

## Sommaire :

Introduction générale .....	1
<b>Chapitre I : Présentation de l'entreprise ORSIM</b>	
I.1 Introduction .....	3
I.2 Présentation de l'entreprise .....	4
I.1.1 Historique .....	4
I.1.2 Unités de production .....	4
I.1.3 L'organigramme global du groupe BCR .....	5
I.1.4 Présentation de l'unité ORSIM .....	6
I.1.5 Situation .....	7
I.1.6 Les produits fabriqués dans la filiale ORSIM .....	7
I.2.6.1 La ligne standard .....	7
I.2.6.2 La ligne spécifique .....	9
I.2.7 L'organigramme général de la filiale ORSIM .....	10
I.2.8 Les services .....	10
I.2.8.1 Direction commerciale .....	10
I.2.8.2 Direction industrielle .....	12
I.2.8.3 Direction finance et contrôle gestion .....	13
I.3 Le fonctionnement .....	13
I.3.1 Centrale d'énergie et fluides de l'usine .....	13
I.3.2 Capacité de production .....	14
I.3.3 Capacité de stockage .....	14
I.4 Le processus de fabrication .....	14
I.4.1 Préparation de la matière première .....	14
I.4.1.1 Le stockage de la matière première .....	14

I.4.1.2 Décapage mécanique .....	15
I.4.1.3 Cycle de phosphatation .....	15
I.4.1.4 Le recuit .....	15
I.4.1.5 Etirage (ou tréfilage) .....	15
I.4.2 Phase de fabrication .....	15
I.4.2.1 Fabrication de vis .....	15
I.4.2.2 Fabrication d'écrous et rondelles .....	15
I.4.3 Traitement thermique .....	16
I.4.4 Traitement de la surface .....	16
I.4.4.1 Zingage électrolytique .....	16
I.4.4.2 Zingage au feu .....	17
I.4.5 Contrôle .....	17
I.4.5.1 Essai de traction .....	17
I.4.5.2 Essai de dureté .....	18
I.4.5.3 Essai de résilience .....	18
I.5 Les différents problèmes concrets dans l'entreprise .....	19
I.6 Conclusion .....	20

## **Chapitre II : La méthode Lean 6σ (Sigma)**

II.1 Introduction .....	21
II.2 La méthode Lean 6σ (Sigma) .....	22
II.2.1 L'amélioration des processus .....	22
II.2.1.1 La signification de l'amélioration des performances .....	22
II.2.1.2 Les différentes méthodes d'amélioration des performances .....	22
II.2.2 La méthode Lean manufacturing .....	24

II.2.2.1 Les outils de la méthode Lean manufacturing .....	25
II.2.3 La méthode 6σ (Sigma) .....	29
II.2.3.1 Principe 6 sigma .....	30
II.2.3.2 Objectifs de Six Sigma.....	34
II.2.4 Lean management et Six Sigma .....	34
II.2.4.1 Définition de la méthode Six-sigma .....	34
II.2.4.2 L'objectif du Lean 6 Sigma .....	34
II.2.5 La méthode PDCA ou (roue de Deming) .....	35
II.2.5.1 La définition de PDCA .....	36
II.2.5.2 Les étapes de roue de Deming et leurs outils .....	36
II.3 Conclusion .....	38
 <b>Chapitre III: L'application de la méthode Lean -6 Sigma</b>	
III.1 Introduction .....	39
III.2 Exemple.....	40
III.2.1 La méthode PDCA utilisée par ORSIM .....	40
III.2.2 Le résultat .....	44
III.2.3 L'application de la méthode Lean 6 Sigma à l'entreprise ORSIM .....	45
III.2.3.1 L'application de la méthode Lean manufacturing .....	45
III.2.3.2 L'application de la méthode 6 σ (Sigma) .....	63
III.3 Le résultat de notre travail .....	73
III.4 Les travaux sous Arena .....	74
III.4.1 modèle de vis:.....	74
III.4.1.1 Grandvis.....	74
III.4.1.2 moyen vis .....	75
III.4.1.3 Petit vis.....	76

III.4.2 Ecrou .....	76
III.4.2.1 grand écrou .....	76
III.4.2.2 moyen écrou .....	76
III.4.2.3 petit écrou .....	77
III.4.3 Rondelle .....	77
III.4.3 .1 Grand rondelle .....	77
III.4.4 Exemple.....	78
III.4.4.1 Le résultat .....	78
III.4.4.2 l'application de notre étude .....	78
III.4.4.3 Le résultat .....	79
III.5 Conclusion .....	80

## **Introduction générale :**

L'Algérie est un pays qui essaye de développer son économie, et en considération de l'environnement économique national qui est un témoin des différentes modifications par exemple le passage du socialisme de marché.

Actuellement, toutes les entreprises nationales ou presque ont fait l'objet d'une restructuration dans la remise à niveau économique.

Il est impératif que les entreprises Algériennes s'inscrivent dans l'optique de la mondialisation économique car elles subissent les effets de la nouvelle logique économique mondiale. Tout cela doit être mis-en pratique par l'entreprise Algérienne si elle veut avoir une place dans l'économie mondiale.

Nous avons choisi pour effectuer le projet de fin d'étude la filiale ORSIM, filiale de l'entreprise BCR (L'entreprise algérienne de boulonnerie, coutellerie et robinetterie) qui née de la restriction du grand pôle de SONACOME (Société nationale de construction mécanique).

Pour garantir la pérennité et gagner des valeurs, l'entreprise ORSIM choisit les méthodes optimales pour sa production. D'après notre visite de la filiale ORSIM nous avons découvert que cette filiale utilise la méthode PDCA (Plan, Do, Check, Act). Cette méthode considère un bon choix car elle permet de mettre en œuvre une amélioration continue du système de management qui induit l'amélioration de la satisfaction client et de la performance environnementale.

Malgré que la méthode PDCA est bien pour l'entreprise mais elle n'est pas suffisante pour réaliser le développement désiré. Car est une ancienne méthode et la concurrence a besoin des méthodes modernes, développées et durables comme la méthode Lean manufacturing et la méthode six sigma.

L'association des deux démarches appelées Lean 6 Sigma amène les entreprises à développer une réelle culture d'amélioration continue des performances. Elle est bien adaptée aux problématiques d'un secteur d'activité fortement industrialisé, elle combine l'adaptation aux attentes du client et accroissement de la productivité. Sa force réside également dans l'implication des équipes opérationnelles tout au long du projet.

Les problèmes habituels dans les entreprises sont la concurrence, le manque de matière première dans le marché, le manque de main d'œuvre qualifié. La filiale ORSIM souffre d'un problème principal, qui est le retard de livraison de produits. Ce qui conduit à perdre la confiance de client. [1]

Nous avons choisi ce problème comme un thème de notre projet de fin d'étude et nous allons essayer de le résoudre ;

Le premier chapitre présentera l'entreprise ORSIM avec tous les détails nécessaires, depuis la naissance jusqu'à l'état actuel, tous les types des produits fabriqués, la position dans le marché et la concurrence national.

Dans le deuxième chapitre nous citerons les différentes méthodes des performances dans les entreprises. Nous parlerons de la méthode utilisée par l'entreprise et la méthode que nous proposons dans notre étude pour résoudre le problème,

Nous donneront plus de détails dans le troisième chapitre. Nous prendrons un exemple réel de l'entreprise, et nous allons le résoudre par la méthode de l'entreprise, et par la méthode Lean 6 sigma. Nous allons appliquer tous les outils de cette méthode pour l'arriver à notre l'objectif.

*Chapitre I*  
*Présentation de*  
*l'entreprise (ORSIM)*

## I.1 Introduction

Les entreprises algériennes sont passées brutalement d'un environnement stable, dans lequel elles étaient chargées de satisfaire la demande nationale et de participer à la réalisation des objectifs économiques et sociaux de l'Etat, à un environnement instable où il faut être compétitif pour survivre. Les entreprises recherchent toujours la performance, l'efficacité et l'efficience :

- L'efficacité est traduite par la réalisation des objectifs que l'entreprise poursuit ;
- L'efficience est traduite dans l'adéquation convenable des ressources et moyens dont l'entreprise dispose à ses objectifs ;

La performance pour l'industrie se traduit principalement dans sa contribution à la satisfaction des grands équilibres du pays, dans la satisfaction de la demande nationale et dans son équilibre financier .[2]

Le groupe BCR « Entreprise National de boulonnerie Coutellerie et Robinetterie » a hérité d'un patrimoine constitué de quatre unités de production dont trois complexes industriels importants.[3]

BCR a mis en œuvre une stratégie qui a permis de renouer avec une croissance organique forte du chiffre d'affaires, d'améliorer significativement son résultat opérationnel et de dégager des moyens financiers importants.[4]



## I.2 Présentation de l'entreprise:

### I.2.1 Historique:

L'entreprise à laquelle nous nous sommes intéressés en BCR créée le 1 janvier 1983 après sa séparation définitive de SONACOME qui a fait d'elle une entreprise à part entière.

Son sigle veut dire « Entreprise National de boulonnerie Coutellerie et Robinetterie » SPA (Société Par Action), dont le capital est de 170.000.000 DA au commencement elle n'était qu'une des différentes branches de l'immense entreprise SONACOME (Société nationale de construction mécanique) qui a été créée par ordonnance en août 1967, et elle a commencé le fonctionnement à partir de 1979.

L'entreprise est passée à l'autonomie en 1990 après l'assainissement financier de celle-ci, en 1991 la direction générale BCR a décidé d'effectuer des changements dans la structure au niveau de chaque unité afin d'améliorer la fonction vente pour cela elle a été décidée ce qui suit : création de deux unités séparées sur un même site à savoir.

### I.2.2 Unités de production:

BCR est constituée maintenant de 3 unités mise à part, le siège situé à Sétif, la liste nominative des unités sœurs de BCR se résume comme suit :

✓ **SANIAK** : Société de fabrication d'Accessoires Industriels et Sanitaires, sise à AIN EL KEBIRA (SETIF) de 300 KM à l'est d'Alger, est une société par action (SPA) dont le capital s'élève à 790 MDA. Elle est née le 1er Janvier 2002 .Elle fabrique et commercialise de la robinetterie (mélangeurs, mitigeurs, robinetterie bâtiment,...).

✓ **ORSIM** : Sise à OUED RHIOU (RELIZANE) à 250 KM à l'ouest d'Alger est une société par action (SPA) est spécialisée dans la fabrication des moyens de serrage identifiés par la boulonnerie, visserie, écrous et rondelles de différents diamètres et classes de qualité, destinés à toutes applications nécessitant une fixation mécanique.

✓ **ORFEE** : constituée sur le site industriel de BORDJ-MENAÏEL (BOUMERDES), elle fabrique et commercialise les articles de coutellerie, platerie, poterie et terrines dans les qualités ménage, orfèvre et argent, ainsi que les éviers en acier inoxydable.[5]



Figure I.1: Les produits finis pour les trois unités. [6]

Le groupe et ses filiales sont certifiés ISO 9001 Version 2008 et ISO 14 001 Protection de l'environnement. [6]

Malgré toutes les perturbations et la crise économique qu'a connue le Marché Algérien qui est la cause principale de la dissolution de plusieurs entreprise publique en raison de la dévaluation des dinars, BCR a pu survivre et même jusqu'ici elle a réussi car elle essaie en permanence d'être en évolution surtout pour faire du nouveau système économique.

Le choix de la nouvelle politique économique et sa mise en œuvre, ont poussé l'entreprise publique à repenser son organisation mais aussi son style et ses méthodes de gestion ; BCR au même titre que d'autres opérateurs, après une période d'observation et d'apprentissage est rentrée de pleins pieds dans la nouvelle ère économique.

Aujourd'hui, les visions les préoccupations, les indicateurs à surveiller de près les démarches, ne sont plus les même cette dynamique s'est imposée comme objectif un fonctionnement normalisé c'est-à-dire le modèle international adopté par la majorité de nos concurrents.[1]

### I.2.3 L'organigramme global du groupe BCR:

La structure du groupe BCR se présente comme illustré sur l'organigramme ci-après :

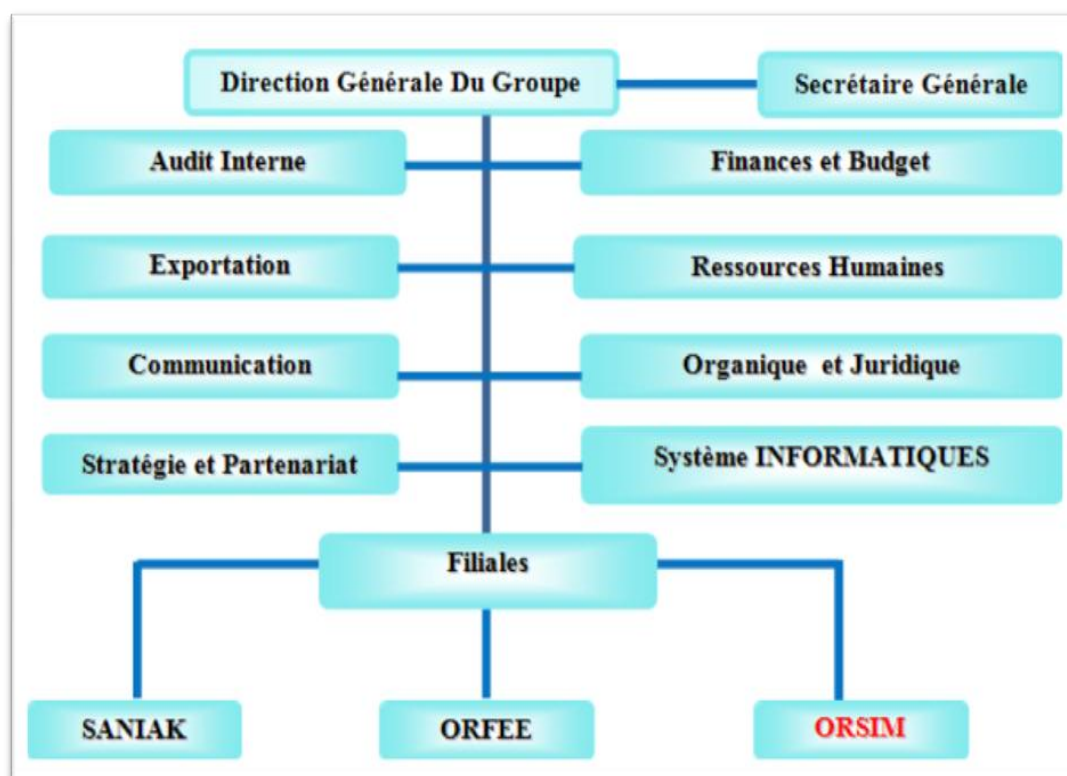


Figure I.2: L'organigramme de groupe BCR. [5]

### I.2.4 Présentation de l'unité ORSIM:

Au niveau de l'Ouest Algérien se trouve l'unité ORSIM (Société des Industries Mécaniques et Accessoires)

- Cette Unité située au nord d'Oued RHIOU à 500 m de la route national N°4 (Alger Oran).
- Le projet a été réalisé en juillet 1974 conjointement entre la SONACOME et la société suisse (OERLIKON-BUHRLE) et la société Allemande B.V.R.
- La Fabrication de produit commence en 1979.
- Elle est devenue une unité par action au capital de 250.000.000.00 DA en mars 1990.
- Elle est devenue une unité par action au capital de 75.000.000.00 DA en avril 2002.[2]



Figure I.3 : Photo de la société algérienne des industries mécaniques et accessoires. [6]



Figure I.4 : Le symbole de l'entreprise ORSIM. [6]

### I.2.5 Situation:

L'entreprise «ORSIM-BCR» est située sur la route nationale N° 04 qui relie ORAN-ALGER, et se trouve à une distance de 500 m au nord du centre-ville d'OUED-RHIOU. La filiale d'ORSIM est de 116877 m<sup>2</sup> de surface et 40000 m<sup>2</sup> de couverte. Cette filiale d'OUED RHIOU est l'une des quatre unités réparties dans le territoire national, dont le siège social, se situe dans la wilaya de Sétif.[2]

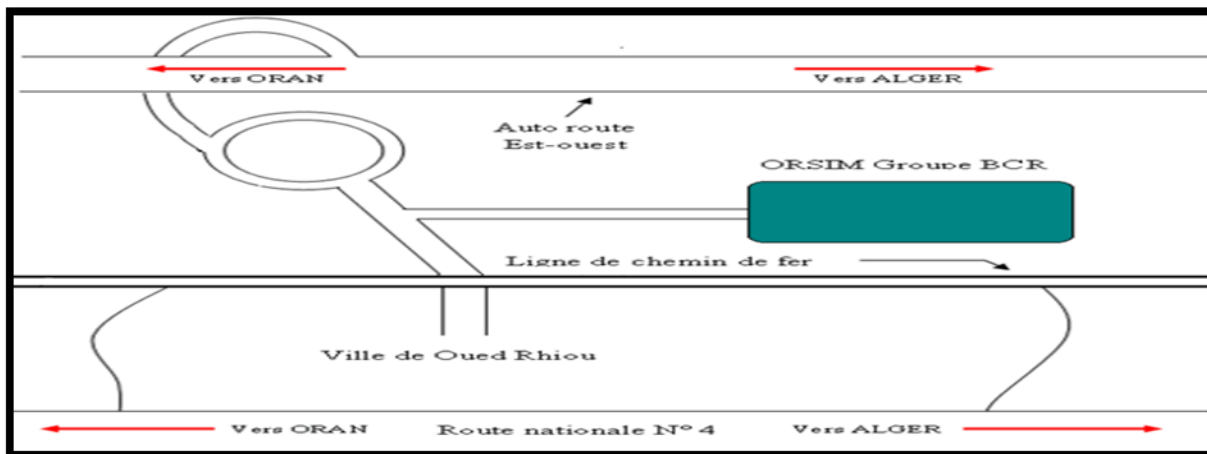


Figure I.5 : plan de situation de la société. [11]

### I.2.6 Les produits fabriqués dans la filiale ORSIM:

Nous trouvons dans l'entreprise ORSIM deux lignes de fabrication :

**I.2.6.1 Ligne standard :** cette ligne est destinée à la fabrication des produits suivants :

**A. Les vis:**



Figure I.6 : .a .Vis métrique à tête Hexagonale, .b. Vis métrique à tête cylindrique. [6]



Figure I.7 : .a .Visàtôle, .b. Visàbois.[6]



Figure I.8 : .a. Visàtêtes diverse à six pans creux, .b. Vismétrique, .c. Visautoperceuses.[6]

### B. Les écrouset rondelles:



Figure I.9 : .a. Ecrousdedifférentesmesures, .b. Rondellesdedifférentesmesures.[6]



**C. Les tiges:**



-a-



-b-

FigureI.10 : .a.Tigefileté,.b.Tiged'ancrage. [6]

**D. Les goujons et les rivets:**



-a-



-b-

FigureI.11 : .a.Goujon.[18], .b.Rivet.[6]

**I.2.6.2 La lignespécifique:**Cette ligne fabrique des produits dont la fabrication est moins fréquente et dépends du choix du client.



FigureI.12:lesdifférentsproduitsspécifiques.[6]

## I.2.7 L'organigramme général de la filiale ORSIM:

Cet organigramme représente les différentes directions et leurs départements :

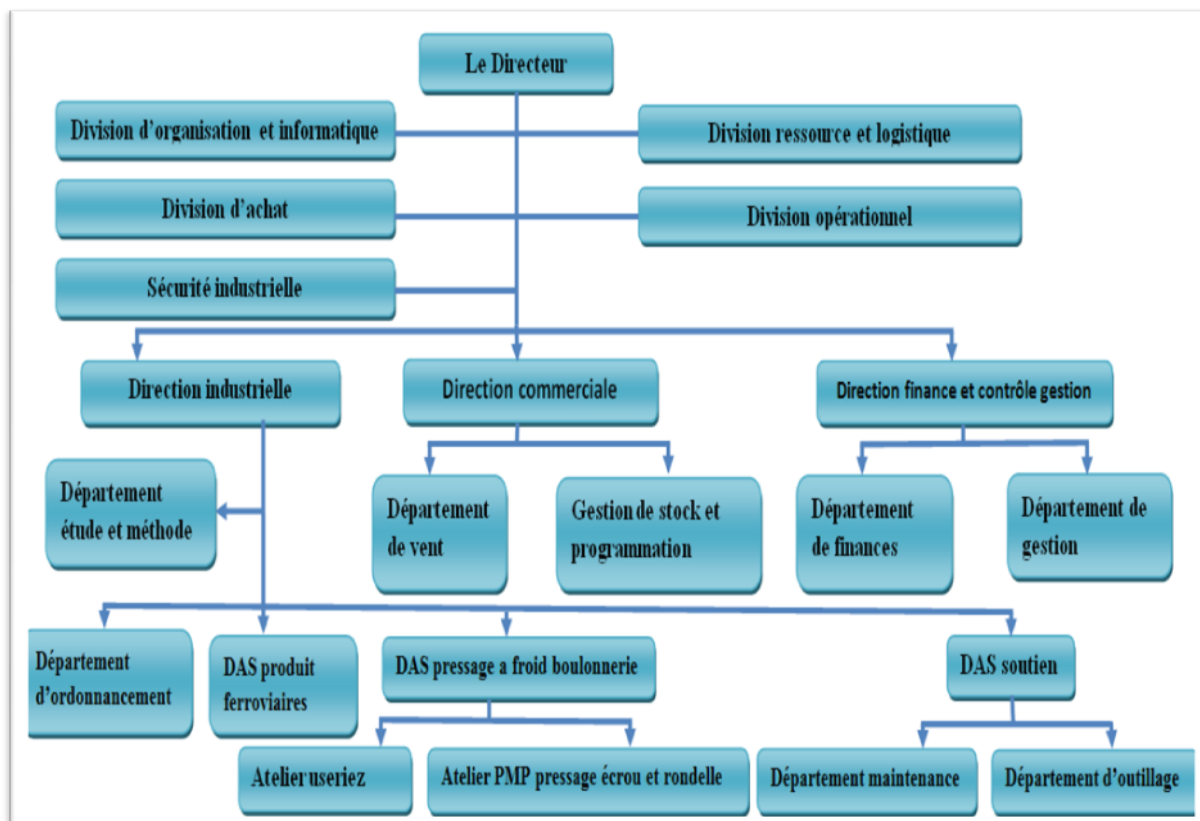


Figure I.13: l'organigramme général de la filiale ORSIM. [11]

## I.2.8 Les services:

### I.2.8.1 Direction commerciale:

La vente, sans doute, est l'objectif le plus intéressant pour chaque entreprise, le marché de la filiale ORSIM est ouvert l'ensemble de la clientèle potentielle ou actuelle dans le respect de réglementation contenue dans les procédures en vigueur dans l'entreprise. Cette direction est constituée par deux départements :

#### A. Département de régime de la vente :

##### ❖ Le dossier du client:

Il faut établir un dossier pour chaque client qui se fait sous la responsabilité du chef département de la vente :

- ✓ **Préparation de la commande** : Le client peut commander soit par téléphone ou par fax. Sa commande peut être satisfaite à partir des produits disponibles.

✓ **Le bon de commande** : est un document comptable qui doit être correctement renseigné et saisi intégralement, cette commande doit porter le nom du client ou la raison sociale et l'adresse, ainsi que les produits et ses quantités commandées.

✓ **Le bulletin de livraison** : après l'envoi de bon de commande, il est très nécessaire que le BL soit édité et comporté la date d'établissement, et ainsi l'identification de la nature des produits vendue :

- Dénomination des articles
- La qualité commandée de ces articles
- Le poids de produit.

❖ **Lalivraisondesproduits:**

- La préparation des produits à livrer se fait sur la base accusée de réception de commande client.
- La livraison de produit à la clientèle est assujettie à la présentation d'un bulletin de livraison identifiant les produits, les quantités à livrer et la facture correspondante.
- Le chef magasinier chargé de la livraison des produits doit contrôler le contenu du bulletin de livraison et la facture correspondante.
- La livraison des produits ne peut être faite que lorsque ces deux documents sont correctement établis.
- Le transfert des produits vers le client doit être validé par un accusé de réception qui doit être porté sur le BL, ainsi que l'identification utilisée.

**B. Départementdelagestiondesstocksetprogrammation:**

L'objectif de la gestion des stocks est de réduire les coûts de possession et passation des commandes, tout en concernant le niveau de stock nécessaire pour éviter toute rupture de stock, pouvant entraîner une perte d'exploitation préjudiciable.

La gestion des stocks pousse très loin l'application des techniques quantitatives, statistique, probabilité, simulation, programmation linéaire, ...

Il s'agit pour le gestionnaire de définir une politique et des méthodes pour chaque article ou catégorie il faudra mettre en place :

- Les études prévisionnelles sur ventes et consommations.
- Mes méthodes et procédures de réapprovisionnement.
- Les coûts induits par le stock.
- Les moyens de contrôle.

La gestion de stock et programmation permet de répondre au double objectif maximisé la satisfaction des consommateurs en minimisant les coûts de la filiale.

Ainsi que la gestion de stock et programmation implique :

- Une solide formation des dirigeants, chef d'approvisionnement,....
- Une étude périodique de la conjoncture et du marché.
- Des liaisons fonctionnelles permanentes. [7]



### I.2.8.2 Direction industriel :

#### A. Département étude et méthode :

- ✓ **Objectif:** L'objet de ce training est de définir les règles et les modalités de prise en charge des tâches liées aux méthodes de fabrication pour la réalisation d'un produit.
- ✓ **Définition:** La fonction méthodes se définit comme une remise en causes et une redéfinition des processus opérationnels pour obtenir des gains spectaculaires dans les performances critiques que constituent aujourd'hui les coûts, la qualité, le service et la rapidité.

Elle a pour l'objet de l'étude des modes opératoires de fabrication c'est-à-dire de la manière dont les produits sont exécutés. Il résulte de cette décomposition des opérations des gammes de fabrication qui concernent:

- Le choix de la matière.
- Le choix des outils utilisés sur la machine.
- Les temps de réalisation, temps de réglage et temps de fabrication et ce pour chaque processus opératoire

La fonction méthodes doit affronter les aspects techniques suivants. :

- Réduire d'une manière substantielle les coûts de production.
- Etudier le Processus et analysant en termes de circuits d'information de documents utilisés, les tâches à accomplir et de se faire de réorganiser les postes de travail pour réduire les coûts de fabrication.
- Préparation technique du travail, c'est-à-dire qu'elle est chargée de prévoir les conditions optimales de réalisations d'un produit ou d'un service et par conséquent de définir les moyens nécessaires.
- Rechercher comment fabriquer les produits aux moindres coûts en optimisant l'utilisation de la matière première, main d'œuvre, le mode opératoire, les postes de travail.
- Définition des gammes opératoires c'est-à-dire les moyens de production nécessaires (machines, Outils .....etc.)

Le technicien chargé des prescriptions techniques affecté à un bureau de méthodes de fabrication est chargé de l'analyse du travail et du chronométrage des temps afin de définir la méthode de travail la plus économique en :

- Respectant la qualité requise de l'article à fabrication.
- Utilisant rationnellement les moyens de fabrication.

- S'efforçant de limiter la fatigue de l'ouvrier dans les meilleures conditions de sécurité.

Assurer en permanence une liaison entre un secteur d'atelier et le bureau de méthodes.

**B. Département ordonnancement et planification :**

- planification et réalisation.
- Ordonner les commandes selon la quantité et le coût.
- Lancer et suivre la commande jusqu'au magasin de produit fini. [8]

**I.2.8.3 Direction finance et contrôle gestion:**

**A. Département financière:**

Il est évident de compter que la structure financière occupe un espace digne de tendance, car elle gère la finance de la filiale selon les tâches qui sont liés à la mobilisation des capitaux, à l'expansion de l'activité, et au contrôle de la conformité de l'usage des fonds.

**B. Département de Gestion:**

- contribuer à la recherche de solution technique en cas d'incident de production.
- Améliorer ou analyser les procédés au départ d'idée initiale jusqu'à l'élaboration des modalités de mise en œuvre industrielle.
- prendre en charge les résolutions des problèmes.
- Entretien et améliorer le système management qualité en vigueur. [9]

**I.3 Le fonctionnement:**

L'usine fonctionne grâce à son système de sécurité très bien organisé un système chargé de contrôler toutes les sorties et les entrées du personnel et de la marchandise il est également chargé de :

- Prévenir tout incendie par des moyens d'alarmes, extincteurs, ambulances, camions, et bouches d'incendies.
- Traiter des eaux usées.
- Traiter biologique des rejets afin d'éviter la pollution de l'environnement.

La section maintenance est dotée d'un personnel très qualifié et matériel adéquat :

- Pour le bon fonctionnement des machines.
- Pour l'entretien des réseaux d'éclairage.
- Pour l'entretien des réseaux téléphoniques.
- Pour l'entretien des fours.

**I.3.1 Centrale d'énergie et fluides de l'usine:**

L'énergie électrique, l'air comprimé, le gaz butane, l'eau potable, la vapeur, les eaux chaudes sont fournies à l'usine par cette centrale.

### **I.3.2 Capacité de production:**

Boulonnerie-visserie : 10300 t/an avec un taux d'intégration de 100% ; 25 t/an corps du complexe.

### **I.3.3 Capacité de stockage:**

Avec 3500 m<sup>2</sup> de surface de stockage sur 5 niveaux, ORSIM-BCR a une capacité interne de plus de 2000 tonnes à la quelle viennent s'ajouter des possibilités externes à l'entreprise. [2]

## **I.4 Le processus de fabrication:**

### **I.4.1 Préparation de la matière première:**

#### **I.4.1.1 Le stockage de la matière première:**

La matière première utilisée dans la ligne de boulonnerie est en général de l'acier avec différentes nuances normalisées et différents diamètres. Cette matière est sous forme de rouleau, elle est stockée et lassée puis posée à la boulonnerie par l'ordre du service d'ordonnancement si elle est en grand quantité ;



**Figure I.14 : la matière première brute.[6]**

#### **I.4.1.2 Décapagemécanique:**

C'est un grenailage à machine automatique, Contenant un produit sous forme de biller en qualité (métallique) qui tournent dans une enceinte à grande vitesse. Frappant la matière afin de supprimer le maximum de la rouille dur ou l'oxydation de la matière.

#### **I.4.1.3 Cycledephosphatation:**

La phosphatation est utilisée pour créer un revêtement de phosphate de zinc et de fer sur la paroi superficielle de l'acier. Ce procédé facilite l'étirage et la déformation froide des métaux. Permet des déformations profondes et diminue le coefficient de frottement.

#### **I.4.1.4 Lerecuit:**

Lors de la préparation matière, les étirages successifs de matière causent l'écaillage (dureté superficielle) qu'il faut éliminer par des traitements appropriés avant la mise en œuvre de la matière sur les presses.

#### **I.4.1.5 Etirage(outréfilage):**

L'étirage est une déformation à froid dont contraintes qui influencent les conditions de travail. Cette déformation se manifeste sous l'effet de traction dans des machines appelées tréfileurs. Ces dernières réduisent le diamètre du matériau de quelques millimètres à l'aide de matrices.

La plus grande matrice réduit le diamètre jusqu'à 3mm la structure de matière devient lamellaire.

### **I.4.2 Phasedefabrication:**

#### **I.4.2.1 Fabricationdevis:**

Le procédé est un pressage à froid dans des machines a quatre opérations afin d'obtenir la forme exacte du vis puis il passe dans une autre machine pour subir un filetage.

#### **I.4.2.2 Fabricationd'écrousetrondelles:**

C'est un pressage à froid dans différentes machines à différents diamètres d'écrous puis il y a la phase finale c'est bien le taraudage sur d'autres machines. Pour les rondelles il y a une grande machine qui découpe les tôles pour avoir le produit fini.

### I.4.3 Traitement thermique:

Ce traitement se fait sur le produit fini en fin de procès pour lui confiner les caractéristiques mécaniques demandées. Il s'agit généralement d'une trempe à l'eau ou à l'huile suivie d'un revenu.

#### A. Trempe :

C'est un traitement thermique qui consiste à chauffer l'acièr au-dessus de AC3 au AC1 de refroidir a une grande vitesse. Il permet de donner le maximum de dureté et le minimum de résilience.

La trempe est faite avec les conditions de travail suivantes :

- Température de chauffage : 800 à 880 °C
- Temps : 25min
- Refroidissement : à l'huile

#### B. Revenu :

La trempe n'est pas un traitement thermique définitif pour diminuer la fragilité et les contraintes qu'elle produit et obtenir de bonnes propriétés mécaniques l'acier après trempe subit le revenu.

Le revenu réalise a la boulonnerie est un revenu à haute température (45 à 6202) ce type de revenu est un meilleur rapport entre la résistance et la ductilité de l'acier.

La trempe suivie de revenu à haute température est un traitement double appelé : **traitement d'amélioration.**

### I.4.4 Traitement de la surface :

Deux procédés sont actuellement appliqués à nos produits :

**I.4.4.1 Zingage électrolytique:**(Passivation bleu/jaune):lacouchedudépôtvariede3à15micronselonladimensiondelapièce.



Figure I.15 : la machine de zingage électrolytique. [6]

**I.4.4.2 Zingage au feu:** Le dépôt est supérieur à 40 microns au minimum pour des conditions très sévères d'utilisation des produits de fixation.



#### **I.4.5 Contrôle :**

La mission des membres du laboratoire est de tester des échantillons des produits fabriqués au sein de la société donc plusieurs tests peuvent être effectués.

##### **I.4.5.1 Essai de traction:**

Cet essai ou expérience consiste à placer une petite barre du matériau à étudier entre les mâchoires d'une machine de traction qui tire sur la barre jusqu'à sa rupture. On enregistre l'allongement et la force appliquée, que l'on convertit ensuite en déformation et contrainte.



**Figure I.17 : La machine de traction. [6]**



### I.4.5.2 Essai de dureté:

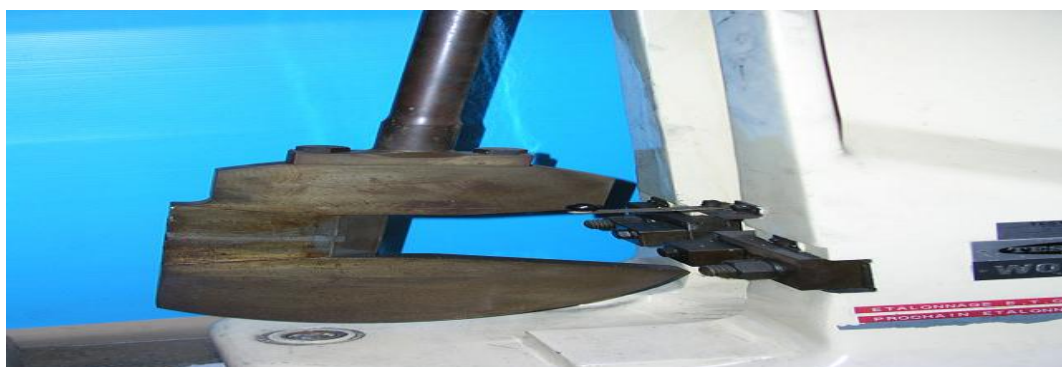
La mesure de dureté Vickers se fait avec une pointe pyramidale normalisée en diamant de base carrée et d'angle au sommet entre faces égal à  $136^\circ$ .



Figure I.18 : a.b. La machine de l'essai de dureté. [6]

### I.4.5.3 Essai de résilience:

Cet essai est destiné à mesurer l'énergie nécessaire pour rompre en une seule fois une éprouvette préalablement taillée. On utilise un mouton-pendule muni à son extrémité d'un couteau qui permet de développer une énergie donnée au moment du



choc. [10]

Figure I.19 : Un mouton pendule. [6]

## I.5 Les différents problèmes concrets dans l'entreprise :

✓ Manque des certains types des matières premières dans le marché national ce type c'est le choix de client après l'étude du produit dans les normes international le bureau de méthodes informe le service d'achat sur le type et le nom de la matière désiré le problème le pose ici le service d'achat trouve des difficultés pour trouver cette matière spécifique et souvent cette matière absent complètement dans le marché national à autre face la possibilité de l'existence de ce type mais les nom des matières première n'est pas unitaire dans le marché entre le vendeur et l'acheteur algérien qui pose un malentendu.

Par exemple la matière de même type en France nous trouvons trouve 42cd4 et en allemand 42crmo4

✓ Le manque d'outillage surtout les pièces qui se fabriquent du carbure dans le marché interne et cette absence s'oblige l'entreprise à importer le carbure qu'il coute très cher

✓ Le manque des pièces de rechange des machines du marché locale si nous trouvons elles sont dans mauvaise qualité.

Par exemple nous trouvons des machines qui sont non marche à cause de manque des pièces des rechanges :

➤ **Pressage Gros Ecrous** : une machine pour le pressage de préformage et une machine pour le pressage de finition

➤ **Pressage Petit Ecrous** : Cinq machines pour le pressage de préformage écrou, et Cinq machines de finition écrou.

➤ **Taraudage Ecrou** : Cinq machines d'auto-taraudage écrou.

Aussi nous trouvons des problèmes dans la chaîne de production chaque opération a un nombre des machines qui sont « non marche » car elles sont très anciennes et les réparateurs ne peuvent pas de régler les pannes :

➤ **Pressage d'une petite visserie** : quatre machines de pressage qui s'appelle CHOOKH ,3 autres COH et une machine AA1219.

➤ **Fendage Tête Vis** : quatre machines Sima F1 et une machine Sima F3.

➤ **Filetage Petite Visserie** : une machine Automatique À Rouler Les Filets de Sima R6, Sima Rap7, deux machines du Sima R10, deux machines du Sima R0, une machine de Sima R0B et une machine à chanfreiner Sima B8,M6-M10.

➤ **Pressage Grande Visserie** : deux machines à 4 stations. [8]



## I.6 Conclusion:

Le Groupe BCR, souhaite aujourd'hui franchir une nouvelle étape dans son développement pour être bénéficié de ses clients et de son personnel. L'ambition de BCR est de demeurer leader sur le marché domestique et de s'ouvrir à l'international.

C'est d'ailleurs cette symbiose qui est à l'origine d'un large consensus qui s'est dégagé pour la fondation de la politique générale du Groupe BCR et le choix de nouvelles valeurs qui doivent leur permettre de mieux appréhender les enjeux ou la sphère concurrentielle. Aujourd'hui le défi est lancé à chacun d'entre nous consiste non seulement à bien travailler et surtout à faire mieux que les concurrents.

C'est un défi ambitieux que l'entreprise souhaite relever grâce à sa capacité d'innovation et de création.

Leur slogan est :

**« Cohésion, Rigueur, Engagement, Ethique et Réactivité »**

*Chapitre II*  
*La méthode Lean-six*  
*Sigma.*

## II.1 Introduction :

Tous les entreprises cherchent à améliorer leurs processus, augmenter la productivité et la qualité ...ect. Pour réaliser ces objectifs il y a plusieurs méthodes d'amélioration des performances, chaque méthode a des outils soit simple ou complexe selon le niveau de complexité de la méthode par exemple les méthodes basiques qui sont simple, elles sont les plus connues et les plus utilisées dans le domaine de la qualité, les méthodes intermédiaires sont des méthodes plus compliquées qui répondent à des besoins spécifiques des entreprises selon leur stratégie et leur orientation qualité, Et les méthodes avancées sont des méthodes complexes qui rentrent dans une démarche d'amélioration de la qualité déjà existante.

Les objectifs d'une entreprise c'est l'amélioration des performances et la qualité, la diminution des coûts, satisfaction des clients et élimination des pertes ....ect. Mais malgré qu'il y a plusieurs méthodes de différent niveaux de complexité on trouve que la plupart des méthodes ne peuvent pas de réaliser tous les objectifs en même temps.

Parmi les méthodes que les entreprises utilisent le Lean manufacturing, la méthode a été inventée en 1950 ; elle peut être décrite comme une interprétation occidentale du Toyota Production System japonais, et la méthode six sigmas est née au sein des usines Motorola USA au milieu des années 1980. Elles sont les méthodes les plus avancés et les très complexe par apport les autres, ils sont utilisées dans les grands entreprises.[1]

## II.2 La méthode Lean 6 $\sigma$ (Sigma)

### II.2.1 L'amélioration des processus :

#### II.2.1.1 La signification de l'amélioration des performances :

L'amélioration des performances est une action de veille assurée par l'entreprise. Par cette veille, l'entreprise est capable d'obtenir de meilleurs résultats tout en se conformant aux contraintes qu'elle subit, ainsi qu'aux nouvelles exigences (du marché, du client, des technologies...) et aux dysfonctionnements qu'elle repérera et analysera afin de lui permettre de progresser.

De plus, cette amélioration des performances permet de conformer les produits aux spécifications et aux exigences clients afin de garantir une satisfaction maximale, mais également de réduire les temps de production, les délais et les coûts généraux.

Pour garantir la qualité et l'efficacité d'un processus, il faut tenter de déterminer à l'avance tous les écarts et les risques possibles qui altéreraient la bonne conduite du processus. Cette qualité de processus pourra être garantie en collectant des informations et en analysant des données, provenant :

- des exigences du client : elles sont à définir grâce à l'écoute client.
- des risques de défaillances du processus, tant au niveau de la qualité, mais également au niveau de la sécurité, de l'hygiène et de l'environnement.
- des actions préventives à réaliser pour pallier aux risques
- des audits réguliers pour détecter les écarts et les pistes d'amélioration
- des dispositions des règles ISO afin de formaliser les bonnes pratiques de l'entreprise.

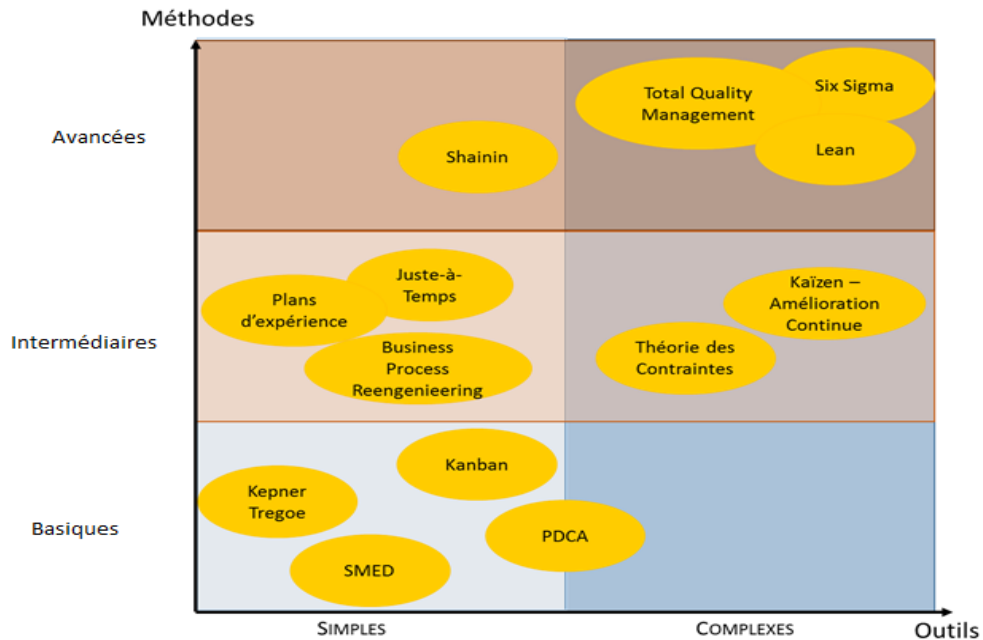
#### II.2.1.2 Les différentes méthodes d'amélioration des performances :

Afin de présenter une liste assez exhaustive des méthodes d'amélioration des performances, une matrice a été créée. Cette matrice de 2x3 classe les méthodes d'améliorations selon deux critères : les outils utilisés et la complexité des méthodes en elles-mêmes.

##### A. Elaboration de la matrice :

L'axe des abscisses représente les outils qui ont été divisés en deux catégories : simples et complexes. Les outils sont ce qui permet aux méthodes d'exister.

- ✓ Les **outils simples** sont les outils les plus souvent utilisés dans le domaine de la qualité ou les outils ne demandant pas de formation au niveau de la qualité ou des mathématiques.
- ✓ Les **outils complexes** sont, quant à eux, essentiellement utilisés par des personnes ayant une formation dans le domaine de la qualité.



**Figure II.1 : Matrice des méthodes d'amélioration de la qualité. [3]**

L'axe des ordonnées représente les méthodes qui s'établissent sur trois niveaux.

Les méthodes sont « l'ensemble des démarches raisonnées, suivies pour parvenir à un but » ;

- ❖ Les méthodes **basiques** : sont les méthodes simples qui ne nécessitent pas de formation spéciale pour le personnel les mettant en œuvre. De plus, ce sont en général les méthodes de base pour l'implémentation d'un système qualité en entreprise. Elles sont également les plus connues et les plus utilisées dans le domaine de la qualité.
- ❖ Les méthodes **intermédiaires** sont des méthodes plus compliquées qui répondent à des besoins spécifiques des entreprises selon leur stratégie et leur orientation qualité. La mise en place de telles méthodes demande une courte formation du personnel.
- ❖ Les méthodes **avancées** sont des méthodes complexes qui rentrent dans une démarche d'amélioration de la qualité déjà existante. Les personnes qui mettent en œuvre ces méthodes doivent avoir suivi une formation qualité poussée.

### **B. Explication sur la matrice :**

Les méthodes d'amélioration des processus varient selon les outils qu'elles utilisent mais également leur niveau de complexité. Pour les entreprises voulant mettre en place une démarche qualité, il conviendra de se focaliser sur les méthodes présentées dans le bas du tableau, en niveau 1. Les méthodes présentées en niveau 2 sont des méthodes demandant une implication de l'entreprise dans la démarche qualité, mais également une volonté d'amélioration des processus et des performances de l'entreprise.

Notre étude, il paraît important de se concentrer uniquement sur le triptyque du haut du tableau : Total Quality Management, Lean et Six Sigma, en niveau 3. Au niveau du Lean et du Total Quality Management, ce sont deux méthodes qui sont essentiellement basées sur du management. Alors que le Six Sigma mêle management et amélioration de la production et du processus en engageant des démarches directement centrées sur les produits ou les services.

Il faut également souligner que toutes les méthodes d'amélioration de la qualité sont liées entre-elles. Bien souvent, les entreprises mêlent plusieurs de ces méthodes afin de répondre aux mieux à leurs besoins dans le domaine de la qualité. Ainsi, ces entreprises peuvent accroître leurs performances. [3]

## II.2.2 La méthode Lean manufacturing :

Le Lean Manufacturing est une méthode d'optimisation de la performance industrielle qui permet, grâce à une analyse détaillée des différentes étapes d'un processus de production, d'optimiser chaque étape et chaque fonction de l'entreprise. Elle repose sur le principe de la chasse aux gaspillages tout au long du processus, et permet donc de réduire le temps de la livraison et les coûts associés à chaque étape. [4]

Le terme Lean Manufacturing est différent des principes de la production de masse qui pendant une longue période a été dominant dans l'industrie occidentale. Comme s'opposer aux principes Lean, la production de masse signifie grand système de production, avec d'énormes stocks, de grandes dépenses, grande production par lots, les temps d'arrêt et d'attente dans le processus de production sont élevés. [5]

**Quelques termes sont définis ici afin de faciliter la compréhension du mémoire.**

L'amélioration continue à l'origine des réponses issues des cinq questions directrices suivantes :

**Q1** : Sais-je ce qu'il faut faire ?

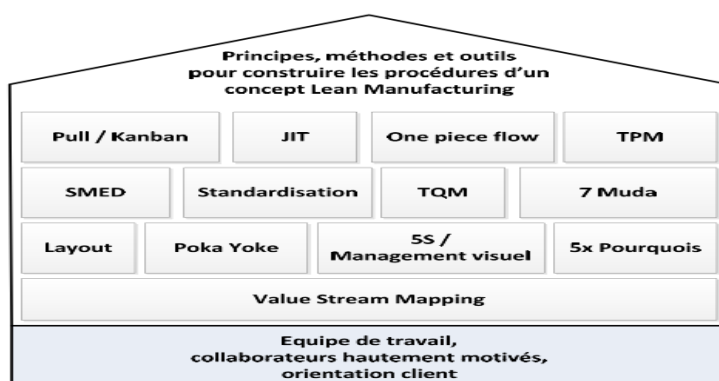
**Q2** : Est-ce que j'évite le gaspillage ?

**Q3** : Suis-je en train de respecter les délais ?

**Q4** : Travaillons-nous sans fautes ?

**Q5** : Sommes-nous aujourd'hui mieux qu'hier ?

Les méthodes et outils utilisés dans la modélisation des concepts Lean peuvent être décrits comme des éléments importants dans la conception du système de production.



**Figure II.2 : Principes du concept Lean, outils et méthodes. [4]**

La figure représente symboliquement une structure solide, pour laquelle, la base représente des équipes de travail composées de collaborateurs hautement motivés, avec une orientation client. Le Value Stream Mapping représente le point de départ pour l'analyse et l'amélioration.

Lean Production est une méthodologie scientifique appliquée à des techniques qui permettent à un processus de travail d'être réalisée avec un minimum de non-valeur ajoutée, résultant une forte réduction des temps d'attente, de déplacements, des stocks, et d'autres gaspillages. Les entreprises prennent de plus en plus d'attention à l'importance de l'innovation organisationnelle : comme le Lean production ou la gestion de la qualité totale.

Le Lean manufacturing est l'un des concepts populaires qui ont été pratiqués dans plusieurs entreprises dans le monde. Cependant, il y a beaucoup d'entreprises qui mettent en œuvre des concepts Lean mais sans autant vérifier si ces techniques ont permis à l'entreprise d'évoluer.

Ainsi, il est important d'inspecter le résultat après la mise en œuvre du Lean. [4]

### II.2.2.1 Les outils de la méthode Lean manufacturing :

#### A. Value Stream Mapping – VSM :

La Cartographie de la chaîne de valeur, présentée le long de ce document par l'abréviation VSM (Value Stream Mapping), est un outil couramment utilisé dans des programmes d'amélioration continue Lean pour aider à comprendre et améliorer le flux matériel et les flux d'information au sein des organisations.

Le VSM présente l'ensemble du processus de bout en bout dans une méthode qui est facile à comprendre par ceux qui travaillent le processus, il capture l'état actuel, et présente une image réaliste grâce à un format graphique simple à comprendre. L'état futur (un schéma montrant un procédé amélioré et modifié). [4]

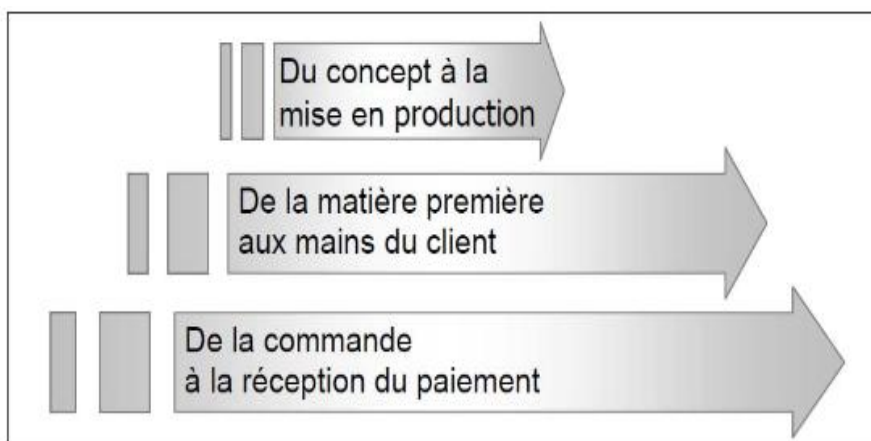


Figure II.3 : Etendue de la chaîne de valeur. [4]

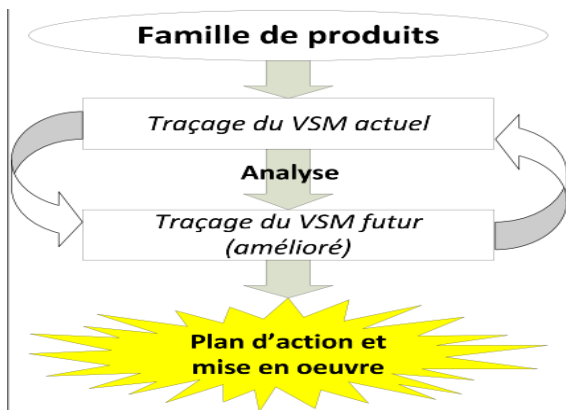


Figure II.4 :Méthodologie de réalisation du VSM. [4]

### B. Les techniques d'amélioration du VSM :

#### ❖ Analyse et amélioration (Kaizen) :

##### 1<sup>er</sup> outil :Diagramme Ishikawa :

C'est un outil permettant de visualiser de façon ordonnée les causes conduisant à un effet constaté que l'on cherche à analyser.  
IL est aussi appelé diagramme cause à effet ou la méthode de 5M.

##### ➤ La démarche :

##### ✓ Identification du problème (l'effet) :

L'effet doit être bien formulé et en termes simples, admis par l'ensemble des participants, en posant la question : quel est l'effet qu'on veut améliorer, changer, modifier ?

##### ✓ Identification des causes :

- C'est la procédure de recherche d'idées.
- Recenser et noter toutes les causes sans classer, les idées venant de toute part.
- Tout doit être noté de façon visible.

##### ✓ Classification des causes :

Regrouper les causes en familles : Elle permet d'orienter la réflexion vers les 5 domaines, desquels sont généralement issues les causes « les 5 M ».

**Matière:** Les causes relatives à tout ce qui est consommable (les matières premières, les fluides, les énergies).

**Machine :** Tout ce qui permet de transformer les matières premières (Machines, équipements, Moyens concernés...)



**Méthode** : Tous ce qui explique la procédure, ce sont les gammes, les modes d'emploi, les notices, les instructions ...

**Milieu** : C'est les facteurs de l'environnement, Le climat, Les conditions de travail, l'ergonomie, les clients...

**Main d'œuvre** : Tous ce qui applique la procédure, c'est l'ensemble des causes liées aux personnel; problème de compétence, organisation, Management ...

✓ **Etablissement du diagramme :**

C'est la dernière étape, après le classement des causes, nous mettrons sur le diagramme comme suit : [5]

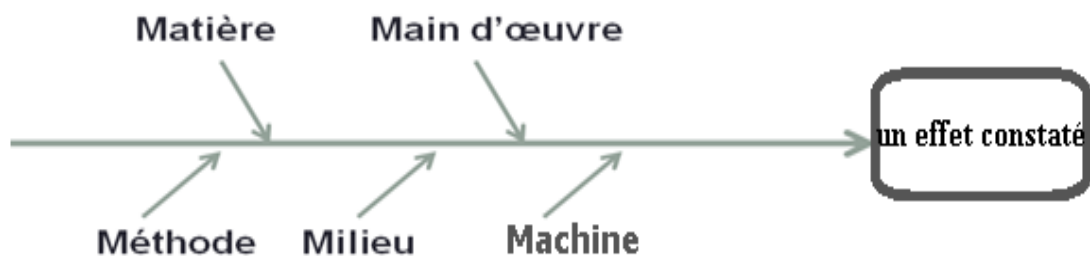


Figure II.5 : le diagramme d'ISHIKAWA. [5]

**2<sup>ème</sup> outil : Les 7 Muda :**

Un Muda<sup>{1}</sup> est une forme de gaspillage, tel que désigné dans le système de production de Toyota. Dans ce cadre, la réduction des mudas se fait par une démarche d'amélioration continue (Kaizen)<sup>{2}</sup>.

Eliminer le gaspillage sous toutes ses formes dans un système de production ou dans le service administratif, c'est essentiellement supprimer les activités qui ne créent pas de valeur ajoutée, et qui ajoutent des coûts supplémentaires. Ce sont des pertes et gaspillages au quotidien.

Nous pouvons définir 7 grandes familles de gaspillage :

**Muda 1 : Stock inutile:** des stocks plus importants qu'ils ne devraient être augmentent considérablement les coûts par la mobilisation d'équipements ou de l'espace. L'objectif est de baisser les stocks afin d'améliorer la circulation au sein des ateliers.

**Muda 2 : Tache inutile:** Le processus de conception est mauvais, envisager à le redéfinir. Il faut alors rechercher les opérations inutiles ou celles qui peuvent être améliorées par une modification de l'ordre des actions.

**Muda 3 : Pièces défectueuses:** Ce gaspillage engendre des coûts de correction liés à la gestion des rebuts, des éventuelles retouches et des retours clients. Coût de la pièce + coût indirect (transport spéciaux, relance de fabrication...).

**Muda 4 : Mouvement inutile:** Les mouvements inutiles les plus évidents sont en général éliminés facilement. Plus difficiles à traquer sont les (mauvaises) habitudes que les exécutants

développent spontanément. Dans les mouvements inutiles, il faut inclure les allées et venues inutiles.

**Muda 5 : Transport inutile:** Le transport inutile de matériaux ou de produits en cours. Chaque déplacement a un coût, augmente les délais et multiplie les éventuelles erreurs. Le transport d'une pièce d'une machine à l'autre ne lui confère aucune valeur ajoutée.

**Muda 6 : Temps d'attente:** L'attente que quelque chose se produise. C'est également l'inactivité des salariés causés par des pannes machine, rupture de matières premières, changement d'outils,...

**Muda 7 : Surproduction:** Produire plus que ce qui est demandé. Cela intervient souvent lorsque les commandes sont en baisse et que l'on cherche à exploiter l'intégralité du parc machine ou à occuper les salariés.[4]

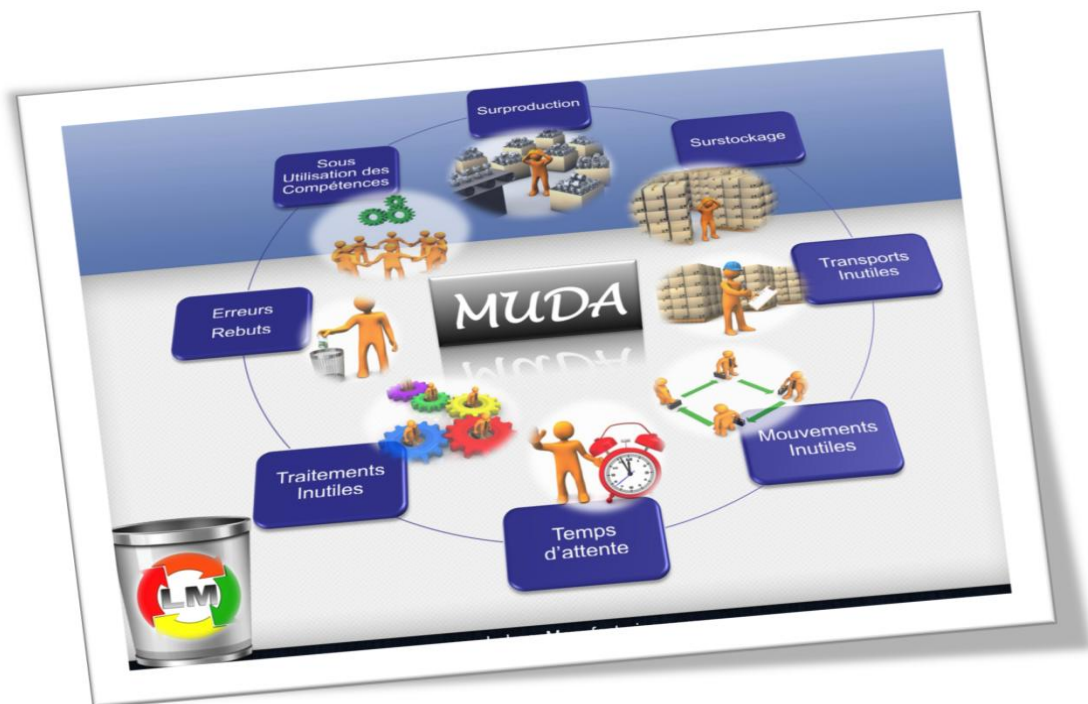


Figure II.6 : Les différents types de Gaspillages (MUDA). [7]

{1} Muda : mot japonais qui signifie « gaspillage ». Il se rapporte à une série d'activités non créatrice de valeur. [6]

{2} Kaizen : amélioration continue et progressive d'une activité, pour créer davantage de valeur en réduisant les gaspillages. [6]

### 3ème outil : Réduction des temps de réglages (SMED) :

**SMED** est l'abréviation de Single Minute Exchange of Die, et qui peut être traduit par « changement d'outil en (quelques) minutes ». Ce qui veut dire « changement rapide d'outillage ».

➤ **Le but de cette méthode :**

- ✓ est de diminuer le temps de réglage ou le temps de préparation entre 2 séries. L'idée est de réduire au minimum, le temps perdu entre le passage d'un produit A et un produit B. cette méthode peut aussi s'appliquer à tout processus de production ou administratif.
- ✓ La réduction voire l'élimination des stocks, et l'augmentation de la productivité. pour cela il faut mettre en place une organisation flexible et réactive.

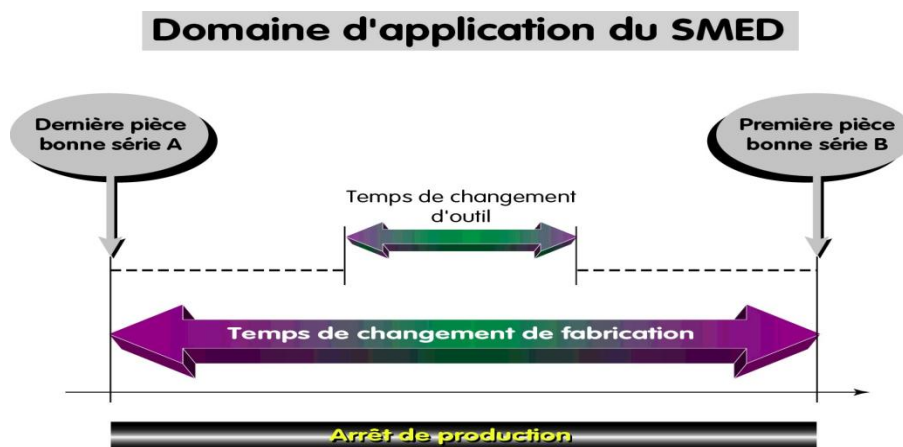


Figure II.7 : Le domaine d'application SMED. [7]

Voici, très schématiquement comment procéder :

- Identifier les réglages internes (hors production) et externes (pendant la production).
- ✓ **Réglages / temps internes** : Cela correspond à des opérations qui se font machine arrêtée, donc hors production.
  - ✓ **Réglages / temps externes** : Cela correspond à des opérations qui se font (ou peuvent se faire) machine en fonctionnement, donc en production.
    - Séparer les réglages internes et externes.
    - Transformer les réglages internes en réglages externes.
    - Rationaliser tous les aspects du réglage. [7]

### II.2.3 La méthode 6σ (Sigma) :

La méthode Six Sigma (6 Sigma) est née il y a déjà quelques années au sein des usines Motorola USA. Six Sigma a mûri et a évolué pour devenir aujourd'hui une méthode globale de management et de développement stratégique. Désormais, les apports de la méthode 6 Sigma concernent autant les entreprises industrielles que les entreprises des services. Cette

méthode n'est pas une simple démarche d'amélioration continue est une véritable méthode de management du progrès s'inscrivant au cœur même de la démarche stratégique. L'investissement peut être conséquent, en conformité avec les résultats potentiels attendus. Six Sigma est en soi une véritable révolution organisationnelle et managériale. [8]

### II.2.3.1 Principe 6 sigma :

La méthode est orientée client du progrès particulièrement efficace. Issue d'une démarche fortement connotée qualité à l'origine, 6 sigma est relativement simple sur le plan du principe ; La diminution drastique des rebuts et la satisfaction constante des clients sont en effet le meilleur moyen d'améliorer sa rentabilité. Toute l'entreprise est concernée. 6 Sigma dépasse ainsi la logique de démarche d'amélioration continue chère aux approches qualité plus classiques.

#### A. Outils qualité pour 6 Sigma :

Les principaux outils utilisés lors de l'exploitation de la méthode DMAIC, étape par étape. Définir, Mesurer, Analyser, Tester et Améliorer, Contrôler. et la méthode **DMAIC** n'est pas la panacée pour tous les types de projets, La méthode **DMADV** est quelquefois plus adaptée. On préférera la méthode DMADV lorsqu'il s'agira de mettre en place de nouveaux processus. [8]

#### ❖ La méthode DMAIC :

« Si on peut mesurer on peut aussi améliorer » le client attend un produit avec une certaine qualité, selon un standard précis. Ne pas être capable de garantir la totalité de la production en respectant ce standard est particulièrement coûteux pour l'entreprise.



Figure II.8: les étapes de la méthode DMAIC. [2]

En fait la variabilité de la qualité finale est essentiellement la conséquence de l'instabilité des composants entrant dans la fabrication du produit, plus globalement de la complexité des processus. 6 Sigma impose de rester dans les limites en appliquant le principe « Si on peut mesurer on peut corriger. », L'objectif étant de recentrer la courbe sur la cible.

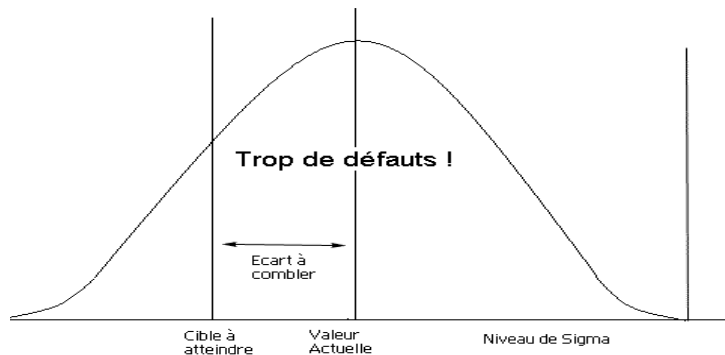


Figure II.9 : Courbe en cloche de la dispersion, le six Sigma. [2]

Les 5 étapes fondamentales de la méthode. Chacune des lettres composant le sigle D.M.A.I.C. est l'initiale de la fonction significative de l'étape correspondante.

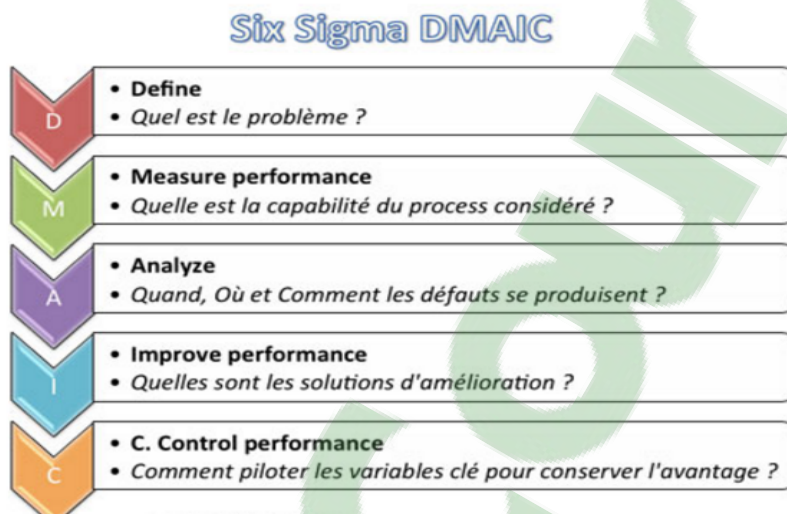


Figure II.10 : Les 5 étapes de la méthode DMAIC détaillée. [2]

### L'étape 1 : Define ; définir

#### ➤ Quel est le problème ?

Définir les besoins des clients et préciser les objectifs à atteindre, cadrer le projet. "Define" est la première étape de la méthode, elle permet l'identification et définition du problème à traiter, les attendus, les ressources et délais nécessaires. Afin d'identifier au mieux les problèmes nécessitant notre attention, il convient de dessiner une carte du processus à étudier. Non seulement, cette démarche préalable permet de mieux comprendre le processus, mais aussi de localiser les problèmes inhérents. A noter, selon sa nature, le problème sélectionné peut aussi être à l'origine de dysfonctionnements pour d'autres processus.

✓ **Étudier le projet:**

- Quelle est la portée du projet ?
- Quels sont les objectifs ?
- Quelle échéance ?
- Qui fait quoi ?
- Quels outils ?
- Quels sont les résultats attendus ?
- Quels sont les paramètres critiques au sens de la qualité pour le client ? Ce sont ceux-ci qu'il s'agit de suivre, de mesurer, d'analyser (diagramme causes→effets) et de traiter.

**L'étape 2 : M. Measure performance :**

➤ **Quelle est la capacité du process considéré ?**

Collecter les données représentatives, mesurer la performance, identifier les zones de progrès. L'évaluation de la performance actuelle et de sa variation. « Si on ne peut pas ou si on ne sait pas mesurer, on ne peut pas comprendre le processus en cours d'analyse. Et bien évidemment, si on ne le comprend pas, on ne pourra pas le transformer... ». Bien des organisations vous assurent « qu'ils font au mieux, et que leur niveau de qualité est toujours en progression. Ce n'est pas de leur faute si les clients sont volages, de toute façon, être fidèle, c'est une pratique du passé ».

**L'étape 3 : Analyze ; Analyser :**

➤ **Quand, Où, Comment et Pourquoi les défauts se produisent-ils ?**

Identifier et déterminer les principales causes de la variabilité. Lors de cette étape, il s'agit d'identifier soigneusement les causes de variabilité et de comprendre pourquoi les défauts se produisent. Les données : L'analyse s'effectue à partir des données collectées lors de la phase de mesure précédente.

✓ **La méthode :**

La meilleure méthode reste encore de vérifier les hypothèses construites à partir des suppositions émises lors d'une session collective de recherche de problèmes (ishikawa). L'objectif sera d'établir la chaîne de causalité.

Quels sont les facteurs qui affectent les paramètres critiques de la qualité ? Identifier les facteurs influents, la sortie d'un processus (y) dépend de ses entrées (x). Utilisation des outils analytiques et statistiques pour identifier les causes de problèmes. A ce stade du déroulement de la méthode, il faut comprendre les problèmes pour pouvoir formuler par la suite les solutions susceptibles de combler l'écart entre la situation présente et les objectifs clients.

✓ **Adopter une méthode rationnelle de mesure :**

Mesurer soigneusement les facteurs susceptibles d'influencer la qualité au sens du client (VOC Voice of the customer, la voix du client). Mais sans perdre de vue pour autant la stratégie de l'entreprise ainsi que l'amélioration de la rentabilité financière. C'est bien là la finalité de la démarche. Quels sont les indicateurs, quels sont les points de mesure? Ces deux Choisissez bien vos mesures, et limitez-les. Le résultat est visible sans attendre. D'autre part, la bonne mesure se suffit à elle-même pour apprécier le progrès réalisé.

✓ **Garantir le système de mesure :**

Fondées sur l'analyse de la variance, sont un bon moyen de s'assurer de la solidité du système de mesure et la validité de la métrique.

✓ **Formaliser la capacité du processus :**

Définition de la capacité du processus : c'est la mesure de la capacité du processus à délivrer dans la durée les résultats (output) selon les spécifications. Enfin, il s'agira d'identifier les impacts significatifs de la variation du processus, les écarts sur les paramètres critiques de la qualité, identifiés en préalable de cette étape.

**L'étape 4 : Improve performance ; Améliorer, Tester les solutions :**

➤ **Quelles sont les solutions d'amélioration et comment les mettre en pratique pour atteindre les objectifs de performance fixés ?**

Cette étape a pour finalité d'identifier et d'évaluer les solutions les plus optimales pour accéder aux objectifs définis et pour éviter les susdits problèmes. Cette phase particulièrement importante peut se dérouler dans certains cas précis en plusieurs étapes. Ceci afin de prendre le temps de tester et de valider les solutions les plus adéquates.

**Définir les tolérances acceptables**

En premier lieu, l'équipe de travail profitera du fruit des étapes précédentes pour bien préciser les écarts acceptables des éléments clés.

**L'étape 5 : C. Control performance ; Contrôler. Assurer la continuité :**

➤ **Comment piloter variable clés pour soutenir et concevoir l'avantage ?**

Suivi des solutions mises en place. Il est important d'éviter tout retour en arrière. D'autre part, les résultats ne sont pas toujours immédiatement visibles. Il s'agit là de la phase la plus délicate, propre à toutes les démarches de progrès continu. Le retour en arrière est une menace de tous les instants. Soutenir l'effort passe nécessairement par l'instauration d'une culture généralisée de la mesure.

✓ **Transfert de connaissance :**

La connaissance acquise sur les processus et le déroulement spécifique de la méthode ne s'enferme pas dans un coffre-fort. Il s'agit maintenant d'en faire profiter tous les intéressés. La connaissance acquise sur le déroulement de la méthode sera échangée avec les autres équipes intervenant sur d'autres phases du projet global. [8]

❖ **La méthode DMADV :**

DMADV spécificités des phases Design et Verify.

Cette méthode assez similaire à DMAIC se compose des phases suivantes :

- **Define**
- **Measure**
- **Analyze**
- **Design**
- **Verify**

Les 3 premières phases sont similaires à la méthode DMAIC. La phase **Design** définit dans le détail le processus afin d'être en parfaite concordance avec les attentes des clients. La phase **Verify** vérifie que la performance et la capacité sont conformes aux objectifs et aux attentes des clients. [8]

### **II.2.3.2 Objectifs de Six Sigma:**

- ❖ Mieux connaître les attentes des clients importance primordiale. Quels sont les facteurs clés de la qualité au sens du client et non au sens des habitudes et pratiques de l'entreprise ?
- ❖ Maîtriser la variabilité des dits facteurs. L'objectif est d'encadrer la variabilité des facteurs influents de la qualité au sens du client dans les limites de l'acceptable et d'éliminer définitivement les possibilités d'écarts imprévus. Bref d'accroître la satisfaction client. [8]

### **II.2.4 Lean management et Six Sigma :**

#### **II.2.4.1 Définition Lean Six Sigma :**

Le Lean 6 Sigma n'est autre que le rapprochement de deux méthodes d'amélioration des processus connues et reconnues pour leur efficacité. La méthode Lean fut mise au point auein des usines Toyota au cours des années 70 afin d'améliorer les délais, introduire le Juste à Temps et réduire les coûts.



### II.2.4.2 L'objectif du Lean 6 Sigma :

Les deux méthodes, Lean et Six Sigma, sont orientées perception du client. Lorsqu'elles sont mises en œuvre avec circonspection, les avantages délivrés par les deux démarches sont tout à fait compatibles et complémentaires. Les activités à l'origine des déficiences qualité au sens du client, tout comme les retards pénalisant les processus, sont quelque part les principales sources d'opportunités pour améliorer la qualité, les délais, la part bénéficiaire. LeLean six Sigma peut alors être envisagé comme une incontournable démarche d'amélioration du service au client et de la rentabilité globale.

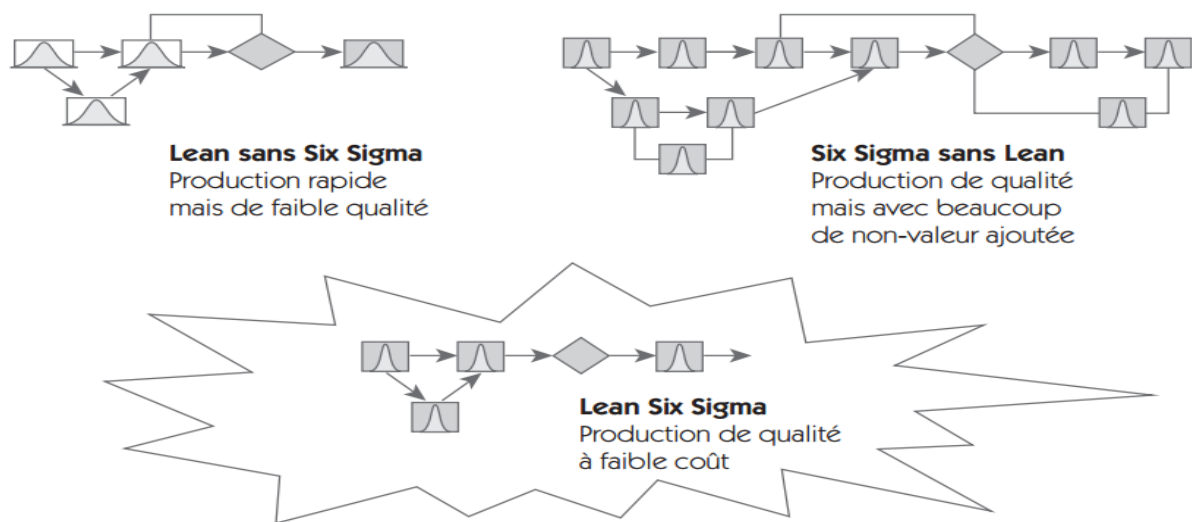


Figure II.11 : Complémentarité Lean et Six Sigma. [13]

#### A. La démarche Lean et méthode Six Sigma :

Le Lean est une méthode d'amélioration systématique des processus. 6 Sigma vise à la réduction drastique de toutes les formes de variations en deçà d'une fourchette correspondant à la satisfaction client. La juxtaposition des deux approches, toutes deux orientées processus, permet justement de piloter globalement la démarche d'amélioration en tenant compte de l'ensemble des attentes clients en matière de qualité, de délais et de coûts. « **Qualité et délais, un processus piloté** ».

La qualité et les délais sont en effet étroitement liés. Les retouches, retours et rebuts sont des causes majeures de ralentissement. D'autre part, l'amélioration des délais au sein d'un processus implique nécessairement la réduction systématique des défauts et erreurs de fabrication. En fait, toutes les phases du processus qui n'apportent aucune valeur ajoutée au sens du client méritent d'être évaluées.

## **B. Conduire le projet Lean Six Sigma :**

### **❖ Préparation le projet Lean 6 Sigma :**

Associer deux méthodes radicales comme Lean Management et Six Sigma ne s'envisagera pas sans une préparation significative. Les moyens mis en œuvre, l'enveloppe budgétaire, la disponibilité, les compétences et la motivation des acteurs clés, tout comme les délais impartis, seront à la hauteur des enjeux.

### **❖ Apprentissage collectif :**

L'importance de la constitution d'une mémoire projet est bien trop rarement jugée à sa juste valeur. Négligée lors de l'élaboration du Business Plan et du plan de financement, l'élaboration d'une documentation active et vivante est pourtant le pilier d'un apprentissage collectif.

Ne pas perdre l'enseignement des premiers projets, c'est mieux préparer les suivants, accroître le ratio de performance globale en quelque sorte.

## **II.2.5 La méthode PDCA ou (roue de Deming) :**

C'est la méthode d'amélioration utilisée pour l'entreprise ORSIM.

### **II.2.5.1 La définition de PDCA :**

C'est une méthode de gestion de la qualité dite PDCA (Plan-Do-Check-Act), elle fut proposée par Walter Shewhart en 1939 mais popularisée par Edwards Deming dans ses présentations auprès des dirigeants d'entreprises japonaises en 1950. La version plus récente est celle identifiée sous le sigle DMAIC représentant les premières lettres de Define – Measure – Analyse – Improve- Control de la stratégie d'amélioration Six Sigma. [9]

### **II.2.5.2 Les étapes de roue de Deming et leurs outils :**

#### **Plan : définir :**

Cette étape, la plus importante, consiste à :

- préparer et planifier ce que l'on va réaliser.
- Définir le but, l'objectif et les moyens d'y parvenir.
- établir un planning pour exécuter le cycle (qui, quoi, où, quand). [10]

#### **❖ Les outils de la qualité utilisés dans cette étape:**

- ✓ le QQQQCP (Qui, Quoi, Ou, Quand, Comment, Combien, Pourquoi)
- ✓ le diagramme Cause Effet (Appelé aussi diagramme d'Ishikawa, 5M, diagramme en arête de poisson.). Les 5 rubriques abordées sont : Matière - Milieu - Main d'œuvre – Méthode – Machine.

**Do : faire:**

Cette étape consiste à :

- Développer, réaliser, mettre en œuvre
- S'instruire, s'entraîner exécuter les tâches définies.
- Documenter les problèmes et observations inattendues.
- Commencer à analyser les données.

**Check : étudié, analysé :**

- Terminer l'analyse des données.
- Contrôler que les ressources mises en œuvre dans l'étape précédente (Do) et les résultats obtenus correspondent bien à ce qui a été prévu (Plan)
- mesurer les écarts. [10]

❖ **Les outils de la qualité utilisée dans cette étape:**

- ✓ Le tableau de relevés
- ✓ Le tableau de mesure. [11]

**Act: Agir:**

- ajuster les écarts.
- rechercher des points d'améliorations.
- Décider les mesures nécessaires et les améliorations possibles.[12]

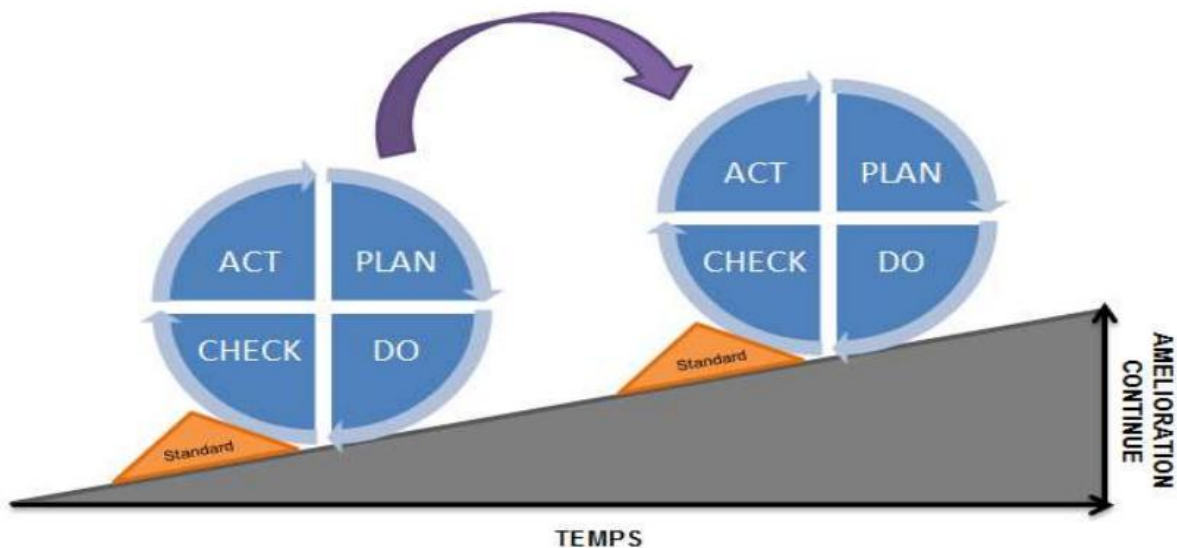


Figure II.12 : Roue de Deming. [14]

### II.3 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons expliqué théoriquement c'est quoi sert la méthode d'amélioration des processus utilisé actuellement par l'entreprise ORSIM, son objectifs le degré d'efficacité à partir de niveau de complexité ... ect. Aussi nous avons proposé une autre méthode plus efficace pour résoudre les problèmes qui existe dans cette entreprise, nous allons essayer de réaliser une amélioration considérable de processus, la méthode proposée avec la méthode de l'entreprise nous allons faire une comparaison en utilisant la matrice des méthodes d'amélioration pour déterminer que notre étude est le meilleure choix afin de réaliser les objectifs des entreprises. Tout ça pour convaincre les responsables de l'entreprise ORSIM de prendre ce choix de méthode en considération.

Maintenant les deux méthodes sont claires théoriquement, mais nous allons situer son étapes d'application, et quelles sont les erreurs qui se fait par l'entreprise pendant l'application de son méthode. Nous allons voir ça dans le chapitre suivant, et nous allons essayer d'appliquer notre méthode étape par étape sur le processus de l'entreprise ORSIM, aussi nous allons prendre un exemple d'application de la méthode actuelle et les résultats de cette application après comparer la avec les résultats de notre méthode proposé.



*Chapitre III*  
*L'application de la*  
*méthode Lean -six*  
*Sigma.*

### **III.1 Introduction:**

Les entreprises se trouvent aujourd'hui dans une situation particulière où une bonne gestion de la production constitue un objectif majeur à atteindre. En effet, confrontées à une demande des consommateurs de plus en plus exigeante en termes de délai et de qualité, les entreprises se disputent continuellement les parts de marché sur lesquelles la concurrence est rude et où chacun tente de se démarquer.

À l'heure actuelle, dans un contexte de forte compétitivité entre les entreprises et de course à la production, de plus en plus d'industries tentent de baser leurs objectifs de croissance sur une amélioration, voire même une optimisation de leur système de production. Ainsi, la recherche d'une meilleure productivité industrielle reste la principale préoccupation de la plupart des entreprises avec, désormais, des priorités bien connues: réduction des temps de cycle de production, flexibilité face aux aléas, maîtrise des coûts, qualité totale...

Cette amélioration de performances industrielles fait appel à plusieurs méthodes et techniques qui permettent de mieux gérer et même d'optimiser l'automatisation, l'organisation de l'usine et l'ordonnement des ateliers ou encore la réduction des coûts de production. [1]

## III.2 Exemple:

Une commande est arrivée à l'entreprise le 20/03/2014, le contenu de cette commande est la fabrication d'un produit standard qui représente un vis métrique à tête hexagonale M6 à M12 de haute qualité. La quantité commandée est 7000 pièces.

Le département commercial reçoit la commande et fait la négociation avec les clients sur le prix et le délai. Cette négociation se fait après l'homologation du bureau de méthode et du département de planification. [2]

### III.2.1 La méthode PDCA utilisée par ORSIM :

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'entreprise applique la méthode PDCA. Nous allons donc, après donner un exemple réel à partir de la commande jusqu'à la fabrication. Et comment appliquer les différentes étapes de cette méthode.

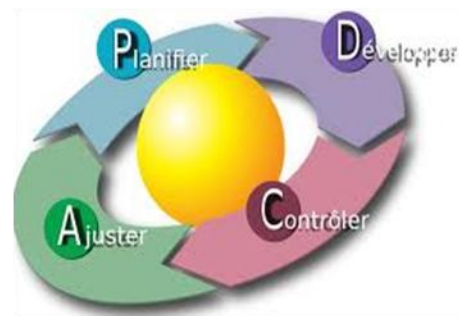


Figure III.1: roue de Deming. [6]

#### A. Plan (Planifier):

Planifier ce que l'entreprise va réaliser. Il y a dans l'entreprise ORSIM deux départements qui font cette étape.

##### ❖ Le bureau d'étude et méthode:

Avant de donner l'homologation au département commercial le bureau de méthode:

- Étudier la faisabilité du produit commandé.
- réduire le coût par le bon choix de:
  - ✓ **La matière première:** 41Cr4 est un acier de haute qualité importé d'un fournisseur allemand.
  - ✓ **Les outils:** le bureau de méthode choisit les outils conformes, pour chaque opération, pour éviter les pannes des machines, les rebuts, et les casses des outils.
- Établir le dessin de la définition de produit avec tous les dimensions. Le dessin est fait par le logiciel AUTOCAD;



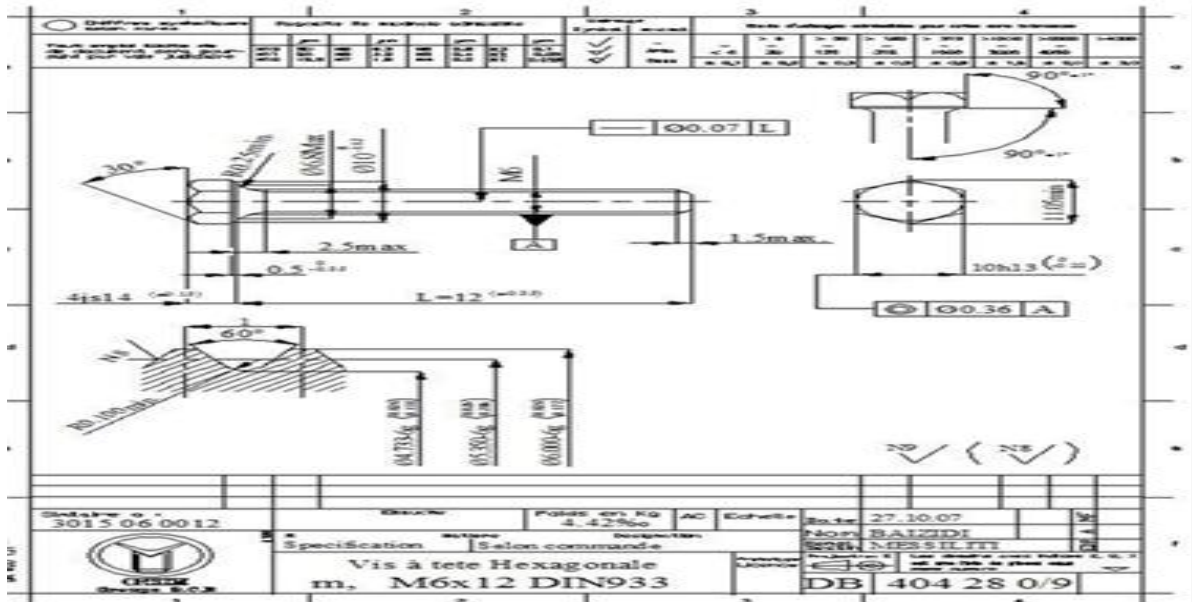


Figure III.2 : le dessin du produit commandé.

- établir les gammes d'usinage et calculer les temps de fabrication et les temps de réglages pour chaque processus opératoire.

Edition Mono-niveau non valorisée  
de la gamme '300616008089'

code gamme	300616008089	créée le	16/09/2013	Modifier le	23/03/2014
Désignation	VIS METRIQUE A TETE HEXAGONALE	Qté Eco	50,00		

Phase	Référence	Désignation	Qté unit (Kg)	Perte	Qté unit totale (Kg)	Temps unit (min)	Réglage	Tps unit Totale	mode opératoire	Remarque
010	300616008088	VIS METRIQUE A TETE HEXAGONALE	300		300					
020	3901	41Cr4							STOCKAGE DE MATIÈRE PREMIÈRE	
025	3454	DECHET, REBUT ACIRE		-105.44	-105.44					
030	3504	DECAPAGE				92.72			PRÉPARATION DE MATIÈRE PREMIÈRE	
035	3458	PHOSPHATAGE				58.65				
050	3910	ETIRAGE				30				
060	3950	RECUIT				30				
065	3454	PRESSE A 4 FRAPPE				570	480	1050	PRESSAGE	
070	4714	APPOINTAGE PN7				270.78	60	330.78	APPOINTAGE	
072	4712	FILETAGE RAP20				176	240	410	FILETAGE	

-a-

Edition Mono-niveau non valorisée  
de la gamme '300616008089'

code gamme	300616008089	créée le	16/09/2013	Modifier le	23/03/2014
Désignation	VIS METRIQUE A TETE HEXAGONALE	Qté Eco	50,00		

Phase	Référence	Désignation	Qté unit (Kg)	Perte	Qté unit totale (Kg)	Temps unit (min)	Réglage	Tps unit Totale	mode opératoire	Remarque
075	3454	CONT DE PRODUIT SEMI FINI	272.03			3114.9			CONTROLE	
080	3709	TRAITEMENT THERMIQUE	231.21			456.32	589	1045.32	TRAITEMENT THERMIQUE	
084	4708	TRAITEMENT DE SURFACE	231.21			354.6	421.8	776.4	TRAITEMENT DE SURFACE	
085	3454	CONTROLE PRODUIT FINI	231.21			2647.5			CONTROLE	
090	3940	EMBALLAGE	183.4						EMBALLAGE	
095	3901	STOCKAGE PRODUIT FINI	183.4						STOCKAGE	

-b-

Tableau III.1.a.b.: Les gammes d'usinage.

**Remarque:**


Dans le cas des produits spécifiques où un manque des outillages le bureau de méthode fait les des ins des outillages nécessaires pour l'opération et établit les gammes d'usinage de ces outillages.

❖ **Département de planification:**

Avant l'acceptation d'une commande, le département de la planification donne la conception préliminaire à l'homologation qui résumé dans les étapes suivantes:

- La matière première **41Cr4** est disponible dans le magasin.
- **23/03/2014:** Le bureau de méthode prépare un dossier technique sur le produit, ce dossier contient les gammes d'usinage et le dessin de définition de produit.
- **06/04/2014:** Les outils nécessaires sont disponibles dans le magasin d'outillage.
- **10/04/2014:** Le département de recherche et développement vérifie le processus de fabrication et analyse les risques.
- **30/04/2014:** Le département de recherche et développement réalise un échantillon de produit.
- **30/06/2014:** Le département commercial et le département de recherche et développement donnent au client l'homologation et le lancement du produit.
- **26/07/2014:** La livraison de la commande.

Voilà la conception préliminaire préparé par le département de la planification montrée dans le tableau suivant :

		PLANIFICATION D'INTEGRATION DES NOUVEAUX PRODUIT										DATE : 03/04/2014		
Désignation du produit	N° d'article	Quantité à produire	Délai de									Observation		
			Préparation des moyens de production			Homologation du produit			Production de la commande					
Vis Métrique à Tête Hexagonale	30616008089PJ	7000 PCS	06/04/2014			Mois de juin 2014			Fin de juin 2014					
Délai de la conception préliminaire à l'homologation														
Désignation des étapes	Responsable	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	juin	juillet	août	Sept	Oct	Nov	déc	Observation
1 Matière 41Cr4	Ord, plani													Matière 1 <sup>ère</sup> disponible
2 Dossier technique	S. Méthode			23										
3 Matrice et outillage de produit et plan de montage	Dept. Outillage				06									
4 Moyen et plan de contrôle	DIV contrôle opérationnelle				06									
5 Vérification	DIV R & D				10									
6 Réalisation des échantillons	DIV R&D DAS Standard				30									
7 Homologation et validation du produit	D. commercial DIV. R& D						X							Mois juin
8 Commande	DIV R & D							X						Mois juillet

**Tableau III.2 : Délai de la conception préliminaire à l'homologation.**

**B. Do (Faire) :**

❖ **Département d'ordonnement:**

Après la réalisation d'un échantillon de produit commandé et l'homologation de la commande, le département d'ordonnement :

- préparer une commande de fabrication qui contient les dates de début, et de fin de la fabrication. tous les détails sur les étapes de processus (la chaîne qui va le produit traverse, si la chaîne est vide ou occupé par autre produit donc la date de fabrication fait par cette condition) aussi la quantité, le temps de réglage et le temps d'usinage et envoi cette commande à l'atelier de fabrication pour le lancer en production.
- Suite à la fabrication depuis l'entrée de la matière première jusqu'à la sortie du produit fini. Le tableau suivant représente la commande de fabrication pour un Vis Métrique à Tête Hexagonale :

COMMANDE DE FABRICATION						
Délai de fabrication				Date de fabrication		Imputation
Date d'édition	Date début	Date fin	Nbrs jrs	Début	Fin	N° ordre fabrication
16/06/214	01/09/2014	26/09/2014				313166
Indication de produit à fabriqué						
Quantité /unité	Désignation		Magasin	N° Dessin /article		
	Vis Métrique à Tête Hexagonale		24	30616008089		
N° opérateur	N° Gm ou N° article	Description des opérations ou composants	Quantité unitaire Kg	Temps (min)		Quantité produite (pcs)
010	N1342451	41Cr4	300			
010	N1342468	41Cr4	300			
015	D1099000	DECHET, REBUT ACIRE	-105.44			
020	3701	DECAPAGE	300		92.72	
030	4614	PHOSPHATAGE	300		58.65	
032	3454	ETIRAGE	300		30	
035	4606	RECUIT	300		30	
040	3454	PRESSE A 4 FRAPPE	298.68	480	570	11400
045	3905	APPOINTAGE PN7	283.77	60	270.78	10831
050	3454	FILETAGE RAP20	276.67	240	176	10560
055	4609	CONTROLE DE PRODUIT SEMI FINI	272.03		3114.9	10383
060	3454	TRAITEMENT THERMIQUE	231.21	589	456.32	8825
065	4714	TRAITEMENT DE SURFACE	231.21	421.8	354.6	8825
070	4712	CONTROLE PRODUIT FINI	231.21		2647.5	8825
072	3454	EMBALLAGE	183.4		7	7sac de 1000pcs
075	3709	STOCKAGE PRODUIT FINI	183.4			

Tableau III.3 : la commande de fabrication.

**C. Check (Vérifier) :**

Avant l'acceptation de la commande il faut faire une saisie de réalisations sur un échantillon de produit désiré pour vérifier que ce produit est faisable.

❖ **Service contrôle:**

- Le service contrôle de produits semi-finis : après l'opération de filetage la pièce dénommer un produit semi-finie car elle n'est pas terminée. Le service de contrôle vérifie dans cette étape les dimensions, des pièces conformes sont transférées vers le magasin de produit semi-finie et les pièces non conformes vers le déchet.

- Le contrôle de produits finis : c'est le contrôle définitif des produits finis, le but de ce contrôle est la vérification de la qualité telle que les produits de bonne qualité se transfèrent vers le magasin des produits finis et les produits de basse qualité retournent au four de traitement thermique pour être rétraités.

L'opération de contrôle faite par échantillon de 200 pièces si le nombre de produits mauvais est inférieur à 7 pièces alors l'échantillon est conforme, sinon l'échantillon est non conforme. Cette opération prend beaucoup de temps, elle reste un mois (15 jours pour le contrôle des produits semifinis et 15 jours pour le contrôle des produits finis).

#### D. Act (Agir) :

##### ❖ département recherche et développement :

Ce département analyse les risques et il fait les prévisions pour éviter les risques. Pour :

- **Améliorer la qualité :** il propose au bureau de méthodes des modifications, et ce dernier fait des études et donne un nouveau dessin. Mais dans ce cas le département de recherche et développement ne peut proposer aucune modification sur le produit car c'est le choix du client.
- **Améliorer les processus de fabrication :**
  - ✓ annuler des opérations inutiles pour gagner le temps, par exemple il y a des machines pour l'opération de recuit on peut acheter la matière première **41Cr4** qui déjà recuit.
  - ✓ Choisir les machines qui sont réglées dans la commande précédente de même diamètre de siré, mais c'est rare où on trouve deux commandes successives des mêmes propriétés.

### III.2.2 Le résultat :

Dans cet exemple l'entreprise fait un retard de livraison de **2 mois**. L'entreprise a promis au client que la livraison est faite en **26 de juillet** mais le département d'ordonnement fait un retard de lancement de production de **un mois** à cause de problèmes non prévus :

- Les machines sont occupées par les produits de la commande précédente, ce produit fait un retard considérable car il est spécifique.
- Les opérateurs ne connaissent pas bien comment régler la machine pour un produit spécifique.
- Les machines tombent beaucoup en panne car les outils des produits spécifiques ne sont pas adaptés aux machines.
- Les casses des outils.
- Les fours de traitement thermique sont très anciens ce qui engendre un rebut de grande quantité. Ceci signifie une répétition de traitement.

Ilyaaussidesproblèmesdanslesservicesparexemple, leservicecontrôleprenduntempsénormepourretournerlesrésultatsdecontrôleaudépartementd'ordonnement. De telle sorte que, s'il est estimé que l'opérationdecontrôleabesoindequatrejours, en réalitéleservicenedonnepaslerésultatavant30jours. Ceproblèmeestrépétéavectouslestypesdesproduits.Nousavonsfaitunevisiteaulaboratoirepourtrouveroùexactementleproblème,lerésultatc'estquelesresponsablesdulaboratoirenesontpasqualifiés.[3]

### **III.2.3 L'applicationdelaméthodeLean6Sigmaàl'entrepriseORSIM:**

#### **III.2.3.1 L'applicationde laméthodeLeanmanufacturing:**

##### **A. Cartographiedufluxde valeur(VSM) :**

C'est la première étape de la méthode Lean Manufacturing, elle est décrite en détail dans le chapitre II. Unechaînedevaleurdécritl'écoulementd'unproduitàtraverssesprincipauxprocessus,lefluxdeproductionàpartirdelamatièrepremièresjusqu'àl'arrivéechezleclientetlefluxdedéveloppementdeproduits,delaconceptionàlamiseenproduction,ainsiquelefluxd'informationquiconnectelesdiversprocessusl'unàl'autre.[4].

##### **❖ Le traçage du VSM :**


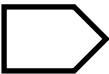



- ✓ Collecterlesinformationsrelativesauxquantités commandées régulièrement et représenterlesprocessusdecréationde valeurdansleurchronologieexistante.
- ✓ Représenterlestrianglesdesstocksencours.
- ✓ Représenterlefournisseurdematièrepremière.
- ✓ Représenterlesfluxd'informationsetlesystème degestiondeproductioncentrale
- ✓ Représenterleclientetl'acheminementdesproduitsfinis(expédition).
- ✓ Calculerledélaideproductionetletempsdetraitement(valeurajoutée).

## **B. Analysededéroulement:**

PouranalyserledéroulementetreprésenterlacartographiedufluxdevalueurVSM  
«Value.Stream.Mapping»nousavonsprocédécommesuit:

- ✓ Commenceràpartirdudernierpointdanslachainedecréationdevalueur.
- ✓ Parcourirtouslestrajetsqu'unproduitdoitsuivrependantsaproduction,maisenchemininverse.
- ✓ Prendrenotedesdonnéesnécessaireselque:lesdistancesparcourues,lesstocksetleurspoints,lesduréesd'opérations,decréationdevalueuretlestempsderéglagedemachines.


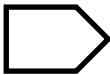



Le tableau suivant récapitule ces étapes :

					Distance (m)	Temps (min)	Quantité Par pièce	Poids (Kg)	Déroulement
●						0.27	1	300	Sortie de stock : matière première
	●	●				211.37	1	300	Préparation matière première
	●				22.52	1.13	1	300	aller vers la machine de pressage
						480	1	300	Réglage la machine pour le pressage
						570	11400	298.68	Pressage
						60	10831	283.77	Réglage la machine pour l'appointage
	●				11.96	0.6	10831	283.77	aller vers la machine d'appointage
						270.78	10831	283.77	L'appointage
						240	10560	276.67	Réglage la machine pour le filetage
	●				11.96	0.6	10560	276.67	aller vers la machine de filetage
						176	10560	276.67	Filetage
	●					0.75	10383	272.03	Aller vers le contrôle semi-fini
				●	15.06	3114.9	21600	272.03	Control de produit semi fini

						589	8825	231.21	Installation des fours de traitement thermique
	●				15.06	0.75	8825	231.21	Aller vers les fours de traitement thermique
		●				456.32	8825	231.21	Traitement thermique
						421.8	8825	231.21	Installation des fours de traitement de surface
	●				19.70	0.90	8825	231.21	Aller vers les fours de traitement de surface
		●				354.6	8825	231.21	Traitement de surface
	●				8.38	0.42	8825	231.21	Aller vers contrôle définitif
				●		2647.5	21600	231.21	contrôle définitif
	●				26.19	1.31	7426	194.56	Aller vers salle d'emballage
		●				7	7	183.4	Emballage
	●					3	7	183.4	Aller vers le stock de produit fini pour la livraison

Tableau III.3 l'analyse de déroulement



				
Stockage avec opération d'entrée/sortie	Transport ou manutention	Opération de transformation qui apporte de la valeur ajoutée	Stock tampon	Contrôles

La figure III.3, ci-après représente la cartographie pour l'état de l'entreprise pendant la réalisation du produit.

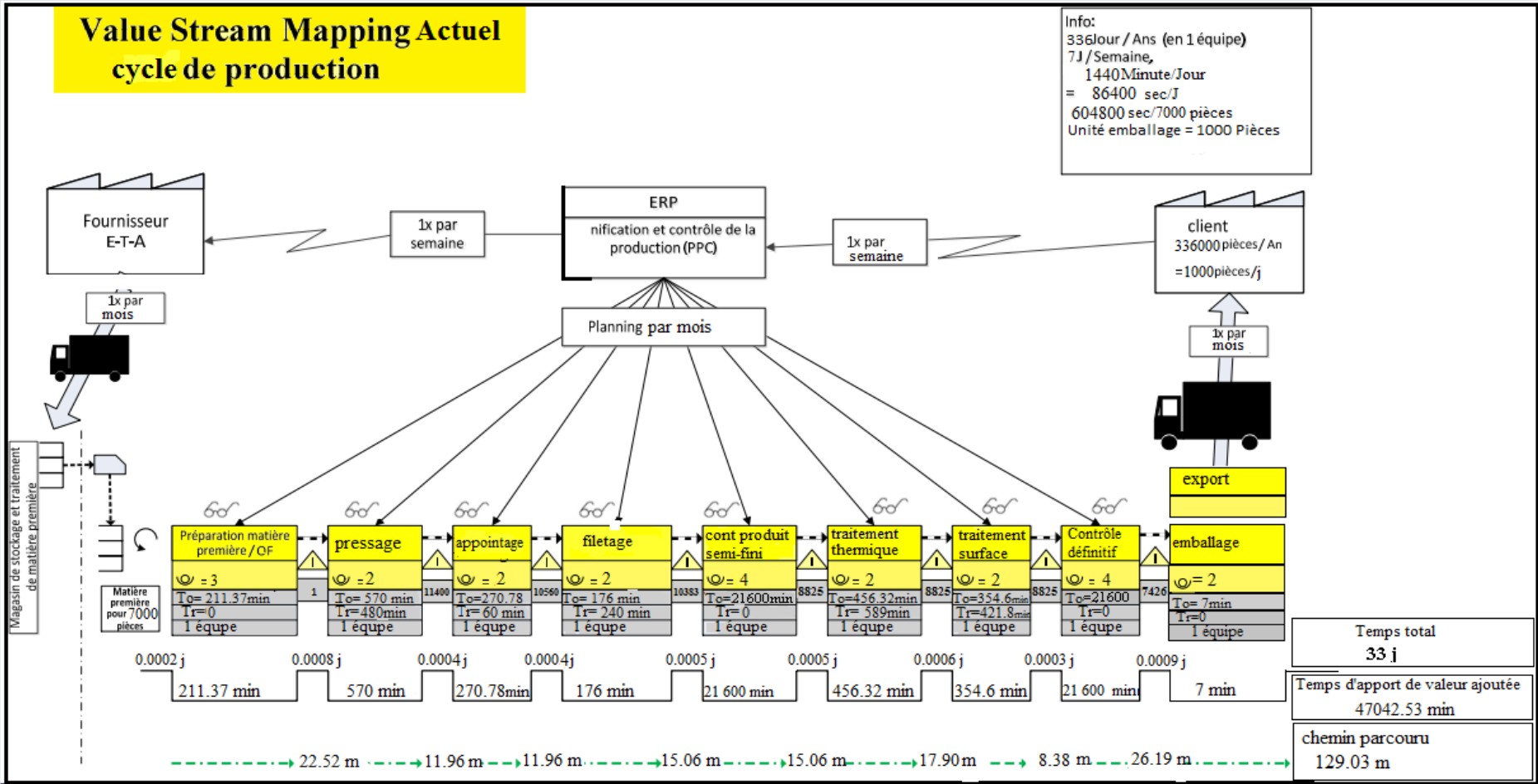


Figure III.3 : la cartographie pour l'état de l'entreprise pendant la réalisation du produit. [7]

### C. Techniques d'amélioration du VSM :

#### ❖ Analyse et amélioration (Kaizen):

Le principe Kaizen cherche à analyser et quantifier les gaspillages puis identifier les opportunités d'amélioration continue. Nous allons procéder dans ce qui suit à chercher et analyser les problèmes qui constituent et génèrent les gaspillages tout au long de la chaîne de production. Pour ce faire le diagramme Ishikawa est un outil efficace.

L'étape analyse utilise trois outils, dont l'application est expliquée ci-après :

#### 1<sup>er</sup> outils : Diagramme Ishikawa:

Pour réaliser le diagramme Ishikawa, appelé aussi diagramme causes-effets, nous devons réfléchir à toutes les causes du gaspillage (le temps, les produits rebuts....) que nous avons, ensuite, classées suivant les 5M, comme illustré sur le tableau suivant :

Les 5M	Les causes de gaspillage
Matière	Stock en cours élevé. Temps perdu à cause du triage des articles pour lesquels des défauts de matière ont été détectés.
Machine	Fréquents arrêts de production ont été observés surtout à cause de coupures de courant électrique, suite à une surcharge de consommation. Réglage difficile pour certaines machines. Les techniciens n'ont pas les mêmes compétences pour réparer ou régler toutes les machines.
Mains d'œuvre	Trop d'erreurs d'inattention. Beaucoup de mouvements inutiles des opérateurs entre les postes de travail pour prendre en charge de déplacer des lots vers l'opération suivante. Trop d'erreurs d'inattention. Polyvalence excessive, ce qui rend la flexibilité comme source d'erreur potentielle quand les opérateurs reçoivent une tâche à faire dont elles ne l'ont pas pratiqué depuis longtemps.
Méthode	PDCA non maintenu ou non appliqué régulièrement, désordre dans l'atelier mécanique, des outils sont quelquefois difficiles à retrouver quand on a besoin de les utiliser.
Milieu	Les risques menaçant les opérateurs par exemple les bruits des machines et ils n'ont pas d'anti-bruit dans les oreilles Environnement n'est pas propre.

**Tableau III.5: les étapes de 5M.**

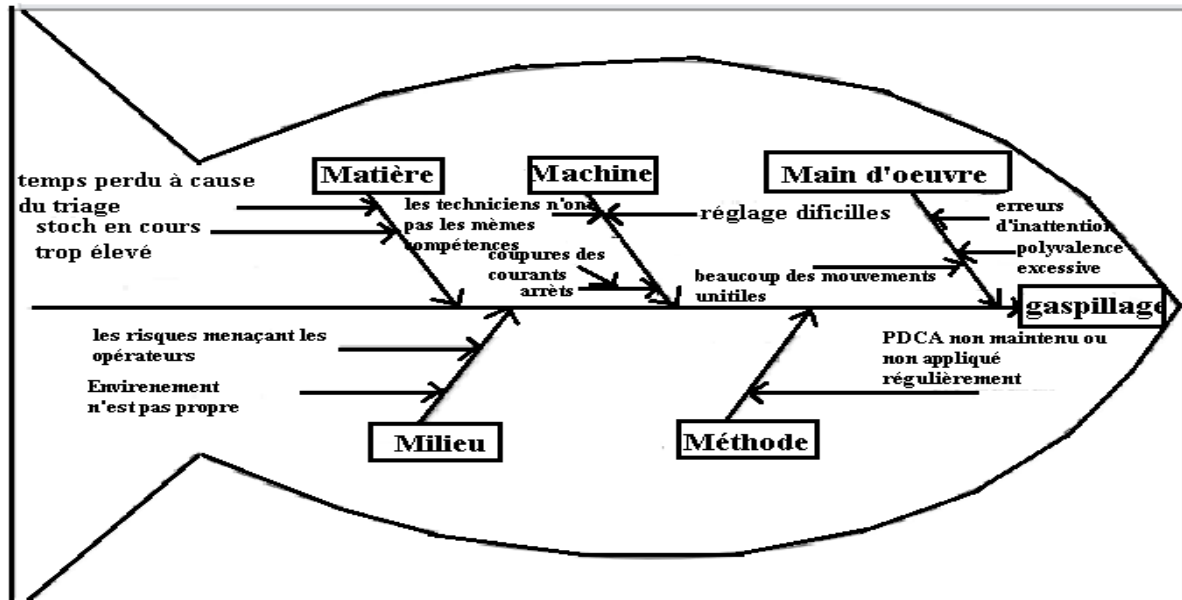


Figure III.4 : diagramme d'ISHIKAWA. [8]

### Résolution du problème de stock et de mise en ligne de production :

Une amélioration de la mise en ligne des moyens de production pourra aussi être une solution pour réduire le stock en cours, dans la disposition initiale nous avons remarqué que la mauvaise planification et les fours sont dans des mauvais états, ce qui augmente les stocks dans la production.

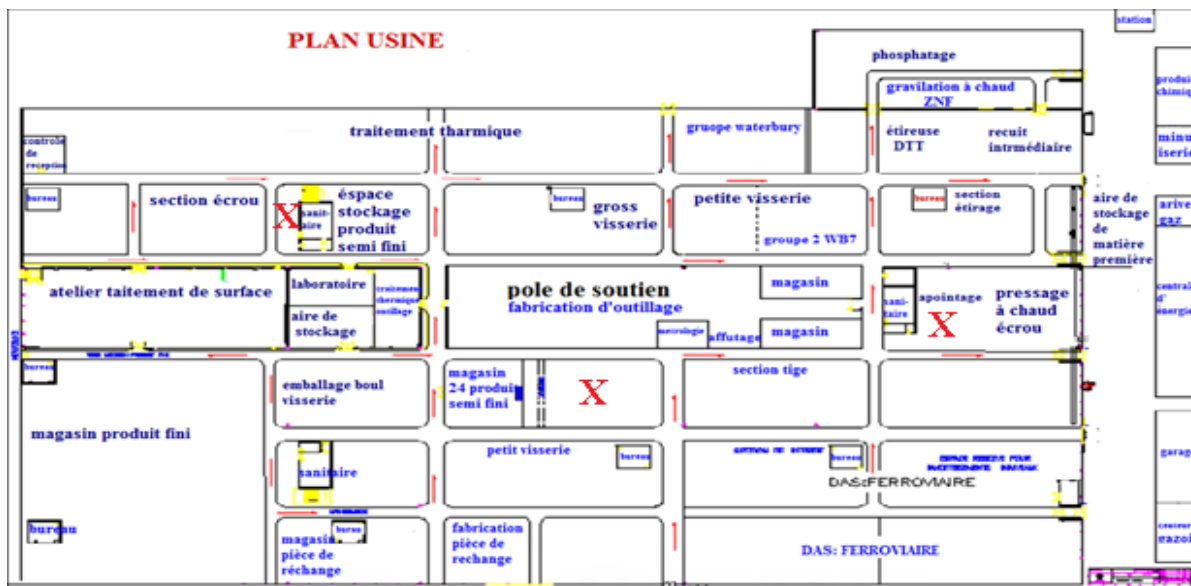


Figure III.5 : le plan d'usine. [9]

L'opération	état actuel	Temps actuel	Etat après l'action	Le temps après l'action
Lestockencours pour aller vers le pressage(1)	La matière reste au attente le temps d'attente c'est le temps de réglage des machines de pressage soit pour le produit standard ou spécifique.	480min	L'implantation d'une nouvelle machine de pressage et filetage spécialisée pour le produit spécifique qu'elle évite le temps de réglage avant chaque opération de pressage donc elles vont être une seule réglage des dimensions et des diamètres.	30min.
Lestockencours pour aller vers le filetage(2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La matière reste au attente le temps d'attente c'est le temps de réglage des machines d'appointage et après le réglage de la machine de filetage soit pour le produit standard ou spécifique.</li> <li>• Les machines tombent en panne à cause de machines vieilles c'est-à-dire très anciennes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 300min</li> <li>• Variable (1h jusqu'à 15 jours)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'entreprise a des machines peuvent faire l'appointage et le filetage au même temps donc nous pouvons diminuer le temps de réglage dans une machine au lieu de 2 machines.</li> <li>• Faire un programme d'entretien préventive avant la panne d'une machine et curative.</li> </ul>	30min (filetage) + 30min (l'appointage).
Lestockencours pour aller vers le traitement thermique(3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les fours actuels sont des fours très anciens souvent ils sortent les produits finis dans une qualité très mauvaise donc s'oblige les opérateurs de répéter l'opération 2ème fois et le résultat est une perte de temps très importante.</li> </ul>	• 589min	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'installation d'un nouveau four qu'il peut donner des produits finis en qualité et n'est obligé de répéter l'opération à chaque fois le résultat est un gain de temps nécessaire.</li> </ul>	• 300min

**Tableau III.6: le stock en cours avant et après l'amélioration.**

**Résolution du problème de temps perdu à cause de triage:**

L'opération	état actuel
-------------	-------------

<p>Letempsperduàcausedesbeaucoupdédéfautdanslesarticles.</p>	<p>Léréglagedesdiamètresetlesdimensionsdesmachinespressageetfiletageàchaussageoufiletagepourproduitspécifiqueetstandardsaaugmentelesdéfautsdesp</p>
--------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**TableauIII.7:leproblèmedetriagedesarticlesetlasolution.**

L'analyseVSMetl'applicationdesoutilsLeanprécédemmentprésentéaaméliorénettementla visibilitédanslaproductionetapermisdemieuxgérerlesprévisionsetlesplanificationsentermederes sources.Ungainimportantdanslasuperficieexploitableaétéremarquésansqu'onréduisenotrecapac itégénéraledeproduction.

**2<sup>ième</sup> outil : L'applicationdelaméthode7Muda:**

**Muda 1 :Stockinutile:**

**1) Stockagedelamatièrepremière:**

Lestockagesefaitdans un magasin detrèsgrandespaceouvertavecune surfacede700m<sup>2</sup>decapacité100tons,etunespaceouvertde2000m<sup>2</sup>.

L'entreprisefaitlacommandedelamatièrepremière. Lemagasinn'estjamais pleincomplètementilstockseulementlaMP(matièrepremière)deproduitstandard.Etpourlesprodu itsspécifique'l'entreprisefaitunespacehorsentreprisede800m<sup>2</sup>c'estl'espacedeparkingqu'ilyaunes pécifiquesontdescommandespartrimestre(lesproduitstandardchaquemois)doncl'entreprisepour évitertouslesobstaclesdanslemagasindesstockagessoitlamanutention,letransportdesMPdesprod uitsstandardàl'atelierjusqu'àlapréparation.

**2) Stock en cours :**

Comme nous avons déjàdit dans lediagrammeISHIKAWA ; nous avons 3stockscoursavantlepressage(1),filetage(2)etletraitementthermique(3)pourrésoudrel'augmen tationdestockencoursonaproposédessolutionstrèseffices letableauprécédentilsontlacapabilitédediminuerouéliminercertainsproduitsenattentequiencomb rentlacirculationdesproduitsauseind'atelierenplusl'espacequi nous avons gagné.

**3) Stock produit fini**  
: Avec 3500 m<sup>2</sup> de surface de stockage sur 5 niveaux, ORSIM a une capacité interne de plus de 2000 tonnes à laquelle viennent s'ajouter des possibilités externes à l'entreprise. La production par commande mais il y a toujours débordant n'est pas trop mais qui peut exploiter des espaces considérable dans le magasin des produits fini.

#### **Muda 2 : Tache inutile:**

Le processus de conception est mauvais, envisager à le redéfinir. Il faut alors rechercher les opérations inutiles ou celles qui peuvent être améliorées par une modification de l'ordre des actions.

- Dans l'opération de la préparation de la matière nous avons dit quand la MP en mauvaise qualité nous passons à l'étape de recuit pour améliorer la qualité nous pouvons dire c'est un gaspillage de temps et l'argent.
- Après le pressage nous avons l'opération d'appointage se fait dans machine qui prend un temps pour régler sur les dimensions désirés, après l'appointage le réglage de la machine de filetage tous les réglages qui fait prend certains temps (gaspillage) très important.

#### **❖ Résoudre ce gaspillage:**

- ✓ La préparation de la MP : les pertes de temps et l'argent à cause d'opération de recuit qui se fait au sein de l'atelier pour éviter ce gaspillage l'entreprise peut acheter la matière déjà recuit donc les frais et le temps va diminuer.
- ✓ Les réglages des machines avant chaque opération est obligatoire à cause des différences dimensions et les diamètres demandés. Mais le problème nous avons une mauvaise planification des tâches, car le produit attend le réglage la machine d'appointage après la machine de filetage (deux machines différents) le mieux c'est que la machine de filetage peut faire l'appointage et le filetage au même temps donc un seul réglage.

Capacité très importante (suffisante) il peut stocker la matière commandée en plus l'espace pour les voitures de l'entreprise.

**Pourquoi l'entreprise fait cette organisation de stockage? Parce que les produits**

#### **Muda 3 : Pièces défectueuses:**

- Le réglage des diamètres et les dimensions des machines pressage et filetage à chaque fois car les machines font l'opération soit le pressage ou le filetage pour produits spécifiques et standards au moment des défauts des produits.
- Les fours actuels sont des fours très anciens souvent ils sortent les produits finis dans une qualité très mauvaise donc s'oblige les opérateurs de répéter l'opération 2ème fois et le résultat une perte de temps très important.

❖ **Résoudre ce gaspillage:**

- L'implantation d'une nouvelle machine de pressage et filetage spécialisées pour les produits spécifiques qu'elles évitent le temps de réglage avant chaque opération donc elles vont être un standard et diminuer les défauts des articles.
- L'installation d'un nouveau four qu'il peut donner des produits finis en qualité et n'oblige pas à répéter l'opération à chaque fois le résultat on gagne un temps nécessaire.

**Muda 4 : Mouvement inutile:**

L'atelier ne respecte pas la ligne de chariot (2 chariots) car nous trouvons les outils de travail qui bloquent le chemin donc la matière ou le produit prend un certain temps pour arriver au point désiré en plus de ça les travailleurs stationnent à côté de la machine à une distance à l'écart de l'atelier ce qui entraîne un risque pour les opérateurs et une circulation mauvaise au atelier tout ça perd du temps.

❖ **Résoudre ce gaspillage:**

- Faire une ligne spéciale pour le chariot et les opérateurs doivent respecter.
- Préciser les points de départ et les points d'arrivée des chariots.
- Chaque opérateur doit respecter la distance minimale à côté de chaque machine.
- Faire un espace pour les travailleurs pour faire une pause de travail ou un repos (n'est pas à l'écart).

**Muda 5 : Transport inutile:**

Tout le transport dans l'atelier est suffisant parce que nous n'avons pas trouvé un transport inutile tous les moyens se fonctionnent.

**Muda 6 : Temps d'attente:**

- le temps d'attente c'est le temps de réglage des machines d'appoint et après le réglage de la machine de filetage soit pour le produit standard ou spécifique
- les machines tombent en panne à cause que les machines sont vieilles c'est-à-dire sont très anciennes.
- L'acquisition de la matière première (la matière absente dans le marché, ou elle existe dans l'usine mais elle n'est pas suffisante).

❖ **Résoudre ce gaspillage:**



- L'entreprise  
adés machine peuvent faire l'appointage et le filetage au même temps donc on peut diminuer le temps de réglage dans une machine au lieu de 2 machines.
- Faire un programme d'une maintenance préventive avant l'arrivée d'une machine et maintenir une curative pendant l'année.
- Faire une étude avant l'arrivée d'une commande pour tous les types de matières premières utilisées dans l'entreprise (la matière existante dans le stock, l'existence dans le marché national, la possibilité d'importer et les dates d'arrivées).



### Muda 7 : Surproduction:

Le gaspillage à cause de la surproduction la source de ce problème c'est les produits finis rebutés. On a donc des produits finis qui sont obligés de répéter la production pour fabriquer la quantité demandée mais la fin de production la quantité fabriquée a toujours dépassé la quantité demandée.

#### ❖ Résoudre le gaspillage:

- L'installation d'un nouveau four qui peut donner des produits finis en qualité et n'oblige pas de répéter l'opération à chaque fois.
- L'implantation d'une nouvelle machine de pressage et filetage spécialisée pour les produits spécifiques qui évitent le temps de réglage avant chaque opération donc elles vont être une solution pour régler les dimensions et les diamètres et diminuer les défauts des articles.

### 2<sup>ème</sup> outil : L'application de la méthode de réduction des temps de réglages (SMED):

#### A. Le principe de la méthode SMED :

En réduisant le temps de réglage des machines, la productivité augmente considérablement. Les attentes intolérables sont les arrêts dus à des défaillances d'équipements ou aux changements des séries.

Le problème qui se pose dans l'entreprise; Lorsque nous mettons en fabrication un lot, nous devons changer l'outillage ou régler la machine, si nous avons fabriqué autre chose auparavant. Le temps de démarrage est souvent le générateur de pièces non conformes;

Le juste à temps impose de disposer de lots de chaque élément à assembler. [5]

Quatre phases:

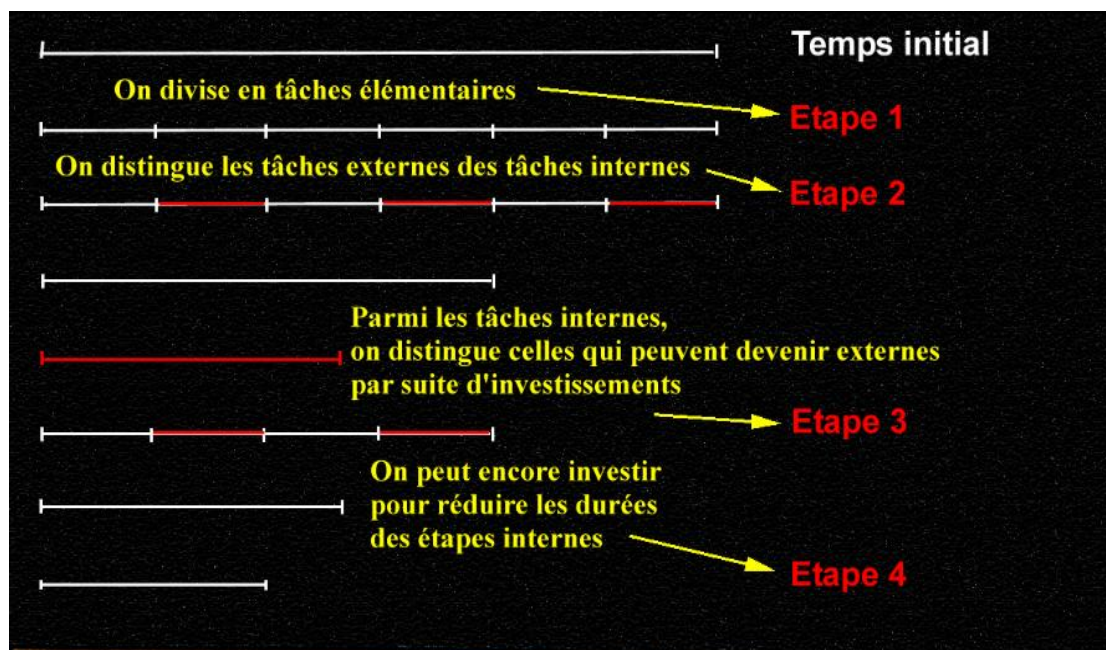
- 1) Analyser;
- 2) Dissocier;
- 3) Convertir;
- 4) Réduire;

**Figure III.6 : les étapes de la méthode SMED. [1]**

**B. L'application SMED dans notre exemple :**

**1) Analyser:**

- Lestempsperdudansleréglageàcausedechangementdefabricationdeproduitstandardàpr oduitspécifique,desnombreuxchangementsfontdanslamachine.
- Lesopérateursn'estpascompétentpourfaireunchangementrapide.
- Unemauvaiseorganisationdescommandesarrivées,unemauvaiseplanification,unmauva isordonnancementlaconséquence danslaproductionuneperteunttempsimportantparexempl edescommandesquisontlesmêmesdiamètresouprochesfaitdansdesmachinesdifférentesa ulieudefairedanslamêmemachinesebesoinsulementunpetitréglagen'estpasunréglagecom plet.



**FigureIII.7 : ladivisiondestâchesinternesetexterne.**

Type de machine standard/spécifique	Nombre de réglage par semaine	Temps de changement de fabrication. (Réglage externe)		Le temps des pannes des machines	Le temps de réparation et maintenance. (Réglage interne)	Sans SMED (Temps total)
		Standard	Spécifique			
La machine de pressage	7J	480 min	540 min	De 60 min à 15 jours	30 min	510 min/570 min
La machine de filetage	7J	300 min	360 min	/	30 min	330 min /390 min
Le four de traitement thermique	7J	912.6 min	912.6 min			912.6 min

**Tableau III.8: le temps de réglage sans SMED.**

- **Les réglages internes:** sont les réparations ou bien les maintenances qu'ils font pendant l'arrêt de la machine.
- **Les réglages externes:** pendant le fonctionnement de la machine nous faisons des réglages des diamètres et des diamètres pour préparer la machine au produit standard ou spécifique.

**2) Dissocier:**

Les réglages externes sont les réglages qui prennent un temps très important dans le temps total par rapport au temps des pannes et des réparations.

Donc s'oblige de faire une réduction;

- La machine de pressage c'est une machine pour le produit standard et spécifique et la même chose pour la machine de filetage le réglage de la machine se fait au début ou bien un réglage rationnel (parce que les produits standard et spécifiques sont différents).

L'implantation d'une nouvelle machine de pressage et filetage spécialisée pour les produits spécifiques varés ou du problème de pourcentage 80%, et le reste de régler quotidiennement des machines des produits standards.

- L'installation d'un nouveau four qui varés ou du problème, il diminue le temps de préparation des fours pour le traitement thermique et le temps de traitement qu'il fait le traitement pendant 300 min et les produits sont en qualité.
- La réduction des réglages quotidiens pour quoi prend un temps pour régler la machine des diamètres et des dimensions déjà connue existé dans l'historique? parce que un seul opérateur fait ça en plus c'est l'opérateur qui est responsable de régler? est pas compétent il est toujours trouvé des problèmes et des difficultés pour régler.
- La maintenance préventive avant la panne des machines est périodique chaque semaine.

Type de machine standard/spécifique	Nombre de réglage par semaine	Temps de changement de fabrication. (Réglage externe)		Le temps des pannes des machines	Le temps de réparation et maintenance. (Réglage interne)	avec SMED (Temps total)
		Standard	Spécifique			
La machine de pressage	7J	30 min	éliminé	De 60 min à 15 jours	30 min	30 min
La machine de filetage	7J	60 min	éliminé	/	30 min	60 min
Le four de traitement thermique	7J	300 min	éliminé			300 min

**Tableau III.9 : le temps de réglage avec SMED.**

**3) Convertir:**

Les solutions qui résoudent le problème c'est pour but diminuer le temps entre les séries la série A entre le pressage et filetage et la série B entre le filetage et traitement thermique.

Donc la diminution des séries c'est la diminution de temps de réglage.

La solution efficace à long terme c'est l'implantation des deux machines de pressage et filetage spécialisées pour les produits spécifiques.

**C. Le résultatde laréduction:**

VoilàlerésultatdeSMED:

La série A avant SMED		La série B avant SMED		La série A après SMED		La série B après SMED	
481.2 min	541.2 min	301.75 min	361.75 min	241.20 min	éliminé	180.75	éliminé

**TableauIII.10:lerésultatfinaldelaméthodeSMED.**

Uneexplicationderésultatobtenu:

Letemps1.20minc'estletempsdelamanutentiondeproduitparlechariotaprèsl'opérationdepress ageversfiletage.

Letemps1.75minc'estletempsdelamanutentiondeproduitparlechariotaprèsl'opérationdefileta gerversletraitementthermique.

Léréglagedesproduitsspécifiquesvaannulerdoncnous avons gagnéuntmpstrèsimportant.

Nous avons diminuéletempsderéglagedesproduitsstandardsparl'enregistrementdechaqueréglageenhistor iquepourlesopérateursneperdentpasuntmpsdanslaprochainefabrication.

**D. Comparaisondesindicateursdel'étatinitialetl'étatamélioré:**

indicateur	Etata ctuel	EtataprèsKaizen
Stockenattente	1692.6min	696.3min
Surfaceexploitableen production	0	190m <sup>2</sup> (lesnouvellesmachinesdepressageetfiletage)+200m <sup>2</sup> (nouveaufourdetraitementthermique)
Délaisdeproductiong lobale(VSM).	33J	5J

**Tableau3.11:lacomparaisonentrel'étatactueletl'amélioré.**



Figure III.8: l'implantation des nouvelles machines. [10]

La figure 3.9, ci-après représente la cartographie pour l'état de l'entreprise après l'amélioration de la réalisation du produit.

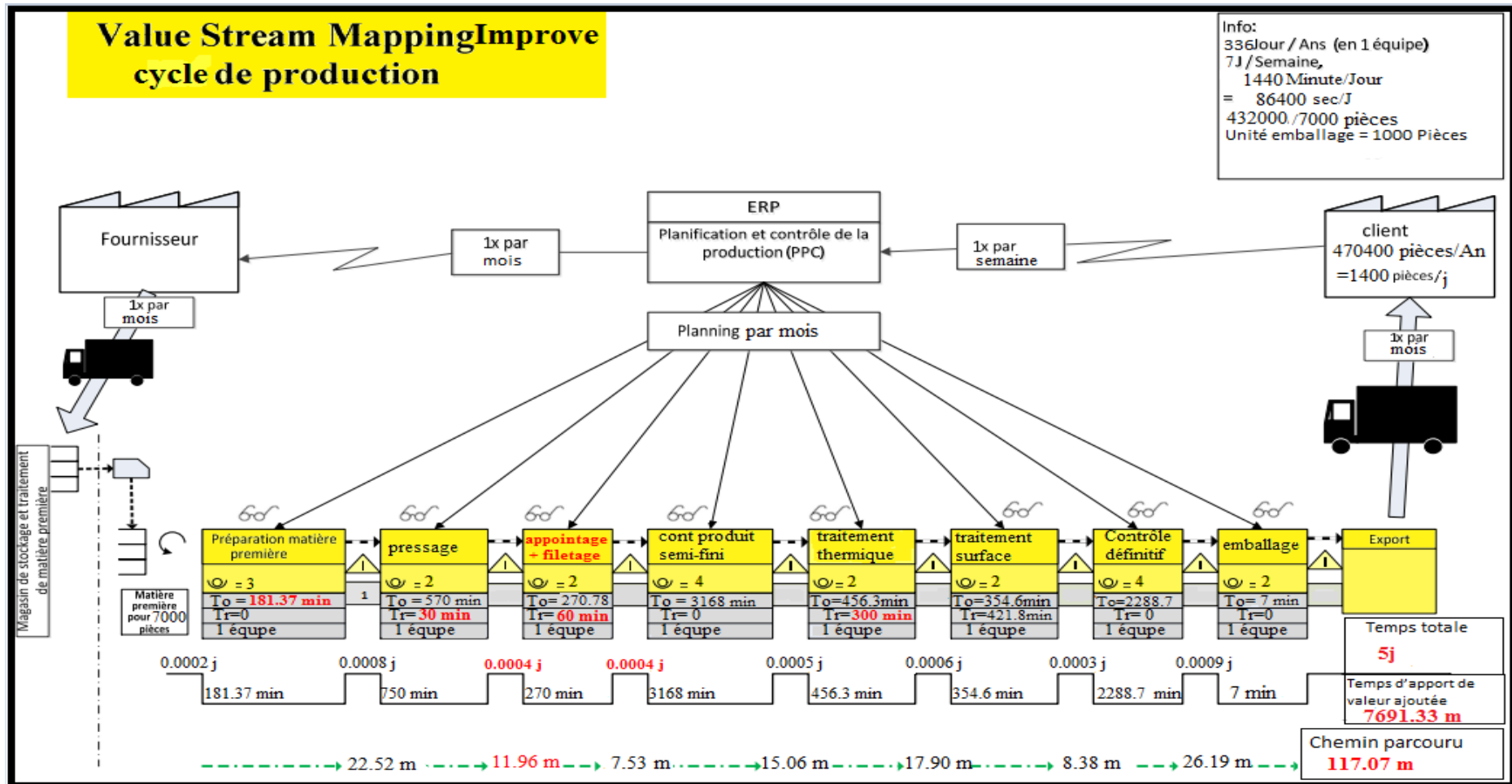


Figure III.9 : la cartographie pour l'état de l'entreprise après l'amélioration (Kaizen) de la réalisation du produit. [7]

### III.2.3.2 L'application de la méthode 6 σ (Sigma) :

Le concept Six Sigma s'appuie sur la loi normale en utilisant la courbe de Gauss, qui peut démontrer la distribution des pièces fabriquées. Cette distribution contient tous les pièces conformes et non conformes que nous pouvons voir dans la courbe de Gauss.

Le problème c'est la fabrication d'un produit n'est pas le même ou bien défectueux chaque entité au problème soit les dimensions soit les diamètres donc conduit un problème de variabilité de processus.

Le but c'est de réduire la variabilité pour fournir une qualité constante de client. Dans le domaine de production on parle sur la variation.

En mathématique la variance  $V(n)$  : c'est la dispersion d'un échantillon ou d'une distribution.

$N$ : le nombre total des pièces.

$$V(n) = \frac{1}{N} \sum_{i=1} n_i \cdot x_i^2 - \bar{X}^2$$

$n_i$ : les pièces conformes fabriquées dans les machines dans chaque lot.

$x_i$ : les nombres des lots fabriqués par la machine.

La variabilité de la distribution des pièces par lot on peut placer sur un axe.

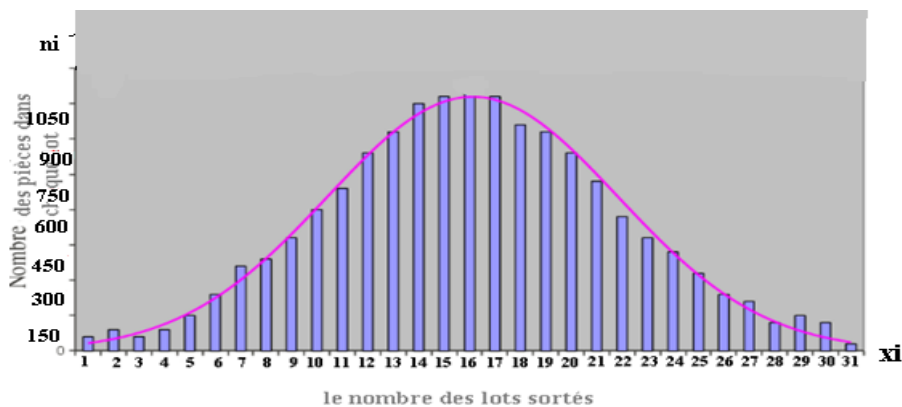


Figure III.10: le graph de la distribution d'un produit fini par lot. [11]

En rose, c'est une courbe symétrique, une forme de cloche de la loi normale.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left( -\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right)$$



La méthode 6(Sigma) s'appuie sur la loi normale en utilisant :

La courbe de Gauss.

La moyenne de chaque échantillon ( $\mu$ )

L'écart type ( $\sigma$ ) Sigma : c'est la racine de la variance  $\sigma = \sqrt{V(x)}$ ;

$V(x)$  c'est la variance.

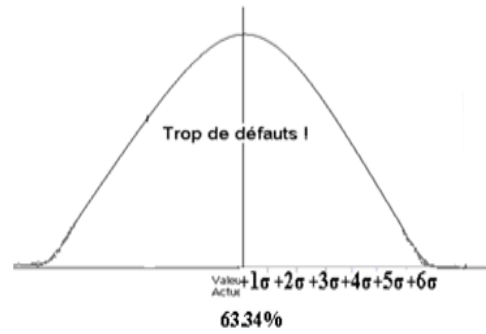


Figure III.11 : la distribution des défauts de 6 Sigma. [11]

La méthode 6 Sigma se compose de 6 niveaux à chaque niveau un pourcentage de conformité des pièces.

Le niveau de Sigma ( $\sigma$ )	Le pourcentage de conformité
$\pm 1$	68%
$\pm 2$	95%
$\pm 3$	99.73%
$\pm 4$	99.9937%
$\pm 5$	99.999943%
$\pm 6$	99.9999998%

Tableau III.12: les pourcentages de 6 Sigma.

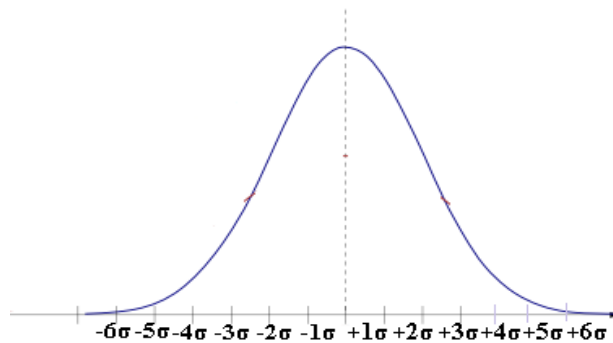


Figure III.12 : les niveaux de 6 Sigma. [11]

Les rebuts dans le processus de fabrication de grande fabrication un vis métrique à tête hexagonale M6 à M12 de haute qualité évalué à 36.66% ; (le rebut de pressage : 4.99%, (filetage + l'appointage) : 1.67%, contrôle produit semi fini : 15%, contrôle produit fini : 15%.

C'est-à-

dire le pourcentage des pièces conformes égale à 63.34% donc on a un peu proche d'un niveau ( $+1\sigma$ ) mais loin de  $+6\sigma$ .



### **On a un pourcentage de rebut n'est pas négligeable qui influe sur le temps de production.**

Nous avons démontré dans cette courbe la variabilité des pièces défectueuses, nous avons calculé le pourcentage de conformité donc nous allons appliquer 6 Sigma pour augmenter le niveau de performance et diminuer le rebut.

Le rebut de notre exemple; une réduction des dépenses grâce à une minimisation du nombre de rebuts, de retouches et de gaspillages au cours de la production et une optimisation de l'efficacité de la production.

Pour résoudre notre problème de rebuts nous allons appliquer la démarche DMAIC qui présente les cinq étapes de la démarche de réduction de la variabilité des processus. Cette approche est un ligne de conduite pour effectuer une démarche Six Sigma.

Nous avons pu constater que notre capacité de processus était loin d'être bonne. En effet, nous avons un Cpc (capabilité du processus de contrôle) de 63.34. Dans ce cas, nous allons devoir agir sur le moyen de mesure afin de ne pas perturber la dispersion de la production avec la dispersion de notre moyen de mesure.

#### **A. La mise en place de DMAIC:**

Le DMAIC est une conduite de changement qui permet d'accélérer l'amélioration de performance dans un délai court par rapport à la démarche PDCA (amélioration continue).

##### **❖ Définir; définir :**

L'étape (Définir) de la démarche DMAIC est une phase d'une importance capitale car elle permet de bien cerner et comprendre la problématique. Pour cela une base de données de la production obtenue par l'entreprise est indispensable comme point de départ pour pouvoir identifier la problématique.

#### **Etude pratique:**

Notre exemple de fabriquer 7000 pièces.

L'objectif: produire un vis métrique à tête hexagonale M6 à M12 de haute qualité.

La matière première: 300kg

Les pièces sortent des machines des pressages; le total est-à-dire avec les rebuts: 11400.

$X_i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$n_i$	368	402	361	412	369	390	351	431	328	424	340
Le pourcentage(%)	35.58	38.88	34.89	39.77	35.66	37.65	33.94	41.65	31.75	40.96	32.83

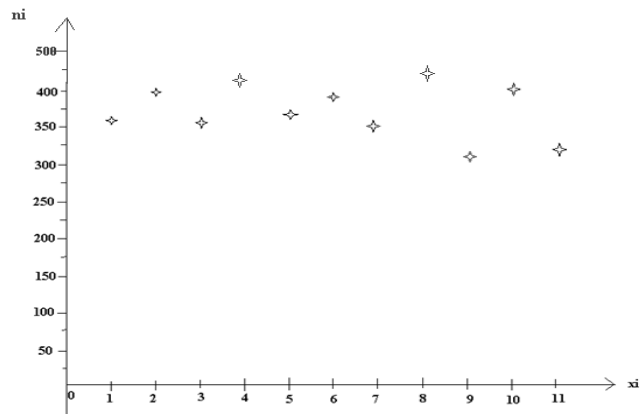
**Tableau III.13 : les pourcentages des rebuts**

$n_i$ : nombres des pièces défectueuses dans chaque lot contient 1036 pièces.

$x_i$ : nombres des lots.

N: le nombre total des pièces défectueuses;  $N=4176$ .

La première figure démontre la distribution des pièces défectueuses; on peut voir la dispersion des lots



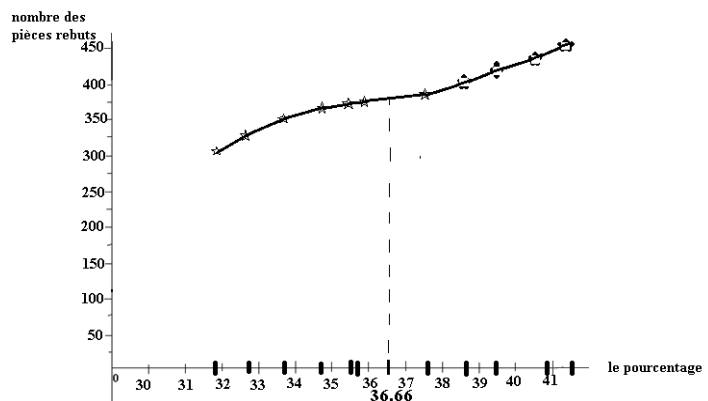
**Figure III.13 : la dispersion des pièces défectueuses. [11]**

Lot numéro 9 contient 328 pièces défectueuses parmi 1036 pièces donc c'est le minimum.

Lot numéro 8 contient 431 pièces défectueuses parmi 1036 pièces donc c'est le maximum.

La deuxième figure démontre le pourcentage de chaque lot et la valeur moyenne des rebuts.

La tolérance:



**Figure III.14 : les pourcentages des rebuts. [11]**

Afin de réduire cette dispersion et améliorer le processus, il est indispensable de bien étudier le problème afin de dégager les causes en tenant compte des différents facteurs. Pour cela, nous avons réalisé un QOQC afin de mieux cadrer le problème avant de lancer dans la recherche de solutions.

➤ **Définition d'une problématique: QQQQCP;**

Cette méthode permet d'analyser les problèmes d'une activité sur toutes les dimensions. Il est ainsi plus facile de décrire la situation en adoptant une attitude interrogative systématique.

Le QQQQCP repose sur des questions élémentaires très pratiques pour mettre de l'ordre dans les idées.

- **Qui?**: Quelles sont les personnes impliquées dans le problème? (qu'elles soient émettrices ou réceptrice, interne ou externe)

- **Quoi?**: Quel est le problème? Quels sont les faits, les chiffres, les résultats qui le prouvent?

- **Où?**: Où se pose le problème? A quel endroit? Dans quel lieu?

- **Quand?**: Quand apparaît le problème? A quel moment?

- **Comment?**: Comment peut-on mesurer le problème? Comment pourra-t-on mesurer ses solutions?

- **Pourquoi?**: Pourquoi doit-on résoudre le problème? Quels sont les enjeux que nous devons savoir?

Le QQQQCP est un outil efficace qui permet une visualisation immédiate de la problématique.

Pour conclure, nous tenions à rappeler quel'étape Définir, pour la définition de problème.

**Figure III.15 les données entrées et les sorties de la méthode QQQQCP. [12]**

❖ **Mesure ; Mesurer :**



➤ **Outils et techniques utilisés:**

- ✓ **Calcul de la capacité: Cp et Cpk**

**Cp:Indicedecapabilité.**

Ilprésentel'aptituded'unprocessusàrespecterdesspécifications,àatteindreenpermanenceleniveau delaqualitésouhaité.Ildonneégalementlerapportentreladisersionduprocessus(savariabilité)etla plageentrelestolérances.

Latolérance:6.85;c'estl'intervalleentrelepourcentageminimum(31.75)derebutetlemaximum(38.6%)'Silepourcentageiderebutdépassecettevaleurdonconpeutpasproduirelaquantitécommandée;l aquantitéfabriquédécettepourcentageégale7000pièces.

$$Cp=9.86-2.75/6\sigma$$

**T<sub>s</sub>:latolérancesupérieure.**

**T<sub>i</sub>:latoléranceinférieure.**

**σ:l'écarttype;c'estlaracinedelamoyenne.**

$$Cp = \frac{(Ts - Ti)}{6 \times \sigma}$$

$$\bar{X} = 1/N \sum_{i=1} n_i \cdot x_i^2$$

$$=16635/4176=3.98$$

$$V(x)=1/4176\Sigma(368*1)+(402*2^2)+(361*3^2)+(412*4^2)+(369*5^2)+(390*6^2)+(351*7^2)+(431*8^2)+(328*9^2)+(424*10^2)+(340*11^2)-(398)^2.$$

$$V(x)=45.49-15.84.$$

$$V(x) = 1/N \sum_{i=1} n_i \cdot x_i^2 - \bar{X}^2$$

$$V(x)=29.65.$$

$$\sigma=\sqrt{V(x)}=\sqrt{29.65}=5.44.$$

**Onrevientnotreéquation:**

$$Cp=9.85-2.75/6*5.44$$

$$Cp=0.22$$

Capabilité	Interprétation
<b>Cp&gt;1,33</b>	<b>Capabilitéidéale,àmaintenir</b>
<b>1,33&gt;Cp&gt;1</b>	<b>Capabilitétropjuste:unedérivepeutapparaitre</b>
<b>1&gt;Cp&gt;0,67</b>	<b>Capabilitéinsuffisante:Augmentationdescontrôlesetmiseenplaced'unedémarched'amélioration</b>

0,67>Cp	<b>Capabilitétrèsinsuffisante:Analyseimmédiatedescauses,révision destolérances,actionscorrectives</b>
---------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tableau III.14 :les paramètres de capabilité Cp.**

**Cpk:**

Ilprésentelecentragedelaproductionparrapportauxlimitesdelatolérance.UnCpkélevéindiquenonseulementquelaproductionestrépétable,maisqu'elleestégalementbiencentréedansl'intervalle detolérance.

$$Cpk = \frac{\text{Min}[(Ts - moy); (moy - Ti)]}{3 \times \sigma}$$

AvecTs=Tolérancesupérieur,Ti=Toléranceinférieur,moy=moyennedesrésultats.

$$Cpk = \frac{\text{Min}[(9.85 - 3.98); (3.98 - 2.75)]}{3 \times 5.44}$$

$$Cpk = \frac{\text{Min}[(5.87 - 1.23)]}{16.32}$$

**Cpk=0.075.**

Capabilité	Interprétation
Cpk>1,33	<b>Capabilitéidéale:procédécentré,àmaintenir</b>
1,33>Cpk	<b>Capabilitétropjuste:unedérivepeutapparaitre,mettreenplace unedémarched'améliorationpourcomprendreladériveetlastopper</b>

**Tableau III.15 : les paramètres de capabilité Cpk.**

Pratiquementonaévaluéaussilespourcentagesdeserreurspendantleschangementsdesoutillagesou leserreursdesréglageslamachinesoitpourleproduitstandardouspécifiqueégale15%.

**Lesrésultats;**

**Cp:**capabilitétrèsinsuffisanteCp=0.22,lavaleurinférieureà067duparamètre.

**Cpk:**CapabilitétropjusteCpk=0075,lavaleurinférieureà1.33duparamètre.

❖ **Analyse ; Analyser:**

Apartirdudiagrammed'ISHIKAWAonvaidentifierlescausesprincipale;

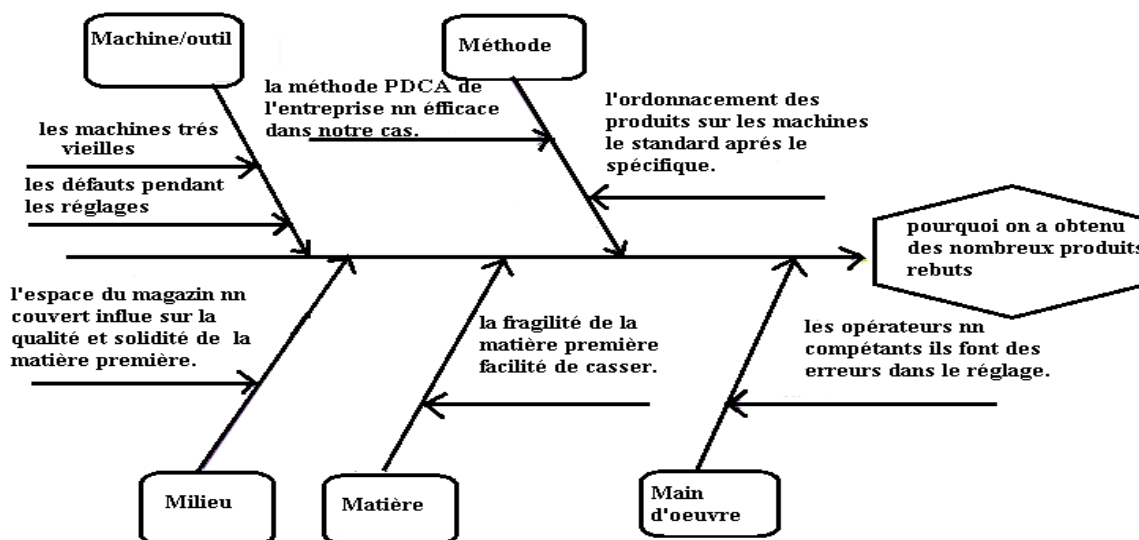


Figure III.16 : diagramme d'Ishikawa. [13]

Analyse des causes racines :

Ensuite, un arbre des causes est réalisé pour trouver des causes racines.

Le résultat montre que les causes racines des multiplicités des rebuts sont les suivantes :

- Les machines très vieilles.
- Les défauts des réglages.
- Les matières premières non qualifiées et la facilité de casser pendant la production, c'est le besoin du client, choisit cette matière évaluée à 9% dans chaque opération.
- Les machines ordonnées de fabriquer un type de produit standard, suivies par un produit spécifique, cet ordonnancement ou bien cette méthode diverse les erreurs dans les machines pendant la fabrication.

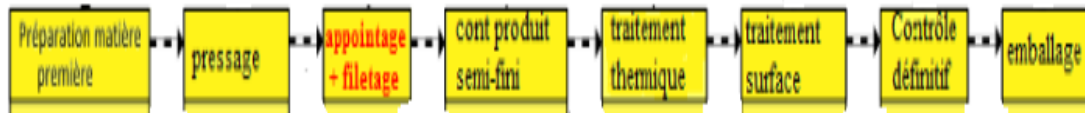
❖ **Improve ; améliorer :**

Après l'identification des causes racines, un plan d'action est identifié avec tous les participants.

Le plan	L'action
1 juillet 2016	L'implantation de nouvelles machines spécialisées pour les produits spécifiques et libère les autres machines de fabriquer les produits standards.
1 septembre 2016	L'installation d'un nouveau four pour le traitement thermique il donne des produits finis en bonne qualité.

**Tableau III.16 : le plan d'action de l'entreprise.**

Après l'implantation des nouvelles machines un nouveau ordonnancement l'entreprise va appliquer, nouvelle chaîne tant que la machine de filetage peut faire l'appointage et le filetage en même temps et la valeur de rebut les deux égale 1.67. On a diminué le pourcentage de l'appointage égal 1%. Donc on obtient un pourcentage final de 0.67%.



**Figure III.17 : la chaîne de production améliorée. [11]**

Lessolutions:

- ✓ On a une chaîne spécialisée pour les produits standard et une nouvelle pour les spécifiques varésoud rele problème de réglages dans la même machine dans l'ancienne chaîne et varésoud rele problème de l'emplacement des outillages des produits spécifiques dans la machine du standard qu'il a multiplié les erreurs et les défauts. Après cette implantation on va diminuer 10% c'est la valeur des erreurs de changements des outillages.
- ✓ Les changements des outillages par des opérateurs compétents (les formations doivent obliger pour les nouveaux investissements) pour préciser exactement les dimensions et les diamètres pour les pièces sortent dans les normes désirées et pour satisfaire le besoin de client.
- ✓ Le service d'achat fait un plan de l'importation des matières premières s'il est seulement si la matière se qualifie et les commandes des matières fragiles vont annuler, donc notre évaluation pratique on a déduit que la solidité des matières premières peut déminer la casse et les déchets à cause de la fragilité à 2%.

#### ❖ **Control ; Contrôler:**

Dans cette phase, une feuille de route est effectuée pour examiner, vérifier et valider la mise en place des actions d'amélioration.

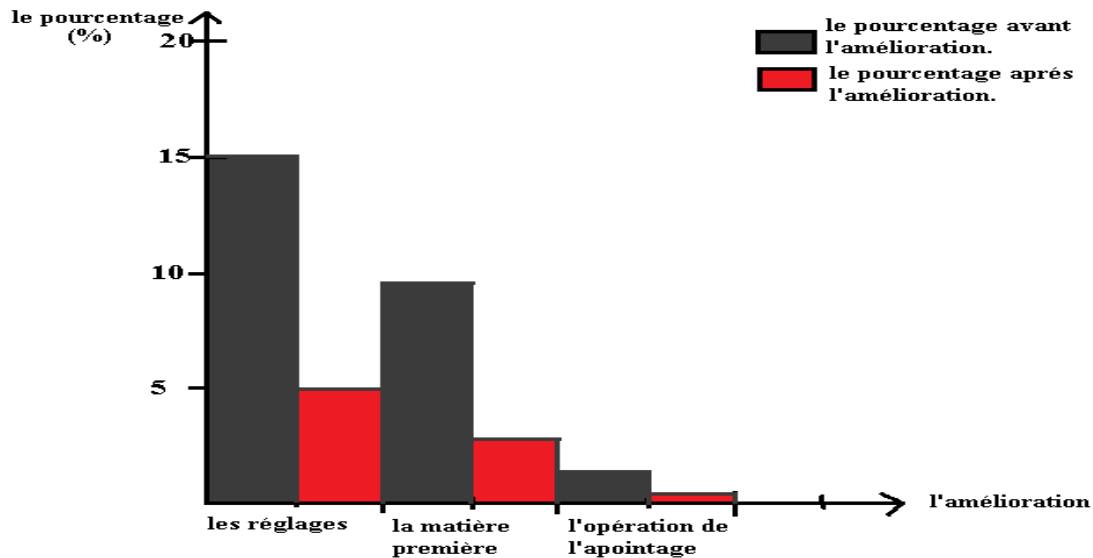


Figure III.18 : la distribution des pourcentages dans chaque opération améliorée. [13]

### B. Résultats perçus:

- Maintenir le processus "sous contrôle"

Après la validation de la solution, son maintien dans le système c'est-à-dire on fait une amélioration à long terme, ce n'est pas des solutions provisoires, on ne peut pas garantir de réaliser un produit avec des minimums de rebuts que le client soit exigeant, donc on gagne sa fidélité et la pérennité de l'entreprise.

Avant notre étude, le service de contrôle prenait un temps de 30 jours pour retourner les résultats de contrôle au département d'ordonnancement, ce qui en réalité l'opération de contrôle se faisait en quatre jours parce que pour contrôler 200P/hon, on a besoin de quatre jours seulement, donc on a gagné **26 jours**.

À partir de cette figure, on a obtenu les résultats suivants : on a diminué le pourcentage de rebuts jusqu'à 18.66%, donc il y a eu une réduction de rebuts.

On a arrêté pas ici, on termine notre amélioration par cette méthode jusqu'à la disparition des rebuts, comme la figure ci-après.

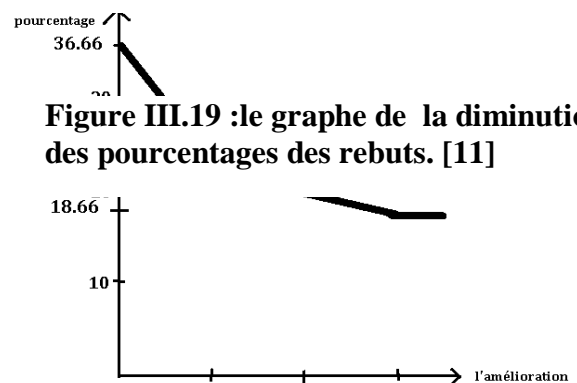


Figure III.19 : le graphe de la diminution des pourcentages des rebuts. [11]



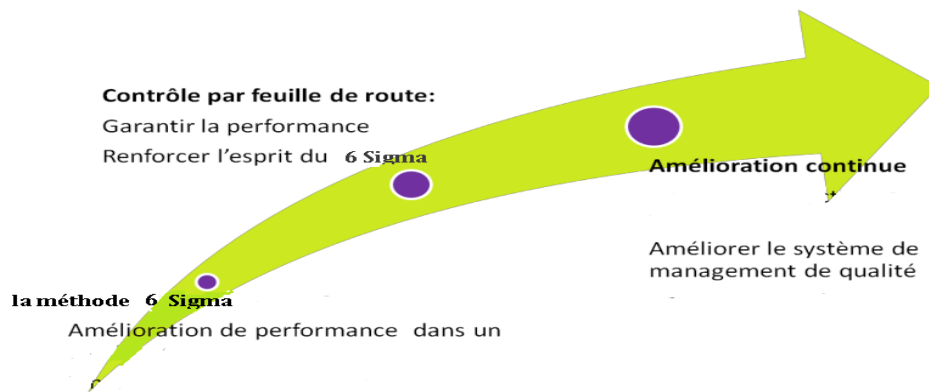


Figure III.20 : l'amélioration continue par 6 Sigma. [11]

### III.3 Le résultat de notre travail:

Dans cet exemple précédent nous avons dit que l'entreprise a fait un retard de livraison de **2 mois**. Après l'application de notre méthode, la solution de notre étude de cas est l'implantation de nouvelles machines spécialisées pour les produits spécifiques, nous avons résolu le problème de retard de lancement évalué à **30 jours** donc l'entreprise prend notre étude en considération, elle fait le travail comme un projet varéaliser et elle prépare le budget pour faire l'investissement.

Il reste un mois de retard de fait à cause de la chaîne de production, le service de contrôle prend un temps imaginaire de 30 jours pour retourner les résultats de contrôle au département d'ordonnancement. En réalité l'opération de contrôle se fait en quatre jours parce que pour contrôler 200P/h nous avons besoin de quatre jours seulement donc nous avons gagné **26 jours**.

Nous avons éliminé le retard de **4 jours** après l'application des outils (ISHIKAWA), (SMED) de la méthode **Lean manufacturing** nous faisons des améliorations dans les systèmes soit le stock en cours, les réglages des machines, la maintenance.

L'arrivée à la productivité du système nous prenons en considération l'amélioration de la qualité de produit fabriqué c'est le but de la méthode **6 Sigma** on a diminué le pourcentage des rebuts de 36.66 jusqu'à 18.66.

### III.4 Les travaux sous Arena :

Arena est un logiciel d'automatisation développé par modélisation de systèmes et acquis par Rockwell Automation en 2000. Il utilise le processeur SIMANet dans la langue de simulation. Arena est utilisé par de nombreuses grandes entreprises engagées dans la simulation de processus d'affaires. Certaines de ces entreprises comprennent General Motors, UPS, IBM, Nike, Xerox, Lufthansa, Ford Motor Company, et d'autres.

Nous avons choisi ce logiciel pour la qualité des résultats; dans Arena, l'utilisateur construit un modèle d'expérience en plaçant des modules (boîtes de différentes formes) qui représentent des processus ou de la logique. Les lignes de connexion sont utilisées pour joindre ces modules entre eux et spécifier le flux d'entités. Il faut régler chaque modèle par rapport à ses données statistiques, telles que le temps et la quantité... etc. Aussi on peut déclarer des moyens de transport et plusieurs paramètres.

L'entreprise produit trois types de produits standard vis, écrou, et rondelle. Chaque type de produit est différent de l'autre dans les étapes de fabrication. Nous avons fait la simulation sous Arena de ces trois produits.

#### III.4.1 modèle de vis:

##### III.4.1.1 Grand vis:

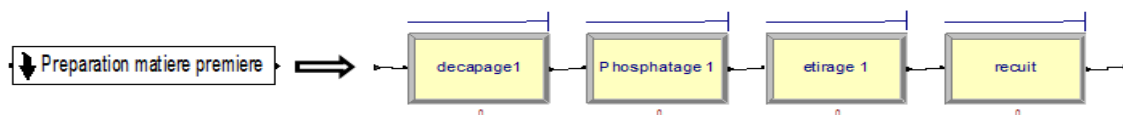


Figure III.21 : Modèle aréna d'une grande vis. [14]

- La matière première est sous forme de rouleau d'acier.
- Le poids de rouleau réel dans notre système est 1700 Kg mais Arena n'accepte pas cette valeur car le nombre de pièces sort est très élevé c'est pour ça on a déclaré comme variable un poids (170 Kg) inférieur de poids réel, et on a fait une itération pour calculer et donner le nombre réel des pièces.

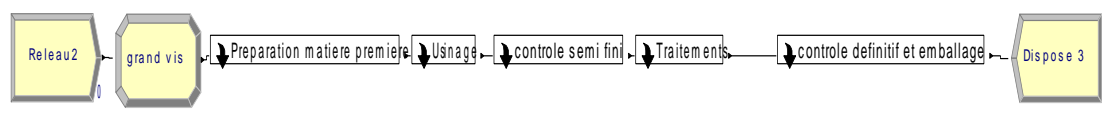


Figure III.22: Les étapes de préparation de la matière première. [14]

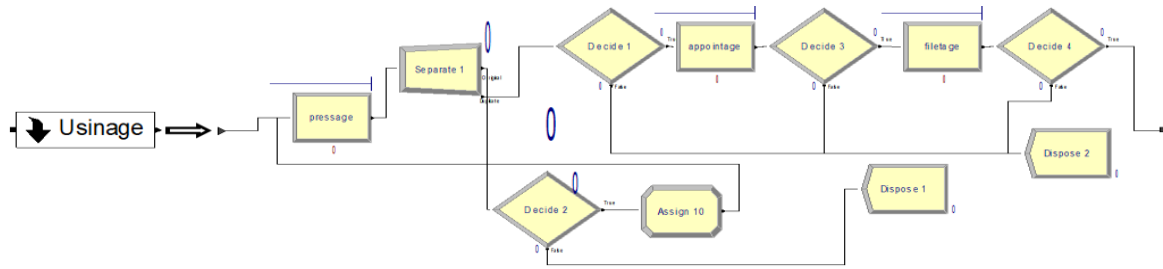


Figure III.23: L'opération d'usinage de vis. [14]

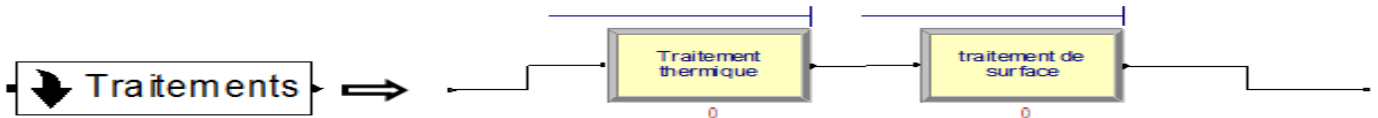


Figure III.24: L'opération de contrôle semifini. [14]

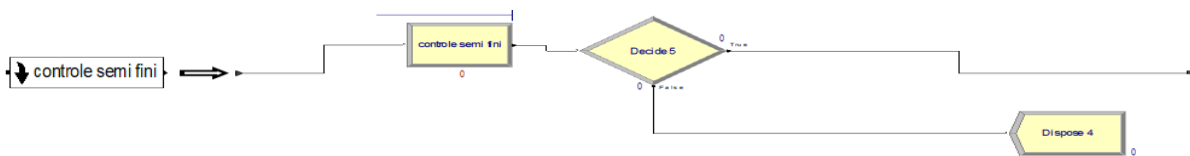


Figure III.25 : Les traitements thermique et surface. [14]

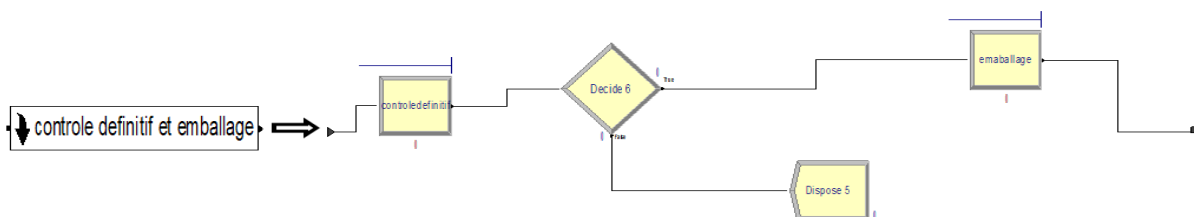


Figure III.26: Le contrôle final et l'emballage. [14]

### III.4.1.2 moyens vis:

Le moyens vis besoins les mêmes étapes de fabrication de grande vis sauf l'opération de traitement de surface.

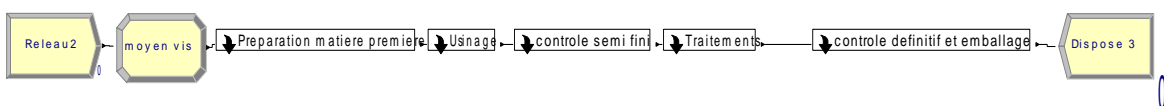


Figure III.27: Modèle aréna d'un moyens vis. [14]

**III.4.1.3 Petit vis:** la même chose pour la petite vis. La différence c'est que cette vis a besoin d'un traitement de surface.

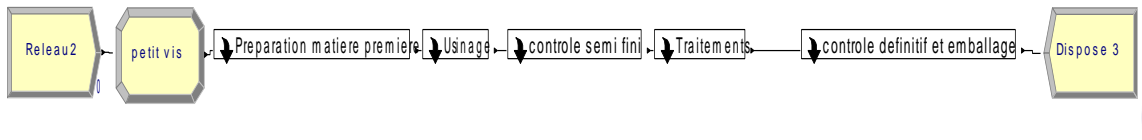


Figure III.28: Modèle arénaire d'une petite vis. [14]

**III.4.2 Ecrou:**

**III.4.2.1 grand écrou:** ce type d'écrou passe des mêmes étapes de fabrication de grande vis sauf dans la partie d'usinage. elle a besoin de pressage, recuit de normalisation, et taraudage.

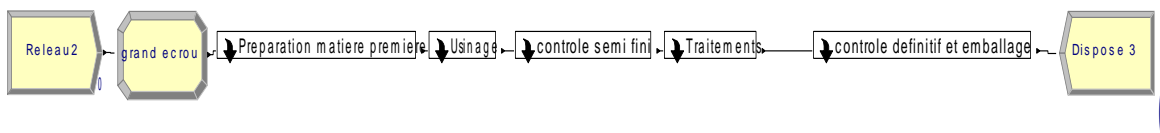


Figure III.29: Modèle arénaire d'un grand écrou. [14]

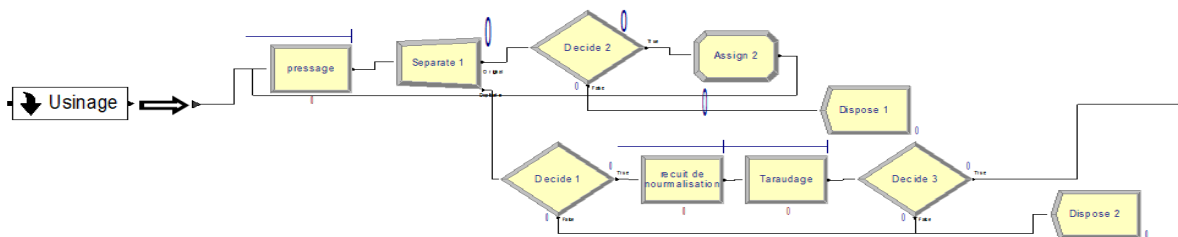


Figure III.30: L'opération d'usinage de l'écrou. [14]

**III.4.2.2 moyen écrou:** elle a besoin des mêmes étapes de fabrication d'un grand écrou sauf l'étape de recuit de normalisation.

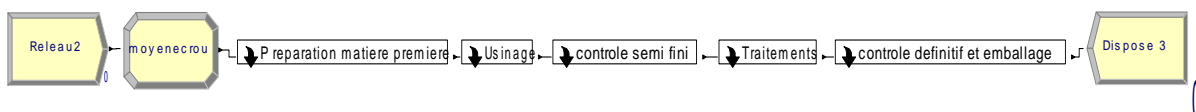
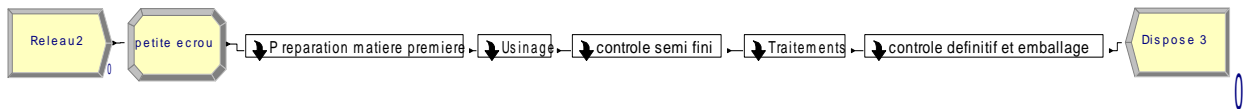


Figure III.31: Modèle arénaire d'un moyen écrou. [14]

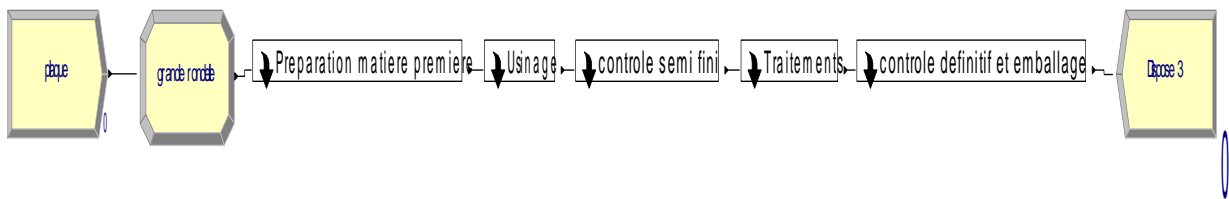
**III.4.2.3 petit écrou:** les mêmes étapes de fabrication d'un moyen écrou mais elle n'a pas besoin de traitement thermique.



**Figure III.32: Modèlearénad'unpetitécrou. [14]**

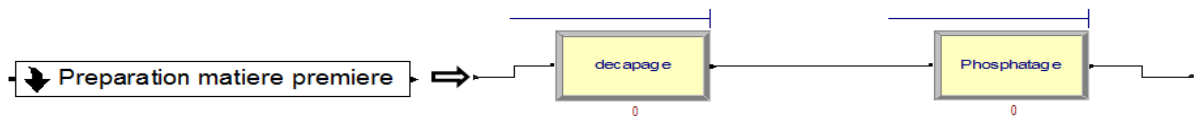
**III.4.3 Rondelle:** la matière première de rondelle arrive sous forme de plaque.

**III.4.3.1 Grandrondelle:**



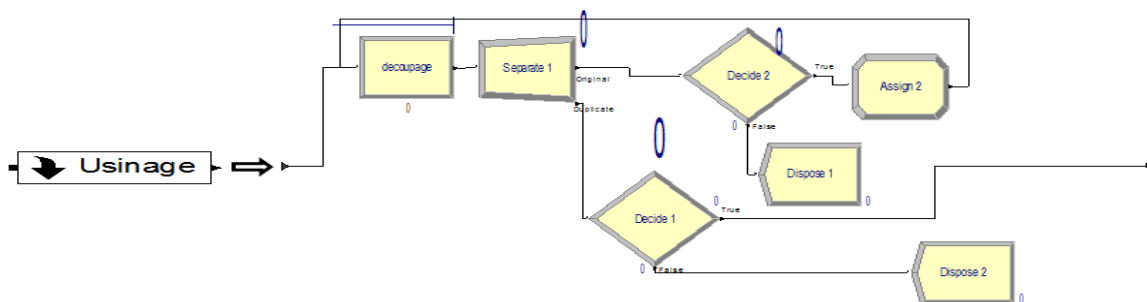
**Figure III.33: Modèlearénad'unegrandrondelle. [14]**

- **Préparation de matière première:** cette étape est composée de deux opérations: le décapage et le phosphatage.



**Figure 3.34: La préparation de matière première**

- **L'usinage:** cette étape est composée d'une seule opération (découpage) où la matière première découpe une petite rondelle. La rondelle a besoin d'un traitement de surface seulement.



**Figure III.35: L'opération de l'usinage. [14]**

### III.4.4 Exemple: nous

allons faire la simulation de la fabrication d'une 7000 vis métrique à tête hexagonale. Les mêmes étapes de fabrication de grand vis.

Nous avons donné le nom de vis et entré deux attributs le premier représente le poids du rouleau 300Kgs suffisant pour fabriquer 7000 pièces.

Le deuxième attribut représente une itération pour donner le nombre des pièces qui sortent.

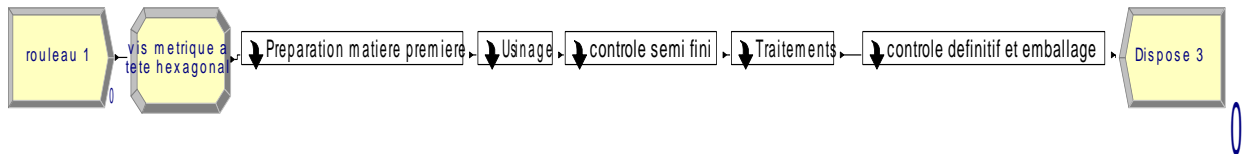
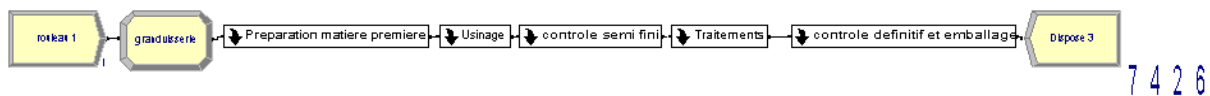
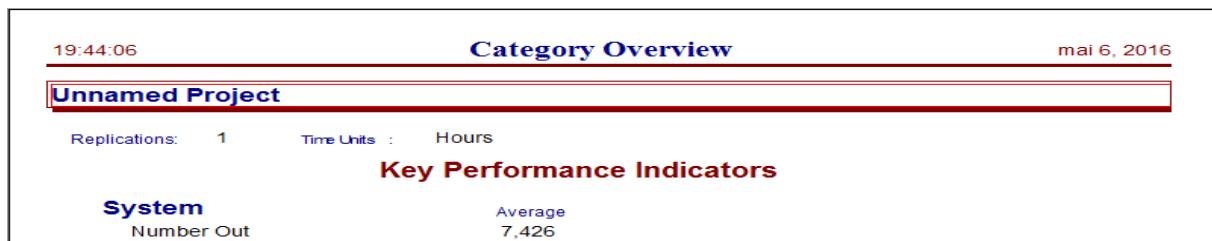


Figure III.36: Exemple de vis métrique sous Arena avant la modification. [14]

#### III.4.4.1 Le résultat:



-a-



-b-

Figure III. 37: le résultat final. [14]

#### III.4.4.2 l'application de notre étude:

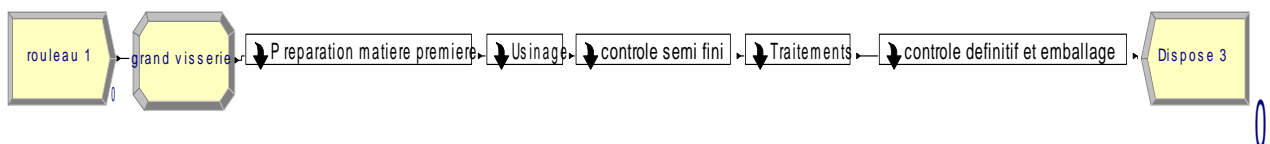


Figure III.38: Exemple de vis métrique sous Arena avant la modification. [14]

La matière première que nous avons utilisée c'est 41Cr4 recuit pour annuler l'opération de recuit de l'étape de préparation de matière première.

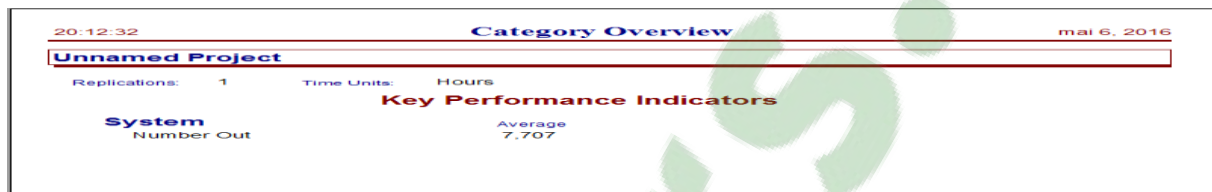
Après l'opération de pressage nous avons orienté les pièces vers une machine WB60 de cadence 40 pcs/min, elle fait l'appointage et le filetage en même temps, Aussi nous avons entré les données de nouveau four qui a besoin de 300 min pour terminer le traitement thermique.

### III.4.4.3 Le résultat:

Après l'application de notre étude nous avons trouvé que le temps de traitement a diminué.



-a-



-b-

Figure III. 39: le résultat final. [14]

### **III.5 Conclusion:**

Danscechapitrenousavonsfaitlasimulation sous logicielArenadusystème defabrication destr oistypesdeproduitsstandards.

Aprèsnousavonsprisunexemple d'unproduit où l'entreprise applique laméthodePDCAmais l erésultatc'estqueleretardestconsidérable donc l'entrepriseaétéobligéedechercherunenouvellemét hode.C'estpourcette raison quenousavonsappliquésurlemêmeexempleuneméthode plusdéveloppée, il s'agit de la méthodeLean– sixsigmasquireprésentelacombinaison dedeuxnouvellesméthodesLeanetsixsigma.Cetteapplicat ionnousdonneunrésultat nettement meilleur.

Alafin,aprèsnousavonsfaitlasimulation sous logicielArenadecetexemple avantetaprès l'app licationdenouvelleméthodepourcomparerlesrésultatstrouvé.



## **Conclusion générale :**

Le problème principal de notre projet consiste à l'investigation autour du problème de retards des livraisons dans l'entreprise ORSIM. Lors de notre stage, nous avons remarqué que la méthode utilisée actuellement par l'entreprise, qui est la méthode (PDCA), ne répond pas aux objectifs de l'entreprise. Alors nous avons étudié et appliqué une méthode moderne et durable qui est la méthode Lean 6 Sigma.

Nous avons présenté dans ce mémoire toutes les informations essentielles sur l'entreprise. Nous avons ensuite établi une liste des problèmes avec des propositions pour les résoudre.

Nous avons collecté toutes les informations qui peuvent nous aider à comprendre et à déterminer tous Muda (gaspillages) nous avons utilisé le kaizen (amélioration continue) pour éliminer le gaspillage.

Pour mettre en évidence les résultats donnés, nous avons établi un modèle sous le logiciel de simulation Arena d'un exemple de produit et ainsi nous avons pu comparer les résultats obtenus avant et après l'application de notre proposition.

## Références bibliographiques :

### Introduction générale :

[1] Document d'entreprise.

### Chapitre I :

[2] Fiche technique de l'entreprise national de la boulonnerie coutellerie et robinetterie BCR.

[3] Document « BCR et la contrefaçon » par Mr Amar HALIMI le PDG de BCR.

[4] Document lettre de PDG du BCR dans le site de groupe BCR.

[5] Fiche technique de l'entreprise national de la boulonnerie coutellerie et robinetterie BCR.

[6] Le site de groupe BCR.

[7] Document de département commercial.

[8] Document de département d'étude et méthode.

[9] Document direction finance et contrôle gestion.

[10] Document direction industriel.

[11] Fiche technique de la société ORSIM.

### Chapitre II :

[1] Implantation et effets du Lean et des six sigmas en milieu de soins aigus, Simon Deblois et Luigi Lepanto.

[2] [<http://www.piloter.org/six-sigma/>]

[3] Mémoire d'Intelligence Méthodologique Années 2013-2014 Master Qualité et Performance dans les Organisations Master Spécialisé « Normalisation, Qualité, Certification, Essais » Membres du projet (Lilian Chavanon (Xueyun Cheng (Florine Genoud (Ous Ghliss (Dyah Okty Moerpratiwi).

[4] Etude et implémentation d'une production Lean Manufacturing ». Mastère professionnel en Optimisation et Modernisation des Entreprises MOME présenté par Kamel Ben Njima. 2012/2013.

- [5] Le cours du diagnostic du système, master 2 année 2015-2016.
- [6] THESE de Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie par Emilie AIZIER.
- [7] Christophe Rousseau © 2013 <http://LeLeanManufacturing.com>.
- [8] [[www.piloter.org](http://www.piloter.org) (piloter la performance par Alain Fernandez)].
- [9] The PDCA Continuous Improvement Cycle Module 6.4, eremy Weinstein Steve Vasovski  
».
- [10] Evolution du Cycle PDCA, Ronald Moen, Clifford Norman.
- [11] La roue de Deming – La démarche PDCA.
- [12] Le guide du PDCA de Deming.
- [13] Université MONTESQUIEU – BORDEAUX IV Institut d'Administration des Entreprises  
Master Sciences de Gestion et Management « Administration des Entreprises ».
- [14] Six Sigma comment l'appliquer par Maurice Pillet».

### **Chapitre 3 :**

- [1] Université MONTESQUIEU – BORDEAUX IV Institut d'Administration des Entreprises  
Master Sciences de Gestion et Management « Administration des Entreprises »  
Promotion 2005-2006.
- [2] Le document l'entreprise ORSIM.
- [3] Document de l'entreprise ORSIM (bureau de méthode).
- [4] Etude et implémentation d'une production Lean Manufacturing ». Mastère professionnel en  
Optimisation et Modernisation des Entreprises MOME présenté par Kamel Ben  
Njima.2012/2013.
- [5] Université MONTESQUIEU – BORDEAUX IV Institut d'Administration des Entreprises  
Master Sciences de Gestion et Management « Administration des Entreprises  
»Promotion 2005-2006.
- [6] Méthodes et outils des Démarches qualité pour les Etablissements de santé.
- [7] La cartographie de notre étude.
- [8] Le diagramme d'ISHIKAWA de notre étude de Lean manufacturing.
- [9] Le bureau de maintenance.

**[10]** Le plan de l'implantation des nouvelles machines dans notre étude.

**[11]** L'application de la méthode Lean 6 Sigma dans notre exemple.

**[12]** L'application de l'outil QQQQCP dans notre exemple.

**[13]** L'application de la méthode DMAIC dans notre exemple.

**[14]** La simulation sous Arena.



## Résumé :

Dans ce travail avons traité le problème des retards de la livraison des produits dans la société Algérienne des industries mécaniques et accessoires. Pour connaître la raison principale de ce retard, et trouver une solution, nous avons visité la société pour chercher toute les informations nécessaires, à partir de notre visite nous avons découvert que l'entreprise applique la méthode PDCA (Roue de Deming). Malgré que la méthode PDCA est une méthode d'amélioration efficace mais le problème est toujours existant. Nous avons tenté d'apporter une amélioration en appliquant une nouvelle méthode qui est la Lean 6 sigma. Quand nous avons appliqué sur un même exemple réel de l'entreprise la méthode PDCA ainsi que la nouvelle méthode Lean 6 Sigma pour comparer les deux. Après la comparaison nous avons vérifié que la méthode Lean 6 sigma est meilleure pour éviter les retards. Nous avons aussi fait une simulation sous le logiciel Arena dans l'état normal du produit après la méthode Lean 6 sigma soit appliquée. Cette méthode a considérablement amélioré les performances de l'entreprise.

## Abstract

In this work, we have addressed the problem of late delivery of products in the Algerian society of engineering industries and accessories. To know the main reason for the delay, and find a solution, we visited the company to seek any necessary information from our visit we discovered that the company applies the method PDCA (Deming wheel). Although the PDCA method is a method of effective improvement but the problem still exists. We tried to make an improvement by applying a new method which is the Lean 6 Sigma. When we applied on the same real example of the company, the PDCA method and the new Lean 6 Sigma method, to compare the two. After comparison we verified that the Lean six sigma method is better to avoid delays. We also did a simulation with Arena software in the normal state of the product after the Lean 6 Sigma methodology is applied. This method effectively improve business performance.

## ملخص :

في هذا العمل قد عالجت مشكلة تأخر تسليم المنتجات في الشركة الجزائرية للصناعات الميكانيكية ولواحقها لمعرفة السبب الرئيسي للتأخير، وإيجاد حل، قمنا بزيارة الشركة للحصول على المعلومات الضرورية ومن خلال زيارتنا اكتشفنا أن الشركة تطبق طريقة PDCA (عجلة ديمينج). علنا رغمن أن هذه الطريقة هي وسيلة فعالة لتحسين المردودية ولكننا اكتشفنا القائمة. ولحل المشكلة طبقنا طريقة أكثر فعالية وهي Lean 6 Sigma. حيث أخذنا مثال حقيقي لمنتجات من الشركة و طبقنا عليه كلتا الطريقتين للمقارنة بينهما. وبعد مقارنة النتائج تحققنا أن Lean 6 Sigma طريقة أفضل لتجنب التأخير. و قمنا أيضا بالحاكاة في برنامج Arena في الحالة الطبيعية للمنتج وبعد Lean 6 Sigma. فهذا الطريقة هي الاحسن لتطوير أداء الأعمال بشكل كبير.