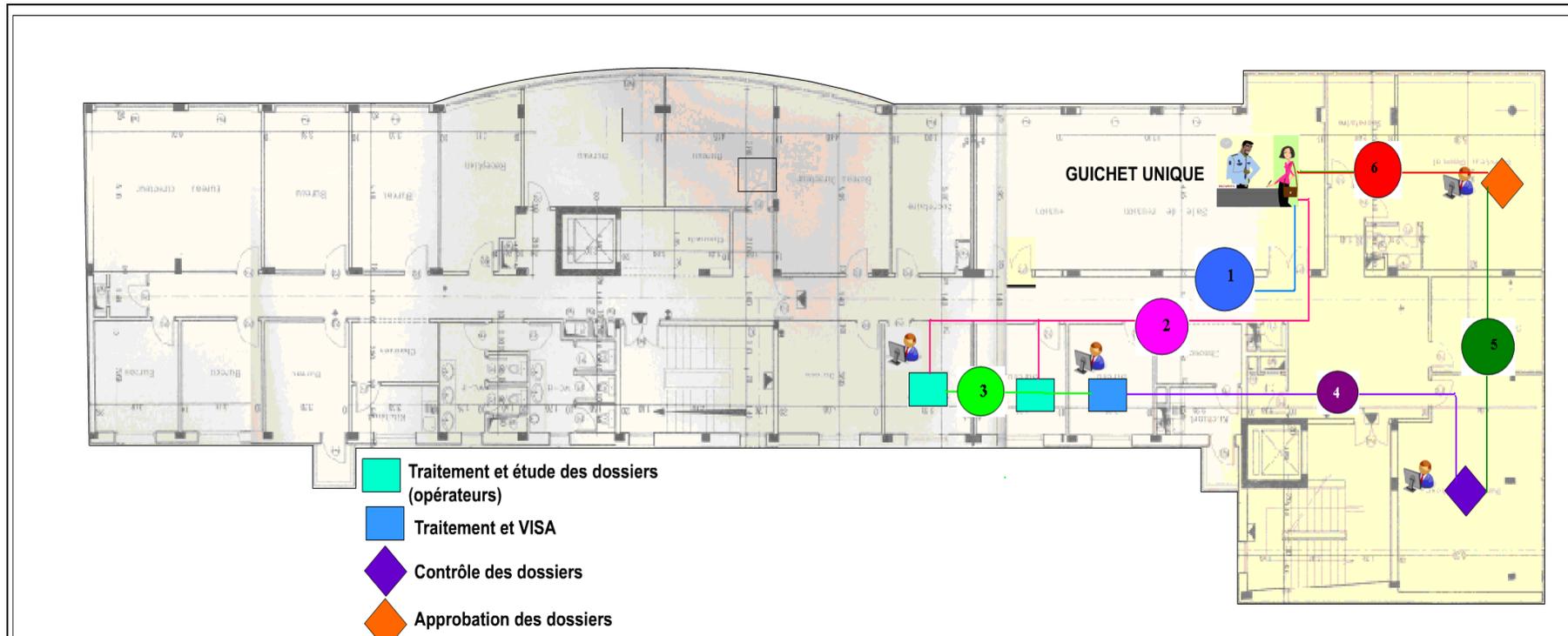
Organisation Pré-optimisation

Le schéma ci-dessous présente le flux des données des dossiers circulants :



Organisation Post-optimisation

Le schéma ci-dessous décrit la réorganisation de flux des dossiers dont le but est de réduire le délai de retard :



Bibliographie

ARNOULT P., RENAUD J.,
Flux de production : les outils d'amélioration, AFNOR, 2003.

ARNOULT P., RENAUD J.,
Les Niveaux de planification, AFNOR, 2003.

A. COURTOIS C. MARTIN-BONNEFOUS M. PILLET,
Gestion de production, Quatrième édition 2003.

B. Keyte and D. Locher,
The Complete Lean Enterprise, Productivity Press, 2004.

BENICHOU J., MALHIET D. ,
Études de cas et exercices corrigés en gestion de production, Les Éditions
d'Organisation, 1991.

Consortium de recherche FOR@C,
Value Stream Mapping, Formation, Université de LAVAL.

DURET D., PILLET M.,
Qualité en production – De l'Iso 9000 à Six sigma, Les Éditions d'Organisation, 2001.

ERSCHLER J.,
Organisation et gestion de production, Hermès Science, 2001.

GEORGES M. L.,
Lean Six Sigma, McGraw-Hill, 2002.

GODDARD W.,
Décuplez la productivité de votre entreprise par le juste-à-temps, Édition du Moniteur,
1990.

Rémi BACHELET,
Les outils des méthodes de résolution de problèmes :Le diagramme cause-effet, mars
2011.

M. Rother and D. Shook,
Learning to See, Lean Enterprise Institute, 1999.