

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

— جامعة أبي بكر بلقايد — تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Génie industriel

Spécialité : Ingénierie de la production

Par : BELGHOUL Nesrine & GHALEM Mohamed El Amine

Sujet :

**Application de la méthodologie DMAIC pour
l'amélioration de la performance d'un
processus industriel
Cas d'étude : Entreprise TAYAL**

Soutenu publiquement, le 12 juin 2025, devant le jury composé de :

M. HADRI A.	MCB	Université de Tlemcen	Président
Mme. BENDJELLOUL A.	MCB	Université de Tlemcen	Examinatrice
BELKHAROUBI M. K.	MAA	Université de Tlemcen	Examinateur
M. MOULAI-KHATIR D	MCA	Université de Tlemcen	Encadreur
M. KAHOUADJI H. A.	MCB	Université de Tlemcen	Co- Encadreur

Année Universitaire : 2024-2025

Remerciements

On remercie Dieu de nous avoir aidés à terminer ce modeste travail.

On tient à remercier notre encadreur M. MOULAI-KHATIR Djezouli d'avoir accepté de diriger ce projet, ainsi que pour son entière disponibilité et ses précieux conseils durant toute la période de l'élaboration de ce travail.

Aussi nos remerciements vont à notre Co-encadreur M. KAHOUADJI Housseyn Amin pour sa disponibilité et ses conseils durant toute la période de la réalisation de notre PFE.

On remercie M. HADRI Abdelkader d'avoir accepté de présider le jury de soutenance de ce mémoire.

Nous exprimons notre reconnaissance aux membres du jury Mme. BENDJELLOUL Amina et M. BELKHERROUBI Moustafa Kamal pour l'intérêt qu'ils ont portés à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail.

Que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouve ici toute notre gratitude.

Nesrine & Amine

Dédicaces

Nous dédions ce travail à nos mères et nos pères, pour leur amour inconditionnel, leur patience et les sacrifices qu'ils ont faits sans jamais attendre en retour. Ce travail est aussi le fruit de leur dévouement.

À nos frères et sœurs, pour leur présence, leur soutien discret et leurs encouragements sincères, qui ont compté plus qu'ils ne l'imaginent.

Et à nos proches aimés, pour leurs mots, leurs gestes simples et leur présence rassurante tout au long de ce parcours.

Nesrine & Amine

Table des matières

Introduction générale	1
I. Chapitre I : Généralités et état de l'art sur Lean Six Sigma	3
1. Introduction :	4
2. Méthode Lean six sigma	4
2.1. Amélioration des processus.....	4
2.1.1. Définition et importance de l'amélioration des performances	4
2.1.2. Méthodes principales d'amélioration des performances	5
2.2. Méthodes quantitatives et qualitatives	6
2.2.1. Etude quantitative ou sondage.....	6
2.2.2. Etude qualitative.....	6
2.3. Méthode Lean Manufacturing.....	6
2.3.1. Définition et objectifs du lean manufacturing.....	6
2.3.2. Outils du lean manufacturing	8
2.4. Méthode Six Sigma	12
2.4.1. Principe et philosophie du six sigma.....	12
2.4.2. Objectifs de six sigma dans l'industrie textile	12
2.5. Intégration Lean Management et Six Sigma	13
2.5.1. Complémentarité entre Lean et six sigma	13
2.5.2. Objectifs spécifiques de lean six sigma.....	14
3. Méthode DMAIC : Cadre d'application de lean six sigma	14
3.1. Présentation de la méthode DMAIC	14
3.2. Etapes de la méthode DMAIC	15
3.3. Outils utilisés dans la méthode DMAIC	17
3.3.1. Diagramme d'Ishikawa	17
3.3.2. Analyse Pareto.....	17
3.3.3. Diagramme de flux.....	18
3.3.4. Analyse statistique.....	19
3.3.5. SPC.....	19
3.3.6. Logiciel Minitab	19
4. Etat de l'art de la démarche Lean six sigma.....	19
4.1. Application de LSS dans le domaine industriel	19
4.1.1. Application de LSS dans l'industrie textile.....	19

4.1.2.	Application de lean six sigma en fabrication et conception des réservoirs métalliques	20
4.1.3.	Application de lean six sigma en maintenance et réparation	20
4.2.	Application de LSS hors le domaine industriel.....	20
4.2.1.	Application de la méthode LSS dans le domaine bancaire	20
4.2.2.	Application de la méthode LSS dans le secteur public	21
4.2.3.	Application de la méthode LSS dans le domaine de la santé.....	21
4.3.	Lean six sigma et la durabilité environnementale.....	21
4.4.	Intégration du lean six sigma et l'industrie 4.0	22
5.	Synthèse	23
6.	Conclusion.....	24
II.	Chapitre II : Présentation de l'entreprise TAYAL.....	25
1.	Introduction	26
2.	Présentation de l'entreprise TAYAL.....	26
2.1.	Implantation	27
2.2.	Plan de l'entreprise.....	27
2.3.	Principaux produits	28
2.4.	Capacité de production : www.tayal.dz	29
3.	Processus de fabrication	30
3.1.	Stockage	30
•	Contrôle de la qualité de la matière première	31
3.2.	Unité de filatures (3 et 4).....	32
3.2.1.	Types de fils à produire	32
3.2.2.	Etapes de fabrication de chaque type de fils	33
3.2.3.	Les processus de chaque étape	33
3.3.	Unité de teinture Indigo.....	36
3.4.	Unité de tissage (8 et 9).....	38
3.4.1.	Processus de fabrication	38
3.5.	Unité de tricotage (06).....	39
3.6.	Ennoblement (11).....	39
3.6.1.	Départements de l'unité	39
3.6.2.	Processus de finition des tissus tricoté et Non-Denim	39
3.6.3.	Processus de finition des tissus Denim	40
3.7.	Contrôle qualité.....	42
3.7.1.	Laboratoire physique.....	42

3.7.2.	Laboratoire chimique	46
3.7.3.	Contrôle visuel	47
4.	Conclusion.....	48
III.	Chapitre III : Mise en place du Lean Six Sigma	49
1.	Introduction	50
2.	Déploiement du processus de résolution de problèmes DMAIC :	50
2.1.	Etape 01 « Définir » :	50
2.2.	Etape 02 « Mesurer » :	52
2.2.1.	Description des données collectées :.....	52
2.2.2.	Liste des Défauts et les départements responsable - Anglais / Français :	58
a.	Critères de classification de la qualité :.....	60
b.	Répartition mensuelle de qualité (1 ;2 ;4) par type de tissu inspecté :.....	61
c.	Procédure Opérationnelle Standard (POS) pour l'Inspection des Tissus :	62
2.3.	Etape 03 « Analyser » :	63
2.3.1.	Outil TOOLKIT :	63
➤	Analyse graphique du mois d’octobre pour le type de tissu DENIM (Qualité 2 et 4) :	64
➤	Analyse graphique du mois d’octobre 2024 pour le type de tissu NON_DENIM (Qualité 2 ; 4) :	66
➤	Analyse graphique du moi novembre pour le type de tissu DENIM (Qualité 2 ; 4) :.....	68
➤	Analyse graphique du moi novembre pour le type de tissu NON_DENIM (2 ; 4) :.....	69
➤	Analyse graphique du moi décembre pour le type de tissu DENIM :	71
➤	Analyse graphique du moi décembre pour le type de tissu NON_DENIM : 73	73
➤	Analyse graphique du trois mois pour le type de tissu DENIM (Qualité 1) : 74	74
➤	Analyse graphique du trois mois pour le type de tissu NON_DENIM (Qualité 1) :	76
2.3.2.	Application de la loi de Pareto :	77
➤	Analyse de tissu denim-Octobre :	77
➤	Analyse de tissu non-denim-Octobre :	79
➤	Analyse de tissu denim-Novembre :	82
➤	Analyse de tissu non-denim-Novembre :.....	84
➤	Analyse de tissu denim-décembre :.....	86

➤	Analyse de tissu non-denim-décembre :	89
➤	Regroupement des Défauts majeurs par ces origines département pour les Tissus Denim et Non Denim :	91
2.3.3.	Diagramme d'Ishikawa (causes-effets) :.....	93
➤	Pour le département Filature (Spinning) :	93
➤	Pour l'unité de Préparation au tissage (Weaving Preparation) :	94
➤	Pour le département Tissage (Weaving) :	94
➤	Pour le département l'ennoblissement (Finishing) :	95
➤	Pour l'inspection :	95
2.4.	Etape 04 « Innover » :.....	96
2.5.	Etape 05 « Contrôler » :.....	100
3.	Conclusion :.....	101
	Conclusion générale	103
	<i>Bibliographie</i>	104

Liste des figures

Figure I.1 : Roue de Deming PDCA	6
Figure I.2 : Temple du lean (Bruère 2013, 21-49)	8
Figure I.3 : Exemple de la carte de flux de valeur pour un équipement de sécurité électronique	9
Figure I.4 : Evolution de la démarche kaizen	11
Figure I.5 : complémentarité entre Lean et six sigma	13
Figure I.6 : Diagramme d'Ishikawa	17
Figure I.7 : Diagramme de Pareto	18
Figure II.1 : Logo de TAYAL SPA	26
Figure II.2 : situation géographique de TAYAL SPA	27
Figure II.3: Plan de TAYAL SPA	28
Figure II.4 : Tissus	29
Figure II.5 : Prés à porter	29
Figure II.6 : fils	29
Figure II.7 : stocke de matière première (coton)	30
Figure II.8 : stocke de déchets	30
Figure II.9 : Régulateur	31
Figure II.10 : Machine HVI 1000	32
Figure II.11 : Etape de fabrication de type de fil Open-end	33
Figure II.12 : Etape de fabrication de type de fil Carded	33
Figure II.13 : Etape de fabrication de type de fil Combed et Compact	33
Figure II.14 : Machines de mélange et nettoyage	34
Figure II.15 : Machine de cardage	34
Figure II.16 : Machine d'étirage	35
Figure II.17 : Machine d'affinage (ROVING)	36
Figure II.18 : Machine de filage (RING)	36
Figure II.19 : Les procédures de préparation du fils de tissu Denim	37
Figure II.20 : Les procédures de préparation du fils de tissu Non-Denim	37
Figure II.21: composant de tissu	38
Figure II.22 : Machine circulaire	39
Figure II.23 : Machine rectiligne	39
Figure II.24 : Machine de fixation	40
Figure II.25 : Machine de flambage	41
Figure II.26 : Machine de sanforisation	42
Figure II.27 : Outil de coupage du tissu Figure II.28 : Outil de Grammage	43
Figure II.29 : Test de rétrécissement	43
Figure II.30 : Machine de la résistance à la déchirure	44
Figure II.31 : Machine de teste de traction	44
Figure II.32 : Machine de teste de la résistance à l'éclatement	45
Figure II.33 : Machine de test de la solidité de couleur au frottement	45
Figure II.34 : Test d'élasticité	46
Figure II.35 : Matrice de nuance 555	48
Figure III.1 : Questionnement de la méthode QQQQCP	51
Figure III.2 : Pourcentage des niveaux de qualité pour le tissu DENIM	62

Figure III.3 : Pourcentage des niveaux de qualité pour le tissu NON-DENIM.....	62
Figure III.4 : Carte de contrôle du P/100m² du mois d'octobre 2024 pour type du tissu DENIM.....	64
Figure III.5 : Centrage et capabilité du P/100m² du mois d'octobre 2024 pour type du tissu DENIM (Qualité 2 et 4).....	66
Figure III.6 : Carte de contrôle du P/100m² de moi d'octobre 2024 pour type du tissu NON_DENIM (Qualité 2 ; 4).....	67
Figure III.7 : Centrage et capabilité du P/100m² du mois d'octobre 2024 pour type du tissu NON_DENIM (Qualité 2 ; 4).....	67
Figure III.8 : Carte de contrôle du P/100m² de moi novembre 2024 pour type du tissu DENIM (Qualité 2 ;4).....	68
Figure III.9 : Centrage et capabilité du P/100m² de moi novembre 2024 pour type du tissu DENIM (Qualité 2 ; 4).....	69
Figure III.10 : Carte de contrôle du P/100m² de moi novembre 2024 pour type du tissu NON_DENIM (Qualité 2 ; 4).....	70
Figure III.11 : Centrage et capabilité du P/100m² de moi novembre 2024 pour type du tissu NON_DENIM (Qualité 2 ; 4).....	70
Figure III.12 : Carte de contrôle du P/100m² de moi décembre 2024 pour type du tissu DENIM.....	71
Figure III.13 : Centrage et capabilité du P/100m² de moi décembre 2024 pour type du tissu DENIM.....	72
Figure III.14 : Carte de contrôle du P/100m² de moi décembre 2024 pour type du tissu NON_DENIM.....	73
Figure III.15 : Centrage et capabilité du P/100m² de moi décembre 2024 pour type du tissu NON_DENIM.....	73
Figure III.16 : Carte de contrôle du P/100m² de trois mois 2024 pour type du tissu DENIM (Qualité 1).....	74
Figure III.17 : Centrage et capabilité du P/100m² de trois mois pour type du tissu DENIM (Qualité 1).....	75
Figure III.18 : Carte de contrôle du P/100m² de trois mois 2024 pour type du tissu NON_DENIM (Qualité 1).....	76
Figure III.19 : Centrage et capabilité du P/100m² de trois mois pour type du tissu NON_DENIM.....	76
Figure III.20 : Diagramme de Pareto du tissu denim-Octobre.....	79
Figure III.21 : Diagramme de Pareto du tissu non-denim-Octobre.....	81
Figure III.22 : Diagramme de Pareto du tissu denim-Novembre.....	83
Figure III.23 : Diagramme de Pareto du tissu non-denim_Novembre.....	86
Figure III.24 : Diagramme de Pareto du tissu denim_Décembre.....	88
Figure III.25 : Diagramme de Pareto du tissu non-denim_Décembre.....	91
Figure III.26 : Diagramme d'Ishikawa au niveau de la filature.....	93
Figure III.27 : Diagramme d'Ishikawa au niveau de l'unité préparation au tissage.....	94
Figure III.28 : Diagramme d'Ishikawa au niveau du tissage.....	94
Figure III.29 : Diagramme d'Ishikawa au niveau de l'ennoblissement.....	95
Figure III.30 : Diagramme d'Ishikawa au niveau de l'inspection.....	95

Liste des tableaux

Tableau III-1 : Charte de projet	52
Tableau III-2 : rapport d’inspection pour tissu denim	55
Tableau III-3 : rapport d’inspection pour tissu denim	57
Tableau III-4 : Défauts et départements responsables	60
Tableau III-5 : volume total de tissu DENIM inspectés par mois	61
Tableau III-6 : volume total de tissu NON-DENIM inspectés par mois	61
Tableau III-7 : Longueur des défauts avec leurs points attribués	63
Tableau III-8 : Longueur des défauts avec leurs points attribués (cas particuliers)	63
Tableau III-9 : Intervalle de capabilité	65
Tableau III-10 : Intervalle de Centrage	65
Tableau III-11 : Diagnostic du P/100m² du moi octobre 2024 pour type du tissu DENIM (Qualité 2 et 4)	66
Tableau III-12 : Diagnostic du P/100m² du mois d’octobre 2024 pour type du tissu NON_DENIM (Qualité 2 ; 4)	68
Tableau III-13 : Diagnostic du P/100m² du moi novembre 2024 pour type du tissu DENIM (Qualité 2 ; 4)	69
Tableau III-14 : Diagnostic du P/100m² du moi novembre 2024 pour type du tissu NON_DENIM	71
Tableau III-15 : Diagnostic du P/100m² du moi décembre 2024 pour type du tissu DENIM	72
Tableau III-16 : Diagnostic du P/100m² du moi décembre 2024 pour type du tissu NON_DENIM	74
Tableau III-17 : Diagnostic du P/100m² du trois mois pour type du tissu DENIM (Qualité 1)	75
Tableau III-18 : Diagnostic du P/100m² du trois mois pour type du tissu NON_DENIM (Qualité 1)	77
Tableau III-19 : Répartition des défauts par type de tissu denim_mois d’octobre	79
Tableau III-20 : Répartition des défauts par type de tissu non-denim_mois d’octobre ..	81
Tableau III-21 : Répartition des défauts par type de tissu denim_mois Novembre	83
Tableau III-22 : Répartition des défauts par type de tissu non-denim_ Novembre	85
Tableau III-23 : Répartition des défauts par type de tissu denim_ Décembre	88
Tableau III-24 : Répartition des défauts par type de tissu non-denim_ Décembre	90
Tableau III-25 : Défauts majeurs par département de production (DENIM)	92
Tableau III-26 : Défauts majeurs par département de production (NON-DENIM)	92
Tableau III-27 : Causes des Défaillances et Solutions Correctives par Département	99
Tableau III-28 : Système de Retour d’Information (Feedback Loop)	100
Tableau III-29 : fiche de référence pour l’identification des défauts visuels	100

Liste des abréviations

DMAIC : Define, Measure, Analyze, Improve, Control

LSS : Lean Six Sigma

KPI : Key Performance Indicator

PDCA : Plan Do Check Act

TQM : Total Quality Management

VSM : Value Stream Mapping

JIT : Just In Time

CTQ : Critical Total Quality

SIPOC : Suppliers Inputs Process Outputs Customers

SPC : Statistical Process Control

AFI : Air France Industrie

PME : Petite et Moyenne Entreprise

IA : Intelligence Artificielle

SPA : Société Par Action

E.P.E : Entreprise Publique Economique

Groupe C&H : Confection Et Habillement

ISO : International organisation for standardization

HVI : High Volume Instrument

TEXALG : L'algérienne des textiles

GSM : Grammage surfacique

QQOQCP : Qui, Quoi, Où, Quand, Comment, Pourquoi

SMART : Spécifique, Mesurable, Atteignable, Réalisable et Pertinent

P/100m² : Les Points de Défauts Moyens sur 100m²

POS : Procédure Opérationnelle Standard

Cp : Capabilité Process

Cpk : Capabilité Processus Index

PPM : Pièces Par Million

Introduction générale

Introduction générale

La réalité du client d'aujourd'hui est qu'il est devenu extrêmement exigeant. Il recherche des produits qui répondent à l'ensemble de ses attentes, tant en termes de fiabilité, de performance que de qualité globale. Cette évolution place les entreprises face à des défis complexes, les obligeant à innover et à optimiser en permanence leurs processus pour satisfaire pleinement ces exigences.

LeanSixSigma est le choix le plus approprié pour ce problème mondial car il est dédié pour le tri du produit et le développement du processus, afin d'avoir plus de satisfaction des exigences des clientèles en minimum strict de production

La méthode de lean management aide les entreprises à satisfaire les exigences des clients en concentrant sur la simplification des processus généraux au sein de l'organisme industriel et de réduire le maximum du gaspillage en maintien ce qui compte réellement pour le client

Ainsi la méthode six sigma qu'a le but de minimiser la variabilité des processus ce qui entraîne plus de conformité des produits finaux (réduire le taux total des défauts, seulement 3,4 défauts par 1 million produit), une opportunité qui fournit une forte crédibilité devant le marché général.

La complémentarité des deux méthodes lean et six sigma permet aux entreprises de mieux gérer leurs processus et les rendre plus efficaces, plus performants en maintien le déroulement idéal de l'organisme et aider à fournir la bonne qualité au fil du temps afin d'avoir une très grande population et dominer plusieurs marchés (régional, national mondial).

Ce mémoire se compose de trois chapitres. Le premier chapitre est dédié aux définitions des principes et des concepts du Lean six sigma ainsi leurs outils et techniques. Le premier chapitre a une seconde partie qui représente l'impact positif majeur apporté par l'implémentation rigueur du leanSixSigma dans le secteur industriel et d'autres secteurs tels que la santé, service publique...

Le deuxième chapitre traite tout ce qui concerne l'entreprise TAYAL textile que ce soit de l'historique, les différentes unités, les différents départements la ligne de production, les produits fournis et plusieurs d'autres choses. Ce qui nous fournit une connaissance approfondie à propos le déroulement de l'entreprise afin de conforter leurs défis

Le dernier chapitre représente notre cas d'étude où nous concentrons sur l'application de LeanSixSigma au sein de l'entreprise de TAYAL pour augmenter la qualité de leurs produits finaux.

Enfin, ce document se termine par une conclusion générale.

***I. Chapitre I : Généralités et état de
l'art sur Lean Six Sigma***

1. Introduction :

Dans ce premier chapitre nous allons décrire les concepts et les principes du Lean management, la méthodologie six sigma (DMAIC)... Qui nous permettra d'avoir une profonde compréhension afin de comprendre la méthodologie Lean Six Sigma.

Additionnellement à l'explication des deux philosophies (lean et six sigma) nous allons clarifier la complémentarité entre eux et définir les principaux outils et techniques sur lesquels les méthodes LSS sont basées. Ces derniers sont très importants pour le développement et l'amélioration dans le domaine du management de la qualité tout en donnant un impact positif pour celui-ci.

Le principe LSS repose en grande partie sur la réduction du gaspillage et le maintien de la qualité des produits dans le temps. Cela nous apporte une solution directe au problème auquel est confrontée l'entreprise TAYAL textile car elle cherche à réduire le pourcentage d'erreurs dans le fil final et à maintenir sa qualité.

La deuxième partie de ce chapitre sera consacré à l'utilisation de cette méthode dans les différents secteurs ainsi que son impact positif sur les autres domaines.

2. Méthode Lean six sigma

2.1. Amélioration des processus

2.1.1. Définition et importance de l'amélioration des performances

L'amélioration des performances des processus consiste à augmenter la qualité du produit final afin d'assurer la satisfaction des exigences des clients.

Elle se base sur L'évaluation de la performance des processus en continuation (en mettant en comparaison avec les indicateurs de performance KPI), l'utilisation des divers outils, techniques et méthodes de l'amélioration continue afin de rendre les performances des processus rester en tolérance et atteindre des bons résultats (produit de bonne qualité et en conformité).

Le concept de l'amélioration de performance des processus offre aux entreprises divers avantages interne et externe, tels que :

- Avoir un organisme discipliné et rigoureux afin d'atteindre la perfection au bout de l'organisme ;

- Imposer aux managers à travailler dur et à penser jusqu'aux petits détails afin de peaufiner leurs performances ;

- Des processus performants fournissent des produits conformes et de bonne qualité ;

- Satisfaire le maximum des clients (domination du marché).

2.1.2. Méthodes principales d'amélioration des performances

Benchmarking

Le benchmarking est le processus qui consiste à identifier, analyser et adopter, les pratiques des organisations les plus performantes dans le monde en vue d'améliorer les performances de sa propre organisation.

Le benchmarking implique d'être assez modeste pour admettre que quelqu'un d'autre est meilleur dans un domaine, et assez sage pour essayer d'apprendre comment l'égaliser et même le surpasser.

Le benchmarking n'est pas la simple identification des « best practices ». Il va bien au-delà, car il suppose un travail approfondi de mesure de ses propres performances, puis de celles du partenaire, et la mise en œuvre dans son organisation.

Le benchmarking est une des pierres angulaires des organisations apprenantes car il encourage les personnes à aller en voir d'autres pour apprendre d'elles. Il est devenu très populaire dans les pays les plus avancés en matière de management, en particulier aux États-Unis.

C'est un outil devenu indispensable à ceux qui veulent appliquer efficacement le TQM (total quality management) ou faire du reengineering sans trop de risque d'erreurs. Il constitue un bon support d'auto-évaluation de collaborateurs qui jouissent de davantage d'autonomie dans le cadre de « l'empowerment ». (Brilman et herard, 2006).

PDCA (plan do check act)

Cette démarche dite du PDCA ou roue de Deming (scientifique Américain qui a introduit la démarche qualité au Japon) est représentée par un plan incliné représentant le progrès, sur laquelle roule une sphère à 4 éléments :

- ✓ P (plan), la prévision ;
- ✓ D (do), l'action ;
- ✓ C (check), la vérification ;
- ✓ A (act), la pérennisation pour mieux préparer le P suivant, etc.

Cet outil sert à structurer une démarche de progrès, elle évite d'oublier des étapes essentielles comme celle de préparer avant d'agir. La préparation est en effet essentielle et très liée à la phase de vérification : on ne pourra vérifier que par rapport à la préparation. Le PDCA est encore la base de la méthode de résolution de problèmes.

Cet outil est fondamental pour maîtriser les changements dans nos organisations. Trivialement, on peut dire que P = dire ce que l'on va faire, D = faire ce que l'on a dit, C = vérifier que l'on a bien fait ce que l'on a dit, A = on en a tiré parti. (Corbel, 2012).

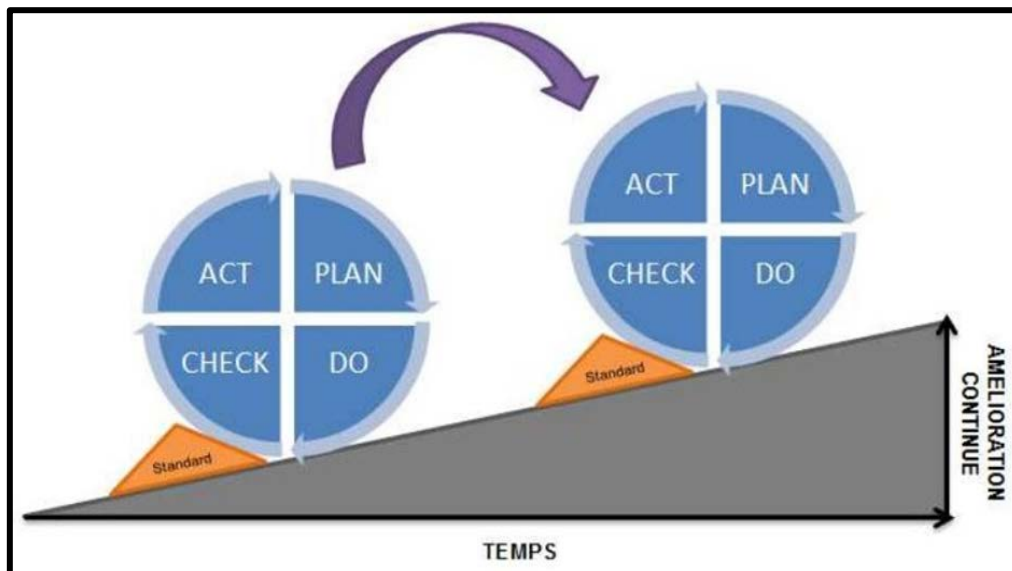


Figure I.1 : Roue de Deming PDCA

2.2. Méthodes quantitatives et qualitatives

2.2.1. Etude quantitative ou sondage

Mesure, au moyen de statistiques le comportement et les opinions des consommateurs. Elle permet de questionner brièvement un nombre important de cibles (200 à 300 personnes par exemple) pour estimer, par extrapolation, « combien de clients » et « combien d'achats » on pourrait obtenir. L'établissement d'un questionnaire pour une enquête quantitative, où chaque entretien ne dépasse guère deux à trois minutes, et l'utilisation de celui-ci peuvent être réalisés par le créateur si la population est bien ciblée et homogène. (Vinay, 2011).

2.2.2. Etude qualitative

Consiste à questionner de façon approfondie un nombre restreint de « consommateurs pressentis », une vingtaine par exemple. Son but est de connaître non seulement leurs besoins mais aussi, et surtout, leurs comportements, leurs attitudes, leurs motivations, leurs freins. En d'autres termes, il s'agit de comprendre « le pourquoi du comment » de leur achat éventuel. Pour mettre au point puis utiliser avec efficacité le guide d'entretien d'une enquête qualitative, le recours à un spécialiste du marketing est conseillé mais pas nécessairement requis. En effet, il faut savoir qu'élaborer à partir de nombreuses questions ouvertes, chaque entretien peut durer une demi-heure. (Vinay, 2011).

2.3. Méthode Lean Manufacturing

2.3.1. Définition et objectifs 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. **Taiichi Ohno**, le fondateur du Lean manufacturing définit le Lean comme étant la chasse totale des gaspillages, tout en se basant sur deux piliers : le juste-à-temps et l'autonomation (jidoka en japonais). 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 se selon 4Ps : Philosophie, Process, Partenaire et résolution de Problèmes. (Elrhanimi et al., 2015).

Le Lean manufacturing est un concept très important d'après ce qu'il a apporté au domaine industriel, où il fait un bond remarquable en comparaison avec les premiers concepts.

Les japonais avec leurs principes parmi eux Lean manufacturing ont changé radicalement le fonctionnement des entreprises par rapport aux principes industriels précédents (principes de Taylor et Ford)

Rendre la perfection un but réel en focalisant sur :

- L'amélioration en continu ;
- Réduire le gaspillage ;
- Augmenter la qualité.

Le Lean manufacturing est consacré spécialement pour la réduction du gaspillage et éliminer les étapes qui n'ont pas d'impact productif à tous les réseaux du processus d'un système.

Le Lean manufacturing avec ses outils est considéré comme le meilleur choix pour notre cas d'étude car il répond à la problématique de l'entreprise TAYAL (augmentation de la production de la première qualité du produit fini)

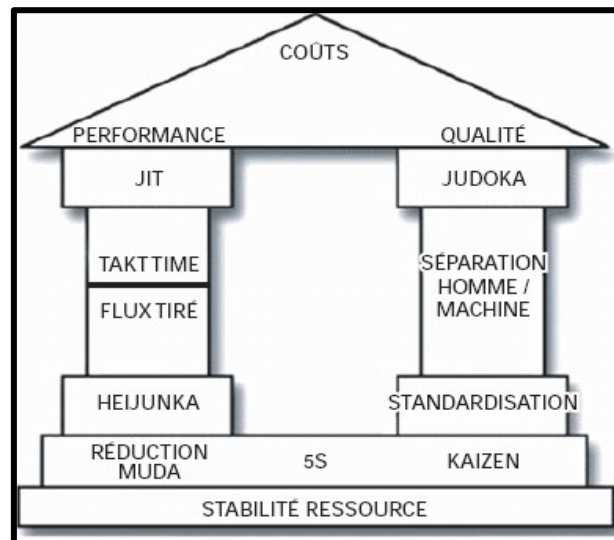


Figure I.2 : Temple du lean (Bruère 2013, 21-49)

2.3.2. Outils du lean manufacturing

🚦 Carte de flux de valeur (Value Stream Mapping)

Le temps de passage et le taux de service sont deux conséquences de la bonne santé des flux physiques et des flux d'informations. Une des bonnes pratiques de démarrage de projet d'amélioration des flux consiste à se donner une image complète et conjointe de ces deux aspects. C'est le rôle de l'outil VSM (value stream mapping). Au-delà de la représentation formalisée sur un même document des deux natures de flux (physique et information), la pratique du VSM est une activité de groupe de travail qui permet de mettre l'ensemble des participants au même niveau d'information sur les flux. (Fontanille et al., 2015).

La VSM aide à recueillir le maximum des données, analyser les situations actuelles du processus et proposer des solutions ou des actions alternatives afin d'optimiser le flux industriel (matériel et informationnel...).

La VSM est très utile grâce à ses avantages. Elle permet à ses utilisateurs :

- D'avoir une vision claire à propos du déroulement du processus
- De surveiller les opérations faites par l'entreprise ;
- D'analyser et mieux comprendre les interactions des activités au bout de l'organisation
- D'extraire les raisons principales et secondaires qui empêchent le déroulement du processus.

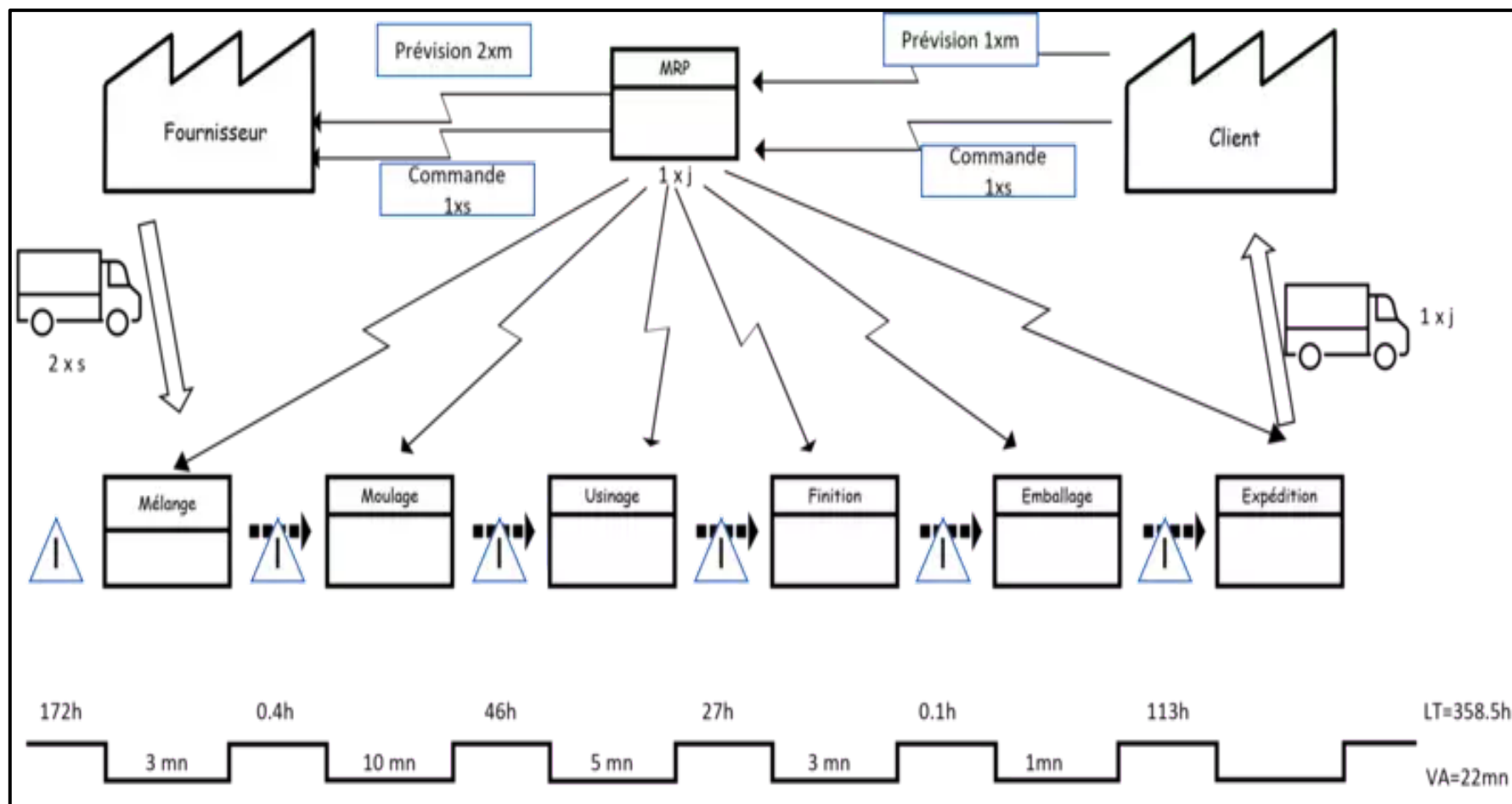


Figure I.3 : Exemple de la carte de flux de valeur pour un équipement de sécurité électronique

 **LES 5S**

Les 5S sont les 5 verbes japonais qui décrivent une méthode d'organisation de l'atelier et des bureaux, par le tri, le rangement, le nettoyage, la standardisation et le maintien des règles et des rituels de management (Seiri, Seiso, Seiton, Seiketsu, Shitsuke). (Fontanille et al., 2015).

Cette règle s'applique aux améliorations locales comme aux programmes couvrant l'usine. On commence donc les chantiers d'amélioration en assurant l'ordre et la propreté de la zone concernée.

Les étapes du 5S sont :

- Seiri : trier l'utile de l'inutile et débarrasser le poste de travail ;
- Seiton : ranger chaque chose à sa place ;
- Seiso : nettoyer chaque jour ;
- Seiketsu : standardiser les règles de rangement et de nettoyage ;
- Shitsuke : maintenir la discipline d'ordre et de propreté. (Fontanille et al., 2015).

La bonne maîtrise de la démarche 5S permet aux entreprises à :

- ✓ Mettre les employés dans un état d'esprit calme et motivés afin d'augmenter leurs performances
- ✓ Optimiser les facteurs importants qui peuvent accroître la productivité (temps, placement et efforts)
- ✓ Mettre les employés dans un environnement propre et organisé afin d'augmenter leurs rendements
- ✓ Prouver aux candidats à l'emploi la politique de la rigueur et du sérieux au sein de l'organisation et leurs imposer d'acquiescer ces compétences afin de les accepter.

 **Kaizen**

Le terme kaizen désigne en japonais l'amélioration continue. C'est un état d'esprit : chercher à améliorer sans cesse les conditions de travail, la productivité, les processus... fait partie de la culture au travail, mais c'est surtout une pratique de management, structurée par des outils, soutenue par des ressources, et à laquelle on alloue une part du temps de travail. (Fontanille et al., 2015).

La mise en place du KAIZEN résulte un impact positif majeur en continuation, il réduit le maximum d'écart entre la performance non étudiée (actuelle) et la performance idéale en réduisant tous les types de gaspillage et en exploitant tous les types de ressources disponibles. Le kaizen est nécessaire et utile pour l'amélioration des performances des processus et le graphe ci-dessous peut montrer l'écart créé à long terme.

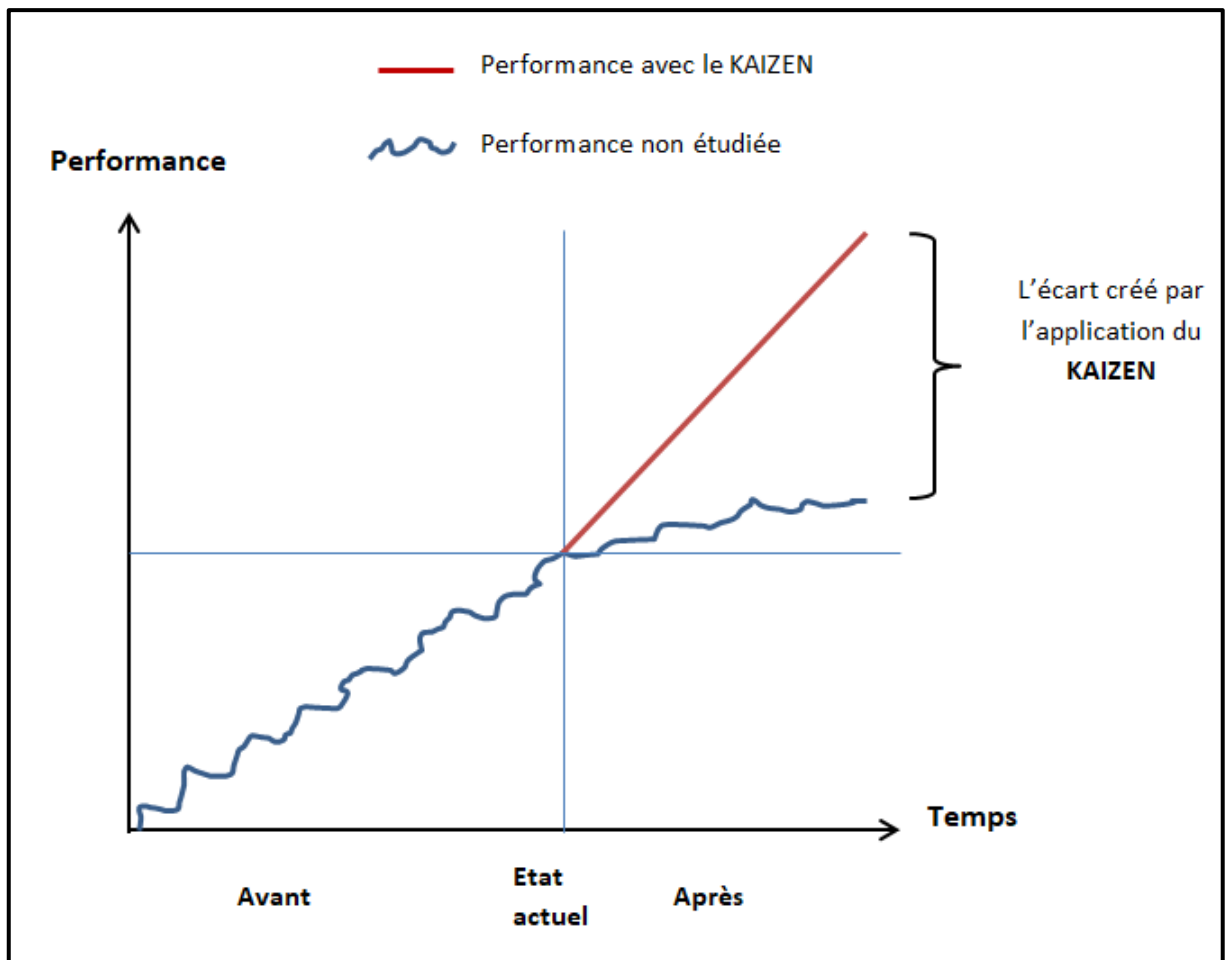


Figure I.4 : Evolution de la démarche kaizen

✚ JUSTE A TEMPS

Le Juste à temps ou just in time (JIT) est un concept d'organisation de la logistique et des flux de production qui a pour but d'apporter les pièces et produits au bon endroit, au bon moment, dans la bonne qualité et dans les quantités juste nécessaires.

L'objectif du juste à temps est de ne produire ce que le client achète (a déjà acheté dans le cas d'une production à la commande, ou bien va acheter avec certitude et dans un délai court pour les productions sur stock). Une phrase synthétique pour décrire le mode de fonctionnement en juste à temps pourrait être d'« apporter au bon endroit la bonne pièce au bon moment dans la quantité juste nécessaire ». (Fontanille et al., 2015).

Certaines industries croient que le juste à temps est spécialisé juste pour la gestion du stock (réduire le stock au maximum et l'arrondir au zéro) et orienter la quantité à produire aux clients (99% de production livrer aux clients sans passer au stock).

La méthode de juste à temps ne se limite pas seulement à cet objectif « **stock zéro** », mais elle travaille sur plusieurs aspects tels que (la logistique, l'approvisionnement, la gestion des prévisions...).

Afin d'avoir un flux industriel optimisé et plus loin des deux plus grands risques aux domaines industriels (**le gaspillage et la rupture**).

2 .4. Méthode Six Sigma

2.3.3. Principe et philosophie du six sigma

La méthode Six Sigma est une méthode de gestion de la qualité qui a été développée par Motorola en 1986. Elle repose sur l'utilisation d'un ensemble d'outils et de techniques statistiques pour améliorer les processus et réduire les défauts à un niveau minimum. La méthode a ensuite été popularisée par General Electric au cours des années 1990.

Le nom « Six Sigma » fait référence à l'objectif de réduire la variation dans les processus jusqu'à ce que seulement 3,4 défauts par million d'occurrences soient constatés, soit six écarts-types entre la moyenne et les limites de tolérance. La méthode se concentre sur l'amélioration continue et la résolution de problèmes en utilisant des données et des statistiques pour identifier les causes profondes des problèmes et les éliminer de manière définitive. (Lanore, 2023).

2.3.4. Objectifs de six sigma dans l'industrie textile

Le premier point que l'on doit avoir à l'esprit dans une démarche Six Sigma est la satisfaction du client. Un projet Six Sigma doit apporter une amélioration significative au client. Pour cela, on doit s'intéresser à ce que souhaite réellement le client, non pas à ce qu'on pense qu'il souhaite. Il faut être capable de déterminer les caractéristiques critiques pour la qualité (CTQ, pour Critical To Quality) afin de fixer une cible et une plage de tolérance.

Atteindre un niveau de qualité satisfaisant la demande des clients est bien entendu l'objectif de toutes les entreprises. Mais comment mesure-t-on la façon dont on atteint cet objectif ? Un des principes de Six Sigma est que l'on ne connaît pas grand-chose d'un système si l'on ne sait pas le mesurer. C'est donc une des premières étapes que l'on devra franchir : mesurer le niveau à partir duquel les CTQ (Critical To Quality) atteignent leur objectif en mesurant le z du processus. Ce z , que nous définirons dans ce travail, nous permettra de mesurer le degré de satisfaction des clients. Plus le z est élevé, plus la satisfaction est grande. Une démarche Six Sigma projette d'atteindre un niveau de z qui dépasse 6, ce qui correspond à moins de 3,4 défauts par million d'opportunités.

On considère généralement qu'une entreprise traditionnelle a un niveau de qualité $z = 4$, ce qui correspond à 6210 défauts par million d'opportunités ! L'amélioration visée par la démarche Six Sigma sera de ramener ce nombre de défauts à moins de 3,4 défauts par million

d'opportunités sur les défauts critiques pour le client. On conçoit aisément l'amélioration de l'image de marque qui s'ensuit, et l'accroissement des profits qui en résultera. (Pillet.2013).

2.5. Intégration Lean Management et Six Sigma

2.5.1. Complémentarité entre Lean et six sigma

Le Lean et le Six Sigma sont deux concepts différents. C'est pour mieux satisfaire le client qu'ils sont développés en parallèle dans les entreprises afin d'agir en synergie sous le nom de Lean Six Sigma. Cette association conduit à un équilibre entre l'évolution radicale portée par le Six Sigma et l'amélioration continue initiée par le Lean. L'approche Six Sigma apporte sa méthodologie rigoureuse dans l'amélioration des délais de production et de réduction des gaspillages du Lean Management. (Olivier, 2009).

Le concept est un peu le même que pour un sportif qui cherche à obtenir une performance maximale en réduisant le plus possible l'énergie consommée. Pour illustrer cette comparaison, prenons le cas d'un débutant en ski de fond qui exécute un « pas de skating ». Maîtrisant mal son équilibre, il va dépenser une énergie considérable qui ne se traduira pas en vitesse d'avancement, et il sera épuisé après quelques kilomètres. Au fur et à mesure de ses progrès dans la justesse de ses gestes, dans son équilibre, dans la lecture de la piste, il va pouvoir concentrer son énergie sur la seule performance utile : sa vitesse d'avancement. Au total, pour la même dépense énergétique, on peut facilement multiplier sa vitesse par un facteur 3 simplement en éliminant les gaspillages énergétiques. Le même problème se pose aux entreprises industrielles : Comment améliorer notre performance sans consommer plus d'énergie ? (Pillet, 2013).

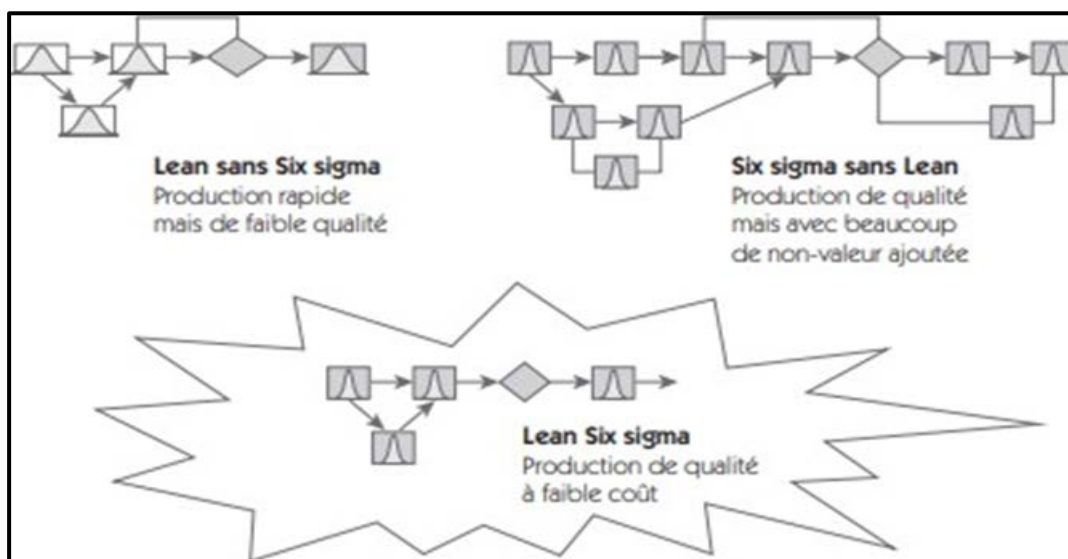


Figure I.5 : complémentarité entre Lean et six sigma

2.5.2. Objectifs spécifiques de lean six sigma

La combinaison des deux méthodologies Lean management et six sigma peut être un plus pour les entreprises qui cherchent à augmenter la qualité de leurs produits.

L'adoption de la philosophie LSS (réduire le gaspillage et augmenter la qualité) et l'application de ses outils et ses techniques au sein de l'organisation permet d'améliorer leurs processus avec une façon continue et les rendre plus performants au fil du temps, ce qui résulte :

- Des produits conformes et de bonne qualité ;
- Une bonne image devant le milieu externe ;
- Satisfaire le maximum des clients.

Ainsi que la focalisation de la qualité des produits Lean Six Sigma prend en considération un autre paramètre qui est très important (produire sans gaspillage). Donc, la méthode de LSS essaye de **simplifier les interactions** qui se trouvent dans les processus afin d'éviter l'épuisement des ressources de la production (utilisation optimale des ressources pour réduire les coûts de la production) et augmenter la rapidité de la production pour gagner plus de temps et l'utiliser pour réduire les délais.

3. Méthode DMAIC : Cadre d'application de lean six sigma

3.1. Présentation de la méthode DMAIC

Le Six Sigma est une méthode de résolution des problèmes qui s'articule en 5 étapes (Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer et Contrôler) nommée **DMAIC**. Cette méthode permet la réduction de la variation ou de tout écart par rapport à la cible souhaitée par l'entreprise, ou par rapport à la qualité 6σ qui représente une efficacité de 99,99966% et une défaillance (écart-perte-défaut) de 0,00034%. Cette méthode peut être appliquée sur n'importe quel problème tant qu'il y a des valeurs à mesurer et à analyser par rapport à leur cible. Elle englobe les défauts, la perte de temps, l'insatisfaction, le dysfonctionnement ou tout autre problème générant une perte de performance ou d'efficacité.

La méthode Six Sigma emploie pour chaque étape de DMAIC des outils statistiques et managériaux afin de regrouper le maximum de données mesurables (tableaux de bord, des données chiffrées, des rapports) et de données subjectives (problèmes, analyses et idées d'amélioration proposées par une personne ou un groupe) (Idrissi et Benazzouz, 2017).

L'application de la méthode DMAIC est considérée comme un excellent ajout à la résolution des problématiques et les opportunités à améliorer.

Elle est considérée ainsi comme une aide pour les entreprises industrielles afin de réduire la variation trouvée aux produits finaux et à maintenir la constance de la qualité au fil du temps (rester en tolérance).

3.2. Etapes de la méthode DMAIC

Définir

Cette étape comprend deux sous-étapes majeures. La première consiste à déterminer le sujet de travail le plus adapté dans le cadre de la stratégie de l'entreprise, La seconde vise, une fois le sujet sélectionné, à réaliser un état des lieux en se posant clairement les questions suivantes :

- Quel est l'objectif que l'on recherche ?
- Quel est le périmètre du projet ?
- Qui doit travailler sur ce projet ?
- Quel est le planning du projet ?

Cette étape doit permettre de rédiger la charte du projet qui définit clairement les acteurs du projet, le cadre du projet et les objectifs à atteindre. Cette étape peut durer entre une semaine (lorsque le problème est évident) à un mois. (Pillet, 2013).

Mesurer

L'étape « Mesurer » est un élément essentiel de l'apport d'une démarche Six Sigma. Beaucoup d'entreprises n'ont pas cette culture de la mesure. Elles disposent parfois d'un grand nombre de chiffres, mais ceux-ci sont inexploitable ou inexploités. Voici les principales raisons de cette pauvreté dans l'exploitation des données :

- Des processus de mesures qui ne sont pas adaptés et qui créent parfois plus de dispersion que le processus étudié ;
- Une récolte des données mal conçue qui rend inexploitable les tableaux de données.

Cette étape a pour objectif d'évaluer correctement la situation actuelle de la performance des processus impliqués par comparaison avec les différentes exigences des clients. Elle peut se décliner en trois actions majeures :

- ✓ Valider les processus de mesure Cela consiste à vérifier que la chaîne de mesure utilisée n'est pas déjà une source importante de variabilité. Pour cela, après avoir vérifié le rattachement de l'instrument à la chaîne d'étalonnage, on vérifie également que la variabilité due aux défauts de répétabilité et de reproductibilité n'est pas trop forte.
- ✓ Récolter des données permettant d'évaluer la performance du processus Avant de commencer à modifier quoi que ce soit intéressant le processus, il faudra avoir analysé la

situation actuelle. Pour ce faire, il faudra disposer de données fiables sur lesquelles on pourra réaliser des tests statistiques.

- ✓ Évaluer la capacité actuelle À partir des données récoltées sur les Y du processus, on pourra évaluer notamment le z du processus. (Pillet, 2013).

Analyser

Conformément à toutes les méthodes de résolution de problème, Six Sigma impose une phase d'analyse avant de modifier le processus. Les étapes 1 et 2 nous ont permis de faire une cartographie du procédé afin d'identifier les X potentiels et de récolter des faits sur la base de moyens de mesure capables. L'étape 3 nous permettra d'analyser ces données afin d'identifier les quelques X responsables d'une grande partie de la variabilité. L'analyse portera d'abord sur Y (la sortie de la boîte noire), puis sur les X et sur les relations que l'on peut mettre en évidence entre les X et les Y.

Un des points essentiels de Six Sigma consiste à ne rien toucher dans le processus avant d'en être à l'étape Innover/Améliorer. L'étape Analyser joue le rôle d'entonnoir à X. Dans l'étape Mesurer, le groupe de travail a déjà sélectionné un nombre de X restreint par rapport à tous les X potentiels ; il faudra qu'à l'issue de cette étape, seuls quelques X potentiels restent candidats pour apporter une amélioration au processus.

La phase Analyser va porter sur l'analyse descriptive des X et des Y et l'analyse relationnelle entre les X et Y (Pillet, 2013).

Innover

Après avoir déterminé les sources potentielles de la dispersion lors de l'étape d'analyse, il s'agit maintenant d'améliorer le processus afin de le centrer sur la cible et de diminuer sa variabilité. C'est à cela que cette étape d'amélioration s'emploie. Elle peut se dissocier en quatre phases :

- Une phase de créativité dans laquelle le groupe de travail doit imaginer les solutions que l'on peut apporter pour atteindre l'objectif ;
- Une phase d'expérimentation pour ajuster les paramètres du processus ;
- Une phase d'analyse des risques ;
- Une phase de planification des changements (pillet, 2013).

Contrôler

Le processus ayant été amélioré lors de l'étape 4, il faut désormais tout mettre en œuvre pour garantir que ces améliorations seront maintenues et que le processus ne se dégradera pas.

Cette étape va donc consister à mettre en place la structure permettant de mettre « sous contrôle le processus ». Les outils de base de cette étape seront la documentation du poste de travail et les cartes de contrôle (Pillet, 2013).

3.3. Outils utilisés dans la méthode DMAIC

3.3.1. Diagramme d'Ishikawa

La méthode des 5 M s'applique à la recherche de causes dans le cadre des investigations de gestion des problèmes. La méthode des 5 M appelée encore diagramme d'Ishikawa ou diagramme en arête de poisson ou encore diagramme de cause à effet est un mode d'analyse systémique permettant d'établir un diagnostic évolutif dans l'objectif d'un résultat attendu ou encore selon un résultat atteint.

Cette méthode a fait ses preuves (elle est utilisée dans les entreprises depuis une trentaine d'années en France) et, bien que demandant un certain temps, elle permet d'obtenir des résultats concrets en matière de diagnostic de problèmes. Concrètement, ce diagramme permet de visualiser et d'analyser le rapport entre un problème (l'effet) et toutes ses causes possibles. (Mann, 2009).

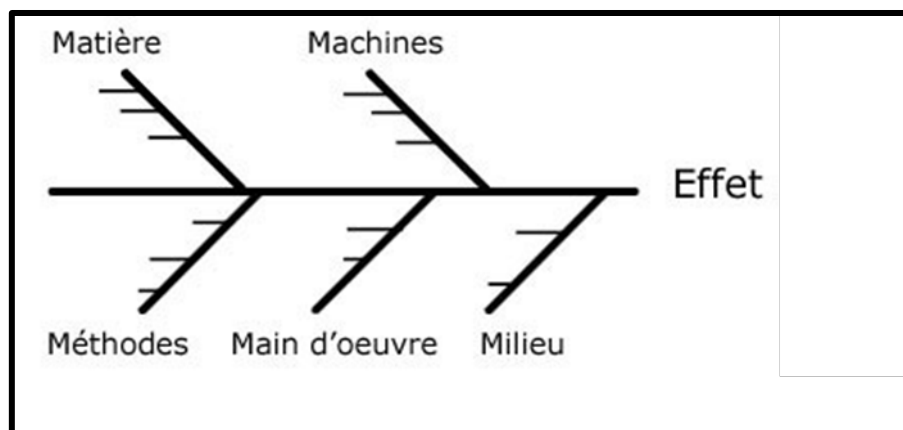


Figure I.6 : Diagramme d'Ishikawa

3.3.2. Analyse Pareto

La loi de Pareto part du principe que pour tout problème, il y a toujours :

- Un nombre restreint de causes qui, à elles seules, sont responsables de la majeure partie de l'effet négatif ;
- Un nombre important de causes qui, dans leur totalité, sont responsables d'un pourcentage minime de cet effet négatif occasionné.

Afin de mettre en œuvre la meilleure solution pour diminuer les impacts négatifs du problème sur l'activité, il va donc s'agir, lors des investigations et du diagnostic du problème, d'identifier

les causes les plus probables et de maîtriser en priorité la correction de ces causes afin de réduire de façon majeure l'effet négatif du problème.

Cette méthode permet de maîtriser la correction du problème de façon pragmatique et d'être maître de l'effort à investir pour le résoudre en fonction du potentiel d'impacts négatifs sur la qualité de service. (Mann, 2009).

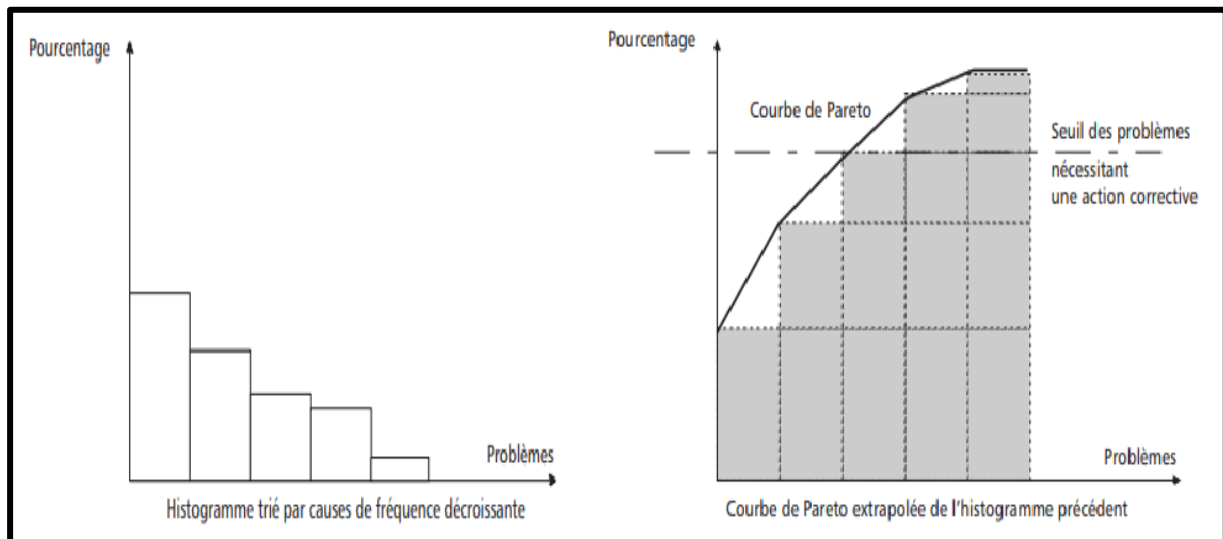


Figure I.7 : Diagramme de Pareto

3.3.3. Diagramme de flux

Diagrammes de flux. Les diagrammes de flux, aussi appelés cartographies des processus, présentent la série d'étapes et les diverses possibilités liées à un processus qui transforme des données d'entrée en données de sortie. Les diagrammes de flux présentent les activités, les points de décision, les boucles de branchement, les chemins parallèles, ainsi que l'ordre général d'exécution, en cartographiant les détails opérationnels des procédures d'une chaîne de valeur. le modèle SIPOC (suppliers, inputs, process, outputs, and customers ou fournisseurs, données d'entrée, processus, données de sortie et clients). Ce type de diagramme permet de comprendre et d'estimer le coût de la qualité d'un processus. La logique de branchement des flux de travaux (« workflow ») et les fréquences relatives associées permettront d'estimer la valeur monétaire attendue des efforts de mise en conformité et des travaux dus à la non-conformité nécessaire pour fournir les données de sortie conformes. Lorsque les diagrammes de flux représentent les étapes d'un processus, ils sont parfois appelés processus de flux ou diagrammes de flux des processus. Ils permettent d'améliorer les processus, d'identifier les défauts de qualité potentiels ou de savoir où mettre les points de contrôles qualité. (Project Management Institute, 2021).

3.3.4. Analyse statistique

Toutes les méthodes qui cherchent de quantifier les incertitudes expérimentales reposent sur l'analyse statistique. Cette étude nécessite une manipulation mathématique complexe et stricte. Cependant, il n'est pas indispensable pour l'expérimentateur de maîtriser toutes les nuances mathématiques pour mettre en œuvre cette approche.

3.3.5. SPC

La Maîtrise Statistique des Processus (MSP ou SPC (Statistical Process Control) est une démarche incontournable pour garantir une grande qualité des produits à un coût minimal. Cette méthode est fondée sur deux approches fondamentales :

- Le suivi et le pilotage des processus industriels par cartes de contrôle ;
- La mesure des capacités (aptitudes) des systèmes de production.

Cet ouvrage de référence couvre l'ensemble du domaine de la Maîtrise Statistique des Processus. (Pillet, 2005).

3.3.6. Logiciel Minitab

MINITAB est un logiciel statistique mis au point, à l'origine, par le Département de Statistique de l'Université de Pennsylvanie (U.S.A.). Il est particulièrement bien adapté à l'analyse statistique de petits tableaux de données bien structurés : statistique descriptive, analyse de la variance, méthodes relatives à la corrélation et à la régression simple et multiple, séries chronologiques, tests d'indépendance, méthodes non paramétriques, analyse en composantes principales, analyse discriminante, contrôle statistique de la qualité, plans expérimentaux, etc. L'interface graphique WINDOWS apporte à ce logiciel une plus grande souplesse d'utilisation et une meilleure présentation des résultats. L'emploi des boîtes de dialogue, via la barre de menus, peut éviter à l'utilisateur de devoir connaître la syntaxe des centaines de commandes disponibles.

Celles-ci peuvent cependant être très utiles dans certaines situations, notamment pour la création de programmes personnalisés. (Carletti, 2006).

4. Etat de l'art de la démarche Lean six sigma

4.1. Application de LSS dans le domaine industriel

4.1.1. Application de LSS dans l'industrie textile

L'article de (Gupta, 2013) à propos de l'application de la méthode DMAIC au sein d'une entreprise de textile où il a cité tous les avantages apportés par le LSS avec ses outils afin de réduire le taux de défauts et les opportunités de défaillance dans le fil final. La méthode DMAIC

a permet de mettre en avant des actions préventives afin de minimiser le taux de défauts, Ceci a eu pour effet l'augmentation de la valeur de sigma (amélioration du processus), spécialement en département d'enroulage (winding) qu'il a eu le plus grand pourcentage du taux général des défauts trouvés en produit finaux.

4.1.2. Application de lean six sigma en fabrication et conception des réservoirs métalliques

Et d'après l'article de (Alaoui et al., 2014) une autre entreprise qui est spécialisée en conception et fabrication des réservoirs métalliques (SOFRENOR) a adopté la démarche LSS afin de réduire les coûts de non qualité en assurant leur performance de ses processus, décelant les sources de perte responsables de l'augmentation des surconsommations à travers l'utilisation des outils comme (Pareto, Amdec, carte de contrôle, anova...), et des outils informatiques comme (minitab, Et excel).

Après juste trois mois de l'application de LSS au sein de l'entreprise marocaine, celle-ci a pu obtenir des résultats impressionnants (gains de 116647 Dhs, 9720 heures de main d'œuvres économisés ...).

4.1.3. Application de lean six sigma en maintenance et réparation

Selon l'article de (decroix et al., 2012) L'entreprise d'Air France Industrie (AFI), qui est une entreprise spécialisée dans la maintenance et la réparation des avions. Prenait beaucoup de temps et coutait cher afin de réparer les avions de leurs clients. Donc elle a été obligée d'adopter la démarche pour résoudre leur problématique, et après l'implémentation rigoureuse de la méthode LSS des changements significatifs sont remarqués par l'entreprise AFI tels que la réduction du (temps et coûts de la maintenance) et une satisfaction clientèle car la disponibilité des avions...

4.2. Application de LSS hors le domaine industriel

Pour l'utilisation de LSS dehors le domaine des usines le livre de (Michael george) à présenter plusieurs exemples où l'implémentation rigide de l'approche Lean Six Sigma a ramené divers succès aux entreprises qu'ont l'utiliser ce que prouve le potentiel de cette philosophie à résoudre les problèmes de types d'amélioration continue (réduction de gaspillage, minimisation de variabilité), les exemples suivants montrent l'efficacité de la méthode LSS :

4.2.1. Application de la méthode LSS dans le domaine bancaire

L'entreprise Bank One a été inspiré par les entreprise industriels pour optimiser ses processus et augmenter la qualité de ses services ainsi d'autres problèmes secondaires tels que la réduction des erreurs dans les transactions et éviter leurs risques afin de satisfaire les clients.

L'implémentation de lean six sigma avec leur modèle DMAIC a aidé Bank One à bien analyser le fonctionnement des processus et extraire les raisons qui provoquent le déroulement ainsi que le LSS a pu offrir plusieurs solutions afin d'affronter les problématiques mentionnées, augmentant la compétitivité envers le marché financier, ainsi une meilleure rentabilité pour l'entreprise. (George, 2003).

4.2.2. Application de la méthode LSS dans le secteur public

Un autre cas en fort Wayne une ville située dans l'état de INDIANA aux états unis, le maire Graham richard a mis en œuvre LSS au sein de l'administration afin d'apporter plusieurs améliorations à leur ville, après trois ans fort Wayne a économisé près de trois millions de dollars ainsi qu'avoir des impacts positifs majeurs à leur services, tels que l'augmentation de 23% de réinspections annuelles des pompiers, une réparation de 98% des nids de poule en moins de 24 heures et réduire le temps moyen de réparation jusqu'à 10 heures, améliorer la précision des estimations des coûts afin de construire les infrastructures de la ville (économisés 150000 \$ en juste six mois), et pour l'entretien des arbres LSS a pu réduire 33% des plaintes grâce à l'augmentation de la communication avec les citoyens. (George, 2003).

4.2.3. Application de la méthode LSS dans le domaine de la santé

Pour le domaine de la santé stanford hospital and clinics en 1980 a mis en œuvre le programme OI (operations improvement) le programme global qui inclut le lean six sigma. Ainsi que d'autres outils d'amélioration continue comme le reengineering des processus.

En 1990 et grâce à LSS L'entreprise stanford a été témoin d'un développement crucial au sein de leur service tels que l'optimisation des coûts en chirurgie cardiaque (gain de 1,1 à 2,6M\$ par an), réduire les coûts en cardiologie (4,4M\$), ainsi réduire les dépenses en matériel médical envers 25M\$ par an, et d'autres gains qui rend l'entreprise adopte la culture de l'amélioration continue. (George, 2003).

4.3. Lean six sigma et la durabilité environnementale

La philosophie de lean six sigma axé sur l'amélioration continue ce qui rend tous les managers de d'autres domaine cherchent à l'inclure afin d'avoir leurs avantages, l'implémentation du modèle DMAIC de la démarche LSS peut aider à réduire le gaspillage et éviter l'épuisement des ressources afin de l'utiliser avec une façon optimale, et augmenter la satisfaction de l'environnement externe, ainsi que de fournir des produits écologiques.

L'article de (El Attaoui, 2023) a concentré sur l'application de lean six sigma dans les PME environnementales marocaines afin d'optimiser les facteurs industriels, (optimiser les opérations, minimiser les coûts, augmenter la productivité et maximiser l'exploitation des

ressources) en focalisant sur le facteur environnemental (réduire l'impact négatifs sur l'environnement).

La méthode LSS avec le bon placement du modèle DMAIC et l'utilisation des leurs outils (carte de contrôle, logiciel minitab....) les entreprises PME a pu avoir des changements significatifs pour les deux facteurs industriel (réduire les gaspillages mentionnés) et environnemental car la méthode LSS dans les PME environnementales marocaines permet à suivre une approche structurée pour identifier les problèmes, les résoudre de manière efficace et mesurable, et améliorer la performance environnementale de manière continue. Cela a pu conduire à une meilleure gestion des ressources, une réduction des coûts, une plus grande conformité aux réglementations et à une meilleure satisfaction des parties prenantes.

L'écrivain (buffe, 2020) dans son ouvrage (lean six sigma x.0-1. Problèmes de flux et lean management) a mis en évidence la relation étroite entre l'aspect industriel et environnemental. Le principe de lean est de combattre le gaspillage des ressources sous toutes ses formes (énergie, matières premières...), ce qui contribue par conséquent aussi à la préservation des ressources naturelles, et à la réduction des émissions de CO2 et des déchets de façon générale.

Et le six sigma vise à réduire les défauts des produits ce qui signifie la réduction de la toxicité des biens de consommation et la réduction de la toxicité des rejets des processus de fabrication. L'intégration du Lean et six sigma et l'utilisation intelligente du LSS permet aux entreprises d'exploiter le maximum des ressources naturelles et de limiter l'impact négatif environnemental.

4.4. Intégration du lean six sigma et l'industrie 4.0

L'article de (Pongboonchai-Empl et al., 2024) a expliqué comment l'intégration de l'industrie 4.0 peut augmenter l'efficacité du modèle DMAIC ce qui permet aux processus de fonctionner d'une façon intelligente, créative et efficace. Chaque phase du modèle DMAIC va être amélioré par rapport à l'application classique.

Pour la phase définir, l'utilisation des technologies comme (BIG DATA, IA) va permettre de bien clarifier la situation et définir la vraie problématique.

Avec les capteurs IoT la phase mesurer va recevoir plein d'informations et de données en peu de temps ce qui accélère le placement des autres phases, A ainsi fournit une vision claire de la situation étudiée afin de savoir les indicateurs clés de performances actuelles.

Deux technologies cruciales pour la troisième phase (analyser), machines learning et jumeau numérique (technique de simulation avancée), ces deux outils peuvent aider l'utilisateur à mieux trouver les causes directes et indirectes de la problématique principale.

L'automatisation et la réalité augmentée sont inclus dans la phase innover afin de trouver des améliorations autonomes sans l'intervention des opérateurs, ce qui va permettre aux processus de fonctionner indépendamment.

Et pour la dernière phase (contrôler) le tableau de bord pour les KPI et les systèmes prédictifs pour anticiper les prochaines actions afin de maintenir la stabilité de la performance des nouvelles améliorations.

Avec l'intégration de ces technologies, la méthode DMAIC va être un outil indispensable dans le domaine industriel et dans d'autres domaines, pour les responsables qui croient envers la culture de développement et de l'amélioration de leurs entreprises à les prendre en considération et fournir une importance dans leurs organisations.

5. Synthèse

La philosophie de LSS est considérée comme un concept profond dans le domaine industriel spécialement en management, car il représente la coordination des deux démarches (Lean management) et (six sigma). Qui sont des démarches qui peuvent emmener leurs utilisateurs vers l'excellence en focalisant sur (la réduction des gaspillages) et (l'amélioration de la qualité) deux facteurs cruciaux dans le domaine des entreprises. Donc la bonne maîtrise de cette démarche offre aux entreprises une bonne performance au bout de leurs processus, augmentation de la qualité des produits finaux et plus de satisfaction de la clientèle.

Ainsi, la démarche LSS s'applique parfaitement sur d'autres domaines que le domaine industriel, c'est ce que nous avons conclu à travers les impacts positifs majeurs, qu'elle a ramené aux entreprises qu'elles adoptent cette démarche. Le LSS n'est pas un concept qui se limite seulement sur l'industrie mais c'est un concept universel qui peut aider leurs utilisateurs qui cherchent à développer leur productivité, leur qualité et d'autres paramètres afin d'élargir leurs parts de marché.

Lors de notre stage à l'entreprise TAYAL SPA, nous avons pu analyser le déroulement des processus de l'entreprise ce qui nous a permis de savoir et de citer l'une de ces problématiques (variation remarquable de la qualité du produit fini entre quatre niveaux), l'entreprise nous a aidé à recevoir pleins d'informations et pleins de données de la production quotidienne afin d'étudier la problématique trouvés les causes et proposer des solutions en appliquant le modèle DMAIC de la méthode LSS.

6. Conclusion

Ce premier chapitre a été consacré spécialement à la compréhension des concepts, des méthodologies, des outils, et des techniques de la démarche LSS. Afin de proposer une vision claire quand nous appliquerons la démarche LSS à notre cas d'étude.

Dans le chapitre suivant nous présenterons l'entreprise TAYAL SPA où nous appliquerons la démarche du lean six sigma.

***II. Chapitre II : Présentation de
l'entreprise TAYAL***

1. Introduction

L'industrie textile est l'un des secteurs clés de l'économie mondiale. Elle crée beaucoup d'emplois, joue un rôle majeur dans le commerce et stimule l'innovation. En Algérie, ce secteur est très important, car il combine des traditions artisanales avec des opportunités industrielles modernes. Cependant, avec la mondialisation, l'industrie textile algérienne doit relever plusieurs défis, comme être plus compétitive, protéger l'environnement et utiliser les nouvelles technologies. Malgré ces défis, elle dispose de nombreux atouts pour se développer à l'international.

Dans ce chapitre, nous allons présenter la création de l'entreprise algérienne TAYAL SPA, en mettant en avant ses objectifs, son rôle dans l'industrie textile nationale et son importance pour l'économie. Nous détaillerons également ses différentes fonctionnalités, en expliquant les étapes de son processus de fabrication, depuis la production des matières premières jusqu'à la réalisation des produits finis, tout en soulignant les technologies et les méthodes utilisées pour garantir qualité et efficacité.

2. Présentation de l'entreprise TAYAL

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.E TEXALG
- MADAR Holding
- INTERTAY du groupe turc spécialisé dans le textile TAY GROUP



Figure II.1 : Logo de TAYAL SPA

Les quatre associés ont un cumul de plus de 60 ans d'expérience dans l'industrie textile, dont 40 ans d'existence du partenaire turc TAY group.

La particularité de TAYAL est dans le fait qu'elle soit parmi les rares complexes intégrés dans le monde, allant du fil jusqu'au prêt-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.

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 du textile de haute qualité, et de faire du « Made in Algeria », une référence de qualité mondiale.

2.1. Implantation

L'objectif stratégique de cette société est de conquérir le marché algérien d'une part, et d'autre part exporter vers les pays voisins soient européens ou africains. Par rapport à l'exportation, il est prévu que 60% du chiffre d'affaires proviendra de l'exportation. La société a déjà atteint des marchés internationaux tels que la Turquie, l'Italie, le Portugal, et la Pologne

L'Algérienne des Industries Textiles TAYAL SPA est implantée dans la zone industrielle de « Sidi Khettab », en effet cette situation géographique offre à l'entreprise une panoplie d'avantage dont le fait qu'elle est :

- A 20 km de l'autoroute est ouest A1.
- A 58 km de Mostaganem, région très importante dotée d'un port très actif.
- A 283 Km à l'ouest de la capitale ALGER. Présence de plusieurs acteurs économiques importants.
- A 150 km d'Oran chef-lieu de la région et pôle économique important en Algérie dotée d'un port à fort trafic et un aéroport international.

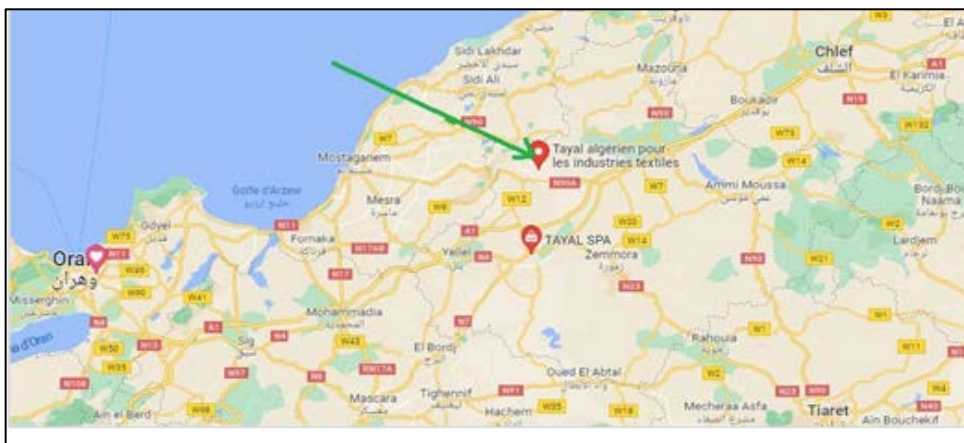


Figure II.2 : situation géographique de TAYAL SPA

2.2. Plan de l'entreprise

- 01 Poste de sécurité
- 02 Entrepôt de fibres
- 03 & 04 : unité de filature
- 05 : Unité de teinture INDIGO

- 06 : Unité de tricotage
- 07 : Unité de tri-génération
- 08 & 09 : unité de tissage
- 10 : Cuisine centrale & Centre Médical Social
- 11 : unité de teinture et de finissage
- 12 : unité d'épuration des eaux usées
- 21,22 et 23 : unités de confection
- 25 : logements
- 26 : Administration générale
- 27 : centre d'application de la confection
- 28 : centre de formation
- 29 : vestiaires, sanitaires et infirmerie



Figure II.3: Plan de TAYAL SPA

2.3. Principaux produits

L'Algérienne des Industries Textiles, comme l'indique son nom, se spécialise dans la transformation de la fibre de coton en trois catégories de produits essentielles :

- ✓ Les bobines de fil.
- ✓ Les tissus tissés Denim et Non Denim.
- ✓ Les tissus tricotés.
- ✓ Les produits prêts à porter : l'habillement par exemple : Les tricots, les pulls, les jeans, les joggings...etc.



Figure II.4 : Tissus



Figure II.5 : Prêt à porter



Figure II.6 : fils

2.4. Capacité de production : www.tayal.dz

Comme mentionné ci-dessus, le complexe textile TAYAL SPA fabrique toute matière textile (Fil, tissu et prêt-à-porter). Consommant chaque année plus de 32.000 tonnes de coton à pleine capacité, Elle produit des fils à anneaux, cardés, peignés, compacts, à bouts ouverts et torsadés, en utilisant du coton avec d'autres compositions synthétiques, ce qui permet de faire des fils filés, des fils tournés, des fils doubles et des fils teints

Avec une capacité de 30 millions d'articles de prêt-à-porter par an, l'Algérienne des Industries Textiles a pour objectif de livrer plus de 12 millions d'articles vestimentaires en DENIM et NON-DENIM, 12 millions d'articles en tricot et environ 6 millions d'articles de chemises.

Vêtements Denim & Non-Denim

12 Millions/an : Pantalons, Vestes, Toile, Shorts, Bermuda, Pantacourts, Tenues de travail

Tricots

12 Millions/an : Sweatshirt, Polo, Jogging, Sous-vêtements

✚ **Chemise**

6 Millions/an : Manche courtes/ longues, Tabliers scolaires/ de travail, Tenues traditionnelles.

✚ **Tricot:** Sweatshirt. • Shorts. • Jogging. • Bermuda. • Sous-vêtements •

Pantacourts. • Tenues de travail. Chemise : • 6 Millions/an. • Manche courtes/ longues. •

Tabliers scolaires/ de travail. • Tenues traditionnelles.

3. Processus de fabrication

3.1. Stockage

C'est l'unité (02) où sont stockées les matières premières, qu'elles soient naturelles ou synthétiques, contient un laboratoire de contrôle de qualité du coton pour être classifié



Figure II.7 : stocke de matière première (coton)

Ainsi, il y a une zone pour les déchets du coton sortis des unités 3 et 4, qui sont soit recyclés, soit vendus, ou jetés selon sa qualité



Figure II.8 : stocke de déchets

- **Contrôle de la qualité de la matière première**

Le laboratoire de contrôle de qualité est sous la norme ISO139 qui exige une température de 20 ± 2 °C et une humidité relative de 65 ± 2 %. Ces paramètres sont contrôlés par un régulateur figuré ci-dessous.



Figure II.9 : Régulateur

Pour effectuer ces tests, un échantillon est prélevé sur chaque balle de coton. Le laboratoire utilise une machine appelée HVI 1000 (High Volume Instrument), qui permet de mesurer plusieurs caractéristiques essentielles du coton, notamment :

- ✓ La longueur (Length) : mesure la taille moyenne des fibres de coton.
- ✓ L'uniformité (Uniformity) : évalue la régularité de la longueur des fibres.
- ✓ L'indice de fibres courtes (Short Fiber Index) : indique la proportion de fibres plus courtes que la moyenne.
- ✓ Le micronaire: mesure la finesse et la densité des fibres, ce qui influence la respirabilité et la douceur du tissu.
- ✓ L'indice de maturité (Maturity Index) : détermine si les fibres sont bien développées, ce qui impacte leur résistance et leur teinture.
- ✓ La résistance (Strength) : mesure la solidité des fibres, essentielle pour la durabilité du tissu.
- ✓ L'élongation (Elongation) : évalue la capacité des fibres à s'étirer sans se casser.
- ✓ La couleur (Color) : analyse la teinte naturelle du coton, qui peut varier du blanc au crème.

✓ Les impuretés (Trash) : mesure la quantité de matières indésirables comme les feuilles, les graines ou la poussière présentes dans le coton.

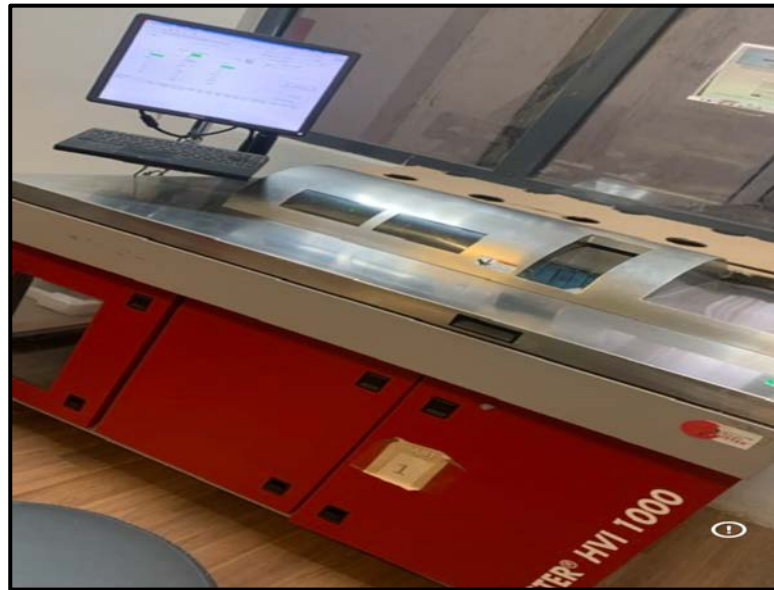


Figure II.10 : Machine HVI 1000

3.2. Unité de filatures (3 et 4)

La transformation des fibres en fils, appelée « filature », suit une série d'opérations successives. Cependant, les propriétés des fibres utilisées et le type de fil à fabriquer influencent les équipements et les méthodes de production.

TAYAL SPA possède deux unités de filature avec une capacité de production atteint les 12.000 tonnes/ans :

- Unité 03 : dédié aux fils de type DENIM.
- Unité 04 : dédié aux fils de type NON-DENIM.

Le fil fabriqué peut être destiné à :

- ✓ L'export : Les pays étrangers ou au niveau national
- ✓ Interne :
 - Pour la fabrication de tissu tricoté(kniting) : l'unité 6 tricotage non-denim,
 - Pour la fabrication de tissu tissé(weiving) :
 - L'unité 08 tissage denim.
 - L'unité 09 tissage non-denim.

3.2.1. Types de fils à produire

On distingue quatre types de fil à fabriquer dans les unités de filature NON-DENIM :

- Compact
- Combed

- Carded
- Open-end

Les unités fabriquent différents articles en fonction des références demandées. Plusieurs paramètres sont pris en compte lors de la production

3.2.2. Etapes de fabrication de chaque type de fils

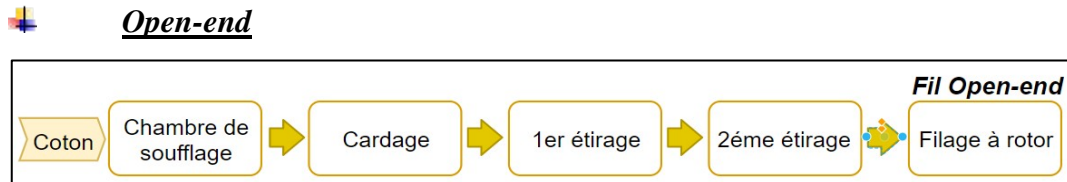


Figure II.11 : Etape de fabrication de type de fil Open-end

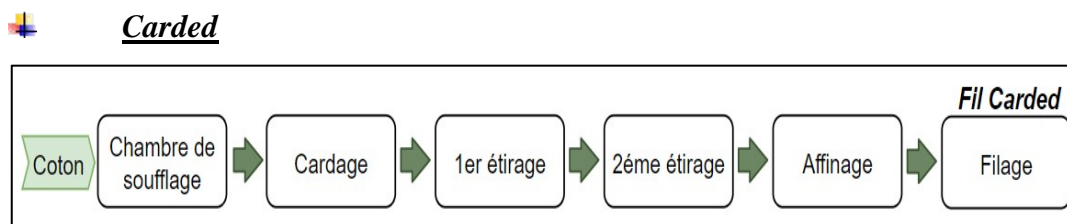


Figure II.12 : Etape de fabrication de type de fil Carded

Combed et Compact

La différence entre fils compact et combed se trouve dans la machine de filage, car chaque type de fil est traité sur une machine spécifique.

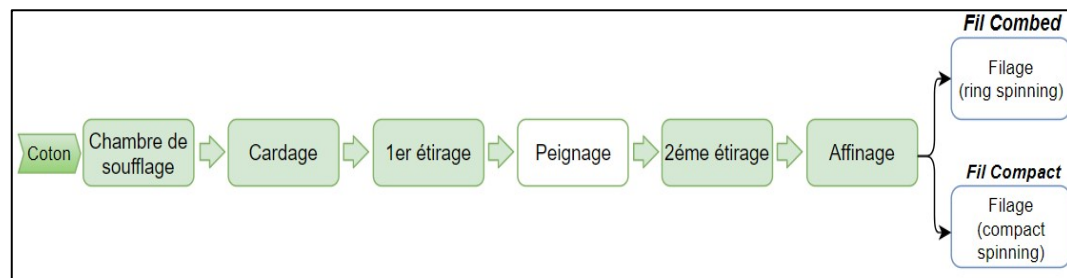


Figure II.13 : Etape de fabrication de type de fil Combed et Compact

3.2.3. Les processus de chaque étape

a. Chambre de soufflage

Mélange

Le mélange du coton consiste à regrouper les fibres provenant de différentes balles afin d'obtenir un ensemble homogène, en combinant les fibres de diverses origines, on réduit les variations naturelles de texture, de couleur et de résistance.



Figure II.14 : Machines de mélange et nettoyage

Nettoyage

Cette étape permet d'éliminer les impuretés et les corps étrangers présents dans la fibre ce qui facilite les étapes suivantes de la production tout en garantissant un produit final plus propre et plus uniforme.

b. Cardage

Le cardage est un processus qui permet d'aligner, de paralléliser, de nettoyer et de condenser les fibres en un ruban



Figure II.15 : Machine de cardage

c. Etirage

Cette opération est réalisée à partir de cannettes de « ruban cardé » et est effectuée par la machine « Drawframe ». Elle comprend deux actions principales :

✚ Le doublage : Cette étape consiste à mélanger plusieurs rubans pour obtenir un ruban plus régulier.

✚ L'étirage : L'objectif ici est de paralléliser les fibres et d'ajuster l'épaisseur du ruban selon les besoins.



Figure II.16 : Machine d'étirage

d. Peignage

Cette opération permet de former un ruban de fibres longues en sélectionnant les fibres selon leur longueur, éliminant ainsi les fibres courtes et les débris. Parmi les objectifs de cette étape, on retrouve :

- Le mélange des fibres
- Le dépoussiérage
- La formation des rubans
- L'élimination des impuretés
- La parallélisations des fibres.

e. Affinage (Roving)

Cette opération consiste à étirer davantage le ruban tout en lui ajoutant une légère torsion, afin de transformer le ruban en une mèche. Ce processus permet de réduire l'épaisseur du ruban tout en alignant davantage les fibres, ce qui crée une mèche plus fine et plus uniforme, prête à être utilisée dans les étapes suivantes



Figure II.17 : Machine d'affinage (ROVING)

f. Filage (Ring)

Cette technique de filature produit des fils à la fois solides, fins et soyeux, grâce à l'ajout de torsion par une broche rotative. Elle est la plus lente et la plus coûteuse des méthodes de filature

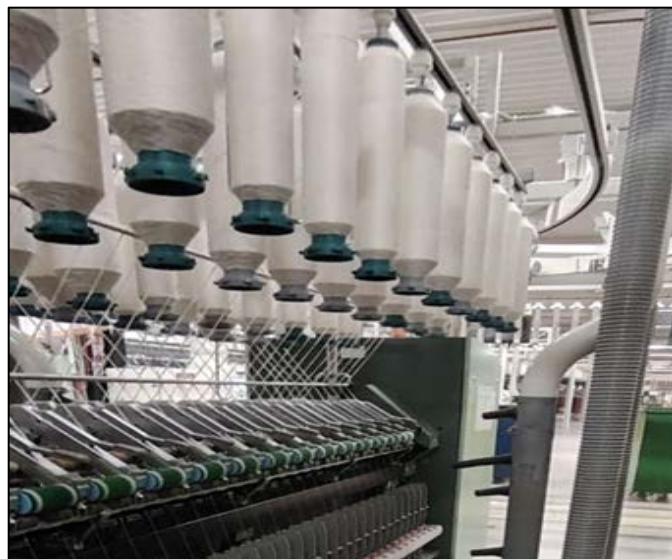


Figure II.18 : Machine de filage (RING)

3.3. Unité de teinture Indigo

Indigo

Est un pigment de couleur bleu-violet, obtenu à partir des feuilles et des tiges de l'indigotier, un arbuste des régions chaudes appartenant à la famille des Fabacées. Ses feuilles sont utilisées pour produire la teinture d'indigo, employée notamment pour colorer les fils de DENIM

Chaque type du tissu a une procédure de préparation du fil spéciale, Cet unité est divisé en 5 départements :

- ✓ **5A** : pour le « BALL WARPING »
- ✓ **5B** : pour le « ROPE DYEING »
- ✓ **5C** : pour le « REBEAMING »
- ✓ **5D** : pour le SIZING.
- ✓ **5E** : pour le stock.

Les procédures de préparation du fils de tissu Denim sont faites dans les 5 ateliers

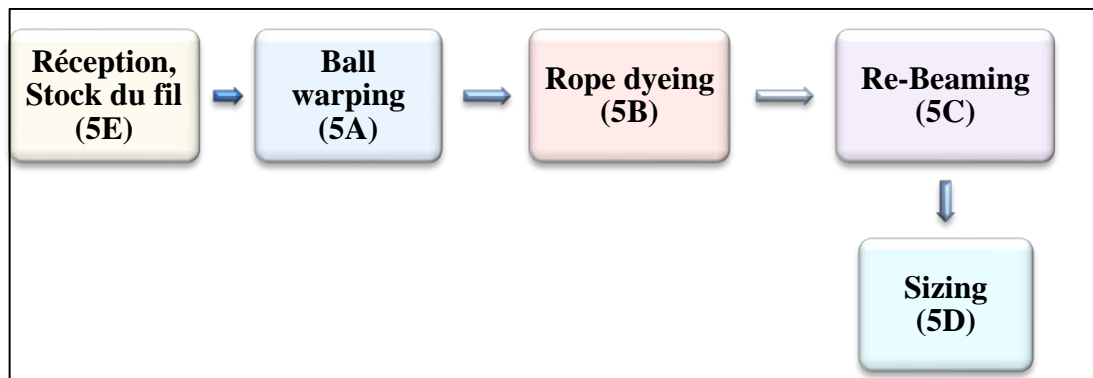


Figure II.19 : Les procédures de préparation du fils de tissu Denim

Les procédures de préparation du fils de tissu Non-Denim sont faites dans les 3 ateliers (Fig 0.17)

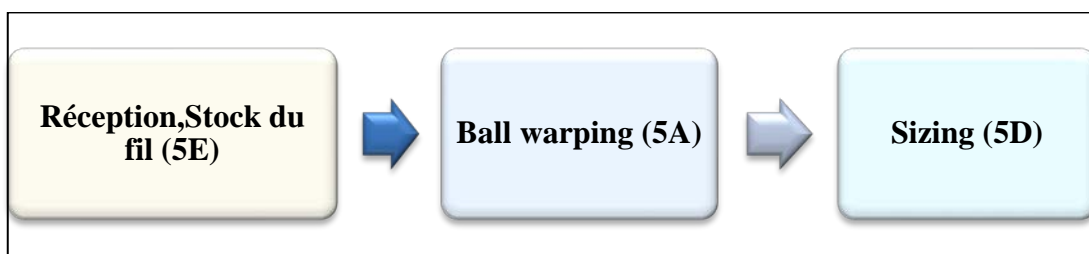


Figure II.20 : Les procédures de préparation du fils de tissu Non-Denim

- **Ball warping** : est un procédé textile qui consiste à regrouper plusieurs fils parallèles en une seule corde compacte. Ce regroupement facilite les étapes suivantes de fabrication, telles que la teinture et le tissage

- **Rope dyeing** : est un procédé de teinture à l'indigo des fils regroupés en corde.

- **Re-Beaming** : est le processus de transformation des cordes de fils teints en fils individuels, en les démêlant et en les enroulant sur une ensouple pour préparer le tissage.

- **Sizing** : est une opération d'encollage qui consiste à regrouper plusieurs bobines de fils en une seule, tout en appliquant un revêtement protecteur. Cette étape prépare les fils au tissage en renforçant leur résistance et en réduisant les risques de rupture.

3.4. Unité de tissage (8 et 9)

Le tissage est un procédé qui consiste à entrecroiser perpendiculairement une nappe de fils de chaîne avec une nappe de fils de trame, selon une armure spécifique. Le textile obtenu à l'issue de ce processus est appelé tissu. Pour mener à bien cette opération, plusieurs étapes de préparation sont nécessaires, notamment l'ourdissage, l'encollage ainsi que le rentrage ou le nouage.

✓ **La trame « Weft »** : ensemble de fils disposés dans le sens de la largeur du métier à tisser, généralement non teintés. Ces fils sont collés pour les rendre plus solides et résistants

✓ **La chaîne « Warp »** : ensemble de fils disposés dans le sens de la longueur du métier à tisser, devant obligatoirement subir un traitement spécifique avant le tissage (Fig0.18).

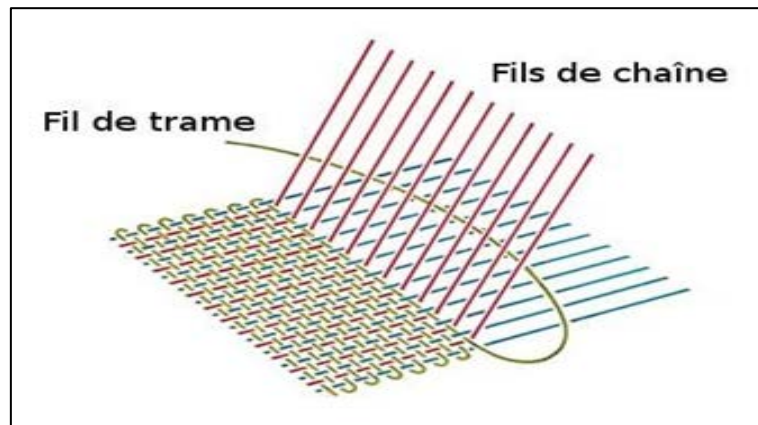


Figure II.21: composant de tissu

3.4.1. Processus de fabrication

L'ourdissage : Il s'agit d'une étape préalable au tissage qui consiste à enrouler les fils de chaîne sur un cylindre tout en maintenant une tension uniforme et parallèle entre eux. Cette opération vise à disposer les fils dans un ordre spécifique, généralement suivant un schéma prédéterminé, afin qu'ils puissent être utilisés correctement lors du tissage. L'ourdissage est crucial pour garantir que les fils de chaîne soient bien alignés et prêts à être intégrés dans le processus de tissage.

Le nouage : Le nouage est une opération de liaison des fils dans le cadre du tissage. Elle consiste à relier la fin d'une chaîne de fils à l'extrémité d'une nouvelle chaîne afin de garantir une continuité du tissage. Cela permet de maintenir un flux constant de fils de chaîne pendant le processus de fabrication, évitant ainsi toute interruption. Le nouage est une étape essentielle pour que le tissu puisse être produit sans interruption, assurant la stabilité du processus.

3.5. Unité de tricotage (06)

Le tricot est une technique qui permet de créer un tissu à partir d'un fil. Il est composé de boucles, appelées mailles, qui s'enchaînent les unes dans les autres.

Cette unité porte deux types de machines utilisées pour fabriquer du tricot :



Figure II.22 : Machine circulaire



Figure II.23 : Machine rectiligne

3.6. Ennoblement (11)

L'ennoblissement regroupe toutes les étapes de finition qui améliorent un tissu en modifiant son toucher, son apparence ou ses propriétés techniques. Ces traitements permettent de donner au tissu une meilleure qualité et une valeur ajoutée, en le rendant plus adapté à son usage.

L'unité d'ennoblissement (unité 11) est la plus grande section de l'usine, elle doit répondre aux demandes spécifiques des clients. Cette unité s'occupe des différentes étapes de finition des tissus, elle comprend également un entrepôt pour le stockage et un laboratoire pour les tests de qualité.

3.6.1. Départements de l'unité

- Département de traitement le tissu Non-Denim
- Département de traitement le tisse Denim
- Département de traitement le tissu tricoté
- Département de préparation de couleurs
- Control qualité (physique, chimique, visuelle)

3.6.2. Processus de finition des tissus tricoté et Non-Denim

➤ Lavage

Le tissu est d'abord lavé pour éliminer les impuretés et préparer la surface à recevoir les traitements suivants.

➤ Teinture

La teinture permet d'obtenir une couleur uniforme, vive et résistante en appliquant des colorants ou pigments sur le tissu.

- Avant de procéder à la teinture en grande quantité, un test est réalisé pour s'assurer que la couleur obtenue correspond aux exigences du client. La formule de teinture est validée si elle donne les résultats souhaités.

➤ **Fixation**

• Après la teinture, le tissu est enroulé sur une ensouple (rouleau) et enveloppé dans un film plastique.

• Il est ensuite soumis à une rotation continue autour de son axe horizontal pendant 16 heures.



Figure II.24 : Machine de fixation

➤ **Traitement chimique**

Cette étape consiste à appliquer des produits chimiques spécifiques pour améliorer certaines caractéristiques du tissu, comme sa douceur, sa résistance ou son élasticité.

3.6.3. Processus de finition des tissus Denim

➤ **Flambage**

- Le flambage consiste à brûler les fibres excédentaires présentes à la surface du tissu en le passant rapidement sous une flamme de gaz.

- Cela permet d'obtenir une surface lisse et uniforme sans endommager le tissu, Après cette opération le tissu est refroidi en passant sur une surface humide pour éviter tout dommage dû à la chaleur.

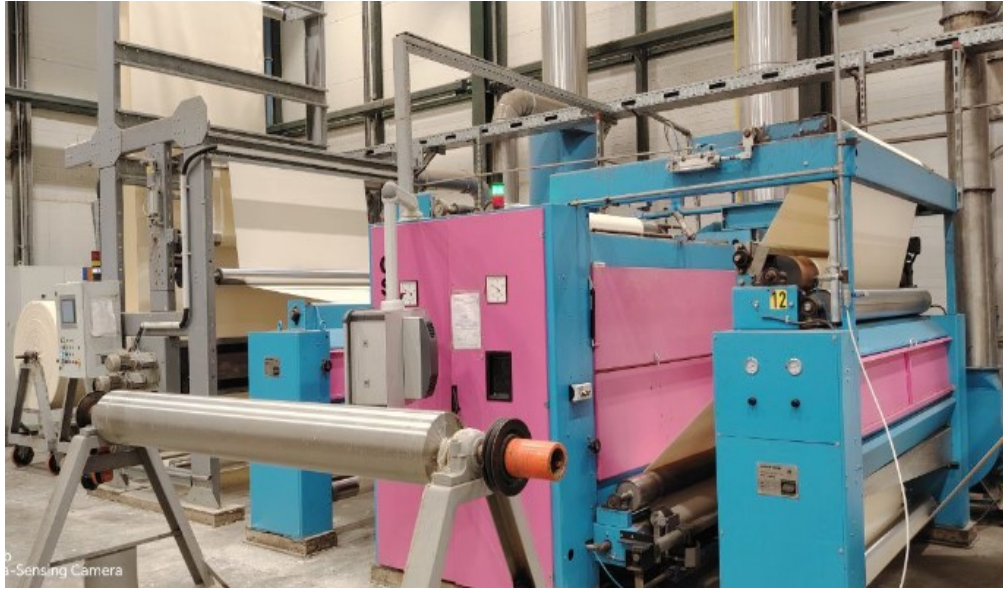


Figure II.25 : Machine de flambage

➤ **Désencollage**

- Cette étape consiste à éliminer les résidus d'amidon appliqués lors du tissage pour renforcer les fils.
- On utilise des enzymes spécifiques pour décomposer cet apprêt et rendre le tissu plus souple et prêt pour les étapes suivantes.

➤ **Séchage**

- Après les traitements humides, il est nécessaire d'éliminer l'excès d'humidité du tissu.
- Le tissu est déroulé dans une boucle et passe à travers une chambre de séchage.
- Un cadre est utilisé pour maintenir le tissu tendu et garantir un séchage uniforme en passant à travers des rouleaux chauffés.

➤ **Sanforisation** : Cette étape vise à stabiliser la taille du tissu pour éviter qu'il ne rétrécisse davantage après lavage par l'utilisateur. Le tissu est étiré et stabilisé.



Figure II.26 : Machine de sanforisation

3.7. Contrôle qualité

Cette unité est constituée de 3 parties :

- ✓ Laboratoire de control physique
- ✓ Laboratoire de control chimique
- ✓ Control visuelle :
 - Laboratoire de nuance de couleur
 - L'inspection

3.7.1. Laboratoire physique

Un échantillon de 1 à 3 mètres selon le type de tissu, on vérifie les caractéristiques suivantes :

❖ Le GSM (Grammage surfacique) :

LE GSM Est une partie de mesure représentant le poids du tissu par unité de surface. Il correspond au poids en grammes d'un morceau de tissu d'une surface d'un mètre carré.



Figure II.27 : Outil de coupage du tissu



Figure II.28 : Outil de Grammage

❖ Rétrécissement (Shrinkage)

Le rétrécissement du tissu est une partie permettant de mesurer la variation des dimensions d'un tissu après un processus de lavage. Ce test évalue dans quelle mesure le tissu réduit sa longueur et sa largeur



Figure II.29 : Test de rétrécissement

❖ Résistance à la déchirure

Est la force requise pour initier ou poursuivre la déchirure d'un tissu dans l'une de ses directions principales :

- ✓ Trame (weft) : direction horizontale du tissu.
- ✓ Chaîne (warp) : direction verticale du tissu



Figure II.30 : Machine de la résistance à la déchirure

❖ **Test de traction (Tensile test)**

Les essais de traction permettent de mesurer la force nécessaire pour allonger et rompre un échantillon de tissu. Ce test est utilisé pour évaluer la capacité du tissu à supporter des forces sans se déchirer et l'élasticité de tissu.

Ces essais sont réalisés des tissu DENIM



Figure II.31 : Machine de teste de traction

❖ **Résistance à l'éclatement (Bursting Strength)**

La résistance à l'éclatement mesure la force maximale qu'un tissu peut supporter lorsqu'une pression est appliquée perpendiculairement à sa surface, jusqu'à ce qu'il éclate.

Ce test évalue la solidité du tissu sous pression.



Figure II.32 : Machine de teste de la résistance à l'éclatement

❖ **Solidité des couleurs au frottement (Color Fastness to crocking)**

Est un test qui évalue la résistance d'un tissu au transfert de couleur lorsqu'il est soumis à un frottement. Ce test permet de déterminer dans quelle mesure la teinture d'un tissu peut se détacher et se transférer sur d'autres surfaces en cas de frottement.



Figure II.33 : Machine de test de la solidité de couleur au frottement

❖ **L'élasticité d'un tissu**

L'élasticité d'un tissu est sa capacité à s'étirer sous l'effet d'une force appliquée, puis à retrouver sa forme initiale une fois la force relâchée, sans déformation permanente. Cette propriété est essentielle pour déterminer le confort, la durabilité et l'adaptabilité du tissu à diverses applications.



Figure II.34 : Test d'élasticité

3.7.2. Laboratoire chimique

On vérifie les caractéristiques suivantes :

- ❖ **La solidité des couleurs au lavage** : Ce test est essentiel pour évaluer la résistance des teintures aux différentes conditions auxquelles les tissus peuvent être exposés lors de leur utilisation quotidienne, notamment l'eau, les détergents, la température et l'agitation mécanique.
- ❖ **La Solidité des couleurs à la transpiration (Color Fastness to Perspiration)** : est un test essentiel permettant d'évaluer la capacité d'un textile à conserver sa teinte d'origine lorsqu'il est exposé à la transpiration humaine.
- ❖ **La transpiration** peut être soit acide, soit alcaline, ce qui peut provoquer une dégradation ou un transfert de couleur.
- ❖ **Contrôle du PH** : Il permet de déterminer l'acidité ou l'alcalinité résiduelle du tissu après les différentes étapes de fabrication, telles que la teinture, l'apprêt et le lavage.

L'objectif de ce test est de s'assurer que le tissu respecte les normes de sécurité et de confort, en maintenant un pH proche de celui de la peau humaine, généralement compris entre 4,5 et 7,5, afin d'éviter tout risque d'irritation.

❖ **Taux de pulvérisation (Water Repellent Test) :** est un test qui évalue la résistance d'un textile à la pénétration de l'eau. Ce test simule l'effet d'une pluie fine ou d'une douche d'eau sur un tissu, afin de mesurer son niveau d'imperméabilité ou sa capacité à repousser l'eau.

3.7.3. Contrôle visuel

❖ **Inspection**

L'inspection du tissu est une étape essentielle dans le processus de fabrication textile, réalisée par les fabricants de tissus et de vêtements. Son objectif est d'identifier d'éventuels défauts présents sur la surface du tissu et de garantir sa conformité aux exigences de qualité. Cette vérification approfondie permet d'assurer que les textiles répondent aux normes établies avant leur utilisation dans la production de vêtements ou d'autres applications textiles.

❖ **Inspection à l'aide de machines**

L'inspection des tissus par machine est un processus utilisé par les fabricants pour vérifier la qualité des rouleaux de tissu avant leur utilisation dans la fabrication de vêtements ou d'autres produits textiles. Ce contrôle permet de repérer et d'éliminer les défauts pour garantir un produit final conforme aux exigences de qualité.

L'inspection est réalisée à l'aide d'une machine de contrôle de tissu, équipée d'un système d'éclairage et de rouleaux permettant de faire défiler le tissu de manière fluide pour une vérification visuelle efficace.

❖ **Système à 4 points**

Le système à 4 points est couramment utilisé dans l'industrie textile, en particulier dans le domaine de la fabrication de vêtements, pour effectuer l'inspection et évaluer la qualité des tissus. Ce système permet de quantifier les défauts sur un rouleau de tissu afin de garantir que seuls les matériaux conformes aux standards de qualité seront utilisés dans la production.

❖ **Nuance des couleurs**

La variation de teinte fait référence à l'inconstance de la couleur ou de la teinture sur un rouleau de tissu ou sur des morceaux de tissu qui étaient censés avoir la même couleur. Cette variation peut apparaître lorsqu'il y a des différences dans l'intensité ou la profondeur de la teinture appliquée sur différentes parties du rouleau ou entre plusieurs morceaux de tissu destinés à correspondre.

Elle permet de s'assurer que le tissu final présente une couleur uniforme et conforme aux exigences.

❖ Système de nuances de couleurs (tissus Denim)

Le système de contrôle de la teinte pour les tissus denim utilise une méthode appelée matrice 555. Ce système permet de comparer la couleur du tissu à une couleur de référence pour s'assurer qu'elle est correcte et uniforme.

Bleu ←				Claire			
859	858	857	856	855	854	853	852
759	758	757	756	755	754	753	752
659	658	657	656	655	654	653	652
559	558	557	556	555	554	553	552
459	458	457	456	455	454	453	452
359	358	357	356	355	354	353	352
259	258	257	256	255	254	253	252
Foncé →				Gris			

Figure II.35 : Matrice de nuance 555

❖ Système de nuances de couleur (tissus Non-Denim)

Le système de contrôle des teintes pour les tissus non-denim diffère de celui utilisé pour le denim. Pour ce type de tissu, la méthode consiste à prélever des échantillons de chaque rouleau de tissu et à les comparer avec des références de couleur fournies par le laboratoire de chimie

4. Conclusion

Ce mémoire nous a permis de découvrir de plus près le fonctionnement de l'entreprise TAYAL SPA, un acteur clé du textile en Algérie. À travers cette étude, nous avons mieux compris comment cette entreprise organise ses activités, gère ses processus et cherche constamment à améliorer sa performance. TAYAL se distingue par sa structure bien intégrée, sa volonté d'innover et son ambition de renforcer sa position dans le secteur textile, aussi bien au niveau national qu'international.

Nous avons opté à l'intégration de la méthodologie Lean six sigma au sein de l'entreprise TAYAL parce qu'elle est la plus appropriée pour réduire la variabilité des processus, cette méthode nous permet de clarifier la problématique de l'entreprise, analyser les processus actuels et les différencier avec le rendement idéal, et extraire les causes racines qui provoquent les variabilités au niveau des processus, donc assurer la stabilité de la qualité. Le chapitre 3 présentera la mise en place de la méthode LSS au sein de l'entreprise TAYAL.

***III. Chapitre III : Mise en place du
Lean Six Sigma***

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous définissons les étapes de la méthodologie DMAIC au sein de l'entreprise TAYAL, où nous allons cadrer notre problématique. Nous allons extraire les données nécessaires et les différents facteurs qui jouent un rôle direct et indirect envers la présence de ce genre des problèmes.

Ensuite nous passons à une étape très cruciale où nous pouvons voir clairement la situation actuelle du fonctionnement industriel afin de découvrir les écarts créés par rapport au rendement idéal. Dans cette étape, l'entreprise nous a aidé en nous donnant plusieurs informations concernant le processus de fonctionnement du système.

Lorsque nous avons acquis toutes les informations, nous arrivons à l'étape mesurer pour mesurer et vérifier la variabilité de la qualité et la performance du processus, pour confirmer si ces deux derniers paramètres suivent les indicateurs clés de performances destinées par l'entreprise.

Dans la phase finale où nous mettons des actions d'améliorations et des solutions qui nous permettent de se débarrasser des défauts précédents qui mènent l'entreprise à dériver vers une basse qualité. Enfin nous mettons de nouveaux indicateurs clés de performances afin de maintenir une nouvelle tolérance qui guide l'organisme de rester produire que la bonne qualité. Nous faisons des efforts qui peuvent être des solutions alternatives en plus pour l'entreprise comme TAYAL en augmentant la qualité du produit fini et en améliorant le processus de l'industrie.

2. Déploiement du processus de résolution de problèmes DMAIC :

2.1. Etape 01 « Définir » :

Notre objectif est donc d'améliorer la qualité des tissus fabriqués par Tayal, en augmentant la proportion des produits en qualité 1 et réduisant celle des produits en qualité 2. De ce fait, notre approche devrait nous permettre de toujours assurer une haute régularité dans la qualité de nos produits finis, en se conformant aux exigences de points par 100m².

La première étape de notre démarche a commencé par la définition précise de la demande, et la collecte des données, des sources multiples au sein des divers services de l'entreprise.

Pour analyser de manière structurée, nous avons appliqué la méthode QQQCP. Cette approche nous a permis d'identifier clairement les causes du problème et de proposer des solutions adaptées pour une amélioration efficace de la qualité.

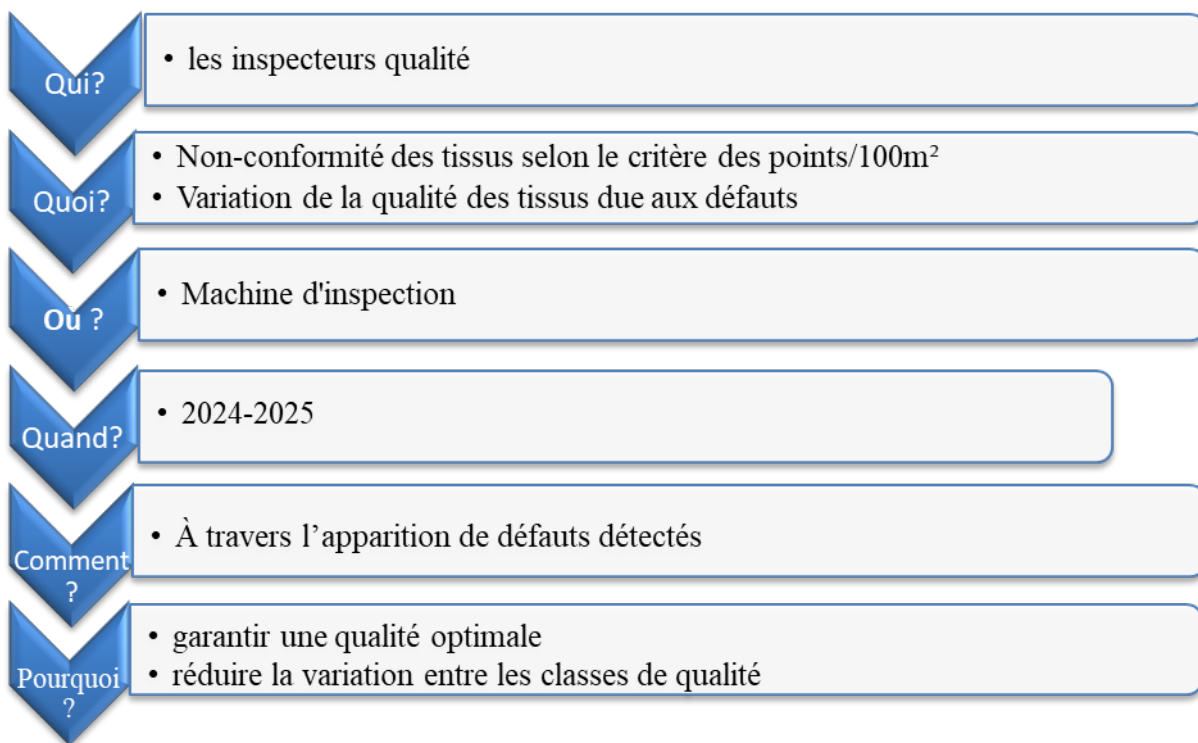


Figure III.1 : Questionnement de la méthode QOOQCP

Pour structurer notre approche d'amélioration, nous exposons la charte de projet ci-dessous

<p>Project : Amélioration de la qualité du tissu DENIM et NON-DENIM dans l'entreprise TAYAL Unité : Control qualité Chef d'unité : Youcef Benkhedda Durée de Project : 08/12/2024 au 22/05/2025</p>	
Objectif de projet	
Amélioration de la qualité des tissus de type Denim et Non-denim en réduire le taux de produits non conformes (qualité 2 et 4) et augmentant la proportion des produits en qualité 1	
Problématique	
Taux élevé de produit en qualité 4 et 2 avec forte variabilité du P/100m ² , pertes économiques et baisse de satisfaction client	
Indicateur de performance	Indicateur Y
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre moyen de défauts par type ▪ Moyenne de Points /100m² ▪ Taux de non-conformité ▪ Stabilité du processus ▪ Capabilité du processus ▪ Analyse des causes 	Taux de qualité
Equipe du projet	Planning du projet

M. MOULAI-KHATIR Djezouli M. KAHOUADJI Housseyn Amin Mlle. BELGHOUL Nesrine M. GHALEM Mohamed amine	Définir	Du 09/12/2024 au 15/12/2024
	Mesurer	Du 20/12/2024 au 15/02/2025
	Analyser	Du 01/03/2025 au 28/04/2025
	Innover	Du 08/05/2025 au 18/05/2025
	Contrôler	Du 19/05/2025 au 22/05/2025

Tableau III-1 : Charte de projet

Nous avons fixé un objectif SMART (Spécifique, Mesurable, Atteignable, Réalisable et pertinent) pour orienter efficacement notre approche Lean Six Sigma :

Spécifique : Améliorer la qualité des tissus fabriqués en augmentant la proportion des produits classés en qualité 1, et en réduisant significativement ceux en qualité 2 et 4.

Mesurable : atteindre au minimum 70 % de produits en qualité 1 et réduisant la proportion des produits en qualité 2 de 30 % à moins de 20 % avec la qualité 4 moins

Atteignable : une entreprise comme TAYAL a le pouvoir d'investir pour affronter ce type de problèmes

Réalisable : le projet est réaliste car Les défauts récurrents détectés sont associés à des facteurs internes validés par des données précises

Temporel : objectif à atteindre d'ici le 20 mai 2025

2.2. Etape 02 « Mesurer » :

2.2.1. Description des données collectées :

Les données utilisées proviennent des fiches d'inspection journalière du service qualité, pour la période d'octobre à décembre 2024.

Ces informations ont été transférées dans un fichier Excel pour faciliter leur traitement. Le tableau contient les colonnes suivantes :

Les données utilisées proviennent des fiches d'inspection journalière du service qualité, pour la période d'octobre à décembre 2024.

Ces informations ont été transférées dans un fichier Excel pour faciliter leur traitement. Le tableau contient les colonnes suivantes :

- **Date de rapport** : Date de l'inspection du tissu.
- **Client** : Destinataire de la commande (non utilisé pour l'analyse principale).
- **Code de produit** : Référence du produit inspecté.
- **Lot** : Numéro de lot associé au produit.
- **Type de produit** : Nature du tissu (Denim / Non Denim).
- **Qualité** : Niveau de qualité attribué après inspection (1, 2 ou 4).
- **Type de défaut** : Nature du défaut détecté (exemple : Water Mark, Pilling, etc.).
- **Département de défaut** : Source ou origine du défaut (exemple : Weaving, Finishing...).
- **Code de rouleau** : Référence du rouleau inspecté.
- **Total (m²)** : Surface totale inspectée exprimée en mètres carrés.
- **Largeur inspectée** : Largeur du tissu inspecté (en cm).
- **Point total** : Total des points attribués aux défauts constatés.
- **Nombre des défauts** : Nombre total de défauts détectés.
- **P/100m²** : Les Points de Défauts Moyens

En raison du grand nombre de données collecté (plus de 25000 échantillons), il n'a pas été envisageable d'intégrer tous les détails dans ce rapport

Ces données sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

Date de rapport	Client	Code de produit	Lot	Type de produit	Qualité	Type de défaut	Département de défaut	Code de rouleau	Total (m2)	Largeur inspecté	Point total	Nombre des défauts	P/100m2
01-10-2024 09 :58 :37	Tayal Confection Internal Client	P60655-A- R05-M	D003626	Denim	2	Water Mark	Denim Non denim Finishing	520362601	36,16	140	148	4	292,3514539
01-10-2024 10:04:01	Tayal Confection Internal Client	P60652-A- R01-M	D003628	Denim	1			520362801	111,42	160	17	13	9,535989948
01-10-2024 06:58:59	T&C GARMENTS	D60448-A- S01-M	D003780	Denim	1			203780011	122	162	18	13	9,107468124
01-10-2024 07:32:58	T&C GARMENTS	D60448-A- S01-M	D003780	Denim	1			203780011	150	162	22	18	9,053497942
01-10-2024 08:14:02	T&C GARMENTS	D60448-A- S01-M	D003780	Denim	1			203780011	150	162	26	20	10,69958848
01-10-2024 08:34:46	T&C GARMENTS	D60448-A- S01-M	D003780	Denim	1			203780011	150	162	23	16	9,465020576
01-10-2024 08:55:40	T&C GARMENTS	D60448-A- S01-M	D003780	Denim	1			203780011	139	162,5	27	17	11,95351411
01-10-2024 09:15:24	T&C GARMENTS	D60448-A- S01-M	D003780	Denim	1			203780011	150	162	27	24	11,11111111
01-10-2024 09:40:18	T&C GARMENTS	D60448-A- S01-M	D003780	Denim	1			203780011	120	162	27	26	13,88888889
01-10-2024 10:14:36	T&C GARMENTS	D60448-A- S01-M	D003780	Denim	1			203780011	78,95	162	19	19	14,8554719

01-10-2024 17:35:32	Manufacturing International Company	D60251-A- F02-M	D003724	Denim	1			520372402	145,06	111,5	5	4	3,091344914
01-10-2024 18:01:37	Manufacturing International Company	D60251-A- F02-M	D003724	Denim	1			520372402	150	111,5	18	7	10,76233184
01-10-2024 19:19:41	Manufacturing International Company	D60251-A- F02-M	D003724	Denim	4	Other	Other	520372402	88,67	111,5	5	5	5,057296642
01-10-2024 19:25:56	Manufacturing International Company	D60251-A- F02-M	D003724	Denim	1			520372402	150	111,5	6	6	3,587443946
01-10-2024 19:21:11	Manufacturing International Company	D60251-A- F02-M	D003724	Denim	2	Pilling/Beading Weft	Weaving	520372402	15	111,5	56	1	334,8281016
01-10-2024 19:45:28	Manufacturing International Company	D60251-A- F02-M	D003724	Denim	1			520372402	137,41	111,5	15	11	9,790346262
01-10-2024 20:04:20	Manufacturing International Company	D60251-A- F02-M	D003724	Denim	2	Pilling/Beading Weft	Weaving	520372402	32,27	111,5	125	1	347,4050924
01-10-2024 20:34:24	Manufacturing International Company	D60251-A- F02-M	D003724	Denim	1			520372402	120	111,5	5	2	3,736920777
01-10-2024 21:13:42	Manufacturing International Company	D60251-A- F02-M	D003724	Denim	4	Other	Other	520372402	88	111,5	10	4	10,19160212

Tableau III-2 : rapport d’inspection pour tissu denim.

Date de rapport	client	code de produit	Lot	Type de produit	Qualité	Type de défaut	Département de défaut	Code de rouleau	Total (m2)	Largeur inspecté	Point total	nombre des défauts	P/100m ²
01-10-2024 09:39:02	STE GG FASHION	N10037- A-R02-- -M	N001914	Nondenim	2	Coarse Splice- Weft	Spinning	019140042	66,79	134	55	43	61,453475
01-10-2024 07:50:11	STE GG FASHION	N10037- A-R02-- -M	N001914	Nondenim	1			019140042	98,69	134	21	17	15,879665
01-10-2024 08:15:15	STE GG FASHION	N10037- A-R02-- -M	N001914	Nondenim	1			019140042	94,01	134	22	16	17,464004
01-10-2024 08:47:42	STE GG FASHION	N10037- A-R02-- -M	N001914	Nondenim	2	Coarse Splice- Weft	Spinning	019140042	101,09	134	55	48	40,602212
01-10-2024 09:24:27	STE GG FASHION	N10037- A-R02-- -M	N001914	Nondenim	1			019140042	88,37	134	19	16	16,045156
01-10-2024 10:10:45	STE GG FASHION	N10037- A-R02-- -M	N001914	Nondenim	1			019140031	77,77	134,5	18	13	17,208306
01-10-2024 10:28:22	STE GG FASHION	N10037- A-R02-- -M	N001914	Nondenim	2	Finishing Stain	Denim Non denim Finishing	019140031	48,44	134,5	60	20	92,092621
01-10-2024 10:55:04	STE GG FASHION	N10037- A-R02-- -M	N001914	Nondenim	2	Coarse Splice- Weft	Spinning	019140031	103,04	134,5	38	31	27,419243
01-10-2024 11:11:41	STE GG FASHION	N10037- A-R02-- -M	N001914	Nondenim	2	Coarse Splice- Weft	Spinning	019140031	92,56	134,5	56	47	44,982377

01-10-2024 13:04:46	STE GG FASHION	N10037- A-R02-- -M	N001914	Nondenim	4	Short Piece	Quality Control	019140031	38	134,5	7	6	13,69595
01-10-2024 11:59:44	STE GG FASHION	N10037- A-R02-- -M	N001914	Nondenim	2	Fluff	Weaving	019140031	123,9	134,5	78	68	46,805944
01-10-2024 13:00:34	STE GG FASHION	N10037- A-R02-- -M	N001914	Nondenim	2	Tear (finishing)	Denim Non denim Finishing	019140031	19,23	134,5	76	4	293,84075
01-10-2024 13:44:04	Tayal Confection Internal Client	P10367- A-R20-- -M	N002001	Nondenim	2	Wrong Draw-In	Weaving	020010011	16,43	163	43	7	160,56219
01-10-2024 14:16:14	Tayal Confection Internal Client	P10367- A-R20-- -M	N002001	Nondenim	2	Half Pick	Weaving	020010011	60,73	163	100	34	101,02041
01-10-2024 13:46:45	Tayal Confection Internal Client	P10367- A-R20-- -M	N002001	Nondenim	1			020010011	30,28	163	8	5	16,208638
01-10-2024 14:52:05	STE GG FASHION	N10037- A-R02-- -M	N001914	Nondenim	1			019140032	100	134	22	22	16,41791

Tableau III-3 : rapport d’inspection pour tissu denim.

2.2.2. Liste des Défauts et les départements responsable - Anglais / Français :

Le tableau ci-dessous présente les défauts identifiés, avec des départements responsables, en version bilingue (anglais/français) :

Code	English Defect Definition	Définition du défaut en français	Départements
1	Knot	Nœud	Préparation au tissage
2	Fluff	Peluches	Préparation au tissage
3	Broken Warp	Chaîne cassée	Tissage
4	Kinky Filling	Trame frisée	Tissage
5	Stop Mark	Marque d'arrêt	Tissage
6	Balls	Bouloche	Préparation au tissage
7	Slack End	Fil détendu	Préparation au tissage
8	Broken Pick	Trame cassée	Tissage
9	Miss Pick	Trame manquante	Tissage
10	Crease	Pli	Ennoblement
11	Pilling/Beading Weft	Boulochage sur trame	Tissage
12	Hole	Trou	Tissage
13	Yarn Piece	Morceau de fil	Tissage
14	Miss Warp	Chaîne manquante	Tissage
15	Coarse Warp	Chaîne épaisse	Filature
16	Tight End - TENSE END	Fil tendu	Tissage
17	Warp Streak	Rayure de chaîne	Tissage
18	Uneven Yarn	Fil irrégulier	Filature
19	Foreign Fiber	Fibre étrangère	Filature
20	Temple Mark	Marque de tendeur	Tissage
21	Double Pick	Double trame	Préparation au tissage
22	Loose End	Fil lâche	Tissage
23	Side To Side Color Difference	Différence de teinte latérale	Ennoblement
24	Coarse Splice-Weft	Jonction de trame épaisse	Filature
25	Half Pick	Demi trame	Tissage
26	Weft Knot	Nœud trame	Tissage
27	Thin Warp	Chaîne fine	Filature
28	Reed Mark	Marque de peigne	Tissage
29	Folded Edge	Bord plié	Ennoblement
30	Double Warp	Double chaîne	Tissage
31	Undyed Warp	Chaîne non teintée	Tricotage
32	Thin Weft	Trame fine	Filature
33	Coarse Pick	Trame épaisse	Filature
34	Oil Stain	Tache d'huile	Tissage
35	Weft Slub	Grosseur trame	Filature
36	Tangle/Float	Emmêlement / flottement	Préparation au tissage
37	Crease (Weaving)	Pli (tissage)	Tissage
38	Fringy Selvedge	Lisière effilochée	Tissage
39	Wrong Weft	Mauvaise trame	Tissage
40	Blanket Mark	Marque de couverture	Ennoblement
41	Elastane Free Weft	Trame sans élasthanne	Filature
42	Different Shade Warp	Chaîne de nuance différente	Tricotage

43	Stained Warp	Chaîne tachée	Tissage
44	Tear (finishing)	Déchirure (finition)	Ennoblement
45	Grubber Mark	Marque de rouleau	Ennoblement
46	Warp Slub	Grosseur de chaîne	Tissage
47	High Skew	Faux aplomb élevé	Ennoblement
48	Wrong Denting	Peignage incorrect	Tissage
49	Bobbin Change	Changement de canette	Filature
50	Neppy Yarn	Fil avec neps	Filature
51	Thin Pick	Trame fine	Filature
52	High Bow	Arc élevé	Ennoblement
53	Wavy Selvedge	Lisière ondulée	Ennoblement
54	Finishing Stain	Tache de finition	Ennoblement
55	Color Difference	Différence de couleur	Ennoblement
56	Sewing Line	Ligne de couture	Ennoblement
57	Washing Machine Stop	Arrêt machine de lavage	Ennoblement
58	Control Piece	Pièce de contrôle	Autres
59	Width Variation	Variation de largeur	Tissage
60	Wrong Draw-In	Mauvais passage du peigne	Tissage
61	Elastane on Surface	Élasthane à la surface	Ennoblement
62	Wavy Fabric (Finishing)	Tissu gaufré (finition)	Ennoblement
63	Part Thread	Fil partiel	Tissage
64	Sticky Fiber	Fibre collante	Ennoblement
65	Singeing Defect	Défaut de carbonisage	Ennoblement
66	Yarn Fluff	Peluche de fil	Filature
67	Mark on Weft	Marque sur trame	Tissage
68	Coarse Splice (Warp)	Joint grossier (chaîne)	Filature
69	Selvedge Defect	Défaut de lisière	Tissage
70	Water Mark	Marque d'eau	Ennoblement
71	Sizing Machine Stop	Arrêt machine d'encollage	Préparation au tissage
72	Reverse Skew	Torsion inverse	Ennoblement
73	Sizing Mark	Résultat d'encollage	Préparation au tissage
74	Stenter Defect	Défaut de rame	Ennoblement
75	Dripping (Finishing)	Gouttes (finition)	Ennoblement
76	Wet (Store)	Humidité en stockage	Ennoblement
77	Joint	Joint	Autres

78	Short Piece	Pièce courte	Autres
79	Apre Stain	Tache d'apprêt	Ennoblement
80	Sanfor Crinkle	Froissage sanforisé	Ennoblement
81	Indigo Dyeing Stop	Arrêt machine teinture indigo	Ennoblement
82	Side Defect	Défaut latéral	Tissage
83	Weaving Knot	Nœud de tissage	Tissage
84	Warp Streak Finishing	Rayure de trame après finition	Ennoblement
85	Tight Twist End	Défaut de torsion	Filature
86	Sanfor Machine Stop	Arrêt machine sanforisation	Ennoblement
87	Liza Defect	Défaut de liza	Ennoblement
89	Abraj	Abraj	Filature
90	Width Problem	Problème de largeur	Filature
91	Foreign Yarn	Fil étranger	Filature
92	Different Yarn	Fil de composition différente	Filature

Tableau III-4 : Défauts et départements responsables

a. Critères de classification de la qualité :

Qualité 1 → Accepté directement.

Qualité 4 → Réparer ou déclassement vers qualité 2.

Qualité 2 → Rejet direct ($P/100m^2 \geq 28$).

Qualité 1 : tissu conforme sans réserve. Cette catégorie inclut soit les rouleaux ne présentant aucun défaut, soit ceux comportant des défauts mineurs mais dont les Points de Défauts Moyens ($P/100m^2$) est inférieur à 28. Ces tissus sont acceptés directement sans intervention supplémentaire.

Qualité 4 : tissu nécessitant une attention particulière. Le rouleau présente des défauts visibles, mais avec un $P/100m^2$ inférieur à 28. Deux possibilités s'offrent alors :

Si les défauts sont réparables, le tissu est renvoyé en retouche pour corriger les non-conformités.

Si les défauts sont irréparables ou si la retouche est impossible, le rouleau est déclassé et passe en qualité 2 (tissu non conforme).

Qualité 2 : tissu rejeté. Cette catégorie concerne les rouleaux ayant un P/100m² supérieur ou égal à 28.

b. Répartition mensuelle de qualité (1 ;2 ;4) par type de tissu inspecté :

Le tableau ci-dessous présente les quantités de tissus inspecté pour les trois mois selon le type de tissu inspecté (denim et non-denim), ainsi le total mensuel de chaque niveau de qualité

Qualité/moi	Octobre	Novembre	Décembre	TOTAL
1	2206	3454	2212	7872
2	213	282	368	863
4	435	234	902	1571
TOTAL	2854	3970	3482	10306

Tableau III-5 : volume total de tissu DENIM inspectés par mois

Qualité/moi	Octobre	Novembre	Décembre	TOTAL
1	4088	4518	2704	11310
2	662	939	862	2463
4	351	411	700	1462
TOTAL	5101	5868	4266	15235

Tableau III-6 : volume total de tissu NON-DENIM inspectés par mois

Afin d'avoir une vision plus claire la répartition des niveaux de qualité (1, 2, 4) des tissus inspectés, nous avons réalisé les diagrammes en camembert ci-dessous qui représentant les pourcentages de volume total associés aux qualité 1, 2 et 4 chaque type de tissu inspecté (denim et non-denim). Cette visualisation facilite l'identification rapide des divergences de qualité plus aisée et souligne l'importance comparative des non-conformités ce qui est essentiel pour établir les priorités des actions d'amélioration.

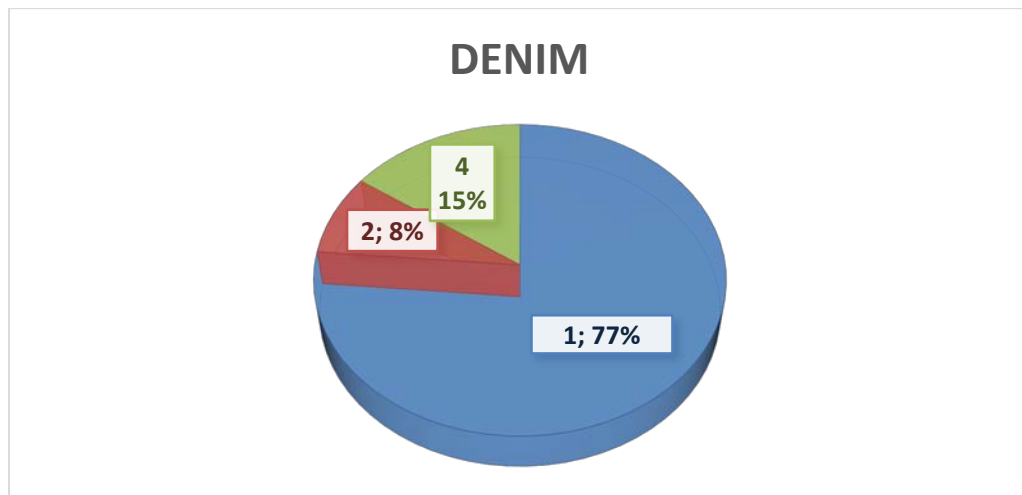


Figure III.2 : Pourcentage des niveaux de qualité pour le tissu DENIM

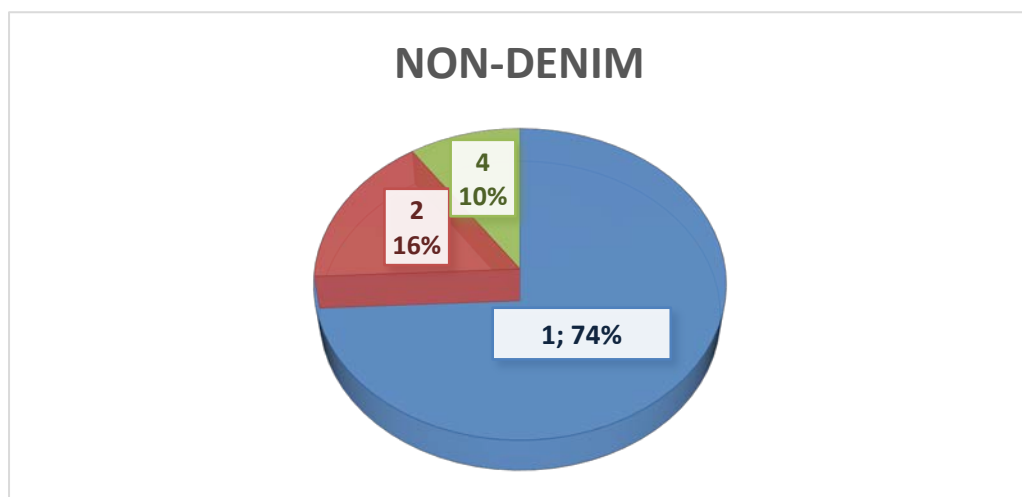


Figure III.3 : Pourcentage des niveaux de qualité pour le tissu NON-DENIM

c. Procédure Opérationnelle Standard (POS) pour l'Inspection des Tissus :

Inspection Visuelle : Examiner le tissu pour détecter les défauts et les noter selon le système à 4 points, en enregistrant tous les défauts.

Évaluation des Défauts : Chaque défaut se voit attribuer des points selon le système à 4 points, en fonction de sa longueur et de sa gravité. Ce système permet de quantifier les problèmes et de déterminer s'ils se situent dans les limites acceptables.

Nombre de coupes par rouleau de tissu : pas plus de 2 pièces de tissu ne doivent composer la longueur totale du rouleau.

- **Système Métrique :**

Longueur des défauts	Points attribués
Moins de 7,5 cm	1 point
De 7,5 cm à 15 cm	2 points
De plus de 15 cm à 23 cm	3 points
Plus de 23 cm	4 points

Tableau III-7 : Longueur des défauts avec leurs points attribués

Description du défaut	Points de pénalité
Défaut continu sur toute la longueur du tissu	4 points
Largeur utilisable inférieure à la spécification minimale	4 points
Couture ou autre défaut sur toute la largeur (le cas échéant)	4 points

Tableau III-8 : Longueur des défauts avec leurs points attribués (cas particuliers)

- Trous (à l'exception des trous d'aiguille sur la lisière) :

Taille \leq 2,54 cm : 2 points

Taille $>$ 2,54 cm : 4 points

- Calcul des Points de Défauts Moyens :

$$\text{Points}/100\text{m}^2 = \frac{\text{Points totaux}}{\text{Longueur du rouleau (m)}} \times \frac{100 \text{ cm}}{\text{Largeur utilisable (cm)}} \times 100 \quad (1)$$

2.3. Etape 03 « Analyser » :

2.3.1. Outil TOOLKIT :

L'analyse de capacité a été réalisée en utilisant l'outil « 6Sigma Toolkit », permettant de calculer les indices Cp et Cpk. Ces indices nous offrent une vision quantitative de la performance du processus, en évaluant sa capacité à respecter les spécifications fixées pour la qualité des tissus. Ils sont essentiels pour identifier les écarts et orienter les actions d'amélioration.

➤ **Analyse graphique du mois d’octobre pour le type de tissu DENIM (Qualité 2 et 4) :**

La carte de contrôle présentée ci-dessous (Figure III.4) représente les variations de P/100m² pour les tissus DENIM classés en qualité 2 et qualité 4, représentant 648 échantillons sur 2854 du total, durant le mois d’octobre 2024

Nous constatons que 213 échantillons dépassent la limite supérieure de 28points/100m² indiquant une non-conformité de qualité 2

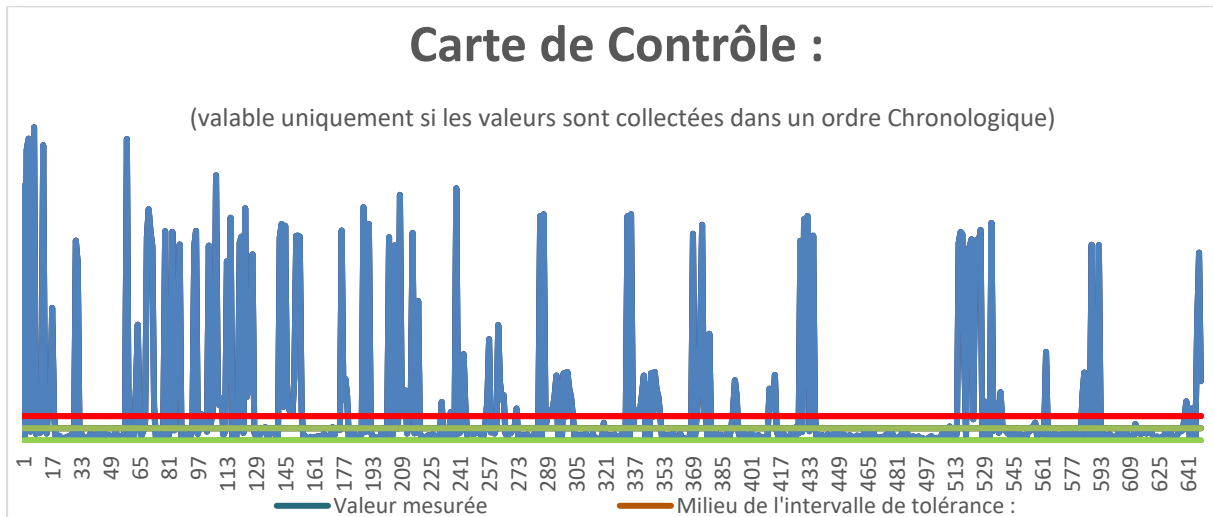


Figure III.4 : Carte de contrôle du P/100m² du mois d’octobre 2024 pour type de tissu DENIM

Afin d’évaluer la capabilité et le centrage du processus, l’analyse des mois suivants sera conduite sur la base des informations détaillées ci-dessous :

Les indicateurs de capabilité :

Avant de présenter le diagnostic de l’analyse statistique via l’outil toolkit et pour déterminer les capabilités du processus, nous montrons les équations mathématiques utilisées pour le calcul des indicateurs de Cp et Cpk

Calculer \bar{x} et σ :

\bar{x} = moyenne des valeurs mesurées

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^n [(xi - \bar{x})^2]}{n-1} \tag{2}$$

Calculer Cp et Cpk :

$$Cp = \frac{LST - LIT}{6\sigma} \tag{3}$$

$$Cpk = \min\left(\frac{\bar{x}-LIT}{3\sigma}; \frac{LST-\bar{x}}{3\sigma}\right) \quad (4)$$

Avec :

- **LIT** : Limite Inférieure de Tolérance
- **LST** : Limite Supérieure de Tolérance
- **Cp** est la capacité du processus, il présente l'aptitude d'un processus à respecter des spécifications, à atteindre en permanence le niveau de la qualité souhaité.
- **Cpk** est le centrage de la production par rapport aux limites de la tolérance. Un **Cpk** élevé indique non seulement que la production est répétable, mais qu'elle est également bien centrée dans l'intervalle de tolérance (et qu'il y aura peu de risque de voir des pièces produites en dehors des tolérances)

Interpretation :

Capabilité	Interprétation
Cp > 1,33	Capabilité idéale , à maintenir
1 < Cp < 1,33	Capabilité trop juste : une dérive peut apparaître
0,67 < Cp < 1	Capabilité insuffisante : Augmentation des contrôles et mise en place d'une démarche d'amélioration
Cp < 0,67	Capabilité très insuffisante : Analyse immédiate des causes, révision des tolérances, actions correctives

Tableau III-9 : Intervalle de capabilité

Centrage	Interprétation
Cpk > 1,33	Centrage idéal : procédé centré, à maintenir
Cpk < 1,33	Centrage trop juste : une dérive peut apparaître, mise en place d'une démarche d'amélioration pour comprendre la dérive et la stopper

Tableau III-10 : Intervalle de Centrage

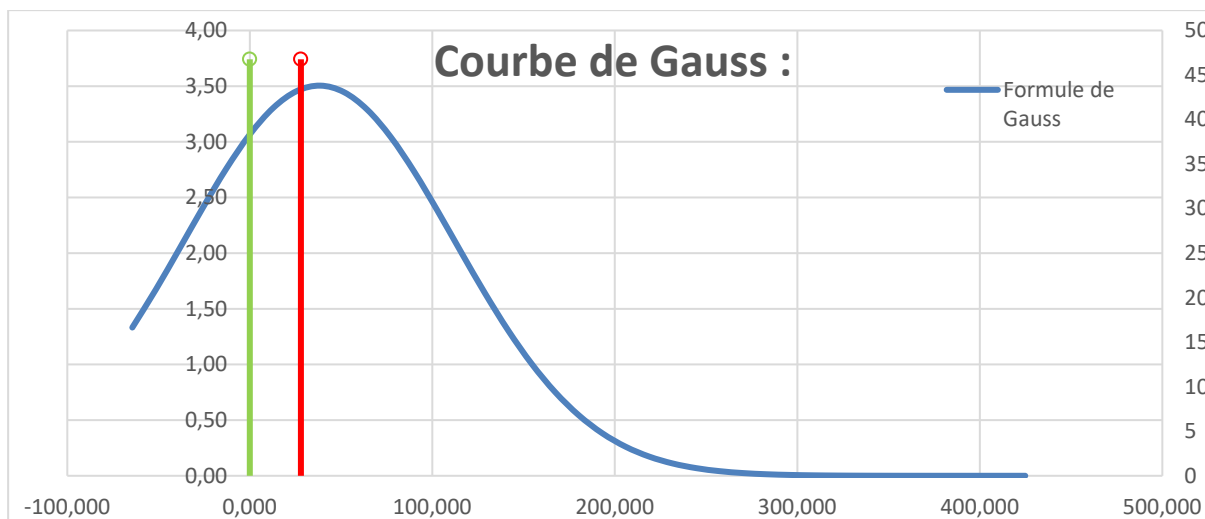


Figure III.5 : Centrage et capabilité du P/100m² du mois d’octobre 2024 pour type du tissu DENIM (Qualité 2 et 4)

Le sigma estimé est négatif (-0,1361), ce qui reflète une dispersion considérable des données. Avec une estimation de 94,91 % de défauts, la qualité du processus n'est que de 5,09 %. Ces résultats indiquent de manière évidente que le processus n'est ni centré ni contrôlé, requérant une amélioration notable pour parvenir à des niveaux de qualité satisfaisants. Les résultats dans le (Tableau III.11) au-dessous :

Diagnostic :	
R ² approché :	0,3259
Cp :	0,0634
Cpk :	-0,0454
Défaut estimé (ppm) :	949086
Sigma estimé (Σ) :	-0,1361
Défaut estimé :	94,91%
Qualité estimée :	5,09%
<u>Analyse :</u>	
La capabilité du processus n'est pas du tout satisfaisante, et le centrage du processus est satisfaisant.	

Tableau III-11 : Diagnostic du P/100m² du moi octobre 2024 pour type du tissu DENIM (Qualité 2 et 4)

➤ **Analyse graphique du mois d’octobre 2024 pour le type du tissu NON_DENIM (Qualité 2 ; 4) :**

Le graphique ci-dessous (Figure III.6) montre la variation de P/100m² pour les tissus NON-DENIM classés en qualité 2 et qualité 4, représentant 1013 échantillons sur 2854 du total, durant le mois d’octobre 2024.

Nous constatons que Le taux de non- conformité ou produits rejeté (qualité2) est élevé atteignant 662 échantillons qui dépassent la limite supérieure de 28points/100m²

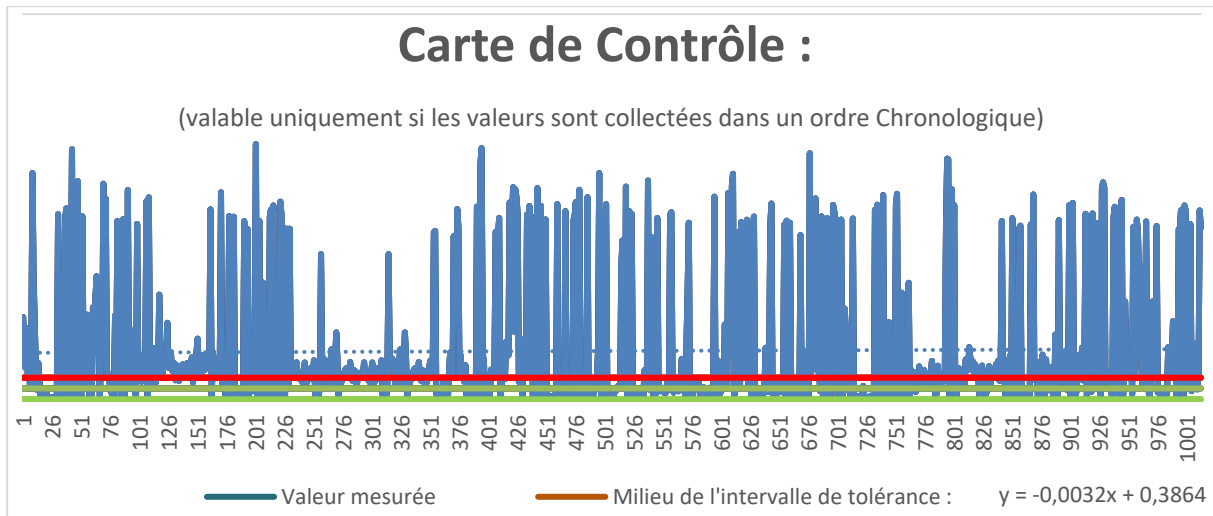


Figure III.6 : Carte de contrôle du P/100m² de moi d’octobre 2024 pour type du tissu NON_DENIM (Qualité 2 ; 4)

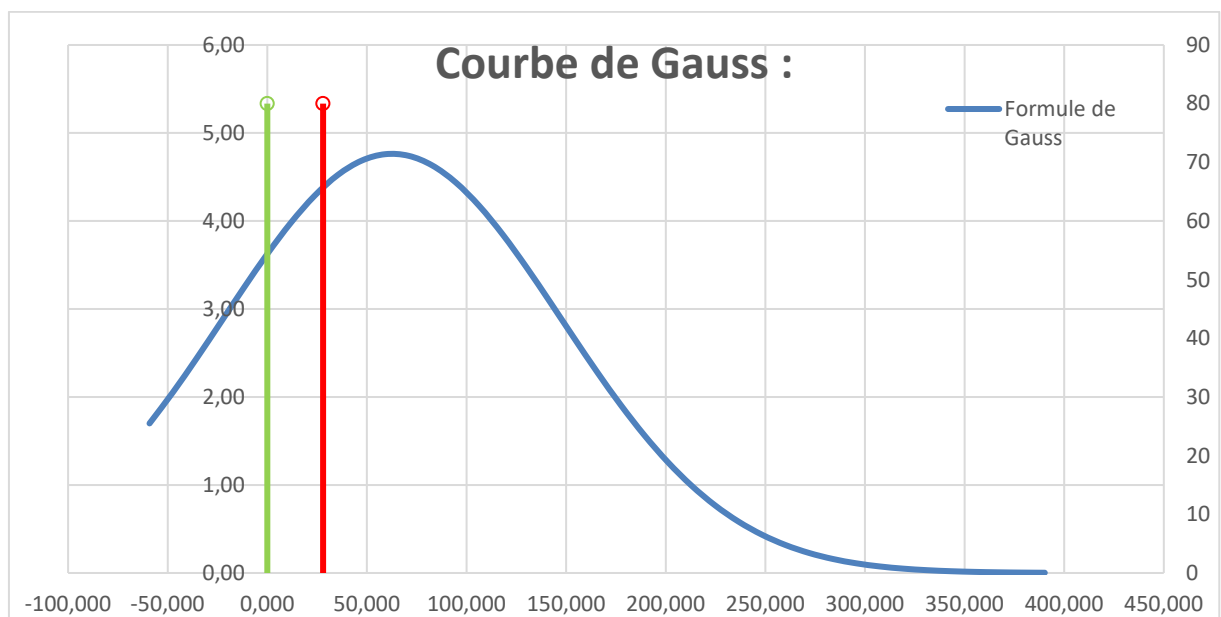


Figure III.7 : Centrage et capabilité du P/100m² du mois d’octobre 2024 pour type du tissu NON_DENIM (Qualité 2 ; 4)

Les résultats de l'analyse du Tableau ci-dessous (Tableau III.12) montre évaluation statistique de la performance du processus de production de tissu non-denim. L'indice de capacité potentielle Cp est faible

(0,055) ce qui reflète une grande variabilité par rapport à la tolérance définie, et l'indice Cpk présente une valeur négative signifiant que le processus n'est pas en adéquation avec l'objectif de qualité.

Le taux de défauts ou de non- conformité est élevé atteignant 538 538 ppm (parties par million) avec Le sigma estimé, d'environ -0,41 qui confirme une performance très insatisfaisante. Le pourcentage de défauts est 97,18%. Par conséquent, la qualité prévue du produit n'est que de 2,82 %, ce qui est loin des objectifs d'un processus contrôlé.

Diagnostic :	
R ² approché :	0,4066
Cp :	0,0550
Cpk :	-0,1362
Défaut estimé (ppm) :	971834
Sigma estimé (Σ) :	-0,4085
Défaut estimé :	97,18%
Qualité estimée :	2,82%
Analyse :	
La capabilité du processus n'est pas du tout satisfaisante, et le centrage du processus est trop juste.	

Tableau III-12 : Diagnostic du P/100m² du mois d'octobre 2024 pour type du tissu NON_DENIM (Qualité 2 ; 4)

➤ **Analyse graphique du moi novembre pour le type du tissu DENIM (Qualité 2 ; 4) :**

La représentation graphique (Figure III.8) montre la variation de P/100m² pour les tissus DENIM classés en qualité 2 et qualité 4, représentant 516 échantillons sur 2854 du produit total inspecté, du mois novembre 2024.

Nous avons remarqué qu'il y a 282 pics dépassent les limites de contrôle supérieur indiquant une non-conformité et rejeté de qualité 2 et 234 points entre les limites supérieure et inférieur indiquant non-conformité (qualité 4).

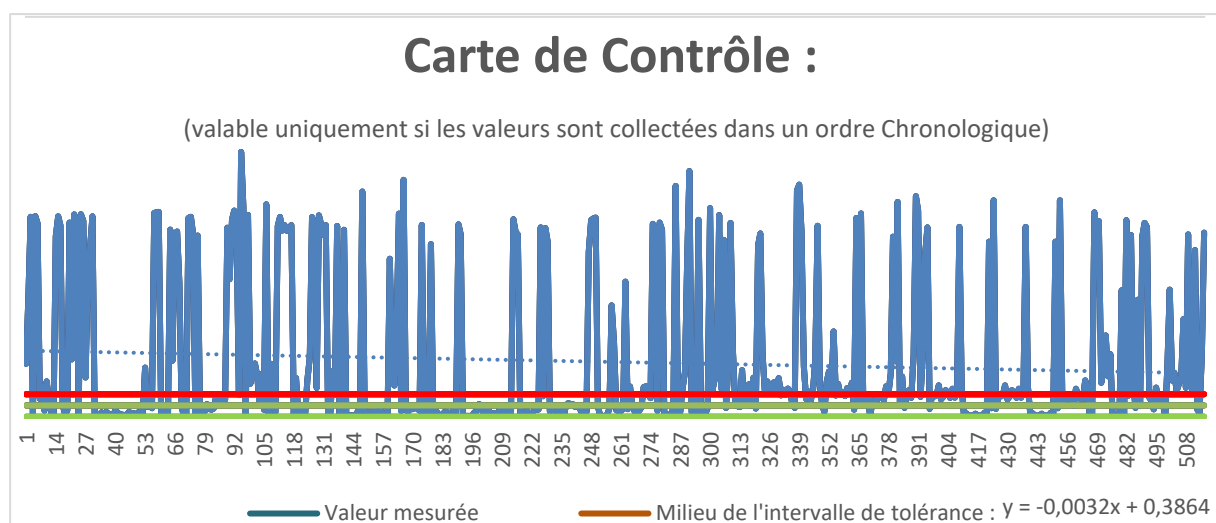


Figure III.8 : Carte de contrôle du P/100m² de moi novembre 2024 pour type du tissu DENIM (Qualité 2 ;4)

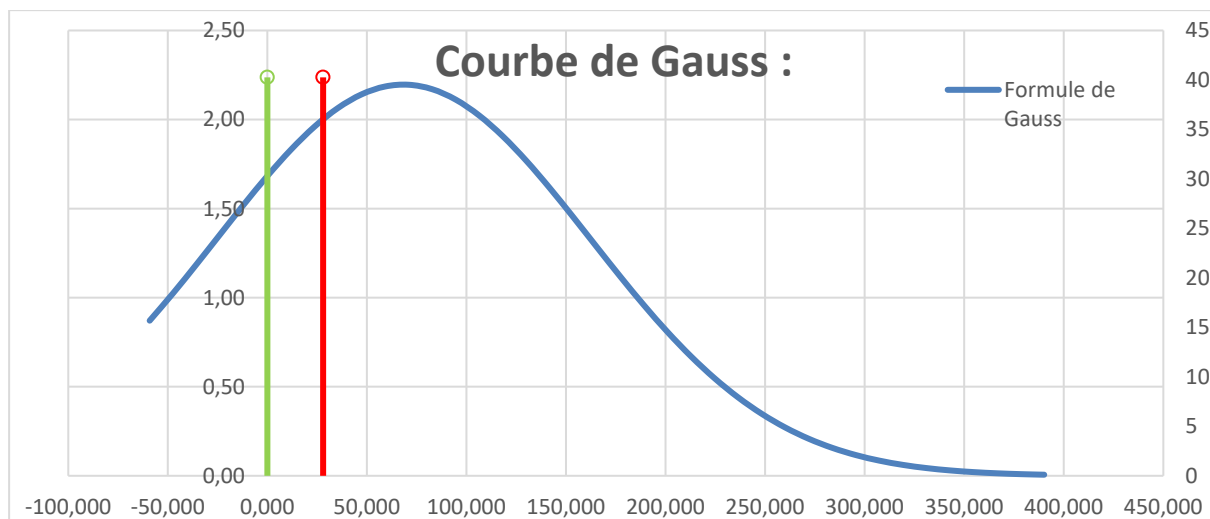


Figure III.9 : Centrage et capabilité du P/100m² de moi novembre 2024 pour type du tissu DENIM (Qualité 2 ; 4)

Le tableau (Tableau III.13) révèle une performance insatisfaisante du processus, avec un R² faible (0,2737) indiquant une faible corrélation entre les données. Les indices de capabilité (Cp=0,0498, Cpk=-0,1435) confirment l’inefficacité du processus à produire dans les tolérances spécifiées. Le sigma estimé est négatif (-0,4304), et le taux de défauts atteint 97,32 %, montre une qualité très faible (2,68 %). Il est essentiel de mettre en œuvre des actions d’amélioration afin de réduire la variabilité.

Diagnostic :	
R ² approché :	0,2737
Cp :	0,0498
Cpk :	-0,1435
Défaut estimé (ppm) :	973219
Sigma estimé (Σ) :	-0,4304
Défaut estimé :	97,32%
Qualité estimée :	2,68%
Analyse :	
La capabilité du processus n'est pas du tout satisfaisante, et le centrage du processus est trop juste.	

Tableau III-13 : Diagnostic du P/100m² du moi novembre 2024 pour type du tissu DENIM (Qualité 2 ; 4)

➤ **Analyse graphique du moi novembre pour le type du tissu NON_DENIM (2 ; 4) :**

Le graphique (Figure III.10) montre la variation de P/100m² pour les tissus NON-DENIM pour les niveaux de qualité 2 et 4, formant une courbe non uniforme durant différents échantillons (1350 échantillons), du mois novembre 2024.

Nous pouvons constater que la majorité des valeurs mesurées (939 valeurs) restent à l'intérieur des limites de contrôle supérieure (28P/100m²) qui représente la qualité 2

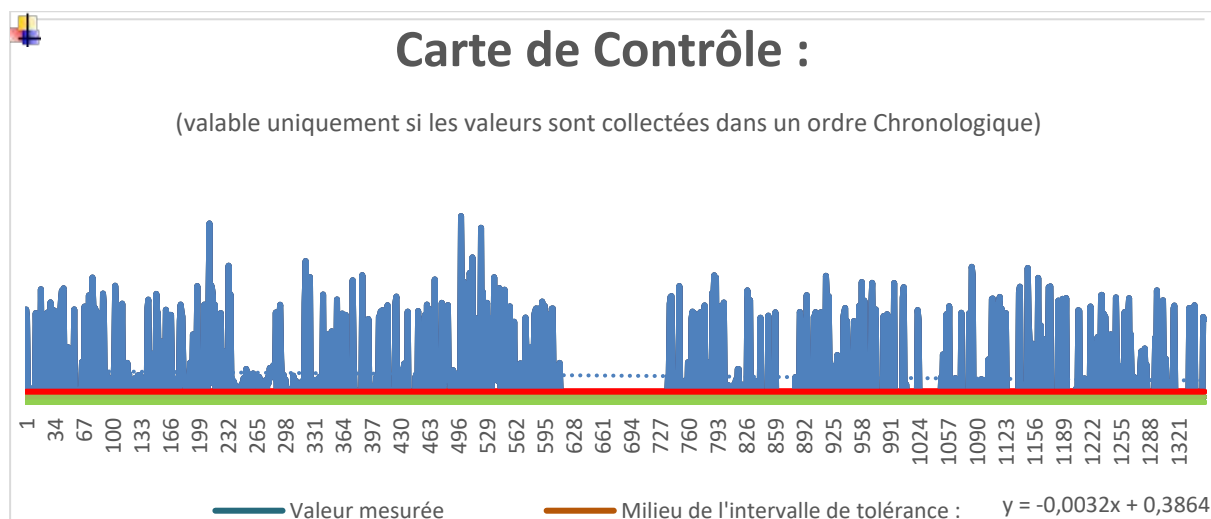


Figure III.10 : Carte de contrôle du P/100m² de moi novembre 2024 pour type du tissu NON_DENIM (Qualité 2 ; 4)

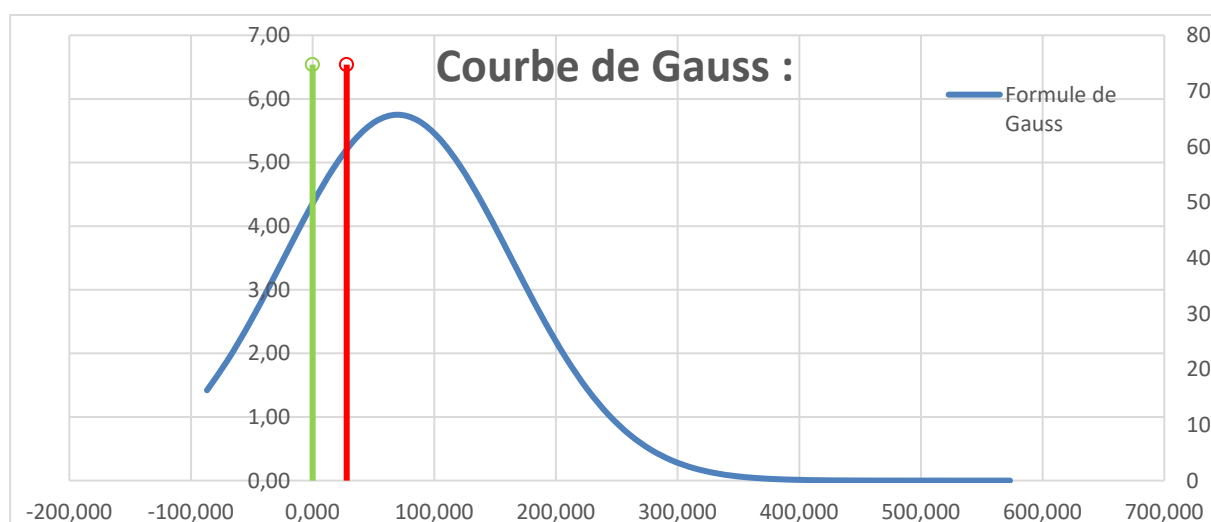


Figure III.11 : Centrage et capabilité du P/100m² de moi novembre 2024 pour type du tissu NON_DENIM (Qualité 2 ; 4).

Selon les résultats de tableau (Tableau III.14), nous remarquons que Le sigma estimé est négatif (-0,4463) avec un taux de défauts élevé de 97,42 %, soit seulement 2,58 % de produits conformes. Les indices de capabilité très faibles (Cp=0,0498 et Cpk=-0,1488) confirment un processus mal centré et incapable de respecter les tolérances

Il est essentiel de faire des actions correctives pour améliorer la production du tissu denim

Diagnostic :	
R ² approché :	0,4397
Cp :	0,0498
Cpk :	-0,1488

Défaut estimé (ppm) :	974188
Sigma estimé (Σ) :	-0,4463
Défaut estimé :	97,42%
Qualité estimée :	2,58%
Analyse :	
La capabilité du processus n'est pas du tout satisfaisante, et le centrage du processus est trop juste.	

Tableau III-14 : Diagnostic du P/100m² du moi novembre 2024 pour type du tissu NON_DENIM

➤ **Analyse graphique du moi décembre pour le type du tissu DENIM :**

Durent le moi décembre, il y a 1270 échantillons de qualité 2 et 4 mesuré sur le graphe ci-dessous (Figure III.12) pour le tissu denim

Les valeurs mesurer qui sont entre la limite inferieur 0 et 28(P/100m²) représentent le total de non-conformité de qualité 4 sont mis en attente de décision (reproduction ou rejeté) et le restent (368 pics) qui dépassent les limites supérieures indiquent une non-conformité et rejeté (qualité 2).

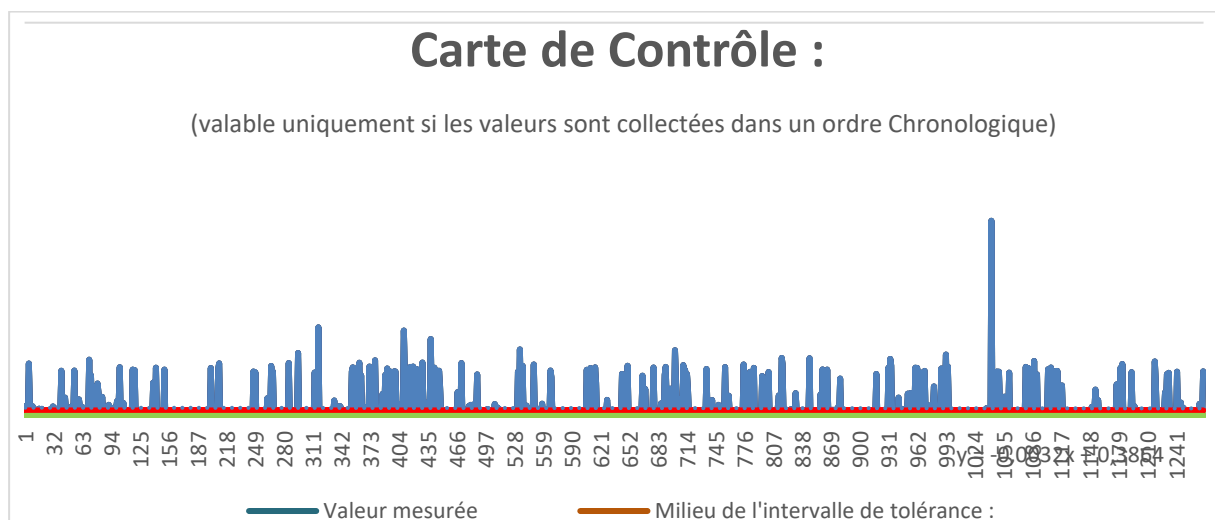


Figure III.12 : Carte de contrôle du P/100m² de moi décembre 2024 pour type du tissu DENIM

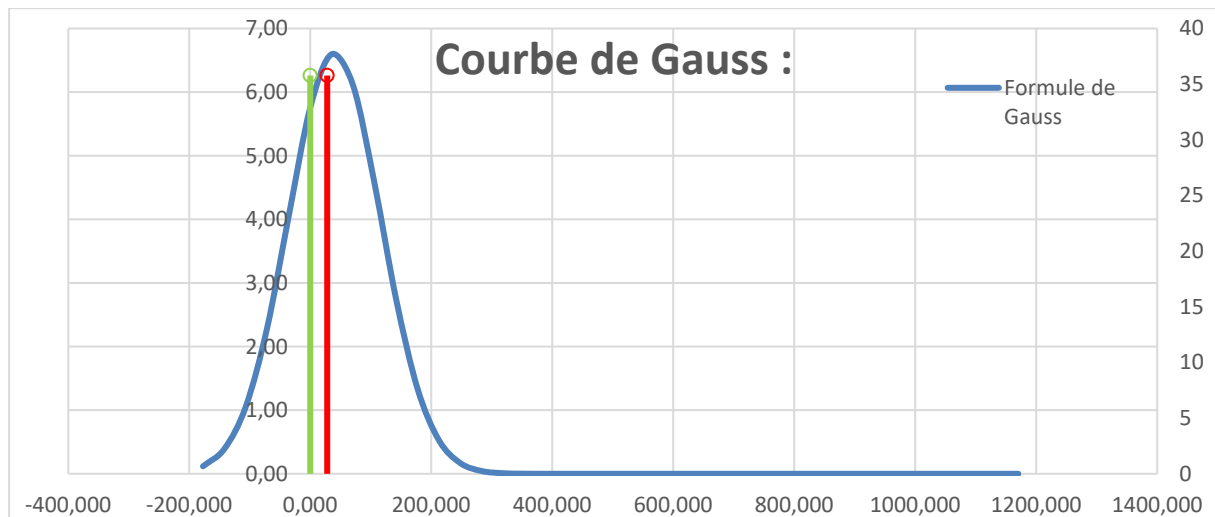


Figure III.13 : Centrage et capabilité du P/100m² de moi décembre 2024 pour type du tissu DENIM

Le diagnostic du tissu denim ci-dessous (Tableau III.15) durant le moi décembre montre que le processus ne respecte ni la performance (C_p (0,0609)) ni le centrage (C_{pk} (-0,0533)) par rapport aux spécifications requise.

Un R^2 approximatif de 0,5496 indique une corrélation moyenne entre les variables du modèle et les données réelles, ainsi la mesure de l'écart-type est négative (-0,1598) ce qui confirme une faible stabilité avec un taux de défauts estimé à 95,15 %, indiquant grande quantité non-conforme.

Diagnostic :	
R ² approché :	0,5496
C _p :	0,0609
C _{pk} :	-0,0533
Défaut estimé (ppm) :	951518
Sigma estimé (Σ) :	-0,1598
Défaut estimé :	95,15%
Qualité estimée :	4,85%
Analyse :	
La capabilité du processus n'est pas du tout satisfaisante, et le centrage du processus est trop juste.	

Tableau III-15 : Diagnostic du P/100m² du moi décembre 2024 pour type du tissu DENIM

➤ **Analyse graphique du moi décembre pour le type du tissu NON_DENIM :**

La carte de contrôle ci-dessous représente les variations de P/100m² pour les tissus DENIM classés en qualité 2 et qualité 4, durant le mois décembre 2024, nous remarquons qu'il y a une courbe de 1562 échantillons. Données observées :

- 700 cas de qualité 4 (non-conformités soumises à décision)
- 862 cas de qualité 2 sont supérieur à limite supérieure (non-conformités critiques rejetées)

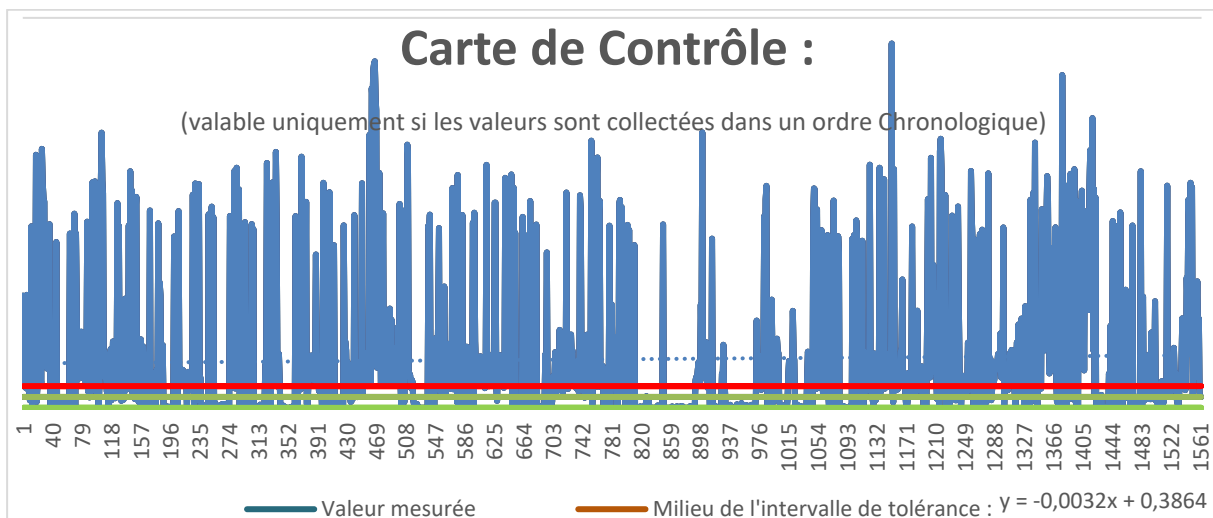


Figure III.14 : Carte de contrôle du P/100m² de moi décembre 2024 pour type du tissu NON_DENIM

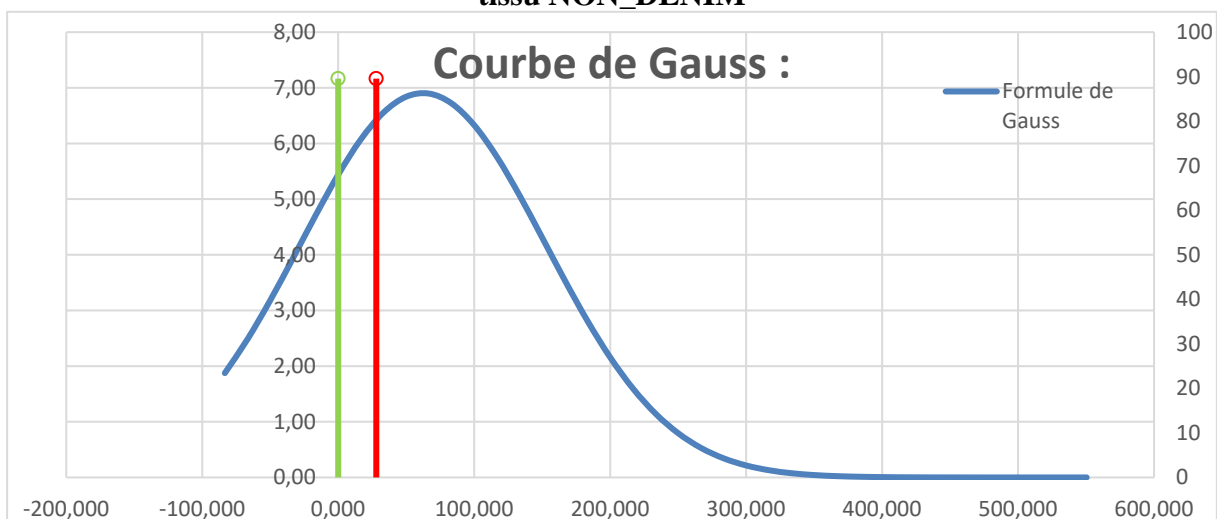


Figure III.15 : Centrage et capabilité du P/100m² de moi décembre 2024 pour type du tissu NON_DENIM

L'examen du diagnostic présenter sur le tableau (Tableau III.16) pour tissu non-denim, on est observé la présence de faible performance avec une capabilité Cp de 0,0517 et un indice Cpk

négatif (-0,1269), indiquant un décentrage par rapport aux spécifications. Le pourcentage de défauts supposé est considérable, s'élevant à 97% (soit 969 984 ppm), alors que la qualité présumée ne serait que de 3%. Le sigma négatif (-0,3806) indique une large variabilité des données et un contrôle insuffisant du processus. Il est donc nécessaire d'apporter une amélioration notable pour obtenir une qualité acceptable

Diagnostic :	
R ² approché :	0,4692
Cp :	0,0517
Cpk :	-0,1269
Défaut estimé (ppm) :	969984
Sigma estimé (Σ) :	-0,3806
Défaut estimé :	97,00%
Qualité estimée :	3,00%
Analyse :	
La capabilité du processus n'est pas du tout satisfaisante, et le centrage du processus est satisfaisant.	

Tableau III-16 : Diagnostic du P/100m² du moi décembre 2024 pour type du tissu NON_DENIM

➤ **Analyse graphique du trois mois pour le type du tissu DENIM (Qualité 1) :**

La carte de contrôle suivante (Figure III.16) montre la stabilité du processus de production de type du tissu denim classé en qualité 1 durant les trois mois, nous avons réalisé une analyse sur un échantillon de 7872 produits inspecté. Notre objectif est vérifié que tous les produits de ce niveau de qualité respectent le seuil de conformité établi (entre 0 et limite supérieur 28p/100m²)

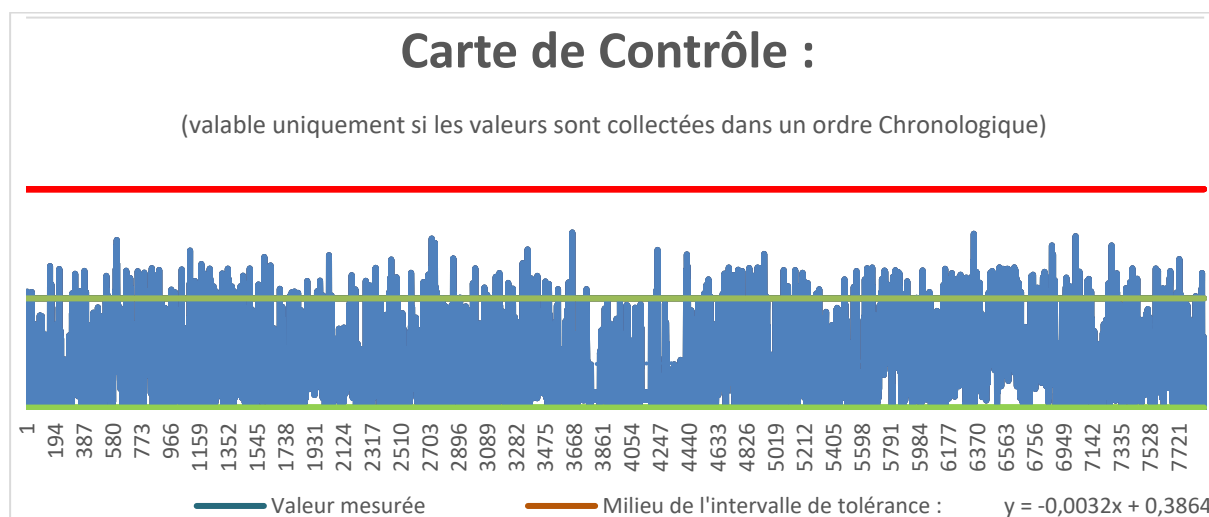


Figure III.16 : Carte de contrôle du P/100m² de trois mois 2024 pour type du tissu DENIM (Qualité 1)

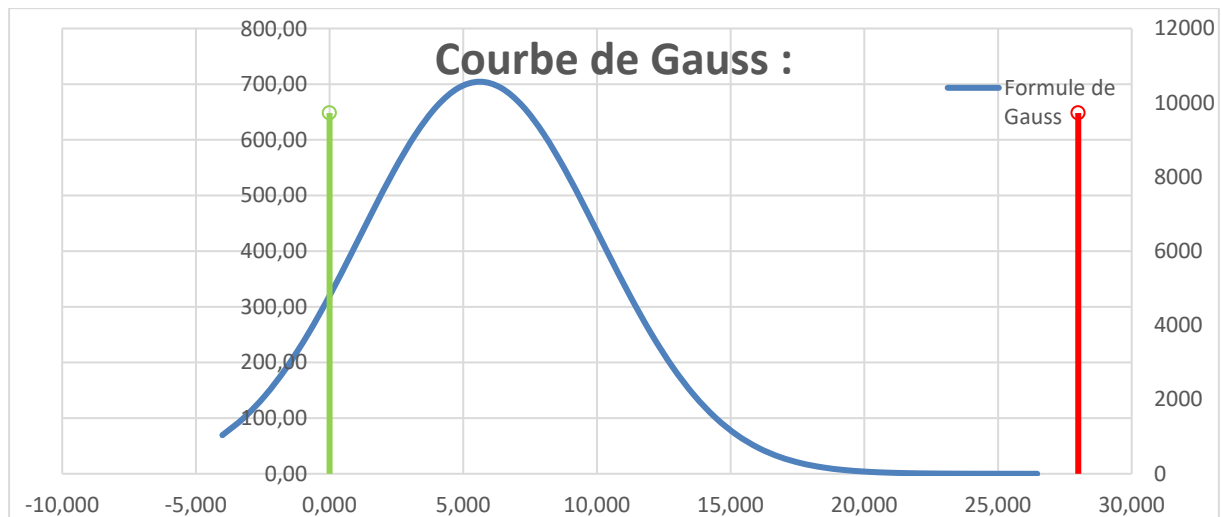


Figure III.17 : Centrage et capabilité du P/100m² de trois mois pour type du tissu DENIM (Qualité 1)

Le diagnostic statistique du processus de production de tissu denim pour le niveau de qualité 1 durant trois mois tableau (Tableau III.17) révèle une performance supérieure comparée aux résultats de qualité 2 et 4. R^2 approché de 0,7794 indique une forte corrélation entre les données du processus et le modèle de régression utilisé indiquant une bonne fiabilité du modèle, L'indice C_p est de 1,0438, ce qui indique que la variabilité du processus est acceptable mais l'indice C_{pk} demeure un mauvais centrage. On estime que le taux de défaillance reste élevé, atteignant 596 172 ppm, ce qui correspond à 59,62 % de produits non conformes, tandis que la qualité estimée est de 40,38 % et Le sigma estimé est de 1,2565, ce qui reste faible. Ce qui confirme la nécessité de corriger le centrage et d'améliorer la stabilité du processus.

Diagnostic :	
R ² approché :	0,7794
C _p :	1,0438
C _{pk} :	0,4188
Défaut estimé (ppm) :	596172
Sigma estimé (Σ) :	1,2565
Défaut estimé :	59,62%
Qualité estimée :	40,38%
Analyse :	
La capabilité du processus est trop juste, et le centrage du processus n'est pas du tout satisfaisant.	

Tableau III-17 : Diagnostic du P/100m² du trois mois pour type du tissu DENIM (Qualité 1)

➤ **Analyse graphique du trois mois pour le type du tissu NON_DENIM (Qualité 1) :**

Le graphique ci-dessous (Figure III.18) a été réalisé 11310 échantillons de qualité 1 sur un total de 15235 produits inspecté, présente la variation de P/100m² pour les tissus NON-DENIM pendant trois mois. Toutes les valeurs sont inférieures ou égale la limite supérieure de 28p/100m².

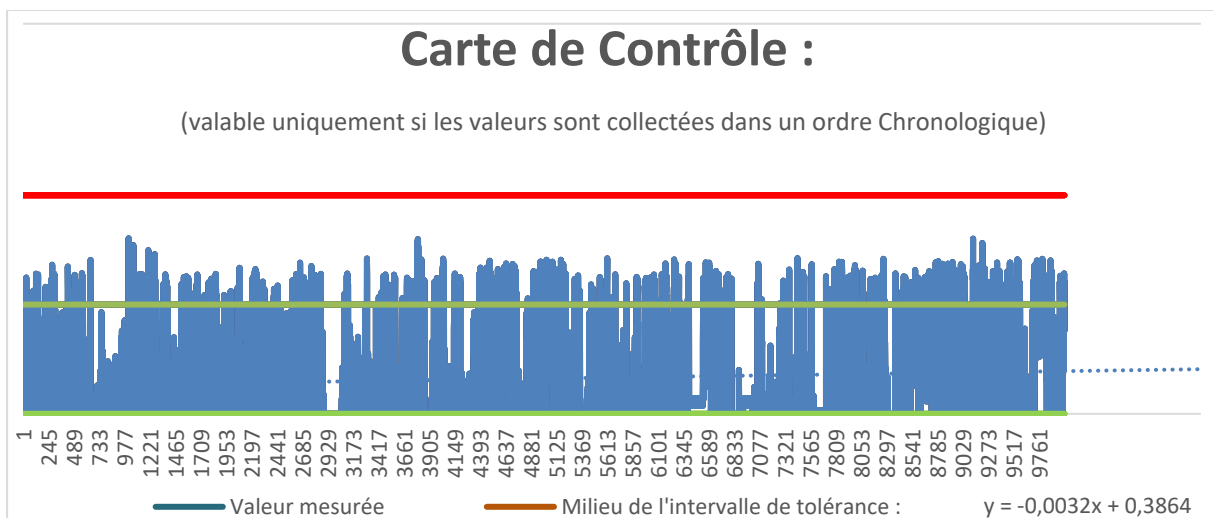


Figure III.18 : Carte de contrôle du P/100m² de trois mois 2024 pour type du tissu NON_DENIM (Qualité 1)

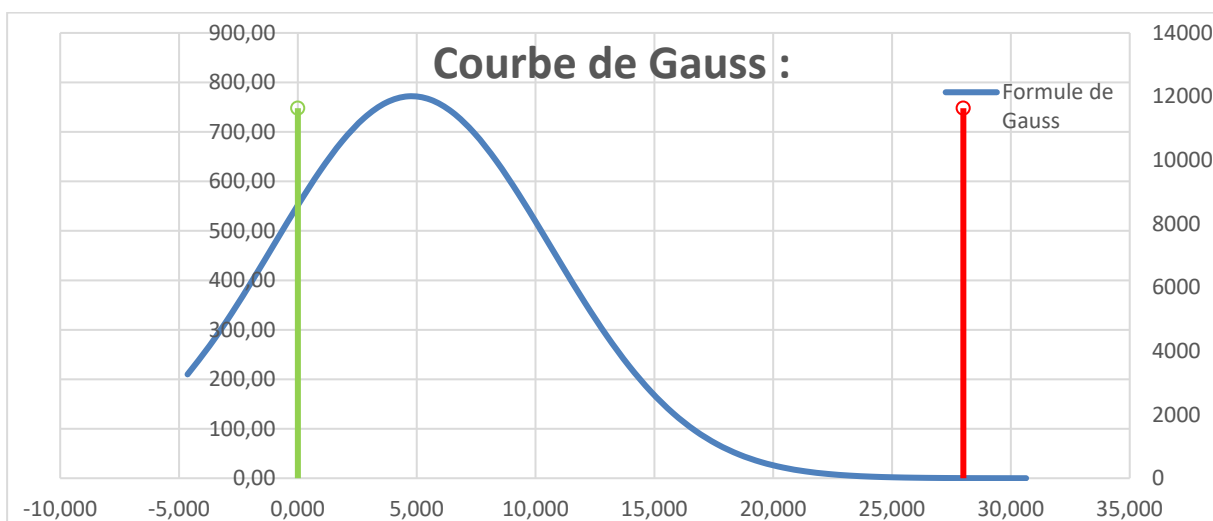


Figure III.19 : Centrage et capabilité du P/100m² de trois mois pour type du tissu NON_DENIM

L'analyse du tissu non-denim ci-dessous (Tableau III.18) indique une qualité estimée à 24,82 %, avec un indice de défauts considérable de 75,18 %. L'estimation du sigma à 0,8197 reflète d'une performance sous-optimale du processus.

Diagnostic :	
R ² approché :	0,3454
C _p :	0,7986
C _{pk} :	0,2732
Défaut estimé (ppm) :	751827
Sigma estimé (Σ) :	0,8197
Défaut estimé :	75,18%
Qualité estimée :	24,82%
Analyse :	
La capacité du processus n'est pas satisfaisante, et le centrage du processus n'est pas du tout satisfaisant.	

Tableau III-18 : Diagnostic du P/100m² du trois mois pour type du tissu NON_DENIM (Qualité 1)

2.3.2. Application de la loi de Pareto :

Afin d'identifier les défauts les plus fréquents effectuant la qualité des tissus, nous avons appliqué l'analyse de Pareto. Cette méthode implique de catégoriser les différents types de défauts suivant leur fréquence d'apparition dans le but de cibler les défauts ayant le plus grand impact sur la qualité de tissu. En se basant sur le principe de Pareto : environ 20% des causes sont responsables de 80% des conséquences. Pour cela, nous avons établi un tableau pour chaque mois et en traitent séparément les tissus Denim et Non-Denim, chaque tableau comprend le type de défaut, le nombre de défauts observé, le pourcentage individuel et le pourcentage cumulé

➤ Analyse de tissu denim-Octobre :

Type de défaut	Nombre de défaut	% du total	% cumulatif
Weaving Preparation Knot /Nœud (préparation au tissage)	424	21,37096774	21,37096774
Tight Twist End/Fin à torsion serrée	404	20,36290323	41,73387097
Coarse Splice-Weft/Épissure grossière (trame)	289	14,56653226	56,30040323
Uneven Yarn /Fil irrégulier	154	7,762096774	64,0625
Broken Pick/Trame cassée	133	6,703629032	70,76612903
Tight End/Fil de chaîne tendue	108	5,443548387	76,20967742

Stop Mark/Marque d'arrêt	86	4,334677419	80,54435484
Slack End/Fil de chaîne lâche	77	3,881048387	84,42540323
Half Pick/Demi-trame	43	2,16733871	86,59274194
Beading Weft/ perles sur trame	38	1,915322581	88,50806452
Sizing Mark /Marque d'encollage	38	1,915322581	90,4233871
Finishing Stain /Tache de finition	30	1,512096774	91,93548387
Crease (Weaving)/Pli (tissage)	25	1,260080645	93,19556452
Short Piece/Pièce courte	24	1,209677419	94,40524194
Tear (Finishing)/Déchirure (finition)	17	0,856854839	95,26209677
Crease/Pli	14	0,705645161	95,96774194
Reed Mark/Marque de peigne	10	0,504032258	96,47177419
HOLE TRANSPORT /Trou de transport	9	0,453629032	96,92540323
Double Pick / Double trame	8	0,403225806	97,32862903
Singeing Defect /Défaut de flambage	8	0,403225806	97,73185484
Tangle/Float / Nœud/flottement	7	0,352822581	98,08467742
Water Mark / Trace d'eau	6	0,302419355	98,38709677
Double End/ Double fil de chaîne	5	0,252016129	98,6391129
Hole /Trou	5	0,252016129	98,89112903
Sanfor Crinkle/ Froissage Sanfor	5	0,252016129	99,14314516
Width Variation/ Variation de largeur	5	0,252016129	99,39516129
Miss Warp / Omission de chaîne	4	0,201612903	99,59677419
Wrong Denting/Dentinage incorrect	4	0,201612903	99,7983871

Yarn Piece/Morceau de fil	4	0,201612903	100
---------------------------	---	-------------	-----

Tableau III-19 : Répartition des défauts par type de tissu denim_mois d’octobre

A partir de ce tableau, nous avons construit un diagramme de Pareto mensuels pour chaque type de tissu(DENIM, NON-DENIM). Cette analyse de graphique nous a permis d’identifier de manière claire les défauts prioritaire à traiter , tel présente dans le diagramme ci-dessus :

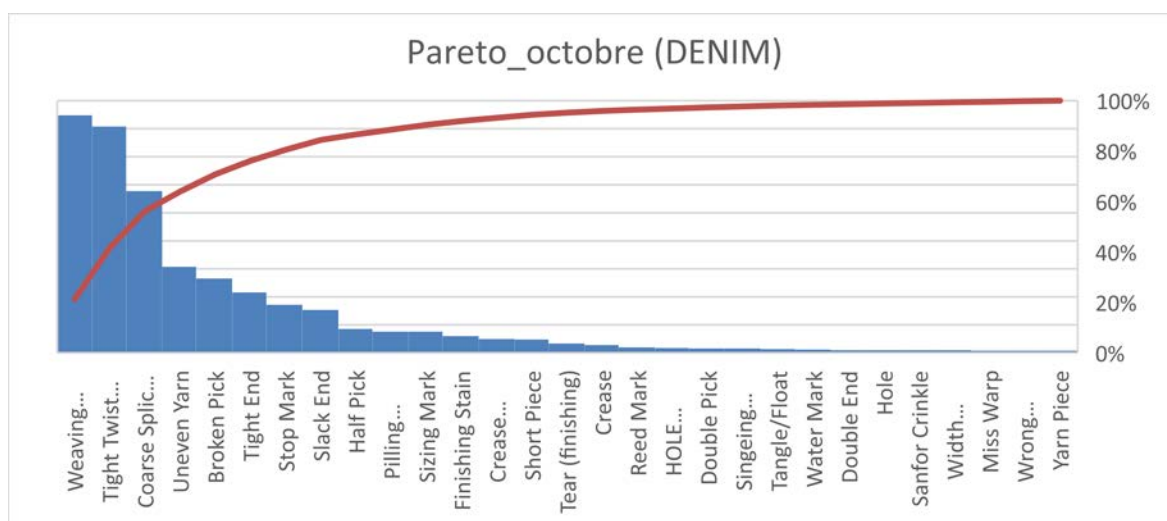


Figure III.20 : Diagramme de Pareto du tissu denim-Octobre

Interprétation :

L’analyse de diagramme de Pareto indique que cinq principaux défauts (Tight Twist End, Coarse Splice-Weft, UnevenYarn, Broken Pick, Tight End) représentant la majorité des anomalies identifiées, dépassant 70% du total, l’origine de ces défauts étant principalement liée aux unités de tissage et préparation de tissus.

➤ **Analyse de tissu non-denim-Octobre :**

Type de défaut	Nombre de défauts	% du total	% cumulatif
Tangle/Float/ (Nœud / Flottement)	2213	16,66164734	16,66164734
Warp Slub/Épaississement de chaîne	1757	13,22842945	29,8900768
Coarse Splice-Weft/Épissure grossière – trame	1730	13,02514682	42,91522361
Finishing Stain	1094	8,236711339	51,15193495
Coarse Splice (Warp)/ Épissure grossière (chaîne)	1024	7,709682277	58,86161723

Mark On Weft/	833	6,271645836	65,13326306
Foreign Fiber/	635	4,78090649	69,91416955
Weaving Preparation Knot/ Nœud de préparation au tissage	571	4,299051348	74,2132209
Fluff/ Peluche	544	4,09576871	78,30898961
Crease/ Pli	543	4,088239723	82,39722933
Yarn Piece/ Morceau de fil	417	3,139587412	85,53681674
Half Pick/ Demi-passe	395	2,973949706	88,51076645
Tight Twist End/ Extrémité trop torsadée	232	1,746724891	90,25749134
Short Piece/Pièce courte	208	1,566029212	91,82352055
Stop Mark/ Marque d'arrêt	188	1,41544948	93,23897003
Warp Streak (Finishing)/ Traînée de chaîne (finition)	157	1,182050896	94,42102093
Slack End/ Fil lâche	102	0,767956633	95,18897756
Different Yarn/ Fil différent	95	0,715253727	95,90423129
Balls/ Bouloches	86	0,647492847	96,55172414
Width Variation/ Variation de largeur	77	0,579731968	97,13145611
Temple Mark/ Marque de tendeur	61	0,459268183	97,59072429
Sanfor Crinkle/ Froissement Sanfor	43	0,323746424	97,91447071
Blanket Mark/ Marque de nappe	40	0,301159464	98,21563018
Wrong Draw-In/ Mauvais rentrage	30	0,225869598	98,44149977
Water Mark/ Marque d'eau	28	0,210811625	98,6523114
Tear (Finishing)/ Déchirure (finition)	28	0,210811625	98,86312302
Broken Pick/ Trame cassée	27	0,203282638	99,06640566
Washing Machine Stop	27	0,203282638	99,2696883
Double End/ Double fil de chaîne	26	0,195753652	99,46544195
Warp Streak (Weaving)/ Traînée de chaîne (tissage)	19	0,143050745	99,6084927
Double Pick/ Double passe	14	0,105405812	99,71389851

Uneven Yarn/ Fil irrégulier	11	0,082818853	99,79671736
Liza Defect/ Défaut Liza	7	0,052702906	99,84942027
Finish Machine Stop/ Arrêt machine de finition	5	0,037644933	99,8870652
HOLE TRANSPORT/ Trou – Transport	4	0,030115946	99,91718115
Sizing Mark/ Marque d'encollage	2	0,015057973	99,93223912
Joint/ Jonction	2	0,015057973	99,94729709
Indigo Dyeing Stop/ Arrêt de teinture indigo	2	0,015057973	99,96235507
Foreign Yarn/ Fil étranger	2	0,015057973	99,97741304
Color Difference/ Différence de couleur	2	0,015057973	99,99247101
Miss Warp/ Fil de chaîne manquant	1	0,007528987	100

Tableau III-20 : Répartition des défauts par type de tissu non-denim_mois d’octobre

A partir de ces données, nous avons réalisé un diagramme de Pareto pour mois d’octobre (NON-DENIM) est présenté dans la figure ci-dessous (Figure III.21) :

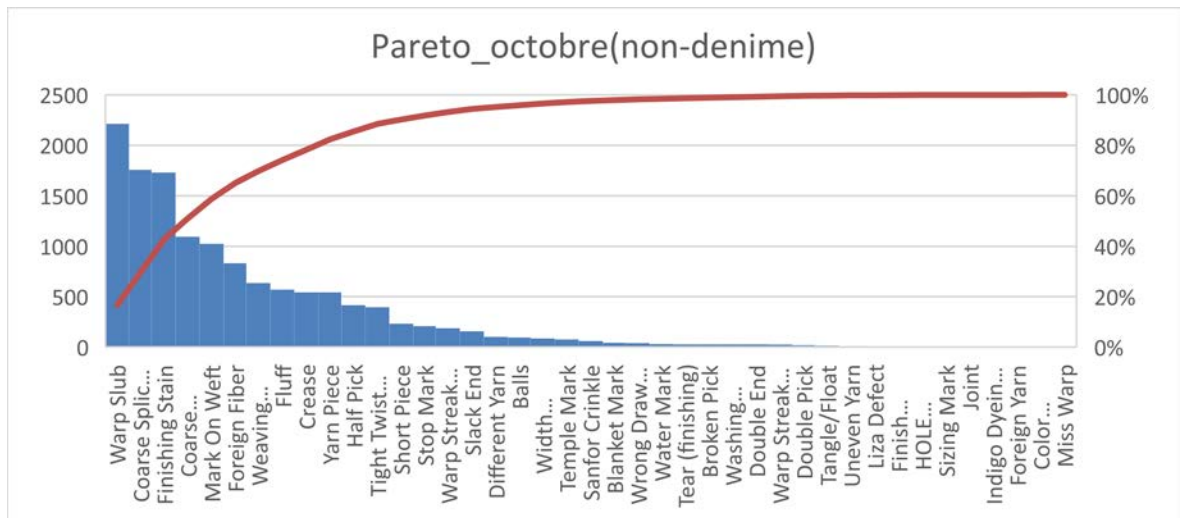


Figure III.21 : Diagramme de Pareto du tissu non-denim-Octobre

Interprétation :

Le diagramme de Pareto de mois d'octobre (non-denim) montre que la majorité des défauts observés durant ce mois, sont dus principalement à (Warp-Slub, Coarse Splice-Weft, Finishing Stain, Coarse Splice (Warp), Mark On Weft, Foreign Fiber, Weaving Preparation Knot, Fluff) ces défauts on atteint plus de 65 %.

Les défauts identifiés sont principalement liés aux l'unité de filature et aux étapes de tissage et de l'ennoblissement.

➤ **Analyse de tissu denim-Novembre :**

Type de défaut	Nombre de défaut	% du total	% cumulatif
Coarse Splice-Weft / Épissure grossière (trame)	2 268	37,53723932	37,53723932
Weaving Preparation Knot / Nœud (préparation au tissage)	1 217	20,14233697	57,6795763
Sizing Mark / Marque d'encollage	499	8,258854684	65,93843098
Balls / Boulettes de fibres	422	6,984442238	72,92287322
HOLE TRANSPORT / Trou (transport)	275	4,551473022	77,47434624
Warp Streak (Finishing) / Strie de chaîne (finition)	199	3,293611387	80,76795763
Tangle/Float / Nœud / Flottement	172	2,84673949	83,61469712
Uneven Yarn / Fil irrégulier	121	2,00264813	85,61734525
Different Yarn / Fil différent	106	1,754385965	87,37173121
Short Piece / Pièce courte	100	1,655081099	89,02681231
Tight End / Fil de chaîne trop tendu	89	1,473022178	90,49983449
Slack End / Fil de chaîne détendu	81	1,34061569	91,84045018
Bobin Change / Changement de bobine	76	1,257861635	93,09831182
Reed Mark / Marque de peigne	63	1,042701092	94,14101291
Stop Mark / Marque d'arrêt	57	0,943396226	95,08440914
Width Variation / Variation de largeur	43	0,711684873	95,79609401
Finishing Stain / Tache de finition	36	0,595829196	96,3919232
Half Pick / Demi-trame	36	0,595829196	96,9877524

Crease / Pli	29	0,479973519	97,46772592
Broken Warp / Fil de chaîne cassé	26	0,430321086	97,898047
Yarn Piece / Morceau de fil	26	0,430321086	98,32836809
Double Pick / Double insertion de trame	19	0,314465409	98,6428335
Pilling/Beading Weft / Boulochage / Billes (trame)	19	0,314465409	98,95729891
Tear (finishing) / Déchirure (finition)	16	0,264812976	99,22211188
Blanket Mark / Marque de couverture	11	0,182058921	99,4041708
Double End / Double fil de chaîne	7	0,115855677	99,52002648
Joint / Jonction	6	0,099304866	99,61933135
Wrong Denting / Peignage incorrect	6	0,099304866	99,71863621
Sanfor Machine Stop / Arrêt machine sanfor	5	0,082754055	99,80139027
Singeing Defect / Défaut de gazage	3	0,049652433	99,8510427
Tight Twist End / Fil fortement retordu	3	0,049652433	99,90069513
Warp Streak (Weaving) / Strie de chaîne (tissage)	3	0,049652433	99,95034757
Sanfor Crinkle / Plissement sanfor	2	0,033101622	99,98344919
Finish Machine Stop / Arrêt machine de finition	1	0,016550811	100

Tableau III-21 : Répartition des défauts par type de tissu denim_mois Novembre

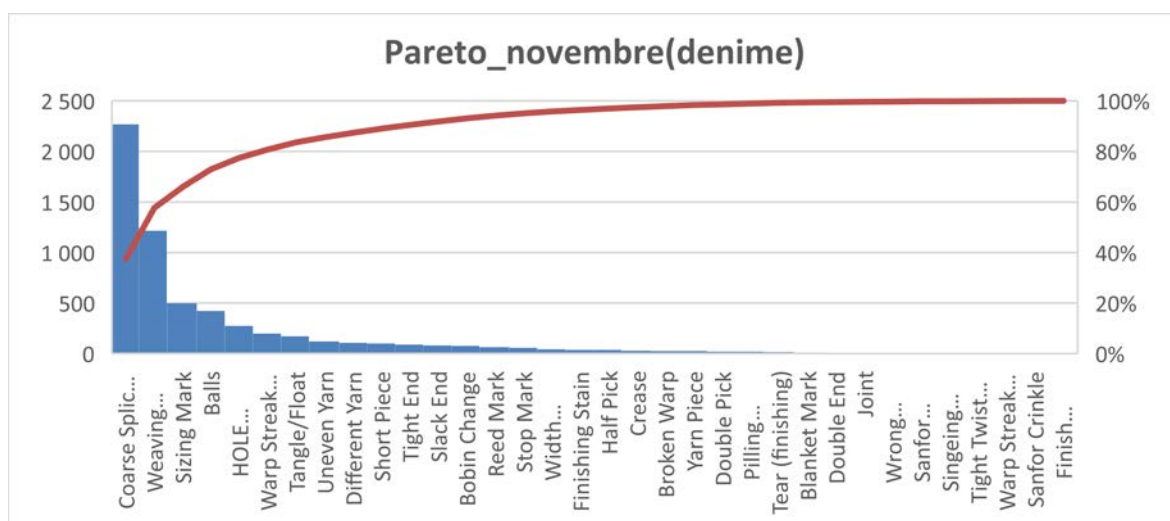


Figure III.22 : Diagramme de Pareto du tissu denim-Novembre

Interprétation :

L'analyse de Pareto des défauts relevés sur le tissu denim de Tayal indique que *Coarse Splice-Weft* (37,5 %), *Weaving Preparation Knot* (20,1 %) et *Sizing Mark* (8,3 %) représentent à eux seuls **65,9 %** des non-conformités, atteignant **77,5 %** avec les cinq premiers défauts. Selon les principes de l'approche Lean Six Sigma, cette analyse permet de prioriser les actions correctives sur les étapes les plus critiques du processus, en particulier celles relatives au niveau d'unité de filature et l'unité de préparation du tissu.

➤ **Analyse de tissu non-denim-Novembre :**

Type de défaut	Nombre de défauts	%du Total	% cumulatif
Finishing Stain / Tache de finition	8 756	31,68675135	31,68675135
Coarse Splice-Weft / Épissure grossière (trame)	4 589	16,60695545	48,2937068
Slack End / Fil de chaîne détendu	1 798	6,506712988	54,80041979
Weaving Preparation Knot / Nœud (préparation au tissage)	1 731	6,264249267	61,06466906
Fluff / Peluche	1 282	4,639380451	65,70404951
Half Pick / Demi-trame	1 115	4,035030579	69,73908009
Crease / Pli	998	3,611623783	73,35070387
Stop Mark / Marque d'arrêt	985	3,564578584	76,91528245
Tangle/Float / Nœud / Flottement	911	3,296782832	80,21206528
Coarse Warp / Chaîne grossière	874	3,162884956	83,37495024
Tight Twist End / Fil fortement retordu	847	3,065175696	86,44012594
Sanfor Crinkle / Plissement sanfor	582	2,106177397	88,54630333
Width Variation / Variation de largeur	504	1,823906199	90,37020953
Broken Warp / Fil de chaîne cassé	461	1,668295154	92,03850469
Warp Streak (Finishing) / Strie de chaîne (finition)	456	1,650200847	93,68870553
Short Piece / Pièce courte	391	1,414974849	95,10368038
Yarn Piece / Morceau de fil	307	1,110990482	96,21467086
Tear (finishing) / Déchirure (finition)	174	0,629681902	96,84435277

Double Pick / Double insertion de trame	122	0,441501104	97,28585387
Color Difference / Différence de couleur	94	0,340172982	97,62602685
HOLE TRANSPORT / Trou (transport)	83	0,300365505	97,92639236
Broken Pick / Trame cassée	74	0,267795751	98,19418811
Foreign Fiber / Fibre étrangère	60	0,21713169	98,4113198
Joint / Jonction	56	0,202656244	98,61397604
Balls / Boulettes de fibres	55	0,199037383	98,81301343
Stenter Defect / Défaut de rame	52	0,188180798	99,00119422
Finish Machine Stop / Arrêt machine de finition	43	0,155611045	99,15680527
Washing Machine Stop / Arrêt machine de lavage	42	0,151992183	99,30879745
Weft Knot / Nœud de trame	34	0,123041291	99,43183874
Wrong Denting / Peignage incorrect	30	0,108565845	99,54040459
Different Yarn / Fil différent	22,00	0,079614953	99,62001954
Foreign Yarn / Fil étranger	18	0,065139507	99,68515905
Warp Slub / Épaississement de chaîne	17	0,061520646	99,74667969
Oil Stain / Tache d'huile	14	0,050664061	99,79734376
Uneven Yarn / Fil irrégulier	12	0,043426338	99,84077009
Wrong Draw-In / Enfilage incorrect	12,00	0,043426338	99,88419643
Miss Pick / Trame manquante	8	0,028950892	99,91314732
Warp Streak (Weaving) / Strie de chaîne (tissage)	7	0,025332031	99,93847935
Bobin Change / Changement de bobine	4	0,014475446	99,9529548
Double End / Double fil de chaîne	4	0,014475446	99,96743025
Folded Edge / Bord replié	2	0,007237723	99,97466797
Liza Defect / Défaut Liza	2	0,007237723	99,98190569
Sizing Mark / Marque d'encollage	2	0,007237723	99,98914342
Water Mark / Tache d'eau	2	0,007237723	99,99638114
Mark On Weft / Marque sur trame	1	0,003618862	100

Tableau III-22 : Répartition des défauts par type de tissu non-denim_ Novembre

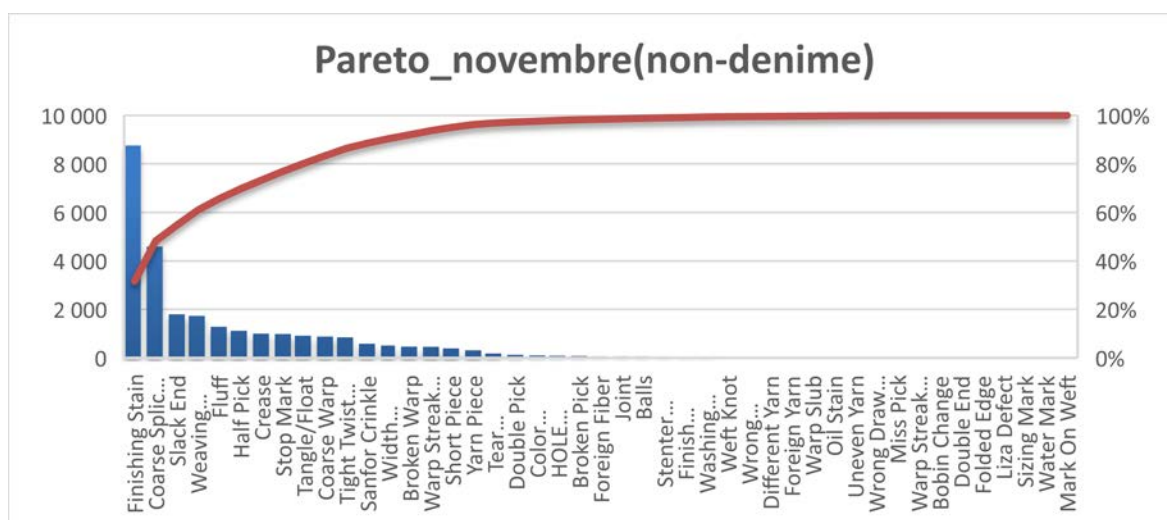


Figure III.23 : Diagramme de Pareto du tissu non-denim_Novembre

Interprétation :

L'analyse des défauts du tissu non-denim montre que huit types de défauts principaux (*Finishing Stain, Coarse Splice-Weft, Slack End, Weaving Preparation Knot, Fluff, Half Pick, Crease, Stop Mark*) totalisent à elles seules près de 76 % des non-conformités. Elle implique une priorité d'intervention au niveau du tissage et de la finition et la filature.

➤ **Analyse de tissu denim-décembre :**

Type de défaut	Nombre de défauts	%du Total	% cumulatif
Sizing Mark / Marque d'encollage	5575	35,09379328	35,09379328
Coarse Splice-Weft / Épissure grossière (trame)	3781	23,80083092	58,8946242
Weaving Preparation Knot / Nœud (préparation au tissage)	1216	7,654538587	66,54916278
Stop Mark / Marque d'arrêt	1202	7,566410676	74,11557346
Yarn Fluff / Peluche de fil	757	4,765202065	78,88077553
Warp Streak (Finishing) / Strie de chaîne (finition)	657	4,135716984	83,01649251
Tangle/Float / Nœud / Flottement	295	1,85698099	84,8734735
Tight End / Fil de chaîne tendu	373	2,347979353	87,22145285
Half Pick / Demi-trame	325	2,045826514	89,26727937
Slack End / Fil de chaîne détendu	141	0,887573964	90,15485333

Different Shade Warp / Nuance différente (chaîne)	136	0,85609971	91,01095304
Fluff / Peluche	92	0,579126275	91,59007932
HOLE TRANSPORT / Trou (transport)	83	0,522472617	92,11255193
Short Piece / Pièce courte	85	0,535062319	92,64761425
Warp Slub / Épaississement de chaîne	76	0,478408662	93,12602291
Pilling/Beading Weft / Boulochage / perlage trame	75	0,472113811	93,59813672
Broken Warp / Fil de chaîne cassé	70	0,440639557	94,03877628
Crease / Pli	68	0,428049855	94,46682614
Tear (finishing) / Déchirure (finition)	66	0,415460154	94,88228629
Color Difference / Différence de couleur	58	0,365101347	95,24738764
Yarn Piece / Morceau de fil	55	0,346216795	95,59360443
Wrong Denting / Peignage incorrect	55	0,346216795	95,93982123
Balls / Boulettes de fibres	53	0,333627093	96,27344832
Warp Streak (Weaving) / Strie de chaîne (tissage)	47	0,295857988	96,56930631
Width Variation / Variation de largeur	45	0,283268287	96,85257459
Neppy Yarn / Fil à néps	41	0,258088883	97,11066348
Weft Knot / Nœud de trame	35	0,220319778	97,33098326
Sizing Machine Stop / Arrêt machine d'encollage	27	0,169960972	97,50094423
Mark On Weft / Marque sur trame	26	0,163666121	97,66461035
Blanket Mark / Marque de couverture	25	0,15737127	97,82198162
Singeing Defect / Défaut de gazage	23	0,144781569	97,96676319
Tight Twist End / Fil fortement retordu	23	0,144781569	98,11154476
Broken Pick / Trame cassée	136	0,85609971	98,96764447
Kinky Filling / Trame frisée	21	0,132191867	99,09983633
Selvedge Defect / Défaut de lisière	21	0,132191867	99,2320282
Miss Pick / Trame manquante	16	0,100717613	99,33274581

Uneven Yarn / Fil irrégulier	17	0,107012464	99,43975828
Miss Warp / Chaîne manquante	15	0,094422762	99,53418104
Bobin Change / Changement de bobine	14	0,088127911	99,62230895
Joint / Jonction	12	0,07553821	99,69784716
Sanfor Machine Stop / Arrêt machine sanfor	10	0,062948508	99,76079567
Double End / Double fil de chaîne	9	0,056653657	99,81744933
Finishing Stain / Tache de finition	8	0,050358806	99,86780813
Sanfor Crinkle / Plissement sanfor	8	0,050358806	99,91816694
Double Pick / Double insertion de trame	5	0,031474254	99,94964119
Water Mark / Tache d'eau	3	0,018884552	99,96852575
Sticky Fiber / Fibre collante	3	0,018884552	99,9874103
Washing Machine Stop / Arrêt machine de lavage	1	0,006294851	99,99370515
Sizing Mark / Marque d'encollage	1	0,006294851	100

Tableau III-23 : Répartition des défauts par type de tissu denim_ Décembre

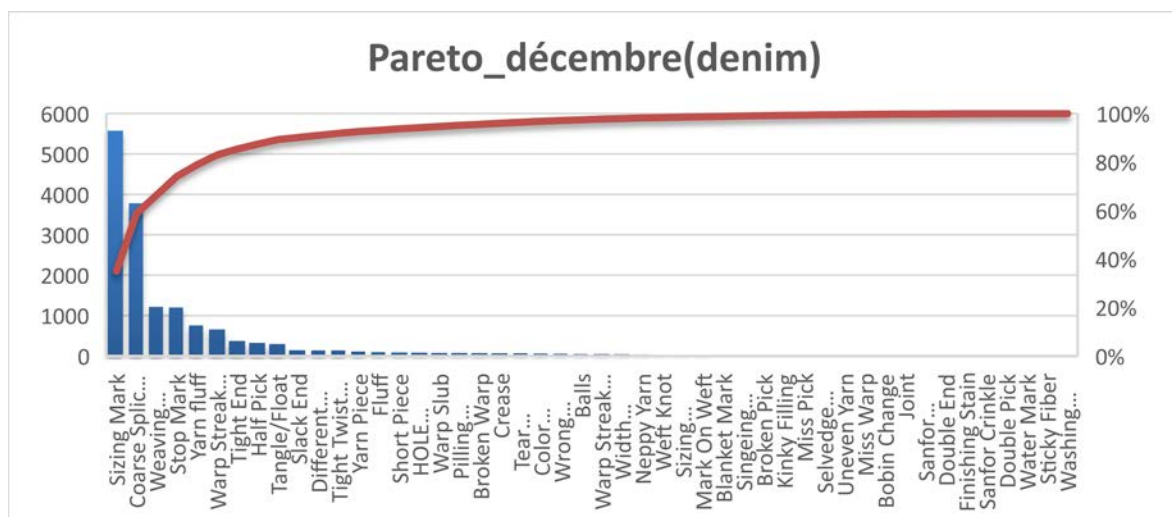


Figure III.24 : Diagramme de Pareto du tissu denim_ Décembre

Interprétation :

L'étude des défauts observés dans le tissu denim montre que la majorité des non-conformités provient d'un nombre limité de défauts. En effet, les cinq défauts (*Sizing Mark* (35 %), *Coarse Splice-Weft* (23,8 %), *Weaving Preparation Knot* (7,7%), *Stop Mark* (7,6) et *Yarn fluff*(4,8%)) qui totalisent ensemble près de 79% des défauts relevés.

Cette analyse permet de repérer les principaux départements de défauts, notamment au niveau de l'unité de filature et du tissage, à cibler en priorité pour améliorer la qualité du tissu

➤ **Analyse de tissu non-denim-décembre :**

Type de défaut	Nombre de défauts	%du Total	% cumulatif
Weaving Preparation Knot / Nœud (préparation au tissage)	5316,00	23,71	23,71
Coarse Splice-Weft / Épaisseur grossière (trame)	4653,00	20,75	44,45
Finishing Stain / Tache de finition	3389,00	15,11	59,57
Fluff / Peluche	2019,00	9,00	68,57
Crease / Pli	1209,00	5,39	73,96
Weft Slub / Épaississement de trame	647,00	2,89	76,85
Foreign Fiber / Fibre étrangère	604,00	2,69	79,54
Yarn Piece / Morceau de fil	418,00	1,86	81,40
Balls / Boulettes de fibres	400,00	1,78	83,19
Width Variation / Variation de largeur	396,00	1,77	84,95
Sanfor Crinkle / Plissement sanfor	369,00	1,65	86,60
Half Pick / Demi-trame	349,00	1,56	88,16
Water Mark / Tache d'eau	347,00	1,55	89,70
Broken Warp / Fil de chaîne cassé	334,00	1,49	91,19
Stop Mark / Marque d'arrêt	304,00	1,36	92,55
Slack End / Fil de chaîne détendu	289,00	1,29	93,84
Warp Streak (Finishing) / Strie de chaîne (finition)	268,00	1,20	95,03
Stained Warp / Chaîne tachée	261,00	1,16	96,20
Short Piece / Pièce courte	213,00	0,95	97,15

Foreign Yarn / Fil étranger	103,00	0,46	97,61
Tear (finishing) / Déchirure (finition)	73,00	0,33	97,93
Joint / Jonction	66,00	0,29	98,23
Different Yarn / Fil différent	56,00	0,25	98,47
Double Pick / Double insertion de trame	49,00	0,22	98,69
Washing Machine Stop / Arrêt machine de lavage	46,00	0,21	98,90
Color Difference / Différence de couleur	41,00	0,18	99,08
Weft Knot / Nœud de trame	35,00	0,16	99,24
Finish Machine Stop / Arrêt machine de finition	28,00	0,12	99,36
Points / Points (défauts ponctuels)	28,00	0,12	99,49
Coarse Warp / Fil de chaîne grossier	26,00	0,12	99,60
Sanfor Machine Stop / Arrêt machine sanfor	18,00	0,08	99,68
Hole Transport / Trou (transport)	17,00	0,08	99,76
Miss Warp / Chaîne manquante	10,00	0,04	99,80
Wrong Denting / Peignage incorrect	9,00	0,04	99,84
Tangle/Float / Nœud / Flottement	8,00	0,04	99,88
Mark On Weft / Marque sur trame	7,00	0,03	99,91
Wrong Draw-In / Enfilage incorrect	6,00	0,03	99,94
Uneven Yarn / Fil irrégulier	5,00	0,02	99,96
Reed Mark / Marque de peigne	4,00	0,02	99,98
Pilling/Beading Weft / Boulochage / perlage trame	3,00	0,01	99,99
Liza Defect / Défaut de liza	2,00	0,01	100,00

Tableau III-24 : Répartition des défauts par type de tissu non-denim_Décembre

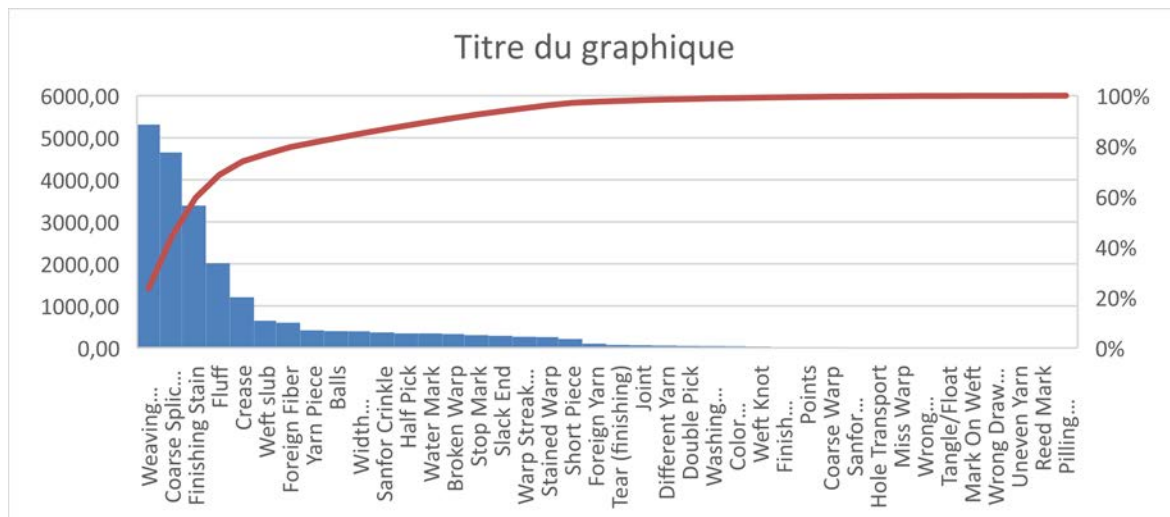


Figure III.25 : Diagramme de Pareto du tissu non-denim_Décembre

Interprétation :

L'analyse du diagramme de Pareto montre que les six premiers défauts recensés (weaving, Préparation Knot, Coarse Splice-west, Finishing Stain, Fluff, Crease, Warp Slub, Weft Slub) totalisent près de 75 % des cas observés. Cela signifie que la majorité des problèmes proviennent d'un petit nombre de sources, principalement liées aux phases de filature, tissage et l'ennoblissement. Une attention particulière à ces étapes permettrait d'améliorer nettement la qualité du tissu.

➤ **Regroupement des Défauts majeurs par ces origines département pour les Tissus Denim et Non Denim :**

Les tableaux suivants regroupent les défauts majeurs observés pour les tissus denim (10 défauts) et non-denim (13 défauts), répartis selon les départements concernés. On trouve que les 4 département responsable (Filature, l'étape de préparation de tissu, tissage et l'ennoblissement).

Cette classification facilite l'identification des sources majeures de non-conformité pour mieux prioriser les actions correctives d'amélioration.

Défaut	Département
Weaving Preparation Knot / Nœud (préparation au tissage)	Préparation au tissage
Tight Twist End / Extrémité à torsion serrée	Filature
Coarse Splice-Weft / Épissure grossière (trame)	Filature

Uneven Yarn / Fil irrégulier	Filature
Broken Pick / Trame cassée	Tissage
Tight End / Fil de chaîne tendu	Tissage
Sizing Mark / Marque d'encollage	Préparation au tissage
Balls / Boulettes de fibres	Préparation au tissage
HOLE TRANSPORT / Trou (transport)	
Stop Mark / Marque d'arrêt	Tissage

Tableau III-25 : Défauts majeurs par département de production (DENIM)

Défaut	Département
Warp Slub / Bouloche de chaîne	Filature
Coarse Splice-Weft / Épaisseur grossière (trame)	Filature
Finishing Stain / Tache de finition	Ennoblement
Coarse Splice (Warp) / Épaisseur grossière (chaîne)	Filature
Mark On Weft / Marque sur la trame	Tissage
Foreign Fiber / Fibre étrangère	Filature
Weaving Preparation Knot / Nœud (préparation au tissage)	Préparation au tissage
Fluff / Peluche	Tissage
Slack End / Fil de chaîne lâche	Préparation au tissage
Half Pick / Demi-trame	Tissage
Crease / Pli	Ennoblement
Stop Mark / Marque d'arrêt	Tissage
Weft Slub / Bouloche de trame	Filature

Tableau III-26 : Défauts majeurs par département de production (NON-DENIM)

2.3.3. Diagramme d'Ishikawa (causes-effets) :

Afin d'analyser les principales causes des défauts de qualité dans la production textile à l'aide de diagrammes d'Ishikawa, nous avons réussi à saisir plus précisément les facteurs qui affectent la non-conformité des tissus fabriqués. Cette méthode permet en effet de représenter de manière structurée l'ensemble des causes potentielles d'un problème spécifique. Pour notre cas, nous avons conçu cinq schémas distincts, chacun représentant un département responsable (filature, la préparation au tissage, le tissage et l'unité de l'ennoblissement).

Cette méthode vise à identifier les différentes causes potentielles liées à la matière, méthode, main d'œuvre, machine et milieu pouvant entraîner des défauts dans les tissus denim et non denim. Afin de mieux orienter les actions correctives à mettre en œuvre par la suite.

➤ Pour le département Filature (Spinning) :

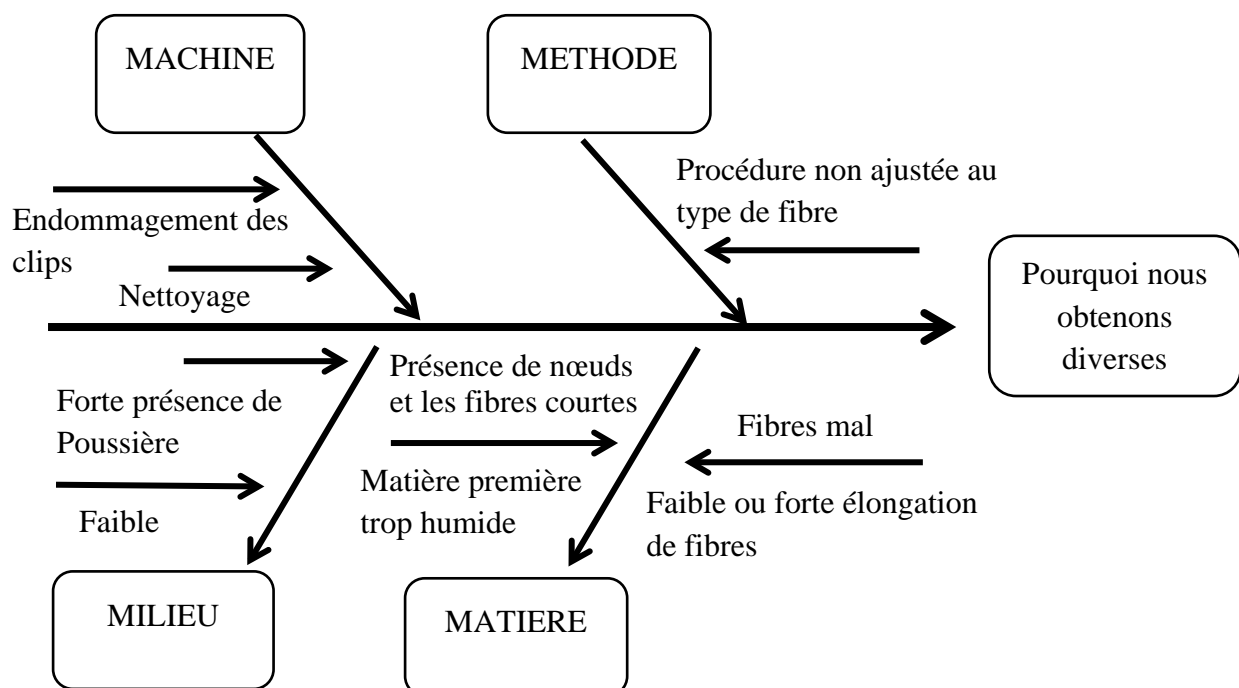


Figure III.26 : Diagramme d'Ishikawa au niveau de la filature

➤ Pour l'unité de Préparation au tissage (Weaving Preparation) :

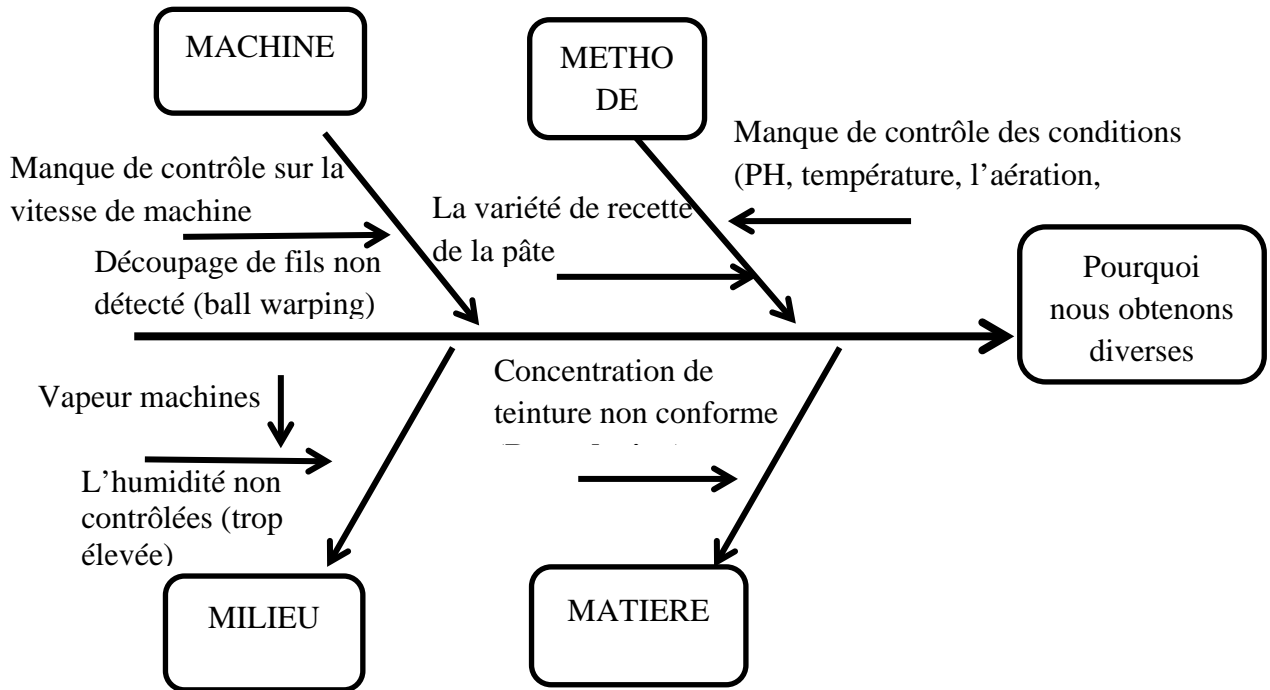


Figure III.27 : Diagramme d'Ishikawa au niveau de l'unité préparation au tissage

➤ Pour le département Tissage (Weaving) :

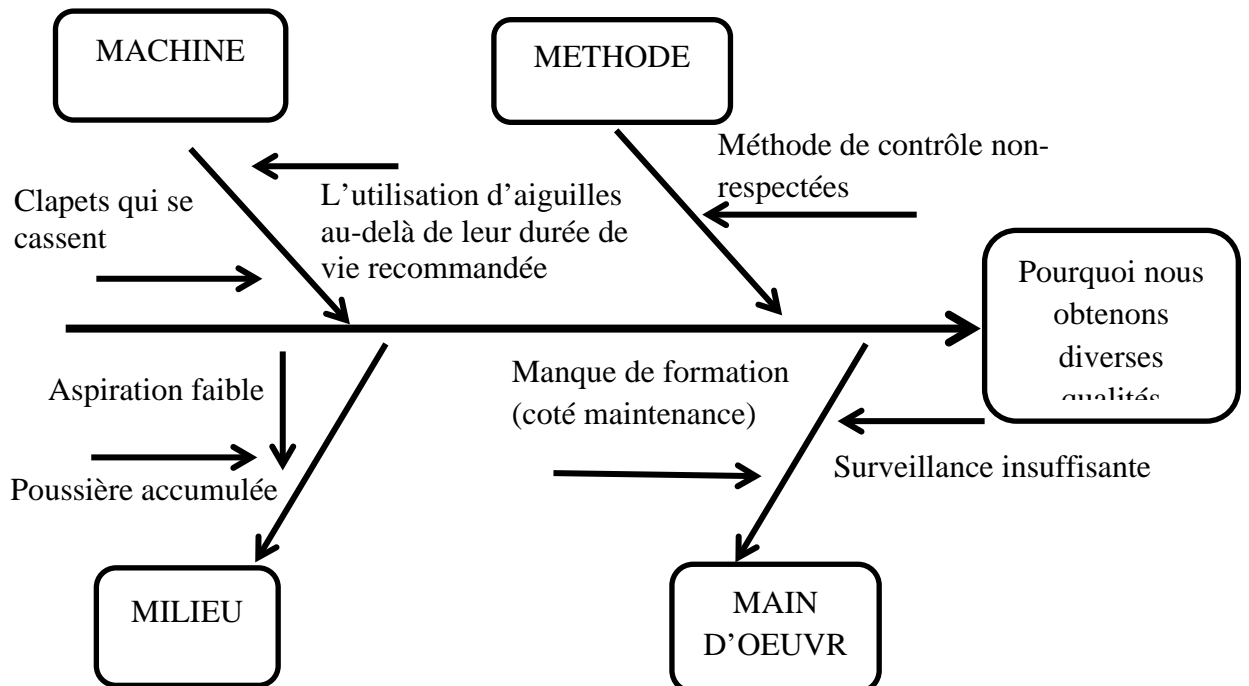


Figure III.28 : Diagramme d'Ishikawa au niveau du tissage

➤ Pour le département l'ennoblissement (Finishing) :

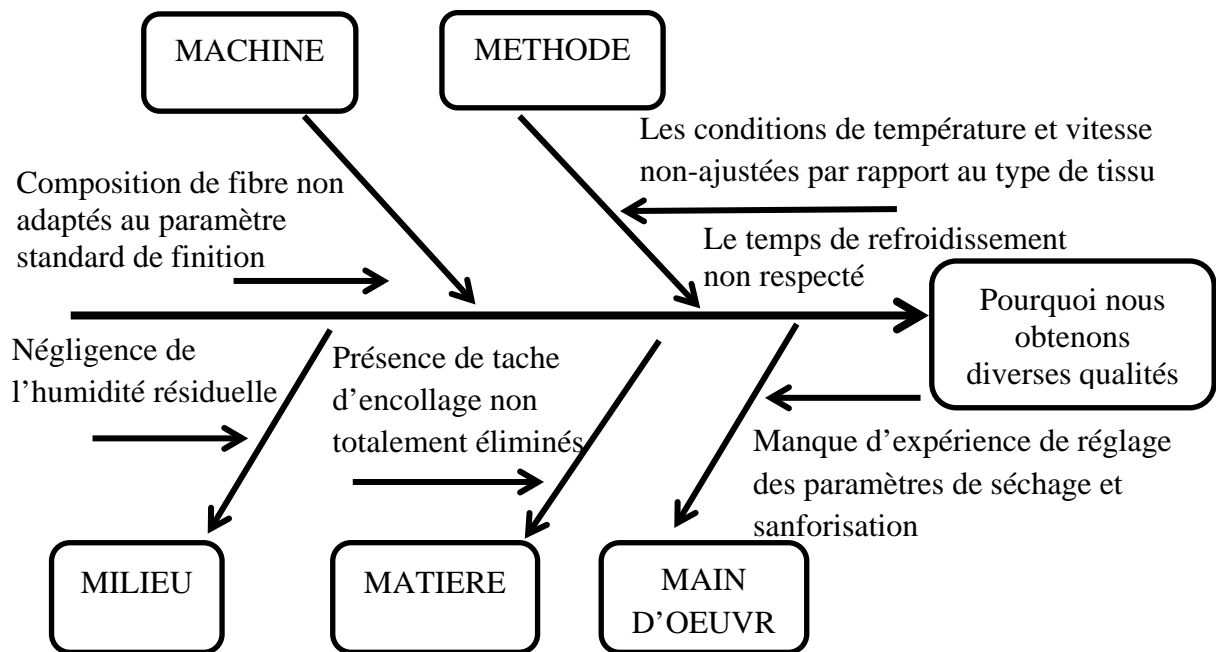


Figure III.29 : Diagramme d'Ishikawa au niveau de l'ennoblissement

➤ Pour l'inspection :

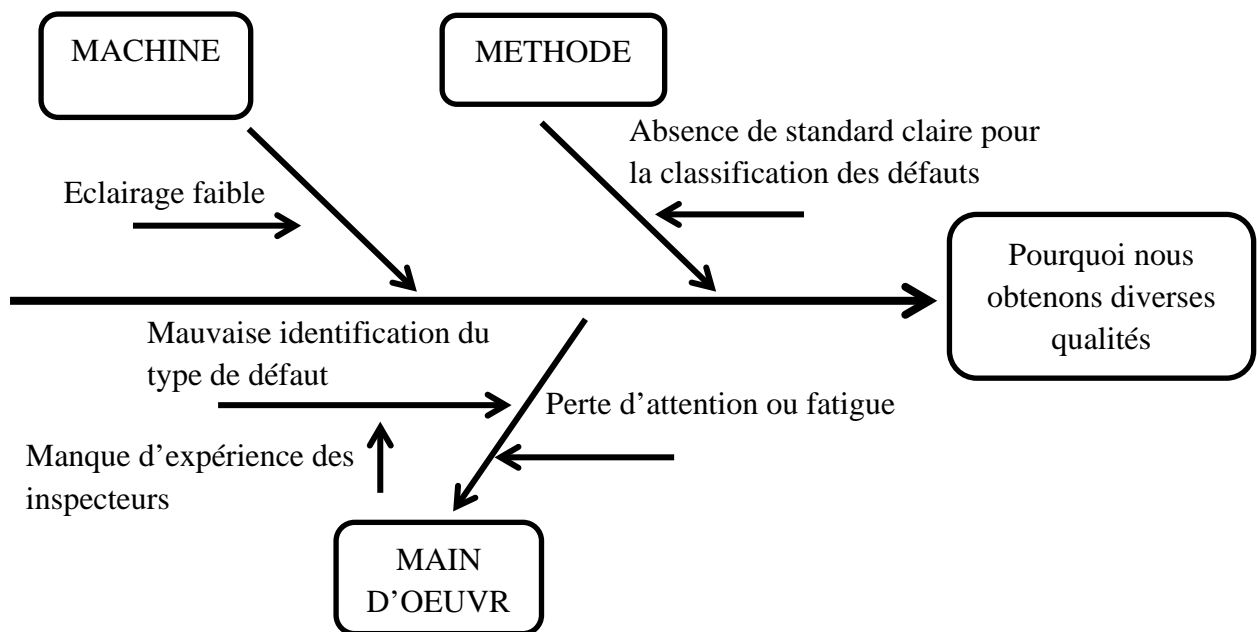


Figure III.30 : Diagramme d'Ishikawa au niveau de l'inspection

2.4. Etape 04 « Innover » :

Cette étape propose des actions correctives fondées sur les causes détectées, afin d'améliorer la qualité du tissu et de minimiser les défauts identifiés.

Département	Cause	Solution proposées	Avantage
Filature	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Forte présence de Poussière ➤ Nettoyage de machines insuffisant ➤ Faible d'aspiration 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mise en place d'une équipe pour le controle l'accumulation de poussière et les impuretés dans les machines et du nettoyage régulier ➤ Ajouter des aspirateurs supplémentaires 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permits de réduire l'accumulation de poussière et pour éliminer les fibres courte ✓ Améliorer l'efficacité du nettoyage
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Présence de nœuds et les fibres courtes ➤ Procédure non ajustée au type de fibre ➤ Faible ou forte élongation de fibres 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mise en place des paramètres de réglage selon la qualité du coton ou leurs compositions 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permettent d'ajuster les paramètres des machines (la tension, pression, vitesse...)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Endommagement des clips 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Changement des clips régulièrement 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pour assure un système de bobinage précis et pour éviter les arrêts non prévus
Préparation de tissage	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Concentration de teinture non conforme ➤ La variété de recette de la pâte d'encollage (Sizing) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ L'étude de la concentration de teinture de l'indigo et la pâte d'encollage en fonction de couleur naturelle de matière première (coton) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pour éviter les variabilités de couleur du tissu fini (denim) et démineur les taches d'encollage

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ L'humidité non contrôlée (trop élevée) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ L'installation d'un système de régulation de l'humidité et de la température dans la zone d'encollage et de stockage 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Des conditions d'humidité et de température stable permettent d'éviter les défauts sur les fils et assurer le confort des opérateurs et améliorer leurs concentrations
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manque de contrôle sur la vitesse de 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mettre en place un système de programmation de vitesse en fonction du type de fils 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Garantit une qualité conforme et réduction les risques de cassure
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Découpage de fils non détecté (ball warping) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Installation d'un capteur de rupture de fils 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Intervention rapide pour réparer la rupture de fils
Tissage	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manque de formation (coté maintenance) ➤ Manque de formation des opérateurs 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Organisation des séances de formation mensuelles pour les opérateurs sur les procédures de control du tissu 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Amélioration de control qualité ✓ Réduction des erreurs humaines
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aspiration faible 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Renforcer le système d'inspiration 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Réduction les défauts liés aux impuretés
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ L'utilisation d'aiguilles au-delà de leur durée de vie recommandée 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Changement d'aiguilles et clapets après chaque utilisation et contrôler les pièces avant l'utilisation 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pour Eviter les arrêts de machines et réduction les défauts liés aux traces d'arrêt sur le tissu

L'nnoblissement	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Présence de tache d'encollage non totalement éliminés 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Placement des capteurs de détection les taches de collage après le désencollage ➤ Effectuer un programme de Maintenance préventive des installations des rouleaux, buses et bains 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pour éliminer totalement les taches de collage ✓ Réduire les pannes ✓ Améliorer la fiabilité du matériel
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les conditions de température et vitesse non-ajustées par rapport au type de tissu ➤ Manque d'expérience de réglage des paramètres de séchage et sanforisation 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Renforcer les formations des opérateurs sur les réglages précis des paramètres de séchage et de sanforisation pour chaque type de tissu 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Meilleure adaptation des paramètres aux spécificités de chaque tissu ✓ Réduire les défauts liés aux froissements (plis) du tissu
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Le temps de refroidissement non respecté 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Installer un système de minoterie automatisée avec un capteurs thermique programmé pour contrôler avec précision la durée de refroidissement 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Garantir le respect du temps nécessaire de refroidissement avant l'étape qui suit ✓ Stabilité de démentions et la qualité du tissu
L'inspection	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Absence de standard claire pour la classification des défauts 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Organisation des séances de formation mensuelles pour les inspecteurs ➤ Ajouter un opérateur qualifié 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permet une inspection précise ✓ Réduire les risques de défauts non détectés

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manque d'expérience des inspecteurs ➤ Perte d'attention ou fatigue ➤ Mauvaise identification du type de défaut ➤ Eclairage faible 	<p>dans la machine d'inspection pour mieux identifier les défauts</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Intégrer un système de retour d'information (Feedback Loop) : pour les défauts mal identifier ➤ Elaborer une fiche qui contient les échantillons réels de tissu avec défaut observé et son étiquette comme référence ➤ Installation de l'éclairage ultraviolet ou à haute intensité pour la détection des couleurs et les taches 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Assurer la fiabilité des défauts identifiées ✓ Diminuer le risque d'erreur dues à la surcharge ou la fatigue et améliorer la concentration
--	--	--	---

Tableau III-27 : Causes des Défaillances et Solutions Correctives par Département

➤ **Intégration d'un système de retour d'information (Feedback Loop) :**

Système de détection automatique	Installation des capteurs ou de caméras sur la machine d'inspection pour identifier automatiquement les défauts détectés
Interface opérateur	Après la détection automatique des défauts, l'opérateur peut : - Confirmer - Corriger - Ajouter un défaut manquant.
Enregistrement des corrections	Chaque correction apportée par l'opérateur est automatiquement enregistrée dans une base de données, associée à : - L'image du défaut - Le type corrigé - Le lot concerné...

Apprentissage machine (facultatif)	À partir des corrections accumulées, un algorithme de machine Learning peut être intégré pour affiner la détection automatique future et adapter les paramètres de classification.
---	--

Tableau III-28 : Système de Retour d'Information (Feedback Loop)

➤ **Fiche de Référence des Défauts visuel :**

Afin d'améliorer l'identification des défauts lors de l'inspection finale, une fiche de référence des défauts a été proposée. Celle-ci regroupe les principaux défauts fréquents de manière visuelle et descriptive, en y joignant un échantillon concret de tissu ainsi qu'une étiquette codée. L'objectif est d'aider les inspecteurs à détecter rapidement les non-conformités, d'harmoniser les décisions et renforcé la formation.

Ci-dessous, nous présentons un exemple de cette fiche de référence :

N°	Echantillon réel	Défaut	Etiquette
01		Tache d'huile / Oil stain	DE-01
02		Fils cassés / Broken yarns	DE-02
03		Teinte irrégulière / Uneven dyeing	DE-03

Tableau III-29 : fiche de référence pour l'identification des défauts visuels

2.5. Etape 05 « Contrôler » :

Après l'adoption des solutions proposées dans les différentes étapes du processus de production. Cette étape vise à maintenir les gains obtenus et à prévenir toute dérive du processus. Même si notre période d'engagement dans l'entreprise soit limité, des outils tels que les cartes de contrôle qui permet de suivre l'évolution de processus des données de P :100m² par type de tissu, et les diagrammes de Pareto souligne les défauts plus fréquents sur la base du total des défauts inspecté pour chaque type de défaut et pour chaque type de tissu, les rapports d'inspection réguliers. Il est essentiel d'intégrer ces outils pour le suivi régulier du processus avec l'actualisation périodiquement des données pour identifier rapidement tout déviation et préserver les résultats sur une longue terme.

3. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons implémenté l'approche LSS avec son outil méthodologique principal DMAIC au sein de l'entreprise TAYAL. L'objectif principal de notre cas d'étude est de réduire la variabilité de la qualité des produits finaux en augmentant la qualité première et en réduisant les basses qualités afin d'accroître la satisfaction clientèle. Dans ce travail nous avons intégré toutes les étapes de la méthode DMAIC avec leurs outils, la charte de projet, la méthode SMART pour clarifier la problématique, la carte de contrôle pour collecter les données les diagrammes de Pareto pour analyser les situations et extraire les défauts majeurs au niveau de flux opérationnel de tous l'organisme de l'entreprise, les diagrammes d'Ishikawa pour définir les causes principales qui provoquent la stabilité de processus de toutes les unités. Nous avons pu répondre à notre problématique en proposant plusieurs solutions innovantes, efficaces et ingénieuses afin d'atteindre notre but principal qui se résume sur l'augmentation de la qualité premium au détriment les autres qualités secondaires.

Conclusion générale

La méthodologie LSS est conçue pour deux objectifs importants dans le domaine des entreprises (la réduction de la variabilité et l'amélioration des processus), afin d'avoir un produit de bonne qualité avec un minimum d'effort.

Pendant notre stage au sein de l'entreprise TAYAL nous avons découvert le déroulement général de son organisme à travers le fonctionnement des différentes unités ce qui nous a aidé à constater de nombreuses erreurs au niveau de flux opérationnel (workflow). Ainsi que des défauts évidents au niveau de l'étape finale où il perturbe la constance de la qualité premium.

Nous avons utilisé les différents outils de la méthodologie tels que la charte de projet pour mieux définir notre problématique et pour comprendre la situation actuelle, pour collecter le maximum des données nécessaires afin d'analyser le processus de l'organisme. Nous avons pu extraire les sources majeures qui causent le plus grand taux de défauts grâce à les diagrammes Pareto et les diagrammes d'Ishikawa, ainsi l'utilisation des d'autres outils pour finaliser la résolution de notre problème.

Après la mise en œuvre du Lean Six Sigma et ses outils nous avons pu sortir avec des solutions innovantes, intelligentes et efficaces afin de réduire la variation des qualités sortantes et maintenir que la production de la qualité premium. De plus d'autres bénéfices sont apportés par cette méthode telle que l'amélioration de la performance industrielle, la réduction des déchets et la réduction des coûts.

En conclusion, et après l'implémentation de l'approche Lean Six Sigma au sein de l'entreprise TAYAL nous avons réalisé des impacts majeurs positifs dans les deux aspects (augmentation remarquable de la qualité de produit fini et amélioration de la performance des processus des systèmes de l'usine). Ceci prouve l'influence positive et les avantages apporté par cette méthodologie dans le secteur industriel.

Bibliographie

- Aboelmaged, M.G. (2010). Six Sigma quality: a structured review and implications for future research. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(3), 268-317.
- ALAOUI, M., & BENJANA, H. Mise en place d'un outil de réduction des coûts de la non qualité: Application de la méthode Lean Six Sigma à.
- Al-Zuheri, A., Vlachos, I., & Amer, Y. (2021). Application of lean six sigma to reduce patient waiting time : literature review. *International Journal for Quality Research*, 15(1), 241.
- Bhat, S., & Jnanesh, N. A. (2014). Application of Lean Six Sigma methodology to reduce the cycle time of out-patient department service in a rural hospital. *International Journal of Healthcare Technology and Management*, 14(3), 222-237.
- Brilman, J., & Hérard, J. (2006). *Les Meilleures Pratiques de Management: dans le nouveau contexte économique mondial*. Editions Eyrolles. p336 p337
- Bruère, S. «Les liens entreLe système de production lean manufacturing et la santé au travail: une recension de la littérature.» *Revue multidisciplinaire sur l'emploi, le syndicalisme et le travail* 8, n° 1 (2013): 21-49.
- Buffe, Y. (2020). *Lean Six Sigma x. 0-Résolution de problèmes statistiques : 1. Problèmes de flux et Lean Management (3ème édition) (Vol. 1)*. Lean Six Sigma Belgium Editions.
- Carboneau, C., Benge, E., Jaco, M. T., & Robinson, M. (2010). A lean Six Sigma team increases hand hygiene compliance and reduces hospital-acquired MRSA infections by 51%. *The Journal for Healthcare Quality (JHQ)*, 32(4), 61-70.
- Carletti, I., Clissen, V., & Claustrioux, J. J. (2006). *Introduction au logiciel Minitab sous Windows*. Notes de Statistique et d'Informatique, (2).
- Corbel, J. C. (2012). *Management de projet : fondamentaux, méthodes, outils*. Editions Eyrolles. p70.
- Dahlgaard, J.J., & Dahlgaard-Park, S.M. (2006). Lean production, six sigma quality, TQM and company culture. *TQM Magazine*, 18(3), 263-281.
- Decroix, J., Akiki, N., & Leydier, G. (2012). Le lean six sigma chez Air France Industries. *Revue Française de Gestion Industrielle*, 31(4), 73-81.
- Delgado, C., Ferreira, M., & Castelo Branco, M. (2010). The implementation of lean Six Sigma in financial services organizations. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(4), 512-523.
- Deming, W. E. (1993). *The New Economics for Industry, Government, Education*. MIT Press.

- El Attaoui, Z. (2023). L'effet de l'application du processus Lean Six Sigma au sein des PME environnementales marocaines. In SHS Web of Conferences (Vol. 175, p. 01038). EDP Sciences.
- Elrhanimi, S., El Abbadi, L., & Abouabdellah, A. (2015, December). Proposition d'un tableau de bord pour l'évaluation de l'impact du Lean manufacturing sur la performance globale de l'entreprise. In Xème Conférence Internationale : Conception et Production Intégrées. p3
- Fontanille, O., Chassende-Baroz, É., de Cheffontaines, C., & Frémy, O. (2010). Pratique du lean. Réduire les pertes en conception, production et industrialisation. p19 p179
- Foster, S. T. (2007). *Managing quality: Integrating the supply chain*. Upper Saddle River, New Jersey : Pearson Education-Prentice Hall.
- George, M. L., & George, M. (2003). *Lean six sigma for service* (p. 273). New York, NY: McGraw-Hill.
- Gutierrez-Gutierrez, L., De Leeuw, S., & Dubbers, R. (2016). Logistics services and Lean Six Sigma implementation: a case study. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(3), 324-342.
- Gupta, N. (2013). An application of DMAIC methodology for increasing the yarn quality in textile industry. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 6(1), 50-65.
- Idrissi, I., & Benazzouz, B. (2017). Optimisation De La Stérilisation Des Conserves De Poisson Par La Mise Ne Place De La Démarche Six Sigma DMAIC. *European Scientific Journal*, 13(25), 1857-7881. p301 302
- Keyser, R.S., & Sawhney, R.S. (2013). Reliability in lean systems. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 30(3), 223-238.
- Khataie, A.H., & Bulgak, A.A. (2013). A cosy of quality decision support model for lean manufacturing: activity-based costing application. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 30 (7), 751-764.
- Lanore, P. (2023). 3. Méthode Six Sigma. Développement personnel, 131-140.
- Latorre García de la Santa, E., & Villate Pérez, I. (2008). Réalisation de modules de formation au lean manufacturing.
- Laureani, A., & Antony, J. (2010). Reducing employees' turnover in transactional services : à Lean Six Sigma case study. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 59(7), 688-700.
- Mann, H. (2009). *Améliorer la qualité des services*. Éditions d'Organisation. p96 p106
- McAdam, R., & Lafferty, B. (2004). A multilevel case study critique of Six Sigma: Statistical control or strategic change? *International Journal of Operations and Production*

Management, 24(5), 530-549. McIlroy, J., & Silverstein, D. (2001). Six Sigma deployment in one aerospace company. In ASQ World Conference on Quality and Improvement Proceedings (p. 103). American Society for Quality. Michel, P. (2006). Mettre en oeuvre le Six Sigma. Éditions d'Organisation.

- Naslund, D. (2008). Lean, Six Sigma and Lean Sigma: fads or real process improvement methods? Business Process Management, 14(3), 269-287. Navaneet, S., & Raghul, S. (2022). Process Improvements to reduce carbon emissions-A Green Lean Six Sigma Approach.

- Olivier, F. (2009). L'approche Lean : méthodes et outils appliqués aux ateliers de production pharmaceutique. p37 38

- Pamfilie, R., Petcu, A. J., & Draghici, M. (2012). The importance of leadership in driving a strategic Lean Six Sigma management. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 58, 187–196.

- Salah, S., Rahim, A., & Carretero, J. A. (2010). The integration of Six Sigma and lean management. International journal of lean Six Sigma, 1(3), 249-274.

- Pillet, M. (2005). Appliquer la maîtrise statistique des processus.

- Pillet, M. (2013). Six Sigma : comment l'appliquer. Editions Eyrolles.

- Pongboonchai-Empl, T., Antony, J., Garza-Reyes, J. A., Komkowski, T., & Tortorella, G. L. (2024). Integration of Industry 4.0 technologies into Lean Six Sigma DMAIC: A systematic review. Production Planning & Control, 35(12), 1403-1428.

- Tissir, S., Cherrafi, A., Chiarini, A., Elfezazi, S., & Bag, S. (2023). Lean Six Sigma and Industry 4.0 combination : Scoping review and perspectives. Total Quality Management & Business Excellence, 34(3-4), 261-290.

- Vinay, E. (2011). Réaliser votre étude de marché. Editions Eyrolles. p62

www.tayal.dz

Résumé

Cette étude contribue à l'optimisation du processus de production de l'entreprise TAYAL spécialisée dans le secteur de textile.

Afin d'augmenter le taux de la qualité du produit fini. Notre problématique est de réduire la variation de la qualité trouvée au niveau des sorties des processus à cause des défauts faits au sein du système. Nous avons utilisé la méthodologie Lean Six Sigma car elle peut résoudre ce type des problématiques afin d'apporter un impact positif pour l'entreprise TAYAL.

L'application de cette méthode nous a permis d'analyser, comprendre et proposer quelques points d'amélioration afin d'augmenter la performance des processus et de maintenir la stabilité de la bonne qualité de l'entreprise.

Mots clés : Lean Six Sigma ; DMAIC ; variabilité ; processus ; industrie.

Abstract

This study contributes to optimizing the production process of TAYAL, a company specializing in the textile sector.

The goal is to increase the quality of the finished product. Our goal is to reduce the quality variation found in process outputs due to system defects. We used the Lean Six Sigma methodology because it can resolve these types of issues and have a positive impact on TAYAL.

Applying this method allowed us to analyze, understand, and propose several areas for improvement to increase process performance and maintain the company's consistent quality.

Mots clés : Lean Six Sigma ; DMAIC ; variability; process; industry.

ملخص

تساهم هذه الدراسة في تحسين عملية الانتاج لشركة تيال المتخصصة في قطاع النسيج . من أجل زيادة معدل جودة المنتج النهائي. التحدي نواجهه هو تقليل التباين في الجودة الموجود في مخرجات العملية بسبب العيوب التي تحدث داخل النظام. لقد استخدمنا منهجية لين سيس سيغما لأنها قادرة على حل هذه الأنواع من المشاكل من أجل احداث تأثير إيجابي لشركة تيال. إن تطبيق هذه الطريقة سمح لنا بتحليل وفهم واقتراح بعض نقاط التحسين من أجل زيادة أداء العمليات والحفاظ على استقرار الجودة للشركة.

الكلمات المفتاحية: لين سيس سيغما؛ دمايك؛ التباين؛ عملية؛ صناعة