



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département De Maintenance en Instrumentation

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Ingénierie de la Maintenance en Instrumentation

Thème

**Amélioration de la performance d'un service maintenance
basée sur le TRS**

Présenté et soutenu publiquement par :

Derghaoui fatma zohra

et

Boudali Ismahane

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
AOUIMER Yamina	MCB	IMSI-Université D'Oran 2	Président
TITAH Mawloud	MCB	IMSI-Université D'Oran 2	Encadreur
Arbi Maachia	MAA	IMSI-Université D'Oran 2	Examineur

Année 2021/2022

<i>Remerciement</i>	
<i>Dédicace</i>	
<i>Dédicace</i>	
Liste des Figures	
Liste des tableaux.....	
Liste des abréviations	
<i>Résumé</i>	
Introduction générale	01
Chapitre I : Présentation du projet « Généralité sur la Qualité, Lean Manufacturing et Lean Six Sigma »	02
Introduction	03
1. Définition de lean maintenance.....	03
2. les principes de lean maintenance	03
Histoire et Origine du Lean Manufacturing	06
Définition Lean Manufacturing	08
Les outils de Lean management	09
JAT : Juste à temps.....	09
Le Judoka.....	09
Poka-yoké	10
Les 5S	11
La roue de Deming	11
Cartographie de la chaîne de valeur (Value Stream Mapping).....	12
les Indicateurs de performance d'une usine : TRS en particulier	13
Définition.....	13
TPM (Maintenance Productive Totale)	14
Le taux de rendement synthétique.....	14
Constitution	14
Méthode de mesure	16
Mode de calcul.....	17
Amélioration du TRS	20
Partie 2 : Généralité sur Lean six sigma de la méthode Six Sigma	23
La définition d'une approche Six Sigma	23
Historique de la méthode Six Sigma	23
Les étapes de la méthode Six Sigma	23
Définir	25
Mesurer	25

Analyser	25	
Améliorer	25	
Contrôler	25	
La complémentarité du Lean et du Six Sigma	26	
Etat de l'art de Lean six sigma	26	
Conclusion	28	
Chapitre II : Présentation de l'entreprise « L'Algérienne des industries de textile TAYAL S.P.A »		29
Introduction	30	
Partie 1 : Naissance de l'industrie de textile	30	
Matière de base	31	
Partie 2 : L'entreprise d'accueil : TAYAL, S.P.A L'Algérienne des industries Textiles	31	
1. Présentation du Pole	31	
2. Plan d'implantation du pole	32	
3. L'évolution de l'entreprise.....	33	
4. Normes de l'entreprise et conformité de matière.....	34	
5. Les produits de l'entreprise.....	35	
6. Processus De Production	37	
Filature.....	38	
Tricotage	41	
Tissage (unité 08 et 09)	42	
Indigo.....	43	
Confection.....	44	
Partie 3 : Contexte d'étude Unité 11 Ennoblement teinture et Finissage.....	45	
1. Le laboratoire au sein de l'unité teinture et finissage	46	
2. Processus de teinture finissage tricoté.....	47	
1. Préparation des lots (batch préparation).....	48	
2. Processus de Teinture.....	48	
3. Processus de Finissage	49	
3. Contrôle Qualité.....	51	
Conclusion	54	
Chapitre III : Mise en place et amélioration d'un système de suivi du taux de rendement Synthétique au sein de l'entreprise TAYAL spa résolution	55	
Introduction	56	
1. Etape 1 : Définir	56	
Cartographie du processus « Diagramme de SIPOC ».....	58	
2. Etape 2 : Mesurer	59	
Identification des réponses mesurables Y « TRS ».....	59	

3. Etape3 : Analyser	64
Méthode Pareto	65
Diagramme de cause à effet	68
4. Etape 4 : Améliorer / Innover.....	72
Les actions d'amélioration de chaque défaut	73
5. Etape 5 : contrôler	76
Elaboration d'un tableau de bord.....	77
Résultat Obtenue	79
Conclusion.....	80
Conclusion générale	81
Bibliography	
Annexe	

Sommaire
2021/2022

Remercîment

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail. En second lieu Nous tenons à saisir cette occasion et adresser nos profonds remerciements et nos profondes reconnaissances à **Mr.MOUWLOUD Titah** notre encadrant de mémoire de fin d'étude, pour ses précieux conseils et son orientation ficelée tout au long de notre travail.

Nous remercions également toute l'équipe pédagogique de l'institut de maintenance et de sécurité industrielle (**IMSI**), en particulier **Mr.Mehdi Rouen** chef du département de génie industriel, **Mr.Belmahi Abed El Wahid** responsable de l'informatique.

Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants durant les années des études. A nos familles et nos amis qui par leurs prières et leurs encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles.

Finalement nous remercions toute personne qui a participé de près ou de loin à l'exécution de ce modeste travail.

Dédicace

*Je Dédie ce
travail...*

A Mon Très Cher Père,

Que dieu ait pitié se toi, je ne t'ai pas oublié, toujours dans ma mémoire.

A Ma Mère,

*Source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice. Ta prière et ta Bénédiction m'ont été
d'un grand secours tout au long de ma vie.*

*Pourriez-vous trouver dans ce travail le fruit de toutes vos peines et tous de vos efforts. Puisse
Dieu vous préserver et vous procurer santé et bonheur.*

A Mes Frères et Sœurs,

*Hicham, Yasser, Nesrine , qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces
années d'études*

A Toute Les Membre De Ma Famille,

A Ma chéré Amis Ismahane

Et Tous Ceux qui M'aiment

Derghaoui Fatima zohra

Dédicace

Je Dédie Ce Modeste Travail...

A Mon Très Cher Père,

Que dieu ait pitié se toi, je ne t'ai pas oublié, toujours dans ma mémoire.

A Ma Très Chère Mère, et Hbiba

*Source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice. Ta prière et ta Bénédiction m'ont été
d'un grand secours tout au long de ma vie.*

*Pourriez-vous trouver dans ce travail le fruit de toutes vos peines et tous de vos efforts. Puisse
Dieu vous préserver et vous procurer santé et bonheur.*

A ma chère sœur Amina

*Merci énormément pour ton soutien plus que précieux, Merci pour ton grand cœur toutes vos qualités qui seraient
trop longues à énumérer Ma vie ne serait pas aussi magiques sans ton présence et ton amour.*

Je t'aime de tout mon cœur

Un remerciement spécial a Wahid

Qui ma aider et supporté dans les moments difficiles, et leur soutienn et patiences infinies

A mes Très chère frères Hakim, Oussama

A Toute Les Membre De Ma Famille

Mes Tantes et Mon Oncle.

A Mes Meilleurs Amies,

fatima, saadia

A Tous Ceux *qui me sont chers.*

A Tous Ceux *qui ont contribué de près ou de loin à cet humble travail.*

Boudali Ismahane

Liste des Figures

Figure 1.1 : Carte des principes de Lean Maintenance	04
Figure 1. 2 : Modèle du système de production Toyota basée sur 2 piliers	08
Figure 1.3 :Système poka-Yoké au sein d'une ligne de fabrication qui alerte l'employé par	10
Figure 1.4 :La roue de la qualité ou PDC	12
Figure 1.5: les étapes de création de cartographie de VSM.....	12
Figure 1. 6 : Cartographie de Value Stream mapping (VSM)	13
Figure 1. 7 : Structure du TRS	15
Figure 1.8 :Graphe de comparaison entre méthode de relevé du TRS.....	16
Figure 1.9 :Le TRS selon AFNOR E 60-182.....	18
Figure 1.10: SMED (single Minute Exchange of die).....	21
Figure 1.11 :Les 8 piliers de la TPM.....	22
Figure 2.1 :Les grands trois catégories des fibres.....	31
Figure 2.2:Vue du haut de l'entrée principale de l'entreprise (s.d site officiel du Groupe TAYAL)	32
Figure 2.3: schéma d'architecture du complexe textile TAYAL SPA.....	33
Figure 2.4 : Logo de la norme OEKO-TEX® STANDARD 100	34
Figure 2.5: Logo de la certification -Better Cotton Initiative.....	34
Figure 2.6: Types de fils.....	34
Figure 2.7 : les différents types de tissu.....	35
Figure 2.8 : Processus globale de production.....	37
Figure 2.9: Processus de fil CARDED	38
Figure 2.10 : Processus de fil COMBED/COMPACT.....	39
Figure 2.11 : Processus de fil OPEN END.....	39
Figure 2.13 : Principe de tricotage (Knitting publishing).....	39
Figure 2.14 : Processus de Tricotage	40
Figure 2.15 : Métiers à tricoter rectiligne (Knitting Publishing s.d)	41
Figure 2.16 :Métier à tricoter circulaire (Knitting Publishing s .d.)	41
Figure 2.17 : Structure d'un tissu tissé (Weaving school report s.d).....	41
Figure 2.18 : Exemple de tissus tissé.....	41
Figure 2.19: Processus de tissage	42
Figure 2.20 : Implantation de l'atelier 05 indigo.....	43
Figure 2.21 : Processus de l'unité de confection.....	43
Figure 2.22: Implantation de l'unité 11	44
Figure 2.23: Machine TechnoRama	45
Figure 2.24: Processus de l'unité 11 « Teinture et Finissage Knitting ».....	46
Figure 2.25: Machine Dyeing	48
Figure 3.1 :Définition du problème avec la méthode QQQQCP	55
Figure 3.2:SIPOC, Flux physique du processus de production.....	57
Figure 3.3: Taux de Qualité.....	62
Figure 3.4:Diagramme Comparatif des différents Taux composants le TRS	64
Figure 3.5: les défauts et leurs fréquences.....	65
Figure 3.6:la variation de fréquence des différents défauts pendant trois mois.....	65
Figure 3.7 : Diagramme de Pareto pour identifier les défauts majeurs.....	66
Figure 3.8 : Diagramme de cause à effet pour les défauts du tissu fini	67
Figure 3.9: Les défauts majeurs	78
Figure 3.10 : Tableau de bord de qualité	80
Figure 3.11: Graphique des moyennes des taux intermédiaires et TRS.....	80

Liste des Figures

2021/2022

Liste des tableaux

Tableau 1.1.comparaison entre méthodes de relevé du TRS 17

Tableau 1.2 : Caractérisations des temps d'arrêts 19

Tableau 1.3.Les étapes de mise en place de Six Sigma 24

Tableau 2.1: Résumé de différentes teintures utilisées pour les fibres textiles..... 45

Tableau 2.2 : Table de réglementation par rapport au système à quatre points..... 45

Tableau 3.1: les questions relatives à la charte du projet..... 52

Tableau 3.2 : charte de projet..... 56

Tableau 3.3: La disponibilité des machines..... 59

Tableau 3.4:Taux de Qualité..... 61

Tableau 3.5: Taux de Performance 62

Tableau 3.6: Synthèse des Taux de qualité, Performance, Disponibilité et TRS..... 63

Tableau 3.7:PARETO-Type de défauts..... 66

Tableau 3.8:Raisons du trou dans le tissu fini..... 68

Tableau 3.9: Raisons de la contamination du tissu fini..... 69

Tableau 3.10 : Les raisons de la tache sale dans le tissu fini..... 69

Tableau 3.11 : Raisons de la tache d'huile dans le tissu fini..... 69

Tableau 3.12: Raisons de la présence de taches d'huile sur le tissu fini..... 70

Tableau 3.13: les actions d'amélioration « Hole » 73

Tableau 3.14: Les actions d'amélioration" Contamination" 74

Tableau 3.15: Les actions d'amélioration "Dirty spot" 74

Tableau 3.16 : Les actions d'amélioration" Oil spot" 74

Tableau 3.17: Les actions d'amélioration « Lycra out »..... 75

Tableau 3.18: Traitements des données liée aux défauts 77

Tableau 3.19: Traitement des données liées aux couleurs 77

Tableau 3.20: les fréquences des défauts " avant et après" 78

Tableau 3.22: Tableau de moyennes des taux intermédiaires et le TRS 79

Liste des abréviations

DMAIC : Définir, Mesurer, Analyser, Innover/Implanter et Contrôler

PDCA: Plan, Do, Check, Act

OEE: Overall Equipment Effectiveness

SMED: Single Minute Exchange of Die

VSM : Value Stream Mapping

5M : Main d'œuvre, Matière, Méthode, Milieu, Matériel

JAT : Juste A Temps

TPM : Total Productive Maintenance

IMVP: international Motor vehicle program

LSS: Lean Six Sigma

5S : Seiri(*ranger*), Seiton (*ordre*), Seiso(*nettoyage*), Seiketsu(*propre*), Shitsuke (*éducation*)

MSP : maîtrise statistique des procédés

TQC : Total quality control

TQM : qualité total management

MIT : Massachusetts Institute of technology

TRS : Taux de Rendement Synthétique

TPS : Système de Production Toyota

TQ : Taux de Qualité

TP : Taux de performance

TD : Taux de disponibilité

Tt : temps total

To : temps d'ouverture

Tr : temps requis

Tf : temps de fonctionnement

Tn : temps Net

Tu : temps utiles

TB : Tableau de Bord

Résumé

Actuellement les entreprises doivent définir la stratégie de maintenance la plus adéquate permettant d'atteindre la performance requise du système de production. Mais ça ne peut jamais être atteint sans une fiabilité et disponibilité maximale des équipements à cause de leur impact direct sur la qualité, le coût et la livraison des produits ou des services.

L'objectif principal de ce mémoire est d'améliorer la qualité par l'amélioration de la maintenance dans l'entreprise utilisant d'une approche « *leanmanufacturig* ». Premièrement , nous avons présenté les concepts de « *la Lean maintenance, Lean Manufacturing et Lean Six Sigma* ». Deuxièmement, nous positionnons l'approche Lean maintenance par rapport à *Lean Manufacturing* et la démarche *DMAIC* et ses outils. Enfin, nous identifions les caractéristiques spécifiques de l'approche Lean maintenance qu'il faut prendre en considération afin de garantir un déploiement efficace de celle-ci. Finalement, pour la validation de notre travail, nous avons traité la mise en place et l'amélioration d'un système de suivi de l'indicateur Taux de Rendement Synthétique utilisant l'approche « *LEAN SIX SIGMA* » au sein d'un atelier de teinture finissage de l'entreprise *TAYAL SPA*.

Mot cles :Lean manufacturing, Lean Maintenance, TRS, Lean Six Sigma.

Abstract

Currently, companies must define the most appropriate maintenance strategy to achieve the required performance of the production system. But this can never be achieved without maximum reliability and availability of equipment because of their direct impact on the quality, cost and delivery of products or services.

The main objective of this work is to improve quality by improving maintenance in the company using a "lean manufacturing" approach. First, we presented the concepts of "Lean maintenance, Lean Manufacturing and Lean Six Sigma". Secondly, we position the Lean maintenance approach in relation to Lean Manufacturing and the DMAIC approach and its tools. Finally, we identify the specific characteristics of the Lean maintenance approach that must be taken into consideration in order to guarantee its effective deployment. Finally, for the validation of our work, we dealt with the implementation and improvement of a system for monitoring the Synthetic Rate of Return indicator using the "LEAN SIX SIGMA" approach within a dyeing finishing of the company TAYAL SPA

Key words: Lean manufacturing, Lean Maintenance, TRS, Lean Six Sigma.

ملخص

في الوقت الحالي ، يجب على الشركات تحديد استراتيجية الصيانة الأكثر ملاءمة لتحقيق الأداء المطلوب لنظام الإنتاج. ولكن لا يمكن تحقيق ذلك أبداً بدون أقصى قدر من الموثوقية وتوافر المعدات نظراً لتأثيرها المباشر على الجودة والتكلفة وتقديم المنتجات أو الهدف الرئيسي من هذه الأطروحة هو تحسين الجودة من خلال تحسين الصيانة في الشركة باستخدام نهج "التصنيع الخالي من الهدر". أولاً ، قدمنا مفاهيم "الصيانة الخالية من الهدر والتصنيع الخالي من الهدر وسداسية سيجما الخالية من الهدر". ثانياً ، نضع أدواته. أخيراً ، نحدد الخصائص المحددة لنهج صيانة DMAIC فيما يتعلق بالتصنيع الخالي من الهدر ونهج Lean صيانة التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار من أجل ضمان نشره الفعال. أخيراً ، من أجل التحقق من صحة عملنا ، تعاملنا مع تنفيذ Lean TAYAL ضمن صباغة نهائية لشركة "LEAN SIX SIGMA" وتحسين نظام لمراقبة مؤشر معدل العائد التركيبي باستخدام نهج SPA

الكلمات الأساسية: Lean manufacturing، Lean Maintenance ،TRس ،Lean Six Sigma

Introduction Générale

Le travail de ce mémoire s'inscrit dans le cadre d'optimisation de la maintenance selon une approche Lean. Dans ce cadre, et sur la base de la littérature scientifique, nous dressons un ensemble des définitions sur le domaine de lean management, est plus précisément la notion de leanmanufacturing appliqué dans la maintenance industrielle.

Actuellement les entreprises doivent définir la stratégie de maintenance la plus adéquate permettant d'atteindre la performance requise du système de production. Mais ça ne peut jamais être atteint sans une fiabilité et disponibilité maximale des équipements à cause de leur impact direct sur la qualité, le coût et la livraison des produits ou des services. L'objectif principal de ce mémoire est d'améliorer la qualité par l'amélioration de la maintenance dans l'entreprise utilisant d'une approche « lean manufacturig ».

Le partenariat avec les Turcs ouvre de nouvelles et sérieuses perspectives pour le secteur du textile en Algérie la naissance de « l'Algériennes des industrie textile TAYAL ». Qui a vu le jour en 2016 par l'établissement d'un partenariat Algéro-Turc pour fin de création d'un pôle industriel destiné à servir d'un point d'appui au secteur de textile. Ce n'est pas une reprise d'une usine en difficulté ni une simple opération commerciale, mais un plan d'investissement qui devrait créer pas moins de 25 000 emplois et qui prévoit d'exporter 60% de la production.

Notre mémoire est basé sur d'amélioration de TRS " Taux de Rendement Synthétique " qui regroupe les trois principaux facteurs : la disponibilité, la performance et qualité des produits fabriqués, utilisant l'approche Lean Six Sigma.

Ce mémoire est organisé comme suit :

- Dans le chapitre 1, nous avons présenté les concepts de « *la Lean maintenance, Lean Manufacturing et Lean Six Sigma, le Taux de Rendement Synthétique* ».
- Dans le chapitre 2, nous présenterons l'état de lieu et le service de maintenance du l'entreprise TAYAL SPA.
- Dans le chapitre 3, nous avons traité la mise en place et l'amélioration d'un système de suivi de l'indicateur Taux de Rendement Synthétique utilisant l'approche « LEAN SIX SIGMA » au sein d'un atelier de teinture finissage de l'entreprise TAYAL SPA.

Enfin nous terminerons par une conclusion générale et perspective.

Chapitre I :

Présentation du projet

**« Généralité sur la Lean maintenance, Lean Manufacturing
et Lean Six Sigma »**

Introduction

L'amélioration continue de la qualité et de la productivité a été de tout temps, un problème majeur pour la plupart des organisations qui recherchaient, face à leurs concurrents, à renforcer leur position sur le marché grâce à cet avantage concurrentiel. En outre, une compétitivité durable ne peut pas se réaliser du jour au lendemain. Un processus d'amélioration continue est un effort continu pour améliorer les produits, les services ou les processus. Ces efforts peuvent chercher simultanément à faire de l'amélioration "incrémentale" et de l'amélioration "révolutionnaire", sans avoir besoin de recourir à des itérations au fil du temps.

Ce chapitre a pour objectif de présenter les différents Lean maintenance et manufacturing et ces outils d'amélioration, dans une première partie. La seconde partie est consacrée à Lean six sigma et sa démarche (DMAIC).

1- La définition de Lean maintenance

Depuis l'apparition du concept Lean Maintenance dans la dernière décennie du XXème siècle, plusieurs définitions ont été proposées.

Lean Maintenance est la combinaison de Lean et de la maintenance permettant d'associer les démarches, les méthodes et les outils de chacune. Alors, si le Lean s'attaque davantage à la vitesse des processus et à tout ce qui peut la freiner, la maintenance s'intéresse essentiellement au maintien d'un bien dans un état lui permettant d'assurer sa fonction requise et de garantir sa disponibilité pour la production. Il est principalement l'application des principes du Lean dans le domaine de la maintenance et de réparation.

Cette vision est également partagée par Hawkins, qui a indiqué que Lean maintenance est l'application de la philosophie Lean, outils et techniques, à la fonction maintenance, il consiste à éliminer les pertes de temps, à améliorer le rendement et la qualité. Le Lean Maintenance contribue pour fournir des produits de meilleure qualité et à faible coût dans le plus court délai.

L'objectif de Lean maintenance est ne pas de minimiser le budget de maintenance, mais il s'agit d'augmenter la rentabilité grâce à l'efficacité, la fiabilité et la satisfaction du client. Ainsi, il n'est pas nécessairement pour minimiser les

« imputs » ou maximiser les « outputs », mais d'optimiser leur impact combiné sur les résultats. Les « outputs » comprennent l'amélioration de la qualité, les coûts et le respect des dates de livraison, tout en améliorant les conditions de sécurité, desanté ainsi que l'environnement de travail en général

Ce point de vue est soutenu par qui a affirmé que le but principal de la Lean maintenance est d'éliminer

toutes formes de gaspillages dans le processus de maintenance sans tenir compte des problèmes de fiabilité.

Les objectifs, déjà cités, de Lean maintenance, doivent s’alignés avec les objectifs de l’entreprise elle-même. En effet, le rôle de la haute direction est crucial pour le succès de l’implantation de Lean Maintenance.

Par ailleurs, pour Levitt Lean maintenance est considéré comme une prestation efficace de service de maintenance aux clients avec moins de gaspillage possible, et avec un minimum d’inputs (travail, effort de gestion, maintenance, pièces de rechange, énergie ...).

Dans un sens plus large, le Lean maintenance est un système couvrant toute la théorie de maintenance et les techniques existantes jusqu’à présent, il vise l’élimination des différents gaspillages identifiés dans les processus de la maintenance.

2- Les principes de Lean maintenance

La connaissance des principes de Lean maintenance est une étape préalable pour intégrer l’approche lean dans les processus de maintenance. Ces principes peuvent également être intéressants pour les organisations qui souhaitent commencer la transformation Lean à partir du service de maintenance.

Les principes de Lean maintenance illustrés par la figure 2 sont issus des principes de Lean Manufacturing.

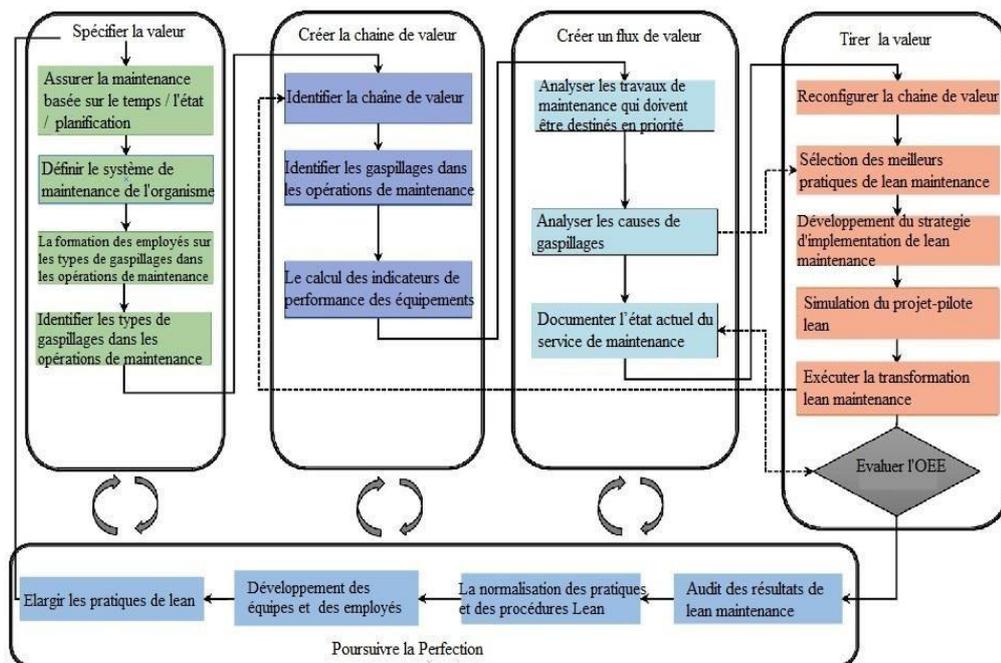


Figure 1.1 : Carte des principes de Lean maintenance

- Étape 1: Spécifier la valeur

Définir la valeur du point de vue client. Exprimer l'activité qui peut créer de la valeur et qui répond aux besoins réels du client à un coût prédéfini et à un moment précis (la planification de la maintenance, les stratégies et les équipes de maintenance). Cette étape définit également la formation des employés aux gaspillages liés aux Lean maintenance.

Les opérateurs de production et les équipements de production représentent le client interne de la fonction maintenance.

- Étape 2: Créer la chaîne de valeur

Identifier la chaîne de valeur, ou l'ensemble des actions requises pour un produit spécifique. Créez la carte de la situation actuelle et de l'état futur de la chaîne de valeur, ensuite, identifier et classer les gaspillages dans la situation actuelle, et les éliminer!

Cette étape se termine par le calcul des indicateurs de performance des équipements tels que la disponibilité, taux de rendement global (OEE), et le temps moyen de bon fonctionnement (MTBF).

- Étape 3: Créer un flux de valeur

Effectuez les étapes restantes dans le flux de valeur. Éliminer les obstacles fonctionnels, les interruptions et les détours. Il s'agit enfin de réaliser l'analyse des causes de gaspillages puis l'analyse des travaux de maintenance qui doivent être destinés en priorité aux équipements clés qui affectent la qualité du produit. Cette étape évalue l'état actuel du service de maintenance.

- Étape 4: Tirer la valeur

Cette étape consiste à confirmer que l'équipement crée la valeur grâce à tous les processus de maintenance. L'exécution des principes de Lean a lieu dans cette étape. Il s'agit dans cette étape de reconfigurer la chaîne de valeur ou concevoir la future cartographie de la chaîne de valeur, sélectionner les meilleures pratiques de Lean maintenance, élaborer la stratégie de transformation Lean maintenance et évaluer l'OEE.

- Étape 5: Poursuivre la Perfection

Cette étape consiste à poursuivre l'élimination des gaspillages du processus de maintenance afin d'accomplir les tâches de maintenance sont effectuées correctement la première fois et à chaque fois. Cela pourrait être réalisé par la normalisation des pratiques et des procédures Lean, le développement des équipes et des employés et l'élargissement des pratiques Lean maintenance.

Histoire et Origine du Lean Manufacturing

Au cours des premières années du dix-neuvième siècle, Henry Ford a bâti les premiers traits du Lean manufacturing, les japonais ont l'adopté et l'amélioré. Établi officiellement en 1948, le Lean manufacturing est un résultat de trente ans d'expérience de Taïchi Ohno, un ingénieur à Toyota. En effet, après la seconde guerre mondiale, des fabricants japonais faisaient face à un manque dans les ressources humaines, financières et dans la matière. Ceci est l'origine de la naissance du Lean manufacturing.

Le Lean manufacturing découle de la philosophie visant la réalisation des améliorations en suivant les voies les plus économiques tout en se focalisant spécialement sur la réduction des gaspillages (muda en japonais). Le gaspillage est toute chose autre qu'un minimum d'équipements, de matière et du temps de travail absolument essentiels pour la production. D'après Toyota, la surproduction est le pire des types de gaspillage parce qu'elle engendre et camoufle les autres types. La définition du Lean manufacturing est plus précise dans les premiers livres japonais publiés en matière de Lean manufacturing. Taïchi Ohno, le fondateur du Lean manufacturing définit le Lean comme étant la chasse totale des gaspillages.

Plusieurs définitions sont associées au Lean manufacturing, quelques chercheurs donnent des définitions spécifiques au processus de production, alors que d'autres emploient des définitions générales qui peuvent être utilisées dans une variété d'industrie. Définit le Lean comme étant un ensemble de pratiques visant la réduction des gaspillages et des étapes à non valeurs ajoutées. Définit le Lean selon 4Ps : Philosophie, Process, Partenaire et résolution de problèmes.

Au début, les chercheurs scientifiques se sont concentrés sur le juste-à-temps à cause de son concept de réduire le stock, de diminuer les gaspillages et d'assurer une amélioration continue. Ce fait est étonnant vu que chaque document venant de Toyota pour expliciter son système évoque toujours les deux piliers, le juste-à-temps et le judoka de la même attention.

Le Lean manufacturing est appliqué à partir d'un ensemble de pratiques, y compris le juste-à-temps, la qualité totale (TQM) et la maintenance productive totale (TPM).

Le Lean manufacturing a passé de plusieurs étapes critiques. D'un côté, a tracé la ligne

du temps du Lean manufacturing allant d'avant 1927 (fordisme) jusqu'au 2006, cette ligne de temps est constituée de cinq phases :

- Avant 1927 : la période pendant laquelle Henri Ford a tracé les bases de sa philosophie tout en réalisant une révolution avec le fordisme.
- De 1945 à 1978 : la période de progrès au Japon, où Taichii Ohno a publié son livre TPS « Toyotaproduction System » en 1978.
- De 1973 à 1988, le Lean arrive à l'Amérique du Nord : cette période est marquée par la crise du pétrole de l'Amérique du Nord, et la publication du premier article scientifique concernant le Lean en 1977 par Sugimori, ainsi que la propagation des notions du Lean manufacturing comme le juste-à-temps et le kanban.

De 1988 à 2000 : cette période est connue par le progrès académique du Lean, où il y a une grande publication de plusieurs articles sur le Lean manufacturing ainsi que le fameux livre « The Machine That Changed The World ».

- De 2000 à 2006 : publication de plusieurs livres sur le Lean manufacturing. Toyota est projetée pour devenir le numéro un dans l'Amérique du Nord. D'un autre côté, et suite à une revue de la littérature des quatre dernières décennies, Stone a identifié cinq phases du Lean manufacturing. Ces cinq phases peuvent être récapitulées comme suit :
- De 1979 à 1990, « la phase de découverte » : cette phase est marquée par l'introduction des pratiques de « management » japonaises et leur comparaison avec celles du monde occidental, et par la conduite du programme IMVP par MIT.
- De 1991 à 1996, « la phase de dissémination » : pendant laquelle les principes ainsi que le langage du Lean manufacturing sont devenus répandus dans les entreprises occidentales (surtout en Amérique).
- De 1997 à 2000, « la phase de mise en œuvre » : pendant cette phase, les études empiriques ont commencé à apparaître dans la littérature, employant des méthodes de recherche quantitatives et qualitatives et contribuant à l'expansion de plusieurs connaissances de base sur le Lean manufacturing.
- De 2001 à 2005, « la phase d'entreprise » : dans cette phase, les recherches sur le Lean manufacturing dépassent la gestion des opérations et les disciplines de l'ingénierie pour s'introduire dans les domaines de l'économie et du développement des ressources humaines.
- De 2006 à 2009, « la phase de performance » : reconnue par la publication d'un grand nombre d'articles par un certain nombre de cadres chez Toyota et consultants ces publications ont exposé les pratiques de Toyota en matière du Lean manufacturing.

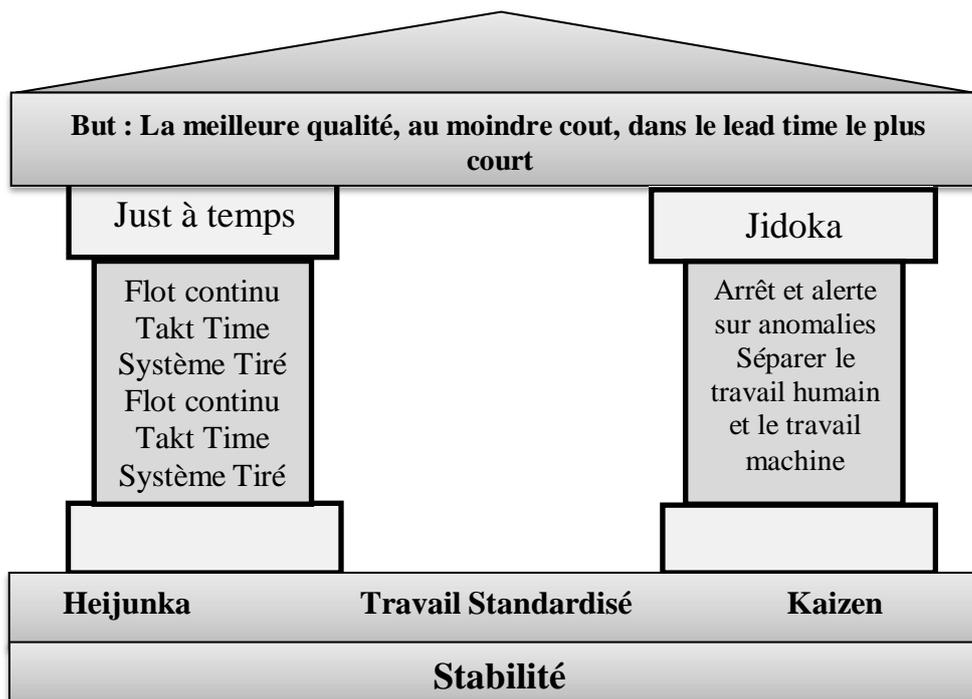


Figure 1.2 : Modèle du système de production Toyota basée sur 2 piliers

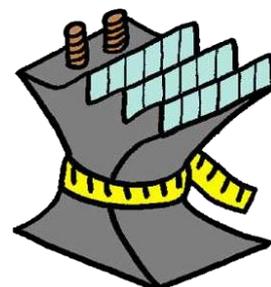
Définition de Lean Manufacturing

Le Lean est une méthode de management qui vise l'amélioration des performances de l'entreprise par le développement de tous les employés. La méthode permet de rechercher les conditions idéales de fonctionnement en faisant travailler ensemble personnel, équipements et sites, de manière à ajouter de la valeur avec le moins de gaspillage possible.

En dépassant le concept traditionnel occidental de la production de masse, le Lean Manufacturing redonne la responsabilité aux individus qui produisent la valeur ajoutée que les clients achètent. En effet, le Lean Manufacturing est un système de production dont l'objectif est d'éliminer toute forme de gaspillage. Il s'intéresse à l'ensemble des processus et des acteurs impliqués directement ou indirectement dans la production : relations fournisseurs, clients et management du personnel, délais, coûts ou stocks inutiles, transports, surproduction ...

L'objectif principal du Lean Manufacturing est d'améliorer et d'optimiser de façon continue la productivité et la qualité de la production. Pour arriver à cet objectif, le Lean se base sur cinq principes :

- Travail en équipe ;
- Communication ;
- Utilisation efficace des ressources ;
- Élimination permanente des gaspillages ;



- Amélioration Continue.

Alors, le Lean Manufacturing est fondé sur l'amélioration continue dont la résolution des problèmes se passe avec les acteurs sur le terrain et sa mise en œuvre reprend généralement le principe de la boucle de rétroaction classique, conformément à la roue de Deming (Plan-Do-Check-Act), et repose globalement sur les étapes suivantes :

- Définir la cible de l'amélioration et sa frontière ;
- Diagnostiquer et analyser l'existant ;
- Planifier et mettre en œuvre les changements ;
- Afficher les résultats obtenus et réagir en cas d'écarts.

3- Les outils de Lean management

JAT : Juste à temps :

Le juste à temps vise à fabriquer le produit en quantité nécessaire, au moment voulu et disponible à l'endroit voulu. Le juste à temps ambitionne essentiellement quatre résultats :

- Une diminution des stocks de toute nature, et plus particulièrement des stocks d'encours.
- Une réduction des coûts globaux résultant des réglages, des manutentions et des stocks.
- Une diminution du cycle de fabrication réduisant le délai de livraison d'une commande.
- Une augmentation de la flexibilité conduisant la production à s'adapter aux variations de la demande.

Dans le juste à temps, l'attention est attirée vers le service pour le client (zéro délai, zéro défaut, sûreté des informations), le coût de production (minimiser les manutentions, zéro stock, zéro panne) ainsi que vers la réactivité et l'efficacité (ne produire qu'à la demande, fractionnement des lots, zéro panne, simplifier les méthodes de gestion comptable)

Le Judoka :

Le Judoka se traduisant par automation ou auto activation, consiste à équiper l'ensemble des machines de systèmes d'arrêts automatiques lorsqu'une anomalie ou un défaut est décelé, évitant ainsi à une non qualité de se propager dans la production. Ainsi, en plus d'une simple automatisation ne prenant en compte que la réduction des tâches manuelles, les machines sont capables de détecter les défauts.

Le principe du Judoka est de développer des machines capables de détecter une anomalie le plus tôt possible sur la ligne de production, de signaler la défaillance à l'opérateur et d'arrêter la ligne afin d'éviter la production de non conformités. La cause de ces non conformités sera déterminée à l'aide de méthodes de résolution de problèmes.

L'objectif est ainsi de détecter en temps réel les défauts de fabrication, stopper la production,

identifier et traiter la source du dysfonctionnement. Etant donné que les erreurs sont isolées à la base, cela n'engendre pas une cascade d'erreurs et de défauts.

Une entreprise Lean fournit des produits de qualité. Cette qualité n'est pas une qualité triée mais une qualité maîtrisée. Elle doit être produite directement sur le poste de production. Dès l'apparition d'une défaillance, voire même qu'une situation pouvant générer une défaillance est détectée, le poste doit s'arrêter et résoudre le problème.

A cet effet, des systèmes garantissant que le poste ne délivre que des produits de qualité sont installés. L'humain présente de grandes qualités mais ne sait pas garantir tout au long d'une production une attention et un niveau de jugement constants.

Poka-yoké

La méthode poka-yoké est un détrompeur permettant d'éviter ou de signaler les erreurs en rendant celles-ci évidentes.

Le but de cette méthode est de réduire le contrôle statistique. En effet, le contrôle statistique peut entraîner une mise en rebut des produits appartenant à un lot entraînant la vérification de tous les produits un par un pour ne pas tout mettre au rebut. Il s'en suit une perte d'argent non négligeable. Également, le contrôle statistique a un coût relativement élevé sans apporter nécessairement d'améliorations sur les résultats de la production.

29 Cette méthode poka-yoké permet un contrôle de la production de tous les produits fabriqués de manière simple et efficace et une réduction des défauts. Elle évite de commettre les erreurs (d'origine souvent humaine) ou de les répéter dès qu'elles ont été commises.

On retrouve des exemples de poka-yoké dans la vie courante, telle que la carte SIM des téléphones portables, qui avec un coin tronqué, empêche de mettre la puce à l'envers. Un autre exemple est le plein d'essence de sa voiture. Le diamètre du pistolet n'est pas le même selon le type de carburant.

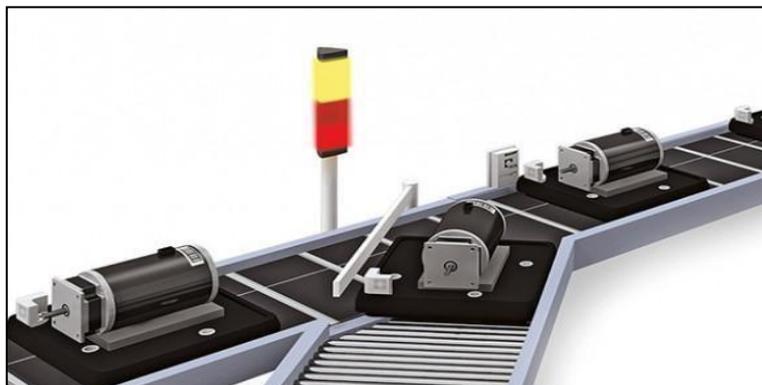


Figure 1.3 : système Poka-Yoké au sein d'une ligne de fabrication qui alerte l'employé par un signal

Les 5S

La méthode 5S est d'origine japonaise. Elle a été créée pour la production des usines Toyota. L'objectif de cette méthode est d'optimiser en permanence les conditions de travail et le temps de travail en assurant l'organisation, la propreté et la sécurité d'un plan de travail.

La méthode 5S est une technique de management qui fait partie de la démarche qualité,

Les 5S proviennent des cinq opérations qui constituent la méthode :

- **Seiri = utilisation** : éviter le gaspillage des ressources et d'espace
- **Seiton = organisation** : organiser votre espace de travail efficacement
- **Seiso = nettoyage** : maintenir l'environnement propre
- **Siketsu = normalisation et santé** : déterminer les normes qui facilitent le travail ergonomique et sain
- **Shitisuke = discipline** : encourager la collaboration et l'amélioration continue

La roue de Deming

(De l'anglais *Deming wheel*) est une transposition graphique de la méthode de gestion de la qualité dite PDCA.

La roue de Deming est un moyen mnémotechnique qui permet de repérer avec simplicité les étapes à suivre pour améliorer la qualité dans une organisation. Il ne faut pas faire comme ce vice-président d'une société d'ingénierie qui pensait que le sigle PDCA signifiait *please don't change anything* (« prière de ne rien changer »)

La méthode comporte quatre étapes, chacune entraînant l'autre, et vise à établir un cercle vertueux. Sa mise en place doit permettre d'améliorer sans cesse la qualité d'un produit, d'une œuvre, d'un service, etc.

- Plan** : préparer, planifier (ce que l'on va réaliser).
- Do** : développer, réaliser, mettre en œuvre (le plus souvent, on commence par une phase de test).
- Check** : contrôler, vérifier.
- Act** (ou **Adjust**) : agir, ajuster, réagir (si on a testé à l'étape *do*, on déploie lors de la phase *act*).

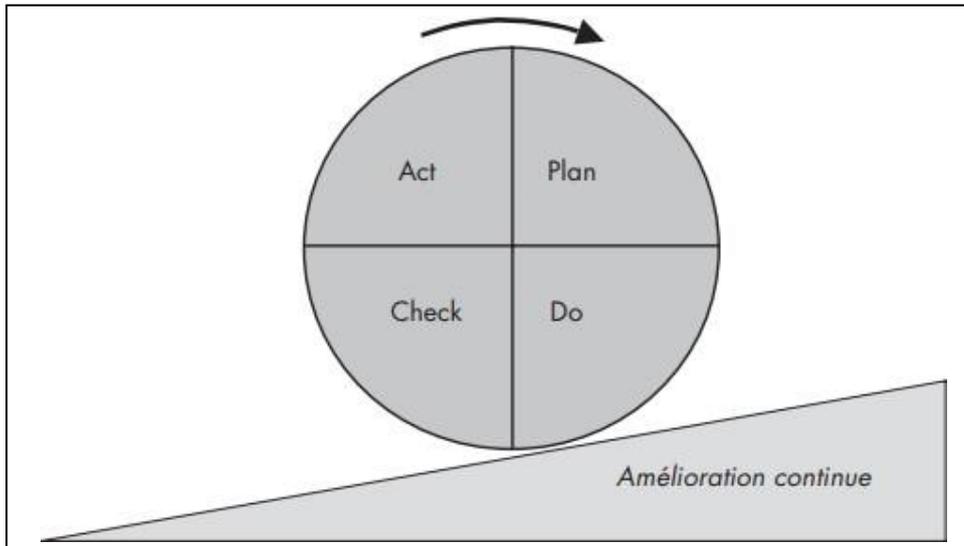


Figure 1.4 : La roue de la qualité ou PDC

Cartographie de la chaîne de valeur (Value Stream Mapping)

La cartographie des chaînes de valeur est une méthode d'organigramme qui sert à illustrer, analyser et améliorer les étapes nécessaires à la livraison d'un produit ou d'un service. Élément clé de la méthodologie Lean, la VSM examine le déroulement des étapes et le flux d'informations d'un processus, du point de départ jusqu'à la livraison au client.

À l'instar d'autres types de diagrammes, elle utilise un système de symboles pour représenter des tâches et flux d'informations. La VSM est particulièrement utile pour détecter et éliminer les gaspillages. Les éléments sont organisés de façon à indiquer s'ils représentent ou non une valeur ajoutée du point de vue du client, dans le but de retirer ceux qui n'apportent pas de valeur.

Les éléments sont organisés de façon à indiquer s'ils représentent ou non une valeur ajoutée du point de vue du client, dans le but de retirer ceux qui n'apportent pas de valeur

.Les 7 étapes pour créés un cartographie VSM (*Value Stream Mapping*) :

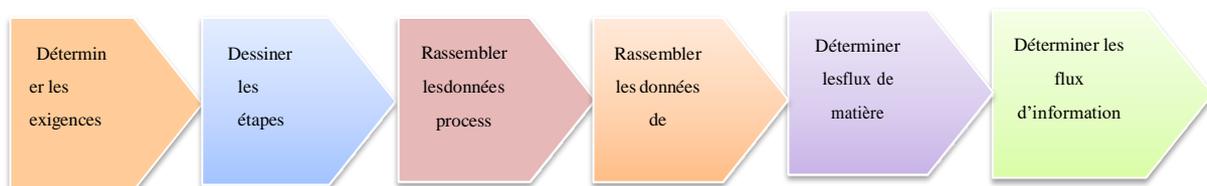


Figure 1.5 : Les étapes de création de cartographie de VSM (*Value Stream Mapping*)

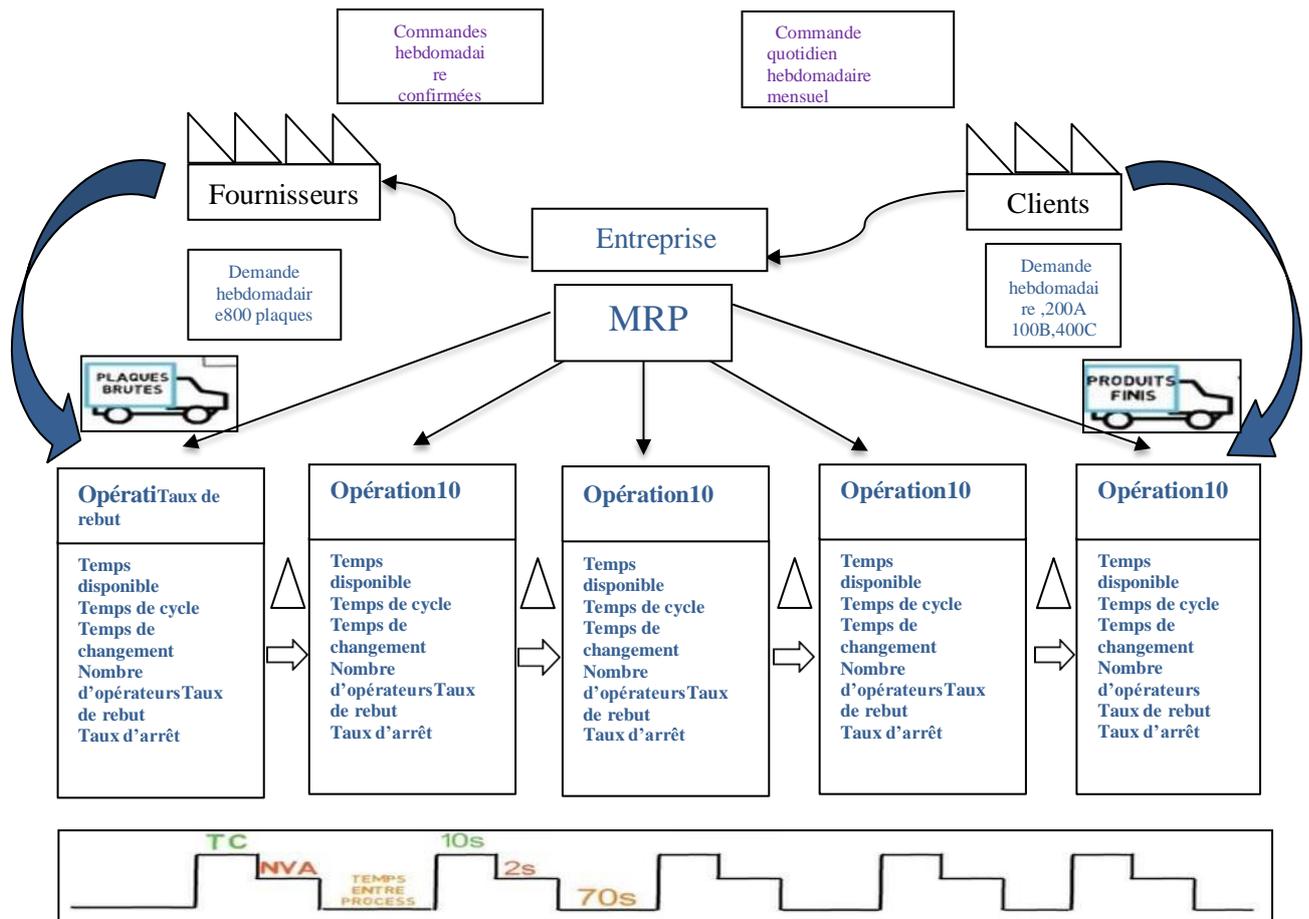


Figure 1.6 : Cartographie de Value Stream mapping (VSM)

4- Les indicateurs de performance d'une usine : TRS en particulier

- Définition

Un indicateur est une information ou un ensemble d'informations contribuant à l'appréciation d'une situation par le décideur. Un indicateur de performance KPI (Key Performance Indicator) est une mesure ou un ensemble de mesures braquées sur un aspect critique de la performance globale de l'organisation.

Les indicateurs de performance sont au cœur du Lean management, ils reposent sur la transparence des résultats en temps réel pour tenter d'améliorer la réactivité aux problèmes constatés. Il s'agit en effet, d'éléments d'information représentatifs par rapport à la mesure tangible et de l'observation de l'état des zones ou des services. Ils rendent compte du fonctionnement des lignes de production, apparaissent comme des outils essentiels pour en améliorer le pilotage.

Alors, un indicateur est un moyen :

- D'évaluer la performance ;
- De réaliser un diagnostic ;
- De communiquer ;
- D'informer ;
- Et de motiver.
 - Il doit être :
- Spécifique
- Mesurable
- Atteignable
- Evaluable sur une durée



L'ensemble des indicateurs de performance construisent un tableau de bord de façon périodique, pour guider les décisions et les actions d'un responsable en vue d'atteindre les objectifs de performance.

Au niveau de la productivité des machines, le plus sévère et le plus répandu des indicateurs est appelé : Taux de Rendement Synthétique TRS (ou OEE pour Overall Equipment Efficiency).

• Le Taux de Rendement Synthétique

Le Taux de Rendement Synthétique (TRS) est un des indicateurs les plus suivis en entreprise. En un seul chiffre, il donne une vision synthétique et sévère de la performance.

Le TRS est un indicateur de productivité qui rend compte de l'utilisation effective d'un moyen de production. Il mesure la performance d'un système de production par analyse d'un poste goulet limitant la productivité, mesure des actions de progrès et permet d'identifier les pertes. Il représente un excellent outil d'investigation, un moyen de mesure de l'efficacité des processus et un outil de pilotage de la production.

a. Constitution :

Le Taux de Rendement Synthétique est constitué de trois composantes, trois "dimensions", qui sont :

- **La disponibilité** de la machine ou de l'équipement : C'est le nombre des heures de production par rapport au nombre d'heures planifiées ;
- **La performance** de celle-ci, en régime normal : C'est le nombre d'unités produites pendant les heures productives par rapport à la capacité maximale ;

- **La qualité** qu'elle est capable de fournir : C'est le nombre d'unités respectant les critères de qualité par rapport au nombre total d'unités produites pendant les heures productives.

Chacune de ces composantes pouvant s'exprimer par un taux propre : Taux de disponibilité, taux de performance et taux de qualité. Le TRS condense ces différents éléments en un seul chiffre exprimé en pourcent (%), et il fournit une vision simple et synthétique. Cette vision autorise le pilotage et la décision

C'est un indicateur sévère dans la mesure où, en multipliant des fractions entre elles, le résultat ne peut être plus grand que la plus grande des fractions.

On peut partir du TRS et le décomposer en ses différents constituants. En effet, la vision synthétique que fournit le TRS ne permet pas d'identifier la composante qui limite le plus sa valeur. La décomposition en taux intermédiaires peut être nécessaire pour la simple compréhension, pour l'analyse ou encore pour déterminer le levier d'amélioration le plus pertinent. La figure suivante décrit la structure du TRS :

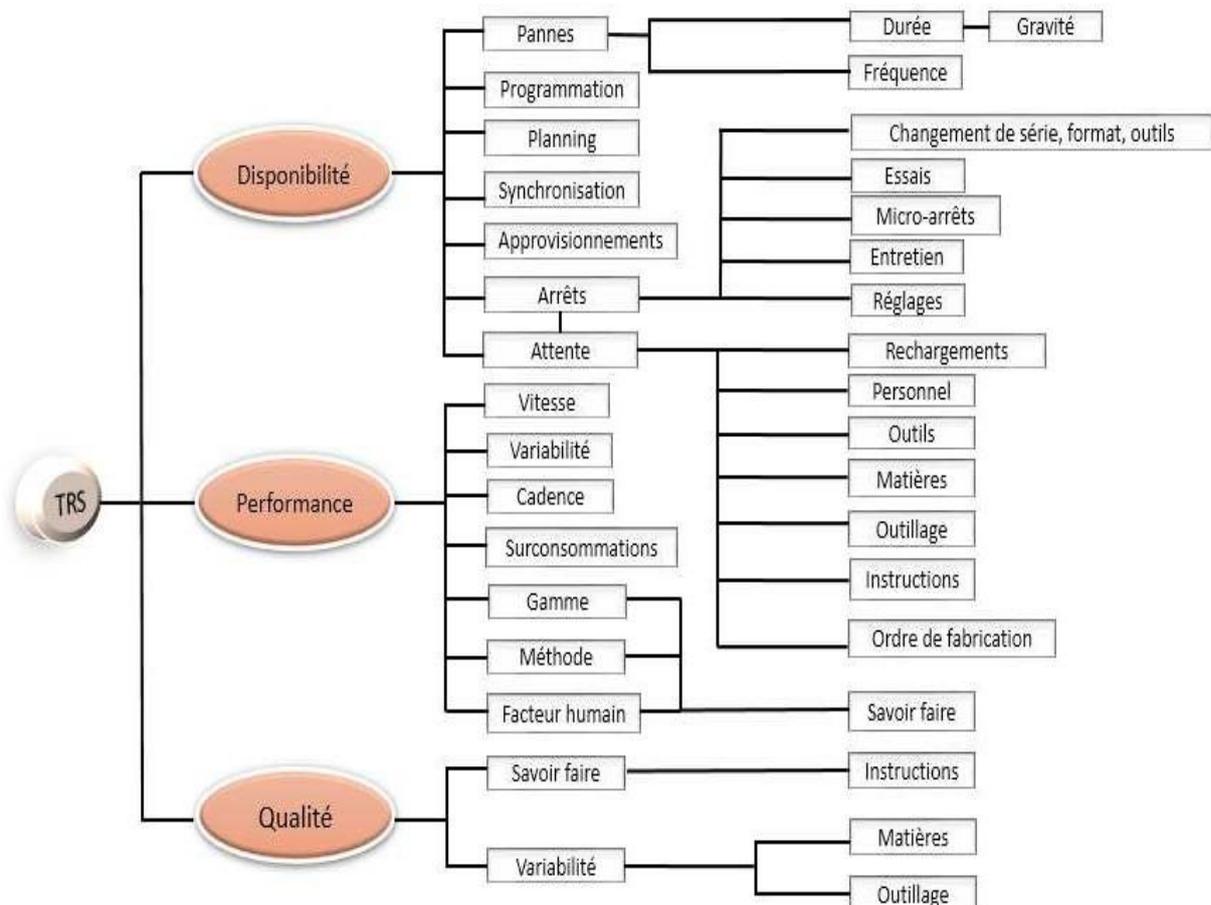


Figure 1.7 : Structure du TRS

b. Méthodes de mesure :

Il y a plusieurs méthodes pour relever les temps d'arrêt de production sur un poste de travail : La saisie manuelle, la saisie semi-automatique et la saisie automatique.

La saisie manuelle

La saisie manuelle est le moyen le plus simple et le plus rapide à mettre en œuvre. On demande aux opérateurs de remplir des fiches de relevés. Les données relevées doivent être ressaisies par la suite dans un système informatique pour exploitation.

Si cette méthode est rapide peu coûteuse en investissement, elle se révèle fastidieuse, elle se révèle fastidieuse pour les opérateurs, coûteuse en temps (relevé + traitement) et l'exhaustivité et la fiabilité des relevés est plus difficile à garantir.

La saisie semi-automatique

La saisie semi-automatique consiste en une aide à la saisie des causes qui peut s'effectuer par lecture de codes à barres, des boutons préprogrammés, un clavier spécifique, etc. Un niveau plus abouti de saisie semi-automatique est l'acquisition automatique de la durée de l'arrêt, l'opérateur ne renseignant que la cause de l'arrêt et le redémarrage est interdit tant que le motif d'arrêt n'est pas renseigné.

La saisie automatique

La saisie automatique est basée sur un système directement disponible sur la machine. Lourde en termes d'investissements, cette méthode ne peut être envisagée que sur des machines fortement automatisées où la capture des informations est aisée et où la mesure du TRS est permanente sur une longue période.

Notons que l'utilisation de systèmes semi-automatiques ou automatiques permet de mesurer la cadence effective des machines et par conséquent d'identifier les écarts de cadence. Le tableau suivant livre un comparatif entre les trois méthodes :

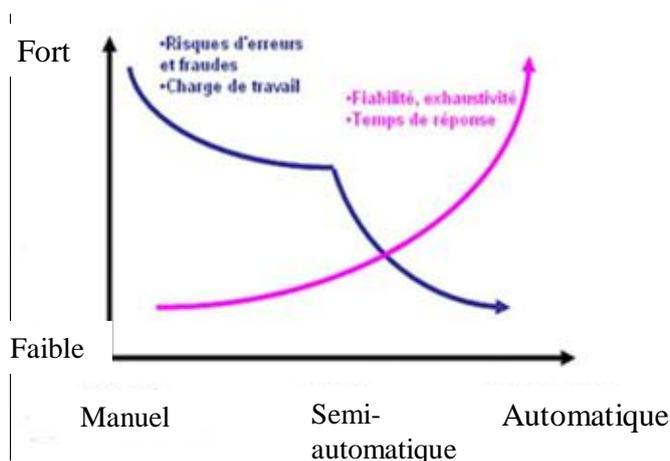


Figure 1.8: Graphe de comparaison entre méthode de relevé du TRS

Méthode	Avantages	Inconvénients
Manuelle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simple, rapide à mettre en œuvre ▪ Peu coûteuse ▪ Sensibilisation des opérateurs 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Longue à exploiter ▪ Risque d'erreurs, d'oublis, de fraude ▪ Part du temps passé à la saisie important
Semi-automatique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exploitation rapide et plus aisée des données ▪ Possibilité de consulter des résultats en temps réel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risque d'erreurs de saisie ▪ Coût de mise en œuvre ▪ Nécessité de formation des personnels
Automatique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Possibilité de disposer des résultats en temps réel ▪ Méthode objective ▪ Indépendant des opérateurs 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pas de données sur ce qui est inconnu ou méconnu ▪ Coût élevé ▪ Pas de lien entre actions opérateurs et résultats

Tableau 1.1 : Comparaison entre méthodes de relevé du TRS

c. Mode de calcul :

Le principal débat autour du calcul du TRS est la définition de son numérateur : le temps total, le temps d'ouverture ou le temps requis. Du coup, les modes de calcul étant différents, la comparaison entre différentes entreprises ou sites d'un même groupe sont plus difficiles à faire. La norme *NF E 60-182*¹ fixe le vocabulaire et le mode de calcul pour permettre le benchmarking significatif entre unités. La norme définit les termes et les modes de calcul, desorte que toutes les unités ou entreprises s'y référant pourront dialoguer et comparer les performances sur des bases communes.

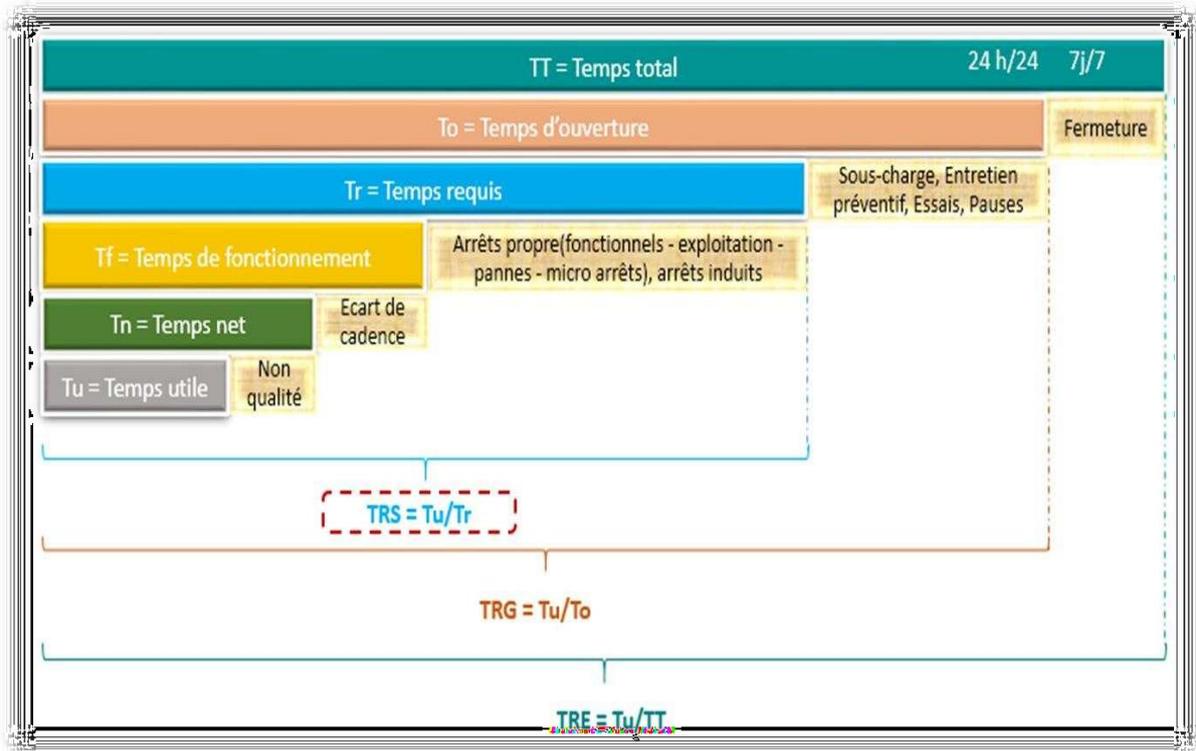


Figure 1.9 : Le TRS selon AFNOR E 60-182

Les principaux arrêts de production peuvent être imputés aux causes suivantes :

- Arrêts induits (causes externes au moyen de production) ;
- Arrêts propres (imputable au moyen, à l'outillage, au produit, à l'exploitation du moyen).

		Causes	
Arrêts induits	Manque de pièces		
	Saturation de pièces		
	Manque de personnel		
	Défaut d'énergie		
	Manque de ressources extérieures		
Arrêts propres	Pannes		
	Arrêts d'exploitation		
	Arrêts fonctionnels	Changement de fabrication	
		Contrôle	
		Changement d'outils programmé	
		Réglage fréquentiel	
Entretien fréquentiel			

Tableau 1.2 : Caractérisation des temps d'arrêts

La décomposition des temps et la définition des ratios successifs en entonnoir sont naturellement conservées.

Le Taux de Rendement Synthétique TRS compare le Temps Utile (Tu), temps passé à fabriquer des produits bons, au Temps Requis (Tr) pour fabriquer le lot.

Le Taux de Rendement Global TRG compare le Temps Utile au Temps d'Ouverture (To). C'est un indicateur de productivité de l'organisation industrielle. Le TRG peut aussi être déduit par la multiplication de TRS et le Taux de Charge :

$$TRG = TRS \cdot Tc$$

Le Taux de Rendement Économique TRE compare le Temps Utile au Temps Total (TT) qui se définit selon l'horizon considéré, par exemple 365 j / an ou 24h / jour. Le TRE est un indicateur "stratégique" d'engagement des moyens. Il permet aux dirigeants d'évaluer la performance économique de l'équipement au regard du temps total de possession de celui-ci.

Ainsi, TRE peut être déduit par la relation suivante :

$$TRE = TRG \cdot TS \text{ (Tau stratégique d'engagement)}$$

Alors la norme fixe ainsi un langage, des définitions et des modes de calculs communs.

Chaque fois que l'on voudra comparer des performances d'unités qui se réfèrent à la norme, on s'évitera les vérifications de cohérence et les recalculs, favorisant les benchmarks.

d. Amélioration du TRS :

La mise en œuvre d'une démarche ciblée d'amélioration du TRS permet le plus souvent d'améliorer la productivité, de dégager des capacités supplémentaires tout en retardant les investissements dans des équipements supplémentaires ou le remplacement de machines jugées trop peu performantes, voire les rendant inutiles.

Pour améliorer le rendement, ce n'est pas la valeur du TRS qui importe, mais ce qui constitue son complément à 100 %, c'est-à-dire la part des pertes ou de sous-performance, et qui représente la capacité installée gaspillée.

Pour déterminer les causes de sous-performance, on peut vérifier la part de non-qualité et traiter les problèmes liés à la qualité selon une méthodologie de résolution de problèmes. Ensuite on exploite les données disponibles sur les temps d'arrêt et l'on vérifie les causes de ces pertes de temps. L'expérience montre que le plus souvent on va trouver :

Des problèmes d'organisation :

- Manque de pièces ou matière ;
- Absence ou retards de personnel ;
- Planification non-optimale ;
- Des changements de séries trop longs...

Des arrêts (planifiés ou non) :

- Entretien ;
- Approvisionnements ;
- Changements de série ;
- Contrôles ;
- Des arrêts pour pannes ou défauts d'énergie...

• SMED :

SMED : Single Minute Exchange of Die = Echange d'outil en une seule minute.

Le SMED est une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié.

Effectuer des changements entre les produits sur une certaine machine en utilisant la technique SMED offre la possibilité de réduire le temps d'arrêt de la machine, augmentant ainsi le rendement final.

La méthode SMED s'applique en trois principales étapes : [25]

- Etape 1 : identifier les différentes opérations réalisées durant le changement d'outil
- Etape 1bis : séparer les opérations selon qu'elles sont internes ou externes
- Etape 2 : Regrouper les opérations internes et externes.
- Etape 3 : Réduire la durée des opérations internes
- Etape 4 : Réduire le temps d'exécution des opérations externes

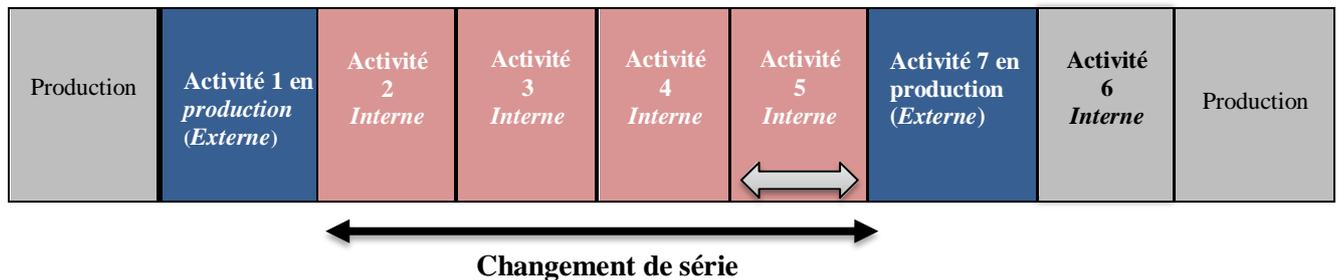


Figure 1.10: SMED (Single Minute Exchange of Die)

• **TPM (Maintenance Productive Totale)**

- Maintenance : maintenir en bon état = réparer, nettoyer, graisser et accepter d'y consacrer le temps nécessaire.
- Productive : assurer la maintenance tout en produisant ou en pénalisant le moins possible la production.
- Totale : considérer tous les aspects et y associer tout le monde.

Elle est définie par le JIPM¹ : comme un moyen de créer une culture d'entreprise qui poursuit en permanence l'amélioration de l'efficacité du système de production. Elle établit un système pour prévenir toutes sortes de problèmes et à la recherche du 0 défaut, 0 problème, 0 sinistre

Objectifs de la TPM :

- Réduction du délai de mise au point des équipements.
- Augmentation de la disponibilité et du taux de rendement synthétique TRS.
- Augmentation de la durée de vie des équipements.
- Participation des utilisateurs à la maintenance, appuyés des spécialistes de maintenance.
- Pratique de la maintenance préventive systématique et conditionnelle.
- Meilleure maintenabilité des équipements.

Pour atteindre les objectifs de la TPM, on doit rechercher les principales sources

de perte de productivité et prendre les mesures appropriées pour les réduire ou même les éliminer.

Les 8 piliers de TPM :

- Pilier n°1 : amélioration au cas par cas ou élimination des causes de pertes.
- Pilier n°2 : maintenance autonome ou gestion autonome des équipements.
- Pilier n°3 : maintenance planifiée.
- Pilier n°4 : amélioration des connaissances et du savoir-faire
- Pilier n°5 : maîtrise de la conception des produits et des équipements.
- Pilier n°6 : maîtrise ou maintenance de la qualité.
- Pilier n°7 : efficacité des services fonctionnels.
- Pilier n°8 : sécurité, conditions de travail et environnement.

Les huit piliers et les cinq mesures sont des facteurs de réussite d'un projet TPM, Il faut donc les appliquer avec précision et être capable de suivre l'évolution du programme d'implication en utilisant comme indicateur le TRS.

La figure suivante résume les derniers points cités auparavant :

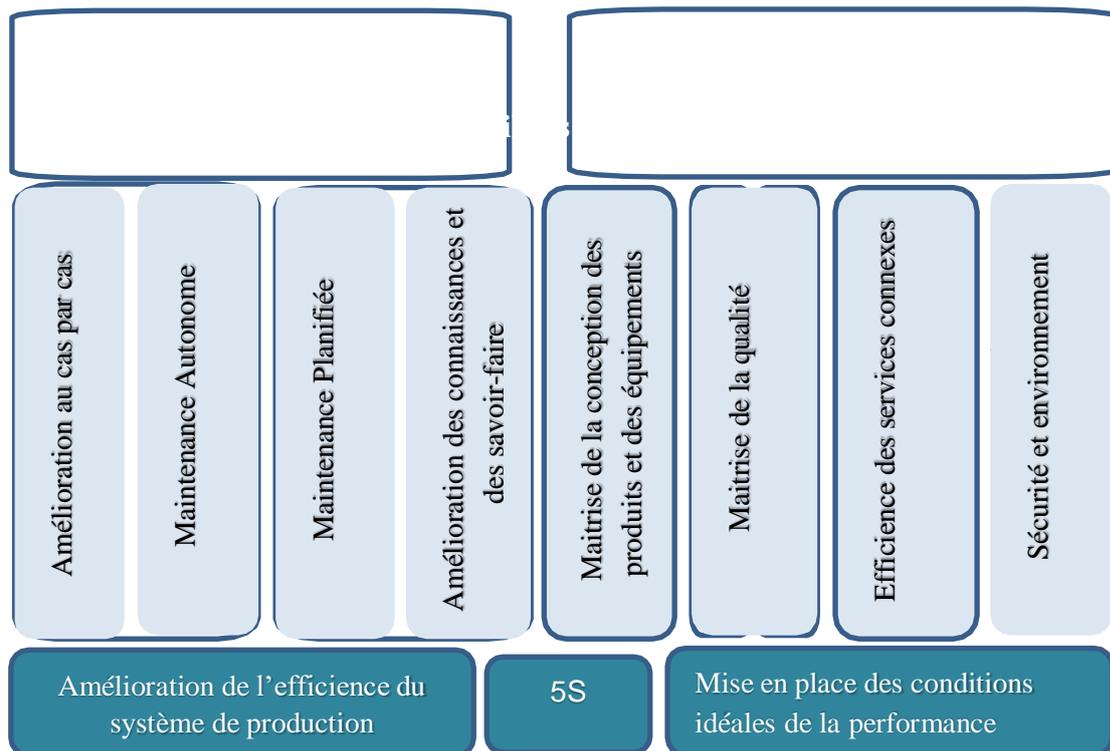


Figure 1.11 : Les 8 piliers de la TPM

Partie 2 : Généralité sur Lean Six Sigma**1. Définition de la méthode Six Sigma**

Six Sigma est le système de management qui se développe le plus vite aujourd'hui dans l'industrie. Centré sur une puissante méthodologie de résolution de problème et d'optimisation des processus, Six Sigma a permis d'économiser des millions de dinars dans les sociétés qui ont appliqué la démarche ces dix dernières années.

La puissance de Six Sigma vient de l'application d'outils statistiques dans le contexte d'une méthodologie structurée et facile à mettre en œuvre. Ces outils, utilisés le plus souvent dans un environnement opérationnel de production, s'appliquent également à tous les processus, y compris administratifs. Cette démarche se décline de plusieurs façons, C'est :

- Une certaine philosophie de la qualité orientée vers la satisfaction totale du client.
- Un indicateur de performance permettant de savoir où se situe l'entreprise en matière de qualité.
- Une méthode de résolution de problèmes par l'implication totale des hommes permettant de réduire la variabilité sur les produits et services.
- Une organisation des compétences et des responsabilités des hommes de l'entreprise.
- Un mode de management par la qualité qui s'appuie fortement sur une gestion par projet.
- En d'autres termes « Six Sigma » va au-delà de la simple démarche de résolution de problème et devient une véritable stratégie pour l'entreprise.

a. La définition d'une approche Six Sigma

L'approche « Six Sigma » est une approche globale de l'amélioration de la qualité des produits et des services rendus aux clients. Partant de cette meilleure satisfaction des clients, « Six Sigma » apporte un accroissement de la rentabilité à l'entreprise avec les effets cumulé suivants :

- Une amélioration de la disponibilité des machines et des installations et par conséquent une optimisation dans leur utilisation.
- Une réduction des dépenses suite à une diminution des rebuts, retouches, des gaspillages et dysfonctionnements et plus généralement des coûts de non qualité.
- De meilleures parts de marché à la suite à la réduction des coûts de l'amélioration de la qualité des produits et des services.
- Une augmentation de la satisfaction des clients et une plus grande fidélisation par l'amélioration de la qualité.

b. Historique de la méthode Six Sigma

Six Sigma est non seulement une méthode, mais aussi un système de management centré sur une puissante méthodologie de résolution de problème et d'optimisation des processus. Développée par Mikel Harry chez Motorola au milieu des années 80 [14], la méthodologie n'est devenue bien connue qu'après que Jack Welch, le président de General Electric, l'ait placée au cœur de sa stratégie d'entreprise en 1995. Depuis, de nombreuses entreprises ont fait connaître leur

attachement à la démarche Six Sigma : IBM, ABB, Ford Motor Company, Sony, DuPont, Nokia, etc.

c. Les étapes de la méthode Six Sigma

La mise en œuvre de cette méthode s'effectue au cours de projets très encadrés et judicieusement choisis. Tous ces projets sont menés à partir de la réalisation de cinq étapes DM-A-I-C [14] s'obtenir que par l'investissement dans un procédé nouveau.

DMAIC est une démarche d'amélioration continue utiliser pour piloter les projets de manière structurée. Cette démarche se décompose en cinq étapes, qui constituent l'acronyme DMAIC. Le tableau représente la description et les outils utiliser dans chaque acronyme :

Elément	Description	Outils
Définir	Rassembler des faits, des données objectives et chiffrées	-Charte projet -SIPOC, -Diagramme CTQ QQQQCP
Mesurer	C'est Choisir les variables qui doivent-être analysés, Collecter les données, Trier les problèmes (les causes de mauvaise performance).	-Mesurer le z-processus -Diagramme Ichikawa -5 pourquoi

Analyser	Déterminer les causes racines.	-5 pourquoi
Innover	Rechercher les solutions à mise en œuvre et évaluer les avantages et les inconvénients, du coût et temps de mise en œuvre de chaque solution	-Brainstorming, -Matrice de compatibilité
Contrôler	Tester que les solutions mise en place atteint les objectifs souhaités	-Tableau de bord

Tableau 1.3 :Les étapes de mise en place de Six Sigma

Définir

Cette première étape vise à dégager tous les problèmes et à les classer par ordre de priorité. Le problème est ensuite défini dans le temps et dans l'espace, généralement à l'aide d'un QQQQCP en vue de le formuler en termes de faiblesses et d'insatisfactions clients. Une charte d'équipe (Project Charter) est ensuite rédigée pour détailler l'ensemble des composantes du projet : département, description du projet, contexte, objectifs, résultats financiers, membres de l'équipe, bénéfices pour le client, planning, matériel requis...

Mesurer

Il s'agit ensuite de rechercher les données pertinentes caractérisant le processus concerné et de mesurer les résultats existants. L'étape donne lieu à une description de la situation actuelle où sont listées les variables qui participent au processus et où sont décrits précisément les problèmes rencontrés. Quelques outils qui seraient utiles de les utiliser sont **Analyse de Causes à effet, Feuille de relevé, Maîtrise statistique des procédés (MSP), Taux de rendement synthétique (TRS)**...

Analyser

Les informations cachées sont mises en évidence par une analyse statistique des données. Cette étape inclut la détermination ainsi que la formalisation des causes premières des problèmes rencontrés. Les dysfonctionnements sont ensuite confirmés par des tests réalisés sur le processus

Améliorer

Les solutions sont recherchées, mises en œuvre puis validées. Un contrôle est effectué pour vérifier que les solutions implémentées agissent effectivement sur les causes identifiées [26]

Contrôler

L'écart entre les données initiales et les résultats obtenus est analysé de manière à dresser un premier bilan des améliorations obtenues. Ce bilan permet également, au besoin, d'ajuster la solution en fonction des effets non prévus

d. La complémentarité du Lean et du Six 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 compatibles et complémentaires. Les activités à l'origine des déficiences qualité au sens du client, tout comme les retards pénalisant les processus, sont les principales sources d'opportunités pour améliorer la qualité, les délais, les coûts de revient et la part bénéficiaire. En partant de ce postulat, le LSS peut alors être envisagé comme une incontournable démarche d'amélioration du service au client et de la rentabilité globale.

2. Etat de l'art de Lean six sigma

L'amélioration continue est un sujet d'actualité dans les entreprises. Que ce soit dans l'entreprise manufacturière ou de services, l'organisation est soucieuse de conserver ou d'accroître son avantage concurrentiel par l'entremise d'une organisation efficace. Depuis une centaine d'années, les principes du génie industriel n'ont pas cessé d'évoluer. Cette évolution a permis l'émergence de principes, techniques et philosophies pour devenir de plus en plus globale dans leurs approches. Aux deux pôles, nous avons le Taylorisme et aujourd'hui le Six Sigma ou/et le Lean management. Avec l'arrivée de la production de masse.

La méthode Lean Six Sigma a été implémentée avec succès dans les grands groupes, comme par exemple : Caterpillar, GE, Honeywell, International Truck, ITT Industries, NCR, Northrop Grumman, Lockheed Martin, Rockwell et Raytheon.

La méthode Six Sigma, mise au point chez Motorola dans les années 80, est utilisée par les plus grandes entreprises mondiales, par exemple Allied Signal, General Electric, Polaroid, ABB, Whirlpool, Bombardier Transportation Polska, Sauer Danfoss, Citibank, Sony, Seagate, Ford; Karaszewski, 2001, 2004). Ces grands groupes ont obtenu des bénéfices financiers importants, une meilleure organisation du travail et une amélioration de la qualité de leurs produits : Motorola :

- 16 milliards de dollars d'économies dans les années 1986-2001 ;
- Réduction des défauts en cours de production de 99,7% ;
- Augmentation de la productivité de 12% chaque année.

– Honeywell

- 1,8 milliards de dollars d'économies dans les années 1998-2000.

– Allied Signal :

- 0,5 milliards de dollars d'économies en 1998 ;
- Réduction du temps de lancement de produit de 50%.

– Polaroid Corporation :

- Augmentation du profit de 6% chaque année ;
- Réduction du temps de lancement de produit de 50% [20]

Nous allons citer quelques publications qui relèvent l'intérêt de Six Sigma pour l'excellence opérationnelle des industries dans des domaines divers.

Voici quelques exemples des résultats liés à l'utilisation de Six Sigma

- 1- General électrique En 2000, la société n'a pas uniquement réalisé son meilleur résultat jamais atteint, mais elle a eu le plus fort taux de croissance de son histoire. Grâce à la poursuite rigoureuse de quatre grandes initiatives d'Entreprise -Mondialisation, Services, Qualité Six Sigma, et Numérique - nous avons modifié non seulement notre environnement de travail et ce que nous vendons, mais aussi notre façon de travailler, de penser et de toucher nos clients" [21]
- 2- Dupont : Le bénéfice brut potentiel des projets actifs liés à Six Sigma était de 700 millions de Dollars à la fin de l'année 2000" [22]
- 3- Ford motor company Les 215 projets liés à Six Sigma terminés l'année dernière ont déjà fait économiser 52 millions de Dollars, et vont nous faire économiser encore plus de 200 millions de Dollars dans les deux prochaines années" [23]
 - 1 milliard de dollars d'économies dans les années 2001-2003.
 - L'augmentation de la satisfaction client de 5%.
- 4- Toshiba "La Société Toshiba s'attend à réduire ses coûts opérationnels de 130 milliards de Yens pour cette année fiscale se terminant en mars 2001, grâce à l'utilisation de Six Sigma
 - annonce faite par un porte-parole de la société. [21]
- 5- Aujourd'hui, Six Sigma est reconnu sur l'ensemble de l'Europe. Au Maroc, Six Sigma est appliqué dans l'industrie pharmaceutique chez Pfizer et GSK. Et commence à trouver sa place dans les autres entreprises notamment chez la Royal Air Maroc « La RAM ».

Le concept LSS est efficace pour rendre une entreprise plus rentable, en augmentant ses revenus, en réduisant les coûts, les délais de livraison et les stocks, et en améliorant la satisfaction des clients, selon Michael L. George, considéré comme le maître de Lean Six Sigma, dans son livre. Le principe de la LSS peut également être utilisé pour développer les compétences du personnel à prendre de meilleures décisions, à résoudre des problèmes et à travailler en équipe.

De même, dans leur enquête théorique établie en 2005, les chercheurs Arnheiter et Maleyeff ont souligné que le Lean Six Sigma conduit progressivement à une augmentation du niveau de qualité des produits fabriqués et de leur fiabilité et favorise par conséquent la mise en œuvre d'outils et de pratiques de Lean tels que Kanban, TPM, SMED et le TRS (Taux De Rendement Synthétique).

Conclusion

Durant ce chapitre nous avons donné une idée générale sur les leans la lean maintenance, en mentionnant les principes de ce lean dans ce domaine, ainsi que la Lean manufacturing et ces différents outils, dans la première partie. Puis nous avons donné généralité sur Lean Six Sigma et ces étapes plus détaillée, dans la deuxième partie.

Dans le prochain chapitre, nous allons présenter des informations sur notre stage et l'entreprise qui nous a accueillis, puis nous présenterons les données que nous avons collectées afin de mener à bien notre projet qui est l'application de la démarche DMAIC pour améliorer la qualité du processus afin d'augmenter le taux de rendement synthétique.

**Chapitre II: Présentation de l'entreprise
« L'Algérienne des industries de
textile TAYAL S.P.A »**

2.1 Introduction

Depuis les premiers temps enregistrés jusqu'à la période de la révolution industrielle, les métiers du textile et le commerce qui en découlent avaient, à plus d'un titre, occupé une place centrale dans l'histoire économique. Le tissage de tissus tissés à la maison a toujours fourni le principal lien de transition entre le monde de l'agriculteur autonome et le monde de l'industrie spécialisée. Dans ce chapitre nous allons illustrer les spécificités du domaine textile et habillement. En premier lieu on va traiter les informations qui concerne la naissance de cette industrie. On s'intéressera après à l'état actuel du complexe textile TAYAL SPA, dont nous allons présenter l'établissement d'accueille tson processus, Et en dernier, nous allons traiter le casparticulieretspécifiqueàl'étudequiestl'atelierd'ennoblissement«Teinture finissage» **Unité 11.**

2.2 Partiel:Naissance de l'industrie de textile

Dès l'apparition de l'homme sur la terre, son instinct l'a poussé à la survie, donc à se nourrir et à se vêtir pour se protéger des intempéries, avec des vêtements conçus de fibres animales. Pendantes siècles, les vêtements furent confectionnés avec des tissus de laine, contrairement aux fibre végétales où celles-ci sont utilisées dans de très faibles proportions par les civilisations grecque set romaines. L'Inde ou plutôt L'Hindoustan, puisque c'est ainsi qu'on l'appelait, au cours dessièclespassés,futdurantl'antiquitéleprincipalcentrediculturecotonière.Hérodoteunhistoriengrec a écrit vers l'an 445 av. J.-C., tous les Indiens portaient des vêtements de coton : « ils possèdent une sorte d'arbre qui, au lieu de Fruit, produit de la laine d'une plus belle et meilleurequalitéquecelledesmoutonsetlesIndienstissentdesvêtementsavecce sarbres».8Ces premier stissus de coton font leur apparition en Europe à l'époque des croisades, où ils étaient considérés comme des objets de grand luxe signe de noblesse.

Au XVII siècle, la révolution industrielle en Europe est synonyme de développement économique, et d'un passage d'une économie artisanale à une économie d'industrie lourde. C'est sur cette cadence de développement et de progrès que la production mécanique en grande série a vu le jour, et ce avec l'apparition de la toute première machine à filer en 1765 qu'on appelait « SPENINGJENNY ». Cette dernière est entraînée par une roue hydraulique avec huit fuseaux de fil. À la même époque, la première usine de textile fut fondée à CROMFORD. La création de la machine à vapeur en 1776 n'a pas directement apporté des changements au processus de fonctionnementdelaSPENINGGENNY.Ilfaudraattendreencoreunevingtained'annéespourquelatransformationdesfilsoiententièrementautomatisée.

En 1806, la première usine de tissage mécanique fut fondée à Manchester dans le comté du Lancashire. Cela adonnéunélanpositifàcetterégionquiétaitconsidéréecommeunhautlieudutextile ; la matière première était du coton en provenance d'Inde à l'époque colonie de l'Empirebritannique,qui s'effectue par de nouvelles voies de nouvelle route maritime, telles que le port de Liverpool qui était tout proche.

Au XX siècle, l'industrie du textile passe d'une industrie qui dépendait de matières premières naturelles, que ça soit en fibres végétales ou bien animales, à une industrie textile multi fibres par l'ajout des fibres synthétiques et chimiques concurrençant les fibres naturelles.

Matière de base

Les matières textiles sont généralement classées en trois grandes catégories en fonction de leur origine et se réfèrent par leur finesse, leur longueur et leur ténacité ou résistance.

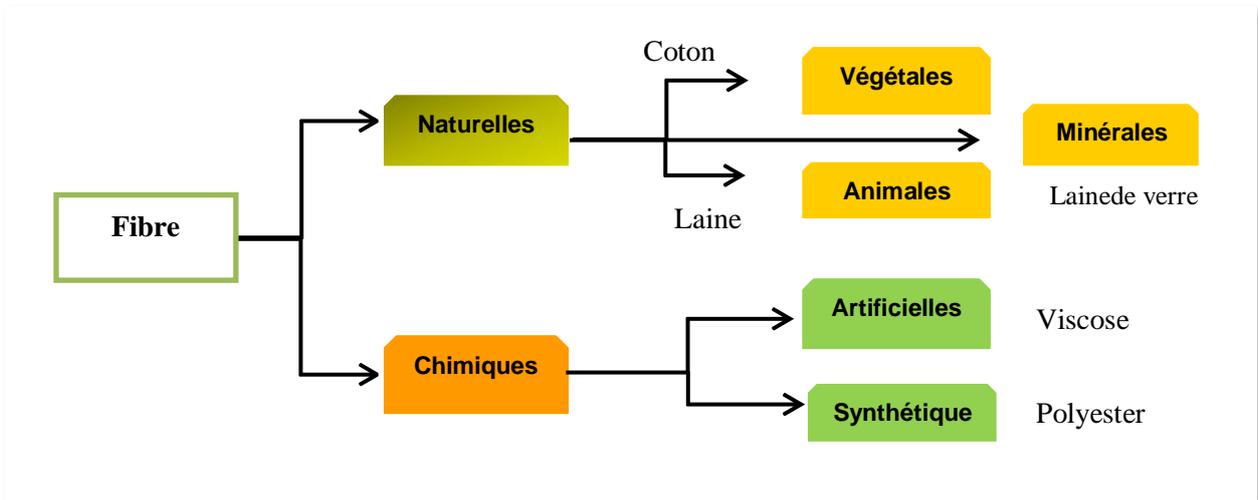


Figure 2.1 : Les grandes trois catégories des fibres

Partie 2 : L’entreprise d’accueil : TAYAL, S.P.A | L’Algérienne des industries Textiles

1. Présentation du Pole

L’Algérienne des Industries Textiles TAYAL, S.P.A est une joint-venture établie en Algérie depuis Novembre 2013, fondée par les entreprises Groupe C&H, E.P. ETEXALG, et MADAR Holding, avec INTERTAY, une entreprise du groupe turc spécialisé dans le textile TAY GROUP.

Le projet s’étale sur une superficie de 2, 500,000 m² pour sa première phase, dont une partie de 1, 000,000 m² est déjà réalisée et fonctionnelle, sur laquelle une superficie de plus de 330,000 m² est couverte sous forme de 30 unités.

La particularité de TAYAL est dans le fait qu’elle soit parmi les rares complexes intégrés dans le monde, allant du fil jusqu’à l’apprêt-à-porter en passant par toutes les étapes de transformations de la fibre de coton, et consommant une quantité considérable estimée à 40,000 tonnes annuellement, en pleine capacité.



Les partenaires fondateurs ont un cumul de plus de 40 ans d'expérience dans l'industrie textile, et plusieurs grandes marques comme clients nationaux et internationaux. Le groupe TAY produit plus de 25,000,000 de pièces de prêt-à-porter dans ses usines en Turquie, en Egypte et en Serbie. TAYAL a un potentiel de production de 30,000,000 pièces de prêt-à-porter annuellement, par lequel elle dépassera tout le groupe.

L'Algérienne des Industries Textiles a été fondée avec la vision de positionner l'Algérie, en collaboration avec ses partenaires, comme un pays producteur et exportateur de textile de haute qualité, et de faire du «Made in Algeria», une référence de qualité mondiale.



Figure 2.2: Vue du haut de l'entrée principale de l'entreprise (s.d site officiel du Groupe TAYAL)

2. Plan d'implantation du pôle:

Ayant une surface importante, TAYAL se subdivise en plusieurs unités et parties (Blocs) signées par des chiffres, et des codes couleurs pour la distinction visuelle sur le terrain. Ce qui suit dans la figure est le plan de masse et de distribution de son infra structure:

- | | |
|----------------|--|
| ➤ Bloc02 | Entrepôt de coton |
| ➤ Bloc 03,04 | Usines de filature |
| ➤ Bloc05 | Usine d'indigo et préparation de chaîne |
| ➤ Bloc06 | Usine de bonneterie |
| ➤ Bloc07 | Unités de tri-génération |
| ➤ Bloc 08,09 | Unités de tissage |
| ➤ Bloc10 | Cuisine et réfectoire |
| ➤ Bloc11 | Usine de teinture et finissage |
| ➤ Bloc12 | Unité d'épuration des eaux usées |
| ➤ Bloc21,22,23 | Usines de confection |
| ➤ Bloc25 | Logements |
| ➤ Bloc26 | Bâtiments administratifs |
| ➤ Bloc27 | Centre d'application confection |
| ➤ Bloc28 | Centre de formation |
| ➤ Bloc29 | Vestiaires sanitaires, infirmerie, mosquée |

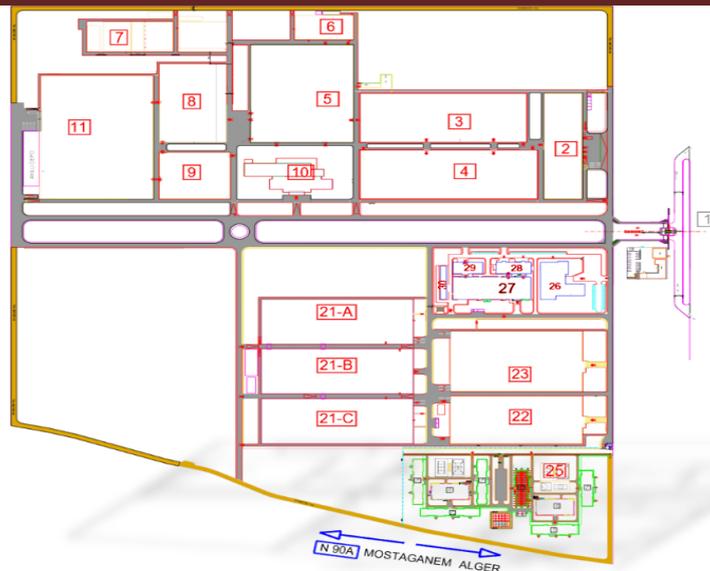


Figure 2.3: schéma d'architecture du complexe textile TAYAL SPA

3. L'évolution de l'entreprise

L'entreprise existe dans le secteur de textile depuis 2016 dans le cadre de réduction des importations et de l'adoption d'un modèle économique algérien diversifié, qui permettra de libérer l'économie nationale des dépendances aux hydrocarbures. Le complexe industriel occupe une superficie de 250 Ha. Cela la rend la plus grande installation de production textile à l'échelle africaine.

L'élaboration du projet est divisée en deux étapes. Le complexe est en première étape qui consiste à réaliser 8 unités de productions du textile et filature dont quatre ont été déjà réalisées (Journal: Le quotidien d'Oran) Ceci accompagné d'un centre de formation de personnel avec une capacité de 40 stagiaires et un pôle immobilier de résidence réservée au personnel, avec une capacité de 2000 chambres. La deuxième étape qui consiste à l'installation de 10 unités de production de matière première de tissus (fibres synthétique) ainsi que différents types de tissus et lingerie.

L'usine s'est lancée progressivement en production dès mars 2018, et a réussi à produire 30 millions d'articles prêt-à-porter, dont 12 millions de pantalons jeans, 12 millions de pulls et 6 millions de chemises. Une fois atteinte la capacité maximale, le complexe industriel pourra satisfaire la moitié des besoins nationaux en prêt-à-porter et une bonne partie des besoins en tissu et en fil.

L'usine a aussi réalisé ses premiers chiffres d'affaires en exportant plus de 4 millions USD (Journal : le Temps) vers plusieurs pays (Turquie, l'Espagne, la France, le Japon, l'Espagne et la Pologne...etc.) et devra également exporter 60% de sa production annuelle une fois le projet sera finalisé, afin de découvrir le besoin de l'Europe et le bassin méditerranéen oriental et la diffusion du «Made in Algeria» au niveau mondial.

Les effectifs de cette usine devront ainsi quintupler et arriver à un total de 25.000 personnes dont 10.000 seront employés une fois la première étape du site sera achevée, et 15.000 autres lorsque les autres étapes seront finies. Cela rend l'industrie de textile le plus grand secteur de recrutement en Algérie.

4. Normes de l'entreprise et conformité de matière

L'Algérienne des industries textiles « Tayal » S.P.A a obtenu de nouveaux certificats de qualité qui permettront au groupe d'accéder à des marchés internationaux importants

« L'Algérienne des Industries Textiles, TAYAL S.P.A, a reçu sa certification pour la norme de qualité « OEKO-TEX STANDARD 100 » pour les fils », Cette norme est une certification environnementale pour les fils et textiles. Elle teste pour les substances nocives, y compris les substances légalement interdites et contrôlées, les produits chimiques connus pour être nocifs pour la santé et les paramètres de protection de la santé.



Figure 2.4: Logo de la norme OEKO-TEX® STANDARD 100

La Société Tayal a également obtenu la certification « Better Cotton Initiative (BCI) », Le Better Cotton Standard System est une approche holistique de la production de coton durable qui couvre les trois piliers de la durabilité: environnemental, social et économique.³



Figure 2.5: Logo de la certification - Better Cotton Initiative

Dans le cadre de l'effort national de lutte contre le Corona virus le complexe a produit plus de 2.500 masques de protection et en a fait don à des organismes à Relizane, dont la Protection civile et le Centre technique d'enfouissement.

5. Les produits de l'entreprise

TAYAL fabrique une large gamme de produits qui s'étalent surtout les états de matière au cours ou en fin de sa transformation (Produit semi-finis et des produits finis).

- Les bobines de fil.
 - Les tissus tissés Denim et Non Denim.
 - Les tissus tricotés.
 - Les produits prêt à porter: l'habillement par exemple :Les tricots ,les pulls ,les jeans ,les joggings...etc.
- **YARN** « fil » « NE » étant une unité de distinction.
 - Consommation de 40,000t/and coton/an
 - Origine: Grèce, Espagne, Etats-Unis,...etc.
 - Capacité de Production 36, 000t/an

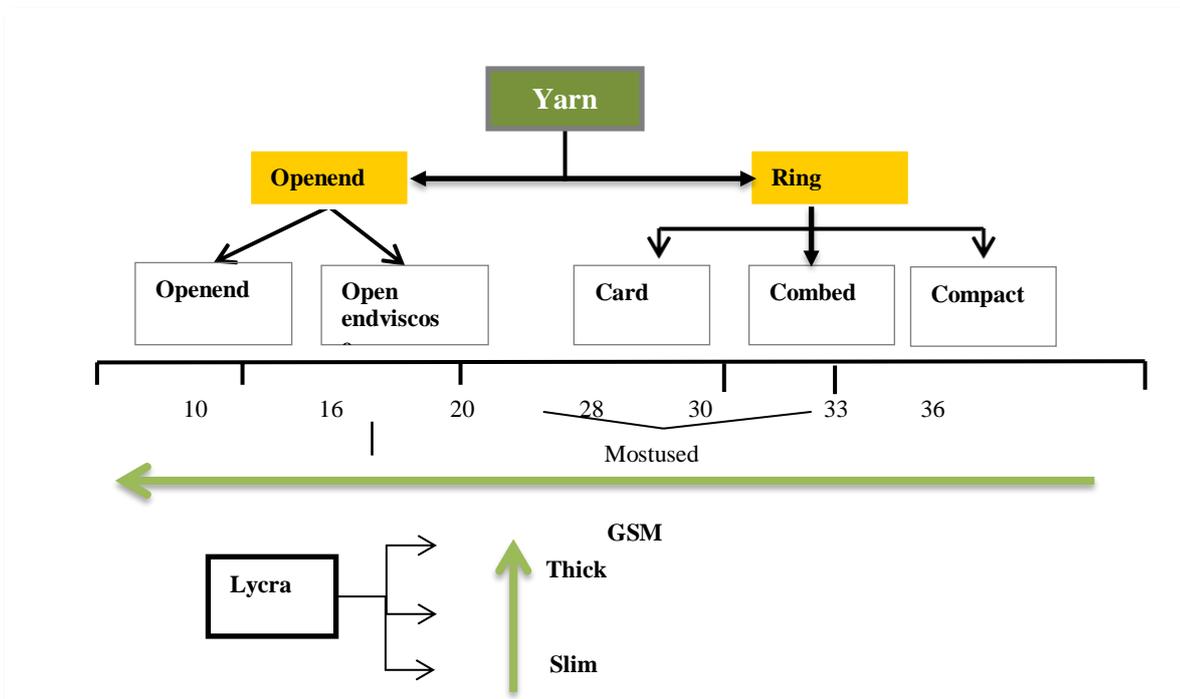


Figure 2.6: Types de fils

• **Le Tissu « FABRIC »**

TAYAL produit différents types de « Fabric » (tissu) selon la commande du client et ses spécifications, cependant on les catégorise selon leurs modes de fabrication comme suite:

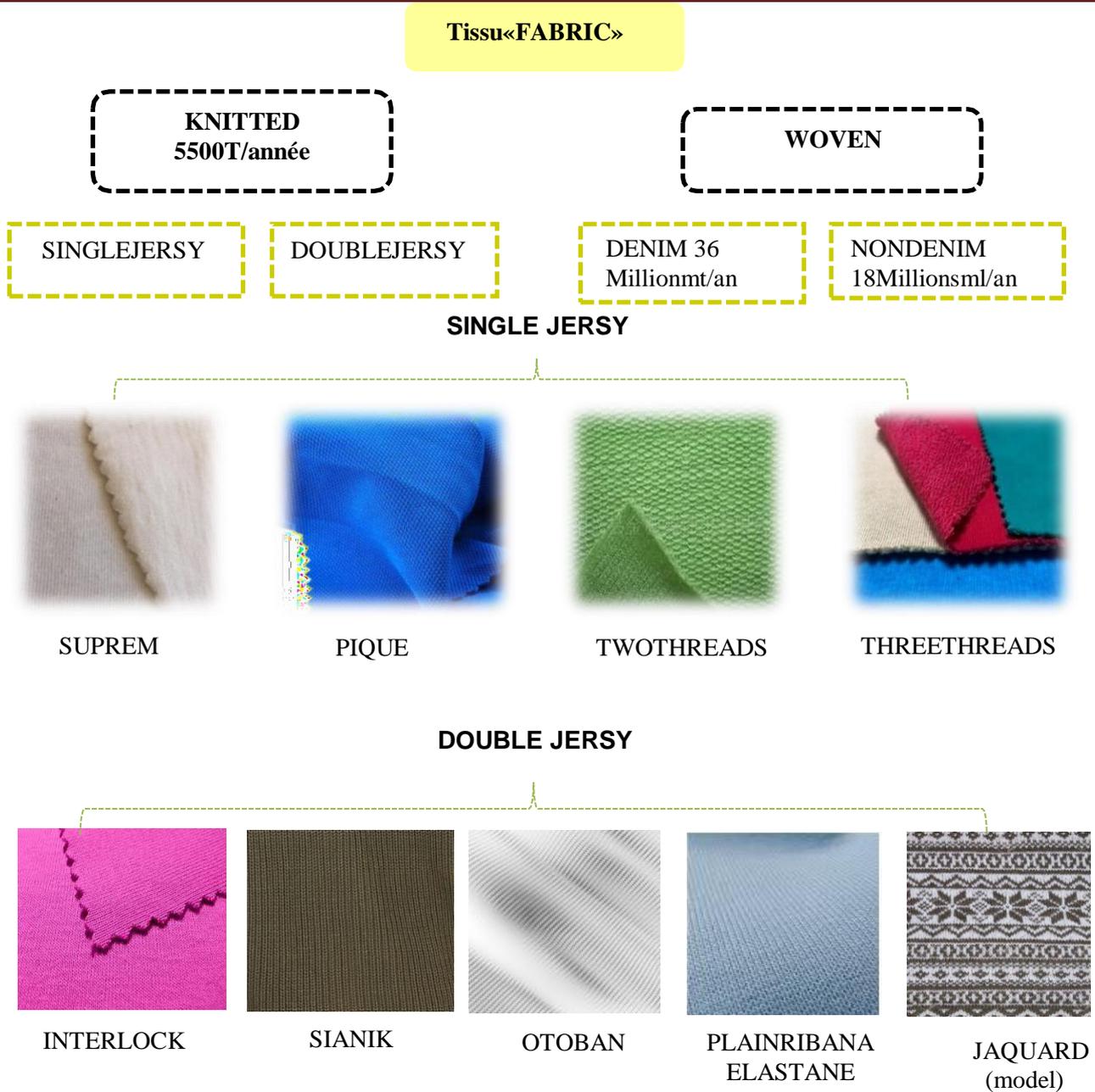


Figure 2.7 : les différents types de tissu

- **Le prêt à porter**

Capacité de la production

- 30millionsarticles/an

Prêt-à-porter DENIM& Non-DENIM

12millionsarticles/an

- Pantalons
- Vestes
- Shorts
- Bermuda
- Pantcourts
- Tenues de travail

Chemises

6 millions d'articles/an

- Manches courtes
- Manches longues
- Tenues traditionnelles

Tricot

12 millions d'articles/an

- T-shirts
- Polo
- Sweatshirt
- Jogging
- Sous-vêtements

Export

- Depuis sa première opération d'exportation de fils en juin 2018, TAYAL a exporté avec succès une variété de ses produits vers différents pays dont l'Espagne, l'Égypte, l'Espagne, l'Espagne, le Pérou, la Pologne, le Espagne, l'Espagne, la Tunisie et la Turquie.

6. Processus De Production

Dans cette partie, nous verrons progressivement les différents processus de production existants au sein des unités de l'entreprise TAYAL, et nous détaillerons par la suite le processus de l'unité 11 «**Ennoblement finissage teinture**» qui est l'intérêt de notre projet.

La chaîne de production au sein de L'usine de TAYAL comprend des activités telles que:

- La fabrication de fils par filature
- La production de tissus tricotés tissés (i.e. tricotage et tissage),
- Les activités de finition, visant à donner aux tissus des propriétés visuelles, physiques et esthétiques exigées par les consommateurs (blanchiment, impression, teinture, etc.),
- Et enfin, la transformation de ces tissus en produits tels que vêtements, tricotés ou tissés.

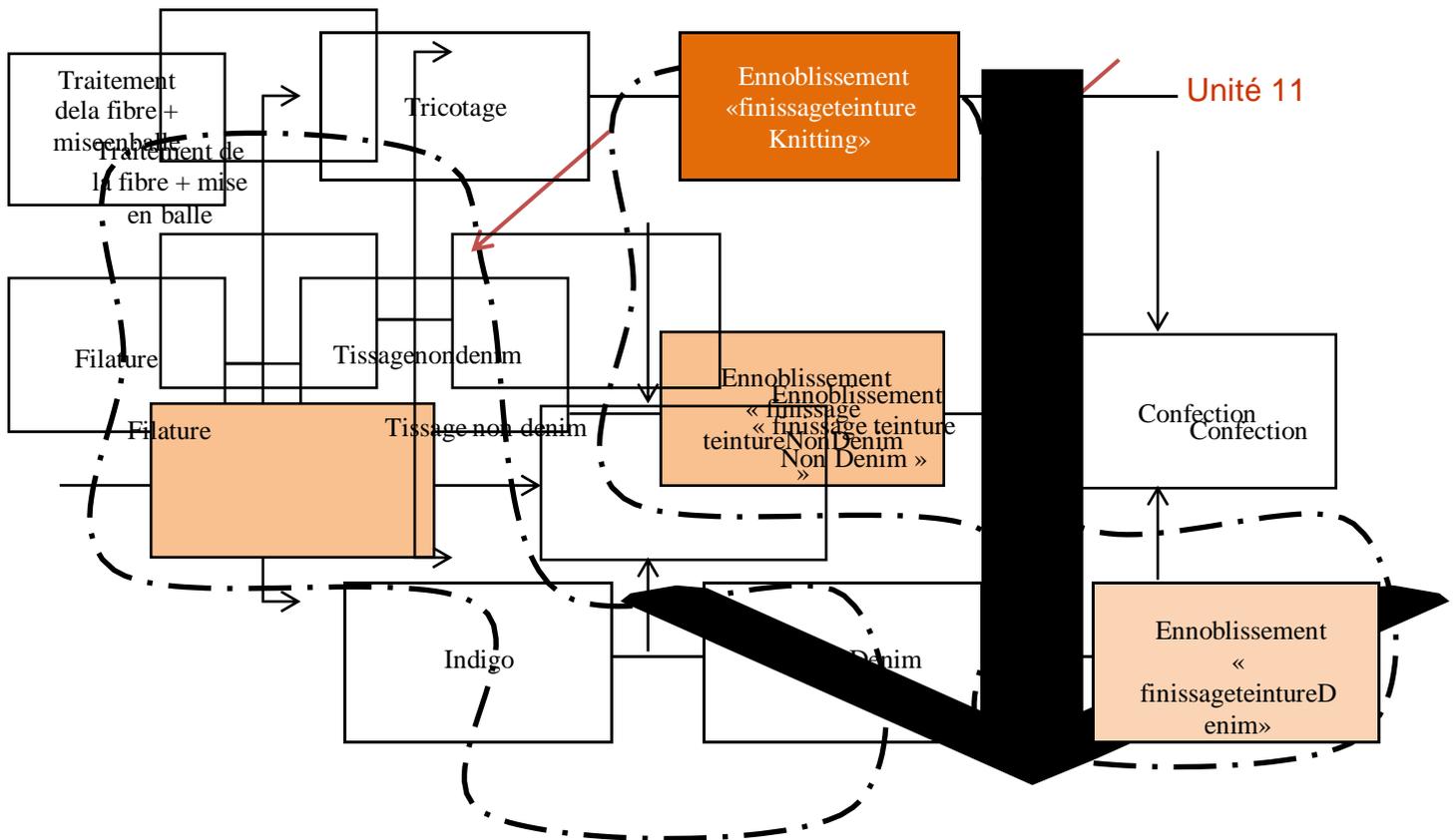


Figure 2.8 : Processus globale de production

Filature:

La filature est le processus consistant à prendre des fibres textiles et des filaments et de les transformer en fil continu. Bien que certains fils puissent être teints et finis puis livrée au client final.

L'unité de filature garantit la production de 4 fils différents selon leur qualité, leur procédé mais il ya de légères différences affectant la qualité de chacun.

Les types de fils produits chez TAYAL sont:

- Compact
- Combed
- Carded
- Opend-end

Les fils sont énumérés allant du fil de meilleure qualité jusqu'au fil de moindre qualité, On verra par la suite ce que rend un fil de meilleure qualité d'un autre.

CARDED

Le processus de fil CARDED est standard par rapport aux autres, un fil COMBED ou compact par exemple a le même processus que le CARDED avec une étape de plus.

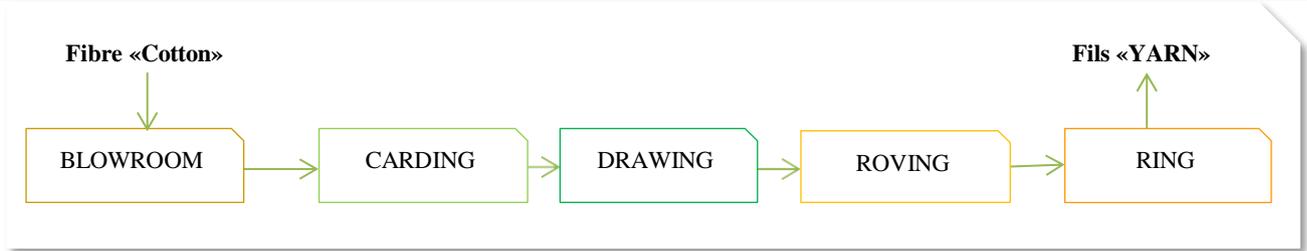


Figure 2.9: Processus de fil CARDED

BLOWROOM

Le BLOWROOM représente l'étape de démarrage du processus de fabrication des fils, dans cette étape les fibres sous forme de balles seront des serrées, ouverte set nettoyées.

CARDING

Le processus de « CARDING » est le cœur de la fabrication de fil. La tâche principale du CARDING est de séparer les touffes en fibres individuelles.il permet de nettoyer, réduire les nep set l'élimination de certaines fibres courtes.

DRAWING

LeDRAWINGpermetdeparalléliserlesfibresdanslerubanetlarégulationdelasectionpouravoirlemême nombre de fibres à la section tout le long du ruban

ROVING

Il s'agit de:

- Diminuer la section du ruban pour obtenir une mèche
- Donner une certain et orsionaufilé pour lui conférer une certaine résistance

RING

La machine RINGFRAME a pour fonction de:

- Tirer la mèche jusqu'à ce que la fin esserequisoitatteinte.
- Tordrelebrinprojetépourformerunfildontlenombreetlarésistancesontrequis.
- Enrouler le fitor sa désur la bobine pour un stockage un transport et un traitement ultérieur approprié.

WINDING

Ils'agitdeladernièreétapedelafilature.Lebonbobinageestlemiroidelafilature,il faut que ce processus soit très bien compris par tout le personnel qui s'occupe du département.

Une mauvaise utilisation des caractéristiques de la bobineuse peut non seulement coûter cher, et entrainer également la perte permanente de bons clients.

COMBED/ COMPACT

LefilCOMBEDetlefilCOMPACTdisposentpratiquementdemêmeprocessusdefabricationdufilCARDED, sauf qu'ils disposent d'une étape e plus qui est le: COMBE

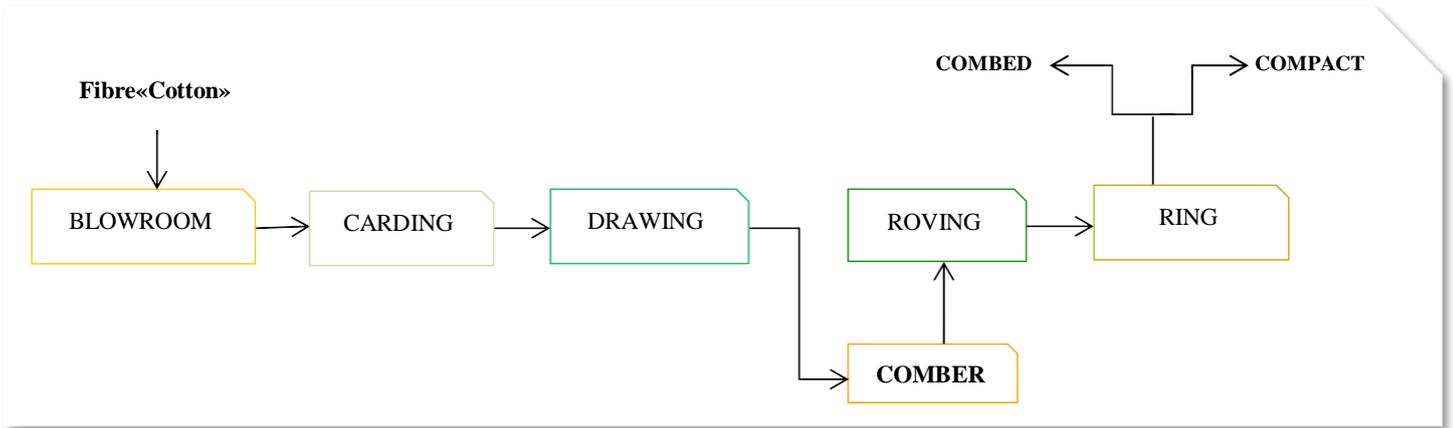


Figure 2.10 : Processus de fil COMBED/COMPACT

COMBER

La machine COMBER a pour objectifs:

- Eliminer les fibres courtes en dessous d’une longueur présélectionnée afin que le fileur permette de produire un fil plus fin ou d’une meilleure qualité qu’il ne peut être possible à l’état car dé.
- Élimination des impuretés restantes.
- Élimination d’une grande proportion (pas tous) des ne ps dans la fibre.
- Formation de ruban ayant une uniformité maximale possible.
- Redresser les fibres.

OPEN END

OPEN END ou le filage à fibres libérées fait partie de la technologie, qui est capable de produire du fil sans utiliser la broche, ce qui fait que ce fil est de moindre qualité par rapport aux autres types de fils car il compte un pourcentage élevé de fibre courte.

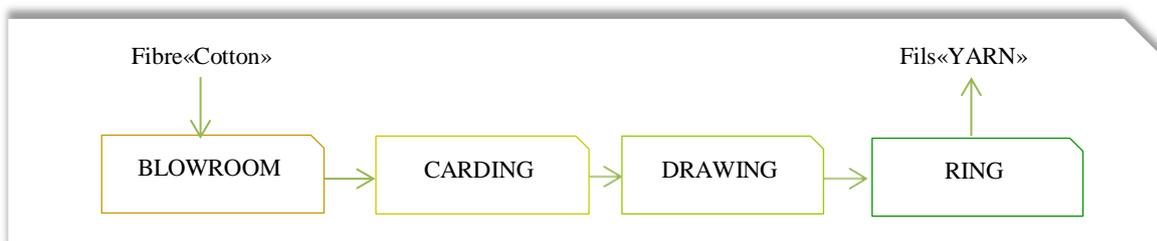


Figure 2.11 : Processus de fil OPEN END

Tricotage:

Un tissu tricoté est constitué d'un entrelacement de fibres naturelles comme la laine ou le coton, ou de fibres synthétiques comme le polyester. Le tricotage existe depuis très long temps, il peut être fait à la main ou par un appareil appelé machine à tricoter qui utilise de nombre use saiguilles en acier montées sur un cadre appelé barre à aiguille. La machine mécanise simplement le processus de traction des fils à travers les boucles pour créer des points .Les machines peuvent être rondes ou horizontales.

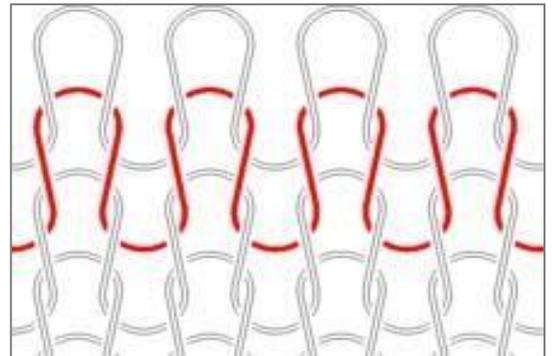


Figure 2.13 : Principe de tricotage (Knitting publishing)

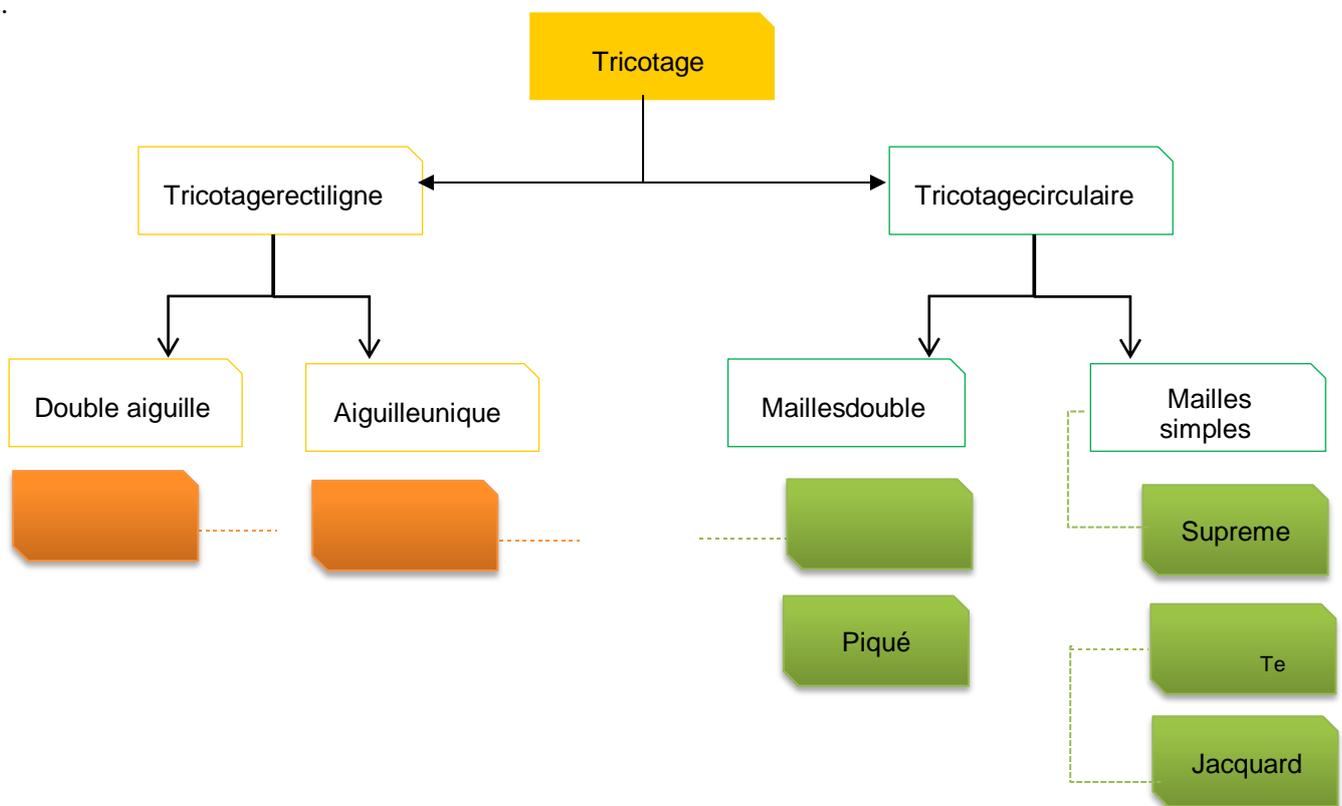


Figure 2.14: Processus de Tricotage

L'Unité de tricotage possède une gamme des métiers à tricoter d'une haute technologie ce qui la permet d'avoir une capacité de production qui peut satisfaire la demande. L'implantation de l'unité est en îlots, Pour ce la on distingue Deux modèles de métiers à tricoter métiers à trico tercirculaire et métiers à trico terrectiligne (figures ci-dessous)

Cette unité est équipée de 68 métiers à tricoter dont 48 sont circulaires et 20 sont rectilignes.

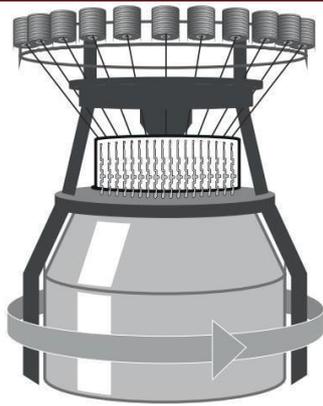


Figure 2.16 : Métier à tricoter circulaire (Knitting Publishing s.d.)

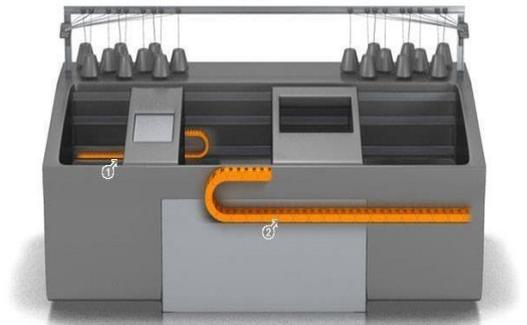


Figure 2.15 : Métiers à tricoter rectiligne (Knitting Publishing s.d)

Tissage (unité 08 et 09):

Le tissage est un procédé de production de textile dans lequel deux ensembles distincts de filés ou de fils sont entrelacés à angle droit pour former un tissu. Les fils verticaux sont appelés fils de chaîne et les fils horizontaux sont les fils de trame. La méthode par laquelle ces fils sont tissés ensemble influence les caractéristiques du tissu qui en résulte.

La façon dont les fils de chaîne et de trame s'entrecroisent les uns avec les autres est appelé l'armure. La majorité des produits tissés sont créés avec l'une des trois armures de base : **toile, satin ou sergé**. La toile tissée peut être unie (en une seule couleur ou un motif simple), ou peut-être tissée avec des motifs décoratifs ou artistiques.

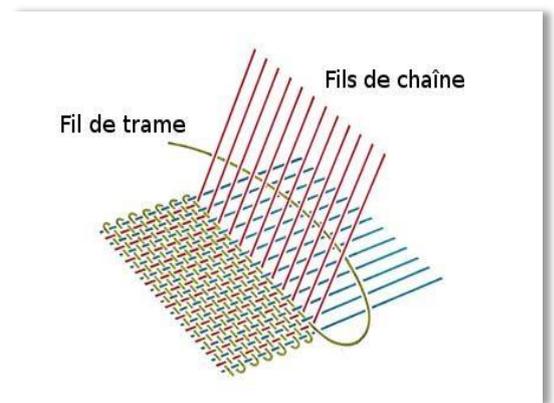
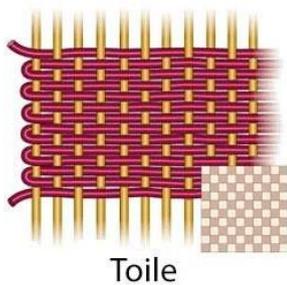
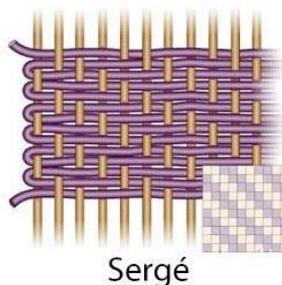


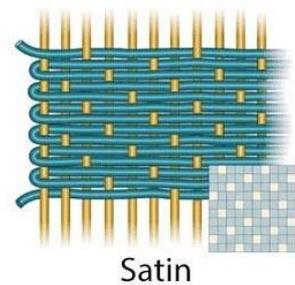
Figure 2.17: Structure d'un tissu tissé (Weaving school report s.d)



Toile



Sergé



Satin

Figure 2.18: Exemple de tissus tissés

Le processus de tissage

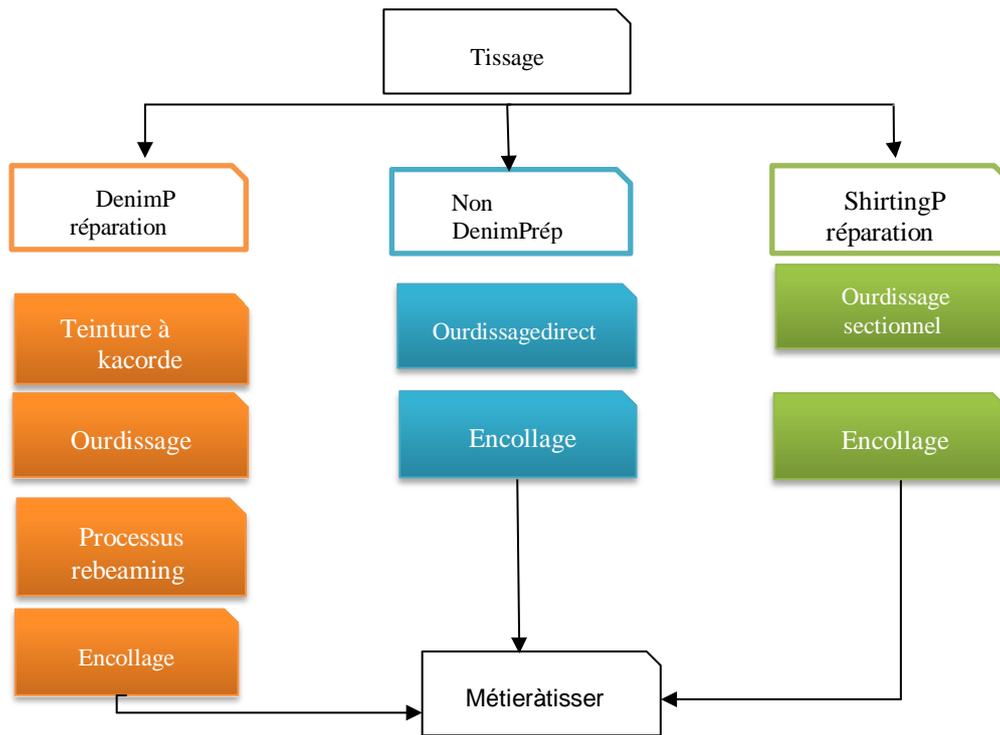


Figure 2.19: Processus de tissage

Durant le procédé de tissage, les fils de chaîne sont alimentés par une enrouleuse qui est installée à l'arrière d'un métier tisser.

Nous distinguons trois méthodes d'ourdissage,

- **Ourdissage sectionnelle**: Processus de préparation des fils destinés pour la fabrication de tissus des chemises
- **Ourdissage indirect** : Processus de préparation des fils destinés pour la fabrication des tissus tissés en denim
- **Ourdissage direct** : Processus de préparation des fils destinés pour la fabrication des tissus tissés en denim.

Indigo:

L'unité de teinture INDIGO⁴ est divisée en 05 ateliers, dont chaque atelier gère un processus de fabrication personnalisé. Néanmoins, la section 5 E est dédiée au stockage des fils provenant des unités de filature(03 &04), et elle est sous la gestion du département de logistique

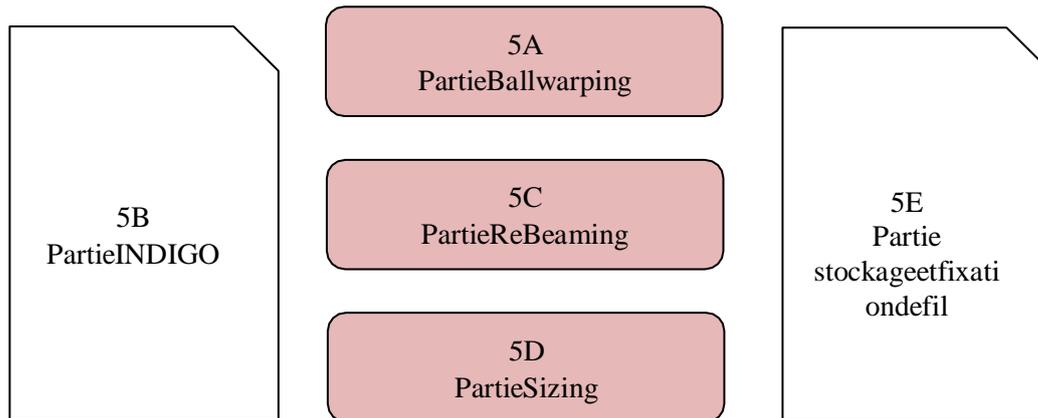


Figure 2.20: Implantation de l'atelier 05 indigo

Confection

La fabrication de vêtements s'agit d'un processus de conversion de matières premières en produits finis, qui comprend la sélection et l'inspection de tissus, la création de modèle, la coupe, le groupage, la couture, le pressage ou le pliage, l'emballage, ainsi que le contrôle qualité, aussi il existe d'autres étapes telles que le lavage qui est spécialement pour la fabrication des vêtements en jean (DENIM).

Les différents départements ou sections de l'unité de confection sont indiqués ci-dessous :

- Département de modélisation
- Département de planification
- Section de stockage
- Section de la coupe
- Bureau de méthode
- Département de broderie
- Département de sérigraphie
- Section de lavage
- Contrôle qualité
- Finition.

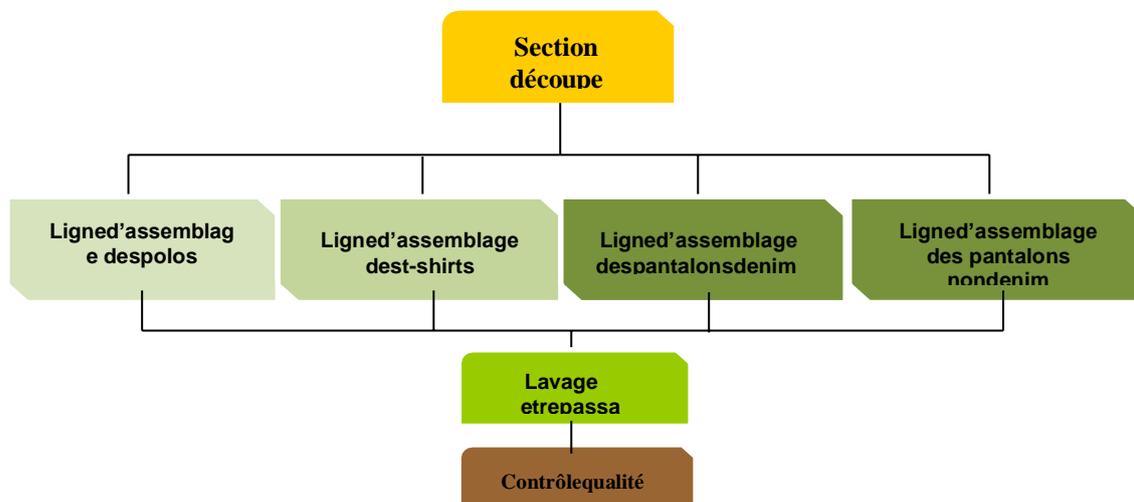


Figure 2.21: Processus de l'unité de confection

Partie3:Contexted'étudeUnité11EnnoblementteintureetFinissage

L'unité de Finissage est divisée en 03 ateliers, dont chaque atelier gère un processus de fabrication personnalisé. Comme nous avons déjà vu dans le processus global de TAYAL(figure)

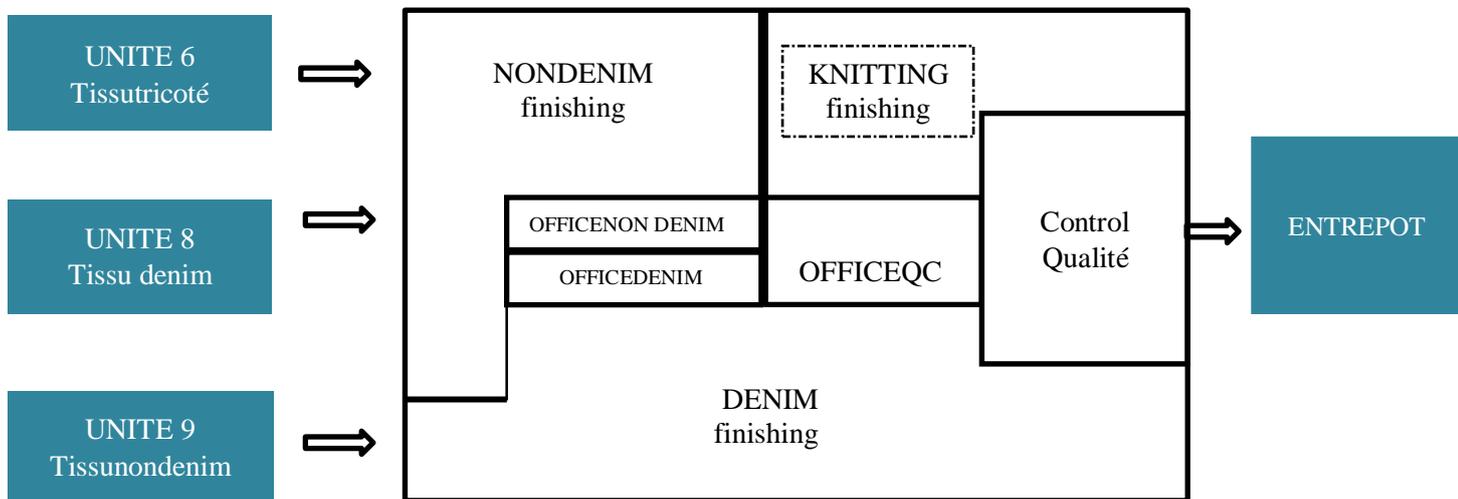


Figure 2.22: Implantation de l'unité 11

L'ennoblissement est un terme général qui désigne généralement le traitement des tissus textile sa près teinture.

- Il augmente la durée de vie et la durabilité du tissu.
- En finissant, nous pouvons conserver la forme et la taille du tissu.
- La finition accentue ou inhibe certaines caractéristiques du tissu.
- Apporter de nouvelles caractéristiques ou propriétés.
- Les finitions peuvent être effectuées chimiquement ou mécaniquement.
- Pour obtenir une bonne qualité de finition, nous devons maintenir les paramètres de la machine ou la recette chimique appropriée.
- Nous pouvons améliorer la qualité du produit fini en développant les paramètres de la machine ou en créant une nouvelle recette chimique appropriée.

L'ennoblissement est divisé en deux processus différents, les suivants:

- **Processus humide** : est le processus où le tissu subit des traitements chimiques, et le de-sizing ainsi que le lavage.
- **Processus sec** : Dans ce processus le tissu passe par une ou plusieurs étapes où il subit des traitements secs, comme par exemple le brûleur pour éliminer les fibres courtes, ou la SANFORISATION pour fixer la taille du tissu.

1. Le laboratoire au sein de l'unité teinture et finissage

Pour maîtriser sa qualité, TAYAL est doté de plusieurs laboratoires pour la préparation et le traitement de ses couleurs, et ce à travers des étapes précises:

Pour le coton et non denim

1. Définition des couleurs à partir des tissus utilisant un catalogue.
2. Prélèvement des quantités de couleurs requises.
3. Mélange pour l'obtention de la couleur programmée.
4. Coloration de l'échantillon.
5. Vérification du résultat.

Pour Knitted

1. Le mélange et les dosages sont automatisés par (Techno Rama) un robot tri-axé pour la préparation.
2. Coloration de l'échantillon
3. Vérification du résultat.

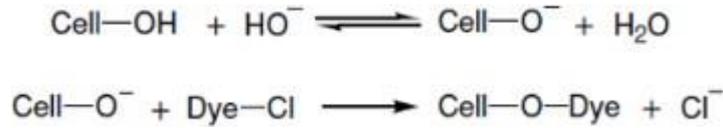


Figure 2.23: Machine Techno Rama

TYPE	APPLICATION	NATURE DE LIAISON	DE NIVEAU SOLIDITE	DE COUT
DIRECT	Fibrescellulosiques	Force de vander Waal	Médiocre	Faible
ACIDE	Fibrescellulosiques et protéique	Liaison longue	Moyenne avec des fibres médiocres avec des fibres cellulose	Faible
REACTIVE	Fibrescellulosiques	Liaison covalente	Excellente à moyenne	à Modéré à élevé
VAT	Fibrescellulosiques	Pénétration stéarique	Excellente à bonne	Elevé
SULPHUR	Fibrescellulosiques	Liaison ionique	Moyenne médiocres	à Faible
PIGMENT	Fibrescellulosiques	Aucune liaison, elle doit être attachée à l'aide d'un fixateur	Moyenne médiocres	Faible à Modéré à
DISPERSE	Fibres synthétique	Pénétration stéarique	Excellente à bonne	Modéré à élevé

Tableau 1: Résumé des différents teintures utilisés pour les fibres textiles

La teinture réactive
 :Le terme «réactif» signifie que les colorants réagissent rapidement avec une fibre inerte comme le coton et produisent la formation d'une liaison covalente avec une excellente tenue des couleurs.



2. Processus de teinture et finissage tricoté

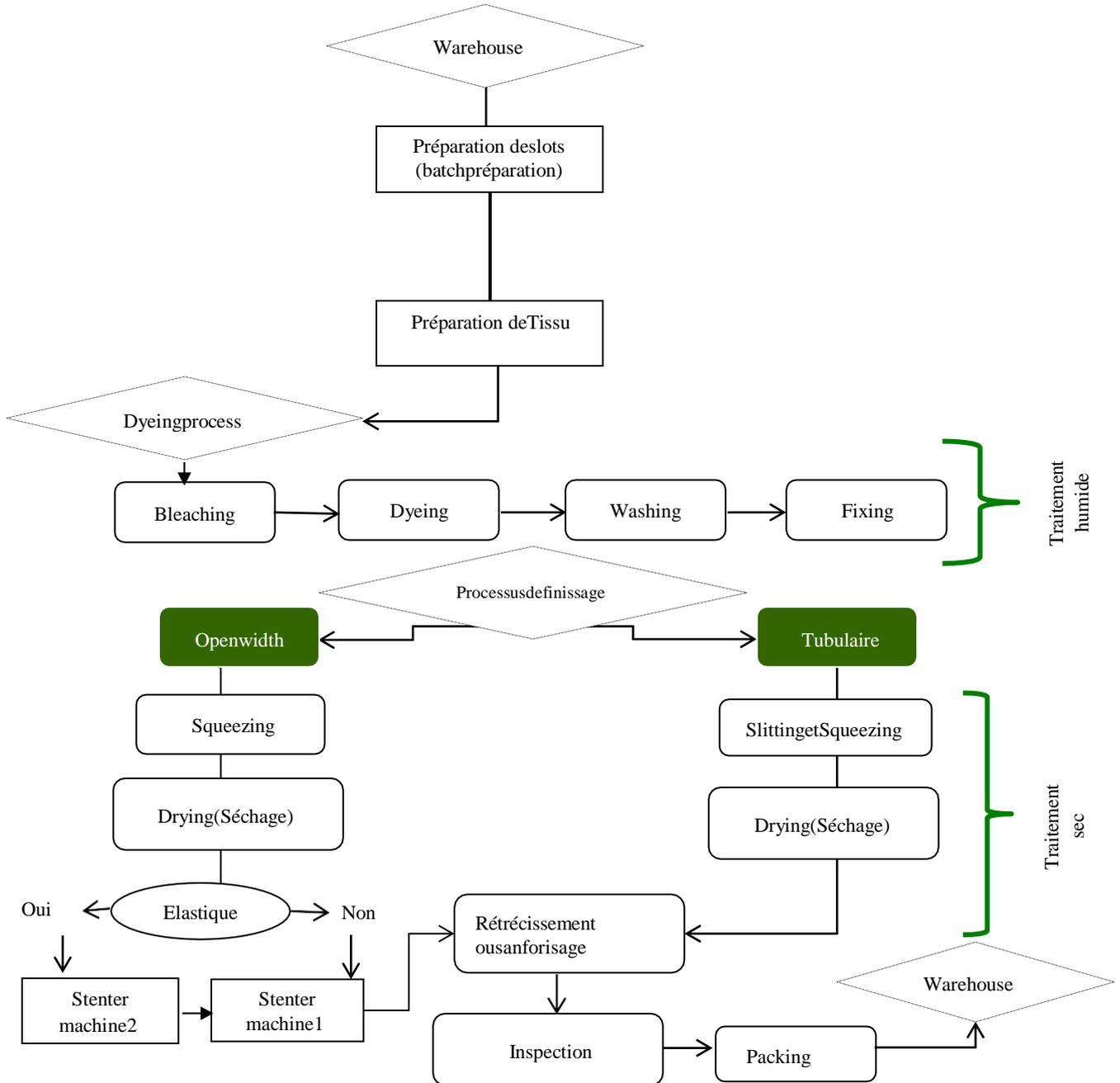


Figure 2.24: Processus de l'unité 1 «Teinture et Finissage Knitting»

1. Préparation des lots (batch préparation)

- Déterminer la couleur du tissu recommandée en laboratoire afin d'identifier le pourcentage de couleur.
- Si la couleur est foncée, le tissu doit être reversé pour éviter le stachessurletissu conjugal.
- Préparez les composants chimiques.
- X02 machine de préparation de tissu (raccorder les rouleaux en un seul tissu)
- Le tissu tubulaire passé d'abord par reversement machine avant de passer à la prochaine étape du processus

2. Processus de Teinture



Figure 2.25: Machine Dyeing

Un processus de teinture est l'interaction entre un colorant et une fibre, ainsi que le mouvement du colorant dans la partie interne de la fibre. Généralement, un processus de teinture implique l'adsorption (transfert de colorants de la solution aqueuse sur la surface de la fibre) et la diffusion (colorant se diffusant dans la fibre).

Dans la partie qui concerne le processus de teinture on trouve 16 machines de type **JET DYEING** chacune possède une capacité différente, cette machine se produit trois opérations suivantes :

- **Bleaching** : Le blanchiment est le processus de décoloration de la matière textile brute en éliminant les composants colorants inhérents et/ou acquis de la fibre. Il donne une blancheur de base au matériau textile qui peut être encore blanchi à l'aide d'azurants optiques ou teint/imprimé en fonction de l'utilisation finale souhaitée.
 - Phase 1** : Le désencollage est généralement effectué par imprégnation dans un bain d'enzymes et de tensio-actif chauffé à une température comprise entre 60°C et 75°C. Le tissu imprégné peut être, soit laissé en dépôt, soit vaporisé à une température de 100°C. Il est ensuite lavé à 95°C puis à 60°C et, éventuellement à l'eau courante.
 - Phase 2** : Le blanchiment a pour but d'oxyder les impuretés qui font partie de la fibre écrue ou déjà débouillie de coton. Il est effectué dans pratiquement tous les cas avec les oxydants tels que la soude caustique, pour éliminer les huiles et les impuretés.
 - Phase 3** : l'ajout de l'acide pour équilibrer le pH et Terminox pour éliminer le Peroxyde.
- ✓ Remarque: Toutes ces phases pour que le tissu absorbe mieux la teinture.

• **Dyeing&fixation:parl'ajoutde:**

Soudecaustique+teinture



SODANa2CO3

“Teinture”

“Fixation”

• **Washing« Lavage»:**Acideacétique+laucalc2

3. Processus de Finissage

Squeezing : Après le processus de teinture dans la machine à teindre, les tissus (OPENWIDE) sont prêts à être essorés. Ils agissent du processus qui consiste à éliminer partiellement l'eau des tissus en les pressant.

Les fonctions de base de machine d'essorage:

- Étirer l'eau du tissu.
- Contrôler la largeur du tissu.
- Contrôler la longueur du tissu.
- Contrôle de la spirale du tissu.
- Contrôler le système de suralimentation.
- Augmenter la douceur du tissu.
- Supprimer la marque de pliage du tissu.

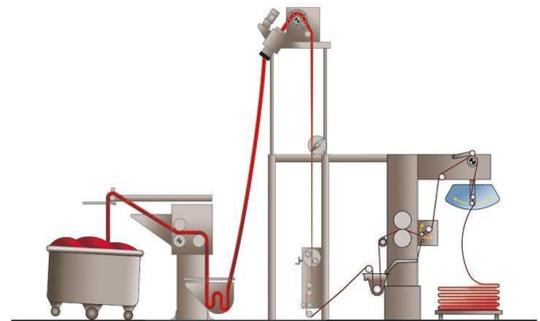


Figure2.26:Machine squeezing

Slitting: Slitting machine est utilisée pour le traitement des tissus de type TUBULAIRE

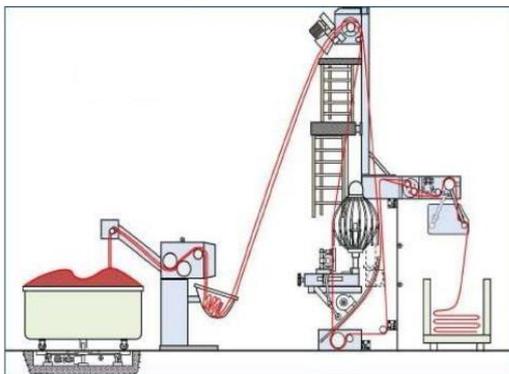


Figure2.27:Machine slittingets queezing

Les Fonctions de la machine:

- Fendre le tissu ntube à l'aide d'un couteau pour ouvrir le tissu et le préparer pour le rancissement.
- Contrôler le diamètre du tissu, le GSM et le rétrécissement par un mécanisme de suralimentation.
- Adoucir le tissu en appliquant les adoucisseurs.

Séchage : La machine est utilisée pour éliminer l'eau résiduelle contenue dans le tissu après le pressage en appliquant de la chaleur sur le tissu dans la machine.-
Le tissu est alimenté sur le fil de séchage à une faible vitesse de suralimentation et l'humidité est mesurée en continu. Les séchages

est nécessaire pour éliminer ou réduire la teneur en eau des fibres, des fils et des tissus après des processushumides.

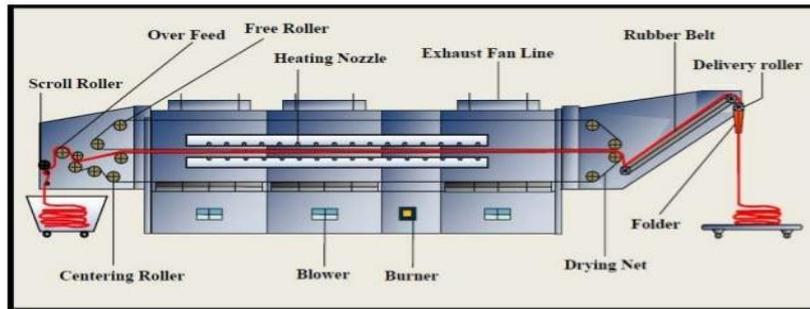


Figure2.28:Machine de séchage

Les Fonctions de la machine:

- Sécher le tissu à l'aide de la vapeur.
- Contrôler le rétrécissement.
- Préparer le processus suivant.
- Sécher le tissu tubulaire et ouvert sans tension.
- Élimination de l'eau résiduelle contenue dans le tissu.

Stenter: La rameuse est utilisée pour les tissus à forme ouverte. Certains tissus contiennent un pourcentage de fibres élastomères dans leur structure, ce qui facilite le contrôle de l'élasticité du tissu, qui est maintenu par des aiguilles ou des épingles, circule dans une série de chambres à température élevée afin d'obtenir le rétrécissement final souhaité.

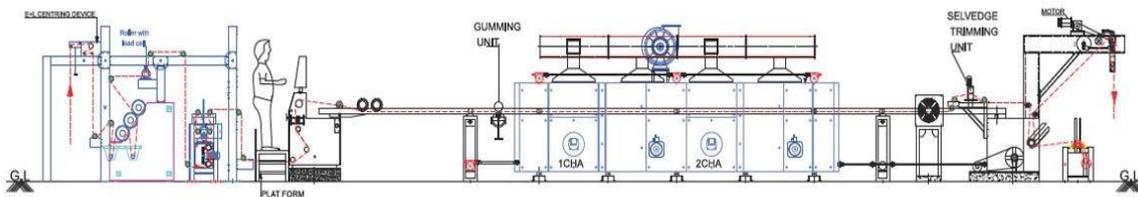


Figure2.29 :Stenter machine

Les fonctions de la machine:

- Pour contrôler le rétrécissement.
- Pour contrôler le GSM requis par sur alimentation.
- Réglage de la chaleur.
- Redresser le tissu.
- Pour contrôler la courbure et le biais (spirale).
- Pour une teneur en humidité uniforme.
- Application de produit chimique de finition.

Sanforisage: Le traitement des tissus à mailles sous forme tubulaire sur le COMPACTEUR TUBULAIRE et OPEN WIDTH répond aux normes exigeantes fixées par les clients

Les fonctions de base de la machine:

- Pour contrôler le GSM. (Augmentation et diminution).
- Contrôle du diamètre.
- Pour contrôler le rétrécissement. (Augmentation et diminution).
- Contrôle de la largeur grâce à un écarteur de tissu tubulaire spécialement réglable hauteur.

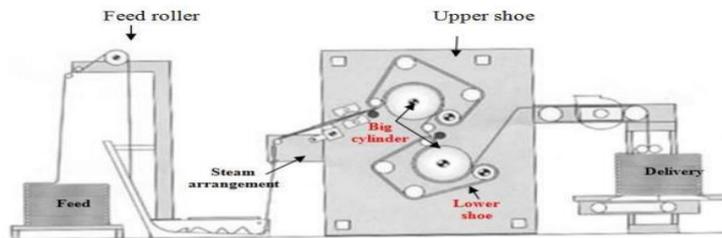


Figure 2.30 : Machine de sanforisage

Une fois le dernier procédé de finition est exécuté, un contrôle qualité de tissu aura lieu.

3. Contrôle Qualité -

Le contrôle de la qualité dans l'industrie textile implique un ensemble de normes ou de directives qui aident à garantir qu'un produit respecte et répond à certains paramètres qui mènent à la satisfaction du client. TAYAL Assure la qualité de ces produits pendant la section teinture dans les trois étapes suivantes:

1. En laboratoire
2. En section teinture
3. En section finition

En laboratoire:

1. Carte d'échantillon de l'acheteur en fonction de ses besoins.
2. Prédiction de la recette pour la teinture de l'échantillon.
3. Teinture de l'échantillon jusqu'à la correspondance avec la carte d'échantillon.
4. La solidité et d'autres tests du tissu ou du fil sont effectués ici.

En section teinture

Dans la section de teinture:

1. Selon l'échantillon de l'acheteur, la teinture de l'échantillon est effectuée dans la machine de teinture d'échantillon dans le hangar de teinture et à nouveau assortie à l'échantillon approuvé.
2. Si le résultat est OK, alors la production en vrac.
3. Pendant la teinture, des échantillons sont prélevés jusqu'à une correspondance précise des nuances. L'intervalle peut être de 30 à 40 minutes.
4. Après la teinture, l'échantillon est collecté après l'adoucissement.
5. Enfin, l'échantillon est collecté après fixation et apparié.
6. Puis permis aux tissus d'être finis.

En section Finissage

Dans la section de finition, on utilise une série de machines de finition, la largeur, la douceur et l'apparence sont maintenues conformément aux exigences. Ensuite, l'échantillonnage est effectué plusieurs fois pour tester les propriétés GSM, de retrait et de solidité. Enfin, le tissu est inspecté et préparé pour la livraison.

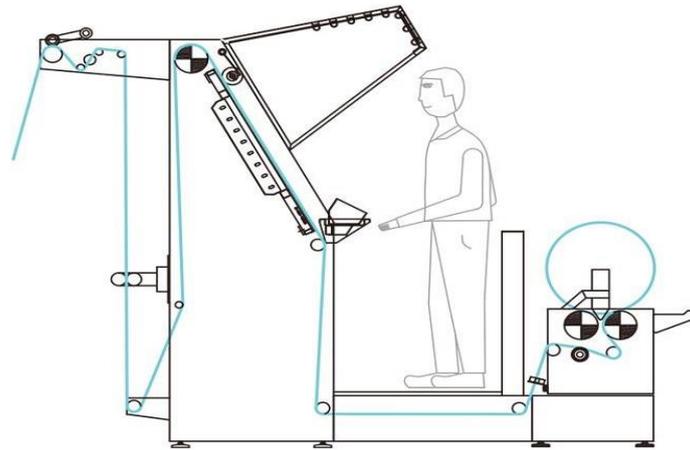


Figure 2.31: machine d'inspection

Inspection du tissu

L'inspection du tissu est une procédure par laquelle les défauts du tissu sont identifiés et le tissu est classé selon le degré ou l'intensité des défauts. L'inspection du tissu est effectuée selon le système à 4 points.

Chaque type de tissu a son processus approprié de contrôle de qualité. Les tests utilisés sont des tests physiques et chimiques. Voici quelques explications de tests techniques effectués lors du contrôle qualité:

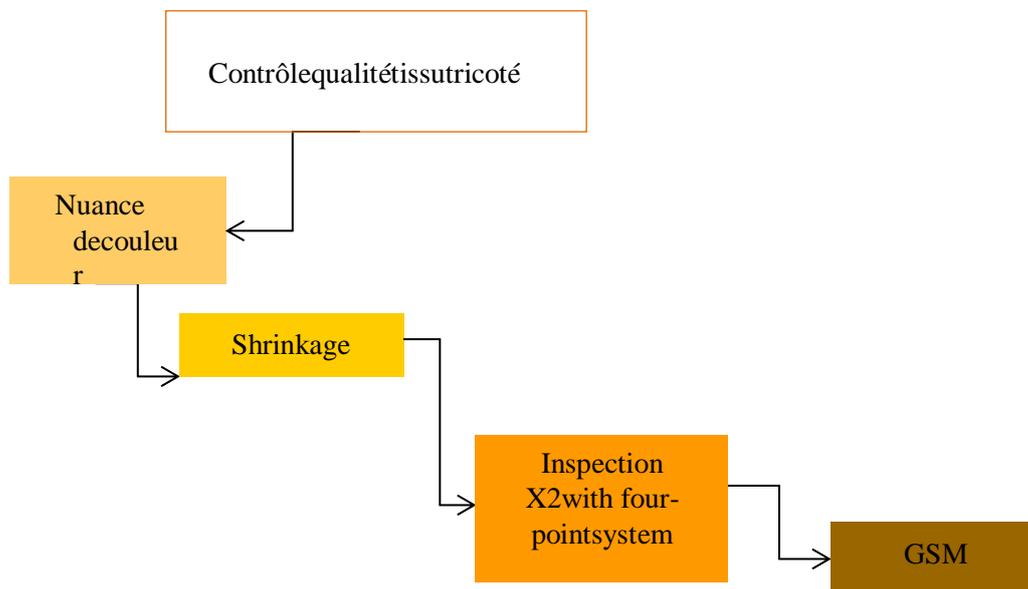


Figure 2.32: Inspection et control qualité

- Nuance de couleur**
 L'industrie textile est confrontée à des défis uniques lorsqu'il s'agit de mettre en œuvre des systèmes robustes de contrôle de la qualité des couleurs. Pour comprendre la différence de couleur, vous devez connaître la définition de base de l'ombre et sa différence.

Shade variation:

Il s’agit de la différence de couleur ou de profondeur de couleur (ton) dans le même rouleau de tissu ou entre différents lots. Dans les tissus teints, il y a souvent une différence dans les ombres. La variation de teinte peut se faire du bord au centre du présentoir en tissu ou de l’extrémité des rouleaux de tissu à l’autre extrémité.

Le contraste des ombres ou des ombres est un problème majeur dans tout tissu. Un grand nombre de commandes sont annulées en raison de la différence de couleur entre les pièces.



- **GSM** : GSM signifie gramme par mètre carré. C’est un facteur très important pour les sections de tricotage et de teinture. Si nous ne pouvons pas maintenir correctement le GSM selon les exigences de l’acheteur.

- **Shrinkage**: Lorsqu’une pièce de tissu ou un vêtement est lavé, sa taille (dimension) est réduite par rapport à sa taille originale après le lavage (processus de blanchissage). « Le rétrécissement du tissu » est un paramètre de test des tissus textiles pour mesurer les changements de longueur et de largeur.
- **Inspection** : Repérez les défauts de tricotage et de transformation du tissu teint, avec ‘Le Système De 4Points’ Quatre-Point System, une norme établie selon la norme ASTM D5430 – 07(2011)⁵, est une des méthodes d’essai normalisées pour le tissu visuellement et classement Inspector. Avec ce système, les rouleaux de tissus sont classés par défauts. Chaque défaut reçoit un certain nombre de points, et après l’inspection, vous saurez bien sûr le total du nombre de points le plus faible possible.

Procédure du système à quatre points:

- L’inspection des tissus est généralement effectuée sur des machines d’inspection des tissus.
- Ces machines sont conçues de manière à ce que les rouleaux de tissu puissent être montés derrière la table d’inspection sous un éclairage adéquat et qu’ils soient réenroulés à leur sortie de la table.
- Les machines d’inspection sont soit motorisées, soit l’inspecteur tire le tissu sur la table d’inspection.
- Les défauts sont localisés, marqués et enregistrés sur un formulaire d’inspection.
- Certaines machines sont équipées pour mesurer la longueur de chaque rouleau de tissu (mètre/yard).

Système impérial	Système métrique
- Défaut de moins de 3 pouces: 1 point	- Défaut de moins de 7,5 cm de long: 1 point
- Défaut de 3 à 6 pouces de long: 2 points	- Défaut jusqu’à 7,5 cm à 15 cm de longueur: 2 points
- Défaut de plus de 6 à 9 pouces : 3 points	- Défaut de plus de 15 cm à 23 cm de long: 3 points
- Défaut de plus de 9 pouces: 4 points	- Défaut de plus de 23 cm de long: 4 points

Tableau 2.2: Table de réglementation par rapport au système à quatre points

Chapitre 02

2021/2022

- La formule pour calculer les points de pénalité par 100 mètres carrés est donnée par :
$$= (\text{Total des points marqués dans le rouleau} \times 3600) / \text{Largeur du tissu en pouces.}$$

Cela dépend des demandes des clients mais en général:

- Si nous avons 22,5 points/100 mètres carrés ou moins, le rouleau est de première qualité.
- Si nous avons plus de 22,5 points/100 mètres carrés, le rouleau est de seconde qualité.
- Si nous avons plus de 40 points/100, le rouleau est de quatrième qualité.

Conclusion

Ce chapitre décrit les activités principales de la société TAYAL, en mettant l'accent sur ses produits et son processus de fabrication global, ainsi que ses différents processus, en précisant leurs objectifs en premier lieu, et en indiquant en deuxième lieu la partie visée par notre projet qui est L'ennoblissement Teinture Finissage tricoté.

Dans le chapitre suivant, nous allons mentionner les données qui ont été fournies par le responsable de production en collaboration avec les responsables d'atelier et les opérateurs qui nous avons accueillis.

Une analyse en profondeur des données est effectuée pour but de définir la problématique, avec la méthode LSS on va donc définir les solutions à proposer pour un processus avec un nombre minimum de problèmes de qualité.

**Chapitre III: Mise en place et amélioration
D'un système de suivi du Taux de
Rendement Synthétique au sein de
l'Entreprise TAYAL spa**

Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons notre étude de cas basé sur la mise en place et amélioration d'un système de suivi du Taux de Rendement Synthétique au sein de l'Entreprise TAYAL spa, premièrement, nous présentons les données que nous avons recueillies et les analyse identifier le problème réel de de l'entreprise, puis nous proposons des procédures pour améliorer le TRS

1. Etape 1 : Définir

Le Lean SIX SIGMA a notamment pour but d'améliorer la qualité au sein d'un processus et de se débarrasser des gaspillages afin d'augmenter l'efficacité et l'efficience de l'entreprise. Il est donc crucial de définir à quel problème s'attaquer en premier afin d'obtenir les meilleurs résultats possibles. Pour cela, le processus doit être clairement défini afin de pouvoir repérer des anomalies plus facilement. La méthode QQQQCP est une méthode du questionnement est un outil d'aide à la résolution de problème comportant une liste quasi exhaustive d'information sur la situation. Les réponses extraites de l'utilisation de cet outil sont concises ci-dessous :

Qui ?	Le responsable de production – Ingénieur control de processus- ingénieur qualité
Quoi ?	Le gaspillage, les défauts du produit fini (produit non-conforme)
Où ?	Unité d'ennoblissement teinture finissage
Quand ?	« 3 mois » au cours des inspection et le contrôle de tissu
Comment ?	Nous avons choisi comme indicateur de performance : TRS
Pourquoi ?	Dans le but d'améliorer la performance et augmenter le taux de qualité Minimiser les couts et Non qualité

Figure 3.1 : Définition du problème avec la méthode QQQQCP

Afin d'avoir une vision globale sur la conduite du projet, nous allons réaliser une charte qui représentera de façon systématique le problème à traiter, l'étendue des tâches et l'objectif à atteindre. Pour valider la charte du projet, il faut se poser une certaine série de questions qui permettent d'évaluer l'impact et la pertinence du sujet. Les questions et les réponses sont récapitulées dans le tableau ci-dessus :

Les questions relatives à la charte du projet	
Le présent projet vise-t-il à une amélioration du processus ?	Oui
Le problème à résoudre est-il réellement grave ?	Oui
Est-ce que l'objectif est réellement mesurable ?	Oui
L'objectif est-il de mieux faire (moins de défauts), plus rapide (réduction du délai d'exécution) ou moins coûteux (meilleure utilisation des ressources) ?	Mieux faire
Le gain est-il quantifiable ?	Oui
Des ressources seront-elles affectées et, si nécessaire, un budget complémentaire sera-t-il alloué ?	Non
Le projet fera-t-il un bon usage des méthodes Lean Six Sigma ?	Oui

Tableau 3.1: les questions relatives à la charte du projet

De cette manière, nous pouvons élaborer notre charte de projet qui détermine les éléments de départ de la procédure DMAIC :

Nom de projet :	Unité
Amélioration de la performance d'un service maintenance basée sur TRS.	Unité d'Ennoblement Teinture Finissage Tricoté
Brève description du problème	
Un nombre considérable de défaut tout au long de la chaîne de production, Cela affectera le délai de livraison en raison des retouches à effectuer à chaque fois.	
Analyse de rentabilité et bénéfices	Objectif du projet
La satisfaction du client en respecte ces exigences en termes de qualité de tissu. Diminution des surcoûts et des pertes financières	Améliorer le TRS Amélioration de la qualité Réduire les défauts dans le tissu fini
Indicateur utilisé Y : Le taux de rendement synthétique TRS	
Equipe de projet : <ul style="list-style-type: none"> • Responsable de production : Ingénieur de production • Boudali Ismahane • Derghaoui Fatma Zohra 	

Tableau 3.2 : charte de projet

Cartographie du processus « Diagramme de SIPOC »

Pour comprendre le flux de production au sein de TAYAL « teinture et finissage », nous avons proposé le diagramme SIPOC (Suppliers-Inputs-Process-Outputs-Customer). C’est une cartographie du processus en décrivant le flux depuis les entrées des fournisseurs jusqu’aux sorties aux Clients.

Au fur et à mesure le déroulement du flux, le fournisseur (Supplier) qui peut être interne ou externe à l’entreprise, fournit une entrée (Input) sous forme d’informations, des matières premières, ou des équipes... et alimente le processus (Process) dans sa globalité. Dont ce processus, résulte un livrable (Output) qui peut être un produit, Cette identification des processus a pour but d’identifier les gaspillages de ressources et/ou les défauts de fabrication dans l’unité de production et de retrouver les principales causes des problèmes. Cela nous amène à visualiser l’état actuel des activités et nous permet de décider de l’état futur souhaitable et des améliorations à apporter au système de production.

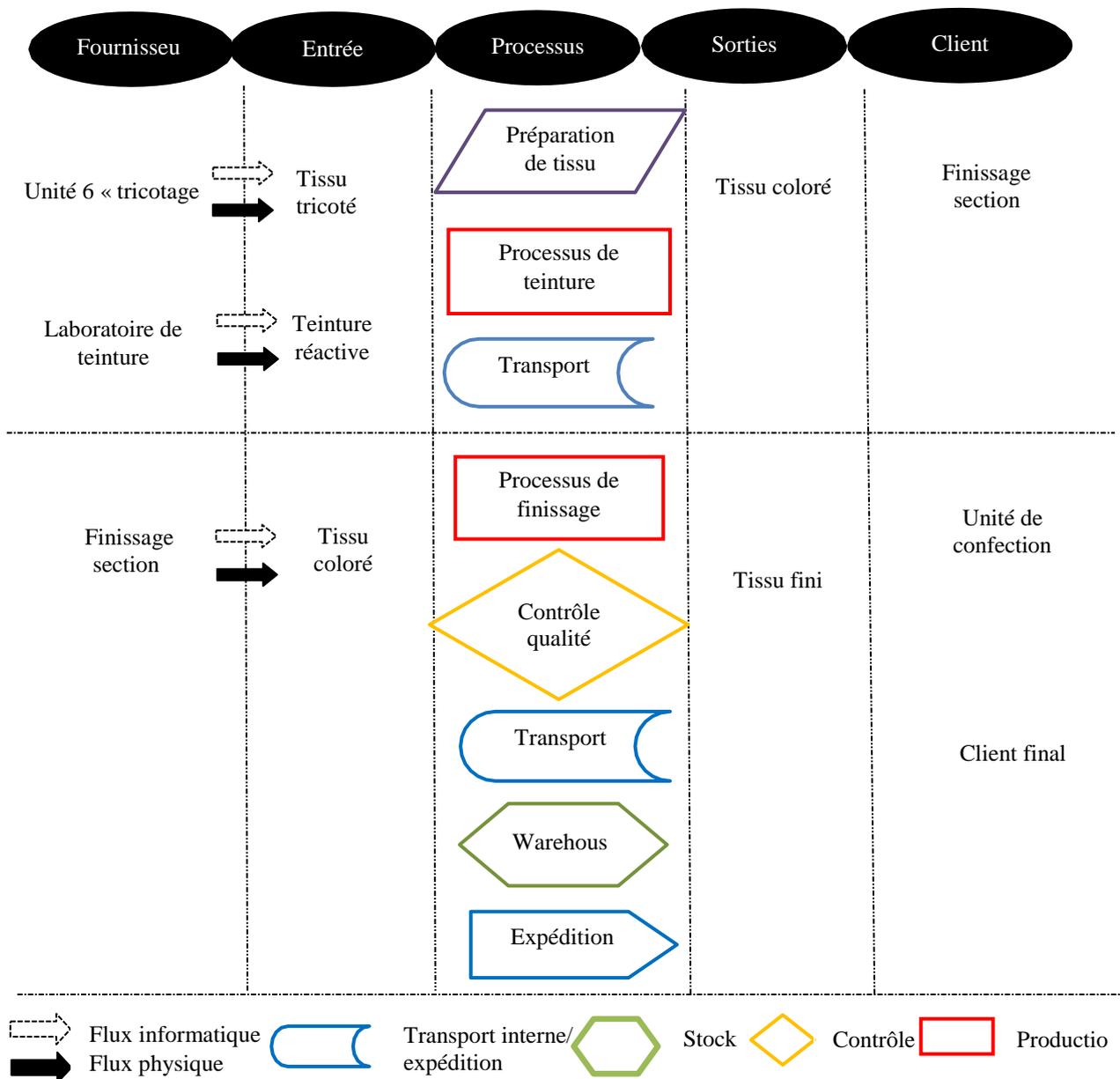


Figure 3.2:SIPOC, Flux physique du processus de production

Pendant notre stage, l'unité de teinture et de finition des tissus à tricot est une parmi les lignes de finition (DENIM et NON DENIM) la plus rentables pour l'entreprise en raison de la forte demande des clients pendant l'année commerciale. Cependant, à chaque fois, le délai de production prévu n'est pas respecté (des retard, produits non conforme...). Au moment de notre passage à l'unité nous avons constaté une situation dans le processus de DYEING où ils ont été amenés à teindre un tissu trois fois au lieu d'une. Cette situation a également confirmé que le problème constaté par le département de contrôle des processus doit être traité le plus tôt possible, étant donné les nombreuses pertes auxquelles l'unité est soumise en raison des aléas de la chaîne de production.

2. Etape 2 : Mesurer

Suite à la première étape de « définition » qui a déjà permis de mieux cerner le problème au niveau des processus, il est maintenant nécessaire de se pencher davantage sur la quantification de ces problèmes et être en mesure de collecter des données afin d'obtenir ensuite des chiffres, des statistiques, des tendances... Il est donc essentiel de rassembler des informations sur la situation actuelle des processus, d'une part afin de déterminer le degré d'éloignement par rapport aux nouveaux objectifs, mais également afin d'obtenir une base de référence qui pourra être utilisée tout au long de la démarche du DMAIC.

Identification des réponses mesurables Y « TRS » :

Le TRS rend visible les écueils de production, améliorer le TRS signifie éliminer ces écueils :

- Rebuts
- Micro-arrêts
- Pannes
- Qualité produit fini

L'unité de teinture et finissage reste en marche 24/24 heure, grâce à l'équipe de shift (3 équipes), Dans l'identification de l'existant on note que les anciennes données n'ont pas pu être extraites faute de politique de confidentialité de l'entreprise. Donc, Nous avons décidé de calculer, le Taux de Rendement Synthétique « TRS » du processus d'ennoblissement durant la période de 3 mois comme suit :

$$\text{TRS} = \text{Taux de performance} \times \text{Taux de disponibilité} \times \text{Taux de la qualité}$$

Taux de disponibilité :

$$\text{TD} = \frac{\text{Temps de fonctionnement de la production}}{\text{Temps requis}} = 97,86\%$$

Pour calculer le Taux de disponibilité il est nécessaire de calculer les temps suivants, le calcul sera regroupé dans le tableau suivant :

- Temps Requis « TR » = Temps d'ouverture « TO » – Arrêts planifier
- Temps de fonctionnement « TF » = Temps Requis « TR » – Arrêts non planifier

Mois	Temps d'ouverture	Temps d'arrêts planifier	Temps d'arrêts non planifier	Temps requis	Temps de fonctionnement	Taux de disponibilité	Pourcentage
Février	127161	14035	3899	113126	109227	0,96553400	96,55%
Mars	127161	13791	2147	113370	111223	0,98106200	98,11%
Avril	127161	11231	1278	115930	114652	0,98897610	98,90%
Totale		39057	7324	342426	335102	0,97861143	97,86%

Tableau 3.3: La disponibilité des machines

Puisque le taux de disponibilité rentre dans le calcul de TRS, alors l'augmentation du premier, implique automatiquement une augmentation du deuxième. Après la collecte des anomalies concernant uniquement l'ensacheuse depuis FEVRIER jusqu'au AVRIL 2022, à partir d'un historique archivé dans l'entreprise TAYAL. On remarque que le taux de disponibilité des machines durant cette période est élevé cela traduit par un meilleur débit avec une bonne utilisation de l'équipement.

Le taux de qualité

Dans l'unité de teinture et finissage, lorsqu'ils reçoivent une commande d'un tissu, ils l'appellent un lot et chaque lot contient un certain nombre de rouleaux et après le processus, le tissu doit passer par de nombreux tests pour le contrôler Afin de déterminer si le tissu est conforme ou non, TAYAL travaille avec un système de « **four points** » quatre points pour détecter le degré du défaut.

Le tableau suivant présente les différents défauts et leur fréquence pendant la période de 3 mois

Défauts	Février	Mars	Avril	Totale
Uneven dyeing	-	-	187	187
Compaction Mark	343	-	72	415
Dirty Spot	28739	31042	24115	83896
Dye fracture	2366	3400	2592	8358
Contamination	31114	27930	25432	84476
Hole	39243	36452	33441	109136
Oil Spot	25092	29177	24731	79000
Lycra Burn Out	11928	14560	12122	38610
Miss Yarn	3656	3186	1284	8126
Chemical Spot	1412	1584	1517	4513
Needle Mark	1433	1023	813	3269
Slup	1617	1479	1195	4291
Yellow Spot	1265	1393	1499	4157
Shade Up	1423	1172	674	3269
Shade Variation	923	659	674	2256
Crease Mark	569	717	380	1666
Wrong Slitting	192	92	35	319
Pin Hole	13	87	135	235
Dead Coton	59	42	144	245
Poorly Adjusted Pin	22	15	83	120

Le taux de la qualité est directement lié à la qualité des produits fabriqués et se calcul comme suit :

$$TQ = \frac{\text{Nombre des pièces bonne}}{\text{Nombre des pièces produits}} = 81,73\%$$

Mois	Quantité de tissu totale	Quantité de tissu conforme		Quantité de tissu non conforme	Taux de qualité	Pourcentage
		First qualité	Second qualité			
Février	11742	9632	491	2354	0,86211888	86,21%
Mars	10841	7627	398	1908	0,74024536	74,02%
Avril	8275	6797	278	1403	0,85498489	85,49%
Totale	30858	24056	1167	5665	0,81738933	81,73%

Tableau 3.4:Taux de Qualité

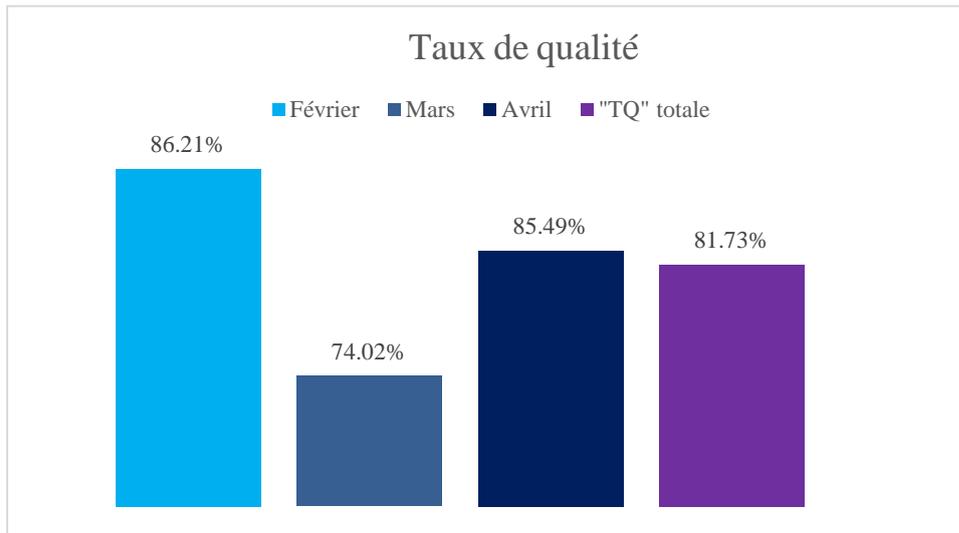


Figure 3.3: Taux de Qualité

On remarque dans **Figure 50** que pendant toute la durée de dernier trois mois de l’année 2022 le taux de qualité variées entre 74.02% et 86.21% ce qui se traduit par un taux de rebut (défaut) considérable par rapport à la quantité lancée donc une qualité inferieur.

Taux de performance :

$$TP = \frac{\text{Nombre des pièces réalisées}}{\text{Nombre des pièces théoriquement réalisées}} = \frac{908925}{1065153} = 0,8533 = 85,33\%$$

Mois	Nombre de pièces théoriquement réaliser	Nombre de piècesréaliser	Taux de Performance	Pourcentage
Février	463283	415954	0,8978399	89,78%
Mars	320303	278952	0,8709003	87,09%
Avril	281567	214019	0,7600997	76,01%
Totale	1065153	908925	0,8533279	85,33%

Tableau 3.5: Taux de Performance

D’après l’étude qu’on a faite on a remarqué que le taux de performance de la ligne de teinture et de finissage durant les trois mois a connu des hauts et des bas en raison de la longueur du cycle de production, ainsi que le temps de stabilisation, les micro arrêts (changement de série, temps de démarrage) et la variation de la cadence.

Mais On constate que le taux de fonctionnement est élevé ce qui implique que les temps d’arrêt n’influencent pas remarquablement le travail effectué, ainsi que le but fixé par le responsable de production.

Taux de rendement synthétique “TRS”

Afin de réaliser une analyse du taux de rendement synthétique et de ses composantes : disponibilité, performance et qualité, nous avons tenté de recueillir des données de production. Cela afin d'avoir une vision de la situation actuelle de la ligne de teinture et de finissage.

Tableau 3.6 suivant représente la récapitulation de toutes les données de ligne de Teinture et Finissage de la même période en fonction de la disponibilité moyenne, de la performance, de la qualité et de TRS de la ligne de production :

Taux de qualité	Taux de performance	Taux de disponibilité	Taux de rendement synthétique
81,73%	85,33%	97,86%	68,25%

Tableau 3.6: Synthèse des Taux de qualité, Performance, Disponibilité et TRS

3. Etape3 : Analyser

À cette étape, nous avons analysé les mesures quantifiées prises dans la section précédente en faisant un retour sur les objectifs définis à la première phase du DMAIC.

Après avoir mesuré les trois taux dans la phase préalable, nous avons remarqué que le taux le plus bas est celui de la qualité, donc l'objectif de cette analyse est de déterminer les causes possibles d'un rejet.

Avant d'analyser les données que nous avons établies comme objectif, et après avoir une idée globale sur la qualité du produit et des défauts qui ont une influence sur celle-ci, nous avons décidé plus précisément à cette étape de la méthode DMAIC de choisir les défauts qui ont un taux élevé à analyser afin de faire une évaluation plus précise et d'obtenir de bons résultats pour notre projet.

Pour effectuer cette étape il existe toute une liste de méthodes que nous pouvons appliquer, cependant dans notre projet nous avons choisi la méthode PARETO et le diagramme de cause à effet.

Analyse du tableau des taux intermédiaires et TRS

La combinaison des résultats des différents taux (Disponibilité, Performance et Qualité) pendant toute la période étudiée (3 mois) a été convertit en un graphique et le résultat est le suivant :

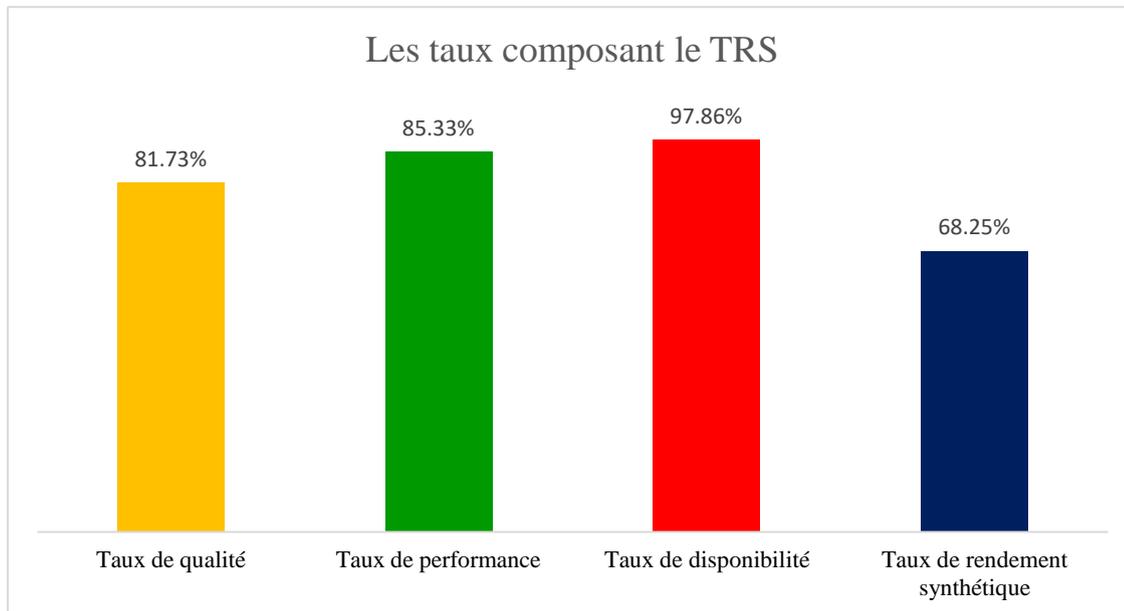


Figure 3.4: Diagramme Comparatif des différents Taux composants le TRS

A travers ce diagramme, il est possible de comparer les taux, et de constater que le taux de rendement synthétique abouti une valeur réduite de 68,25% compte tenu de la proportion faible du taux de qualité qui est de 81,73% en raison des diverses anomalies et défauts que nous discuterons et analyserons à l'étape suivante pour découvrir les principales raisons de ces défauts et qui ont un impact significatif sur la productivité et la qualité des tissus.

Méthode Pareto

Dans le cas du contrôle de la qualité, l'identification de ces causes de défauts majeurs permet de déterminer des orientations pour des actions qui peuvent très efficacement contribuer à l'amélioration des processus et à l'amélioration de la qualité des produits. Plusieurs défauts affectent le tissu, ce diagramme indique la fréquence totale de chaque défaut dans le délai de trois mois, comme nous avons mentionné précédemment dans l'étape précédente.

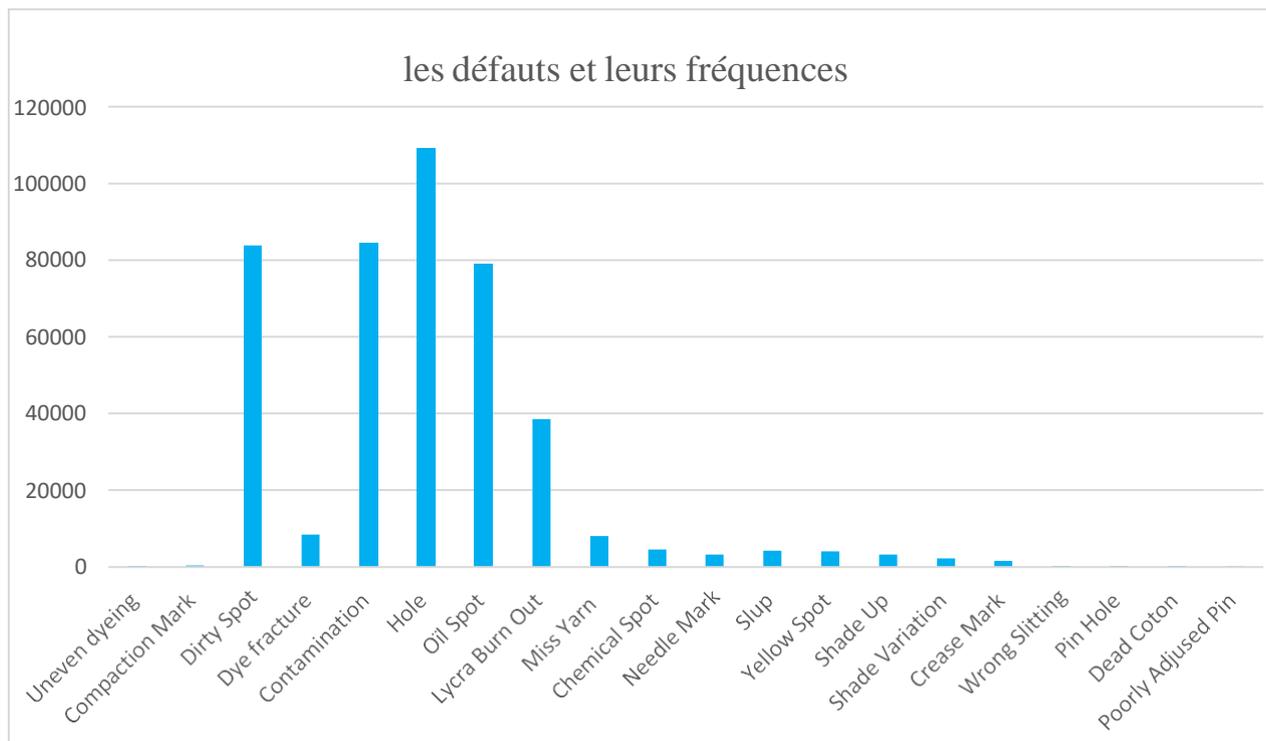


Figure 3.5: les défauts et leurs fréquences

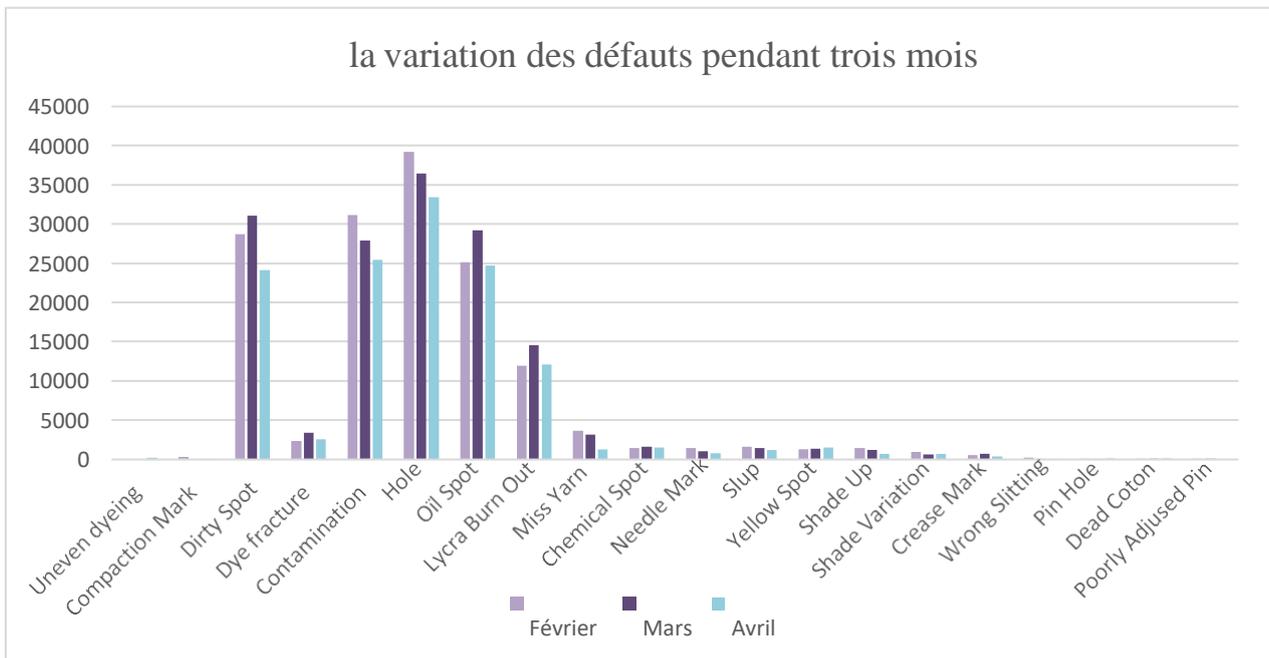


Figure 3.6: la variation de fréquence des différents défauts pendant trois mois

Le tableau suivant représente l'application de la méthode PARETO pour définir les types de défaut qui ont causé les plus grands effets sur le tissu fini tricoté :

Défauts	Totale	Pourcentage	Cumule
Hole	109136	25%	25%
Contamination	84476	19%	44%
Dirty Spot	83896	19%	64%
Oil Spot	79000	18%	82%
Lycra Out	38610	9%	91%
Dye fracture	8358	2%	92%
Miss Yarn	8126	2%	94%
Chemical Spot	4513	1%	95%
Slup	4291	1%	96%
Yellow Spot	4157	1%	97%
Needle Mark	3269	1%	98%
Shade Up	3269	1%	99%
Shade Variation	2256	1%	99%
Crease Mark	1666	0%	100%
Compaction Mark	415	0%	100%
Wrong Slitting	319	0%	100%
Dead Coton	245	0%	100%
Pin Hole	235	0%	100%
Uneven dyeing	187	0%	100%
Poorly Adjusted Pin	120	0%	100%
Total	436544		

Tableau 3.7: PARETO-Type de défauts

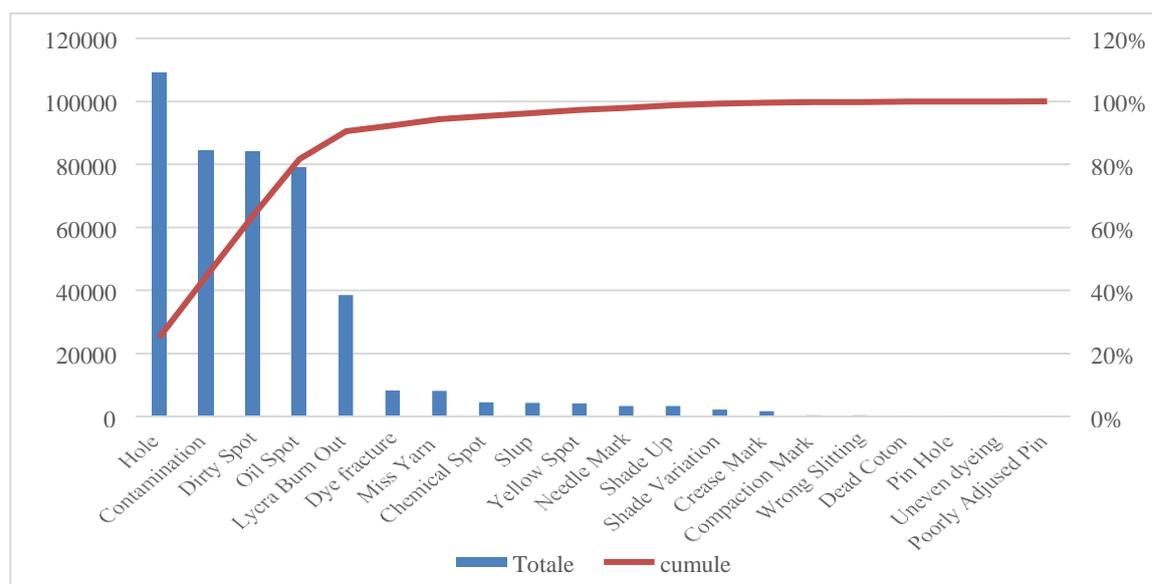


Figure 3.7 : Diagramme de Pareto pour identifier les défauts majeurs

Nous avons effectué notre analyse de Pareto sur la base des données de défauts combinées sur 3 mois (février, mars, avril) pour le tissu fini tricoté en trame. L'analyse Pareto permettrait de déterminer les défauts les plus critiques, et quels sont qui représentent 80% des non-conformités, L'axe horizontal représente les différents types de défauts, l'axe vertical primaire à gauche représente la fréquence des défauts et l'axe vertical secondaire à droite représente le pourcentage de défauts cumulés.

D'après cette analyse, les principaux défauts du tissu fini sont **le trou, la contamination, la tache de saleté, la tache d'huile et la perte de Lycra**. Ces défauts sont généralement rencontrés à la fin du processus de fabrication ce qui rend difficile de savoir à quelle étape de procédé le défaut a été initié.

Ces défauts ont contribué à 90% du total des défauts. Si ces 5 défauts peuvent être minimisés, presque 90% des défauts seront éliminés. Les 15 autres défauts ne contribuent qu'à 10% du total des défauts. Donc si nous éliminons ces défauts, nous augmentons la qualité ainsi que le TRS.

Diagramme de cause à effet

Pour déterminer les causes profondes possibles d'un défaut, on a établi un diagramme de cause à effet pour les défauts du tissu fini qui est présenté dans la figure 3.8.

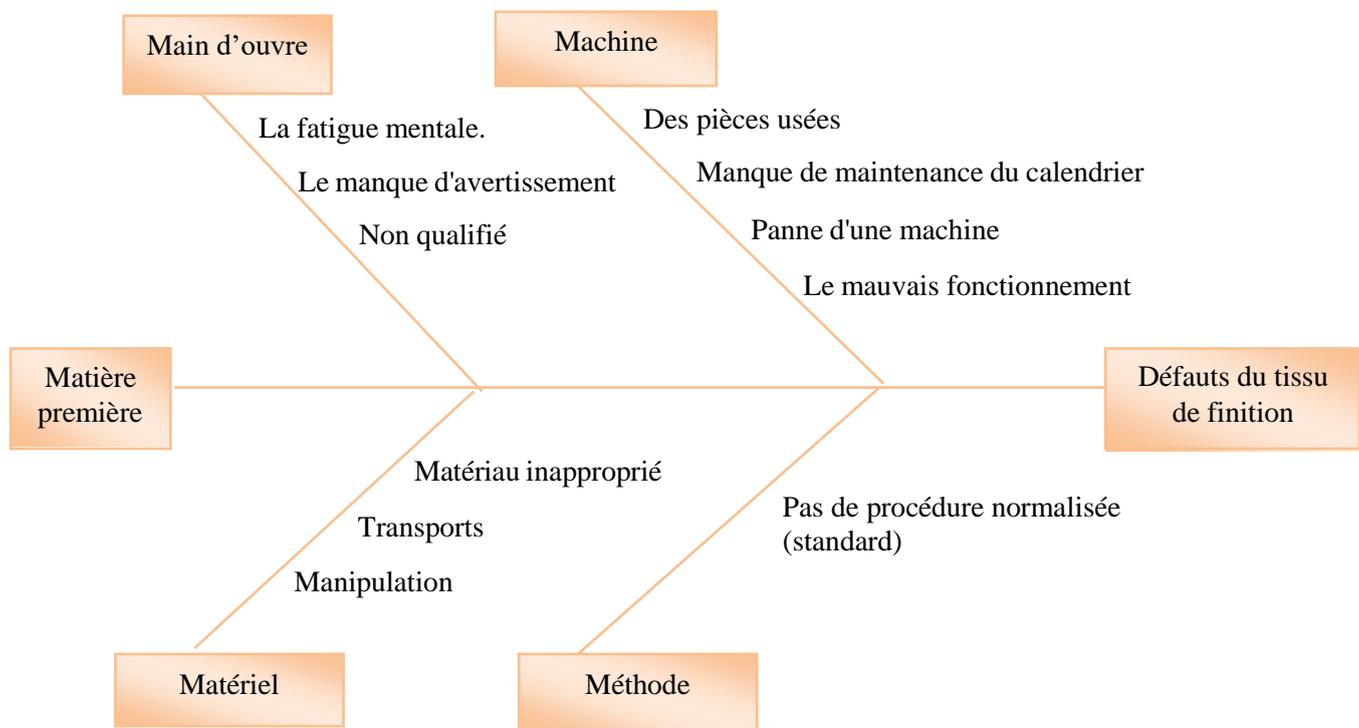


Figure 3.8 : Diagramme de cause à effet pour les défauts du tissu fini

Chaque opération, de la matière première au tissu fini, a une certaine influence sur la qualité du tissu fini. Nous avons classé ces influences en quatre catégories : l'homme, la machine, le matériel et la méthode.

Les causes des principaux défauts :

- **Hole :**

Parmi les 20 types de défauts différents, la plupart des défauts étaient des trous « Hole » et leur contribution au total des défauts était de 25%. Les raisons de ce problème sont liées à l'homme, à la machine, au matériau et à la méthode (Tableau 3.8).

Catégorie	Raison
Main d'œuvre	Non qualifié
	La fatigue mentale et la diminution de la concentration entraînent la négligence du travail.
	Le nœud mal fait en cas de rupture de fil dans le tricotage
	Utilisation élevée de produits chimiques (erreur de calcul de la recette) dans la teinture
	Pas prudent dans le chargement et le déchargement du tissu
	Vérification de la teinte de partout du tissu pendant la teinture
	Vérification du GSM de partout dans le tissu pendant le tricotage et la finition
Machine	Utilisation d'une aiguille usagée dans un tricotage.
	Piste d'aiguille non nettoyée dans la machine à tricoter
	Les tissus longs passent dans la machine à teindre plus longtemps que la normale
	Mauvais réglage de la machine en finition
Matériel	Fil à faible résistance
	Fil très rigide et sec.
	Endroit épais et mince dans le fil
	Fil mal lubrifié
Méthode	Mauvaise tension du fil pendant le tricotage.
	Mauvais réglage des paramètres du métier à tricoter.
	Dosage incorrect du produit chimique pendant la teinture.
	Longue durée de vie du tissu dans la machine à teindre pendant le bio-polissage et le blanchiment.
	Transport inadéquat.
	Longue attente au stade humide pour que le tissu soit séché au finissage.
	Pression inadéquate des palettes dans la finition.
	Chargement et déchargement imprudents du tissu.
	Absence de méthode standard pour la vérification de la teinte et du GSM.
	Manque d'entretien programmé.

Tableau 3.8: Raisons du trou dans le tissu fini

Les trous « Hole » dans le tissu fini peuvent résulter du tricotage, de la teinture et du finissage. La possibilité que les trous proviennent du tricotage est plus élevée que celle de la teinture et du finissage.

• **Contamination :**

La contamination est le deuxième défaut le plus souvent constaté sur le tissu fini, sa contribution au défaut total étant de 19%. La raison de la contamination liée à l'homme, à la machine, au matériau et à la méthode est discutée ci-dessous (Tableau 3.9)

Catégorie	Raison
Main d'œuvre	La fatigue mentale.
	Ne pas nettoyer correctement la machine à tricoter avant de commencer une nouvelle production.
Machine	Machine non nettoyée.
	Ventilateur d'aspiration ne fonctionnant pas.
Matériel	Fil de mauvaise qualité
	Matières étrangères dans la matière première (fil).
	Mélange de différents lots de fil.
Méthode	Tricotage du tissu dans une zone ouverte avec d'autres machines à tricoter.

Tableau 3.9: Raisons de la contamination du tissu fini

La principale source possible de contamination est le fil et le tricotage.

• **Dirty Spot :**

La tache sale « **Dirty Spot** » est le troisième défaut le plus souvent constaté dans le tissu fini, sa contribution au défaut total étant de 19%. La raison de ce problème est lié à l'homme, la machine, le matériel et la méthode est discutée ci-dessous (Tableau 16).

Categories	Raison
Main oeuvre	Consommer des aliments pendant la production sans nettoyer.
Machine	Machine non nettoyée.
Matériel	Mauvaise manipulation du matériel.
Méthode	Absence d'entretien programmé.

Tableau 3.10 : Les raisons de la tache sale dans le tissu fini

Les taches sales « **Dirty Spot** » dans le tissu fini peuvent provenir du tricotage, de la teinture et du finissage.

- **Oil Spot :**

La tache d'huile « **Oil Spot** » est le quatrième défaut le plus souvent constaté sur le tissu fini, sa contribution au défaut total étant de 18%. La raison de la tache d'huile liée à l'homme, la machine, le matériel et la méthode est discutée ci-dessous (*Tableau 17*)

Catégorie	Raison
Main d'œuvre	Non-qualifiés et n'ayant pas beaucoup de connaissances sur le contrôle du système de lubrification.
Machine	Mauvais système de lubrification.
	Fuite dans la conduite d'huile.
Matériel	Tissu tricoté gris contenant des taches d'huile.
Méthode	Manque d'entretien programmé.

Tableau 3.11: Raisons de la tache d'huile dans le tissu fini

La principale raison possible de la présence de taches d'huile dans le tissu fini est la présence de taches d'huile dans le tissu gris.

- **Lycra out :**

Lycra out était le 5ème défaut le plus souvent rencontré dans le tissu fini, sa contribution au défaut total était de 9%. La raison du lycra out liée à l'homme, la machine, le matériel et la méthode est discutée ci-dessous (*Tableau 18*)

Catégorie	Raison
Main d'œuvre	Le manque de compétences
	Le manque de connaissances appropriées sur le système d'alimentation en lycra.
Machine	Le problème de la zone d'alimentation en lycra.
Matériel	Lycra de mauvaise qualité.
Méthode	Système d'alimentation en lycra inadéquat.

Tableau 3.12 : Raisons de la présence de taches d'huile sur le tissu fini

Le diagramme des causes et des effets des défauts du tissu fini nous a aidé à trouver la raison des défauts à partir des différentes origines en relation avec l'homme, la machine, le matériau et la méthode.

4. Etape 4 : Améliorer / Innover

L'objectif principal de cette étude est de minimiser les défauts et d'augmenter l'efficacité globale. La technique DMAIC de SIX SIGMA a été utilisée pour réduire ces défauts. Dans cette étude, le diagramme de Pareto a identifié cinq défauts majeurs (Hole, Dirty spot, Oil spot, Contamination, lycra out). En outre, les causes profondes de ce problème sont étudiées et, par le biais d'un brainstorming, quelques solutions possibles sont finalement proposées pour réduire les défauts majeurs.

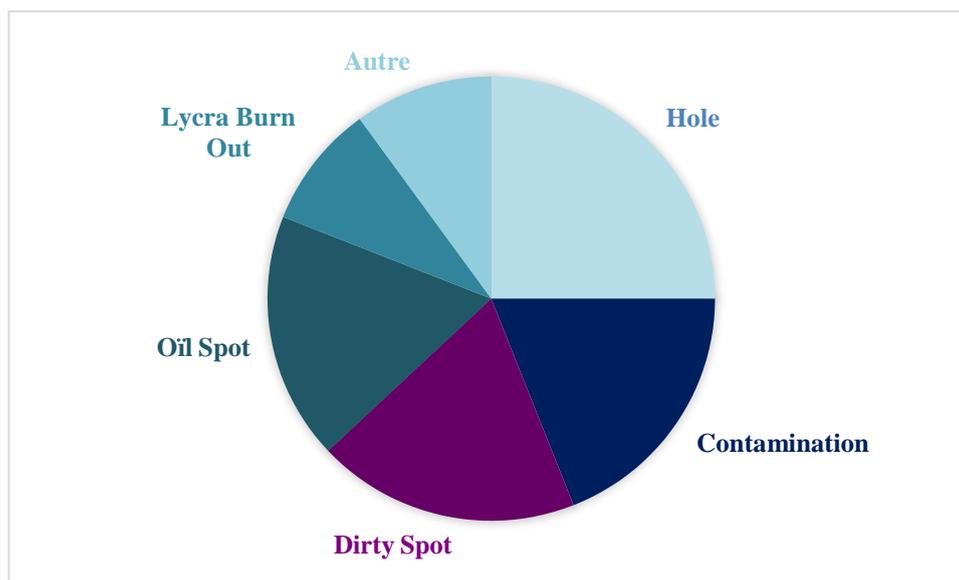


Figure 3.8: Les défauts majeurs

Nous pouvons utiliser plusieurs méthodes dans cette partie pour répondre à toutes les questions qui se posent, aussi pour avoir un meilleur résultat à la fin du projet, nous avons choisi le Brainstorming.

- Brainstorming
- Cercle de qualité
- Vote simple
- Vote pondéré
- Diagramme en arbre
- Diagramme matriciel
- Méthode TRIZ
- AMDEC

Le brainstorming

Permet de générer un grand nombre d'idées créatives en un court laps de temps. Se déroule rapidement, créant une grande liste d'idées qui peuvent éventuellement être réduites à une liste

plus petite d'éléments prioritaires plus tard dans le projet

Pour bien compléter cette étape nous avons distribué un questionnaire (Voire partie ANNEXE) au département contrôle qualité pour qu'ils nous donnent plus d'informations pour améliorer les défauts cités.

Les actions d'amélioration de chaque défaut

Hole :

Les trous sont l'un des défauts les plus courants dans le tissu, car ils occupent un pourcentage de 25% de totale des défauts, ainsi que Le tissu continuera s'ouvrir chaque fois qu'un tel défaut se produit.

Le nombre de trous dans le tissu fini peut être considérablement réduit, en prenant soin du processus impliqué dans le tissu gris, c'est-à-dire la sélection des matières premières et la finition. Et la sélection des matières premières et le tricotage. Toutes les actions d'amélioration sont analysées de la sélection de la matière première au le tissu fini dans le *Tableau 19*

Les actions d'amélioration	
Main d'œuvre	L'opérateur de la machine doit être qualifié ou une formation doit être organisée au moins une fois par mois pour améliorer ses compétences.
	L'heure de travail standard prévue par le droit du travail doit être respectée pour réduire la fatigue.
	En cas de rupture du fil, un nœud doit être fait correctement.
	Le transport, le chargement et le déchargement du tissu doivent être effectués avec soin.
	L'utilisation optimale des produits chimiques et de la pression des palettes doit être assurée lors du finissage.
Machine	L'utilisation d'une aiguille usagée doit être strictement évitée
	Le tissu doit rester dans la machine à teindre pendant l'heure standard, pas plus.
	Le régime de la machine à tricoter et la tension d'enroulement du tissu doivent être réglés correctement
Matériel	La résistance du fil doit être suffisante pour supporter l'étirement.
	Il faut utiliser un fil qui n'est pas épais ou fin, qui ne s'effiloche pas et qui est peu poilu.
	Il faut s'assurer que le fil est correctement lubrifié afin qu'il puisse passer facilement dans l'aiguille.
	Il faut s'assurer que la matière première (fil) a une résistance appropriée lors de l'achat
Méthode	Le régime de la machine à tricoter et la tension d'enroulement du tissu doivent être réglés correctement.

	Le dosage des produits chimiques pendant la teinture doit être effectué correctement.
	L'alimentateur de fil doit être correctement positionné.
	Le guide-fil doit être propre pour que le fil puisse passer facilement.
	L'entretien programmé des machines à tricoter, à teindre et à finir doit être effectué.
	Pendant la teinture, l'échantillon d'ombre doit être coupé à côté de la zone de l'aimant ou autour de celle-ci.
	Une température et une vitesse appropriées doivent être maintenues pendant la finition du tissu.
	L'utilisation optimale des produits chimiques et de la pression des palettes doit être assurée lors du finissage.
	Pendant la finition, le GSM doit effectuer des contrôles aléatoires plutôt que de vérifier chaque rouleau.
	Un nombre approprié de fils doit être utilisé.

Tableau 3.13: les actions d'amélioration « Hole »

Contamination :

La contamination est « la présence d'une substance étrangère et indésirable dans le fil qui entraîne l'altération de la qualité du produit textile final », elle est l'un des problèmes critiques pour les filateurs qui veulent maintenir une qualité de fil de première qualité. La contamination provient des matières premières, de la manipulation des matières, des produits auxiliaires et des pratiques de travail. Ce défaut a classé la deuxième après les trous « Hole » avec un pourcentage de 19% de total des défauts trouvés dans le tissu fini.

D'après l'analyse dans l'étape précédente on a constaté que la source principale de contamination est le fil et le tricotage. Le nombre de contaminations peut être considérablement réduit en prenant soin de sélectionner le fil et l'environnement de tricotage. Toutes les actions d'amélioration sont analysées dans le *Tableau 3.14*

Les actions d'amélioration	
Main d'œuvre	Faire une formation sur la méthode de nettoyage de machine de tricoté avant de commencer une nouvelle production. Selon la différence entre chaque dosage et recette chimique des produits
Machine	L'utilisation de plus de ventilateurs d'aspiration peut être fructueuse.
	Le plancher de tricotage doit être maintenu propre et net.
Matériel	La matière première (fil) utilisée doit être exempte de toute contamination.
	Il faut éviter de mélanger le lot de fils lors du tricotage.

Méthode	La machine à tricoter peut-être recouverte de polyéthylène afin que les fibres volantes ne puissent pas pénétrer dans la zone de tricotage.
---------	---

Tableau 3.14

Dirty spot

Les taches sont assez courantes parmi les textiles teints et sont définies comme des taches ou des plaques de couleur différente présentes 19% des défauts totaux. Dans l'unité teinture et finissage ne sont jamais réellement à l'abri des taches, qui peuvent survenir à tout moment pendant ou après la production si elles ne sont pas conservées dans un endroit suffisamment protégé.

Les taches peuvent apparaître sur les tissus à partir d'à peu près n'importe quelle source. La saleté du sol de l'usine, l'huile des machines et les teintures sont toutes des sources connues. Les taches sont relativement faciles à identifier et à prévenir. *Tableau 3.15*

Les actions d'amélioration	
Machine	Le nettoyage des machines avant la production doit être assuré.
	Un entretien programmé doit être effectué pour éviter un mauvais système de lubrification d'où peuvent provenir des taches sales.
Méthode	<i>Tableau 20: Les actions d'amélioration "Contamination"</i>
Main d'œuvre	Une mauvaise manipulation doit être évitée.
Matériel	Sélectionner des produits chimiques
	Des précautions appropriées doivent être prises pendant le transport du tissu

Tableau 3.15: Les actions d'amélioration "Dirty spot"

Oil spot :

Les taches d'huile sont un problème grave qui affecte la qualité du tissu. L'une des raisons possibles est l'utilisation d'une d'huile en excès par rapport aux besoins réels de la machine. Cet excès d'huile se répand sur la machine provoquant une forte accumulation de peluches au niveau du cylindre, ces peluches passent ensuite sous les aiguilles et les plombs ce qui crée des taches d'huile sur le tissu. Pour contrôler ce problème, il faut utiliser une quantité d'huile appropriée.

Une autre raison possible est l'arrêt fréquent de la machine. Lorsque la machine s'arrête fréquemment, l'absorption d'huile devient élevée au niveau des aiguilles et des plombs par rapport à l'état de fonctionnement de la machine, ce qui provoque des taches d'huile sur le tissu

Tableau 3.16 Error! Reference source not found.

Les actions d'amélioration	
Machine	Avant de commencer la production dans la machine à tricoter, le système de lubrification doit être vérifié
	Le système de lubrification doit être maintenu propre.
Méthode	Le système de lubrification doit être changé s'il y a une fuite dans la ligne d'huile.

Main d'œuvre	-
Matériel	Il faut faire attention au transport des tissus teints ou finis. Avec l'application immédiate de spot -lifter.
	Un lubrifiant de bonne qualité doit être utilisé.

Tableau 3.16 : Les actions d'amélioration" Oil spot"

Lycra out :

La fibre Lycra est l'une des plus importantes pour le développement moderne du tissu extensible. Elle est très confortable, extensible, bien ajustée et offre une grande liberté de mouvement avec une qualité standard. Mais il n'est pas si facile de manipuler ce type de tissu sensible sans prendre de précautions particulières. Dans la plupart des cas, nous avons été confrontés à une énorme quantité de Lycra qui s'effiloche dans les vêtements lavés. Quoi qu'il en soit, le problème ne se produit pas seulement au lavage. Il y a une chance à chaque étape du processus de fabrication, de coupe ou de finition, que cela se produise., il y a beaucoup de facteurs qui sont impliqués derrière le freinage du Lycra.

Les actions d'amélioration	
Machine	Il faut maintenir une tension uniforme.
	Maintenir la Température et temps de lavage
Méthode	La taille et la qualité de l'aiguille sont les éléments les plus importants pour contrôler le freinage du lycra, L'aiguille doit être utilisée avec un nombre inférieur de tailles, y compris avec une pointe sphérique et un diamètre fin.
Main d'œuvre	
Matériel	Maintenir le rapport chimique exact d'un lot à l'autre, un mauvais rapport chimique peut également être la cause d'un freinage important du lycra. Ainsi, pendant le lavage, il faut suivre exactement le rapport entre l'eau, les produits chimiques et les autres éléments. Toute divergence dans le rapport chimique peut entraîner un freinage du lycra
	La position de la roue Lycra doit être vérifiée à chaque levée de tissu.

Tableau 3.17: Les actions d'amélioration « Lycra out »

5. Etape 5 : contrôler

Après avoir déterminé les solutions appropriées à appliquer, l'objectif de Six Sigma est de contrôler l'application et la mise en œuvre des améliorations. Une fois que les améliorations de la production ont été effectuées, nous devons contrôler notre processus. Cela se fait par la mise en place d'outils de contrôle. Nous proposons d'appliquer un tableau de bord présent comme un gestionnaire ou un décideur rassemble des indicateurs pour suivre et anticiper le fonctionnement et l'activité de l'entreprise. En se basant sur les données qui seront collectées dans le futur pour garantir l'efficacité de la méthode Lean Six Sigma.

Le tableau de bord est un **outil de pilotage**, présentant synthétiquement les activités et les résultats de l'entreprise par processus, sous forme **d'indicateurs** qui permettant de contrôler la réalisation des objectifs fixés et de prendre des décisions nécessaires, selon une périodicité appropriée et dans un délai limité.

Un bon tableau de bord doit :

- Permettre aux décideurs d'identifier les écarts le plus rapidement possible et d'effectuer des actions d'amélioration.
- Être un outil de communication en interne.
- Être également un outil de motivation au sein de l'entreprise, en mettant en lumière les objectifs de l'entreprise et sa stratégie.
- Favoriser l'apprentissage continu en recherchant constamment à améliorer la performance de l'entreprise.

Elaboration d'un tableau de bord

Le contenu

Devant les informations diverses et complexes qu'il reçoit en continu, le département de contrôle qualité a besoin de clarté, de simplicité et de concision, nous proposons d'élaborer un tableau de bord pour évaluer et surveiller la qualité de tissu et le niveau des défauts ainsi pour faciliter la prise de décision concernant les mesures les actions d'améliorations. Les objectifs sont de suivre et de visualiser les performances des indicateurs.

Les indicateurs sont : le taux de qualité, le taux de performance, le taux de disponibilité et le taux de rendement synthétique

Le choix de la solution technique

Il y a trois supports pour élaborer TB en utilisant l'outil Excel.

- Le premier support est la collecte des données par les fiches historiques (Voire partie Annexe).
- La deuxième partie est le traitement des données :

Row Labels	Sum of Total Points	Sum of Total Points2
Hole	10317	11,31%
Contamination	9586	21,83%
Dirty Spot	9532	32,28%
Oil Spot	6626	39,55%
Lycra Burn Out	6577	46,76%
Yellow Spot	5135	52,39%
Wrong Sliting	4889	57,75%
Shade Up	4684	62,89%
Pin Hole	4671	68,01%
Crease Mark	4550	73,00%
Poorly Adjused Pin	4463	77,89%
Shade Variation	4041	82,33%
Chemical Spot	3688	86,37%
Dead Coton	3660	90,38%
Dye Fracture	3345	94,05%
Miss Yarn	2883	97,21%

Needle Mark	1577	98,94%
(blank)	588	99,59%
Dye Stains	326	99,95%
Finishing Crease	24	99,97%
Weaving Preparation	13	99,99%
Other	12	100,00%
Greige Fabric Crease	0	100,00%
Oil Stain	0	100,00%
Double End	0	100,00%
Head-End Different	0	100,00%
Abraj	0	100,00%
Hole (Crow's Feet)	0	100,00%
Abrasive Yarn	0	100,00%
Joint	0	100,00%
Dead Fiber	0	100,00%
Grand Total	91187	

Tableau 3.19: Traitements des données liée aux défauts

Row Labels	Sum of Field1
E01AN30002	17,41
E01NV40004	17,05
E09BC50002	6,50
E01BL10010	1,83
E01SX40002	1,68
E09BG10003	1,48
E09GR10002	1,40
E01OW10003	1,38
E01BL20013	1,33
E09OR30002	1,31
Grand Total	3,16

Tableau 3.20: Traitement des données liées aux couleurs

Row Labels	Column Labels				Total Count of Lot	Total Primary Qty kg	Sum of	
	1 Count of Lot	2 Sum of Primary Qty kg	3 Count of Lot	4 Sum of Primary Qty kg				
A01	5,59%	32565,7	0,41%	2225,8	0,59%	3299,96	6,59%	38091,43
B01	5,72%	33390,5	0,37%	1947,95	0,52%	2892,75	6,62%	38231,22
C01	5,86%	34185,7	0,52%	2795,03	0,59%	3366,74	6,97%	40347,52
D01	5,64%	32958,1	0,42%	2252,66	0,49%	2783,03	6,55%	37993,84
E01	5,79%	33770,5	0,41%	2300,93	0,53%	2997,19	6,73%	39068,65
F01	5,76%	33560,5	0,44%	2417,25	0,56%	3200,1	6,76%	39177,82
K01	5,78%	33612	0,41%	2153,85	0,56%	3104,9	6,75%	38870,74
L01	5,76%	33455,5	0,35%	1919,6	0,58%	3272,03	6,69%	38647,08
M01	5,82%	33917,2	0,51%	2807,01	0,56%	3136,83	6,90%	39861,04
N01	5,71%	33143,9	0,32%	1676,21	0,57%	3280,2	6,60%	38100,36
R01	5,80%	33737,2	0,37%	2039,48	0,52%	3002,35	6,70%	38779,03
S01	5,56%	32329,6	0,45%	2549,35	0,45%	2579,42	6,46%	37458,33
T01	5,57%	32386,4	0,43%	2394,73	0,55%	3092,13	6,54%	37873,27

W01	5,41%	31565,8	0,48%	2665,51	0,55%	3086,88	6,44%	37318,14
Y01	5,79%	33449	0,42%	2309,76	0,50%	2858,98	6,71%	38617,73
Grand Total	85,58%	498028	6,33%	34455,12	8,09%	45953,49	100,00%	578436,2

La troisième partie est la visualisation des résultats pour faciliter la compréhension, donc le TB sera destiné aux ingénieurs ou responsables de département contrôle de qualité.

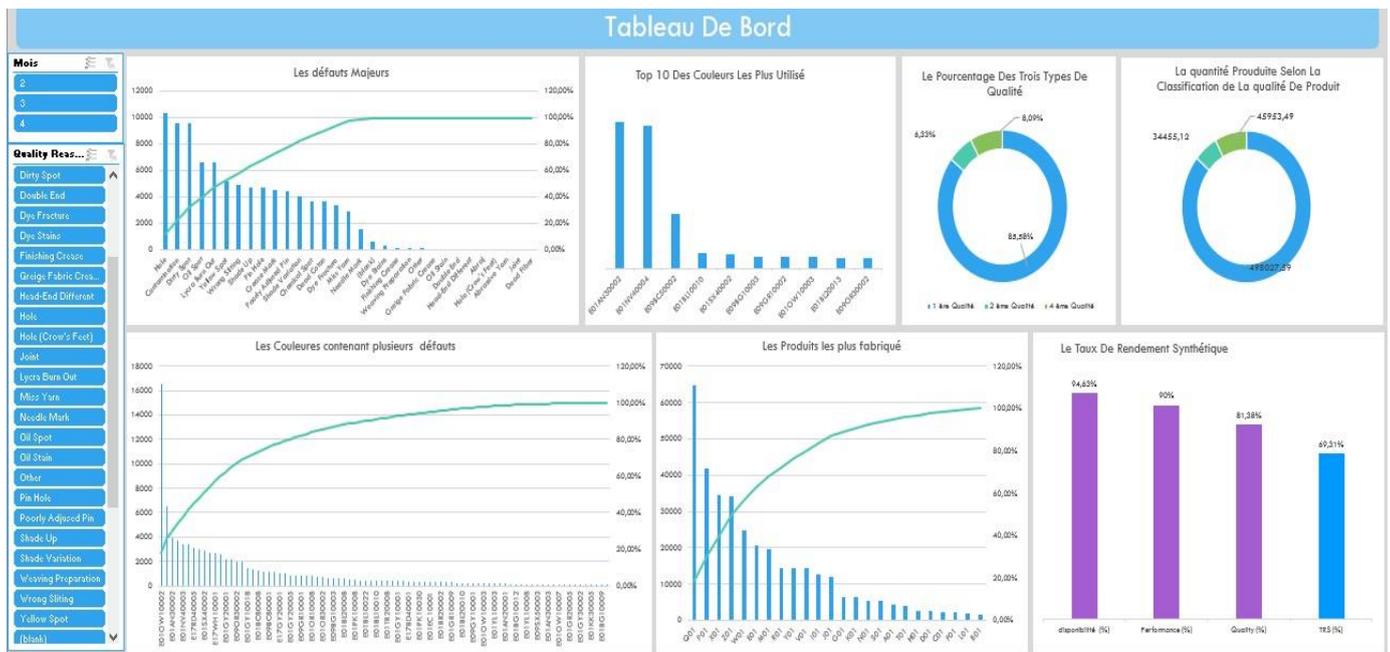


Figure 3.21 : Tableau de bord de qualité

Résultat Obtenue

En raison de ce qui a été présenté dans les pages précédentes comme une solution proposée pour minimiser la fréquence des défauts qui représentent 90% du total des défauts, et après l'élimination de ces défauts majeurs qui causent un taux de qualité insatisfaisant par les différentes actions d'amélioration proposées auparavant, les résultats générés seront comparés à ceux obtenus avant l'application de l'approche Lean Six Sigma. Sachant que les fréquences des défauts de qualité ne sont pas disponibles en détail, nous avons décidé d'estimer une valeur logique pour faire nos calculs du nouveau TRS, afin d'avoir une idée sur l'amélioration que nous avons établie après la correction des problèmes qui ont causé les défauts dans le tissu fini.

Tableau 27: les fréquences des défauts " avant et après "

Défauts	Fréquence « Avant »	Fréquence « Après »
Hole	25%	7%
Contamination	19%	5%
Dirty Spot	19%	5%
Oil Spot	18%	4%
Lycra Burn Out	9%	3%
Dye fracture	2%	2%
Miss Yarn	2%	2%
Chemical Spot	1%	1%
Slup	1%	1%
Yellow Spot	1%	1%
Needle Mark	1%	1%
Shade Up	1%	1%
Shade Variation	1%	1%
Crease Mark	0%	0%
Compaction Mark	0%	0%
Wrong Slitting	0%	0%
Dead Coton	0%	0%
Pin Hole	0%	0%
Uneven dyeing	0%	0%
Poorly Adjusted Pin	0%	0%

Pour calculer le nouvel indicateur TRS, il est nécessaire d’avoir les calculs suivants :

	Quantité du tissu totale	Quantité de tissu conforme		Quantité de tissu non-conforme	Taux de qualité	Pourcentage
		First Qualité	Second qualité			
1 mois	10850	9397	894	497	0,94847926	94,85%

Taux de qualité	Taux de performance	Taux de disponibilité	Taux de rendement synthétique
94,85%	85,33%	97,86%	79 ,20%

Tableau 3.22: Tableau de moyennes des taux intermédiaires et le TRS

Nous pouvons conclure que l’application de la méthode Lean Six Sigma a augmenté le Taux de Rendement Synthétique (TRS) ce qui signifie une diminution des défauts de tissu fini.

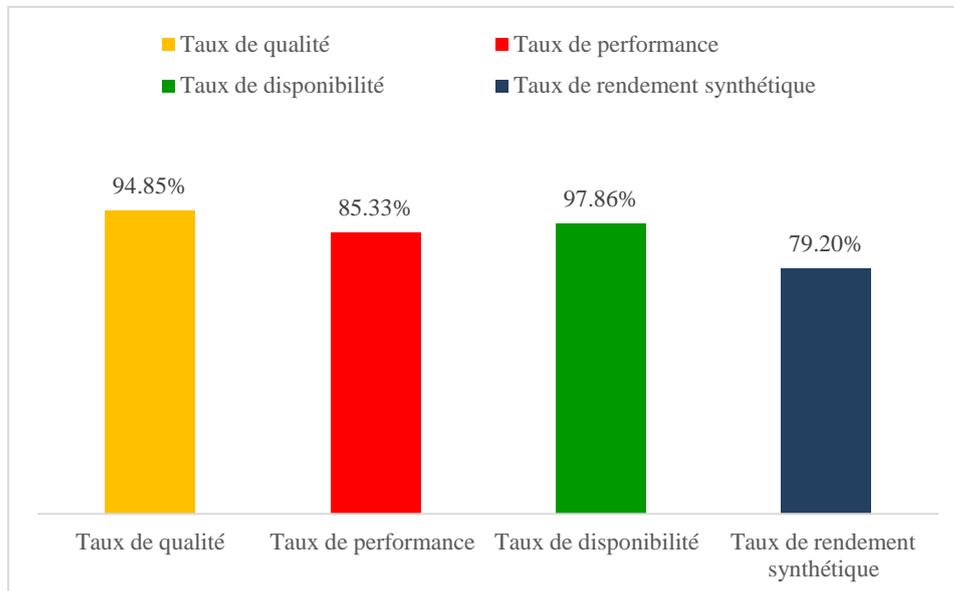


Figure 3.9: Graphique des moyennes des taux intermédiaires et TRS

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons appliqué l'approche DMAIC de la méthode Lean Six Sigma, pour mise en place et amélioration d'un système de suivi du Taux de Rendement Synthétique TRS au sein de l'Entreprise TAYAL spa sur les défauts qui ont causé le plus grand impact sur la qualité du tissu.

Nous avons obtenu une amélioration de TRS avec un avec un pourcentage de 14% ce qui implique l'augmentation du taux de rendement synthétique qui est l'indicateur de réussite de notre projet. Nous avons basé sur l'amélioration de la maintenance dans l'entreprise utilisant d'une approche « leanmanufacturig ».

Conclusion générale et perspectives

Dans ce mémoire, nous nous sommes intéressés à la question d'amélioration de la maintenance selon une approche Lean. Le travail s'est focalisé sur l'analyse du concept Lean d'une manière générale et sur le concept Lean maintenance en particulier.

En premier lieu, nous avons mis l'accent sur Lean maintenance, *Lean Manufacturing et Lean Six Sigma et le Taux de Rendement Synthétique*. Il vise l'amélioration des performances par l'action sur d'améliorer la qualité par l'amélioration de la maintenance dans l'entreprise utilisant d'une approche « *leanmanufacturig* », tout en respectant un ensemble de principes fondamentaux et en utilisant un ensemble d'outils prédéfinis.

En second lieu, nous avons traité étudié l'état de lieu de l'entreprise d'accueil, les informations qui concerne la naissance de cette industrie. On s'intéressera après à l'état actuel du complexe textile TAYAL SPA, dont nous allons présenter l'établissement d'accueil et son processus, Et en dernier, nous allons traiter le cas particulier et spécifique à l'étude qui est l'atelier d'ennoblissement « Teinture finissage » Unité 11.

En troisième lieu, nous avons traité la mise en place et l'amélioration d'un système de suivi de l'indicateur Taux de Rendement Synthétique utilisant l'approche « LEAN SIX SIGMA » au sein d'un atelier de teinture finissage de l'entreprise TAYAL SPA. Dans ce sens, nous avons également insisté sur l'importance de la dimension humaine pour la réussite de la démarche Lean maintenance, nous avons travaillé sur l'unité de Teinture et Finissage de la société TAYAL qui était focalisé sur l'amélioration continue et nous avons appliqué la méthode Lean Six Sigma se fait en suivant l'approche méthodique DMAIC et l'utilisation de certains outils Lean et qualité en parallèle.

Nous avons calculé comme indicateur le taux de rendement synthétique TRS avant la correction et après avec des estimations futures, et nous avons constaté une augmentation du TRS après les actions d'amélioration.

En perspective, nous envisageons de traiter les questions de déploiement de la démarche Lean maintenance dans les différents secteurs industriel afin de tester sa validité et sa fiabilité : comment réussir la conception et l'implantation de cette démarche sur le plan technique, économique et humaine ? Comment gérer le changement?...etc.

Bibliographie

- [1] M. P. Daniel Duret, qualité en production de l'ISO 9000 à Six Sigma, Paris: EYROLLES , 2005.
- [2] ©. G. d. Q. I. d. I. s. d. Québec, Gestion de la qualité : Document de principes sur la qualité dans les enquêtes, septembre 2010.
- [3] L. Azzabi, CONTRIBUTION A L'AMELIORATION D'UN SYSTEME DE PRODUCTION, 2012.
- [4] L. BEZZAZE, «Analyse de l'impact du Lean Management sur la performance des,» Université du Québec à Chicoutimi., Québec, Canada, 2016..
- [5] S. BHASIN, Lean management beyond manufacturing., . New York: NY : Springer, 2015.
- [6] G. Maunier, «Le blog des experts achats par Manutan,» Groupe Manutan, 3 mars 2020. [En ligne].
- [7] B. Lyonnet, Lean management méthodes et exercices, paris: DUNOD, 2015.
- [8] B. François, Gestion de la production : comprendre les logiques de gestion, Paris: DUNOD, 2002.
- [9] M.-B. C. B. P. C. PILLET Maurice, Gestion de production : les fondamentaux et les bonnes pratiques, Paris: : Eyrolles, 2012.
- [10] L. Jeffrey, Le modèle Toyota : 14 principes qui feront la réussite de votre entreprise, Paris: Pearson Education France, 2006.
- [11] ,. M.-B. C. B. P. C. PILLET Maurice, Gestion de production : les fondamentaux et les bonnes pratiques, Paris: Eyrolles, 2012.
- [12] Marie, « optimisation des processus,» venki, 20 12 2020. [En ligne]. Available: Heflo.
- [13] d.-L. Delpech, «Lean et amélioration continue » Le SMED,» 20 07 2017. [En ligne].
- [14] C. Y. AZZABI L. AYADI D.KOBI A. ROBLEDO, «The method analytic hierarchies process for the search and selection supplier,» chez *Ninth International Probabilistic Safety Assessment and Management Conference*,, 2008.
- [15] A. L. A. D. K. A. R. C. H. B. Y, «Improvement of human safety in the complex system integration of Six Sigma methods,» chez *5th International Conference on Quality and*, 2007.
- [16] tmanagementafrica., «<https://itmanagementinafrica.wordpress.com/2015/05/04/le-lean-six-sigma/>. (,» 10 10 2016. [En ligne]. Available: Le lean six sigma.
- [17] F. Alain., « <http://www.piloter.org/six-sigma/lean-six-sigma.htm>,» 17 10 2016. [En ligne]. Available: Piloter la performance,Le Lean Six Sigma..
- [18] Domanska.A, De l'ISO 9000 au Six Sigma ,Problèmes de qualité, 2005.
- [19] Eckes.G, «La révolution Six Sigma de General Electric : comment General Electric et les autres,» Wiley, 2000.
- [20] Karaszewski.R, « For Leaders Only Six Sigma, Problèmes de qualité,» 2001.
- [21] R. Annual, «General Electric,» 2000.
- [22] R. F. d. DuPont, «Rapport financier du 4ème trimestre et de l'année,» 2000.
- [23] «Rapport Annuel de Ford,» 2000.
- [24] «Wall Street Journal,» 5 Novembre 2000. [En ligne].
- [25] George, SIX SIGMA, 2002.

Bibliographie

2021/2022

Annexe

Annexe A

Temps d'arrêt Non planifier		
JET machine 11	Changement Axe de position	25min
JET machine 12	Changement joint de vanne pneumatique	20min
JET machine 11	Réglage arme de position moteur	30min
JET machine 12	Nettoyage des filtres à cause du plastique dans la machine	30min
Squeezing machine	Changement joint de vapeur	25min
Drying machine	Changement vanne pneumatique	30min
JET machine 13	Changement joint DN 15	25min
JET machine 14	Nettoyage niveau de flottement de l'eau	40min
JET machine 14	Changement joint de vapeur DN 80	30min
JET machine 13	Changement axe de position	20min
JET machine 10	Changement Axe de position	25min
Machine de sanforisage	Réglage arme de position moteur	30min
JET machine 11	L'ouverture de la machine pour changement des axes	120min
JET machine 14	Soudure support	15min
JET machine 8	Changement les bouglne de tank	20min
Machine de séchage	Changement vanne pneumatique DN 80	30min
JET machine 16	Changement composteur line 11C -A	30min
JET machine 14	Changement joint DN 65	35min
Machine de séchage		40min
JET machine 16	Changement joint vanne DN 15	40min
Machine de préparation	Réglage	20min
STENTER machine 1	Changement des joints	30min
JET machine 12	Ouverture de la machine complète pour changement axe de position	120min
STENTER machine 2	Changement des joints	30min
JET machine 14	Changement joint de vanne vapeur DN	13 min
JET machine 13	Ouvrir la machine complète pour changement axe de position	60min
JET machine 09	Changement Axe de position	25min
STENTER machine	Changement des aiguilles	20min
Slitting machine "squeezing"	Changement de ciseaux	10min
JET machine 14	Changement joint DN 15	40min
JET machine 12	Changement joint de vanne pneumatique	20min
Les temps d'arrêts planifier		
Pause déjeuner	30min	
Réunion	10min	
Temps de nettoyage des machines	180min	
Temps de préparation des fils	25min	

Annexe B

Order Number	Customer	Product Description	GSM Customer	Width costumer	Quatity (Kg)	color	status
SO-000001308	H	KS48 30/1 Compact	145	44	0	Optical white	FINISH
SO -000001215	S	KS48 36/1 Carded	145	44	1650	Optical White	FINISH
SO -000001215	S	KS48 36/1 Carded	145	46	1825	Optical White	NOT YET
SO -000001215	S	KS48 36/1 Carded	145	48	550	Optical White	FINISH
12000328	L	KS48 33/1 Compact	145	41	2625	white and colors	FINISH
12000285	S	KS48 30/1 Carded	125-130	44	2200	optical white	NOT YET
12000285	S	KS48 30/1 Carded	125-130	46	6400	Optical white	FINISH
12000296	R	KS48 36/1 Carded	110	44	2745	white and colors	FINISH
SO-000001308	H	KS51 30/1 Compact	145	48	5775	Optical white	FINISH
SO -000001215	S	KS51 36/1 Carded	105	52	550	optical white	FINISH
12000313	S	KS51 30/1 Carded	130	48	5500	optical white	FINISH
12000313	S	KS51 30/1 Carded	130	50	5760	optical white	FINISH
12000280	T	KS51 33/1 Compact	135-140	45	8700	white and colors	FINISH
SO-000001308	H	KS57 30/1 Compact	145	52	5420	optical white	FINISH
SO-000001308	H	<	145	56	4680	optical white	FINISH
12000276	C	KS57 33/1 Compact	135-140	50	10600	optical white	FINISH
12000280	T	KS57 33/1 Compact	135-140	50	1860	white and colors	FINISH
12000280+12000276	T	KS63 33/1 Compact	135	55	14000	white and colors	FINISH
SO -000001215	S	KS102 30/1 Carded	135	100	5500	color	FINISH
12000296	R	KS102 30/1 Carded	130	100	5500	Optical white	FINISH
12000328	L	KS102 30/1 Compact (2 needle)	150	180	12650	white and colors	FINISH
12000331	T	KS102 30/1 Compact (2 needle)	150	180	10010	white and colors	FINISH
12000303	T	KS102 30/1 Compact (2 needle)	150	180	30000	white and colors	FINISH
12000326	K	KS102 30/1 Ring viscose+ 20D	210	185	12000	Black/offwhite	FINISH
12000303	T	KT102 30/20 Carded-Carded	210	210	23000	white and colors	FINISH
12000343	T	KT102(22) 20/10 Card-Card (2 needle)	250	200	19000	Color	FINISH
12000303	T	KT102 20/10 Card-Open End (2 needle)	250	200	4000	white and colors	NOT YET
12000337	A	KP96 30/1 50%COT-50%POL	200	125	7700	colors and Greige	NOT YET
12000311	S	KP96 30/1 Carded-65%COT-35%POL	200	125	6600	colors	NOT YET
12000303	T	KP96 30/1 Compact	210	125	9000	white and colors	FINISH
SO -000001215	S	KS96 36/1 Carded	105	100	15950	white and colors	FINISH
SO -000001215	S	KS96 30/1 Carded	120	100	17050	white and colors	FINISH
12000313	S	KS96 30/1 Carded	120	100	17600	Color	NOT YET
12000313	S	KS96 36/1 Carded	105	100	14300	Color	FINISH
SO-000001339	B	KS96 30/1 Carded	120	100		white and colors	FINISH
12000296	R	KS96 30/1 Carded	120	100	10098	white and colors	FINISH
SO 0001219	S	KI108 36/1 Compact	180	85	5080	white and colors	FINISH
SO 0001219	S	KI108 36/1 Compact (2 NEEDLE)	180	170	15840	white and colors	FINISH
12000268	L	KI108 36/1 Combed	200	90	12000	greige	FINISH
SO-000001308	H	KR72 30/1 Compact	185	90	3300	optical white	FINISH
12000313	S	KR72 36/1 Carded	140	100	1100	color	FINISH
12000296	R	KR72 36/1 Carded	140	100	11000	white and colors	FINISH
SO 0001219	S	KR76 36/1 Compact+40D	200	90	465	white and colors	FINISH

Annexe C

IT	Product Code	Product Description	Product Type	Color Recipe	Quality Reason	Qualité Reason	Departement	Lot	Width	Total Points	Qualité
55	000170-TSJ-NE33/1-100C-16-28-7.4--E01OW10002-T01	33/1 Compact Tubular Single Jersey OPTICAL WHITE Tubular E	Knitted	E01OW10002	contamination	HT Dyeing		2997-1	0,00	42,00	4
55	000170-TSJ-NE33/1-100C-16-28-7.4--E01OW10002-T01	33/1 Compact Tubular Single Jersey OPTICAL WHITE Tubular E	Knitted	E01OW10002	dye fracture	HT Dyeing		2997-1	0,00	19,50	1
65	KT0007-005-W01-BORDO0005	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01BD40002	yellow spot	HT Dyeing		3868	221,00	12,00	1
65	KS0003-005-W01-BLACK0002	Single jersey 30/1 Compact (2 needle)	Knitted	E01BC50002	dirty spot	HT Dyeing		3592	189,00	50,00	4
65	KS0003-005-W01-BORDO0005	Single jersey 30/1 Compact (2 needle)	Knitted	E01BD40002	dirty spot	HT Dyeing		A3499	183,00	59,00	4
65	KS0003-005-W01-BORDO0005	Single jersey 30/1 Compact (2 needle)	Knitted	E01BD40002	shade up	HT Dyeing		A3499	183,00	10,00	1
65	KS0003-005-W01-BLACK0002	Single jersey 30/1 Compact (2 needle)	Knitted	E01BC50002	chemical spot	HT Dyeing		3594	185,00	14,50	1
65	KS0003-005-W01-BLACK0002	Single jersey 30/1 Compact (2 needle)	Knitted	E01BC50002	crease mark	HT Dyeing		3594	186,00	18,00	1
65	KS0003-005-W01-BLACK0002	Single jersey 30/1 Compact (2 needle)	Knitted	E01BC50002	uneven dyeing	HT Dyeing		3594	186,00	30,00	2
65	KF0001-008-W01-BLACK0002	3 Fleece 30/30/10 Compact-Compact-Open end (2 needle)	Knitted	E01BC50002	crease mark	HT Dyeing		3738	215,00	31,50	2
65	KT0007-005-W01-WHITE0002	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01OW10002	dirty spot	HT Dyeing		3884	218,00	69,00	4
65	KT0007-005-W01-WHITE0002	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01OW10002	miss yarn	HT Dyeing		3884	218,00	25,00	2
65	KT0007-005-W01-BLACK0002	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01BC50002	lycra out	HT Dyeing		A3871	219,00	158,00	4
65	KF0001-008-W01-BLACK0002	3 Fleece 30/30/10 Compact-Compact-Open end (2 needle)	Knitted	E01BC50002	crease mark	Finishing		3735	216,00	14,00	1
65	KF0001-008-W01-BLACK0002	3 Fleece 30/30/10 Compact-Compact-Open end (2 needle)	Knitted	E01BC50002	crease mark	Finishing		3736	217,00	16,00	1
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	shade variation	HT Dyeing		4336	185,00	17,00	1
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	contamination	HT Dyeing		4336	185,00	60,00	4
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	contamination	HT Dyeing		4336	185,00	49,00	4
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	hole	HT Dyeing		4336	185,00	69,00	4
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	hole	HT Dyeing		4336	185,00	95,00	4
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	dirty spot	HT Dyeing		4336	186,00	52,00	4
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	dye fracture	HT Dyeing		4336	186,00	15,00	1
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	hole	HT Dyeing		4336	187,00	44,00	4
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	contamination	HT Dyeing		4336	187,00	39,00	4
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	chemical spot	HT Dyeing		4336	187,00	11,00	1
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	yellow spot	HT Dyeing		4336	187,00	17,00	1
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	dead cotton	HT Dyeing		4336	186,00	9,00	1
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	compaction mark	HT Dyeing		4336	186,00	8,00	1
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	shade variation	HT Dyeing		4336	186,00	6,00	1
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	chemical spot	HT Dyeing		4336	186,00	4,00	1
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	pin hole	HT Dyeing		4336	186,00	5,50	1
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	wrong slitting	HT Dyeing		4336	186,00	14,00	1
65	KS0011-005-H01-WHITE0002	Single jersey elastane 40/1 Compact + 20D 1x1	Knitted	E01OW10002	Dye Fracture	HT Dyeing		4885	178,00	23,00	2
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	Dye Fracture	HT Dyeing		A3487	184,50	13,00	1
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	oil spot	HT Dyeing		A3487	184,50	55,00	4
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	contamination	HT Dyeing		A3487	184,50	43,00	4
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	hole	HT Dyeing		A3487	184,50	73,00	4
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	needle mark	HT Dyeing		A3487	187,50	16,00	1
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	Dye Fracture	HT Dyeing		A3487	187,50	8,00	1
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	lycra out	HT Dyeing		A3487	187,50	58,00	4
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	crease mark	HT Dyeing		4342	193,00	13,00	1
65	KS0002-005-H01-BLACK0018	Single jersey elastane 30/1 Card viscose+30D	Knitted	E17BC50001	lycra out	HT Dyeing		4342	190,00	56,00	4
65	KS0006-007-W01-GREY0017	Single jersey 30/1 Compact (2 needle)	Knitted	E01GY20001	pin hole	HT Dyeing		B3502	171,00	12,00	1
65	KS0006-007-W01-GREY0017	Single jersey 30/1 Compact (2 needle)	Knitted	E01GY20001	slup	HT Dyeing		B3502	168,00	15,00	1
65	KS0006-007-W01-GREY0017	Single jersey 30/1 Compact (2 needle)	Knitted	E01GY20001	dirty spot	HT Dyeing		A3502	173,00	42,00	4
65	KT0008-005-H01-ORANGE0025	2 Fleece 30/1 Carded-150 Polyester+30D	Knitted	E09OR30002	contamination	HT Dyeing		5035	194,00	140,00	4
65	KT0008-005-H01-ORANGE0025	2 Fleece 30/1 Carded-150 Polyester+30D	Knitted	E09OR30002	oil spot	HT Dyeing		5035	194,00	83,00	4
65	KT0008-005-H01-ORANGE0025	2 Fleece 30/1 Carded-150 Polyester+30D	Knitted	E09OR30002	contamination	HT Dyeing		5035	190,00	195,00	4
65	KT0007-005-W01-ORANGE0026	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01OR30002	hole	HT Dyeing		4975	216,00	92,00	4
65	KT0007-005-W01-ORANGE0026	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01OR30002	hole	HT Dyeing		4975	216,00	44,00	4
65	KT0007-005-W01-ORANGE0026	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01OR30002	Dye Fracture	HT Dyeing		4975	216,00	14,00	1
65	KT0008-005-H01-BORDO0013	2 Fleece 30/1 Carded-150 Polyester+30D	Knitted	E09BD60003	dirty spot	HT Dyeing		5039	193,00	199,00	4
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	oil spot	HT Dyeing		4986	220,00	46,00	4
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	slup	HT Dyeing		4986	220,00	8,00	1
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	dead cotton	HT Dyeing		4986	219,00	12,00	1
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	Dye Fracture	HT Dyeing		4986	219,00	23,00	2
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	contamination	HT Dyeing		4986	220,00	62,00	4
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	Dye Fracture	HT Dyeing		4986	220,00	16,00	1
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	dirty spot	HT Dyeing		4986	219,00	45,00	4
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	contamination	HT Dyeing		4986	219,00	61,00	4
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	Dye Fracture	HT Dyeing		4986	219,00	8,00	1
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	contamination	HT Dyeing		4986	218,00	33,00	2
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	Dye Fracture	HT Dyeing		4986	219,00	18,00	1
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	contamination	HT Dyeing		4986	219,00	55,00	4
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	Dye Fracture	HT Dyeing		4986	219,00	16,00	1
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	hole	HT Dyeing		4986	219,00	90,00	4
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	Dye Fracture	HT Dyeing		4986	219,00	11,00	1
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	oil spot	HT Dyeing		4986	218,00	42,00	4
65	KT0007-005-W01-NAVY0035	2 Fleece 20/10 Card-Open end	Knitted	E01NV30008	oil spot	HT Dyeing		4986	219,00	85,00	4

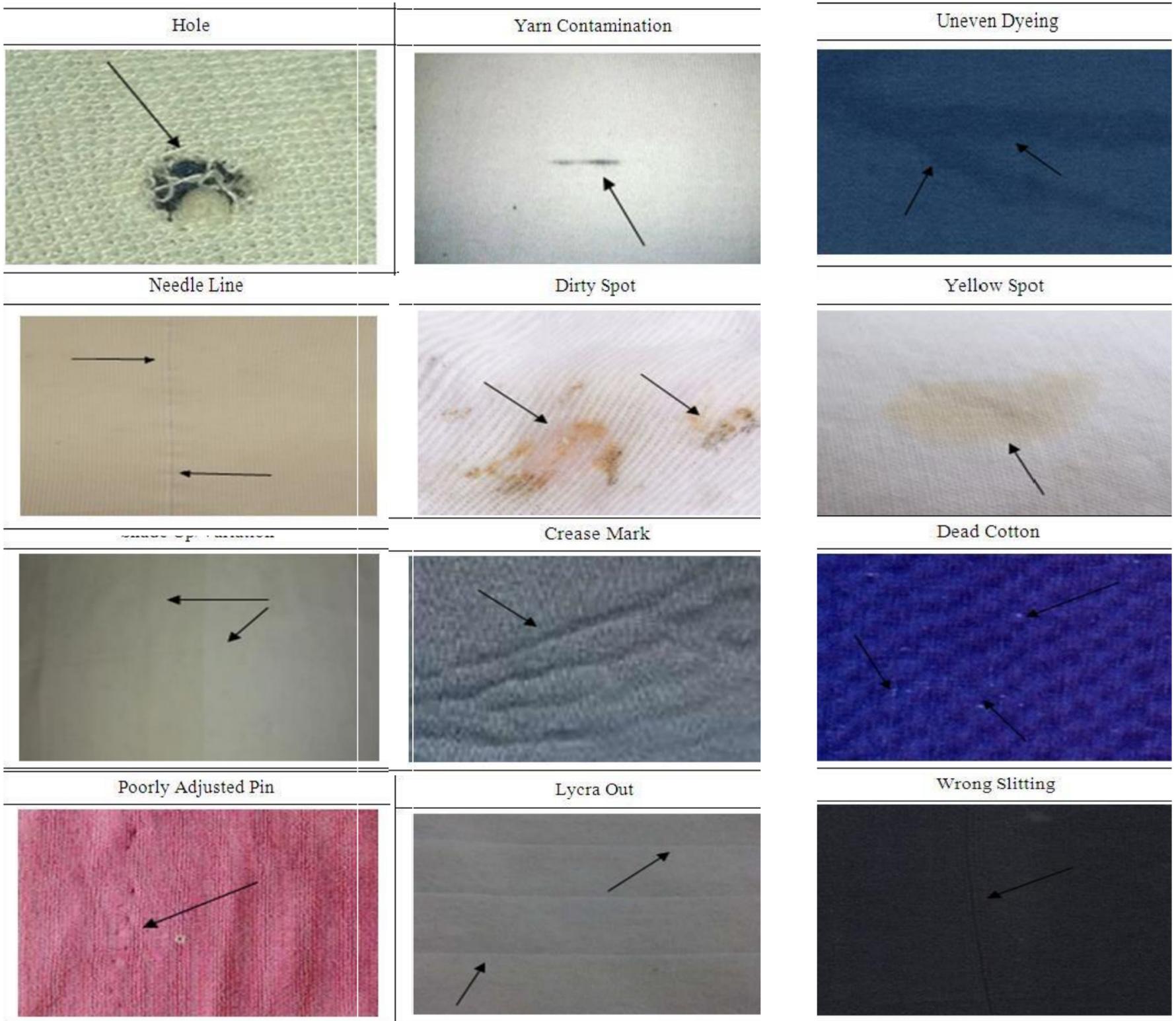


Figure 60: Exemple des défauts

Questionnaire d'Entretien

Entreprise L'algériennes Des Industrie Textile TAYAL SPA
Unité Unité d'ennoblissement Teinture et finissage de tissu tricoté
Département Production, Maintenance, Contrôle Qualité, Planification

Les Questions Posées

Production : Partie teinture et finissage

Question 1 Combien de machines y a-t-il dans chaque partie ?
Question 2 Quelle est la capacité de chaque machine et leur vitesse ?
Question 3 Quels sont les paramètres d'entrée et de sortie ?
Question 4 Avez-vous des problèmes avec le système ?
Question 5 Pourquoi y a-t-il un nombre important de retraitements ? Y a-t-il une relation avec les produits chimiques ?
Question 6 Comment organisez-vous la production ?

Département maintenance

Question 1 Existe-t-il un plan d'entretien préventif ?
Question 2 Vous avez un historique des pannes correctifs ?

Département control qualité

Question 1 Comment faites-vous le contrôle du tissu ?
Question 2 Quels sont les différents défauts que l'on peut trouver sur le tissu ?
Question 3 Quel est la différence entre l'inspection et le contrôle ?
Question 4 Quel est le nombre des machines d'inspection ?
Question 5 Comment faire la différence entre la première, la deuxième et la quatrième qualité d'un tissu ?
Question 6 Quel sont les défauts qui cause la 3 -ème qualité de tissu ?
Question 7 Quel sont les causes racine des défauts, selon vous ?
Question 8 Quel est votre objectif principal ?

Planification

Question 1 Quel sont vos prévisions de la production ?
Question 2 Quelle est la quantité produite et la quantité théoriquement produite ?
