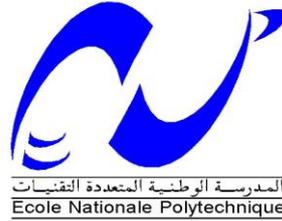


République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la

Recherche Scientifique



Ecole Nationale Polytechnique

Département de Génie Industriel

Spécialité Management De L'Innovation

**Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention du diplôme
d'Ingénieur d'Etat**

Thème

Contribution à l'élaboration d'un projet d'innovation
sur la qualité de service d'une fonction de la chaîne
logistique par le Lean Six Sigma
Cas : Materials Management de Schlumberger NAG

Schlumberger

Présenté par :

M. Ahmed Zakaria DJEBBAR

M. Dhaya Eddine BENKHELIFA

Dirigé par :

M^{me}. Fatima NIBOUCHE (ENP)

M. Mourad DIAF (Schlumberger NAG)

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à nous prosterner devant la grandeur de 'ALLAH' le miséricordieux et le remercier d'avoir guidé nos pas vers les portes du savoir tout en illuminant notre chemin et de nous avoir donné la foi et le courage pour mener ce cursus jusqu'à son terme.

Nous remercions Madame. NIBOUCHE notre encadreur enseignante de l'école polytechnique pour nous savoir encadré et conseillé tout au long de notre stage. Leur aide nous a été bénéfique pour mener à terme notre travail.

Nous venons humblement exprimer nos remerciements à Monsieur Mourad DIAF Manager du département Materials Management de Schlumberger NAG notre encadreur de l'entreprise de ses multiples conseils et toutes les heures qu'il a consacrées pour nous.

Nous remercions toute l'équipe de Materials Management de Schlumberger de leurs aides et des bons moments partagés tout au long de notre stage.

Nous tenons à remercier de manière particulière nos chers parents, frères et sœurs respectives " que Dieu les protège" qui ont toujours été là pour nous et qui nous ont donné un magnifique modèle de persévérance, en nous soutenant pendant toutes ces années d'études. On espère qu'ils trouvent dans ce mémoire toute notre reconnaissance et tout notre amour

Nous remercions les membres du jury de nous faire l'honneur d'évaluer notre travail.

“ Je dédie ce travail à mes parents, mes frères
et tous ceux que j’estime. ”

Ahmed Zakaria

“ Je dédie ce travail à mes parents, ma
grande mère, mes frères et tous ceux que
j’estime. ”

Dhaya Eddine

ملخص

يعرض هذا العمل استخدام منهجية Lean Six Sigma ضمن وظيفة إدارة المواد من سلسلة التوريد شلمبرجير من أجل تحسين أداء هذه الوظيفة.

المشروع الأول بعنوان "تحسين دقة الجرد" يهدف إلى الحد من تقلب المخزون من خلال استخدام الطرق الإحصائية من أجل زيادة جودة الخدمة المقدمة. المشروع الثاني بعنوان "تحسين وقت الخدمة" ناتج عن مرحلة الإبداع من المشروع الأول ويهدف إلى تحسين وقت تنفيذ العمليات من خلال القضاء على التبذير الذي تم تحديده من خلال استخدام طرق الجودة.

الكلمات الرئيسية: Lean Six Sigma, الابتكار, الجودة, VSM, التبذير.

Résumé

Ce travail présente le déroulement de la méthodologie Lean Six Sigma au sein de la fonction Materials Management de la chaîne logistique de Schlumberger NAG dans le but d'améliorer la performance de cette fonction.

Le premier projet intitulé « Amélioration de la variabilité de l'inventaire » consiste à réduire la variabilité de l'inventaire en recourant aux outils statistiques dans le but d'augmenter la qualité du service offert. Le second projet intitulé « Amélioration du temps de service » découle de l'étape innovation du premier projet et consiste à améliorer le temps d'exécution des processus en éliminant les gaspillages identifiés en faisant appel aux outils de qualité.

Mots-clés : Lean Six Sigma, Innovation, Qualité, VSM, Gaspillages.

Abstract

This work presents the deployment of the Lean Six Sigma methodology within the Materials Management function of the supply chain Schlumberger NAG in order to improve the performance of this function.

The first project entitled "Improvement of the variability of inventory" aims to reduce the variability of the inventory through the use of statistical tools in order to increase the quality of service offered. The second project entitled "Improving the service time" results from the first project stage of innovation aims to improve the execution time of processes by eliminating waste identified through the use of quality tools.

Keywords: Lean Six Sigma, Innovation, Quality, VSM, Wastes.

Table des matières

Introduction générale.....	1
I. Les fondements du Lean Management et Six Sigma	4
Introduction	5
I.1. Les Fondements du Lean Management	5
I.1.1. Définition du Lean	5
I.1.2. Le déploiement du Lean	10
I.1.3. Domaine d'application du Lean	12
I.2. Les Fondements des Six Sigma	13
I.2.1. Définition des Six Sigma.....	13
I.2.2. Le déploiement des six sigma	15
I.2.3. Domaines d'application des Six Sigma.....	18
I.3. Les fondements du Lean Six Sigma	19
I.3.1. Définition du Lean Six Sigma	19
I.3.2. Le déploiement du Lean Six Sigma	21
I.3.3. Domaine d'application du Lean Six Sigma.....	21
Conclusion.....	22
II. Etude de l'existant et définition du cadre de projet.....	23
II.1. Etude de l'existant	24
II.1.1. Présentation de Schlumberger	24
II.1.2. Organisation et Segments	24
II.1.3. Recherche et Développement.....	27
II.1.4. Schlumberger en Algérie.....	28
II.1.5. Schlumberger : Entités, services logistiques et systèmes d'information.....	29
II.1.6. Materials Management de Schlumberger NAG	32
II.1.7. Enoncé de la problématique	34
II.2. Définition du cadre de projet	35
II.2.1. Identification des CTQ	35
II.2.2. Cartographie des processus clés	42
II.1.1.1. Processus de réception	43
II.1.1.2. Processus de transfert de matière.....	46
II.2.3. La charte de projet.....	48
Conclusion.....	49

III.	Amélioration de la fiabilité de l'inventaire	50
	Introduction	51
III.1.	La phase de Mesure	51
III.1.1.	Mesurer le CTQ	51
III.1.2.	Mesurer le processus	56
III.1.3.	La capabilité du processus	59
III.2.	La phase d'analyse	64
III.2.1.	Analyse des variables indépendamment	64
III.2.2.	Analyse des relations entre les variables	68
III.2.3.	La phase d'Innovation	78
	Conclusion.....	79
IV.	Amélioration du temps de service	80
	Introduction	81
IV.1.	Mesurer le processus	81
IV.1.1.	Etat du processus	81
IV.1.2.	Construction de la VSM des deux processus.....	85
IV.2.	Analyser les processus	89
IV.2.1.	Processus de réception	90
IV.2.2.	Processus de l'inventaire tournant	94
IV.3.	Innovation	96
IV.3.1.	VSM Futur	97
IV.3.2.	Mise en place du plan d'action	101
	Conclusion.....	115
	Conclusion générale	116
	Bibliographie.....	118
	Annexe	121

Liste des figures

Chapitre I

Figure I. 1. Niveau Six Sigma (Pillet, 2008)	14
Figure I. 2. Décalage de 1,5 sigma (Pillet, 2008)	15
Figure I. 3. Complémentarité Lean & Six Sigma (Pillet, 2004).....	19
Figure I. 4. Piliers de la méthode Lean Six Sigma (George et al, 2010).....	20

Chapitre II

Figure II. 1. Les GeoMarket de Schlumberger OFS (Schlumberger 2014)	25
Figure II. 2. Les Segments Schlumberger OFS (Schlumberger 2014).....	27
Figure II. 3. Localisation des principaux centres de recherches et de développement (Schlumberger 2014).....	28
Figure II. 4. Organisation de Schlumberger NAG (Schlumberger 2014)	29
Figure II. 5. Organisation de Materials Management	32
Figure II. 6. Histogramme des CTQ par rapport aux clients	39
Figure II. 7. Histogramme de priorisation des CTQ	40
Figure II. 8. Diagramme Exigences/Performances	41
Figure II. 9. Cartographie SIPOC du processus d'approvisionnement (Mechouar et Tamssaout 2014).....	43
Figure II. 10. Cartographie SIPOC du processus de réception (Mechouar et Tamssaout 2014)	44
Figure II. 11. Cartographie SIPOC du processus d'expédition (Mechouar et Tamssaout 2014)	45
Figure II. 12. Cartographie SIPOC du processus d'inventaire (Mechouar et Tamssaout 2014)	46
Figure II. 13. Cartographie SIPOC du processus FMT (Mechouar et Tamssaout 2014).....	47
Figure II. 14. Charte de projet d'amélioration de la fiabilité de l'inventaire	48

Chapitre III

Figure III. 1. Diagramme de causes et effets.....	52
Figure III. 2. AMDEC - Diagramme à points de l'IPR des résultats obtenus.....	54
Figure III. 3. IPR et pourcentage de chaque catégorie	55
Figure III. 4. Feuille de relevé de la variable de sortie Y.....	58
Figure III. 5. Carte de contrôle de la variable endogène « Y »	60
Figure III. 6. Carte de contrôle de la variable endogène « Y »	61
Figure III. 7. Visualisation graphique des données	65
Figure III. 8. Test de normalité	65
Figure III. 9. Test des valeurs aberrantes	66
Figure III. 10. Diagramme de corrélation	68
Figure III. 11. Graphique matriciel diagonal de Y par rapport à Xi.....	70
Figure III. 12. Graphique matriciel diagonal de Y; X1; X2; X3; X4.....	70
Figure III. 13. Nuage de points avec ligne de régression Linéaire, quadratique et cubique de Y par rapport à Xi	71

Figure III. 14. Nuage de points avec ligne de régression Linéaire, quadratique et cubique de Y par rapport à X1	72
Figure III. 15. Diagrammes des valeurs résiduelles pour Y	75
Figure III. 16. Diagrammes des valeurs résiduelles	78

Chapitre IV

Figure IV. 1. Diagramme de Pareto de la réception des articles en jours	82
Figure IV. 2. Nombre d'articles comptés chaque jour	84
Figure IV. 3. Classification des jours de comptage des articles	85
Figure IV. 4. VSM du processus de réception	87
Figure IV. 5. VSM du processus de l'inventaire tournant	88
Figure IV. 6. Activité 1: Déchargement	90
Figure IV. 7. Activité 2: Contrôle physique	91
Figure IV. 8. Activité 3: Réception informatique	92
Figure IV. 9. Activité 4 : Localisation	93
Figure IV. 10. Préparer la liste des articles à compter	94
Figure IV. 11. Activité 2: Comptage aveugle	94
Figure IV. 12. Activité 3 : Analyse du comptage.....	95
Figure IV. 13. Activité 4: Introduire les résultats dans le WMS.....	96
Figure IV. 14. Activité 5: Clôturer la transaction	96
Figure IV. 15. VSM futur du processus de réception sans GT	98
Figure IV. 16. VSM futur de processus de réception avec GT	98
Figure IV. 17. VSM Futur du processus de l'inventaire tournant sans GT	99
Figure IV. 18. VSM Futur du processus de l'inventaire tournant avec GT.....	99
Figure IV. 19. Résultat d'application du premier S	101
Figure IV. 20. Résultat de l'application du deuxième S	102
Figure IV. 21. Résultat de l'application du troisième S.....	103
Figure IV. 22. Configuration des zones de l'entrepôt.....	105
Figure IV. 23. Nouvelle configuration des zones de l'entrepôt.....	107
Figure IV. 24. Etiquette de la réception des articles	109
Figure IV. 25. Etiquette d'expédition des articles	110
Figure IV. 26. Etiquette de l'inventaire tournant.....	110
Figure IV. 27. Boitier des étiquettes	111
Figure IV. 28. Le travail fourni par les employés	114

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I. 1. Différence entre une entreprise pratiquante du Lean et une entreprise traditionnelle (Leseure-Zajkowska, 2004).....	8
Tableau I. 2. Les outils du Lean (Leseure-Zajkowska, 2004).....	10
Tableau I. 3. Outils Six Sigma (George, 2003 ; Pillet, 2008; Leseure-Zajkowska, 2004).....	16

Chapitre II

Tableau II. 1. Besoins synthétisés des clients avec leurs besoins (Mechouar et Tamssaout 2014)	35
Tableau II. 2. Diagramme CTQ.....	36
Tableau II. 3. Classification de Kano - REW.....	38
Tableau II. 4. Classification de Kano de l'ensemble des clients.....	38
Tableau II. 5. Résultats d'affectation des niveaux Exigences/Performances.....	41

Chapitre III

Tableau III. 1. Tableau récapitulatif du nombre de causes par catégorie.....	53
Tableau III. 2. AMDEC Echelle de cotation	54
Tableau III. 3. IPR et pourcentage de chaque catégorie.....	55
Tableau III. 4. Définition des variables	57
Tableau III. 5. Niveau sigma du processus	61
Tableau III. 6. Capacité et indicateur de performance du processus	62
Tableau III. 7. Descriptif de la variable « Y ».....	67
Tableau III. 8. Coefficients de corrélation de Pearson	69
Tableau III. 9. Analyse de la variance.....	73
Tableau III. 10. Les paramètres des coefficients du modèle de régression.....	74
Tableau III. 11. Fiabilité du modèle de régression.....	74
Tableau III. 12. Analyse de la variance.....	76
Tableau III. 13. Les paramètres de coefficient du modèle de régression.....	76
Tableau III. 14. Fiabilité du modèle de régression.....	77

Chapitre IV

Tableau IV. 1. Pictogramme de l'approche par événement	89
Tableau IV. 2. Plan d'action	100
Tableau IV. 3. Check-List de la réception des articles.....	112
Tableau IV. 4. Type de transactions et les paramètres associés.....	113
Tableau IV. 5. Le gain du temps au niveau des deux processus	115

Liste des abréviations :

AMDEC : Analyse des Modes De Défaillances De Leurs Effets Et De Leurs Criticités

ANAVAR : Analyse De La Variance

CAO : Conception Assistée Par Ordinateur

CTQ : Critical To Quality

DMAIC : Définir, Mesurer, Analyser, Innover et Contrôler

DPMO : Défauts Par Million d'Opportunités

DPU : Défauts Par Unités

DSOH : Day Stock On Hand

FMT : Field Material Transfer

GT : Global Tracably

GOLD : Global Oilfield Logistics & Distribution

IPR : Indice de Priorité des Risques

LSS : Lean Six Sigma

M&S : Material and Supplies

MM : Materials Management

NAG : North Africa Geomarket

OFS : Oilfield Service

PO : Purchase Order (Ordre d'achat)

R&D : Recherche & Développement

RDC : Redistribution Centre

SRT : Stock Replenishment Tool

SWPS : Schlumberger Web based Procurement System

VMI : Vendor Managed Inventory

VSM : Value Stream Mapping

WMS : Warehouse Management System

« La plupart d'entre nous comprend que l'innovation est extrêmement importante. C'est la seule protection contre l'obsolescence. C'est l'unique garantie d'une fidélité client sur le long terme. C'est l'unique stratégie pour être plus performant au sein d'une conjoncture lugubre. »

Gary Hamel

Introduction générale

A l'heure de la mondialisation, les entreprises se trouvent confrontées à des situations de concurrence inédite. Dans cet environnement de plus en plus hostile, le contrôle des coûts de production et la croissance de la productivité représentent des avantages de positionnement certains. C'est pourquoi, l'objectif des entreprises est axé sur l'amélioration de la compétitivité, le développement et l'adaptation rapide aux changements. A cette fin, les démarches d'amélioration provenant de l'industrie automobile sont aujourd'hui de plus en plus appliquées.

Les entreprises du secteur pétrolier sont les acteurs principaux du marché économique mondial. Elles doivent constamment améliorer et optimiser la qualité de leurs biens et services dans le but d'accroître leurs performances et d'optimiser leurs revenus.

Ces sociétés sont souvent en manque de compétences techniques et géologiques et font donc appel aux sociétés de service. Dans ce secteur d'activité, se distinguent des entreprises de service dont le rôle consiste à offrir un support d'aide à toute l'entreprise, à toutes les phases d'explorations et de production, depuis le forage jusqu'à l'exploitation.

Schlumberger est une de ces entreprises de service pétrolier ; elle est même leader mondial dans ce domaine. L'objectif de la compagnie réside à améliorer continuellement sa qualité dans le but de préserver son avantage concurrentiel et satisfaire ses clients.

Suite aux crises survenues récemment, la crise économique, la chute des prix du pétrole et le changement des exigences des clients, l'entreprise s'oblige à améliorer ses différentes fonctions et à tenir compte d'éléments externes tels que le comportement des clients et d'éléments internes tels que les coûts et charges.

La chaîne logistique de l'entreprise s'inscrit dans une dynamique d'amélioration visée par l'entreprise.

Le Materials Management (MM) qui représente une fonction principale de la chaîne logistique a pour mission d'assurer la gestion des entrepôts et la gestion des stocks, tout en optimisant les ressources utilisées et en réduisant les délais dans le but d'augmenter la performance de la chaîne logistique et de satisfaire les besoins des clients.

Depuis sa création en 2012, cette fonction ne parvient pas à atteindre les objectifs de performance visés.

Un audit propre à l'entreprise sur l'entrepôt MD1, a fait état d'une situation très critique durant les trois dernières années. MM se retrouve alors dans l'obligation de réaliser des résultats meilleurs tout en réduisant les coûts et en satisfaisant les clients. Il est urgent que MM améliore la qualité du service.

Pour pouvoir atteindre les objectifs assignés à MM, il est intéressant de faire appel aux approches qui s'inscrivent dans une optique d'amélioration continue. Le Lean Six Sigma représente la démarche adéquate qui permet d'atteindre les objectifs de l'entreprise du fait que cette dernière a mis en place un système de management de la qualité et qu'elle a adopté l'approche processus. De ce fait, notre étude qui vise à améliorer la performance de MM se déroulera selon les étapes de la démarche DMAIC du Lean Six Sigma.

Pour pouvoir bien répondre à la problématique, nous avons structuré le présent mémoire en quatre chapitres :

Le premier chapitre explicite l'apport de la littérature concernant les deux démarches de la qualité, Lean & Six Sigma et la complémentarité entre ces deux méthodes.

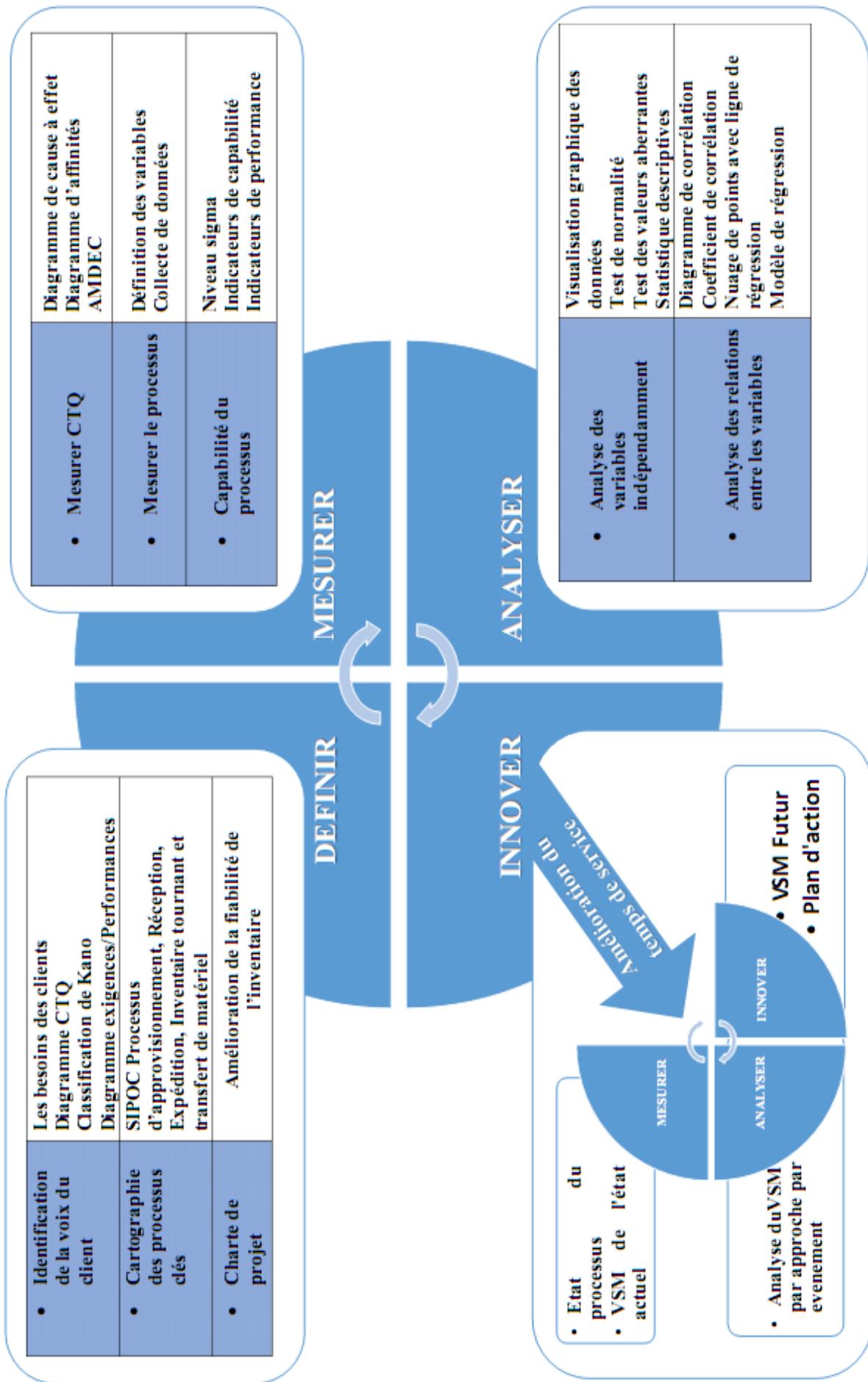
Le second chapitre consiste à présenter l'entreprise et à délimiter le périmètre du projet qui s'aligne avec la stratégie de l'entreprise.

Le troisième chapitre est consacré à l'étude du premier projet intitulé « Amélioration de la fiabilité de l'inventaire » qui consiste à déterminer les causes racines de la variabilité de l'inventaire afin de pouvoir apporter des améliorations.

Le quatrième et dernier chapitre traite un deuxième projet intitulé « Amélioration du temps de service » issu de l'étape Innover du premier projet. Il consiste à améliorer le temps d'exécution de processus en éliminant les gaspillages identifiés.

La Figure ci-après représente la feuille de route suivie lors du déroulement de la démarche LSS pour la résolution de la problématique.

ROADMAP Amélioration de la fiabilité de l'inventaire



Chapitre

I. Les fondements du Lean Management et Six Sigma

Introduction

La définition de la qualité diffère selon les spécialistes et les organismes. AFNOR définit la qualité d'un produit comme suit : « Un produit ou service de qualité est un produit dont les caractéristiques lui permettent de satisfaire les besoins exprimés ou implicites des consommateurs ». D. Montgomery en se référant à l'approche statistique, considère la qualité comme inversement proportionnelle à la variabilité. (Montgomery, 2005).

Dans le présent chapitre, nous expliciterons les concepts du Lean et des Six Sigma et nous finirons par présenter l'apport de la littérature sur la complémentarité entre les deux démarches de la qualité.

I.1. Les Fondements du Lean Management

I.1.1. Définition du Lean

Lean, est un terme anglais qui signifie maigre. Ce concept définit la performance de l'entreprise et son avenir selon sa capacité à préserver sa clientèle et à promouvoir l'attraction de nouveaux clients. Dans tous les secteurs d'activité de l'entreprise, la compagnie doit confronter la qualité aux exigences de ses clients, en termes de délai commercial et de prix. Elle doit alors fournir, des produits de qualité, au prix souhaité par le client dans les délais les plus courts.

Le concept Lean visant à accroître le profit en satisfaisant les clients repose principalement sur deux définitions fondamentales « La valeur ajoutée » et « La non-valeur ajoutée ».

La valeur ajoutée

La valeur ajoutée (VA), en anglais « Added Value », reflète la perception de la valeur d'un bien ou d'un service par les clients. Le client accepte de payer le prix d'un produit si et seulement si ce dernier satisfait exactement ses besoins. Certaines opérations, telles que la mise en valeur du temps, de l'espace et des ressources augmentent la valeur ajoutée, contrairement à certaines opérations sans valeur ajoutée qui ne font qu'augmenter les coûts, tels que le stock, les coûts de production, du transport et du capital. Dans la plupart des entreprises, la valeur ajoutée est estimée à environ 10% du prix de vente du produit.

La non-valeur ajoutée

La non valeur ajoutée (NVA), en anglais « Non Added Value », est appelée dans le jargon du Lean « gaspillage » traduit du japonais « Muda ». Ceci désigne les opérations qui mobilisent des ressources sans créer de valeur pour le client (Womack et Jones, 2012). Ces opérations, au niveau interne de l'entreprise et dans la chaîne logistique sont jugées inutiles par les clients qui ne sont pas convaincus de les payer.

Or, l'objectif du concept Lean consiste à accroître la proportion de la valeur ajoutée du prix de vente des produits, ce qui se traduit par la réduction du gaspillage dans toutes les activités de l'entreprise (Liker, 2012). Le gaspillage se classe sur la base de sept catégories (Ohno, 1988).

Les différents types de gaspillage

Ohno a identifié sept types de gaspillages :

1) La surproduction

Il s'agit de la production au-delà des besoins du client nécessitant un stock et créant un excès.

2) Sur-stockage ou stocks inutiles

Il s'agit de ressources supplémentaires qui ne sont pas indispensables à la réalisation d'une tâche au bon moment. Ces stocks inutiles sont causés par la mauvaise planification, générant un niveau élevé de stocks dû à la surproduction et à la lenteur dans les flux d'information et les flux physiques.

3) Transport et déplacement inutile

Il s'agit du déplacement inutile des matériels, des pièces, des produits, des documents et d'informations n'apportant aucune valeur aux clients et engendrant des risques de dégradation.

4) Traitements inutiles ou surprocessing

Il s'agit des applications et des procédures mal adaptées qui engendrent un accroissement de coûts au-delà des spécifications du client.

5) Les mouvements inutiles :

Il s'agit des déplacements inutiles des personnes, qui n'apportent pas de valeur aux clients. Ces déplacements sont causés par une épuisante ergonomie du poste de travail et aussi par environnement de travail désordonné.

6) La fabrication de produits défectueux

Il s'agit des erreurs lors de la production qui nécessitent une retouche, un contrôle supplémentaire et qui génèrent une insatisfaction du client ou une perte de crédibilité.

7) Le temps d'attente

Ces temps d'attente sont générés par les produits ou les opérateurs en attente entre deux tâches ou étapes, l'attente de la machine en cours de fonctionnement ou durant une interruption causée, les étapes mal synchronisées et les goulots d'étranglement.

8) Sous-utilisation des compétences

Il s'agit d'un type de gaspillage supplémentaire, dû au management autoritaire et au manque de formation et de motivation.

Par ailleurs, le terme Lean comprend trois aspects.

1) La philosophie Lean Thinking

Cette approche vise à satisfaire les besoins des clients en exploitant un minimum de ressources. Elle a été introduite par les fondateurs du Toyota Production Système (TPS). Elle repose sur cinq principes (Womack et Jones, 1996) :

- **1^{er} Principe**, consiste à définir la valeur en adoptant le point de vue du client pour satisfaire exactement son besoin.
- **2^{ème} Principe**, repose sur l'identification de la chaîne de la valeur dans l'entreprise, en déterminant les processus mis en œuvre, en traçant l'enchaînement des activités responsables de la réalisation d'un produit ou d'un service afin d'éliminer les goulots d'étranglement.
- **3^{ème} Principe**, Favorise l'écoulement des flux en s'assurant que les activités créatrices de valeur se succèdent sans interruption le long du processus.

- **4^{ème} Principe**, Tire les flux, en produisant des biens ou des services si et seulement si une demande explicite du client se manifeste.
- **5^{ème} Principe**, Vise la perfection en opérant des progrès permanents par l'émergence de nouvelles idées d'amélioration et en pérennisant une culture d'élimination continue des sources de gaspillage.

2) Technique du Lean Management

C'est un mode organisationnel de travail qui vise à engager l'ensemble des acteurs dans le but d'augmenter la performance en éliminant les gaspillages.

3) Méthode de production Lean Manufacturing

C'est un ensemble d'outils, de techniques et de pratiques visant à accroître la performance en éliminant les gaspillages dans toutes les activités de l'entreprise.

En plus des trois extensions du Lean citées ci-dessus, il existe encore d'autres rayonnements du Lean, tels que le Lean office, le Lean accounting, le Lean services, etc. Actuellement, ces extensions du Lean ne sont pas autant exploitées dans les organisations. Il est important de remarquer qu'il existe une énorme différence entre une entreprise pratiquant le Lean et une entreprise traditionnelle. Le Tableau I.1. explicite cette différence.

Tableau I. 1. Différence entre une entreprise pratiquante du Lean et une entreprise traditionnelle (Leseure-Zajkowska, 2004, p.22-23)

Atelier de production	Entreprise traditionnelle	Lean Entreprise
Organisation de la production	Système de production rigide	Système flexible de production proportionné aux besoins
Planning	Basé sur des prévisions	Basé sur les commandes client
Technologie et construction	Travail individuel des experts Faible considération du client, de la production, de l'achat et de la logistique	Travail d'équipe Considération du client, de la production, de l'achat et de la logistique
Production	Production orientée sur l'efficacité Stocks de production Dépend de l'équipement Gestion de la production basée sur le planning Production par lots	Production orientée sur le flux continu de matières Production à la commande Dépend de l'assortiment de produits Gestion de la production basée sur la commande client

	Stabilité de la production grâce aux stocks importants	Flux continu Stabilité de la production grâce à la fiabilité et à la synchronisation des processus
Taille de lot	Production en grande série Quantité économique	Production en petite série correspondant aux besoins des clients Minimisation des coûts
Rotation des stocks	Bas coefficient de rotation des stocks Approvisionnements planifiés Grand stock	Haut coefficient de rotation des stocks Livraison fréquente Réduction des stocks
Usine	Processus de production spécialisés	Processus de production flexibles
Organisation des ateliers	Par technologies (départements, cellules)	Conception de cellules en U
Machines	Machines complexes, chères et très efficaces Maintenance curative par un spécialiste	Machines simples et pas chères Maintenance : le système 5S, la prévention et la conservation par l'opérateur
Changements d'outils	Réduire la fréquence des changements d'outils Temps de changements d'outils importants	Réduire le temps nécessaire aux changements d'outils Changements rapides d'outils
Gestion des flux d'information	Beaucoup d'informations qui circulent longtemps	Information sélective Circulation rapide
Contrôle qualité	Contrôle statistique de la qualité, prélèvement des échantillons	Capabilité du processus Contrôle systémique
Les agents de production	Qualifiés Manque de flexibilité Utilisation du travail physique Culture de l'organisation basée sur le contrôle et la loyauté	Multifonctions Bonne flexibilité Utilisation du travail physique et des connaissances Culture de l'organisation basée sur l'intégration, l'autonomisation et la responsabilisation (<i>empowerment</i>)

Le Lean a pour objectif la satisfaction des besoins des clients en mobilisant peu d'argent et de moyens de production. Dans le but de minimiser les ressources et les coûts, il est primordial d'éliminer ou d'atténuer les gaspillages dans toutes les opérations de l'entreprise grâce à la rationalisation de toute la société et ses partenariats en continu, tout en maintenant l'équilibre du rapport besoins clients et capacités de l'entreprise. L'entreprise peut également augmenter ses performances en accélérant ses flux, en diminuant ses investissements, ses défauts, le transport et l'espace de travail.

I.1.2. Le déploiement du Lean

Le Lean ne présente pas une démarche standard approuvée par les chercheurs. C’est un ensemble d’outils permettant l’élimination des gaspillages. L’approche est globale, cependant, la démarche exige de prendre en compte l’interaction entre ces outils comme un système et ne prend pas ces derniers indépendamment.

L’ensemble des outils appartenant au Lean se résumant dans le Tableau I.2.

Tableau I. 2. Les outils du Lean (Leseure-Zajkowska, 2004, p. 26-27)

Domaine d’application	Nom	Objectif
Représenter les processus dans le temps et dans l’espace	Schéma du processus de production	Calculer les temps des opérations dans le cycle de production
	Diagramme Spaghetti	Représenter la disposition des postes de travail et les trajectoires
	Value Stream Mapping (VSM)	Illustrer une cartographie de la chaîne de la valeur
	Valeur ajoutée (VA)	Calculer la valeur ajoutée dans le cycle de réalisation de la commande
	Non-valeur ajoutée (NVA)	Calculer le temps gaspillé dans le cycle de réalisation de la commande
	Lead time	Calculer le délai depuis la réception de la commande client jusqu’à la livraison du produit final
	Takt time	Donner le rythme de la demande du client qui correspond à la cadence de fabrication d’un produit
	Temps de cycle	Calculer le temps total de fabrication d’un produit par un opérateur dans sa cellule ou dans la ligne de production
	Goulot d’étranglement	Identifier l’activité la plus lente de la chaîne logistique pour augmenter son rendement

<p>Régulariser les flux et stabiliser les processus</p>	Système 5S	Organiser le poste de travail pour le rendre ergonomique et performant
	Flux continu	Eliminer les stocks et les attentes des opérateurs
	Equilibrage de ligne	Equilibrer les charges des opérateurs de la ligne de production
	Cellules en U	Aménager les postes de travail en U dans l'ordre du flux physique
	One-piece-flow	Effectuer le flux de matières pièce à pièce par les machines sans arrêt et sans défaut
	Entonnoir de variété de la production	Identifier les processus où commence la différenciation des produits
	Maintenance Productive Totale TPM	Améliorer le rendement des machines et de l'équipement
	Taux de Rendement Synthétique (TRS)	Calculer le taux d'utilisation des machines
	Single Minute Exchange of Die (SMED)	Changer la série de production en moins de 10 minutes
	Système Kanban	Fabriquer la quantité strictement nécessaire pour réaliser la commande
	Carte Kanban	Gérer la production et les stocks afin d'approvisionner les postes de montage
	Supermarché	Gérer les flux physiques où l'application du flux continu est impossible
	File d'attente FIFO	Limiter le volume du stock en-cours à une valeur maximale
	Heijunka	Effectuer le lissage de la production pour éviter les périodes de travail intenses et les périodes d'inactivité
	Juste-à-temps JAT	Livrer au bon moment le produit nécessaire
	Tournée du laitier	Optimiser le temps du transport des produits chez client

	Poka-Yoke	Réduire au minimum les défauts grâce au feedback et à l'action corrective immédiate
	Contrôle visuel	Prévenir et réagir rapidement aux non-conformités
Maintenir les améliorations et développer le potentiel humain	Standardisation du travail	Exécuter la séquence d'opérations de la meilleure façon possible identifiée jusqu'à maintenant
	Takt time	Fixer le rythme du travail
	Séquence de travail standard	Décrire l'ordre des tâches
	Carte de standardisation du travail	Faciliter et surveiller le travail en formalisant le mode opératoire
	Work-In-Process WIP	Respecter la taille minimale du stock en-cours qui assure l'exécution régulière d'opérations (sans arrêt du flux de matières)
	Cross training	Partager les connaissances au sein du groupe de travail
	Kaizen	Poursuivre la démarche d'amélioration continue
	Système de suggestions du personnel	Développer le potentiel humain et améliorer les performances
Evaluer la satisfaction client	Valeur ajoutée (VA)	Calculer la valeur du produit du point de vue du client

I.1.3. Domaine d'application du Lean

L'origine du concept de Lean provient de Toyota (Liker, 2012) dans le secteur de l'automobile. Le succès de cette entreprise est dû principalement à ses propres procédés de fabrication et d'organisation, ajoutant à cela l'implication des capacités du talent japonais et des employés en amélioration continue. Grâce à l'efficacité du Lean, le concept s'est appliqué dans différents secteurs d'activités, particulièrement dans le domaine militaire et dans les

grandes compagnies, telles que Boeing, Rolls Royce et Lockheed (Liker, 2012). Cependant, les spécialistes ont identifié un certain nombre de limites.

- La philosophie d'amélioration continue du Lean se focalise sur la reconsidération des processus, les résultats obtenus à chaque fois sont toujours légers ;
- Les entreprises trouvent des difficultés à mettre en place la démarche, en raison de la complexité de la mise en pratique des différents outils du Lean. Ceci peut conduire à l'échec de la mise en place de cette démarche ;
- Au vu de la démarche, le Lean dépend principalement de la ressource humaine et de la culture d'entreprise. Ceci met en difficulté l'inculcation du Lean, et ne permet pas ainsi à l'organisation de préciser une responsabilité pour chacun.

I.2. Les Fondements des Six Sigma

I.2.1. Définition des Six Sigma

La méthode Six Sigma a pour objectif la satisfaction des clients conjointement avec la réduction des coûts et l'amélioration du niveau de qualité. Cette méthode a pour mission de réduire la variabilité des processus les plus critiques aux regards des clients. La stabilité de ces processus s'obtient à travers une approche statistique (George, 2003; Leseure et al., 2010).

La méthodologie Six Sigma, vise un niveau de qualité de 3,4 défauts par million d'opportunités à travers les deux déroulements principaux d'amélioration continue, DMAIC ou DFSS.

- **DMAIC** (Define, Measure, Analyse, Improve, Control) représente par ses étapes, une caractérisation d'une méthodologie standard, permettant d'apporter des améliorations aux processus en éliminant les problèmes.
- **DFSS** (Design For Six Sigma) a pour but d'orienter l'entreprise vers la création de produits et de processus permettant d'atteindre un niveau de qualité proche de l'objectif fixé par six sigma et la satisfaction des clients (Leseure et al., 2010).

Il existe d'autres modèles de déroulement de Six Sigma semblables à DMAIC et DFSS mais sont très peu utilisés.

- **DMEDI** et **DMADV**, (Définir, Mesurer, Explorer, Développer, Implémenter) et (Définir, Mesurer, Analyser, Désigner, Vérifier), ils permettent respectivement la conception de nouveaux produits ou processus.

- **DCOV** (Définir, Caractériser, Optimiser, Vérifier) consiste à apporter des améliorations en réduisant les problèmes potentiels ou existant dans les processus ou dans les produits.

Le concept Six Sigma repose sur la loi normale, en faisant référence à la courbe de Gauss (voir la Figure I .1.). à cet effet, il existe deux approches ;

- **L'Approche traditionnelle**, la vision du niveau de qualité par rapport aux organisations se réfère par rapport à ± 3 écarts types, traduit par 2700 unités non conformes par million et 99,73% d'unités conformes, contrairement à l'objectif visé par Six Sigma visant un niveau de qualité de ± 6 écarts types, traduit par 0,002 unités non conformes par million.
- **L'approche statistique**, le niveau de qualité du processus se calcule par la mesure des indicateurs de capacité, dans le but d'accroître la performance du processus Six Sigma par l'atteinte des valeurs $Cp=2$ et $Cpk=1,5$ (Pillet, 2005)

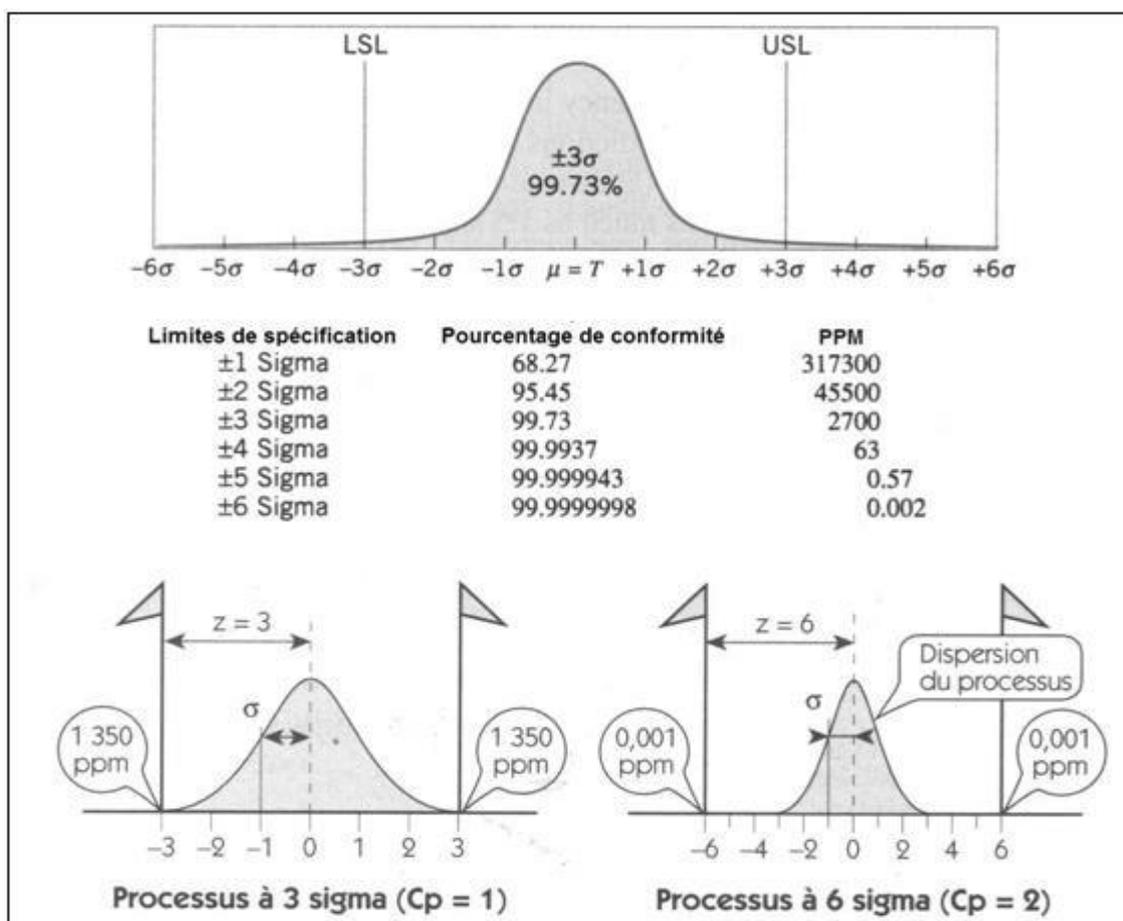


Figure I. 1. Niveau Six Sigma (Pillet, 2008)

Alors que les équipements de mesure sont incapables de déceler un très faible décentrage du processus, les calculs statistiques prennent en considération un décalage minime égal à 1,5 sigma. Les Six Sigma visent des processus comprenant 3,4 unités non conformes par million. La Figure I.2. explicite ce principe (Pillet, 2008).

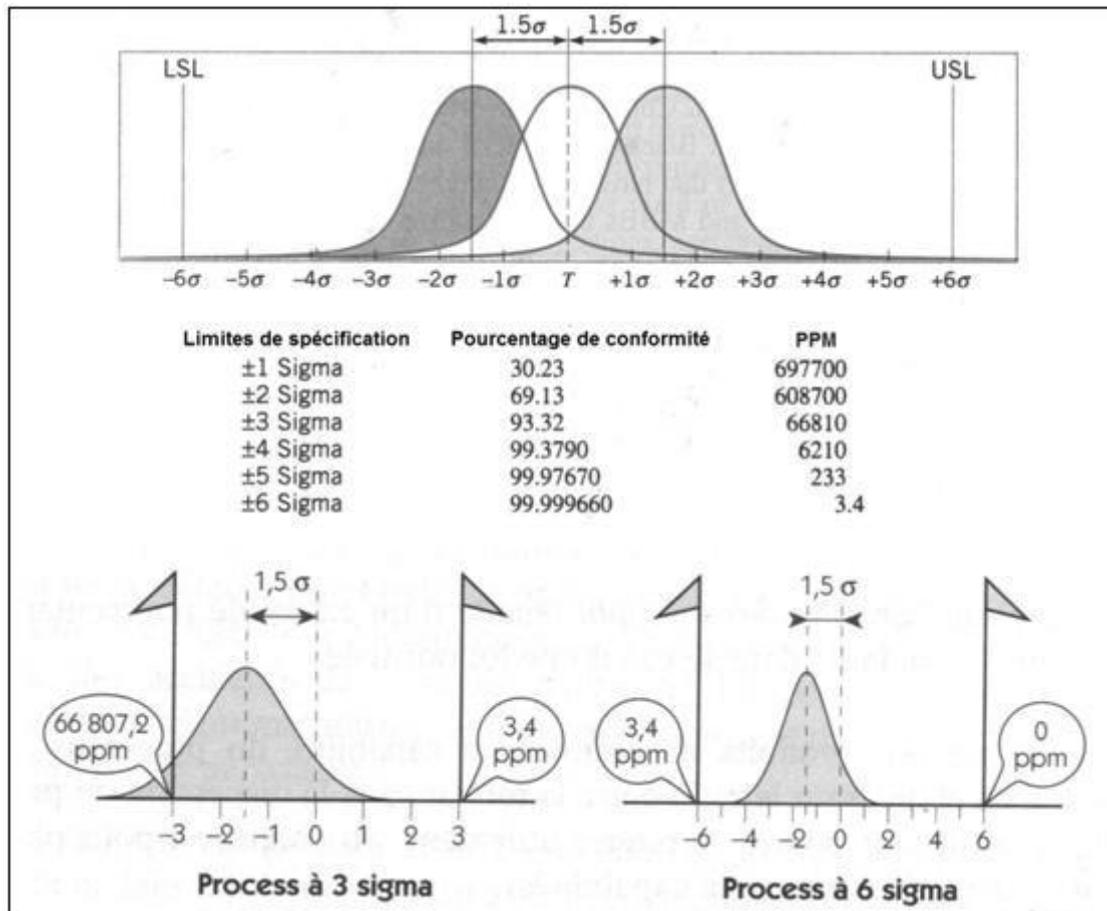


Figure I. 2. Décalage de 1,5 sigma (Pillet, 2008)

I.2.2. Le déploiement des six sigma

La méthode Six Sigma fait appel à un nombre important d'outils, de techniques, de procédés et d'indicateurs pour mieux appréhender et résoudre les problèmes. L'ensemble de ces outils Six Sigma sont décrits dans le Tableau I.3.

Tableau I. 3. Outils Six Sigma (George, 2003 ; Pillet, 2008; Leseure-Zajkowska, 2004, p. 32-33)

Domaine d'application	Nom	Rôle
Générer des idées et rechercher des solutions	Brainstorming	Générer les idées grâce au travail créatif du groupe
	SIPOC	Décrire les relations de l'entreprise avec ses fournisseurs et ses clients
	Benchmarking	Comparer les processus et les méthodes de son entreprise avec leurs correspondants dans une autre organisation
	Voix du Consommateur VOC	Apprendre les attentes et les besoins du client
	Diagramme CTQ	Identifier et décrire les besoins et spécifications du client
	Déploiement de la Fonction Qualité QFD	Identifier les besoins du marché Adapter les spécifications du bien ou du service aux attentes des clients Répondre aux attentes du client
	Diagramme de Gantt	Etablir le planning des tâches séquentielles et simultanées
	Diagramme de relations ID	Identifier, analyser et classer régulièrement les relations causes – résultats qui déterminent les problèmes clés
	Diagramme de Pareto	Se concentrer sur les problèmes clés pour obtenir une amélioration plus efficace
	5 why	Trouver les causes racines du problème
	Diagramme d'Ishikawa	Trouver et guérir les causes du problème Identifier, exploiter et classer toutes les causes détaillées de problème
	Diagramme d'arbre	Faciliter les décisions et l'analyse en dessinant les tâches
	Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité AMDEC	Déterminer et classer les défaillances d'un produit ou d'un processus Définir les actions à entreprendre pour éliminer les défaillances potentielles Documenter le processus du développement

Diagramme des affinités	Rassembler et grouper un grand nombre d'idées
Analyse du champ de force	Identifier les effets positifs et négatifs des changements
Flowchart	Effectuer une présentation graphique des processus Identifier le flux ou la séquence des tâches
Graphique en toile d'araignée	Evaluer la performance Illustrer la différence entre la performance actuelle et la performance idéale
Graphique du temps	Observer les tendances de données de processus obtenues dans une certaine période de temps
Diagramme de matrice	Trouver des relations entre les informations

Les outils Six Sigma complètent la méthode de la roue de Deming et s'inscrivent dans la démarche DMAIC. Les cinq étapes de la démarche sont essentielles pour fournir des résultats fiables (Nakhla, 2006) ;

- **Définir**, consiste à définir la problématique, les limites de remise en cause et les membres constituant l'équipe de travail.
- **Mesurer**, consiste à trouver un moyen permettant de mesurer la qualité, contrôler la capacité, récolter les informations nécessaires et déterminer le niveau sigma du processus.
- **Analyser**, consiste à examiner les données et démontrer statistiquement les facteurs influents.
- **Innover**, cette étape expérimente des faits et des apports nouveaux, établit des modifications et démontre statistiquement que les améliorations sont efficaces.
- **Contrôler**, dans cette étape, une solution s'applique, se formalise et se met sous contrôle.

La mise en application de la méthode Six Sigma dans toutes les organisations est accompagnée par un niveau de compétence et de responsabilité mouvant. Ces organisations ont comme rôle la mobilisation des ressources humaines appropriées pour atteindre l'objectif ciblé. Le comité d'organisation est composé de cinq niveaux hiérarchiques (Pillet, 2008) ;

- **Responsable de l'entité**, est le seul dans l'organisation qui a comme responsabilité le pilotage stratégique, en motivant, dirigeant, assurant une vision à long terme, éliminant les obstacles et en surveillant les projets.
- **Champion**, est le seul dans l'organisation qui a comme responsabilité le pilotage stratégique et technique, en assurant l'allocation appropriée des ressources, choisissant les candidats aptes à devenir des Black Belts.
- **Master Black Belt**, chacun a comme responsabilité, le pilotage technique et opérationnel, en veillant sur dix Black Belts, en les choisissant, en les formant et en surveillant les projets.
- **Black Belt**, chacun a comme responsabilité de gérer 100 employés, de procéder au pilotage technique et opérationnel, de réaliser les projets Six sigma et de former les Green Belts.
- **Green Belt**, chacun a comme responsabilité le pilotage opérationnel, le suivi et la conduite, en dirigeant les petites équipes, en aidant les Black Belts et en menant leurs propres projets.

I.2.3. Domaines d'application des Six Sigma

La mise au point de la méthode Six sigma s'est produite dans les années 80 chez Toyota, la méthode est également employée par les plus grandes compagnies, telles que, General Electric, Ford, Sony, ABB, Seagate, Polaroid, etc. Ces grandes entreprises ont eu des gains financiers importants, un niveau de qualité élevé et une organisation de travail très efficace et performante. La méthode est utilisée aussi, dans plusieurs secteurs d'activités, par exemple, l'armée, l'administration, le gouvernement, la santé, etc. (Mawby, 2007). Elle s'applique également dans les différentes fonctions de l'entreprise, telles que, la logistique, R&D, la production, système d'information, etc. Cependant, la méthode Six Sigma n'intègre pas, dans sa démarche, la notion de vitesse jugée importante pour la satisfaction des clients et l'amélioration des processus (George, 2003).

I.3. Les fondements du Lean Six Sigma

I.3.1. Définition du Lean Six Sigma

Lean & Six sigma, ces deux concepts font de plus en plus leurs preuves, par leur impact sur la productivité et leurs résultats financiers et qualitatifs. Les grandes entreprises sont séduites par l'apport de ces deux méthodes qui leurs ont permis d'avoir un avantage concurrentiel. Le développement de ces deux concepts a donné naissance à une méthode hybride, le Lean Six Sigma. Cette combinaison offre une forte adaptation qui couvre toute l'entreprise dans ses différentes fonctions en réalisant conjointement l'objectif des deux concepts. Cette fusion permet à chacune de ces méthodes de se compléter l'une l'autre et d'accroître la performance de l'organisation (George, 2003).

L'application du Lean Six Sigma est plus efficace pour éliminer les gaspillages et améliorer le niveau de qualité en comparant avec l'application séparée des deux méthodes (Leseure, 2010). La figure I . 1. présente cette Complémentarité entre le Lean et les Six Sigma.

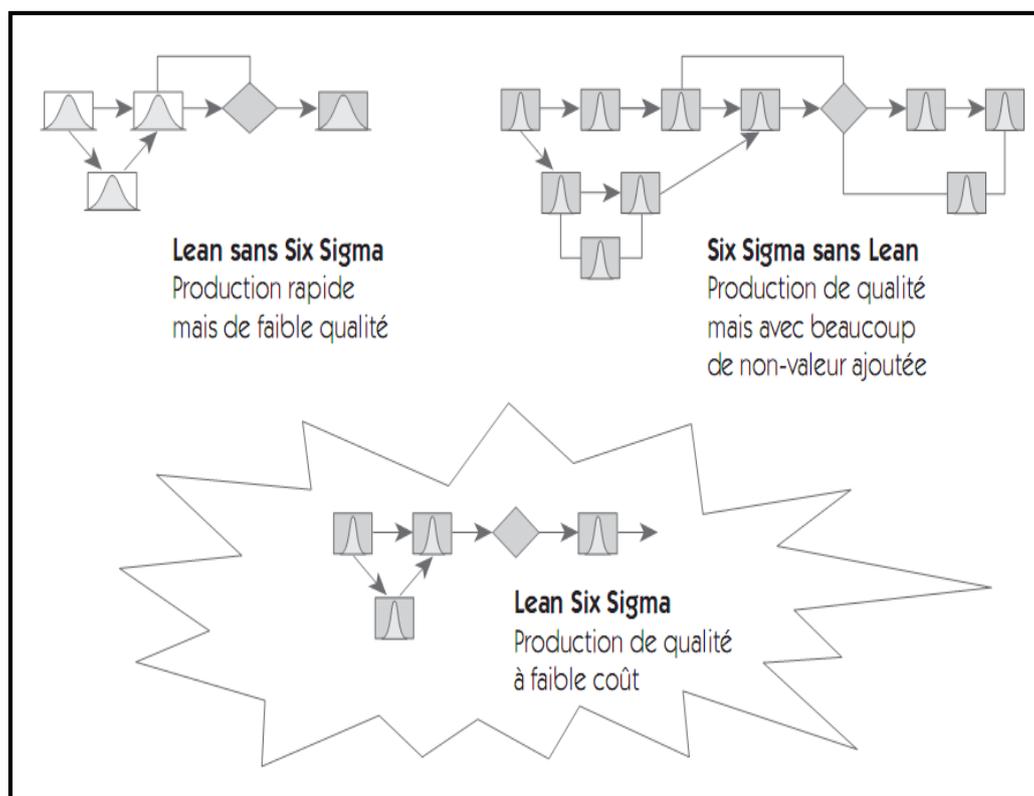


Figure I. 3. Complémentarité Lean & Six Sigma (Pillet, 2004)

Beaucoup d'entreprises s'intéressent à la méthode Lean Six Sigma en raison des résultats atteints concernant l'amélioration de la productivité et le niveau de qualité tout en pérennisant les économies qui dépassent à chaque fois les attentes car c'est une démarche qui repose sur un scénario « Gagnant-Gagnant » pour tous les acteurs : L'entreprise et ses clients. L'objectif ciblé par les deux méthodes est commun, les deux concepts se focalisent sur la satisfaction des clients, même en présence d'une différence entre les deux méthodes. Le Six Sigma vise à diminuer la variabilité des processus et à améliorer complètement la qualité perçue par le client. Ainsi, la méthode permet de mesurer la variabilité et de la mettre sous contrôle, contrairement au Lean qui la considère d'un point de vue qualitatif.

Le Lean se concentre sur un service rapide au client, en améliorant continuellement le niveau de qualité.

Les fondements du Lean Six Sigma reposent sur quatre piliers (voir la Figure I.4) ;

- Offrir un service rapide aux clients avec un niveau de qualité répondant exactement à leurs attentes ;
- Satisfaire les clients, en améliorant les processus de l'organisation, en réduisant la variabilité et en éliminant les gaspillages ;
- Constituer des équipes de travail pour augmenter le niveau de performance et trouver aisément des solutions ;
- Prendre des décisions sur la base de données (George, 2003).

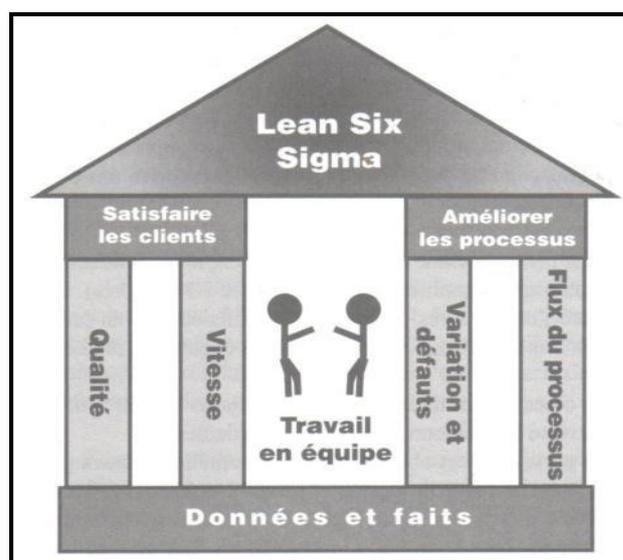


Figure I. 4. Piliers de la méthode Lean Six Sigma (George et al, 2010)

La méthode Lean Six Sigma s'articule sur cinq lois fondamentales permettant une mise en application efficace dans l'organisation (George, 2010) ;

- **1^{ère} Loi, la loi du marché** « Les besoins du client définissent la qualité et sont la plus haute priorité de l'amélioration » ;
- **2^{ème} Loi, la loi de la flexibilité** « La vitesse de n'importe quel processus est proportionnelle à sa flexibilité » ;
- **3^{ème} Loi, la loi de la concentration** « Les informations montrent que 20% des activités au sein d'un processus causent 80% des problèmes et des retards » ;
- **4^{ème} Loi, la loi de la vitesse (Loi de Little)** « la vitesse de tout processus est inversement proportionnelle à la quantité de travaux en cours » ;
- **5^{ème} Loi, la loi de la complexité et du coût** « la complexité d'une offre de service ou de produit ajoute généralement plus de coûts et de travaux en cours que ne le font des problèmes de qualité (sigma peu élevé) ou de lenteur (contraire de Lean) ».

I.3.2. Le déploiement du Lean Six Sigma

La méthode Lean Six Sigma englobe un ensemble d'outils regroupés par rapport à leurs apports dans les cinq phases de la démarche DMAIC.

L'annexe I.1. présente les outils inscrits dans chacune des étapes de la démarche DMAIC selon vingt ouvrages et publications scientifiques sur le Lean Six Sigma.

I.3.3. Domaine d'application du Lean Six Sigma

La méthode Lean Six Sigma peut apporter beaucoup d'avantages à tout type d'organisation. Elle demeure efficace car elle permet à l'entreprise d'améliorer la satisfaction du client et d'avoir une situation économique meilleure tout en réduisant les coûts, le délai de livraison, le stock et en augmentant ses recettes (George et al, 2010). La méthode sert également à apporter des améliorations au niveau des compétences du personnel dans le but de lui permettre de prendre les bonnes décisions, le menant à trouver des solutions et le faire travailler en équipe. La mise en application de la méthode a fait ses preuves dans les plus grandes entreprises, par exemple, GE, NCR, Lockheed Martin, Northrop, etc.(George, 2003).

Conclusion

Nous concluons à la fin de ce chapitre que le Lean Six Sigma est une démarche pertinente exploitée par la majorité des grandes entreprises. Elle permet d'augmenter le profit, d'améliorer la performance de l'organisation et d'avoir un avantage concurrentiel. La mise en application de la méthode fera l'objet de l'étude d'un cas pratique qui sera présenté dans les prochains chapitres.

Chapitre

II. Etude de l'existant et définition du cadre de projet

II.1. Etude de l'existant

II.1.1. Présentation de Schlumberger

Schlumberger est la plus grande société multinationale de services pétroliers et le premier fournisseur mondial de technologies. Elle fut fondée en France sous le nom de « Société de Prospection Électrique » en 1926 par deux alsaciens, les frères Conrad et Marcel SCHLUMBERGER, grâce à leurs idées innovantes pour détecter différents types de roches par la mesure de la conductivité électrique.

La société est désormais installée aux Antilles néerlandaises, mais ses principaux bureaux (sièges) sont situés à New York, Paris et La Haye avec un centre de Recherche & Développement à Clamart (France).

Le groupe dispose de partenariats avec diverses institutions universitaires et a créé plusieurs centres de formation interne accueillant 1 200 personnes/jour (dont 500 pour le seul campus Schlumberger d'Abu Dhabi).

Schlumberger compte aujourd'hui plus de 118.000 employés à travers le monde, de 140 différentes nationalités et travaillant dans 85 pays. Preuve de son aspect multinational, l'entreprise englobe 20 nationalités différentes dans les 50 premiers « executive managers ». La présence des services pétroliers de Schlumberger en Algérie remonte à 1954 et compte plus de 3500 employés à travers tout le territoire national.

Schlumberger collabore avec toutes les grandes compagnies multinationales du secteur pétrolier et directement au sein des pays pétroliers - dont l'Arabie Saoudite, la Libye, la Russie et le Turkménistan. Elle opère dans les zones les plus difficiles, que ce soit sur le plan politique, sur le plan logistique ou technologiquement. Elle est le chef de file mondial dans les technologies nécessaires pour obtenir des combustibles fossiles sur le terrain - avec 36.000 brevets pour répondre aux attentes des clients.

II.1.2. Organisation et Segments

II.1.2.1. Organisation de l'entreprise

Schlumberger est structurée en 6 zones d'activités (Area) qui englobent des marchés géographiques (33 Geomarkets).

Les « Area » (zones) sont des macro-territoires de gestion qui englobent tout un continent ou une partie importante d'un continent tandis que le « Geomarket » (marché géographique) est un pays ou groupe de pays gérés sous une même structure.

Les zones et les marchés géographiques fournissent le soutien et l'expertise pour les segments afin de bien fonctionner dans les pays spécifiques et permettent de décentraliser la gestion et optimiser l'acquisition des marchés à travers le monde.

Les zones d'activités détaillées et leurs marchés sont :

Europe & Africa Area (EAF): Europe Continentale, Libye, North Africa Geomarket (Algérie, Tunisie), Nigeria, Mer du Nord, Ouest et Sud d'Afrique.

Russia & Central Asia (RCA): Russie & Mer Caspienne.

Latin America (LAM) : Amérique du Sud, Amérique Centrale et les Caraïbes.

Middle East Area (MEA): Egypte & Soudan, Moyen Orient et Golfe Arabe.

Asia Area (ASA): Australie, Chine, Inde, Indonésie, Sud et Est de l'Asie.

North America (NAM): Alaska, Canada, Golf du Mexique et les Etats Unis.

La figure ci-dessous montre la disposition des Geomarket de Schlumberger dans le monde

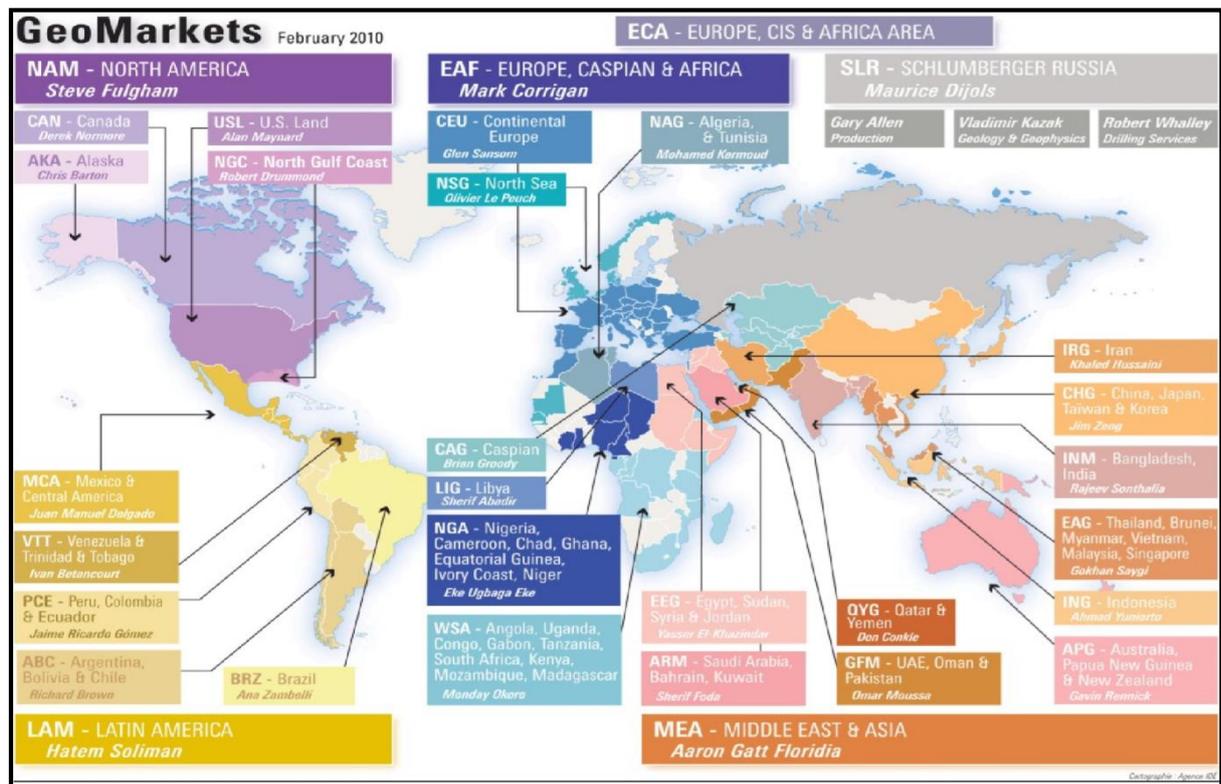


Figure II. 1. Les GeoMarket de Schlumberger OFS (Schlumberger 2014)

Cette structure offre aux clients un point de contact unique au niveau local pour les opérations sur le terrain et rassemble des équipes géographiquement ciblées pour répondre aux besoins locaux et offrir des solutions personnalisées. Collaborant avec les différents segments technologiques de l'entreprise, les marchés géographiques fournissent un puissant conduit par lequel l'entreprise transite l'information et le savoir-faire aux clients, et à travers lequel des ingénieurs et des géoscientifiques de Schlumberger maximisent les synergies technologiques sur toute la durée du champ.

II.1.2.2. Les segments technologiques de Schlumberger

Schlumberger n'est pas une entreprise de production de brut, mais une entreprise de services qui collabore avec les opérateurs producteurs, (ex. : SONATRACH, British Petroleum (BP), AGIP, ANADARKO, TOTAL, le Ministère Algérien de l'Energie et des Mines ...), afin d'exploiter les puits d'hydrocarbures.

Le groupe Schlumberger s'organise autour de sept segments technologiques qui assument totalement tous les services pétroliers depuis l'inspection (recherche de pétrole) jusqu'à la production et la maintenance. C'est l'entreprise leader mondial des services pétroliers. Les offres de chaque segment de Schlumberger Oilfield Services sont listées ci-dessous :

WesternGeco : service d'acquisition et de traitement de données sismiques.

Wire-line : service fournissant l'information nécessaire à la caractérisation du réservoir, à la planification et au contrôle de la construction des puits ainsi qu'à l'évaluation de la production

Drilling and Measurement : service de forages dirigés, de mesures et de logging en cours de forage.

Well services : optimisation de la production, services de cimentation et de stimulation des puits.

Well completion and productivity : services d'essais, de complétion, de production et d'activation des puits.

Integrated project management : conseil, gestion des projets et études d'ingénierie mobilisant l'expertise des autres segments technologiques.

Schlumberger information solution : solutions stratégiques intégrées comprenant des services de gestion de l'information, des technologies, de l'information et une gamme complète de services d'experts.

La Figure II.2. qui suit résume l'ensemble de ces segments.

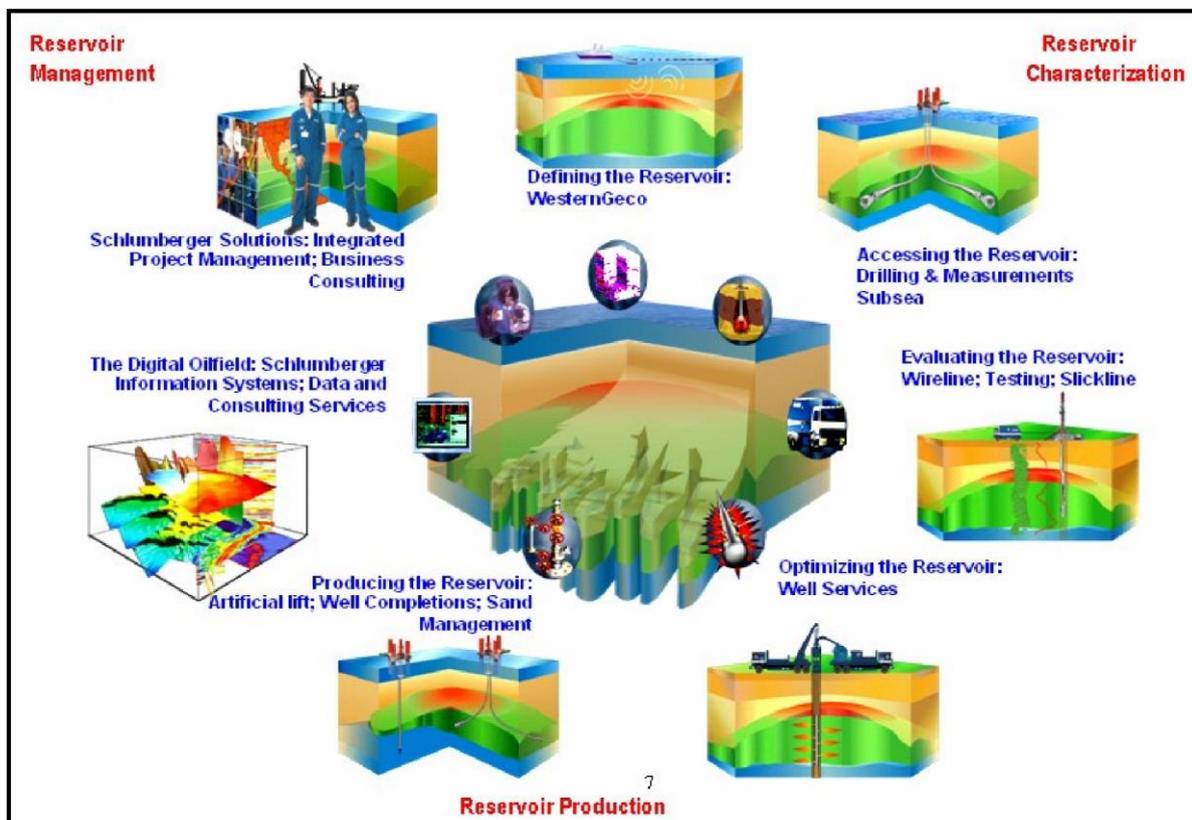


Figure II. 2. Les Segments Schlumberger OFS (Schlumberger 2014)

II.1.3. Recherche et Développement

Avec 25 installations de recherche et d'ingénierie dans le monde entier, Schlumberger met fortement l'accent sur le développement de technologies novatrices qui ajoutent de la valeur pour ses clients. En 2008, elle a investi environ 818 millions de dollars dans la Recherche & Développement (plus que toutes les compagnies du même secteur, réunies).

On peut voir dans la Figure II.3. les principaux centres de recherche et de développement technologique dans le monde.



Figure II. 3. Localisation des principaux centres de recherches et de développement (Schlumberger 2014)

II.1.4. Schlumberger en Algérie

Schlumberger opère en Algérie sous la gestion de Schlumberger North Africa Geomarket (N.AG). Elle regroupe l'Algérie et la Tunisie. Le siège social de la compagnie dans la région nord-africaine est situé à : Route de Ouled-Fayet, Zone d'Activité d'Amara, lot. N°08 Cheraga, Alger.

Schlumberger possède plusieurs bases de vie et opère dans plusieurs puits au sud Algérien :

- Hassi Messaoud
- Ain Amenas.
- Hassi Berkine.
- Ain Salah.

La compagnie est présente en Algérie depuis 1955. Aujourd'hui, elle détient plus de 70% des parts du marché des services pétroliers. Les activités du groupe en Algérie sont divisées en deux grandes entités de Technologies: Service Pétrolier Schlumberger (SPS) et Compagnie d'Opérations Pétrolières Schlumberger (COPS), toutes les deux sont soutenues par les mêmes fonctions support comme schématisé sur la Figure II.4.

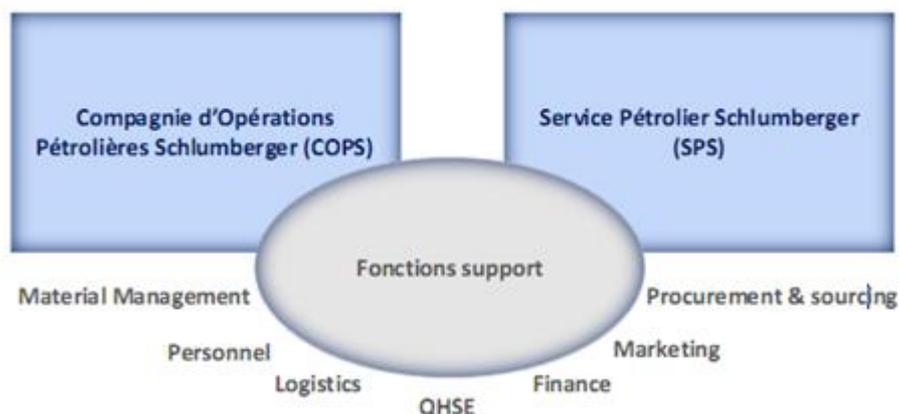


Figure II. 4. Organisation de Schlumberger NAG (Schlumberger 2014)

II.1.5. Schlumberger : Entités, services logistiques et systèmes d'information

Certaines entités et départements ainsi que quelques systèmes d'informations sont cités à maintes reprises. Ces derniers seront définis dans ce qui suit et ce afin de faciliter la compréhension des chapitres concernés.

II.1.5.1. Entités et services logistiques de Schlumberger

II.1.5.1.A. GOLD: Global Oilfield Logistics & Distribution

C'est une entité qui fait partie de Schlumberger Worldwide, son rôle réside à établir le contact entre l'entreprise et le fournisseur international lorsque Schlumberger s'approvisionne à partir de ce dernier. Cette entité est localisée dans 4 principales plateformes (Hubs) à travers le monde (Huston, Singapour, Dubaï, Rotterdam) et représentée par GOLD (Global Oilfield Logistics & Distribution).

Schlumberger Algérie établit des échanges, la plupart du temps, avec le hub de Rotterdam.

Le rôle du GOLD est :

- Consolider les ordres d'expédition ;
- Assurer une organisation avec un seul point de contact ;
- Permettre une meilleure mise en réseau entre les Hubs ;
- Réaliser une meilleure consolidation et négocier efficacement les frets du transport ;
- Standardiser les documentations des processus d'expéditions à travers le monde ;

- Centraliser la saisie des données sur un système mondial ;
- Obtenir une meilleure visibilité sur la logistique ;
- Améliorer la gestion des commandes et l'ordre d'expédition avec les fournisseurs.

II.1.5.1.B. Supply chain de Schlumberger NAG

La chaîne logistique de Schlumberger dispose de 3 piliers qui assurent le suivi de l'acheminement des articles envoyés par GOLD. De plus cette dernière s'occupe de l'approvisionnement des segments dans le cas d'un fournisseur local.

Ces 3 piliers sont :

II.1.5.1.C. Procurement & Sourcing

C'est le département achats et approvisionnements de l'entreprise, sa mission est de choisir les meilleurs articles sur le marché adéquats avec les activités de l'entreprise et la sélection des fournisseurs avec les conditions commerciales optimales.

Ce département a d'autres missions:

- Gérer les relations avec les fournisseurs après la sélection de ces derniers.
- Percevoir le niveau de satisfaction des clients de Schlumberger.

II.1.5.1.D. Material management

C'est le département responsable de stockage des articles (M&S & les consommables) et de la gestion des entrepôts de l'entreprise. Ce département est un support pour les segments opérationnels et a pour missions:

- Éviter les ruptures de stocks et les sur-stockages
- Assurer la disponibilité des articles demandés par le réapprovisionnement du stock.
- Assurer la bonne réception des articles avec une inspection physique pour garantir la conformité de ces derniers.

- MM est responsable de l'entreposage, l'inventaire, et la gestion des centres de distribution régionaux de Schlumberger.

II.1.5.1.E. Logistics

C'est le département qui gère les flux physiques de l'entreprise, avec une grande responsabilité sur la logistique de Schlumberger. Sa fonction est de garantir la disponibilité des ressources nécessaires répondant aux besoins des segments opérationnels.

Ce département est composé de trois services :

- Service « Segment Logistics » : sa responsabilité est de choisir le mode de transport adéquat et le suivi des articles commandés au niveau de GOLD.
- Service « Import/export » : Le rôle de ce service est d'assurer l'arrivée des articles commandés vers les lieux de stockage de l'entreprise dans les délais requis. Il représente une interface reliant Schlumberger et le transitaire chargé du dédouanement des articles envoyés par GOLD.
- Service « transport domestique » : le rôle de ce service réside dans l'optimisation du transport local et plus particulièrement le transfert des équipements et produits du segment au chantier où se déroulent les opérations.

II.1.5.2. Systèmes d'information

Schlumberger gère un ensemble de fonctions par le biais de plusieurs systèmes d'information propres à l'entreprise. Les principaux systèmes d'informations utilisés sont: OFS store, SWPS et le système d'information de GOLD.

- **OFS store:** Il regroupe les informations sur l'état de tous les stocks de l'entreprise, ce système est exploité par le Materials management.
- **SWPS:** Ce système contient des informations concernant les articles ainsi que les fournisseurs sélectionnés par le département « Procurement & Sourcing » permettant de lancer les commandes.

- **Système d'information GOLD:** Il comprend toutes les informations concernant les articles commandés en cours de consolidation ou d'expédition à partir d'un des hubs de GOLD.

II.1.6. Materials Management de Schlumberger NAG

La place de la fonction Materials Management présente une grande importance pour l'atteinte des objectifs de la chaîne logistique de Schlumberger NAG. Par ailleurs, l'existence de plusieurs causes qui influencent les résultats de cette fonction ne lui permettent pas d'achever pleinement son rôle.

Cette fonction est responsable de la gestion des stocks et de la gestion des entrepôts des segments opérationnels. Elle doit pouvoir œuvrer pour la réduction des coûts, des délais et une amélioration de la qualité de service offert à ses clients. Cette responsabilité a pour but d'accélérer les flux qui se traduira par une meilleure réactivité de la chaîne logistique globale.

Cette organisation a été créée en 2009 dans le but de centraliser la gestion des flux physiques (M&S, les équipements et les consommables) à travers une étroite collaboration entre un réseau d'entrepôts.

II.1.6.1. La hiérarchie de MM

Le Materials management dispose une organisation à plusieurs niveaux hiérarchiques avec la définition des rôles et des champs d'intervention.

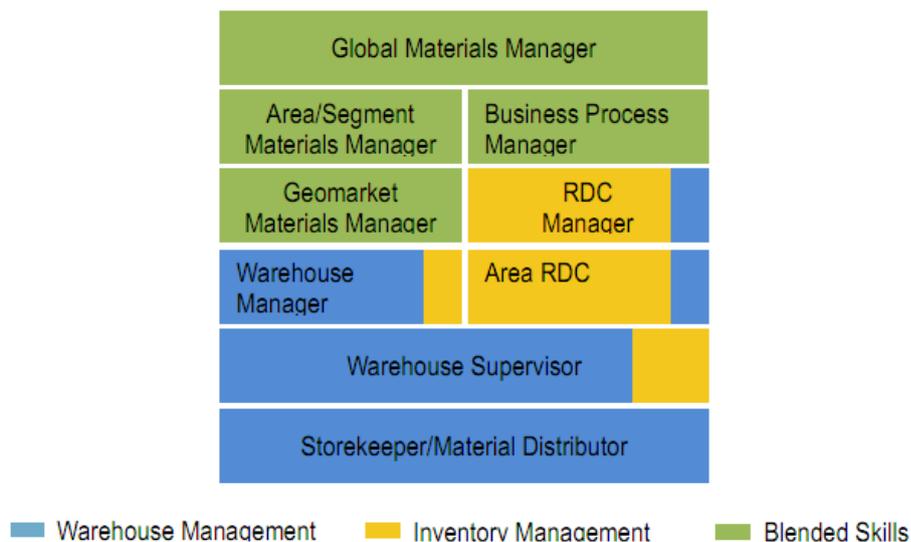


Figure II. 5. Organisation de Materials Management

II.1.6.2. L'entrepôt MD 1

Cet entrepôt a été créé en Aout 2012 à l'intérieur de la base MD1 de Hassi Messaoud par l'implémentation d'une stratégie de centralisation des magasins en un seul entrepôt. Ce dernier est le plus important du NAG, par le fait qu'il détient plus de 70 % de la totalité des M&S de cette région.

Avant la mise en œuvre de cette première stratégie de centralisation, chaque segment gérât son stock par son propre magasin qui contient les M&S et les consommables nécessaires pour opérer.

II.1.6.3. Les actualisations faites en 2015 au sein de l'entrepôt MD1

II.1.6.3.A. Le SRT (Schlumberger stock replenishment tool)

Schlumberger stock replenishment tool est un outil basé sur Microsoft Excel qui interroge les données de MS SQL à partir des systèmes d'informations et accepte la saisie manuelle pour établir des prévisions. Ces données sont utilisées principalement pour projeter les futurs niveaux de stock et calculer les quantités optimales à commander.

Ce système permet de calculer des indicateurs de performance sur l'état de stock représentés par des tableaux de bord, à titre d'exemple le DSOH représentant un indicateur de performance qui indique le nombre de jours restant pour l'achèvement du stock.

Cet outil permet aux segments opérationnels de connaître l'état de leurs stocks dans le but de faire le réapprovisionnement. En plus de calculer les quantités optimales à commander, le SRT identifie également la possibilité de commander des articles qui sont en excès dans les autres pays par des FMT (Transfer de matériel).

II.1.6.3.B. Le GT (Global Tracability)

GLOBAL TRACABILITY est un appareil de lecture de code barre basé sur une application web dédiée à l'impression des codes-barres et le suivi des actifs ; l'accès de l'utilisateur peut être demandé à première tentative de connexion.

Cette application permet de faciliter le déroulement du processus de la réception des articles, de l'inventaire tournant et de l'expédition par le fait des mises à jour automatiques du système après la lecture du code barre de l'article reçu, compté ou expédié.

GLOBAL TRACABILITY permet de gagner énormément du temps par l'élimination de plusieurs étapes de chaque processus.

Cette technologie n'est pas encore exploitée suite à l'existence d'un problème des points d'accès internet spéciaux pour cette technologie. Pour l'inventaire tournant, il y a une possibilité d'utiliser ce système en mode (offline), ensuite introduire les résultats dans le WMS.

II.1.7. Enoncé de la problématique

Schlumberger est une entreprise de service qui détient une grande part du marché, elle maintient toujours un avantage concurrentiel parmi les grandes compagnies de services pétroliers. L'apparition d'un problème de non-respect des délais présente des pertes en terme de coût pouvant engendrer l'insatisfaction des clients.

L'entrepôt MD1 est le plus important du NAG par le fait qu'il possède plus de 70% de Matériel. Il joue le rôle d'un stabilisateur de la chaîne logistique par le respect des délais de réception, de stockage et d'expédition des articles aux clients. Donc la performance de la chaîne logistique de **Schlumberger NAG** dépend des résultats de la fonction MM et plus particulièrement de l'entrepôt MD1.

Le MM a toujours comme objectifs d'améliorer la gestion des entrepôts et la gestion des stocks tout en optimisant les ressources utilisées et en réduisant les délais dans le but d'augmenter la performance de la chaîne logistique et de satisfaire les besoins des clients. Ces objectifs sont loin d'être atteints d'après un audit propre à l'entreprise qu'on a effectué avec le Manager du MM sur la performance des résultats de l'entrepôt MD1 (ces résultats ne peuvent pas être communiqués à raison de la contrainte de confidentialité).

Les résultats obtenus par l'audit mené sont très critiques. De ce fait, il demeure nécessaire de fixer un objectif ambitieux visant à éliminer toutes sortes de gaspillages avec l'accélération des processus pour réduire les coûts. Par ailleurs, l'amélioration des processus avec l'élimination des pertes nécessitent le recours à des approches et des méthodes, qui s'inscrivent dans une optique d'amélioration continue.

En l'occurrence le Lean management, cette méthode vise à diminuer le temps de cycle des processus par l'élimination de toute source de gaspillage. Elle demeure la démarche la plus adéquate pour réduire les délais et maîtriser les coûts.

En outre le Six Sigma représente une approche analytique de résolution de problèmes complexes visant à réduire la variabilité dans les processus en augmentant la qualité du service. En complétant le Lean par le six sigma on obtient la forme hybride Lean Six Sigma qui nous servira à atteindre les objectifs visés par le MM. La suite de notre étude va être basée sur les étapes de la démarche DMAIC du Lean Six Sigma, commençant par la définition du cadre de projet qui représente la première étape de la démarche LSS pour but de délimiter le problème.

II.2. Définition du cadre de projet

Cette partie a pour ambition de déterminer les objectifs de l'entreprise selon les attentes des clients selon les trois critères, qualité, coût et délai. La première étape de la démarche LSS est présentée dans cette partie. Elle consiste à définir le cadre du projet, selon deux dimensions :

- Choisir le projet qui s'aligne le mieux avec la stratégie de l'entreprise ;
- Délimiter le périmètre du projet.

II.2.1. Identification des CTQ

La performance du service Materials Management (MM) doit satisfaire les attentes. A cet effet, il faudrait bien écouter la « voix » des clients. Cette partie a été faite par le biais d'interviews avec les managers des segments (voir Annexe II.1.). Les clients sont les segments opérationnels. Ils sont en nombre de six « REW, TST, ALS, D&M, STT, DST ». Les besoins identifiés se résument sur le Tableau II.1.

Tableau II. 1. Besoins synthétisés des clients avec leurs besoins (Mechouar et Tamssaout 2014)

Besoins	Définition
Exactitude de l'inventaire	Les données du WMS reflètent ce qui est disponible réellement.
Disponibilité	Le client trouve toujours ce qu'il demande (Pas de rupture).
Rapidité des traitements	Le client est servi dans un minimum de temps.
Réduction de l'excès des stocks	Ramener le niveau de stock au plus juste.
Accessibilité	L'organisation est claire, les procédures bien définies et les rôles bien déterminés.
Visibilité	Le client peut à tout moment voir ce qu'il consomme, ce qui n'est pas disponible, les articles dont la date d'expiration approche.
Réduire le risque d'obsolescence et de péremption	Réduire les pertes financières dues à l'obsolescence ou à la péremption.

II.2.1.1. Les besoins des clients

Les besoins identifiés datent de 2014. Pour confirmer la persistance des besoins et avoir l'état actuel des attentes, nous avons à nouveau recensé ces besoins et mené des interviews (voir Annexe II.2.) auprès des clients. A l'issue de ces interviews, nous avons validé les besoins exprimés par les managers des segments résumés sur le Tableau II.1.

Nous avons remarqué que les clients se soucient plus de l'exactitude de l'inventaire que des autres besoins recensés. Les résultats des interviews menés auprès des clients ne reflètent pas clairement les besoins et demeurent insuffisants pour délimiter le projet.

II.2.1.2. Diagramme CTQ

Après avoir validé le besoin des clients, il va falloir maintenant l'affiner pour le voir dans le détail. Pour cela, le diagramme CTQ permet de décortiquer les besoins du client en exigence pour pouvoir établir des évaluations par des métriques. Ce diagramme permet aussi de déterminer une cible à atteindre et des spécifications limites comme référence principale des exigences.

La question à poser est la suivante « Comment peut-on mesurer les exigences des clients ? Quel est l'objectif à fixer pour la satisfaction de ces derniers ? » Pour chaque exigence, il doit y avoir une mesure avec une spécification. Pour cela, nous nous sommes référés aux normes de l'entreprise et à l'équipe du service MM (voir le Tableau II.2.).

Tableau II. 2. Diagramme CTQ

	Besoins	Exigences	Mesure	Spécification
Client	Exactitude de l'inventaire	Pas d'écart d'inventaire	Articles en physique sur articles en système	<0.03%
	Disponibilité	Pas de rupture de stock	Articles recherchés disponibles	>99%
	Rapidité des traitements	Service rapide	Temps de service	<15 min
	Réduction de l'excès des stocks	Optimiser l'approvisionnement du stock	DSOH	<6mois

	Accessibilité	Clarté de l'organisation	Perception du client sur une échelle à 10	>8
	Visibilité	Visibilité sur l'état des articles	Nombre d'articles expirés	0.01%
	Réduire le risque d'obsolescence et de péremption	Pas de pertes financières	Coût de perte	0.01%

L'établissement du diagramme CTQ nous a permis de percevoir avec précision les attentes des clients. Mais ce diagramme ne montre pas le degré d'importance de chaque besoin, de ce fait, on fera une étude sur la priorité des exigences dans l'étape qui suit.

II.2.1.3. Classification de Kano

Après avoir déterminé d'une manière exhaustive les besoins des clients par le diagramme CTQ, notre mission maintenant est d'identifier parmi ces exigences spécifiques celles qui sont critiques pour les segments opérationnels en utilisant le modèle de Kano. Notre enquête vise à déterminer la catégorie d'appartenance de chaque besoin selon le niveau d'importance.

Pour cela, nous avons priorisé les besoins selon le degré d'importance en six catégories. Pour ce faire, nous avons mené l'étude de classification auprès des clients. Le Tableau II.3. présente les résultats de l'interview auprès du segment REW. L'Annexe II.3, présente les résultats des interviews pour le reste des clients.

La classification des 6 niveaux est comme suit (Pillet, 2004):

Performance (P) : La satisfaction du client dépend directement de la performance de la caractéristique.

Devrait être (D) : La satisfaction n'est pas proportionnelle à la performance de la caractéristique. En cas de faible performance, l'utilisateur sera insatisfait ; en revanche, une bonne performance laisse l'utilisateur indifférent.

Séduction (S) : La satisfaction n'est pas proportionnelle à la performance de la caractéristique. En cas de faible performance. L'utilisateur sera indifférent ; en revanche, une bonne performance créera un sentiment de délice pour le client.

Indifférent (I) : L'utilisateur n'a que faire de cette caractéristique.

Questionnable (Q) : Les réponses des utilisateurs au questionnaire n'ont pas de sens.

Opposé (O) : l'utilisateur donne des réponses opposées aux réponses attendues par les individus conduisant l'enquête.

Tableau II. 3. Classification de Kano - REW

CTQ	Nécessaire	Espéré et souhaité	Pas d'intérêt	Ça ne dérange pas	Pas désiré	Opposé
Exactitude de l'inventaire	P					
Disponibilité				I		
Rapidité des traitements		D				
Réduction de l'excès des stocks				I		
Accessibilité				I		
Visibilité				I		
Réduire le risque d'obsolescence et de péremption		D				

Le score enregistré suite à cette classification des besoins par rapport à leurs niveaux d'importance se résume dans le Tableau II.4.

Tableau II. 4. Classification de Kano de l'ensemble des clients

CTQ	Nécessaire	Espéré et souhaité	Pas d'intérêt	Ça ne dérange pas	Pas désiré	Opposé
Exactitude de l'inventaire	6	0	0	0	0	0
Disponibilité	1	2	0	3	0	0
Rapidité des traitements	0	5	0	1	0	0
Réduction de l'excès des stocks	0	0	0	4	1	1
Accessibilité	0	0	0	6	0	0
Visibilité	0	0	0	6	0	0
Réduire le risque d'obsolescence et de péremption	0	5	0	1	0	0

L'histogramme de la Figure II.6. reflète une meilleure image sur les tendances des clients vis-à-vis de leurs attentes. On constate clairement le besoin fort explicite de l'exactitude de l'inventaire qui demeure une nécessité commune pour tous les clients.

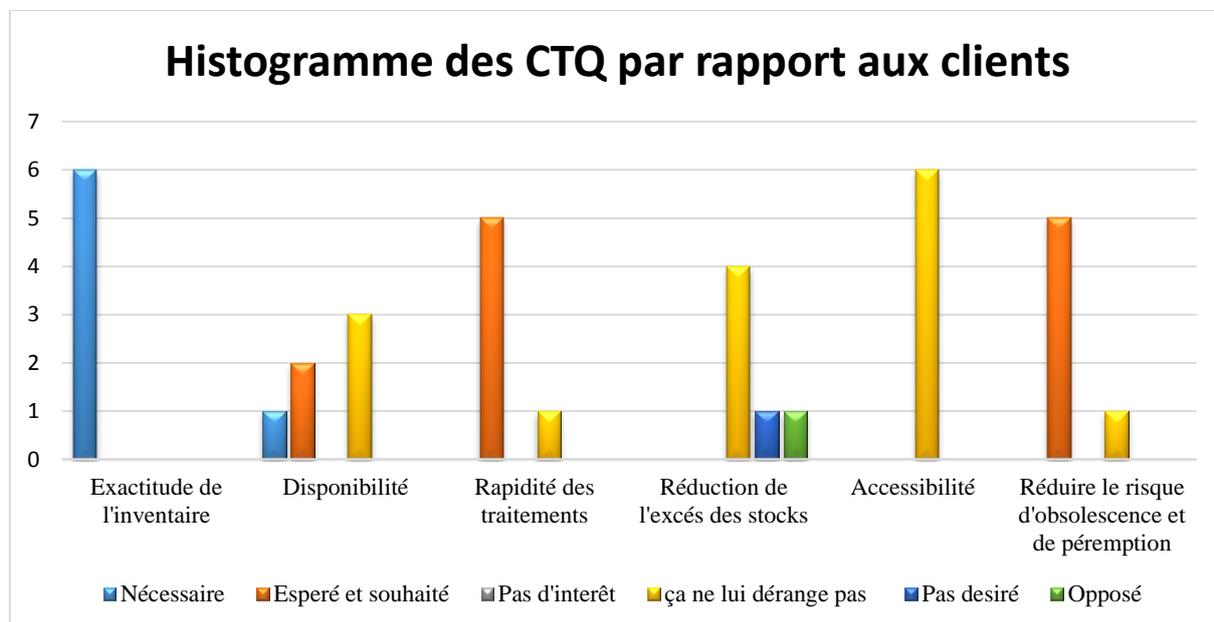


Figure II. 6. Histogramme des CTQ par rapport aux clients

L'histogramme présenté sur la Figure II.7. met en évidence le degré d'importance élevé de l'exactitude de l'inventaire dégagé par les clients dans la classification des besoins. Les autres exigences sont plus au moins satisfaisantes.

La classification de Kano nous a amenés à déterminer le classement des besoins et à mettre en vue plus précisément l'importance de l'exactitude de l'inventaire qui selon les clients est primordiale. Cependant, en prenant l'ensemble de ces exigences et en considérant cette classification, on ne peut s'avancer sur la qualité du service offert par le MM. Pour cela il faudrait voir les deux côtés, clients et service MM. De ce fait, nous verrons dans la prochaine phase d'étude le diagramme Exigences/Performances.

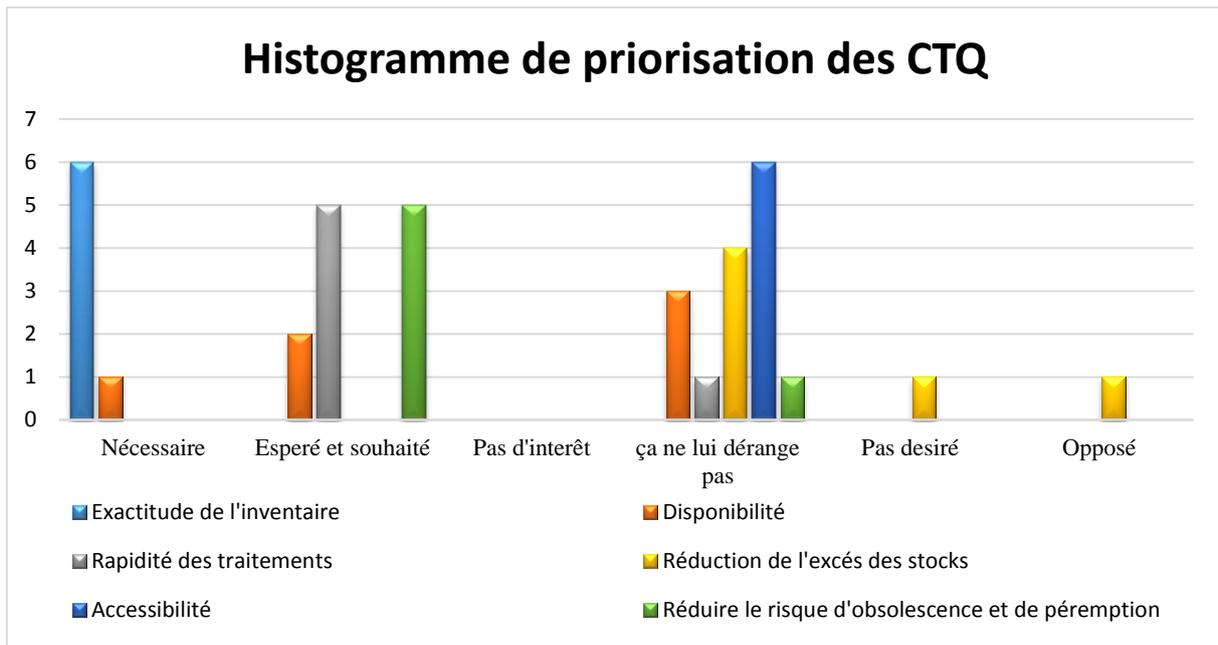


Figure II. 7. Histogramme de priorisation des CTQ

II.2.1.4. Diagrammes exigences/Performances

Après avoir classé les CTQ selon leurs degrés d'importance dans l'étape précédente, nous allons maintenant préciser la qualité du service offert par rapport aux niveaux d'exigences. Pour cela, le diagramme Exigence/Performances est très intéressant.

Pour la réalisation du diagramme Exigences/Performances (voir La Figure II.8.) nous avons procédé comme suit avec le personnel de MM:

- Reprendre les exigences des clients en leurs affectant une note de -3 à +3, selon que cette exigence est faible ou forte.
- Reprendre le recueil du niveau de performance attendu par le client selon que cette performance est forte ou faible.

Les résultats escomptés lors de cette procédure se résument dans le Tableau II.5. On constate qu'il n'y a pas de performances élevées pour des exigences faibles, ceci se traduit par le fait que le client n'est pas prêt à payer un surcoût.

Tableau II. 5. Résultats d'affectation des niveaux Exigences/Performances

Exigences	Niveau d'exigence	Niveau de performance	Zone
Pas d'écart d'inventaire	3	-3	2
Pas de rupture de stock	3	2	4
Service rapide	-1	-1	1
Optimiser l'approvisionnement du stock	3	1	4
Clarté de l'organisation	3	1	4
Visibilité sur l'état des articles	3	2	4
Pas de pertes financières et endommagement des articles	3	2	4

Les résultats obtenus sont représentés en quatre zones (voir la Figure II.8.). On voit bien que les deux zones 1 et 4 montrent que les performances du service MM sont adaptées aux exigences des clients, car on trouve des exigences faibles à performances faibles ou exigences fortes à performances fortes, donc il y a une concordance entre le service et le besoin des clients.

Sur la zone 2 on voit des exigences fortes avec des performances médiocres. Ceci montre que ce besoin est très important pour le client mais ce dernier est loin d'être satisfait. Autrement dit, les CTQ de cette zone 2 offrent des potentiels de gains qualité.

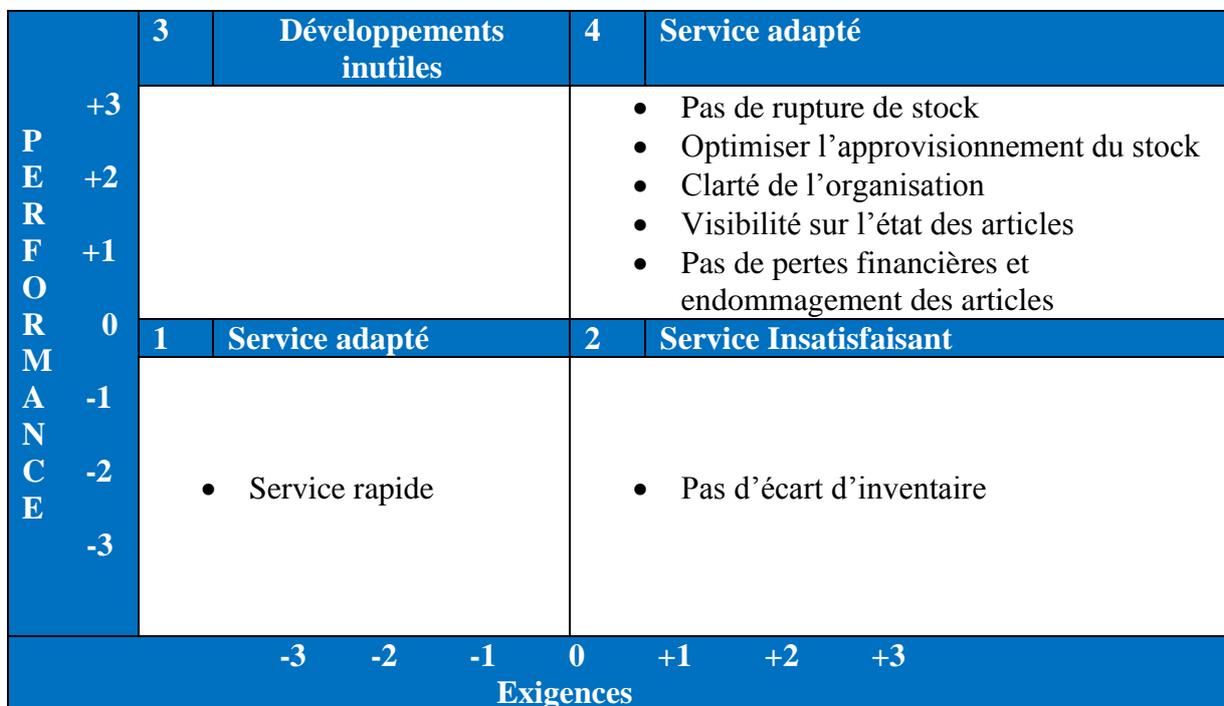


Figure II. 8. Diagramme Exigences/Performances

L'écoute en profondeur des clients nous a conduits à cibler un besoin spécifique critique qui est l'exactitude de l'inventaire. De ce fait, notre étude se focalisera maintenant sur la qualité du service de MM. Pour cela, dans l'étape qui suit, nous verrons comment le département MM pilote l'organisation pour satisfaire les clients en exploitant les processus.

II.2.2. Cartographie des processus clés

Après la phase d'identification du besoin critique des clients, cette présente étape a pour but de clarifier et de mettre en vue la manière par laquelle le service MM gère son organisation pour rendre service aux clients. Pour ce faire, la cartographie est le moyen ultime de représentation des flux d'informations et des flux physiques depuis l'approvisionnement des articles jusqu'au client. Dans ce cadre, La méthode LSS propose l'outil le plus adéquat qui est le diagramme FIPEC (Fournisseur, Intrants, Processus, Extrants, Clients) connu en anglais SIPOC (Suppliers, Input, Process, Output, Customers).

L'organisation du service MM dispose d'une trentaine de processus, parmi lesquels nous avons retenu cinq processus clés : le processus d'approvisionnement, de réception, d'expédition, d'inventaire tournant et de transfert de matériel.

En dehors du fait que l'entreprise définit les processus cités comme processus clés, nous les avons retenus pour les raisons suivantes:

- Les processus choisis sont à plus de 85% exécutés quotidiennement. Ces derniers sont principalement en contact direct avec les clients ;
- Quelques processus comprennent d'autres sous-processus, comme celui de la réception qui englobe trois sous-processus indépendants: réception, localisation et émission du rapport de non-conformité ;

Les processus que nous n'avons pas retenu sont soit des processus qui interviennent lors de la conception de l'entrepôt tel que l'organisation générale de l'entrepôt, soit des processus de planification comme la planification de l'inventaire, ou bien des processus pris en charge par le système de gestion des entrepôts (WMS) tels que la classification ABCD ou des processus qui ne sont pas opérationnels comme le VMI (Vendor Management Inventory).

A ce niveau, il va falloir les cartographies des processus retenus. Or, le cinq processus ont déjà été cartographiés par SIPOC en 2014 (Mechouar et Tamssaout, 2014). Nous avons alors,

confronté les cartographies élaborés aux processus et nous avons trouvé que les processus n'ont pas changé. Nous avons donc retenu les cartographies déjà élaborées. Nous avons aussi remplacé la nomination du « processus de commande » par « Processus d'approvisionnement » pour éviter la confusion avec les commandes des clients.

II.2.2.1. Processus d'approvisionnement

Ce processus traite principalement les consommables (M&S) et les produits (Inventory) qui sont systématiquement commandés auprès des fournisseurs internes ou externes, en utilisant un système d'achat approuvé (SWPS, ou OFS Stores).

La Figure II.9. présente le SIPOC du processus d'approvisionnement.

Processus d'approvisionnement				
Fournisseurs	Input	Processus	Output	Clients
WMS	Rapport de Réapprovisionnement	Revoir le Rapport de Réapprovisionnement ↓	Quantités Revues	Magasinier
Magasinier	Quantités Revues	Créer la transaction ↓	Carte d'achat (Shopping Card)	WMS
WMS Segment	Carte d'achat Prévision	Approuver	Ordre d'achat (PO)	SWPS Fournisseurs

Figure II. 9. Cartographie SIPOC du processus d'approvisionnement (Mechouar et Tamssaout 2014)

II.1.1.1. Processus de réception

Ce processus se déclenche lors de l'arrivage des articles à l'entrepôt. Le rôle de ce dernier est d'affirmer la bonne réception des articles, en vérifiant le matériel reçu physiquement, en mettant à jour le système informatique et en notifiant les clients de l'état de réception des articles qui leurs sont destinés.

La Figure II.10. présente le SIPOC du processus de réception.

Processus de réception				
Fournisseurs	Input	Processus	Output	Clients
Fournisseurs/Logistique/ Segment/Entrepôt	Moyen de transport/Bon de livraison/Matériel/ Chariot Elevateur	Décharger ↓	Matériel/ Packing List	Magasinier
Fournisseur	Matériel/Packing List	Contrôle Physique ↓	Rapport de Conformité	Magasinier/ Système des rapport (QUEST)
Fournisseur/WMS	Packing list/ Ordre d'achat (PO)	Réception informatique ↓	Bon de réception	WMS
WMS	Rapport de bonne réception (Références, Adresses)	Localisation	Matériels stockés	Zone de stockage

Figure II. 10. Cartographie SIPOC du processus de réception (Mechouar et Tamssaout 2014)

II.2.2.2. Processus d'expédition

Ce processus est en lien direct avec les clients. L'opération consiste à délivrer les articles commandés par ces derniers. Cette commande peut être matérialisée sous forme de papier ou bien d'un courrier électronique créé dans le système d'OFS store.

La Figure II.11. présente le SIPOC du processus d'expédition.

Processus d'expédition				
Fournisseurs	Input	Processus	Output	Clients
Segment	RF approuvée/ Transaction créée dans le WMS	Recevoir la commande du client	Commande Acceptée	Magasinier
		↓		
WMS	RF approuvée/ Transaction créée dans le WMS	Compléter RF/ Imprimer la liste de Picking	RF Complétée/ Liste du picking	Magasinier
		↓		
Magasinier	RF Complétée/ Liste du picking	Prélever le matériel demandé	Commande préparée	Magasinier
		↓		
Magasinier	Commande préparée	Livrer le client	Matériels demandé	Segment
		↓		
Magasinier	RF servie/ Numéro de la transaction	Créer la transaction/Clore la transaction déjà créée	Transaction Close Rapport de l'audit	WMS Système des
		↓		
Magasinier	RF Complétée/ Liste du picking	Archiver		Archive

Figure II. 11. Cartographie SIPOC du processus d'expédition (Mechouar et Tamssaout 2014)

II.2.2.3. Processus de l'inventaire

Ce processus consiste à contrôler les quantités en physique et mettre à jours le système. Le rôle de ce dernier est de collecter en continu les informations sur l'état des articles et d'ajuster la variabilité de l'exactitude de l'inventaire.

La Figure II.12. présente le SIPOC du processus de l'inventaire.

Processus d'inventaire				
Fournisseurs	Input	Processus	Output	Clients
WMS Superviseur	Planning trimestriel Transactions en cours complétées	Identifier les articles à compter	Liste du compte	Magasinier
		↓		
Magasinier	Liste du compte	Compte Aveugle	Compte	Superviseur
		↓		
Superviseur	Compte	Analyse du Compte	Variance	Superviseur
		↓		
Superviseur	Variance	Introduire les résultats dans le WMS	Transaction de l'inventaire	Segment Finance
		↓		
Superviseur Finance Segment	Variances Approbation Matrice de sévérité	Cloturer la transaction	Transaction cloturée Rapport de l'audit	WMS Système des rapports(QUEST)

Figure II. 12. Cartographie SIPOC du processus d'inventaire (Mechouar et Tamssaout 2014)

II.1.1.2. Processus de transfert de matière

Ce processus organise les mouvements physiques et financiers des articles entre les entrepôts dans les quatre coins du monde. Il permet ainsi de réduire les excès de stocks et d'éviter l'obsolescence et la péremption des produits.

La Figure II.13. présente le SIPOC du processus de transfert du matériel

Processus de Transfert du matériel (FMT)				
Fournisseurs	Input	Processus	Output	Clients
Location Demandeuse	Demande	Compter	Quantité disponible	Segment
		↓		
Segment	Approbation	Préparer les documents de transfert	Documents de transfert	Logistique
		↓		
Magasinier	Documents	Etudier la possibilité de FMT	Informations sur les coûts	Location Demandeuse
		↓		
Location Demandeuse Magasinier	Approbation Emballage	Emballage et création de la transaction dans le WMS	Transaction Matériel Emballé	Segment
		↓		
Segment/Magasinier Finance / Logistique	Matériel emballé Approbation Documents de transport	Expédier	Matériel transféré	Location demandeuse

Figure II. 13. Cartographie SIPOC du processus FMT (Mechouar et Tamssaout 2014)

Après avoir cartographié les processus clés du service MM et identifié la voix des clients suivant une démarche LSS, il en découle un projet intitulé « l'amélioration de la fiabilité de l'inventaire ». Ce projet consiste à déterminer les causes racines du problème et apporter des améliorations dans le but de réduire la variabilité, en passant par les étapes (Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler). Pour ce faire, nous avons construit la charte du projet.

II.2.3. La charte de projet

La Figure II.14. Présente la charte du projet

Charte de projet				
Titre du projet		Amélioration de la fiabilité de l'inventaire.		
Problème		Le problème d'exactitude de l'inventaire non maîtrisé par le service MM.		
Clients		REW, TST, ALS, D&M, STT et DST.		
Besoin des clients		Exigence	Caractéristique mesurable	Spécification
Exactitude de l'inventaire		Pas d'écart d'inventaire	Articles en physique sur articles en système	< 0,03%
Etat Actuel			Etat Souhaité	
Fiabilité de l'inventaire est 70%.			Fiabilité de l'inventaire soit > 99,7%.	
Objectif	Améliorer la fiabilité de l'inventaire à 99,7%.		Périmètre	Processus : Approvisionnement, Réception, Expédition et l'Inventaire tournant.
Planification du projet			Groupe de travail	
Etape	Date De Début	Date De Fin	Intervenant	Nom des membres
Définir	06/03/2015	12/03/2015	NAG Manager	Mourad DIAF
Mesurer	13/03/2015	13/04/2015	Stagiaire	Ahmed Zakaria DJEBBAR
Analyser	14/04/2015	10/05/2015	Stagiaire	Dhaya Eddine BENKHELIFA
Innover	11/05/2015	20/05/2015		
Contrôler				

Figure II. 14. Charte de projet d'amélioration de la fiabilité de l'inventaire

Conclusion

A l'issue de ce chapitre, nous avons mis en évidence le besoin critique des clients, qui fera l'objet du projet LSS intitulé « Amélioration de la fiabilité de l'inventaire », nous verrons dans le prochain chapitre les trois parties (Mesurer, Analyser et Innover) qui consisteront à déterminer les causes racines de la problématique et apporter des améliorations suite à une analyse approfondie.

Chapitre

III. Amélioration de la fiabilité de l'inventaire

Introduction

Après l'élaboration de la première phase d'étude qui consiste à définir le cadre du projet de la démarche LSS, dans laquelle nous avons identifié le besoin le plus critique des clients, ce présent projet d'amélioration de la fiabilité de l'inventaire s'oriente dans un premier temps vers une étape de mesure. Dans un second temps une phase d'analyse s'enchaînera dans le but de déterminer les dysfonctionnements racines et de proposer des améliorations.

III.1. La phase de Mesure

Afin de caractériser la variabilité de l'inventaire, une mesure de de capacité du système sera faite dans le but d'évaluer la performance des processus et d'avoir des données suffisamment fiables.

III.1.1. Mesurer le CTQ

La variabilité de l'inventaire est le souci majeur et le plus important besoin exprimé par les clients, d'où l'objectif de quantifier ce problème et par la suite d'améliorer cette métrique. À cet effet, il faudrait déterminer les causes racines en se référant à des mesures spécifiques, dans le but de trouver les variables exogènes d'entrée (X_i) qui influencent la variabilité de l'inventaire qui est la variable endogène de sortie (Y).

Afin de déceler les variables exogènes qui impactent la variabilité de l'inventaire, la question qui se pose est la suivante : « quelles sont les causes qui influencent la variabilité de l'inventaire ? ». Pour répondre à cette question, nous avons eu recours à un brainstorming avec le personnel du service MM, à partir duquel nous avons identifié les causes directes qui sont nombreuses. L'objectif de l'étude est de déterminer les causes racines. Pour ce faire, nous allons établir un affinement jusqu'à l'obtention de ces dernières.

III.1.1.1. Diagramme de causes et effets

Après qu'on ait mené un brainstorming sur les sources de variabilité du système avec l'équipe MM, l'excellent outil qui permet maintenant de délimiter le périmètre est le diagramme de causes et effets, sur lequel nous mettons l'ensemble des causes selon les 5M (Matière, Main d'œuvre, Moyens, Milieu, Méthodes).

La Figure III.1 illustre les causes de variabilité de l'inventaire

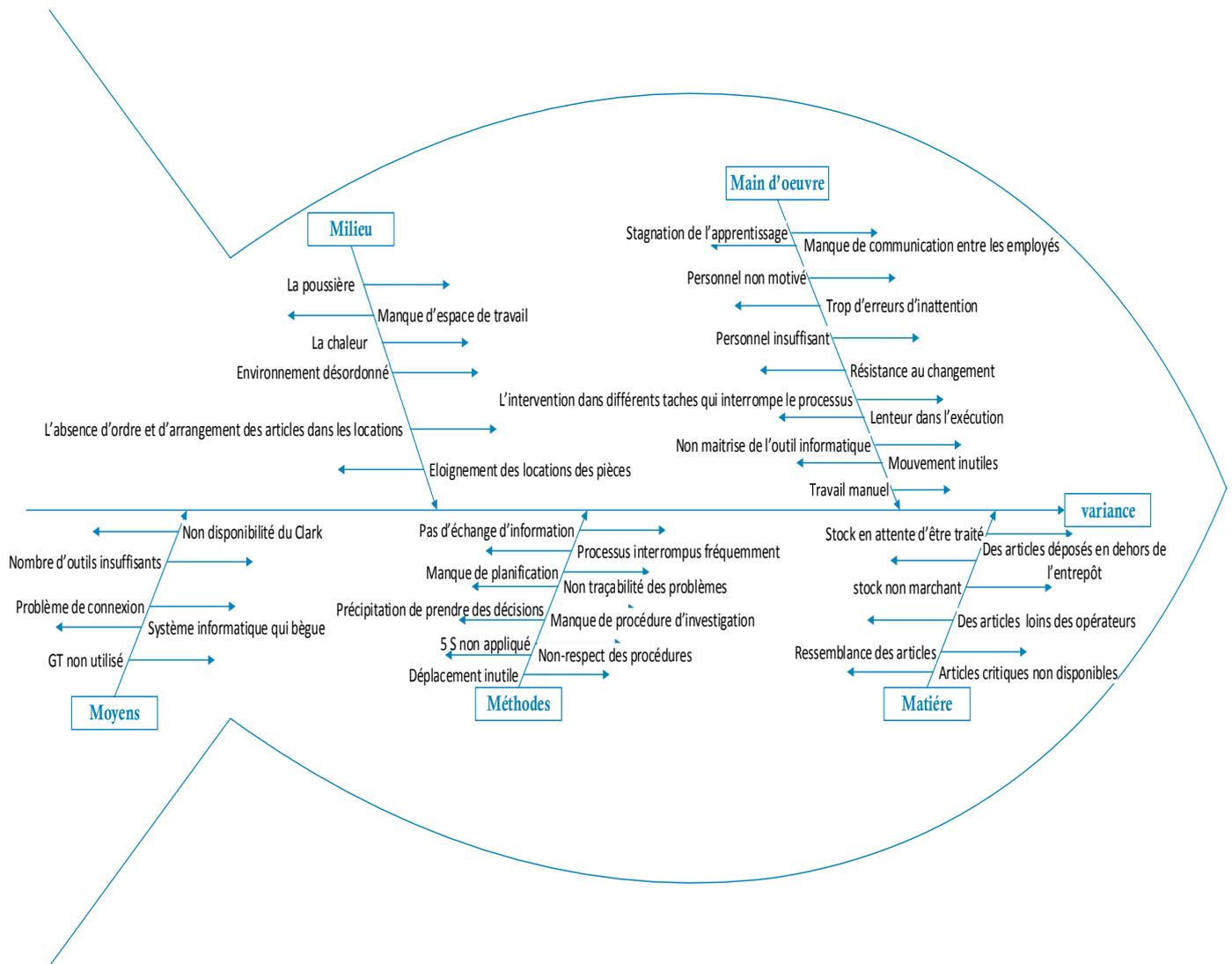


Figure III. 1. Diagramme de causes et effets

Ces causes sont précisées dans l'Annexe III.1.

Ce diagramme nous a permis de cibler et de mieux percevoir les causes selon les 5M. Malgré cela, il demeure insuffisant et ne décèle pas clairement les causes racines qui influencent la variabilité de l'inventaire.

III.1.1.2. Diagramme d'affinités

A l'issue du diagramme de causes et effets, nous avons utilisé un outil que nous jugeons très adéquat, c'est le diagramme d'affinités qui permet d'affiner les causes similaires dans une

même catégorie. Pour cela nous avons identifié trois catégories que nous présentons plus en détails dans l’Annexe III.2.

Catégorie 1 : Des causes dues principalement à la charge de travail au niveau des processus en raison du volume de travail exigé des employés. Cette charge dégrade la qualité du travail et influence la variabilité du système (Voir l’Annexe III.2).

Catégorie 2 : Des causes dues aux conditions de travail des employés (voir L’Annexe III.2.)

Catégorie 3 : Des causes dues aux personnels et aux gaspillages causés par les employés qui ont des postes de responsabilité (voir L’Annexe III.2).

Sur le Tableau III.1, nous voyons bien que le nombre de causes dues à la charge de travail est important par rapport aux deux autres catégories. Quoiqu’important, le nombre de causes à lui seul ne peut pas préciser la catégorie qui a le plus d’impact sur la variabilité de l’inventaire.

Tableau III. 1. Tableau récapitulatif du nombre de causes par catégorie

Causes dues à la charge de travail	Causes dues aux conditions de travail	Causes dues aux personnels et aux gaspillages
18 Causes	4 Causes	6 Causes

III.1.1.3. AMDEC

Après avoir réparti les causes en trois catégories par le diagramme d’affinités, nous passons maintenant à l’identification des IPR de chaque cause. Pour connaître le poids de chacune des causes et laquelle des trois catégories a plus d’impact sur la variabilité de l’inventaire, nous avons fait appel à l’AMDEC (l’analyse des modes de défaillances, de leurs effets et leur criticité). C’est l’outil le plus puissant qui consiste à déterminer pour chaque cause sa fréquence, sa gravité et sa détectabilité selon l’échelle de cotation montrée sur le Tableau III.2, dans le but de déterminer l’indice de priorité de risque (IPR). L’Annexe III.3 présente l’ensemble des résultats obtenus.

Tableau III. 2. AMDEC Echelle de cotation

Cotation	F-Fréquence	G-Gravité	D-Détection
1 à 3	Jamais ou presque	Sans conséquence	100 % ou presque
4 à 6	Possible	Mécontentement	Non optimale
7 à 9	Souvent	Très mécontent Panne critique	Inexistante Incertaine
10	Toujours	Etat très critique	Impossible

Le diagramme à points de l'IPR présenté sur la Figure III.2 résume l'ensemble des poids des causes. Nous voyons que 75% des IPR sont supérieurs à 100, ce qui montre la forte influence des causes sur la variabilité de l'inventaire et la nécessité de mettre en place des actions correctives.

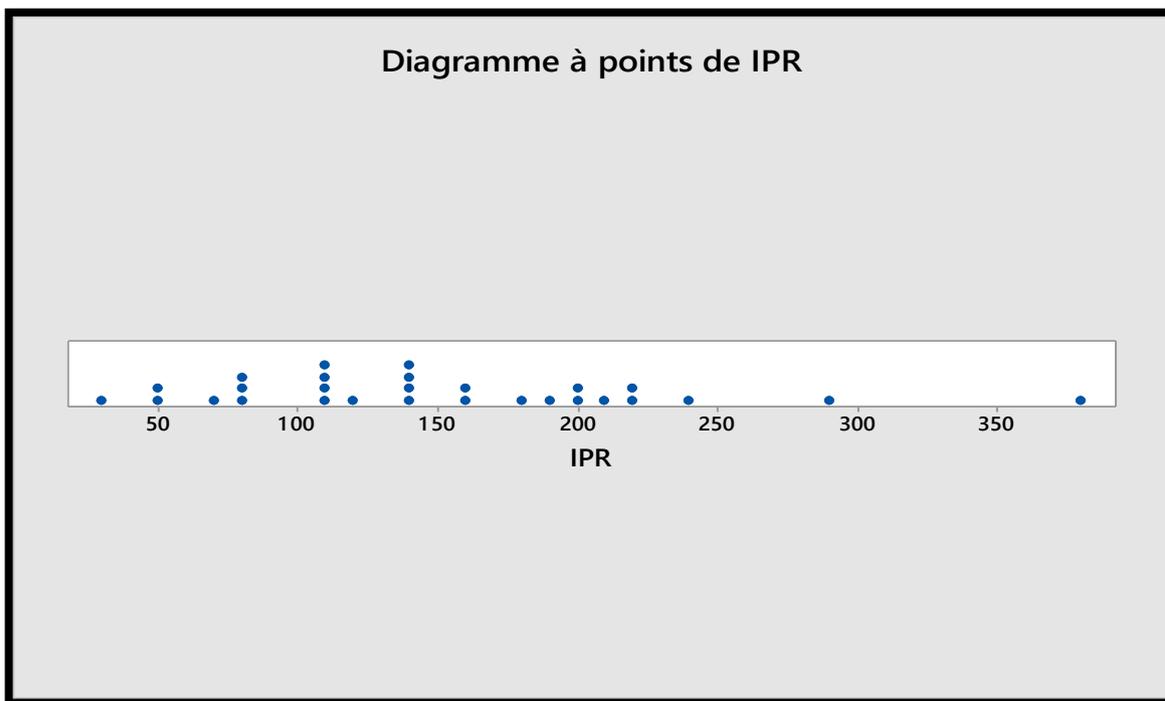


Figure III. 2. AMDEC - Diagramme à points de l'IPR des résultats obtenus

Les problèmes dus à la charge de travail représentent 76,61% de l'ensemble des causes qui influencent la fiabilité de l'inventaire. Le Tableau III.3 et la figure III.1 présentent les deux autres catégories dont l'influence est plus faible. De ce fait, nous allons retenir uniquement la première catégorie qui est la charge de travail pour la suite de l'étude.

Tableau III. 3. IPR et pourcentage de chaque catégorie

Catégorie	IPR	%
Problèmes dus à la charge de travail	3243	76,61
Problèmes dus aux personnels et aux gaspillages	660	15,59
Problèmes dus aux conditions de travail	330	7,79
Total	4233	100

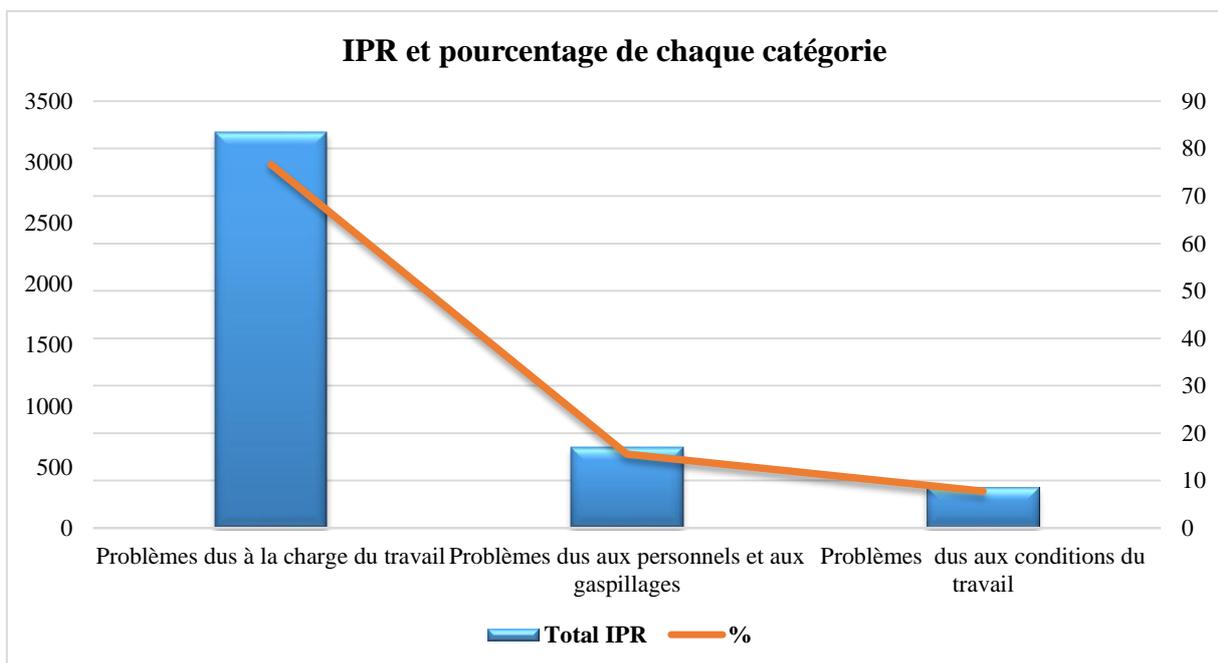


Figure III. 3. IPR et pourcentage de chaque catégorie

Nous allons encore continuer à suivre l'étude sur « La charge du travail », l'objectif de LSS étant de mesurer cette charge de travail et de définir les variables d'entrée. Il va falloir maintenant répondre à la question : « Comment peut-on mesurer cette charge de travail ? »

III.1.2. Mesurer le processus

Après avoir identifié « la charge de travail » en tant que source principale de la variabilité de l'inventaire en utilisant l'AMDEC, cette partie de mesure a pour ambition de définir les variables exogènes qui influencent la fiabilité de l'inventaire.

III.1.2.1. Définition des variables

La charge de travail en question repose essentiellement sur l'exécution quotidienne des processus clés. Ces derniers traitent principalement le flux d'articles.

Processus d'approvisionnement

Les employés passent souvent des commandes d'articles auprès des fournisseurs via le système approuvé SWEPS.

Processus de réception

Les magasiniers sont quotidiennement appelés à confirmer la bonne réception des articles lors de l'arrivée de ces derniers, en établissant un contrôle physique et en validant par la suite la réception via le système approuvé d'OFS store.

Processus d'expédition

L'expédition des articles représente le processus fondamental que les magasiniers doivent prioriser. Ce dernier consiste à livrer les articles commandés par les clients.

Processus de l’inventaire

Suite aux mouvements quotidiens, les magasiniers doivent chaque jour faire l’inventaire d’une partie des articles pour mettre à jour les quantités disponibles dans l’entrepôt et mener des actions correctives en cas d’erreurs commises.

La charge de travail est présente dans les processus clés qui traitent principalement les articles sur une base quotidienne. De ce fait, l’unité de mesure attribuée est « Articles par Jour ». En raison du déséquilibre de la charge de travail entre les processus durant les jours, nous avons adopté comme unité de mesure « Articles / 4 jours ». Pour cela, nous définissons les variables d’entrée pour chaque processus et nous les présentons dans le Tableau III.4.

Tableau III. 4. Définition des variables

Variable	Définition des variables	Unité
Y	Nombre d’articles non conformes/Nombre total d’articles	%
X1	Nombre d’articles reçus par quatre jours	Articles/4jours
X2	Nombre d’articles expédiés par quatre jours	Articles/4jours
X3	Nombre d’articles comptés par quatre jours	Articles/4jours
X4	Nombre d’articles commandés par quatre jours	Articles/4jours

Une fois les variables exogènes « Xi » et la variable endogène « Y » définies, nous passons à la prochaine étape de l’étude qui concerne la collecte de données.

III.1.2.2. Collecte de données

Après avoir déterminé les paramètres permettant d’entamer la phase de mesure, nous disposons d’un système défini par les variables d’entrées « Xi » et la variable de sortie « Y ». Cependant, le système est sous les conditions et les suppositions suivantes

- L’entrepôt comprend un groupe N de 12 000 Articles ;
- Il est supposé qu’avant la fin de l’exercice 2015, tous les articles sont conformes ;
- Sur une période de 3 mois depuis le début de janvier, un sous-groupe d’articles N1 compris dans N a été soumis à différentes fréquences de mouvements (approvisionnement, réception, expédition et inventaire).

- Les articles sont uniformes. L’apparition d’un article non conforme suit une loi binomiale de paramètres (n, p).
 - Le paramètre « n » correspond au nombre d’épreuves de Bernoulli;
 - Le paramètre « p » correspond à la probabilité d’avoir un article non conforme.

Nous avons récolté les données comme suit :

III.1.2.2.A. La variable de sortie « Y »

La collecte des données de la variable de sortie est faite à travers des feuilles de relevés présentés sur la Figure III.4. L’annexe III.4, présente les 22 échantillons récoltés durant 8 jours du 24/03/2015 au 31 Mars 2015.

- La taille de l’échantillon est variable. Chaque échantillon comprend 70 articles distincts extraits du groupe N2. L’exigence de faire le comptage durant une heure de temps permet de compter au moyenne 70 articles.
- Comptage physique du nombre d’articles au niveau de leurs emplacements ;
- Voir le nombre d’articles enregistrés dans le système ;
- Comparer le nombre d’articles enregistrés dans le système et le nombre compté physiquement ;
- Si la quantité est la même en physique et dans le système, l’article est considéré comme conforme, dans le cas contraire l’article est non conforme ;
- Enregistrer la proportion du nombre d’articles non conformes sur le nombre d’articles testés de l’échantillon.

Processus :.....L’inventaire.....		Date :	
Numéro du l’échantillon :		Lieu : ...L’entrepôt....	
Taille de l’échantillon :		Opérateur :	
Non conformes		Remarque	
Total		Proportion	

Figure III. 4. Feuille de relevé de la variable de sortie Y

III.1.2.2.B. Les variables d'entrée

- Pour la collecte des données des variables d'entrée, nous avons tiré les informations du WMS (Warehouse Management System) en traçant chronologiquement l'ensemble des opérations journalières sur les articles au niveau des processus durant 80 jours du 01/01/2015 au 21/03/2015 (Voir L'Annexe III.4.). Les données récoltées sont :
 - Le nombre d'articles reçus chaque quatre jours durant 80 jours ;
 - Le nombre d'articles expédiés chaque quatre jours durant 80 jours ;
 - Le nombre d'articles commandés chaque quatre jours durant 80 jours ;
 - Le nombre d'articles comptés chaque quatre jours durant 80 jours ;

Les 80 jours représentent la durée durant laquelle les articles subissent des mouvements au niveau des processus. C'est durant cette période que le mouvement des articles cause la variabilité du système. De ce fait, nous aborderons dans une prochaine phase d'étude la capabilité du processus.

III.1.3. La capabilité du processus

Après avoir établi la campagne de relevés et enregistré pour chaque échantillon le nombre d'articles non conformes¹ sur la taille de l'échantillon pris, les données récoltées seront utilisées pour le calcul du niveau sigma « Z » par l'approche DMPO.

III.1.3.1. Calcul du niveau sigma Z

Avant le calcul du niveau sigma, il faudrait s'assurer de la stabilité du processus. Pour cela, la carte de contrôle permet de suivre l'évolution de la variable en plaçant les données dans selon un ordre chronologique et en faisant apparaître les limites de contrôle. La carte P, compatible avec l'attribut « Y » est la plus adaptée à ce cas d'étude d'articles non conformes

¹ Un article non conforme désigne le cas où la quantité en physique n'est pas égale à la quantité dans le système.

La Figure III.5 présente cette carte.

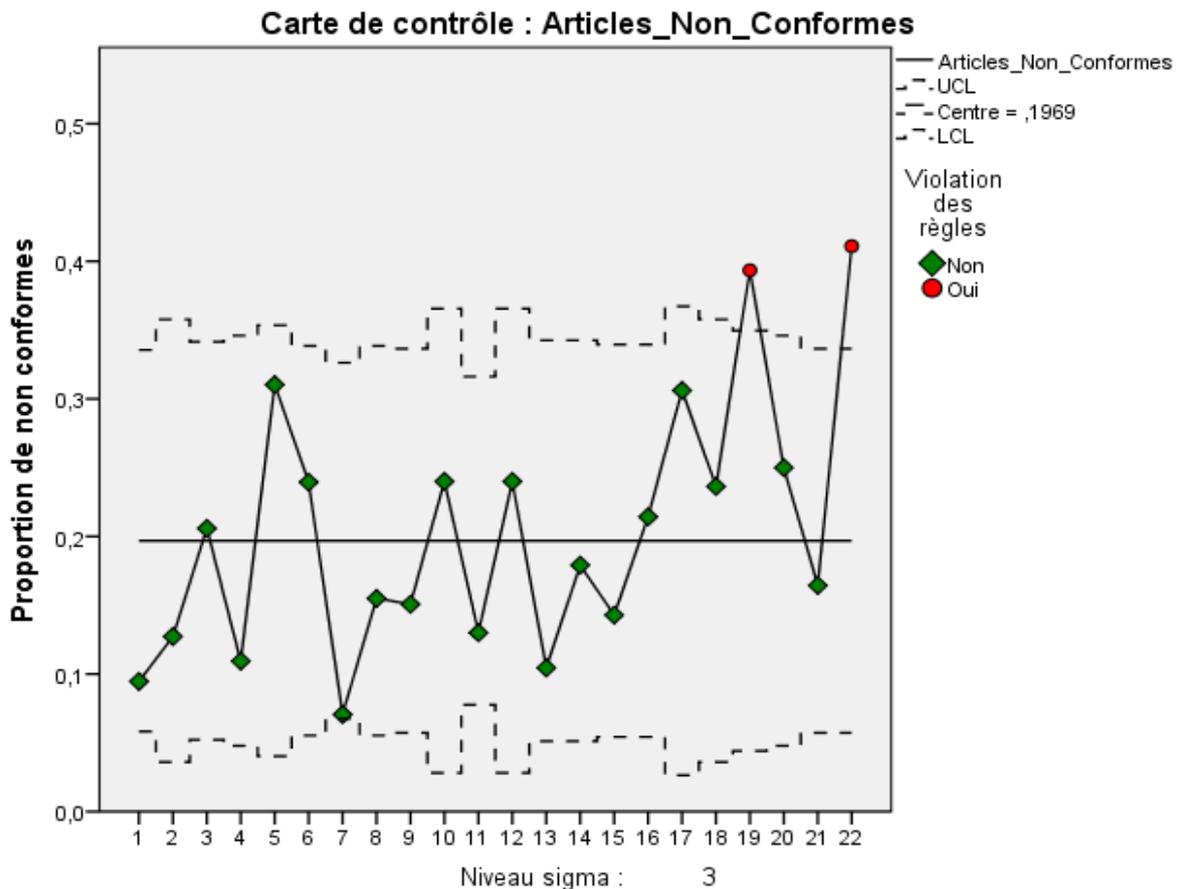


Figure III. 5. Carte de contrôle de la variable endogène « Y »

On remarque sur la Figure III.6 qu'il y a deux points qui violent les règles de contrôle représentant les causes spéciales. Dans ce cas d'étude nous allons écarter ces causes et traiter uniquement les causes communes. De ce fait, nous écartons les deux échantillons 20 et 22 qui dépassent les limites de contrôle pour préserver la stabilité du processus. On établit à nouveau la carte de contrôle P (Voir la Figure III.6.).

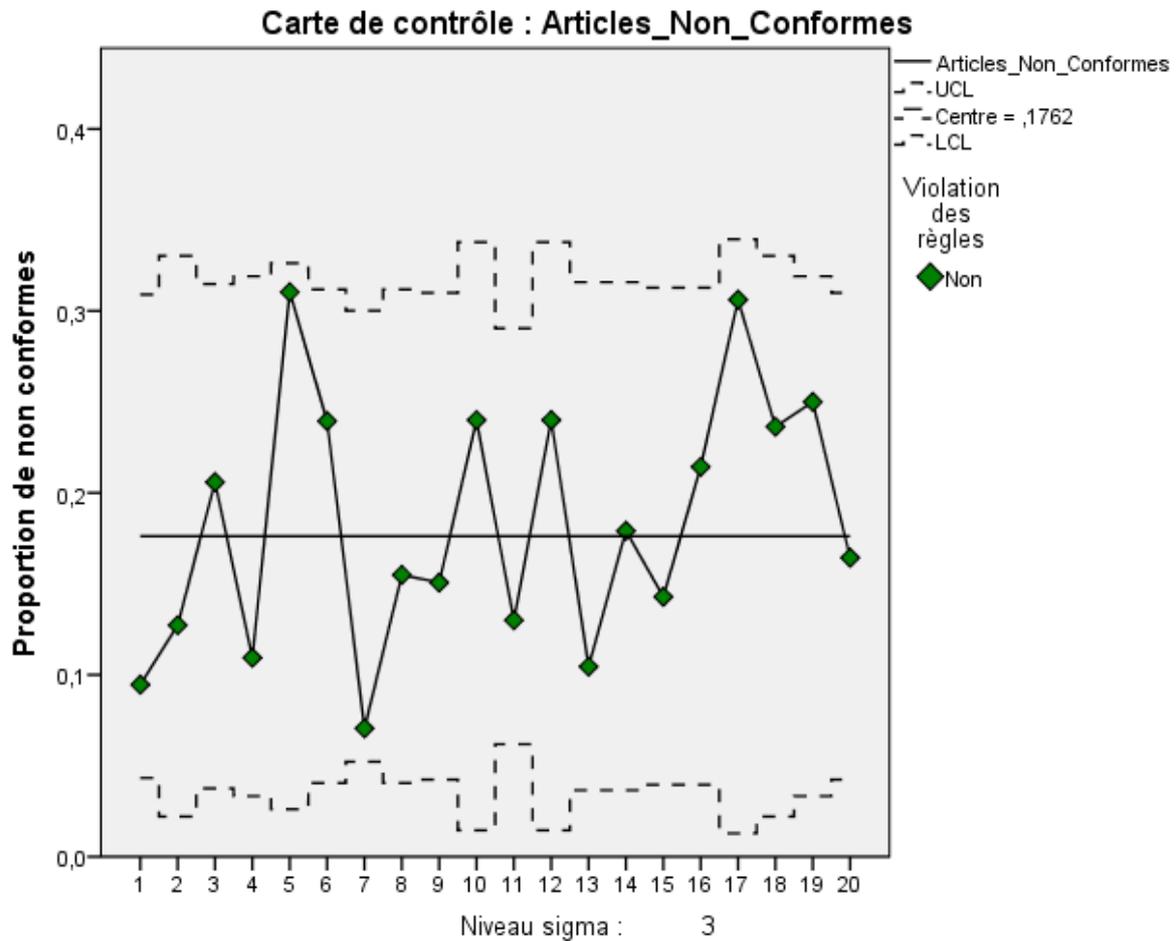


Figure III. 6. Carte de contrôle de la variable endogène « Y »

Cette fois ci, nous avons un processus stable avec des points extrêmes qui ne dépassent pas les limites comme le montre la Figure III.6. C'est exactement ces échantillons qu'on exploitera pour le calcul du niveau sigma avec un risque alpha de 5%. Le Tableau III.5. présente le niveau sigma du processus.

Tableau III. 5. Niveau sigma du processus

Intervalle de confiance	% Articles non conformes	DPMO	Niveau sigma
Borne inferieure	0,036278835	36278,8348	0,46
Centre	0,1762	176200	0,95
Borne supérieure	0,316121165	316121,165	1,8

Ces paramètres montrent évidemment la raison de l'insatisfaction des clients avec un niveau sigma de 0.95 qui est très loin de l'objectif du LSS. Cela signifie qu'un nombre important d'articles non conformes causent une variabilité importante du système. Le DPMO enregistré est de 176200, d'où l'importance du présent projet d'améliorer la fiabilité de l'inventaire. Cependant, le niveau sigma avec un seul chiffre est insuffisant pour mener une analyse détaillée, nous verrons dans une prochaine étape d'autres indicateurs plus pertinents.

III.1.3.2. Identification de la capacité du processus

Après avoir calculé le Z (le niveau sigma) du procédé, on peut le placer sur une échelle de qualité dont l'objectif visé par le LSS est d'avoir un niveau sigma supérieur à six. Alors que le niveau sigma représente un excellent moyen de communication, il demeure un indicateur de capacité relativement pauvre. Avec uniquement un seul chiffre, on ne peut pas avoir une analyse détaillée des sources de la variabilité. Les indicateurs de capacité présentés sur le tableau III.6 représentent le socle d'un projet Lean Six Sigma.

Tableau III. 6. Capacité et indicateur de performance du processus

Cp	Cpk	Cpm
0,32 < 2	0,32 < 1,5	0,27 < 1,11
Pp	Ppk	Ppm
0,32 < 2	0,32 < 1,5	0,27 < 1,33

L'ensemble des indicateurs obtenus, présentés sur le tableau III.6 sont très faibles et loin de l'objectif visé par le LSS. Nous discernons deux types d'indicateurs :

Indicateurs de capacité du processus

Ces indicateurs se calculent et s'interprètent sur une échelle de qualité à court terme. Ils se présentent comme suit :

Cp désigne l'indicateur de capacité du processus qui est très inférieur à 2 ;

Cpk désigne l'indicateur de capabilité du processus en tenant compte du décentrage. Cet indicateur se dégrade en fonction du pourcentage des produits non conformes ;

Cpm est un indicateur de capabilité qui tient compte du décentrage en considérant la perte financière qui en découle. Cet indicateur se dégrade en fonction du coût de non qualité.

Indicateurs de performance

Ces indicateurs se calculent et s'interprètent sur une échelle de qualité à long terme Nous retrouvons :

Pp désigne l'indicateur de performance du processus qui est très inférieur à 2 ;

Ppk désigne l'indicateur de performance du processus en tenant compte du décentrage. Cet indicateur se dégrade en fonction du pourcentage des produits non conformes ;

Ppm est un indicateur de performance qui tient compte du décentrage en considérant la perte financière qui en découle. Cet indicateur se dégrade en fonction du coût de non qualité.

A l'issue de cette phase de mesure, on conclut que les exigences des clients sont plus claires à travers la définition des variables d'entrées « Xi » et celle de sortie « Y », la collecte de données, la mesure établie et le calcul du niveau sigma. Il reste à analyser les causes racines des variations et à démontrer leurs influences concrètes sur la qualité, ce qui fera l'objet de la phase d'analyse qui suit.

III.2. La phase d'analyse

Après le déroulement des deux phases « définir et mesurer » qui ont permis d'identifier et de quantifier les caractéristiques critiques, survient la phase d'analyse qui a pour objectif de mettre en évidence les causes racines de la variabilité et le manque de performance des processus.

Dans le but d'avoir les paramètres d'insatisfaction qui devront être améliorés pour augmenter la performance, cette présente phase d'analyse a pour ambition :

- D'exploiter les données récoltées lors de l'étape « mesurer » ;
- De porter l'attention sur les données comme étant des chiffres ;
- De visualiser des données sous forme graphique ;
- D'établir une statistique descriptive ;
- De mettre en œuvre la statistique inférentielle.

III.2.1. Analyse des variables indépendamment

Cette partie consiste à mener une analyse détaillée de chacune des variables indépendamment. Nous exposons ci-dessous l'analyse de la variable de sortie « Y », et de l'ensemble des variables d'entrée « Xi » (Voir L'Annexe III.6.) en exploitant les données récoltées lors de la phase « mesurer » (Voir L'annexe III.5.).

Analyse de la variable « Y »

III.2.1.1. Visualisation graphique des données

Pour une meilleure visualisation des données, nous utilisons le diagramme à points qui résume la distribution de l'ensemble des données de la variable « Y » dont on dispose et qui est présenté sur la Figure III.7. Le diagramme de série chronologique pour sa part, présente les échantillons dans un ordre chronologique et montre clairement les tendances des points considérés. Par ailleurs, l'histogramme donne une meilleure image de la répartition des valeurs.

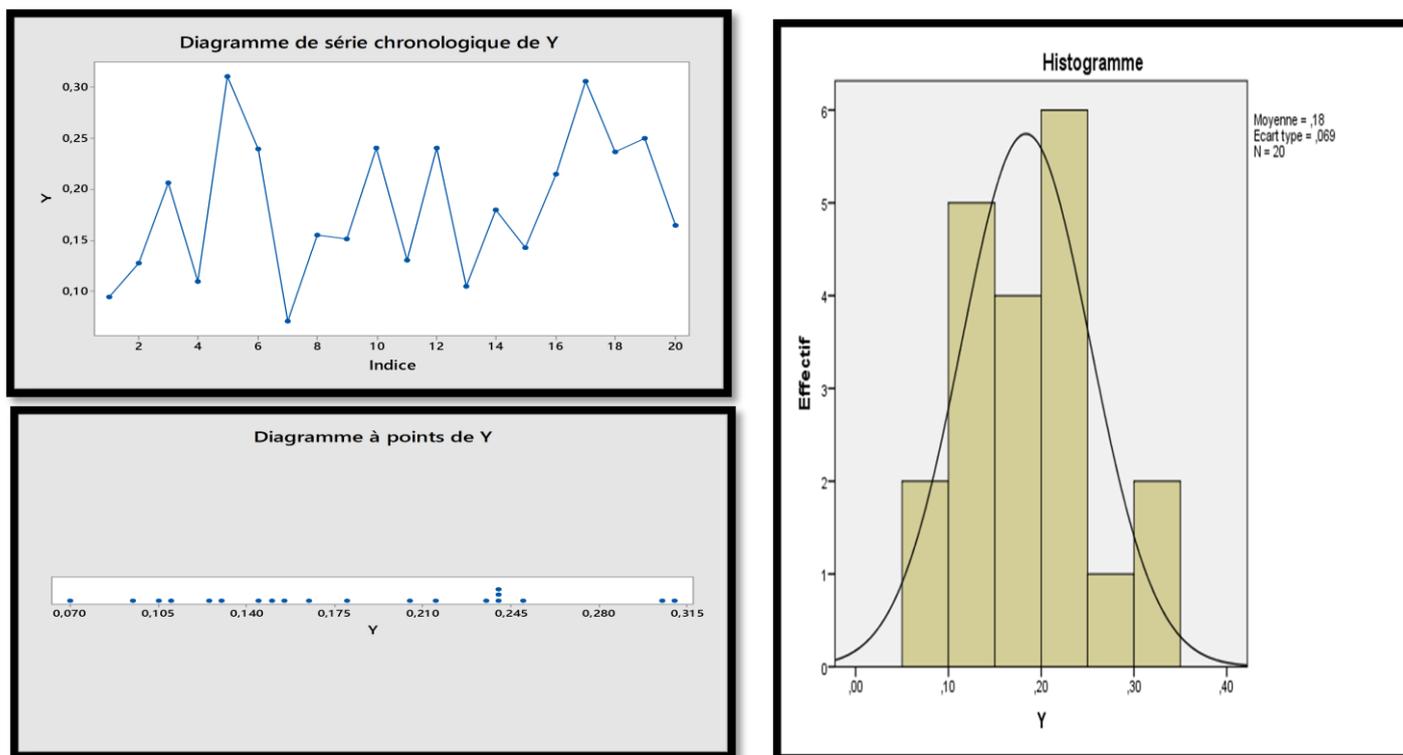


Figure III. 7. Visualisation graphique des données

III.2.1.2. Test de normalité

La Figure III.8. représente le diagramme de probabilité qui permet d'examiner parfaitement les données. Ces dernières sont cumulées et représentées sur une échelle gaussienne. Nous observons l'alignement des points et la valeur de P du test d'Anderson Darlin qui est supérieur à 5% ce qui démontre la normalité de la variable « Y ». L'estimation de la moyenne est de 0.1835 et l'intervalle de confiance ayant 95% de chance d'inclure la moyenne est de [0,1510, 0,2160].

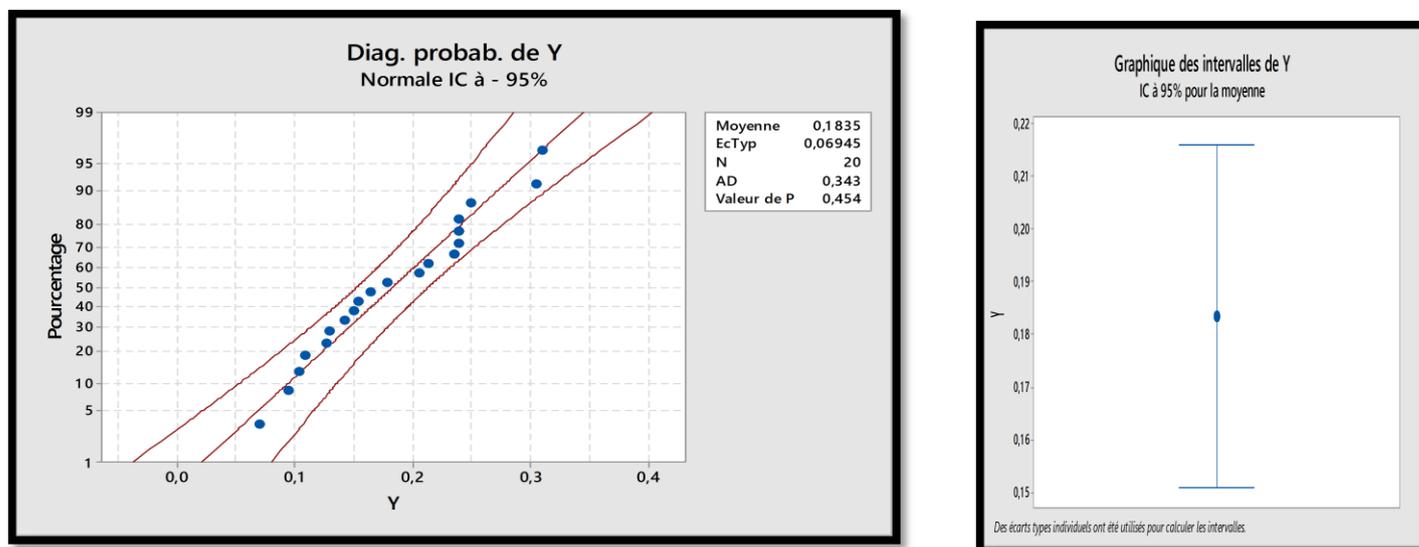


Figure III. 8. Test de normalité

III.2.1.3. Test des valeurs aberrantes

A travers l'interprétation des deux graphiques, on teste les valeurs aberrantes et on les présente sur la Figure III.9. On n'observe pas d'astérisque dans la boîte à moustache ni dans le diagramme des valeurs aberrantes avec une valeur de $P=1$ du test de Grubbs. La boîte à moustache permet également d'avoir une vision sur la dispersion des données.

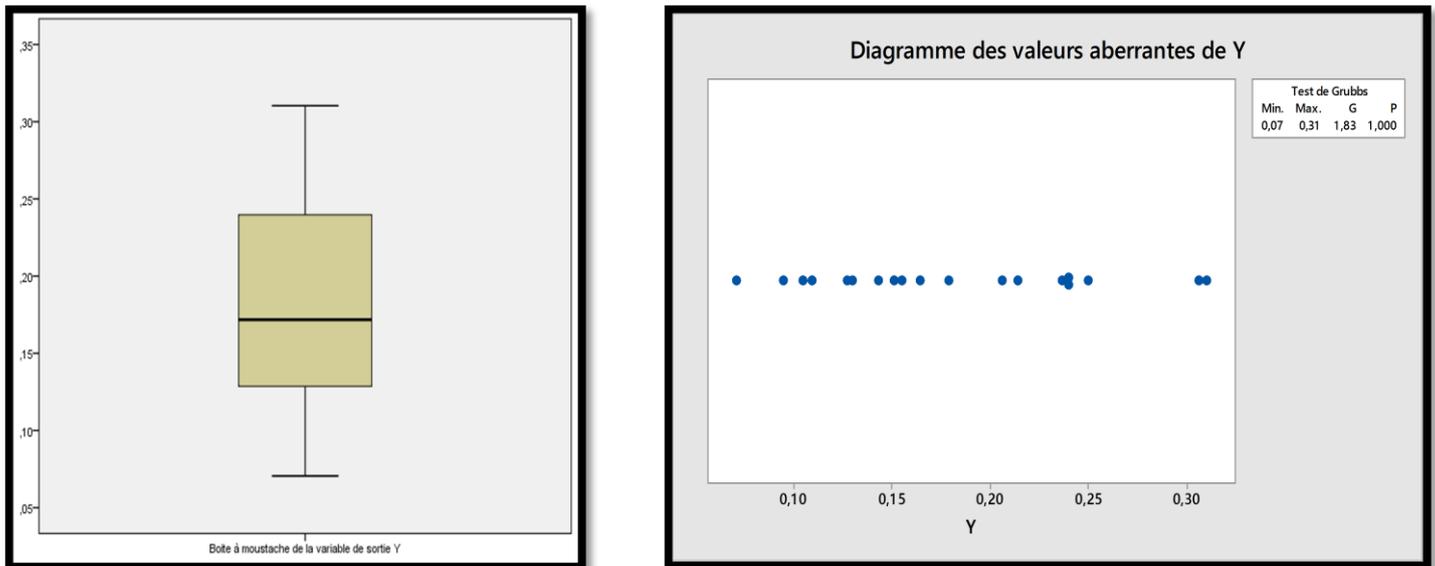


Figure III.9. Test des valeurs aberrantes

A l'issue de cette analyse de comportement de la variable « Y » et après avoir visualisé graphiquement les données, Il faudra s'assurer de la normalité de la distribution des données et tester les valeurs aberrantes. Un descriptif de la variable s'exposera en ce qui suit.

III.2.1.4. Statistique descriptive

Le descriptif de la variable « Y » qui porte l'ensemble de ses caractéristiques est résumé dans le Tableau III.7.

Tableau III. 7. Descriptif de la variable « Y »

Descriptives				
		Statistique	Erreur standard	
Y	Moyenne		0,1835	0,01553
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	0,1510	
		Borne supérieure	0,2160	
	Moyenne tronquée à 5%		0,1828	
	Médiane		0,1717	
	Variance		0,005	
	Ecart-type		0,06945	
	Minimum		0,07	
	Maximum		0,31	
	Intervalle		0,24	
	Intervalle interquartile		0,11	
	Asymétrie		0,242	0,512
	Aplatissement		-0,868	0,992

III.2.2. Analyse des relations entre les variables

Après avoir établi une analyse descriptive sur chacune des variables indépendamment, il s'agit maintenant dans cette partie d'identifier les « Xi » qui ont la plus forte influence sur « Y » en ayant recours à la statistique inférentielle. Dans un premier temps nous allons opter pour une analyse des relations entre les variables en visualisant les graphes et en calculant les coefficients de corrélation. Dans un second temps une régression multiple sera établie entre la variable dépendante « Y » et les variables indépendantes « Xi ».

III.2.2.1. Diagrammes/Coefficients de corrélation

Dans le but d'analyser et d'identifier les variables exogènes « Xi » qui ont un lien étroit avec la variable de sortie « Y », nous utilisons le diagramme de corrélation qui permet de refléter une image sur le lien entre les variables que nous présentons sur la Figure III.10. Nous percevons une forte corrélation positive entre « Y » et « X1 » traduite par la variabilité du système et due au processus de réception. Par ailleurs, en observant la dispersion des trois autres variables, nous remarquons que ces derniers ont un lien quasiment très faible.

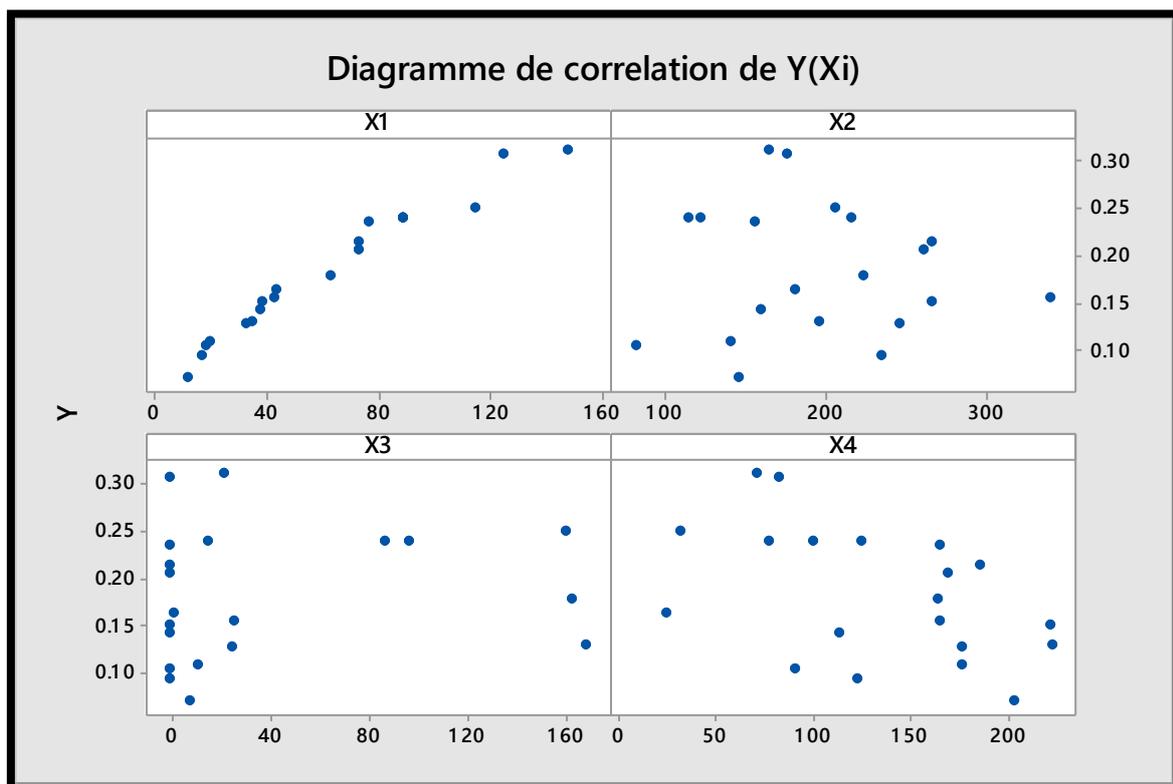


Figure III. 10. Diagramme de corrélation

D'autre part, après cette visualisation graphique de la dispersion entre les variables, le but de l'analyse consiste à déterminer l'intensité des relations entre ces derniers. Le coefficient de corrélation de Pearson est très utile dans ce sens. Il exprime le degré de dépendance entre les variables. A partir du tableau III.8. présentant les corrélations de Pearson, nous présentons la forte corrélation entre « Y » et « X1 » qui est 0.98 très proche de la valeur maximale 1. Ainsi l'hypothèse nulle n'est pas acceptée et la valeur de P est 0 strictement inférieure à 0,001. Nous remarquons aussi un faible degré d'association entre chaque paire de variables.

Tableau III. 8. Coefficients de corrélation de Pearson

Corrélations						
		Y	X1	X2	X3	X4
Y	Corrélation de Pearson	1	0,980	-0,050	0,138	-0,478
	P-Value		0,000	0,834	0,560	0,033
X1	Corrélation de Pearson	0,980	1	-0,062	0,209	-0,506
	P-Value	0,000		0,796	0,377	0,023
X2	Corrélation de Pearson	-0,050	-0,062	1	0,064	0,398
	P-Value	0,834	0,796		0,788	0,083
X3	Corrélation de Pearson	0,138	0,209	0,064	1	-0,027
	P-Value	0,560	0,377	0,788		0,910
X4	Corrélation de Pearson	-0,478	-0,506	0,398	-0,027	1
	P-Value	0,033	0,023	0,083	0,910	

Le diagramme des coefficients de corrélation nous a permis d'avoir une idée sur le degré de dépendance entre les variables. Seulement cela reste insuffisant pour préciser en profondeur le lien entre les variables.

III.2.2.2. Graphique matriciel diagonal

Afin de comparer les relations entre chaque paire de variables, le graphique matriciel diagonal est le mieux indiqué. Sur le Figure III.11, nous percevons le fort lien entre « Y » et « X1 » avec le facteur de lissage qui est fort incliné. Par ailleurs en visualisant le reste de l'ensemble des paires de variables on ne voit que des liens très faibles entre ces derniers. En respectant le but de cette phase d'analyse du LSS, on fait le zoom sur le lien direct entre « Y » et « Xi »(Voir la Figure III.12.).

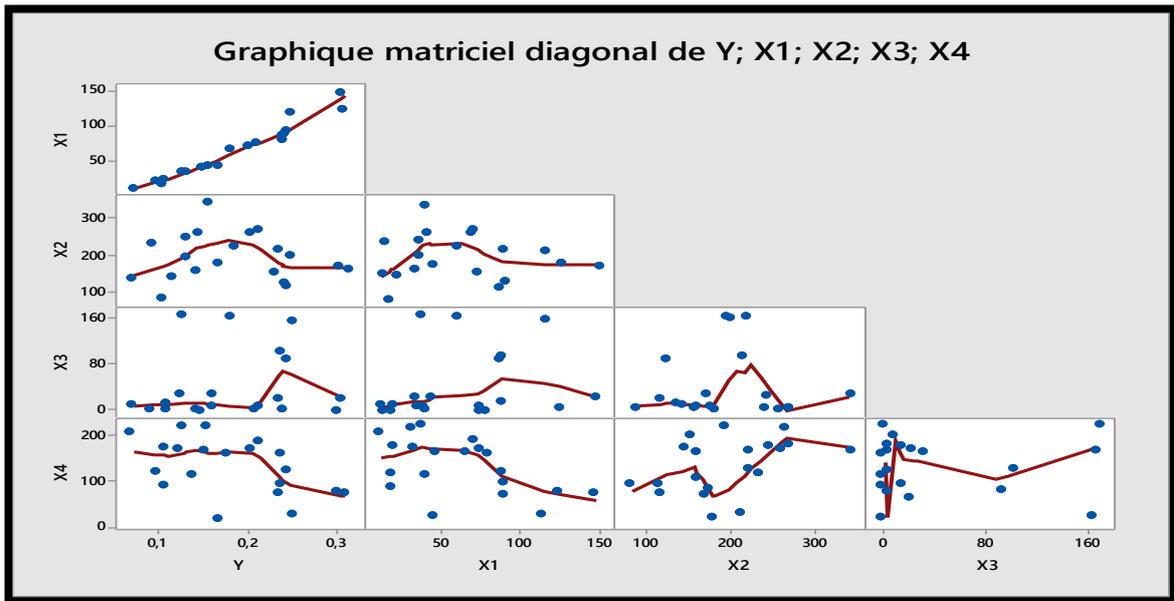


Figure III. 11. Graphique matriciel diagonal de Y par rapport à Xi

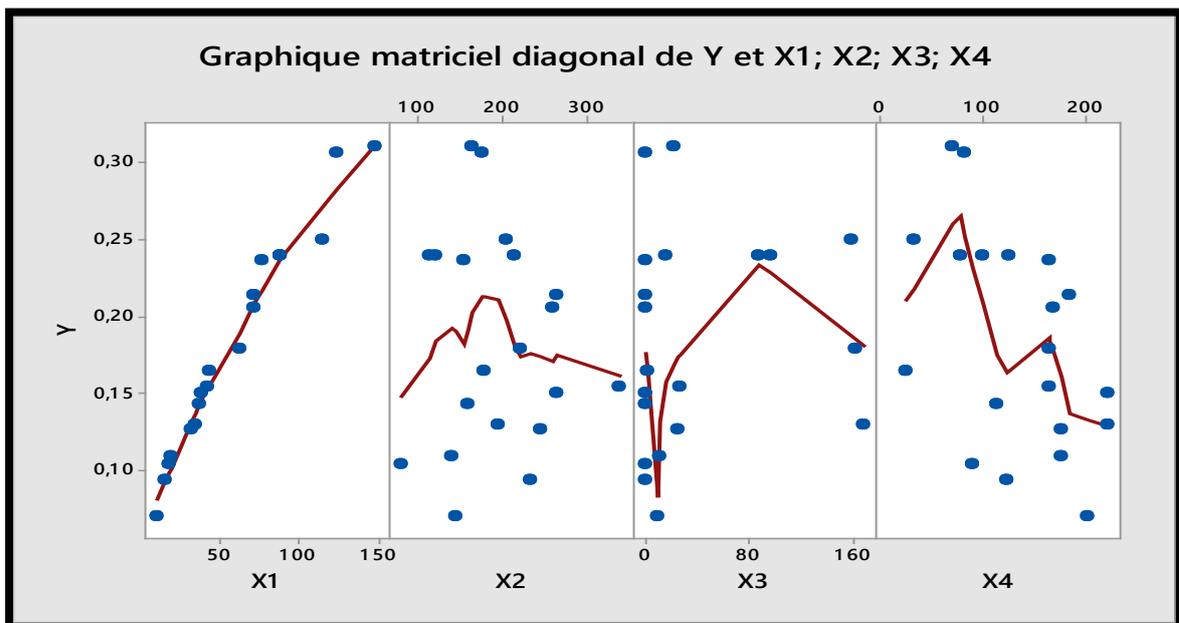


Figure III. 12. Graphique matriciel diagonal de Y; X1; X2; X3; X4

III.2.2.3. Nuage de points avec ligne de régression

Voyons maintenant les trois graphiques disposés sur la Figure III.13. Ces derniers représentent les nuages de points de « Y » par rapport à « Xi » avec des lignes de régression linéaire, quadratique et cubique respectivement. À travers chacun des trois graphes nous constatons la forte influence de la variable exogène « X1 » sur la variable de sortie « Y ».

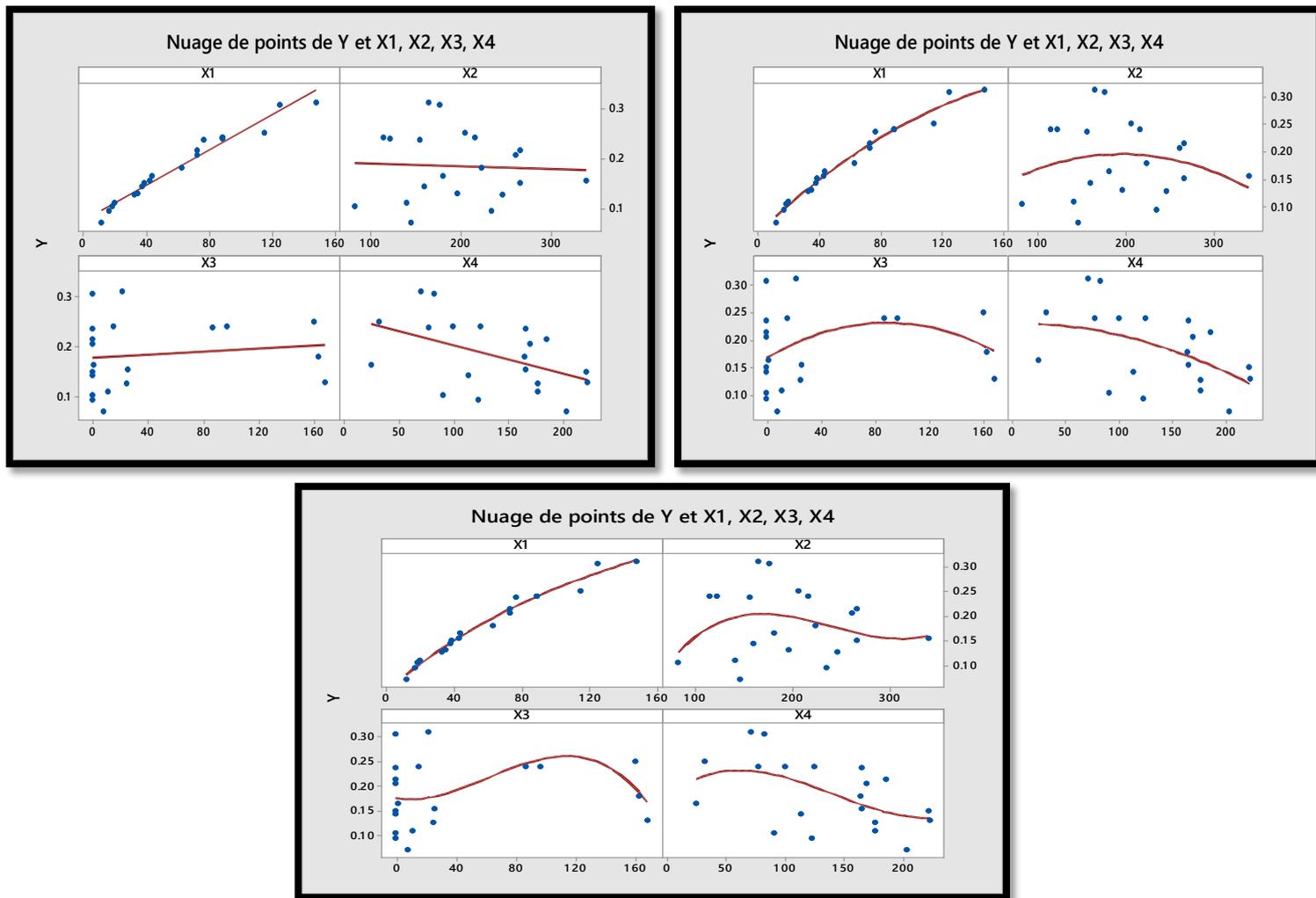


Figure III. 13. Nuage de points avec ligne de régression Linéaire, quadratique et cubique de Y par rapport à Xi

Cette partie d'analyse affirme la variabilité de l'inventaire due à la charge de travail au niveau du processus de réception. Nous voyons que les lignes de régression sont fortement inclinées positivement sur les trois niveaux (linéaire, quadratique et cubique). Un zoom sur cette variable (Voir la Figure III.14.) , permet de montrer que «X1» impacte plus de 95% la variabilité du système. Cet examen des graphiques montre que les données sont réparties de façon ordonnée autour de la ligne de régression, ce qui implique l'adéquation systémique de

l'ajustement des lignes de régression. La Figure III.14. donne la représentation des limites de confiance à 95% (IC de 95%) pour la variable endogène « Y » et des limites de prévision à 95% (IP de 95%) pour les nouvelles observations de cette dernière variable citée.

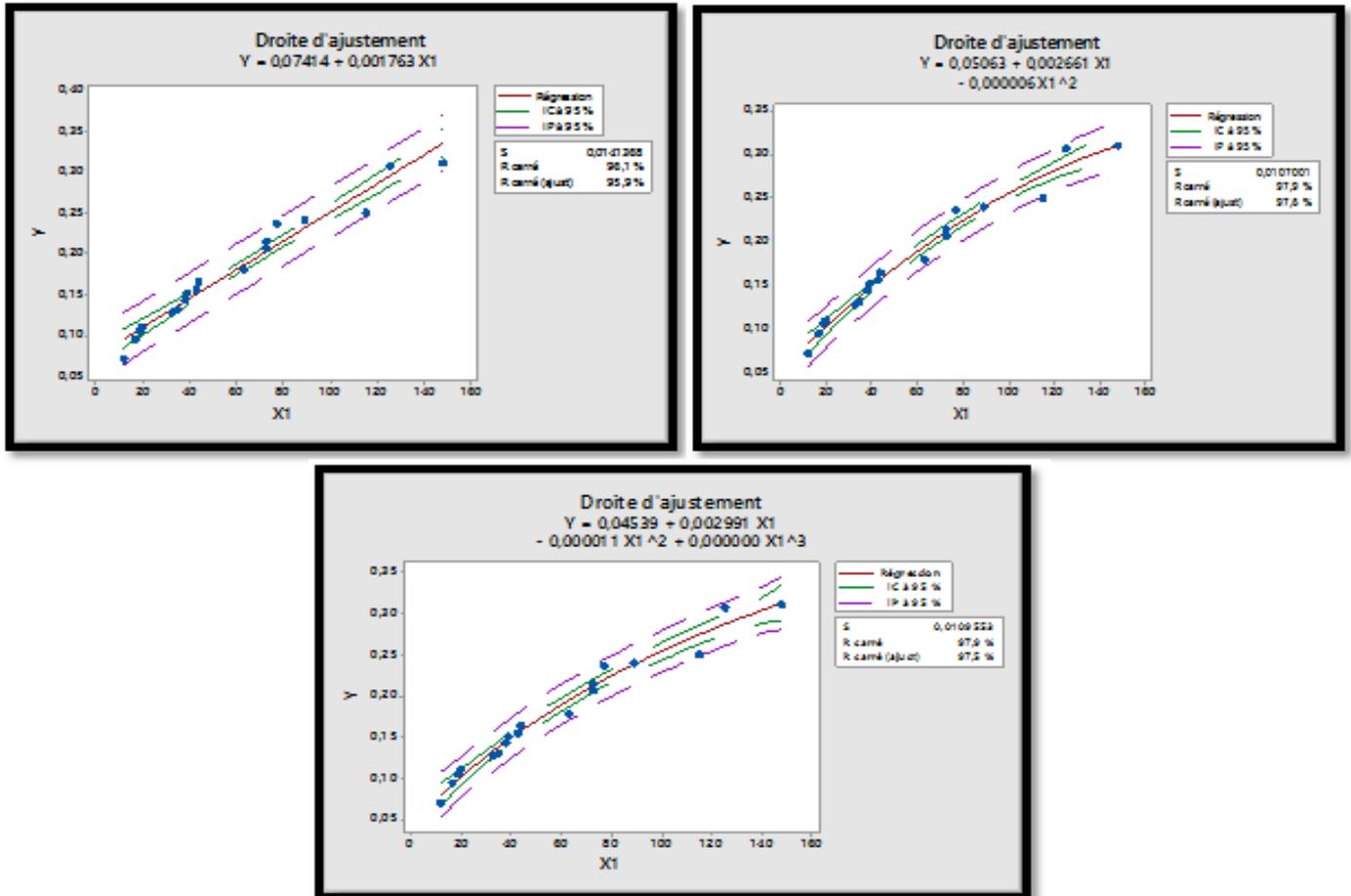


Figure III. 14. Nuage de points avec ligne de régression Linéaire, quadratique et cubique de Y par rapport à X1

A l'issue de ces séquences d'analyse, nous avons déterminé en profondeur la dépendance relative des paires de variables et avons notamment précisé les variables d'entrée causant la variabilité de l'inventaire. Nous avons débouché sur l'indépendance des variables d'entrée entre elles et nous déduisons l'influence directe de la variable « X1 » sur la variabilité de l'inventaire. Par ailleurs, l'analyse menée demeure insuffisante du fait qu'elle traite les différentes paires de variables et ne tient pas compte du lien direct entre l'ensemble des variables endogènes en même temps et la variable de sortie. Ces derniers vérifient les conditions sur lesquels le modèle de régression se construit. Ce même modèle tient compte de l'ensemble des variables d'entrée que nous verrons dans la partie suivante.

III.2.2.4. Modèle de régression

Cette présente partie a pour ambition d’analyser la relation entre la variable de sortie « Y » et l’ensemble des variables d’entrée « Xi » en décelant parmi ces dernières celles qui ont un lien fort avec « Y ». Pour cela, le modèle de régression linéaire est le plus puissant et le plus adéquat. L’hypothèse émise est que la fonction du modèle reliant les variables explicatives « Xi » à la variable expliquée « Y » est linéaire.

En exploitant les données récoltées sur les variables de l’étape mesurer (Voir L’Annexe III.5.), nous obtenons le modèle de régression de « Y » par rapport aux « Xi » en utilisant le logiciel SPSS (Statistical Package For The Social Sciences). La valeur de P du Test de Fisher est égale à 0.000 et est présentée sur le tableau de l’analyse de la variance (Tableau III.9) ce qui indique que le modèle estimé par la procédure de régression est significatif avec un risque alpha de 0,05. Il y a alors au moins un coefficient différent de zéro.

Tableau III. 9. Analyse de la variance

ANAVAR			
Modèle	Somme des carrés	Moyenne des carrés	P-Value
Régression	0,089	0,022	0,000
Résidu	0,003	0,000	
Total	0,092		

Par ailleurs, à partir du Tableau III.10. nous voyons bien que les valeurs de P du test de Student des coefficients estimés pour X1 et X3 sont inférieurs à 0.2. Ceci indique qu’elles sont significativement liées à « Y », en acceptant un risque alpha de 20%. Les valeurs de P pour X2 et X4 sont 0.924 et 0.636 respectivement supérieures à 0.2 ce qui prouve que ces deux variables ne sont pas liées à Y. Aussi, les deux variables n’expliquent pas une variance substantielle de l’inventaire, cela suggère qu’un modèle avec uniquement X1 et X3 peut être plus adapté. Le modèle de régression se présente comme suit :

$$Y=0.683 + 0.001818 X1 + 0.00000 X2 - 0.000083 X3 + 0.000035 X4$$

Tableau III. 10. Les paramètres des coefficients du modèle de régression

Modèle	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	T	P-Value	Corrélations		
	A	Erreur standard	Bêta			Corrélation simple	Partielle	Partie
(Constante)	0,068	0,015		4,662	0,000			
X1	0,002	0,000	1,011	17,624	0,000	0,980	0,977	0,837
X2	5,687 E-006	0,000	0,005	0,098	0,924	-0,050	0,025	0,005
X3	- 8,330 E-005	0,000	-0,072	-1,479	0,160	0,138	-0,357	-0,070
X4	3,455 E-005	0,000	0,030	0,483	0,636	-0,478	0,124	0,023

La valeur de R^2 présentée sur le Tableau III.11, indique que les prédicteurs « X_i » expliquent 96,6% de la variance de « Y ». En outre, la valeur R^2 ajustée est de 95,7%, ce qui montre que ces deux valeurs indiquent que le modèle est adapté aux données. La valeur de R^2 prévue est de 96,6%. Du fait que cette valeur de R^2 prévue est très proche des deux valeurs R^2 et R^2 ajusté, le modèle ne semble pas être sur-ajusté et présente une capacité de prédiction adaptée.

Tableau III. 11. Fiabilité du modèle de régression

R	R^2	R^2 ajusté	Erreur standard de l'estimation	Changement dans les statistiques		
				Variation de R-deux	Variation de F	P-Value
0,983	0,966	0,957	0,01439	0,966	106,971	0,000

Graphiquement (voir la Figure III.15.) le diagramme des valeurs résiduelles représente :

- La droite de Henry montre un tracé pratiquement linéaire, cohérent avec la loi normale et ne présentant pas de valeurs aberrantes. Le balayage du graphique précise la linéarité et la stabilité des points.
- Le diagramme des valeurs résiduelles en fonction des valeurs ajustées montre que les points se rapprochent de la ligne de référence. Ce qui peut signifier que les valeurs résiduelles présentent une variance pratiquement constante.

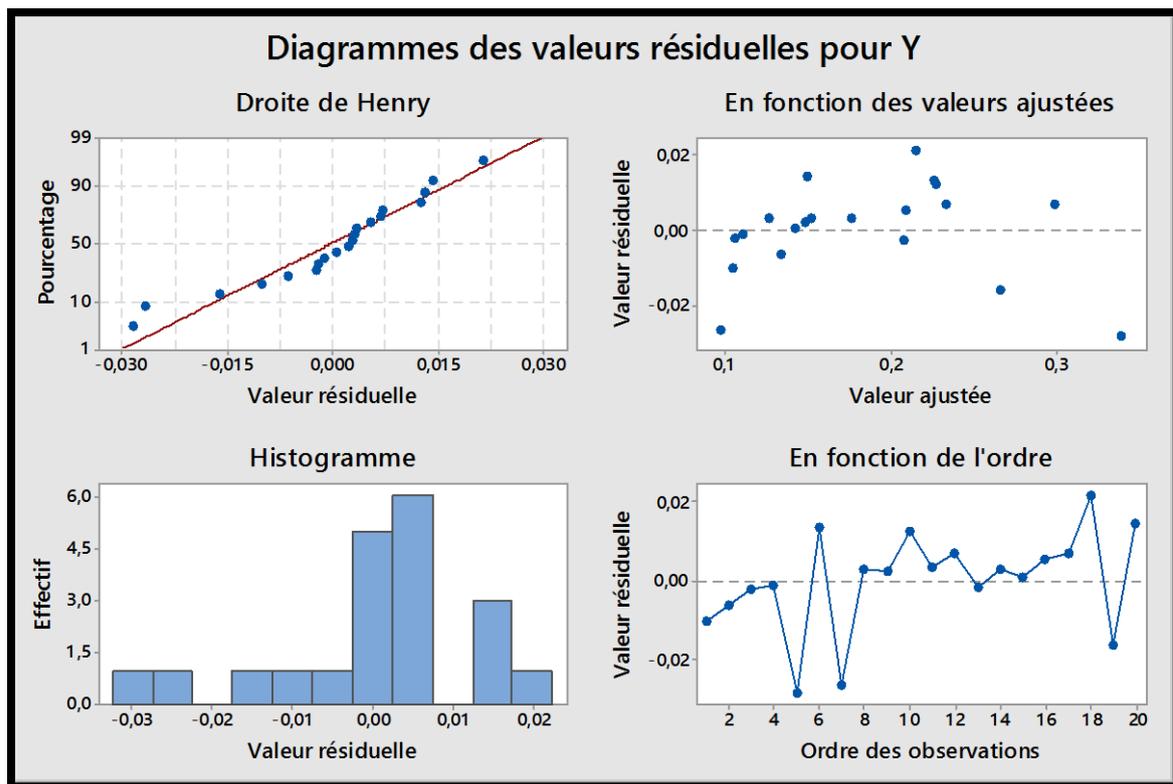


Figure III. 15. Diagrammes des valeurs résiduelles pour Y

On applique le modèle de régression linéaire une seconde fois, mais cette fois en écartant les deux variables « X2 et X4 » en raison des valeurs de P du test de Student non acceptées au niveau alpha de 0.2 comme indiqué sur le Tableau III.12. En générant à nouveau le modèle de régression de « Y » par rapport aux « X1 et X3 », On obtient la valeur de P du test de Fisher égale à 0.000. Cette valeur est montrée sur le tableau d'analyse de la variance (Tableau III.12) ce qui indique que le modèle estimé par la procédure de régression est significatif au niveau d'alpha 0,05.

Tableau III. 12. Analyse de la variance

ANAVAR			
Modèle	Somme des carrés	Moyenne des carrés	P-Value
Régression	0,088	0,044	0,000
Résidu	0,003	0,000	
Total	0,092		

Par ailleurs, les valeurs de P du test de Student des coefficients estimés pour X1 et X3 sont inférieures à 0.02, ce qui indique que les variables sont significativement liées à « Y ». En outre, les deux variables expliquent clairement la variance substantielle du système, (voir le Tableau III .13.) Nous obtenons l'équation de régression ci-dessous :

$$Y = 0.07565 + 0.001789 X1 + 0.000080 X3$$

Tableau III. 13. Les paramètres de coefficient du modèle de régression

Modèle	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	T	P-Value	Corrélations		
	A	Erreur standard	Bêta			Corrélation simple	Partielle	Partie
(Constante)	0,076	0,006		12,654	0,000			
X1	0,002	0,000	0,995	21,547	0,000	0,980	0,982	0,973
X3	-8,002 E-005	0,000	-0,069	-1,503	0,151	0,138	-0,342	-0,068

La valeur de R^2 présentée sur le Tableau III.14. indique que les prédicteurs « X1 et X3 » expliquent 96,5% de la variance de « Y ». En outre, la valeur R^2 ajustée est de 96,1%, ce qui montre que ces deux valeurs indiquent que le modèle est adapté aux données. La valeur de R^2 prévue est de 96,5%. Du fait que cette valeur de R^2 prévue est très proche des deux valeurs R^2 et R^2 ajusté, le modèle ne semble pas être sur-ajusté et présente une capacité de prédiction adaptée.

Tableau III. 14. Fiabilité du modèle de régression

R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation	Changement dans les statistiques				
				Variation de R-deux	Variation de F	ddl1	ddl2	P-Value
0,983	0,965	0,961	0,01367	0,965	236,839	2	17	0,000

Graphiquement (voir la Figure III.16) l'interprétation est identique au premier modèle de régression avant l'écartement des deux variables « X2 et X4 » (voir la Figure III.15.). Le diagramme des valeurs résiduelles du nouveau modèle de régression présente principalement :

- La droite de Henry montre un tracé pratiquement linéaire, cohérent avec la loi normale avec absence de valeurs aberrantes. Le balayage du graphique identifie la linéarité et la stabilité des points.
- Le diagramme des valeurs résiduelles en fonction des valeurs ajustées montre que les points sont proches de la ligne de référence, ce qui peut signifier que les valeurs résiduelles présentent une variance pratiquement constante.

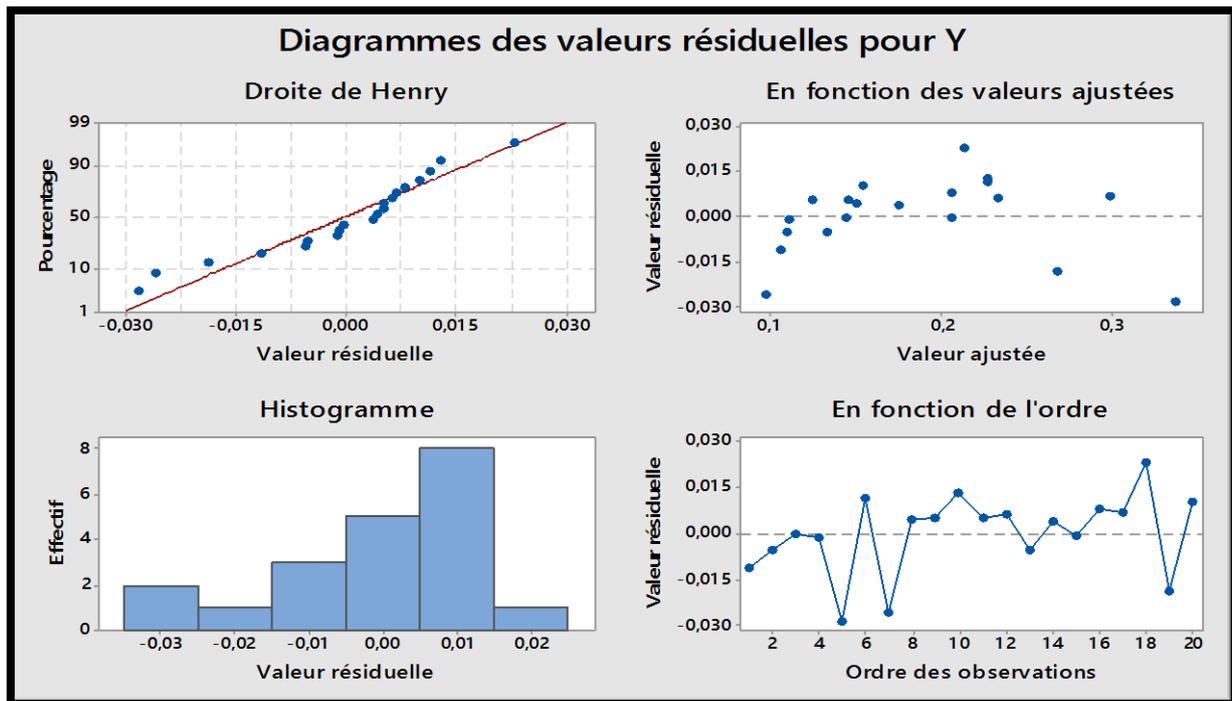


Figure III. 16. Diagrammes des valeurs résiduelles

A travers les analyses détaillées menées, nous avons débouché sur les causes principales de la variabilité de l'inventaire qui sont respectivement la charge du travail au niveau du processus de réception et du processus de l'inventaire tournant. Le but de cette phase d'analyse de LSS est atteint.

La phase qui suit consiste à intervenir au niveau de ces deux processus, ce qui fera l'objet de l'innovation apportée pour l'élimination de ces causes de variabilité.

III.2.3. La phase d'Innovation

L'amélioration de la variable « Y » nécessite l'amélioration des deux variables « X1 et X3 ». Autrement dit, pour atteindre l'objectif de ce projet d'amélioration de la fiabilité de l'inventaire, il faudra améliorer les deux processus de réception et de l'inventaire tournant. Pour cela, il faudra atteindre l'objectif visé par le LSS consistant à réduire la variabilité à moins de 3,4 articles non conformes par million d'opportunités. Par conséquent il faudrait :

- Réduire la variable X1 en augmentant le temps d'exécution du processus de réception ou en diminuant le nombre d'articles à réceptionner ;

- Réduire la variable X3 en augmentant le temps d'exécution du processus de l'inventaire tournant ou en diminuant le nombre d'articles à dénombrer.

Le temps est insuffisant par rapport au volume de travail. A cet effet il y a deux options:

- La nécessité d'avoir une main d'œuvre supplémentaire pouvant ajuster le nombre d'articles à traiter par rapport au temps d'exécution ;
- L'intervention sur le temps d'exécution des deux processus, de la réception et l'inventaire tournant, en améliorant le temps de service de ces derniers dans le but de traiter un maximum d'articles dans une durée optimale.

La deuxième option demeure plus importante pour l'entreprise, ce qui fera l'objet d'un nouveau projet d'amélioration du temps de service des deux processus de réception et de l'inventaire tournant.

Conclusion

L'élaboration de ce projet nous a permis d'identifier la charge de travail au niveau des deux processus, de réception et de l'inventaire tournant comme la cause racine de la variabilité de l'inventaire. L'amélioration de ces derniers nous a conduits à la nécessité d'intervenir au niveau du temps de service de ces deux processus, ce qui fera l'objet d'un nouveau projet qui sera étudié dans le chapitre qui suit dans le cadre de la démarche LSS.

Chapitre

IV. Amélioration du temps de service

Introduction

Le projet d'amélioration de la fiabilité de l'inventaire a débouché sur le présent projet d'amélioration du temps de service. Ce dernier consiste principalement à intervenir au niveau des deux processus de réception et de l'inventaire tournant dans le but d'optimiser le temps d'exécution.

La conduite de ce chapitre comportera trois phases. En premier lieu, on va mesurer l'état des deux processus à travers des métriques explicatives et faire appel à l'outil de cartographie VSM. En deuxième lieu, une analyse sera faite sur les processus en question en analysant le VSM avec l'utilisation de l'approche par événement dans le but de déterminer les gaspillages du Lean. Enfin, On entamera un dernier point du chapitre qui portera sur l'innovation organisationnel dans la qualité du service. Cette dernière partie consiste à agir sur les dysfonctionnements racines présentant une source de variabilité de l'inventaire et également une source de perte du temps.

IV.1. Mesurer le processus

Dans un premier temps, cette phase d'étude a pour but de mesurer le temps d'exécution des processus de réception et de l'inventaire tournant pour pouvoir apprécier leurs performances. Dans un second temps, nous allons exploiter l'outil de cartographie VSM qui va nous permettre d'établir une analyse détaillée en appliquant une approche par événement sur les activités des deux processus. Cette étape a pour but d'identifier les muda et d'apporter des solutions innovantes.

IV.1.1. Etat du processus

Après l'identification de la non performance des deux processus de réception et de l'inventaire tournant, une première mesure sera prise dans le but de préciser l'état de ces deux processus.

IV.1.1.1. Processus de réception

Ce premier processus consiste principalement à vérifier les articles reçus et à en déclarer la bonne réception.

Du projet précédent, nous savons que la charge de travail au niveau de ce processus influence la variabilité de l'inventaire.

Le processus de réception exige que le temps mis pour l'exécution de ses activités ne dépasse pas les 8h, depuis bien entendu l'arrivée des articles. La tolérance maximale est que l'exécution de ce processus se termine dans les 24h. Compte tenu de ces exigences nous avons procédé comme suit pour mesurer l'état du processus :

- Analyser la réception des articles durant 80 jours du 01/01/2015 au 21/03/2015. Cette même durée a été adoptée lors de la récolte des données du premier projet.
- Récolter les données depuis le département logistique avec lequel nous avons tracé les dates d'arrivée de chaque article durant les 80 jours.
- Extraire un rapport du WMS (Warehouse Management Système) comprenant la date de validation de la réception de chaque article durant les 80 jours.
- Enregistrer le nombre de jours entre la date d'arrivée et la date de réception.
- Présenter cette différence de jours sur le diagramme de Pareto (voir la Figure IV.1). La classification est faite en utilisant la fréquence du temps mis pour la réception des articles.

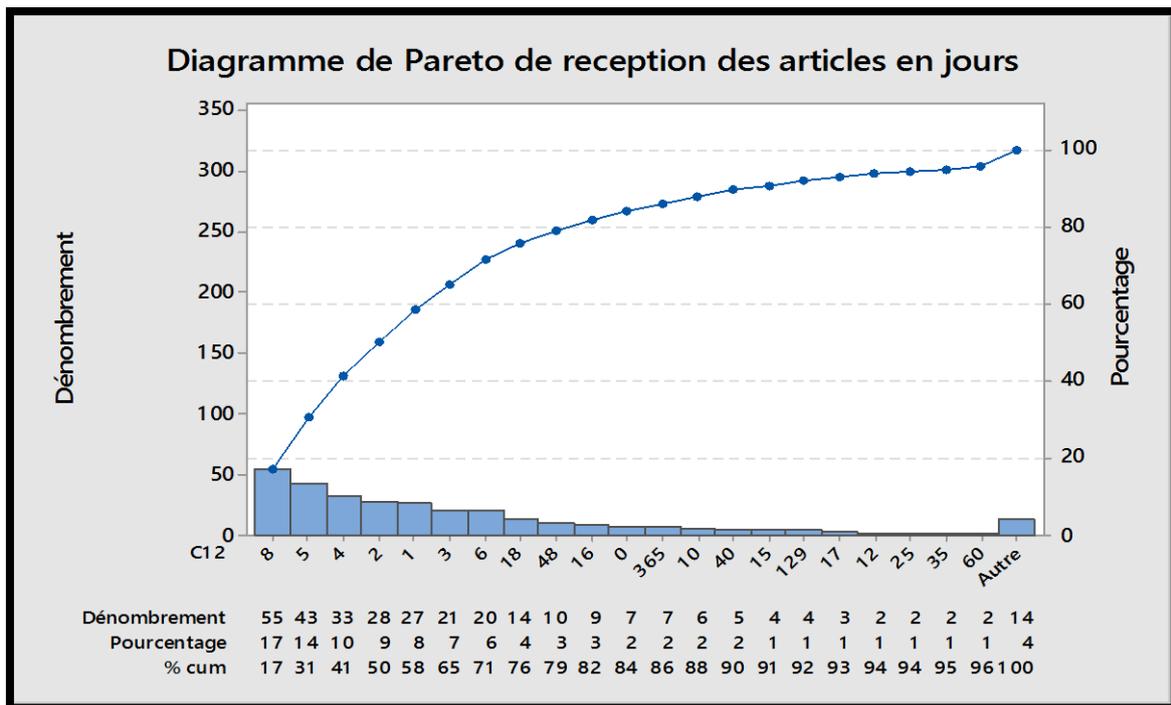


Figure IV. 1. Diagramme de Pareto de la réception des articles en jours

On voit clairement sur le diagramme de Pareto, que la tolérance maximale concernant l'exécution du processus fixée à 24h est très loin d'être respectée.

On constate qu'uniquement 10% des articles sont reçus dans les délais exigés. En effet, la réception de ces derniers se fait dans la même journée ou dans la journée qui suit. Le résultat obtenu est très critique ce qui est traduit par la charge de travail très importante au niveau du processus et le temps non négligeable mis dans l'exécution.

Les 90% d'articles restants présentent une variabilité importante dans le processus de réception. Comme il est présenté sur la Figure V.1, certains articles prennent plus de 18 jours, parfois 40 jours ou même une année. Ce constat montre bien le désordre absolu dans lequel se retrouvent les articles au niveau de l'entrepôt et le volume de travail intense exigé des employés.

Afin de mieux percevoir et mesurer le processus, une cartographie VSM est tracée. Elle permet de présenter les activités selon leur déroulement pour identifier les gaspillages. Avant cela nous devons mesurer l'état de processus de l'inventaire tournant.

IV.1.1.2. Processus de l'inventaire tournant

Ce second processus consiste principalement à dénombrer les articles dans leurs bacs de stockage dans le but de récolter les informations sur l'état du stock et de s'assurer de l'adéquation entre la quantité en physique et la quantité donnée par le système.

C'est la charge de travail au niveau de ce processus qui impacte sur la variabilité de l'inventaire. Le processus de l'inventaire tournant exige un comptage quotidien d'une heure de temps de 11h à 12h. En effet, le superviseur fournit chaque jour une liste aux employés pour qu'ils procèdent au comptage. En se référant aux exigences, nous avons procédé comme suit pour mesurer l'état du processus :

- Analyser le comptage des articles durant 80 jours du 01/01/2015 au 21/03/2015.
- Extraire un rapport du WMS (Warehouse Management Système) comprenant le nombre d'articles comptés chaque jour durant les 80 jours.
- Utiliser une logique binaire, nous obtenons un 1 si les employés ont fait un comptage par jour sinon on obtient un 0.
- Présenter les données dans un histogramme comprenant le nombre d'articles comptés par jour incluant et le nombre d'opérations de comptage par jour (Voir Figure IV.2).

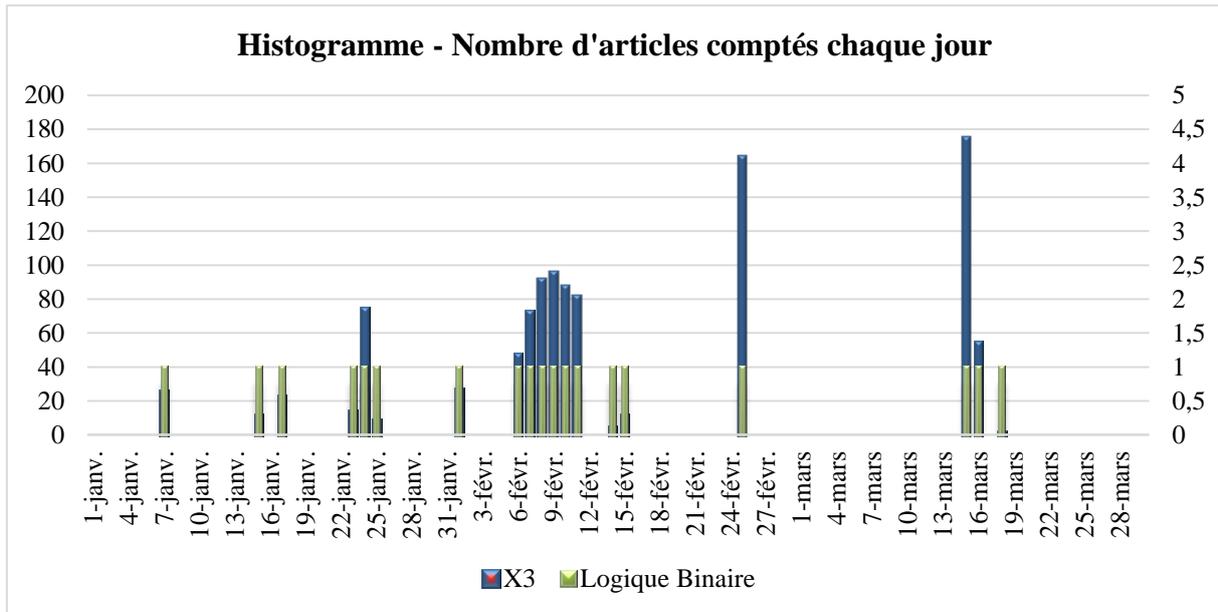


Figure IV. 2. Nombre d'articles comptés chaque jour

A l'issue de la représentation des données sur la Figure V.2, on constate clairement une répartition journalière des données non homogène. En effet, il y a des jours où aucun comptage n'est effectué et il y a d'autres dédiés uniquement au comptage. On en déduit l'existence d'un problème en matière de répartition du travail qui devrait être équilibrée.

Contrairement aux standards exigés par la compagnie relatifs à l'établissement de comptages quotidiens d'une durée d'une heure de 11h à 12h, nous voyons bien que l'exécution du processus de l'inventaire tournant par les employés ne se fait que durant 19 jours des 80 jours, ce qui représente un pourcentage de 23,75%, (voir la Figure IV.3.).

Ces résultats traduisent le volume de travail important exigé des employés. L'existence de tâches prioritaires rend encore la situation plus difficile.

L'objectif du processus de l'inventaire tournant consistant à faire face à la variabilité de l'inventaire est très loin d'être atteint. Paradoxalement, ce processus présente une source majeure de la variabilité de l'inventaire.

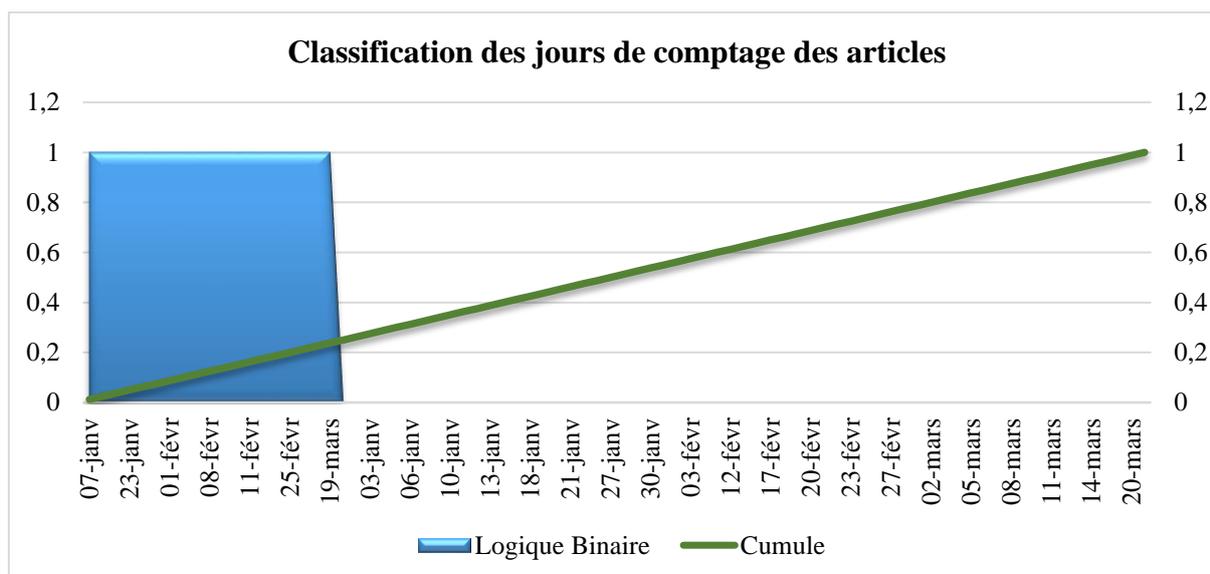


Figure IV. 3. Classification des jours de comptage des articles

Malgré l'analyse de l'état des deux processus déjà faite, nous ne parvenons pas encore à identifier les sources racines du dysfonctionnement. Afin d'affiner la recherche, nous faisons appel à la cartographie VSM, un outil susceptible de cartographier les processus en tenant compte des délais et d'identifier les gaspillages.

IV.1.2. Construction de la VSM des deux processus

Cette partie a pour ambition de construire la cartographie VSM des deux processus, de la réception et de l'inventaire tournant. A cette fin, nous allons définir la famille de produits concernés pour tracer la VSM.

IV.1.2.1. Choix de la famille de produits

Dans ce cas d'étude, nous considérons la bonne réception d'articles comme un produit. En effet, le MM offre un service aux clients qui est sensé être réalisé dans les délais pour satisfaire leur demande. Ces clients attendent avec impatience l'arrivée et la disponibilité de leurs articles dans l'entrepôt afin qu'ils les récupèrent dans les délais.

Dans certains cas, les clients expriment un besoin d'articles extrêmement critiques en urgence qui nécessitent un service rapide de la part de MM. En cas de retard, une perte importante peut survenir. Elle influence l'activité de l'entreprise et également les clients. Cette prestation de service bien gérée par MM augmente la satisfaction des clients mais impacte négativement l'organisation interne de MM.

Un second produit identifié est le résultat de l'inventaire quotidien qui est communiqué au client. L'inventaire quotidien est le cœur du processus de l'inventaire. Il permet une meilleure visibilité sur l'état du stock et une détectabilité plus rapide de toute cause de variabilité entre le résultat donné par le système et le comptage physique effectué en vue d'apporter des ajustements.

IV.1.2.2. Dessin de la VSM de l'état actuel

Cette présente étape consiste à représenter la cartographie VSM de l'état actuel des deux processus, de la réception et de l'inventaire tournant. Pour cela, nous nous sommes focalisés sur la description de l'état actuel en collectant toutes les informations jugées pertinentes.

Cette partie de dessin de la VSM consiste à cartographier les activités en respectant leur enchaînement tel que nous l'avons vu sur le terrain et en adoptant un axe temporel.

Dans cette phase, nous ne nous sommes intéressés ni à la façon dont les processus sont censés fonctionner ni à la façon dont les processus ont été conçus pour fonctionner ; c'est leur fonctionnement réel qui nous intéresse.

IV.1.2.2.A. Lister les besoins des clients

Avant de tracer la VSM et de mener une analyse détaillée dans le but d'apporter des améliorations, il est indispensable de clarifier les besoins des clients.

Ces besoins sont déterminés dans la phase de définition du cadre de projet. A ce niveau, le besoin explicite majeur des clients concerne la variabilité de l'inventaire. Lors de la conduite du projet un, nous avons identifié les deux processus responsables de la variabilité de l'inventaire, nécessitant des interventions internes.

Dans cette partie, nous discernons les activités à valeur ajoutée qui engendrent des coûts et se facturent aux clients et les activités à non-valeur ajoutée qui engendrent des couts mais qui ne se facturent pas aux clients.

IV.1.2.2.B. Estimation de la ligne du temps

Avant la réalisation de la VSM, nous avons estimé sur le terrain le temps de déroulement des deux processus. Le détail de la procédure suivie est décrit ci-dessous.

Le processus de réception

Pour la construction de la cartographie VSM du processus de réception, nous avons procédé comme suit :

- Rassembler l'ensemble des activités et leurs enchaînements tels qu'ils s'exécutent réellement par les employés. Pour cela, nous avons été amenés à adopter les mêmes activités que celles utilisées pour tracer la cartographie SIPOC;
- Chronométrer l'exécution de chaque activité ;
- Chronométrer le temps de la transition entre toute paire d'activités qui s'enchaînent;
- Chronométrer d'autres paramètres dont le processus de réception dépend tel que l'attente de l'arrivée du Clark pour déplacer certains articles lourds;
- Tracer la VSM comportant toutes les activités, respectant les enchaînements et mentionnant les délais (voir la Figure IV.4.).

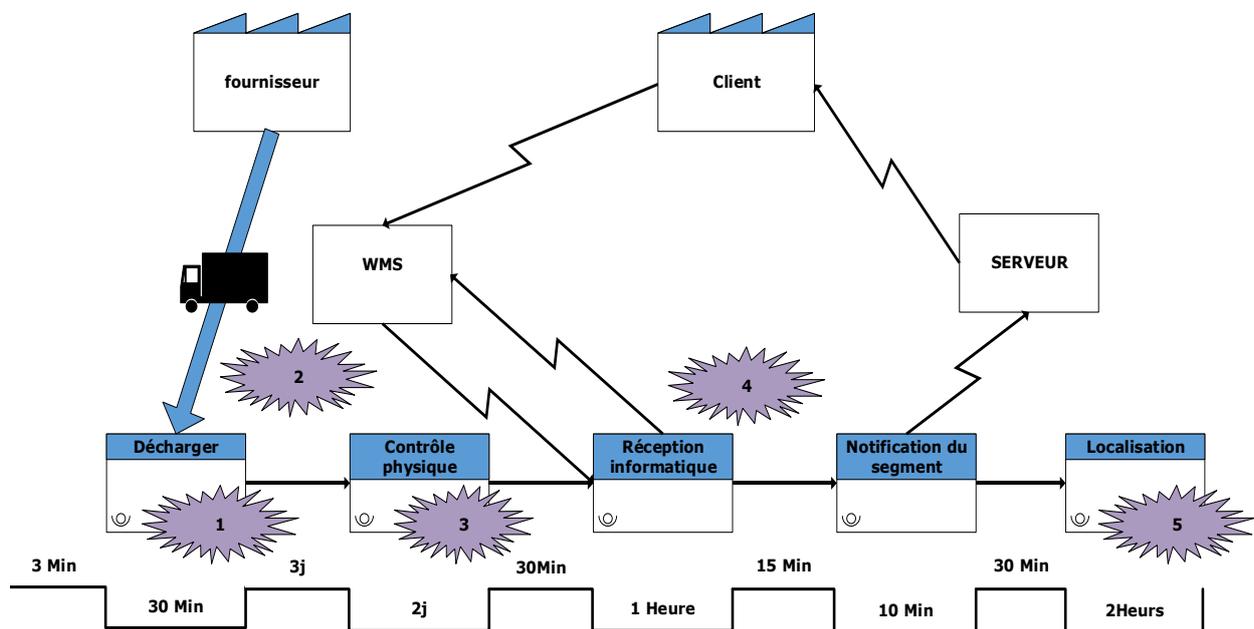


Figure IV. 4. VSM du processus de réception

Le processus de l'inventaire tournant

Pour l'estimation du temps de ce processus, on a procédé comme suit

- Nous avons exécuté le processus sur la base de 22 échantillons d'une taille moyenne de 70 articles chacun, pris lors de la collecte de données du premier projet ;
- Rassembler l'ensemble des activités et leurs enchaînements, telles qu'elles s'exécutent réellement par les employés. Pour cela, nous avons été amenés à adopter les mêmes activités que celles utilisées pour tracer la cartographie SIPOC.
- Chronométrer le temps d'exécution de chaque activité et calculer la moyenne relative aux 22 échantillons considérés;
- Chronométrer le temps de la transition entre toute paire d'activités qui s'enchaînent, et calculer la moyenne relative aux 22 échantillons considérés;
- Tracer la VSM en représentant les activités et leurs enchaînements dans un axe temporel (voir la Figure IV.5.).

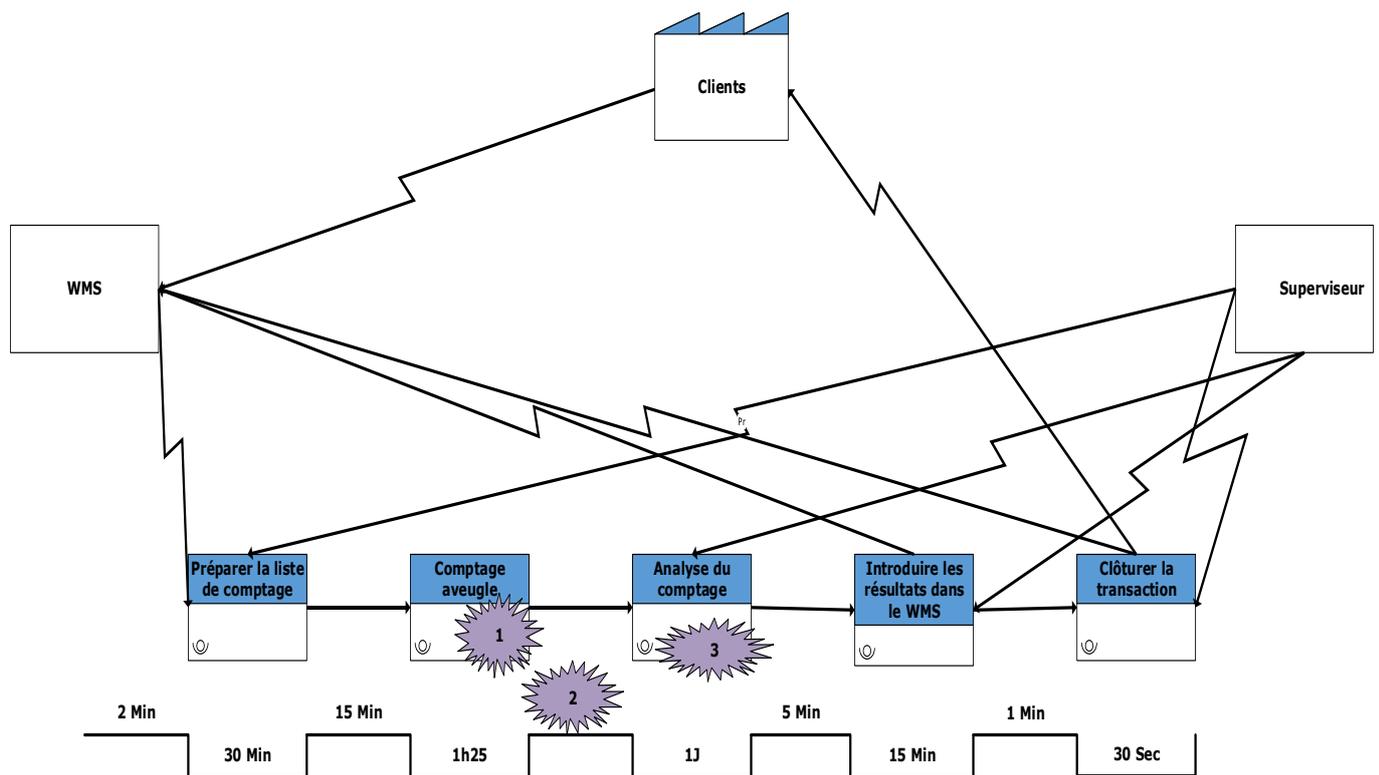
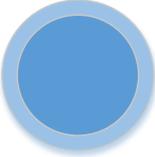


Figure IV. 5. VSM du processus de l'inventaire tournant

IV.2. Analyser les processus

Après avoir représenté la carte VSM des deux processus, nous avons repéré des dysfonctionnements au niveau de ces derniers. Pour mener une analyse détaillée de cette carte et identifier les causes racines de perte de temps, nous allons représenter les activités en utilisant l'approche par évènement qui a pour but d'identifier les muda. Le pictogramme de lecture de cette approche d'analyse est présenté sur le Tableau IV.1.

Tableau IV. 1. Pictogramme de l'approche par évènement

Forme	Interprétation
	Evènement déclencheur
	Temps déterminé
	Temps indéterminé
	Evènement
	Evènement déclencheur
	Evènement qui peut se faire en parallèle avec un autre évènement
	Si oui
	Activité

IV.2.1. Processus de réception

IV.2.1.1. Déchargement

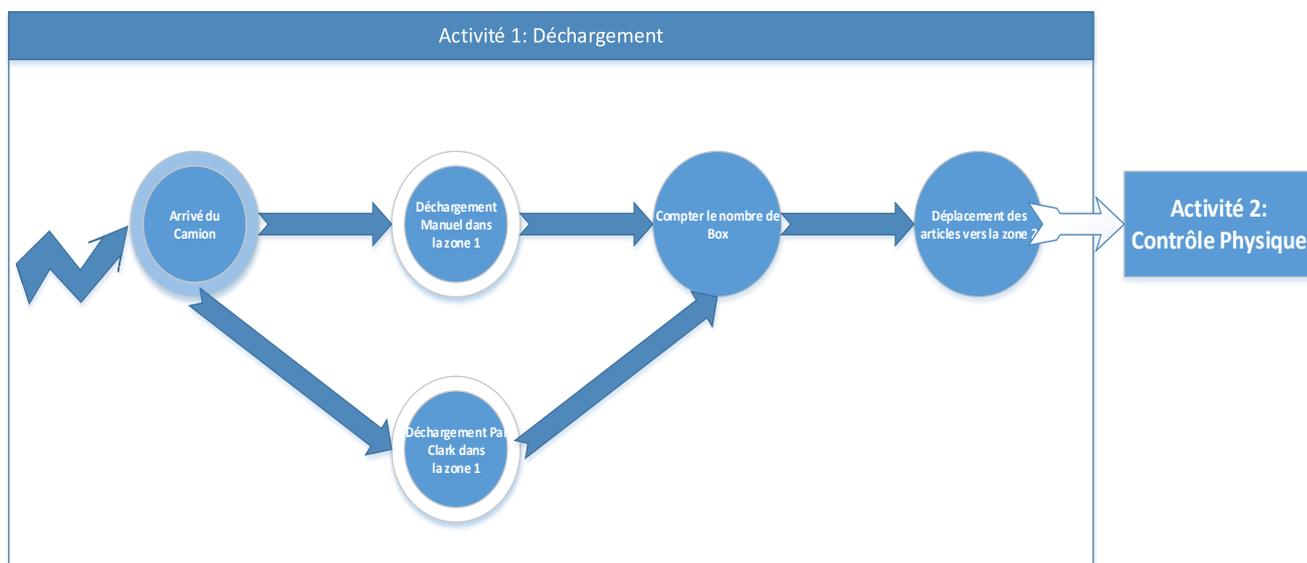


Figure IV. 6. Activité 1: Déchargement

Pour cette activité nous avons identifié les gaspillages suivants :

Temps d'attente

Suite à l'arrivée de la marchandise, il faudrait appeler le Clark et l'attendre pour effectuer le déchargement.

Déplacement inutile

Le déchargement des articles se fait d'une manière non organisé. Le matériel est déposé anarchiquement. Cela engendre un encombrement des articles et nécessite plusieurs déplacements pour libérer l'espace. Cette opération génère une grande perte de temps et des déplacements inutiles.

Stock en cours entre le déchargement et le contrôle physique

Les articles déposés lors du déchargement sont en attente d'être traités. Ils attendent longtemps avant que la tâche de contrôle physique des articles soit entamée. Le retard accusé

engendre une accumulation de marchandises surtout avec la succession des arrivées, créant un désordre et un stock supplémentaire.

IV.2.1.2. Contrôle physique

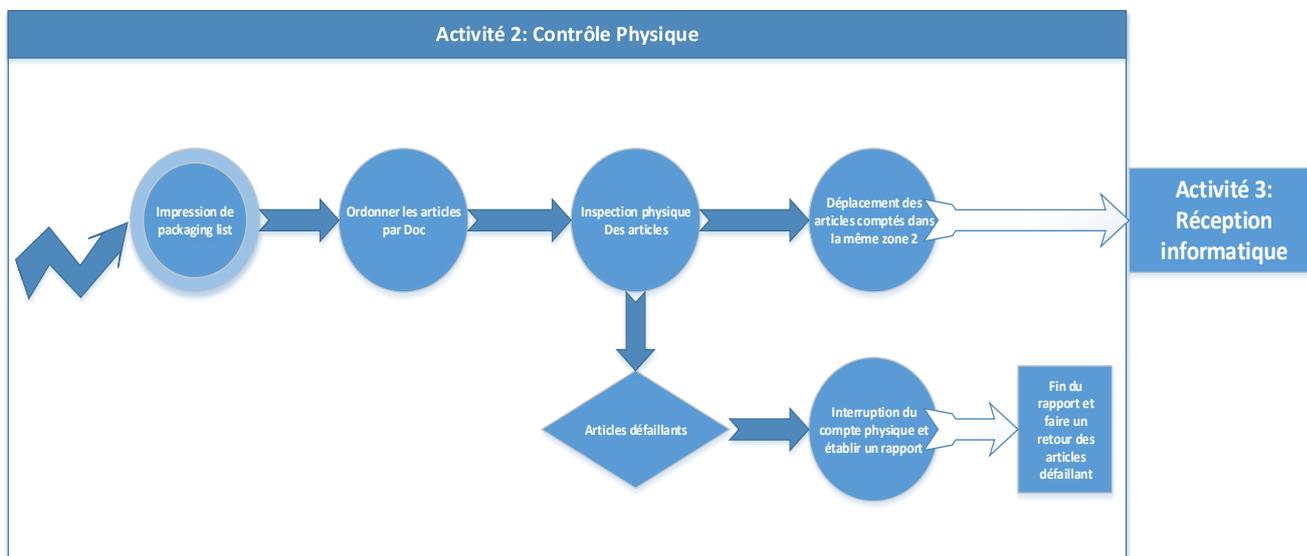


Figure IV. 7. Activité 2: Contrôle physique

Les gaspillages identifiés de cette activité sont :

Temps d'attente

Le contrôle physique est discontinu du fait des interruptions dues à la charge de travail. Le magasinier responsable de cette tâche ne peut pas se concentrer, il se trouve dans l'obligation d'exécuter d'autres tâches ce qui engendre un temps d'attente pour le traitement des articles.

Traitement inutile

Cette tâche consiste à faire l'étiquetage et la définition des localisations des articles. Parfois il y a un non-respect du processus par le fait de faire l'étiquetage après l'inspection physique causant un double travail et une perte de temps.

IV.2.1.3. Réception informatique

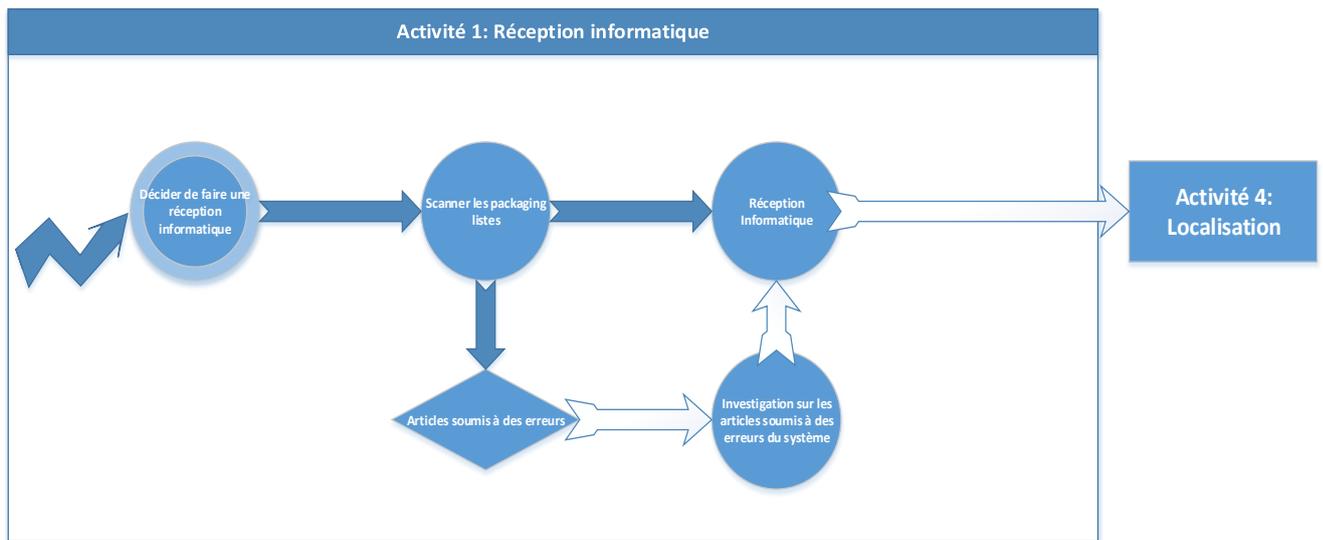


Figure IV. 8. Activité 3: Réception informatique

Temps d'attente

Les informations en attente d'être saisies génèrent un gaspillage de temps remarquable. Cette opération ne devrait pas prendre autant de temps, mais les problèmes dus aux erreurs générées par le système auparavant incitent les employés à mener des investigations qui prennent beaucoup de temps pour faire des ajustements.

IV.2.1.4. Localisation

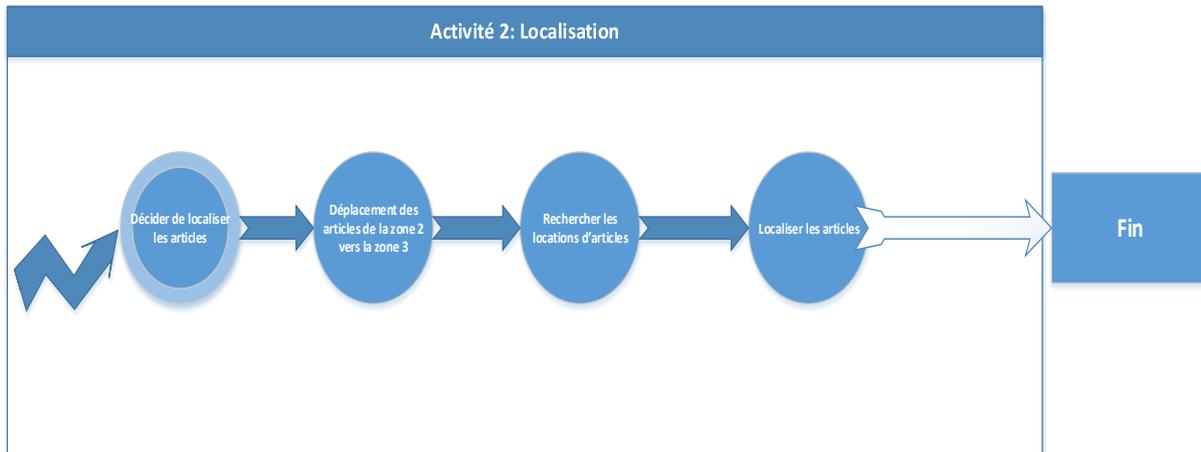


Figure IV. 9. Activité 4 : Localisation

Mouvement et déplacement inutile

Les magasiniers passent directement à l'action sans planification. Aussi, les articles qui ont une grande fréquence d'utilisation se retrouvent dans le deuxième étage de l'entrepôt, éloignés de la zone de réception et nécessitent alors un déplacement important.

IV.2.2. Processus de l'inventaire tournant

IV.2.2.1. Préparer la liste des articles à compter

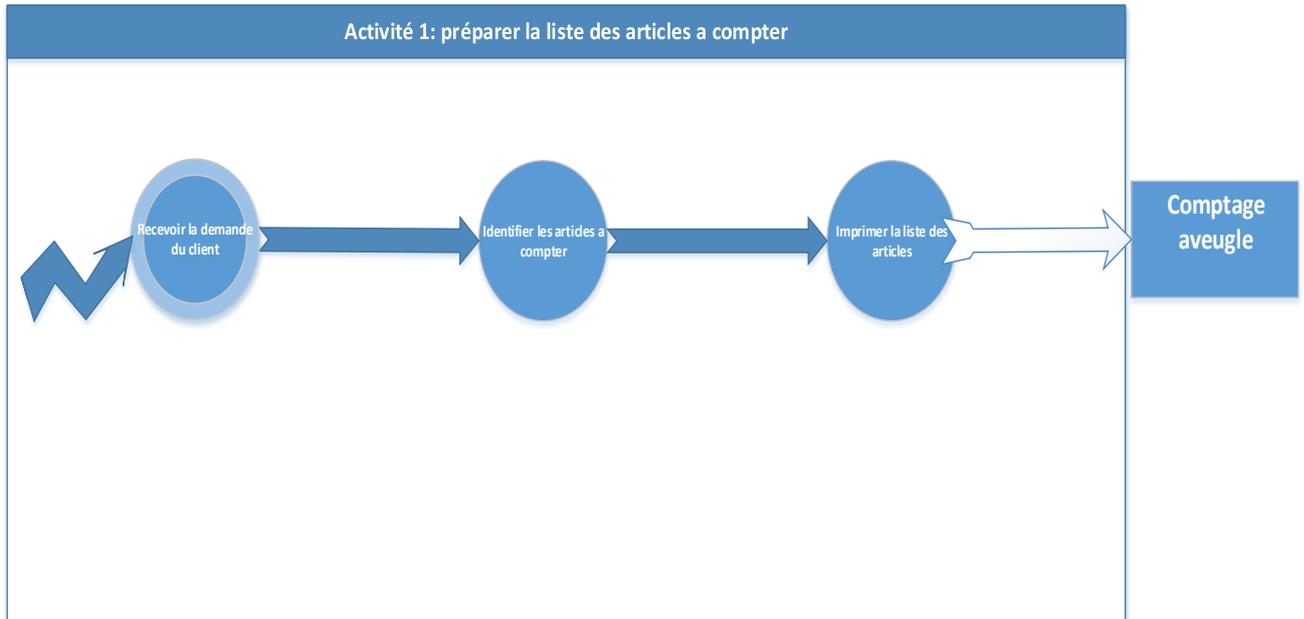


Figure IV. 10. Préparer la liste des articles à compter

IV.2.2.2. Comptage aveugle

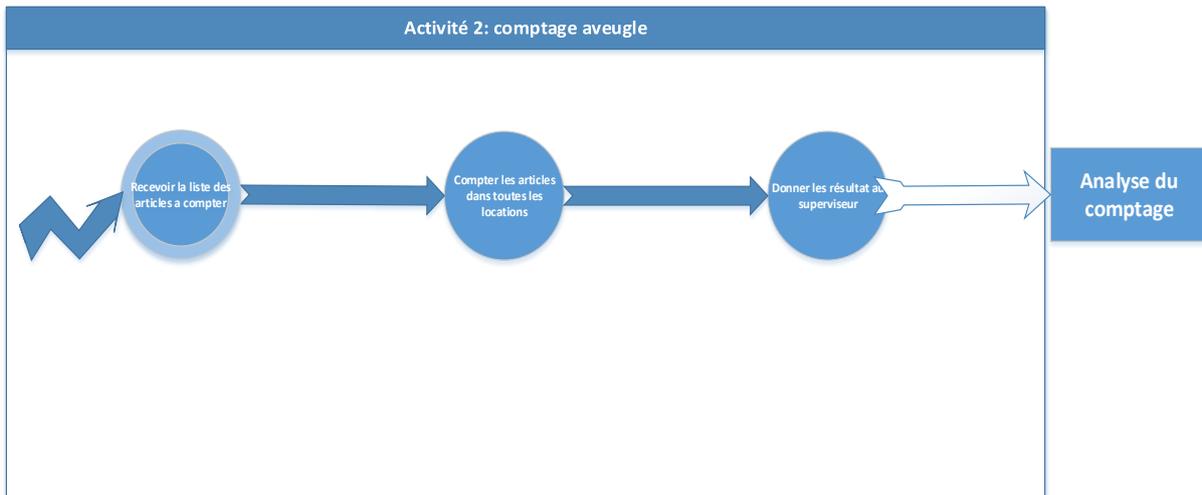


Figure IV. 11. Activité 2: Comptage aveugle

Traitement inutile

Il s'agit du travail manuel lors du comptage des articles et de l'absence d'utilisation d'appareils pour le comptage de certains articles qui peuvent par exemple faire l'objet de pesées.

Temps d'attente

Les localisations d'articles ne sont pas bien étudiées. A cet effet, on se trouve avec les identifiants des locations ordonnés de droite à gauche comme parfois d'autre ordonnés dans le sens contraire engendrant des difficultés pour pouvoir trouver les articles à compter.

Temps d'attente entre le comptage aveugle et l'analyse du comptage

Après que le comptage des articles soit fait, il doit être analysé. Cette étape dure longtemps, car cette analyse doit se faire par une autre personne.

IV.2.2.3. Analyse du comptage

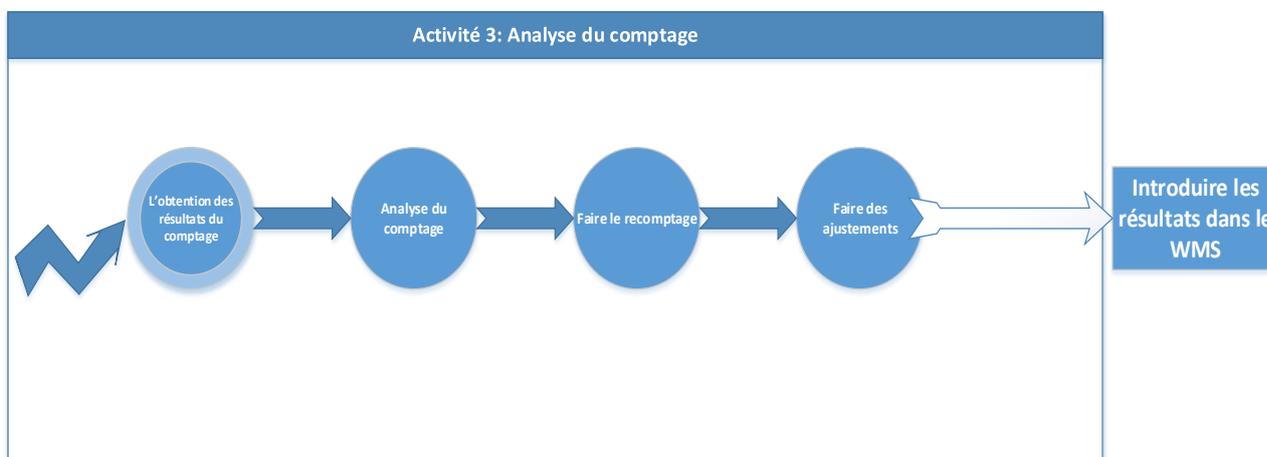


Figure IV. 12. Activité 3 : Analyse du comptage

Temps d'attente

L'existence d'articles ayant une variabilité, dans cette opération d'analyse, nécessite des investigations pour faire des ajustements qui prennent un temps important. Ce temps dépend des compétences du personnel et de sa maîtrise de l'outil informatique.

IV.2.2.4. Introduire les résultats dans le WMS

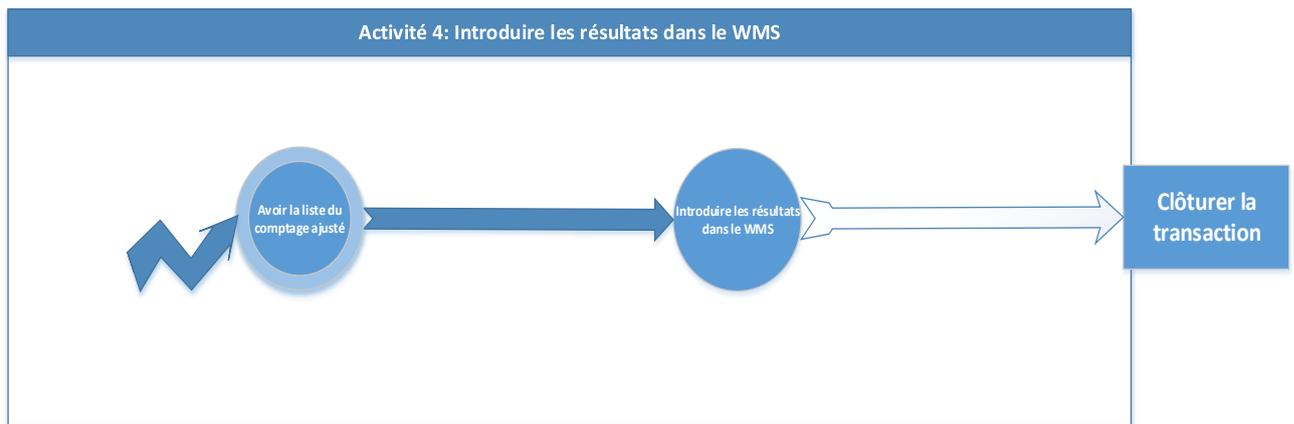


Figure IV. 13. Activité 4: Introduire les résultats dans le WMS

IV.2.2.5. Clôturer la transaction

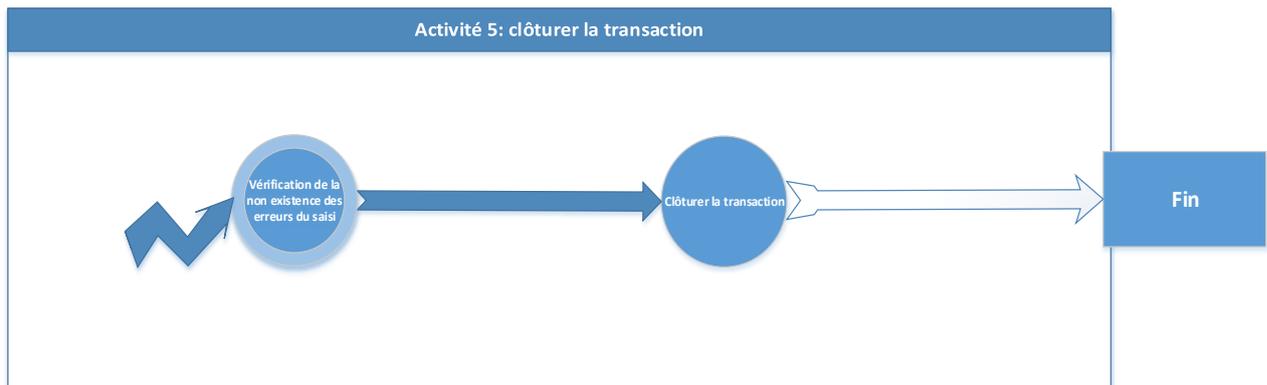


Figure IV. 14. Activité 5: Clôturer la transaction

IV.3. Innovation

Cette partie a pour ambition d'établir un changement au niveau de la carte VSM, en représentant l'état futur des deux processus, de la réception et de l'inventaire tournant et en mettant un plan d'action pour l'amélioration de déroulement des processus.

IV.3.1. VSM Futur

A l'issue des observations relevées lors de l'analyse, il est possible d'imaginer maintenant une meilleure organisation, plus performante en réduisant les gaspillages identifiés.

Les VSM futurs des deux processus sont dessinés avec ou sans GT (Globale traçabilité). C'est un appareil de lecture de codes barres qui permet de gagner beaucoup de temps avec l'élimination de plusieurs étapes du processus classique. Par une simple lecture de code barre de l'article, il est possible de:

- Valider sur place la bonne réception de l'article ;
- Soustraire sur place le nombre d'articles expédiés ;
- Introduire directement le résultat du comptage de chaque article.

Cette technologie n'est pas encore exploitée en raison de la non disponibilité de points d'accès internet à très haut débit spécial pour l'appareil. Pour le moment, l'inventaire tournant est le seul qui peut être exécuté par cette technologie en mode hors ligne. Il y a aussi la possibilité d'introduire manuellement les résultats dans le WMS.

Les VSM Futurs des deux processus selon le déroulement de ces derniers, sans ou avec GT sont présentés sur les Figures suivantes:

IV.3.1.1. VSM futur du processus de réception

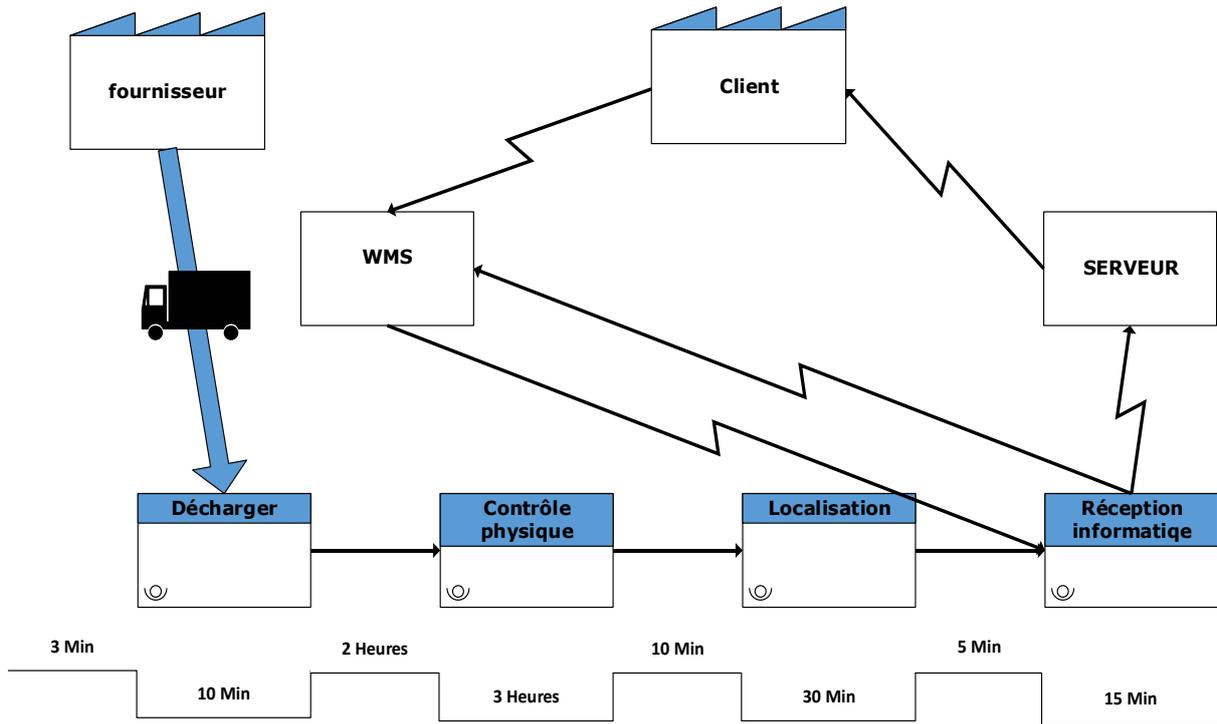


Figure IV. 15. VSM futur du processus de réception sans GT

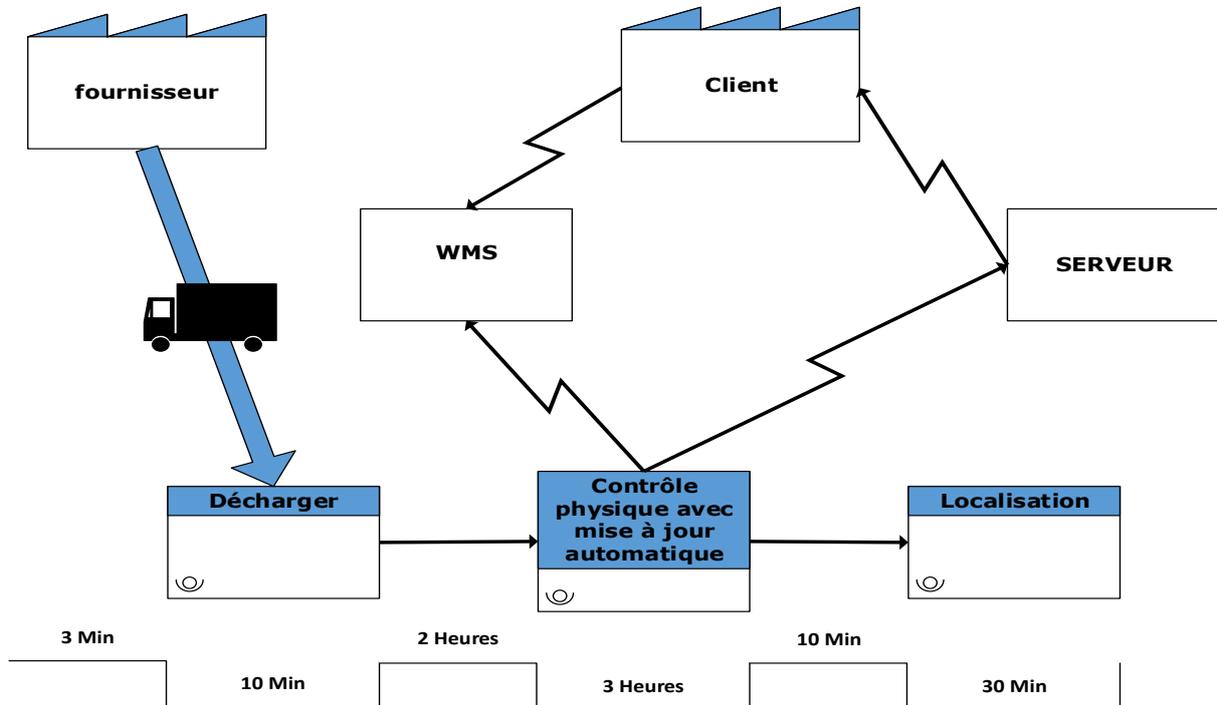


Figure IV. 16. VSM futur de processus de réception avec GT

IV.3.1.2. VSM Futur du processus de l'inventaire tournant

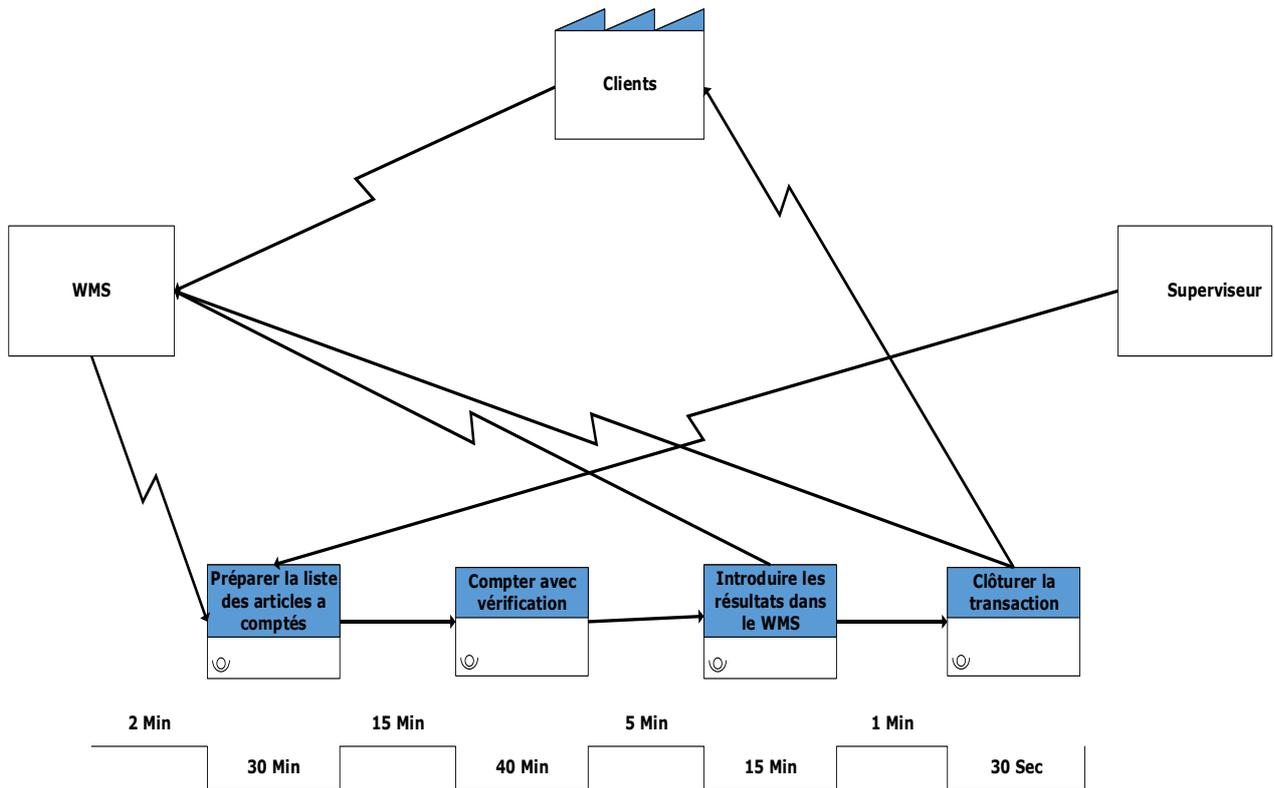


Figure IV. 17. VSM Futur du processus de l'inventaire tournant sans GT

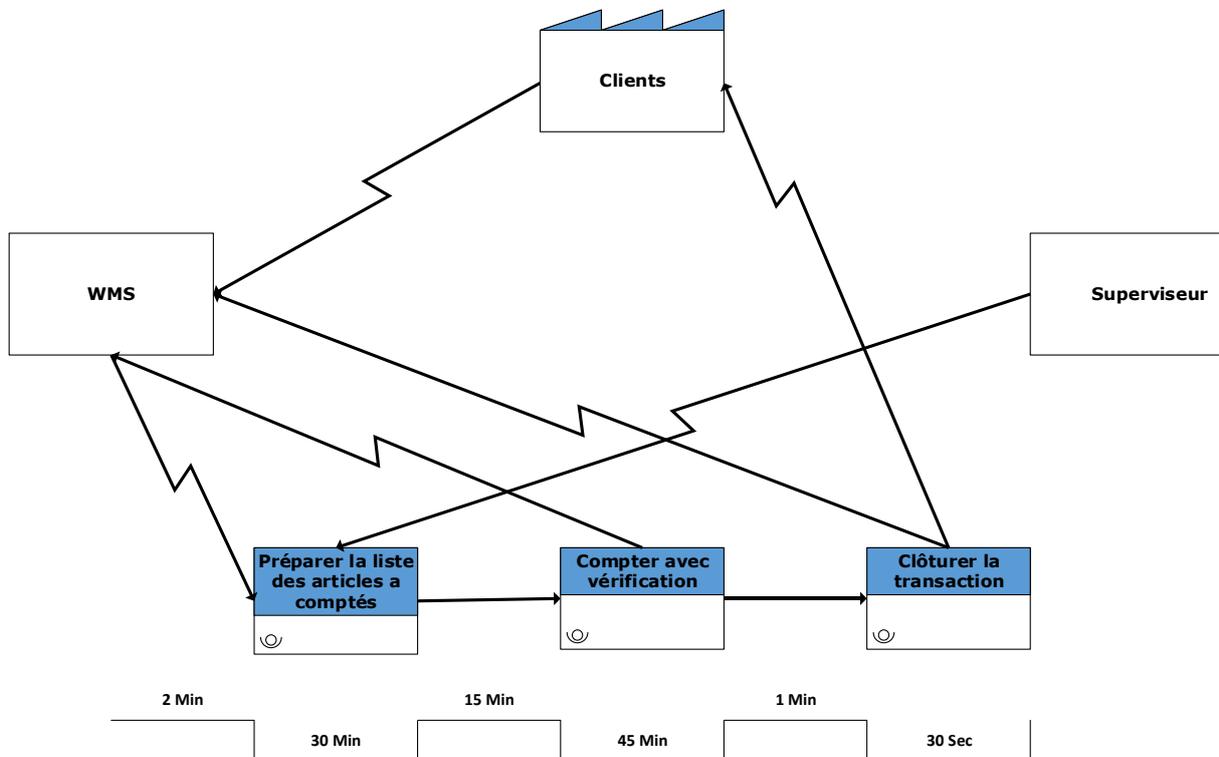


Figure IV. 18. VSM Futur du processus de l'inventaire tournant avec GT

Le dessin de l'état futur des deux processus, de la réception et de l'inventaire tournant, nous a permis de rédiger le plan d'action d'amélioration consistant à éliminer les gaspillages. Il s'agit d'améliorer le temps d'exécution des deux processus et d'améliorer par conséquent la fiabilité de l'inventaire. Voir le Tableau IV.2.

Tableau IV. 2. Plan d'action

But du projet	Amélioration de la fiabilité de l'inventaire		
Objectif général	Amélioration du temps de service et réduction de la variabilité de l'inventaire		
Objectif spécifique n°1	Amélioration des conditions du travail		
Activités	Moyens	Calendrier	
Débarrasser, ranger, nettoyer, standardiser et maintenir la rigueur.	5S	Date début	12/05/2015
		Date Fin	19/05/2015
Personnes responsables L'équipe MM A.DJEBBAR D.BENKHELIFA			
Objectif spécifique n°2	Organisation des espaces de travail		
Activités	Moyens	Calendrier	
Organiser des zones de travail	Zoning	Date début	20/05/2015
		Date Fin	
Personnes responsables M.DIAF A.DJEBBAR D.BENKHELIFA			
Objectif spécifique n°3	Amélioration du temps de réception informatique		
Activités	Moyens	Calendrier	
Demander une automatisation Mettre en place un point d'accès internet	Système d'information Point d'accès internet	Date début	21/05/2015
		Date Fin	
Personnes responsables M.DIAF A.DJEBBAR D.BENKHELIFA			
Objectif spécifique n°4	Eviter les erreurs		
Activités	Moyens	Calendrier	
Installation d'un nouveau système Etablir un Check-List	Poka-yoke	Date début	
		Date Fin	
Personnes responsables M.DIAF A.DJEBBAR D.BENKHELIFA			
Objectif spécifique n°5	Quantifier le travail des employés		
Activités	Moyens	Calendrier	
Quantifier le travail fourni par les employés	Indicateur de performance	Date début	15/05/2015
		Date Fin	22/05/2015
Personnes responsables M.DIAF A.DJEBBAR D.BENKHELIFA			
Objectif spécifique n°6	Améliorer la performance des employés		
Activités	Moyens	Calendrier	
Atelier de formation et de sensibilisation	Formation	Date début	
		Date Fin	
Personnes responsables M.DIAF			

IV.3.2. Mise en place du plan d'action

IV.3.2.1. Amélioration des conditions du travail

Dans cette partie, nous allons, après l'engagement de toute l'équipe MM, mettre en place les 5S dans le but d'améliorer les conditions de travail. Nous passerons par les cinq étapes suivantes :

1^{ère} étape : Débarrasser

Le premier S (SORT) consiste à se débarrasser de tous les objets inutiles qui créent un désordre. Pour cela nous avons procédé comme suit :

- Répartir les espaces de travail à débarrasser sur l'équipe engagée ;
- Veiller à l'atteinte d'un état de référence ;
- Jeter tous les objets qui ne servent à rien ;
- Si un problème apparaît, rechercher son origine et trouver une solution ;
- Profiter de l'exercice pour déceler les raisons du désordre ;
- Exécuter cette procédure durant une semaine, pour une durée de 30 minutes chaque jour à partir de 17h.
- Prendre des photos de l'état de l'entrepôt avant et après l'application du premier S.

La Figure VI.19. montre le résultat de l'application du premier S.



Figure IV. 19. Résultat d'application du premier S

2^{ème} étape : Ranger

Après avoir éliminé les objets qui n'ont aucune importance, le second S(SET) consiste à ranger tous les espaces de travail. Pour cela, nous avons procédé comme suit :

- Répartir les espaces de travail à ranger sur l'équipe engagée ;
- Délimiter clairement toutes les zones de travail à ranger ;
- Affecter les objets aux zones dédiées ;
- Repérer les objets manquants dans chaque zone de travail ;
- Rendre accessibles les objets les plus utilisés ;
- Protéger les objets fragiles ;
- Exécuter cette procédure durant une semaine, pour une durée de 30 minutes chaque jour à partir de 17h.
- Prendre des photos de l'état de l'entrepôt avant et après l'application du deuxième S.

Les résultats de l'application du deuxième S sont présentés sur la Figure VI.20.



Figure IV. 20. Résultat de l'application du deuxième S

3^{ème} étape : Nettoyer

Le troisième S (SHINE) consiste à rendre l'environnement de travail plus agréable. Pour cela, nous avons procédé comme suit :

- Répartir les espaces de travail à ranger sur l'équipe engagée ;

- Localiser les endroits qui génèrent le plus de salissures, telles que la zone extérieure à l'entrepôt et la zone de réception ;
- Mettre en place tous les équipements de nettoyage nécessaires;
- Préciser un état de référence ;
- Dérouler cette procédure durant une semaine, pour une durée de 30 minutes chaque jour à partir de 17h.
- Améliorer l'éclairage de l'environnement de travail.
- Prendre des photos de l'état de l'entrepôt avant et après l'application du deuxième S.

Les résultats de l'application du 3ème S sont présentés sur la Figure IV. 21.



Figure IV. 21. Résultat de l'application du troisième S

4^{ème} & 5^{ème} étape : Standardiser & Maintenir la rigueur

Les conditions de travail ont bien été améliorées suite à la mise en place des trois premiers S. Afin de préserver les conditions de travail améliorées, tout le personnel de MM est dans l'obligation d'appliquer quotidiennement les 5S jusqu'à l'instauration d'une culture au sein de l'entreprise. Pour cela, on a fixé les points suivants :

- Tout le personnel est responsable de la mise en œuvre des 5 S et de leur application au quotidien ;
- Chacun des employés est responsable de son propre espace de travail ;
- Application quotidienne des 5 S sur tous les espaces de travail pendant une durée de 30 minutes chaque fin de journée.

IV.3.2.2. Organisation des espaces de travail

Après avoir analysé en détail le processus de réception, nous avons abouti au constat suivant : le déroulement de ce processus se fait d'une manière désordonnée et exploite uniquement deux zones de travail. L'une représente la zone située à l'extérieur de l'entrepôt et l'autre se situe à l'intérieur de ce dernier (voir la Figure IV.22).

Zone 1 : Lors de l'arrivée des articles, ils sont déposés dans cette première zone. Si l'article est lourd, l'opération se fait par Clark sinon la manœuvre se fait manuellement.

Zone 2 : Après avoir déposé tous les articles dans la zone une, un déplacement de ces derniers est effectué vers la deuxième zone.

Le déroulement de tout le processus de réception se fait dans la deuxième zone. Beaucoup d'opérations se font dans le même espace de travail, comme précisé dans l'étape analyser du deuxième projet. Dans cette zone on dépose les articles et on procède à leur contrôle physique.

Dans cette même zone on trouve les articles suivants :

- Articles non encore contrôlés ;
- Articles contrôlés ;
- Articles contrôlés et classés défectueux ;
- Articles prêts à être livrés aux clients ;
- Articles très lourds déposés temporairement.

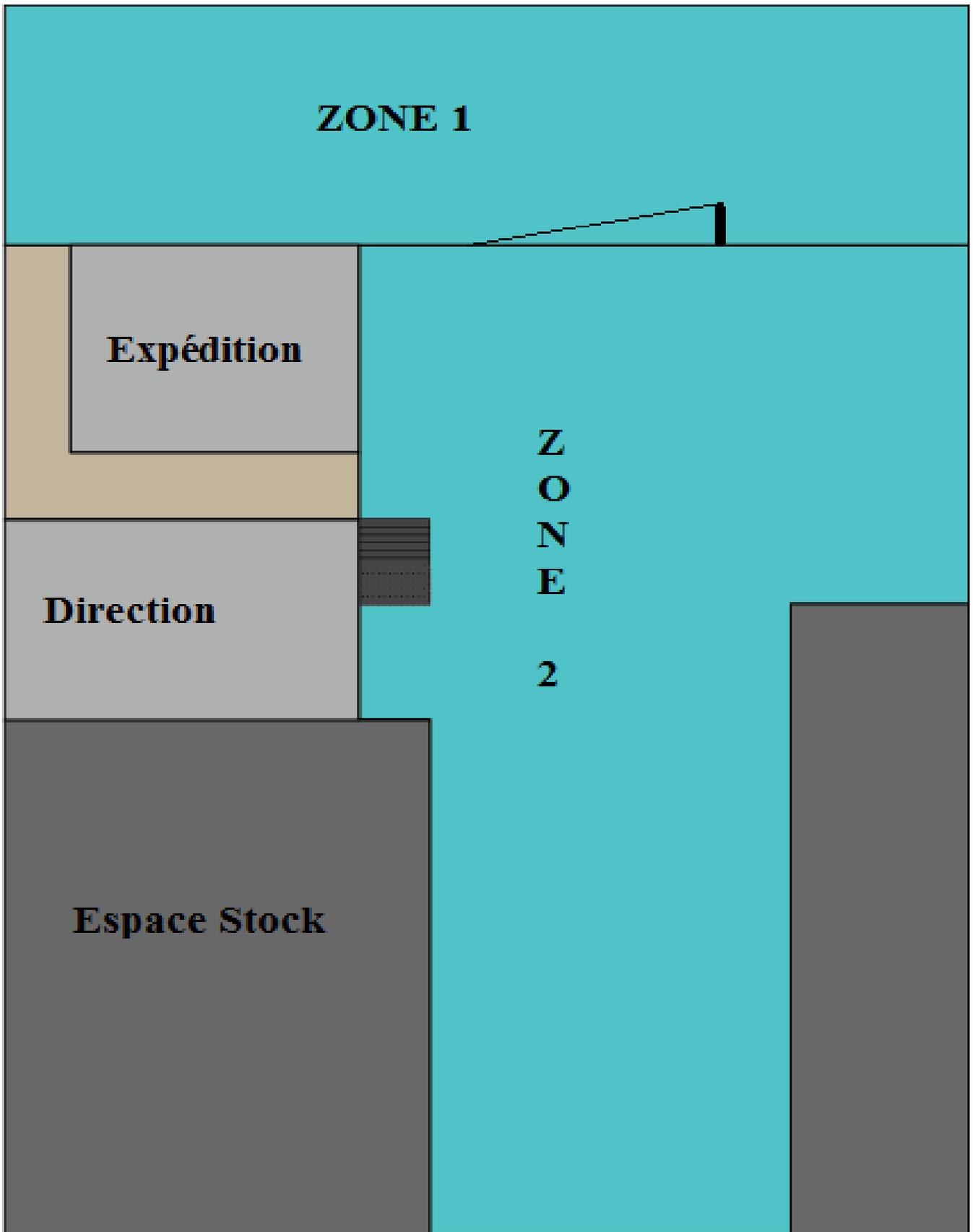


Figure IV. 22. Configuration des zones de l'entrepôt

Nouvelle configuration

La nouvelle configuration consiste à diviser chaque zone de travail en sous zones en prenant en compte les activités principales du processus de réception, dans le but de libérer des espaces de travail, d'éliminer les gaspillages et de rendre l'environnement de travail plus aéré et communicatif. Ce zoning est présenté sur la Figure IV.23.

Zone 1 se divise en deux zones :

Zone 1.1 Cette zone est réservée spécialement aux articles très lourds nécessitant un déplacement par Clark. Auparavant ces articles causaient un encombrement et un grand désordre.

Zone 1.2 Cette deuxième zone est réservée aux articles légers et faciles à transporter manuellement.

Zone 2 se divise en 5 zones :

Zone 2.1 Cet espace de travail est réservé aux articles déplacés de la zone une vers cette zone. Ces derniers attendent le contrôle physique.

Zone 2.2 Cette zone est réservée aux articles contrôlés en instance de déplacement vers leur propre emplacement. C'est dans cette zone que l'étiquetage des articles se fait.

Zone 2.3 Cette zone est réservée aux articles contrôlés et vérifiés en instance de livraison aux clients. Ces articles critiques sont livrés avant de rejoindre leur propre emplacement.

Zone 2.4 Cette zone est réservée aux articles contrôlés, vérifiés et jugés non conformes. Ces derniers retournent aux fournisseurs.

Zone 2.5 Cette zone est réservée aux articles à emplacements temporaires. Ces derniers sont des cas particuliers d'articles qui n'ont pas d'emplacement propre et qui sont caractérisés parfois par un grand volume.

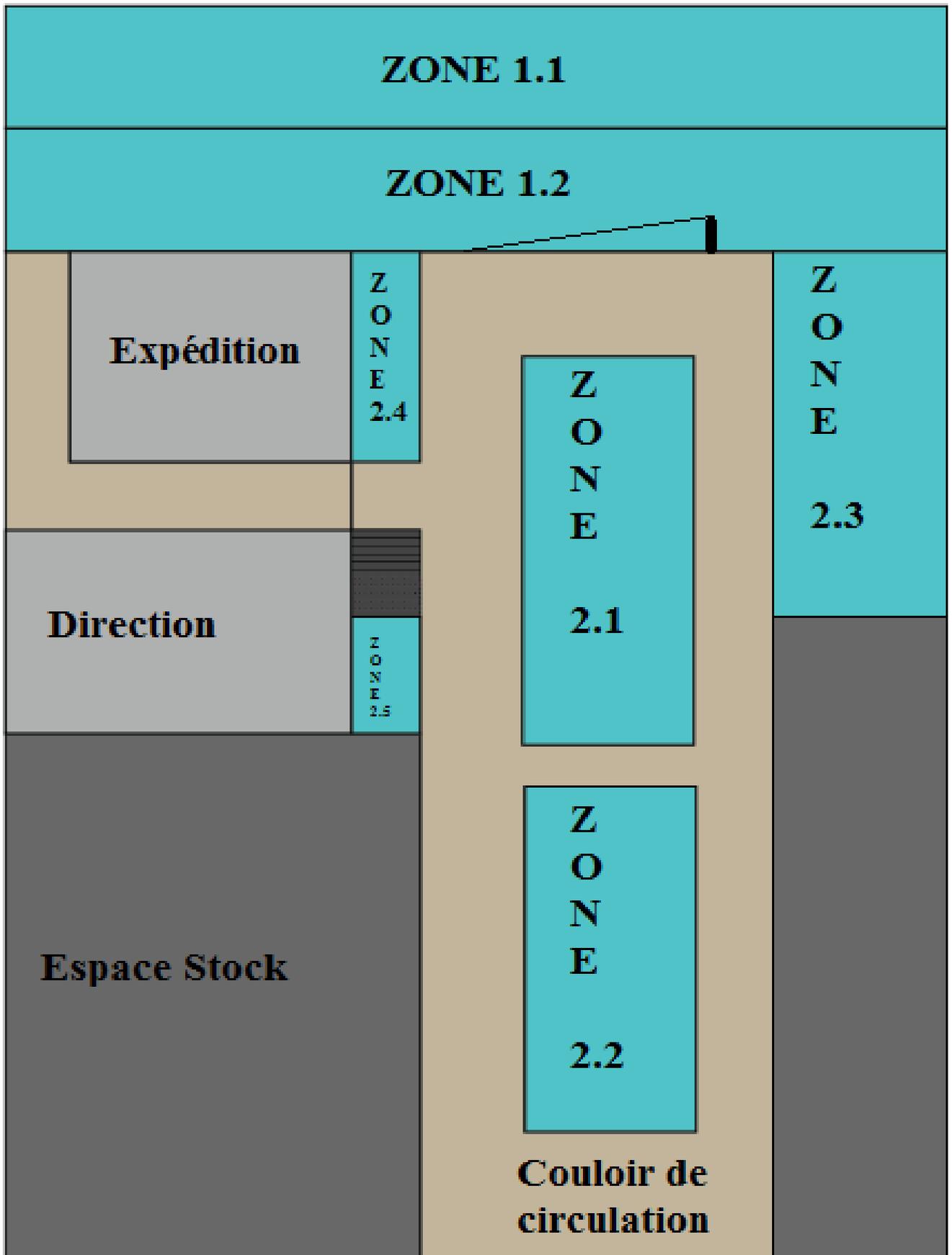


Figure IV. 23. Nouvelle configuration des zones de l'entrepôt

IV.3.2.3. Automatisation du temps de réception informatique

Lors de la réception des articles, les employés vérifient la conformité de ces derniers. Les articles destinés à chaque segment se retrouvent dans l'entrepôt. Le rôle de Materials Management est de les stocker et de notifier les segments de la bonne réception de chaque article. Dans le cadre de cette notification, le Materials Management envoie un e-mail par rapport au type d'article.

Cette opération prend beaucoup de temps c'est pourquoi, nous proposons qu'elle se fasse automatiquement. Quand le magasinier valide la bonne réception informatique de l'article, le système le notifiera automatiquement au client concerné. Cette proposition a été adoptée par les responsables de MM et est en cours de concrétisation.

Afin d'accélérer le processus de réception on a mis un point d'accès internet pour permettre aux employés de faire la réception informatique dans le même espace de travail où se fait la réception physique des articles.

IV.3.2.4. Installation d'un nouveau système Poka-Yoke

Beaucoup d'erreurs humaines se produisent, par oubli, par manque d'attention ou de concentration causant la variabilité de l'inventaire et la perte de temps. Beaucoup d'opérations se refaïent à plusieurs reprises suite à ces erreurs. Pour cela nous voyons deux options possibles comme solution :

Option 1 : Système anti-erreur

L'entrepôt comprend 18% d'articles ayant une grande fréquence d'utilisation. Lors du traitement de ces articles qui se trouvent en grande quantité soumis à plusieurs mouvements, les employés font fréquemment des erreurs et prennent beaucoup de temps.

Chaque article a comme référence principale son emplacement. Il est soumis à trois mouvements principaux lui causant des erreurs.

- Les employés reçoivent les articles et les déposent dans les emplacements qui leur sont dédiés;
- Dans le cadre de l'expédition, pour livrer les articles commandés par les clients, les employés doivent déplacer les articles hors de leurs emplacements ;
- Au niveau du processus de l'inventaire tournant, les employés doivent compter les quantités d'articles au niveau de leurs emplacements.

C'est au niveau de ces trois mouvements d'articles ayant une plus forte fréquence d'utilisation que les employés font des erreurs causant la variabilité de l'inventaire et la perte du temps. Pour cela nous proposons un système permettant d'éviter ces erreurs.

Le nouveau système consiste à placer une boîte d'étiquettes dans les emplacements des articles.

Les étiquettes proposées

Afin d'éviter les erreurs dues aux mouvements d'articles à forte fréquence d'utilisation, nous proposons une formalisation de ces mouvements par le biais d'étiquettes permettant une traçabilité, une synchronisation entre le système physique et le système informatique et une communication efficace entre les employés.

Ces étiquettes se présentent comme suit :

Etiquette de la réception d'articles :

Lors de la réception et la vérification d'un article de grande fréquence d'utilisation, l'employé doit mentionner sur l'étiquette placée dans le bac de stockage la quantité ajoutée de cet article, la date, l'heure, son nom et un commentaire à laisser sur l'étiquette bleue, voir la Figure IV.24.

Quantité:	Date:
Commentaire:	Heure:
Nom:	

Figure IV. 24. Etiquette de la réception des articles

Étiquette de l'expédition de l'article

Lors de l'expédition d'un article de grande fréquence d'utilisation, avant que l'employé le déplace, il doit écrire sur l'étiquette mauve la quantité à soustraire, la date, l'heure, son nom et éventuellement laisser un commentaire. La Figure IV.25. précise les éléments de l'étiquette mauve.

Quantité:	Date:
Commentaire:	Heure:
Nom:	

Figure IV. 25. Etiquette d'expédition des articles

Étiquette de l'inventaire tournant :

Lors du comptage du nombre de pièces d'un article de grande fréquence d'utilisation d'utilisation, l'employé doit écrire sur l'étiquette verte la quantité réelle disponible à mettre à jour dans l'emplacement, la date, l'heure, son nom et éventuellement un commentaire. La Figure IV.26. explicite les éléments de l'étiquette verte.

Quantité:	Date:
Commentaire:	Heure:
Nom:	

Figure IV. 26. Etiquette de l'inventaire tournant

L'utilisation des trois couleurs a pour but de différencier les types de mouvements des articles et de faciliter la communication. Ces étiquettes se présentent selon un ordre chronologique dans une boîte accrochée sur le bac de stockage.

Boitier d'étiquettes :

Ce boitier permet de regrouper les étiquettes dans un ordre chronologique. Il est accroché sur chaque emplacement d'articles de grande fréquence d'utilisation. Ce dernier peut contenir la traçabilité de plusieurs étiquettes et il ne peut pas être encombré dans la mesure de la possibilité de mettre à jour l'état du stock de l'article et remplacer le paquet d'étiquette par une seule. La conception de ce boitier est faite par le logiciel de CAO 3DsMax voir la Figure



Figure IV. 27. Boitier des étiquettes

Option 2 : Check-Liste

L'étape analyser de ce présent projet a permis d'identifier le processus de réception en tant que cause principale de la variabilité de l'inventaire et source d'une grande perte de temps. Afin que ce processus ne cause plus de problème, qu'il ne génère plus d'erreur et qu'il soit une procédure routinière pour les employés ; la solution appropriée est d'établir un Check-list permettant de mécaniser le processus, Voir le Tableau IV.3.

Tableau IV. 3. Check-List de la réception des articles

Identifiant de l’arrivage :.....	Nom :.....
Date d’arrivée du camion :.....
Heure d’arrivée du camion :.....
✓	Liste à vérifier
	Déchargement des articles lourds dans la zone 1.2.
	Articles déplacés de la zone 1 vers la zone 2.1 selon l’ordre des identifiants des emplacements.
	Les articles sont contrôlés physiquement.
	La réception informatique des articles est validée sur le système.
	Les articles sont étiquetés par leurs identifiants d’emplacement.
	Les articles demandés en urgence de la part des clients sont placés dans la zone 2.3
	Les articles vérifiés et destinés à se placer dans leurs locations sont dans la zone 2.2
	Les articles défectueux sont dans la zone 2.4
	Les articles à cas particulier sont placés dans la zone temporaire 2.5
	La transaction est clôturée

IV.3.2.5. Quantifier le travail des employés

Après avoir identifié l’existence d’un volume de travail important exigé des employés au niveau de chaque processus, il faut maintenant calculer ce volume de travail en introduisant la notion de performance de la ressource humaine.

Lors de notre étude sur le déroulement des processus, nous avons remarqué que certains employés mettent énormément de temps dans l’exécution des processus. A cet effet, la quantification du travail fourni par chaque collaborateur va nous permettre de juger ses performances.

Le travail du personnel de l’équipe MM consiste à faire plusieurs activités relatives aux articles. Par exemple, l’approvisionnement, l’expédition, le retour des articles défectueux, l’inventaire, etc. La nature du travail et le temps mis diffèrent selon le type d’article en question et le type de transaction.

Notre objectif est de quantifier le travail fourni par rapport à chaque employé selon les transactions qu'il a établies. Pour répondre à cet objectif, nous avons mené une étude sur tout le personnel de MM NAG (Materials Management North Africa Géomarket).

Le Materials Management assure 40 types de transactions. Pour des raisons de confidentialité relatives à l'entreprise, nous attribuons des numéros de 1 à 40 à ces types de transactions.

Nous avons organisé des Conf-Call avec les superviseurs des entrepôts du NAG, dans le but de connaître le déroulement des processus et d'identifier toutes les étapes qui prennent du temps en les définissant par des paramètres. Pour l'ensemble des transactions nous avons défini 9 paramètres principaux. Pour des raisons de confidentialité on ne peut communiquer que trois paramètres communs dans 34 types de transaction.

Temps du comptage d'un article (X1) : L'employé est toujours appelé à calculer le nombre d'articles en prenant un temps pour exécuter cette opération. On définit le paramètre X1 par : le temps moyen de comptage par article en seconde.

Temps de déplacement d'un article à un autre (X2) : L'employé met toujours un temps de déplacement d'un article à un autre. De là, on définit l'unité du paramètre X2 par : le temps moyen de déplacement d'un article à un autre en seconde.

Temps administratif (X3) : Tout type de transaction nécessite l'envoi d'e-mails, l'impression, etc. et demande un temps pour l'exécution. On définit alors le paramètre X3 par : le temps moyen administratif en seconde.

L'ensemble de ces transactions et les paramètres associés se résument sur le Tableau IV.4.

Tableau IV. 4. Type de transactions et les paramètres associés

Type de transaction	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
Transaction N° 1									
Transaction N° 2									
Transaction N° 3									
Expédition des M&S	0,3	60	900						
Transaction N° i									

Le manager de Materials Management NAG nous a communiqué les bases de données englobant tous les transactions du NAG. Nous avons retenu principalement 5 axes :

- L'identifiant de la transaction ;
- La quantité d'articles par rapport à chaque transaction ;
- La personne exécutant la transaction ;
- La date de la transaction ;
- Le type de transaction.

A travers les 5 axes et les paramètres identifiés, nous avons programmé un algorithme permettant de calculer le temps de travail mis par chaque employé (voir l'Annexe IV.1).

A l'issue de l'application de cet algorithme qui permet de mesurer le travail fourni par les employés sur la base d'un historique, nous avons retenu les résultats du personnel de l'entrepôt MD1.

Nous avons calculé le temps moyen de travail journalier de chaque employé. Les résultats montrent que certains d'entre eux sont très performants en travaillant au-delà des 8 h de travail par jour, alors que d'autres ont un rendement très faible avec un temps moyen de deux heures de travail par jour. La Figure IV.28. montre la quantité de travail fournie par les 8 employés de l'entrepôt MD1.

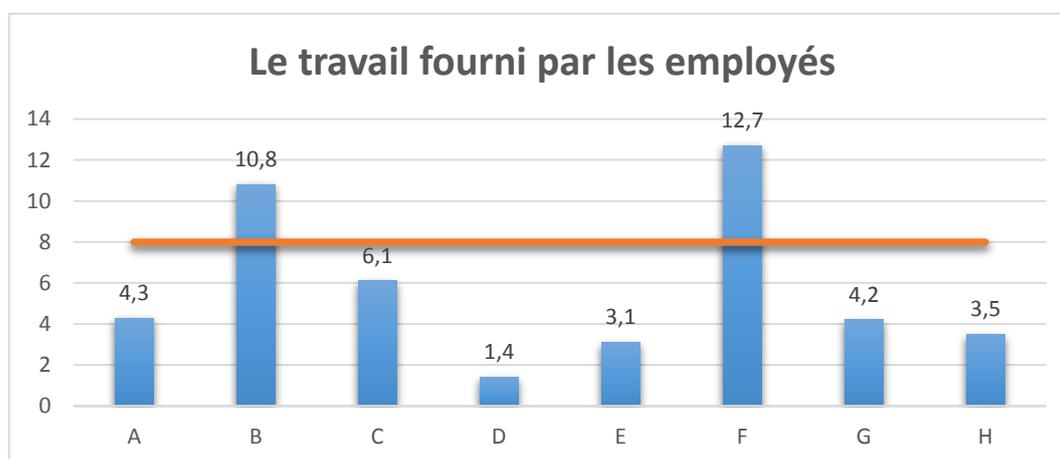


Figure IV. 28. Le travail fourni par les employés

A l'issue de cette étude, nous avons déduit que le personnel n'est pas performant dans son travail et la répartition des tâches n'est pas équilibrée entre les employés. Ces derniers ne sont pas aussi polyvalents.

IV.3.2.6. Améliorer la performance des employés

Suite à l'étude sur la performance des employés, il s'est avéré que certains d'entre eux manquent de polyvalence et sont moins rentables. Des formations pratiques et de maîtrise sont jugées nécessaires.

IV.3.3. Le gain du temps au niveau des deux processus

La mise en place de ces améliorations a permis un gain du temps au niveau d'exécution des deux processus montré sur le Tableau IV.5.

Tableau IV. 5. Le gain du temps au niveau des deux processus

Processus	Temps avant l'amélioration	Temps après l'amélioration sans GT	Temps après l'amélioration avec GT	Gain du temps sans GT	Gain du temps avec GT
Réception	5 jours et 5 heures	6heurs et 13 minutes	5 heures et 53 minutes	4 jours et 22 heures et 47 minutes	4 jours et 23 heures et 7 minutes
Inventaire	1 jour et 2 heures et 30 minutes	1 heure et 48 minutes	1 heure et 33 minutes	1 jour et 42 minutes	1 jour et 57 minutes

Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'améliorer le temps de service en éliminant les gaspillages. Du moment que ce projet est complémentaire au projet d'amélioration de la fiabilité de l'inventaire, les améliorations apportées réduisent la variabilité de l'inventaire.

Conclusion générale

Le présent travail est une étude qui vise à améliorer les résultats d'une fonction de la chaîne logistique MM de Schlumberger. Le choix de cette fonction a été fait suite à la non performance de ce département qui n'a pas pu atteindre les objectifs tracés depuis sa création en 2012.

L'étude de l'existant nous a permis de cerner la problématique proposée, qui a été identifiée suite à un audit confidentiel interne à l'entreprise, et de vérifier l'alignement des objectifs visés avec la stratégie de l'entreprise pour maintenir sa position concurrentielle.

La méthodologie LSS nous a paru adéquate pour traiter la problématique et résoudre les problèmes de gaspillage et de minimisation des coûts en augmentant la qualité du service. Cette méthodologie riche des résultats obtenus dans les grandes entreprises semble la plus adaptée à notre cas d'étude pour satisfaire les besoins des clients.

La définition du cadre de projet, la première étape de la démarche LSS, nous a permis de déceler les besoins des clients et d'identifier le besoin le plus critique qui n'est pas satisfait en terme de performance. Ce besoin est la réduction de la variabilité de l'inventaire ce qui nous a conduit à travailler sur le projet d'amélioration de la fiabilité de l'inventaire.

Dans l'étape mesurer du premier projet, il a été question de déterminer les causes racines de la variabilité de l'inventaire qui est la charge de travail. A cette fin, un ensemble de méthodes a été utilisé. Il s'agit entre autres de la méthode d'Ishikawa, le diagramme d'affinité et la méthode AMDEC.

L'étape innover de ce premier projet nous a conduits à la nécessité d'intervenir dans les deux processus pour éliminer les gaspillages et accélérer le déroulement de ces processus afin de satisfaire les besoins des clients et de diminuer la charge du travail supportée par les employés.

C'est pourquoi, nous nous sommes orientés vers un nouveau projet qui vise l'amélioration du temps de service. L'objectif de ce projet est d'apporter des améliorations par l'utilisation d'outils Lean. A l'issue de ce travail nous avons proposé les améliorations suivantes :

- L'amélioration des conditions de travail en appliquant les 5 S,
- L'organisation des espaces de travail en utilisant le Zoning,
- L'amélioration du temps de réception en automatisant la notification des clients,

- L'accélération du processus de réception par la mise en place d'un point d'accès internet.
- L'adoption d'une check-list pour éviter les erreurs,
- La quantification du travail du personnel en adoptant un indicateur de performance pour les employés ;
- L'amélioration de la performance des employés en recourant aux formations.

Il est à signaler que les propositions d'amélioration ont été faites en concertation avec les responsables de MM. Un nombre de propositions a été concrétisé tandis que le reste est en cours de concrétisation.

Finalement, Nous pouvons bien dire que la qualité du service offert au client par MM s'est améliorée avec une réduction des délais et des coûts.

Bibliographie

Abdulmalek F,-A., Rajgopal J., (2006), analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study, ELSEVIER/International Journal of Production Economics.

Anderson S., Armstrong A., Björe A., et al., (June 2009), Making medicinal chemistry more effective – application of lean sigma to improve processes, speed and quality, Drug.

Belt B., (2008), Les basiques de la gestion industrielle et logistique, Eyrolles, Paris.

Bicheno J., (2002), the Quality 75. Towards Six Sigma Performance in Service and Manufacturing, Picsie Books, Buckingham.

Blondel F.,(1997), Gestion de la production: Comprendre les logiques de gestion industrielle pour agir, Dunod, Paris.

Breyfogle F.-W.,(1999), Implementing Six Sigma – Smarter Solutions Using Statistical Methods, Wiley.

Courtois A., Pillet M., Martin-Bonnefous C., (2003), Gestion de production, Editions d'organisation.

Davis J., (2006), Lean Manufacturing, Industrial Press, New York, USA.

Duret D., Pillet M., (2005), Qualité en production: de l'ISO 9000 à Six Sigma, Editions Eyrolles,Paris.

Feld W.-M., (2001), Lean Manufacturing: Tools, Technics and How To Use Them, The St. Lucie Press/Apics Series on Resource Management.

Fender M., Pimor, Y., (2008), Logistique: Production .Distribution .Soutien, Editions Dunod, Paris.

Fréchet C., (2005), Mettre en œuvre le Six Sigma, Editions Eyrolles, Paris.

Gallaire J., (2008), Les outils de la performance industrielle, Eyrolles, Paris.

George, M., (2003), Lean Six Sigma for Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions. McGraw Hill Professional. USA.

George, M., (2010), *The Lean Six Sigma Guide to Doing More With Less: Cut Costs, Reduce Waste, and Lower Your Overhead*. John Wiley & Sons. USA.

George, M; Kastle, B; Rowlands, D., (2010), *Qu'est-ce que le Lean Six Sigma*. Maxima Laurent du Mesnil éditeur. France.

Leseure, E., (2012), *Contribution à l'implantation de la méthode Lean Six Sigma dans les petites et moyennes entreprises pour l'amélioration des processus*. Lille : Thèse de doctorat de l'Université Lille Nord-de-France.

Liker, J., (2012), *Le modèle Toyota : 14 principes qui font la réussite de votre entreprise*. Pearson. France.

Mawby, W., (2007), *Project Portfolio Selection for Six Sigma*. ASQ Quality Press. USA.

Mechouar Y. et Tamssaouet K., 2014, «Contribution à l'amélioration de la performance d'une fonction de la chaîne logistique par le Lean Six Sigma Cas : Materials Management de Schlumberger NAG», Mémoire de fin d'études d'Ingénieur, Département du Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique, Alger.

Melton, T., (2005), *The Benefits of Lean manufacturing – What lean thinking has to offer the process industries*.

Nakhla, M.,(2006), *L'essentiel du Management Industriel*. Dunod. Paris.

Ohno, T., (1988), *Toyota Production System*. Productivity Press. USA.

Pillet M., (2004), *Six Sigma : comment l'appliquer*, Editions d'Organisation, Paris.

Sahno J., Sevtsenko E., Karaulova T., (2013), *Knowledge Management Framework for Six Sigma performance Level Assessment*,

Shah R., Ward P.-T., (2003), *Lean manufacturing: context, practice bundles and performance*, Elsevier/Journal of Operations Management.

Sobek II D.-K, Smalley A., (2008), *Understanding A3 thinking, a critical component of Toyota's PDCA Management System*, CRC Press.

Veza I., Gjeldum N., Celent L., (2011), *Lean Manufacturing Implementation Problems in Beverage Production Systems*, International Journal of Industrial Engineering and Management (IJIEM).

Volck N., (2009), Déployer et exploiter Lean Six Sigma, Eyrolles, Paris.

Wilson L., (2010), How to Implement Lean Manufacturing, The McGraw-Hill Company.

Womack J., Jones D., (1998), Lean Thinking, Free Press.

Womack J., Jones D., (2009), Système Lean: Penser l'entreprise au plus juste, Pearson Education France.

Womack, J ; Jones, D., (2012), Système Lean : penser l'entreprise au plus juste. 2^{ème} Edition. Pearson. France.

Annexe

Liste des annexes

Chapitre I

Annexe I.1. Le déploiement du Lean Six Sigma..... 123

Chapitre II

Annexe II.1. Questionnaire 129

Annexe II.2. Questionnaire 130

Annexe II.3. Classification de Kano 131

Chapitre III

Annexe III.1. Diagramme de cause à effets 134

Annexe III.2. Diagramme d'affinités 135

Annexe III.3. AMDEC 136

Annexe III.4. Collecte de données de la variable « Y »..... 139

Annexe III.5. Collecte de données des variables « Xi » 140

Annexe III.6. Analyse de comportement des variables..... 141

Chapitre IV

Annexe VI.1. Algorithme..... 153

Annexe I.1. Le déploiement du Lean Six Sigma

Les 20 auteurs référents traitant LSS

1	George, 2002	5	Rother et Shook, 1999	9	Shingo, 1987	13	Montgomery, 2005	17	Pillet, 2008
2	George, 2003	6	Allen et Laure, 2006	10	Czerska, 2002d	14	Oakland, 2008	18	Hallam et al., 2010
3	George et al., 2006	7	Bicheno, 1989	11	Hines et Taylor, 2000	15	Chowdhury, 2004	19	Garcia-Porres et al., 2008
4	Womack et Jones, 1996	8	Ohno, 1988	12	Tarczyńska et Białkowska, 2010	16	Duret et Pillet, 2005	20	Jednoróg et al., 2005

Les outils de LSS selon vingt références (Leseure-Zajkowska, 2012, p. 39-40)

Etape DMAIC	Outils LSS	Outils du LSS cités dans les 20 références																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
D	SIPOC	X	X	X			X											X	X		
	Voix du Consommateur VOC	X	X	X	X																
	Diagramme CTQ	X														X		X			
	Diagramme des affinités	X	X														X		X		
	Diagramme de relations ID	X	X														X	X			

	Diagramme de matrice	X	X	X	X													X	X	
	Déploiement de la Fonction Qualité QFD	X	X		X										X	X				
M	Schéma du processus de production				X					X										
	Diagramme Spaghetti				X					X										
	Value Stream Mapping VSM	X	X	X	X					X								X	X	
	Feuille de contrôle	X	X	X							X	X		X	X					X
	Déploiement de la Fonction Qualité QFD	X			X									X	X					
	Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité AMDEC	X	X												X	X	X			
	Analyse de Système de Mesure MSA	X	X	X							X	X						X		X
	Répétabilité et Reproductibilité R&R	X	X								X			X	X	X				
	Histogramme	X	X								X	X		X	X					X
	Diagramme de Pareto	X	X	X							X	X	X	X	X					X
	Graphique du temps	X									X	X								

	Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité AMDEC	X	X														X	X	X		
	Régression linéaire simple	X	X										X				X	X	X		X
	Analyse de la variance ANOVA	X	X										X	X			X	X			X
	Diagramme d'Ishikawa	X	X										X	X	X	X	X	X	X		
I	5S	X	X		X		X											X		X	
	Flux continu	X	X		X	X	X	X												X	
	Maintenance Productive Totale TPM	X	X		X		X	X									X	X	X		
	Single Minute Exchange of Die SMED	X	X			X	X	X												X	
	Kanban	X	X		X	X		X												X	
	Heijunka	X			X	X														X	
	Juste-à-temps JAT	X			X			X												X	
	Tournée du laitier		X		X	X															
	Poka-Yoke	X	X		X		X		X								X	X		X	
	Contrôle visuel	X				X		X	X											X	
	Brainstorming	X	X											X		X					
	Analyse du champ de force	X	X														X				

	Graphique en toile d'araignée	X											X							
	Benchmarking	X	X											X						
	Diagramme de Gantt	X		X												X	X			
	Diagramme de relations ID	X													X	X				
	Plan d'expériences DOE	X											X	X		X	X		X	
	Test d'hypothèse	X	X										X	X			X		X	
	Diagramme d'arbre	X																		
	Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité AMDEC	X	X													X	X	X		
C	Poka-Yoke	X	X		X	X			X							X	X		X	
	Contrôle visuel	X	X			X	X	X										X		
	Standardisation du travail	X	X		X	X			X								X	X	X	
	Cross training									X							X			
	Visual Management		X			X	X	X										X		
	Kaizen	X	X		X	X		X	X	X				X			X	X	X	
	Système de suggestions du personnel									X	X									
	Feuille de contrôle	X	X	X										X	X		X	X		X

Annexe II.1. Questionnaire

Segment :	Interviewé :	Date :
------------------	---------------------	---------------

1. Pouvez-vous nous présenter brièvement votre segment ?
2. Qu'est-ce qui différencie votre segment des autres en termes de gestion des stocks ?
3. Pensez-vous que la décision de centraliser les stocks était une bonne décision ?
4. Quelles sont les faiblesses de la nouvelle organisation MM ?
5. Pouvez-vous nous donner des exemples sur des problèmes auxquels votre segment a fait face et dont le Materials est en partie responsable?
6. Pouvez-vous formuler vos besoins et vos exigences par rapport à MM ?

Quelles suggestions pouvez-vous faire à MM ? Par exemple, à quel processus doivent-ils faire plus d'attention ? Quelles solutions peuvent-ils mettre en œuvre ?

Annexe II.2. Questionnaire

Segment :	Interviewé :	Date :
------------------	---------------------	---------------

1. Pouvez-vous nous présenter votre segment ?
2. Pouvez-vous nous affirmez vos besoins explicités récemment ?
3. Avez-vous d'autres besoins qui se sont apparus dernièrement ?
4. Voyez-vous des faiblesses au niveau de l'organisation de MM ?
5. Avez-vous des exigences par rapport au service du MM ?
6. Avez-vous des recommandations à faire pour MM?

Annexe II.3. Classification de Kano

CTQ	Nécessaire	Espéré et souhaité	Pas d'intérêt	Ça ne dérange pas	Pas désiré	Opposé
Exactitude de l'inventaire	P					
Disponibilité		D				
Rapidité des traitements		D				
Réduction de l'excès des stocks				I		
Accessibilité				I		
Visibilité				I		
Réduire le risque d'obsolescence et de péremption		D				

Classification de Kano – TEST

CTQ	Nécessaire	Espéré et souhaité	Pas d'intérêt	Ça ne dérange pas	Pas désiré	Opposé
Exactitude de l'inventaire	P					
Disponibilité	P					
Rapidité des traitements				I		
Réduction de l'excès des stocks				I		
Accessibilité				I		
Visibilité				I		
Réduire le risque d'obsolescence et de péremption		D				

Classification de Kano - ALS

CTQ	Nécessaire	Espéré et souhaité	Pas d'intérêt	Ça ne dérange pas	Pas désiré	Opposé
Exactitude de l'inventaire	P					
Disponibilité				I		
Rapidité des traitements		D				
Réduction de l'excès des stocks						O
Accessibilité				I		
Visibilité				I		
Réduire le risque d'obsolescence et de péremption				I		

Classification de Kano – D&M

CTQ	Nécessaire	Espéré et souhaité	Pas d'intérêt	Ça ne dérange pas	Pas désiré	Opposé
Exactitude de l'inventaire	P					
Disponibilité				I		
Rapidité des traitements		D				
Réduction de l'excès des stocks				I		
Accessibilité				I		
Visibilité				I		
Réduire le risque d'obsolescence et de péremption		D				

Classification de Kano - STT

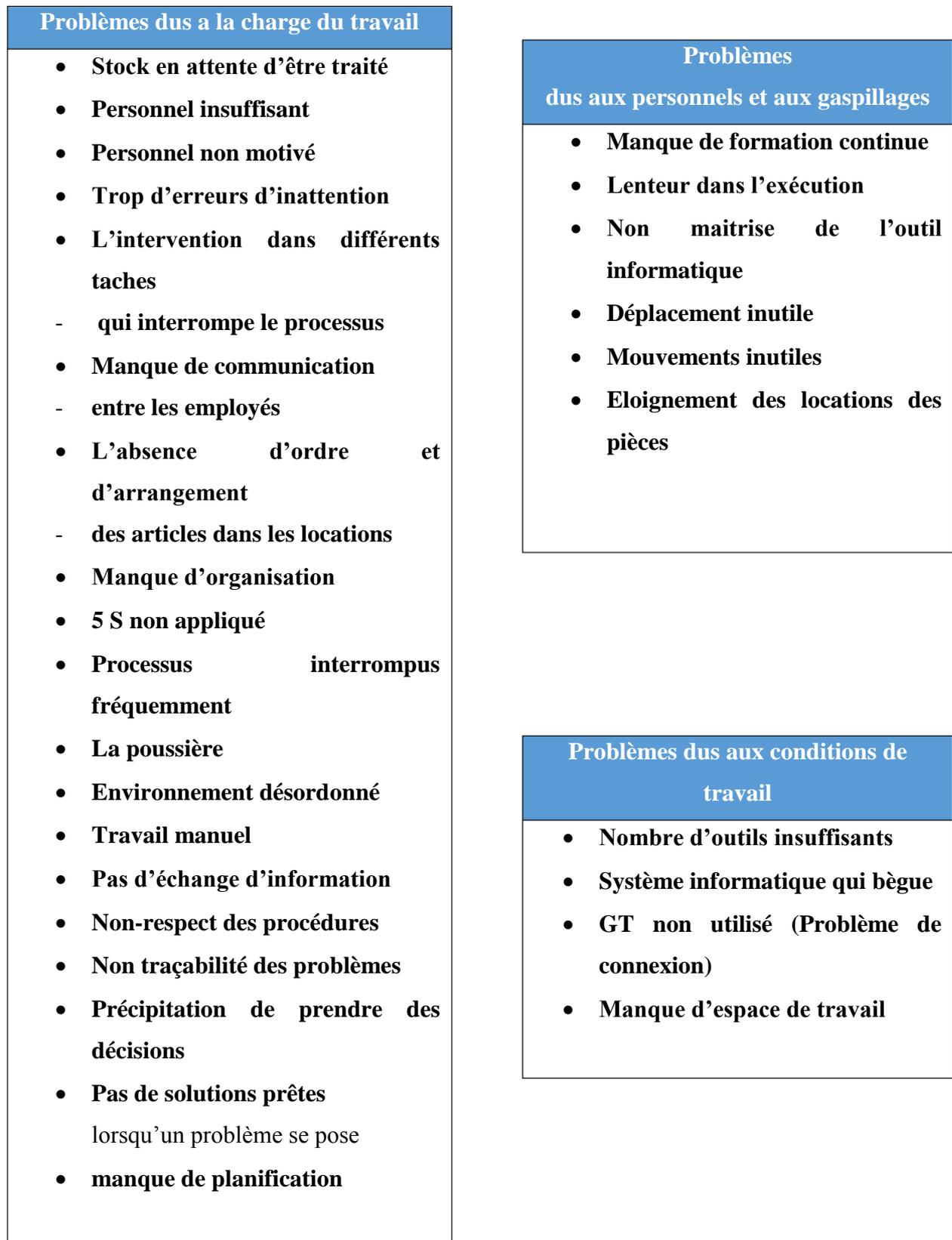
CTQ	Nécessaire	Espéré et souhaité	Pas d'intérêt	Ça ne dérange pas	Pas désiré	Opposé
Exactitude de l'inventaire	P					
Disponibilité		D				
Rapidité des traitements		D				
Réduction de l'excès des stocks					Q	
Accessibilité				I		
Visibilité				I		
Réduire le risque d'obsolescence et de péremption		D				

Classification de Kano - DST

Annexe III.1. Diagramme de cause à effets

5 M	Causes à effets
Matière	<ul style="list-style-type: none"> • Stock en attente d'être traité • Des articles déposés en dehors de l'entrepôt • Des articles avec une grande fréquence d'utilisation loin des opérateurs • stock non marchant • Articles critiques non disponibles • Ressemblance des articles
Main d'œuvre	<ul style="list-style-type: none"> • Personnel non motivé • Personnel insuffisant • Manque de formation continue • Lenteur dans l'exécution • Non maîtrise de l'outil informatique • Stagnation de l'apprentissage • Trop d'erreurs d'inattention • Mouvements inutiles • L'intervention dans différentes tâches qui interrompe le processus • Résistance au changement • Travail manuel • Qualification du personnel • Manque de communication entre les employés
Moyens	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'outils insuffisant • Non disponibilité du Clark • Système informatique qui beugue • Problème de connexion • GT non utilisé
Milieu	<ul style="list-style-type: none"> • La poussière • Environnement désordonné • La chaleur • Eloignement des locations des pièces • Manque d'espace de travail • L'absence d'ordre et d'arrangement des articles dans les locations
Méthodes	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'échange d'information • Manque d'organisation • Manque de planification • Le planning de livraison est mal géré • 5 S non appliqué • Déplacement inutile • Non-respect des procédures • Manque de procédure d'investigation • Non traçabilité des problèmes • Processus interrompus fréquemment • Précipitation de prendre des décisions • Pas de solution prête lorsqu'un problème se pose

Annexe III.2. Diagramme d'affinités



Annexe III.3. AMDEC

Problèmes dus à la charge du travail	F	Effets	G	Détection	D	IPR
• Stock en attente d'être traité	9	• Accumulation des marchandises	6	visible	3	162
• Personnel insuffisant	9	• Mal gestion de l'entrepôt	6	ressenti	3	162
• Personnel non motivé	8	• Travail mal fait	5	voyant	5	200
• Trop d'erreurs d'inattention	6	• Variabilité	8	investigation	4	192
• L'intervention dans différents taches qui interrompe le processus	10	• Processus interrompu	8	remarquable	3	240
• Manque de communication entre les employés	7	• Problème d'organisation	5	ressenti	6	210
• L'absence d'ordre et d'arrangement des articles dans les locations	5	• Perte de temps pour la recherche des articles	6	voyant	4	120
• Manque d'organisation	9	• Trop de gaspillage	6	voyant	2	108
• 5 S non appliqué	7	• Environnement inadéquat	4	remarquable	4	112
• La poussière	10	• Le Mal alaise	4	voyant	2	80
• Environnement désordonné	8	• Gaspillage du temps	5	voyant	2	80
• Travail manuel	8	• Travail pénible	6	remarquable	3	144
• Pas d'échange d'information	7	• Problèmes de coordination	5	ressenti	5	175

• Non-respect des procédures	6	• Lenteur dans l'exécution	6	contrôle	4	144
• Non traçabilité des problèmes	9	• Redondance des erreurs	7	contrôle	6	378
• Précipitation de prendre des décisions	7	• Pas de solutions adéquates	8	remarquable	4	224
• Pas de solution prête lorsqu'un problème se pose	7	• Non satisfaction des clients	8	voyant	4	224
• manque de planification	8	• gaspillage	6	ressenti	6	288

Problèmes dus aux conditions du travail	F	Effets	G	Détection	D	IPR
• Nombre d'outils insuffisants	5	Travail pénible avec gaspillage du temps	3	voyant	2	30
• Système informatique qui bègue	4	Interruption du travail	5	Confronté à la situation	7	140
• GT non utilisé (Problème de connexion)	8	Des taches supplémentaires	6	Informé	1	48
• Manque d'espace de travail	7	Le désordre	4	remarquable	4	112

Problèmes des aux personnels et aux gaspillages	F	Effets	G	Détection	D	IPR
• Manque de formation continue	7	Stagnation de l'apprentissage	5	ressenti	2	70
• Lenteur dans l'exécution	9	Gaspillage du temps	6	remarquable	1	54
• Non maîtrise de l'outil informatique	7	Gaspillage du temps	6	remarquable	2	84
• Déplacement inutile	7	La fatigue avec perte du temps	4	voyant	4	112
• Mouvements inutiles	7	Troubles musculo squelettiques	5	voyant	4	140
• Eloignement des locations des pièces	8	Déplacement important	5	remarquable	5	200

Annexe III.4. Collecte de données de la variable « Y »

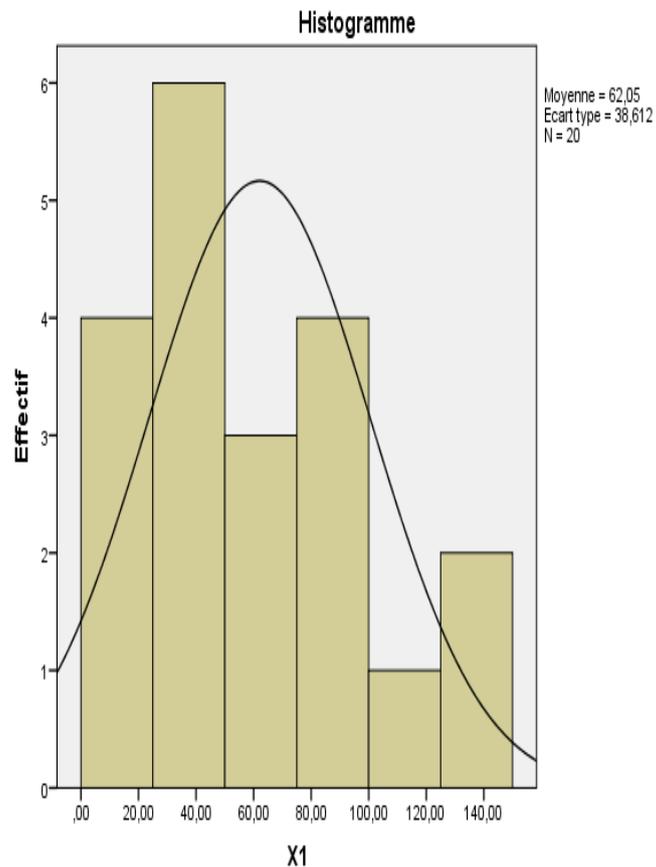
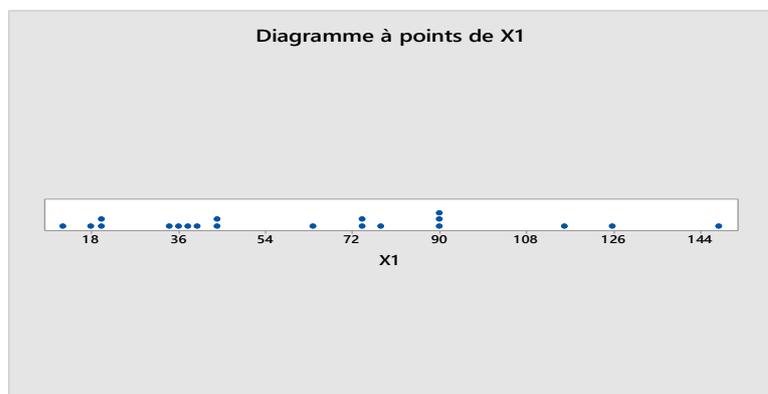
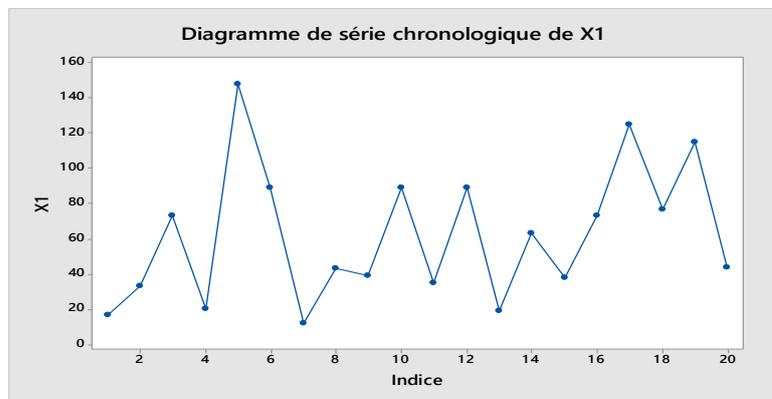
Y - Date de prélèvement	Numéro de l'échantillon	Taille de l'échantillon	Article Non conformes	Y
24/03/2015	1	74	7	0,094594595
24/03/2015	2	55	7	0,127272727
25/03/2015	3	68	14	0,205882353
25/03/2015	4	64	7	0,109375
26/03/2015	5	58	18	0,310344828
27/03/2015	6	71	17	0,23943662
27/03/2015	7	85	6	0,070588235
27/03/2015	8	71	11	0,154929577
28/03/2015	9	73	11	0,150684932
28/03/2015	10	50	12	0,24
29/03/2015	11	100	13	0,13
29/03/2015	12	50	12	0,24
29/03/2015	13	67	7	0,104477612
30/03/2015	14	67	12	0,179104478
30/03/2015	15	70	10	0,142857143
30/03/2015	16	70	15	0,214285714
30/03/2015	17	49	15	0,306122449
31/03/2015	18	55	13	0,236363636
31/03/2015	19	61	24	0,393442623
31/03/2015	20	64	16	0,25
31/03/2015	21	73	12	0,164383562
31/03/2015	22	73	30	0,410958904

Annexe III.5. Collecte de données des variables « Xi »

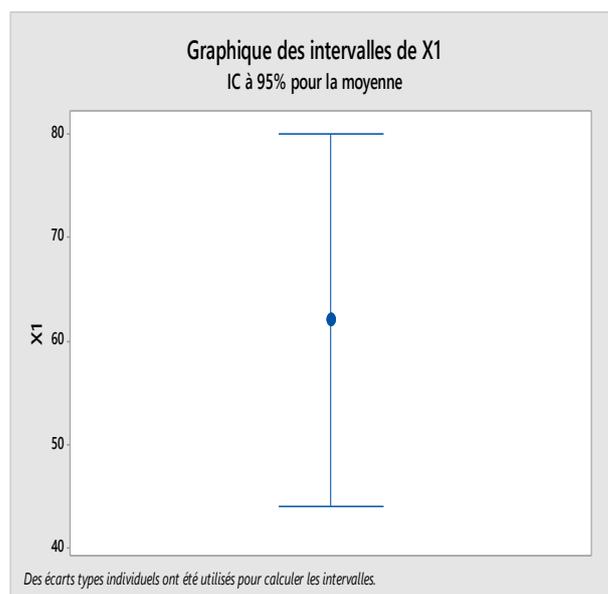
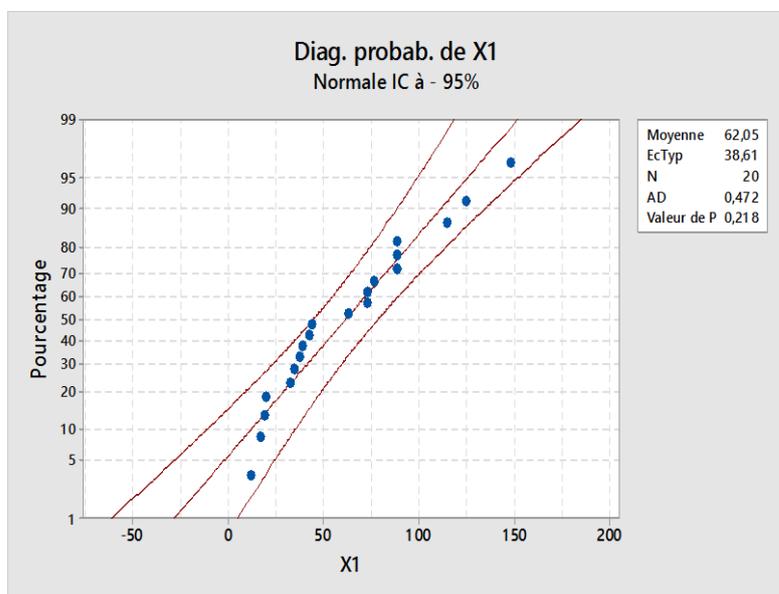
Xi - Date Début	Xi - Date Fin	Numéro de l'échantillon	Taille du Lot	Article Non conformes	Y	X1	X2	X3	X4
01/01/2015	04/01/2015	1	74	7	0,094594595	17	234	0	122
05/01/2015	08/01/2015	2	55	7	0,127272727	33	246	25	176
09/01/2015	12/01/2015	3	68	14	0,205882353	73	260	0	169
13/01/2015	16/01/2015	4	64	7	0,109375	20	140	11	176
17/01/2015	20/01/2015	5	58	18	0,310344828	148	164	22	70
21/01/2015	24/01/2015	6	71	17	0,23943662	89	122	87	77
25/01/2015	28/01/2015	7	85	6	0,070588235	12	145	8	203
29/01/2015	01/02/2015	8	71	11	0,154929577	43	339	26	165
02/02/2015	05/02/2015	9	73	11	0,150684932	39	265	0	221
06/02/2015	09/02/2015	10	50	12	0,24	89	215	97	124
10/02/2015	13/02/2015	11	100	13	0,13	35	196	168	222
14/02/2015	17/02/2015	12	50	12	0,24	89	114	15	99
18/02/2015	21/02/2015	13	67	7	0,104477612	19	82	0	90
22/02/2015	25/02/2015	14	67	12	0,179104478	63	223	163	164
26/02/2015	01/03/2015	15	70	10	0,142857143	38	159	0	113
02/03/2015	05/03/2015	16	70	15	0,214285714	73	265	0	185
06/03/2015	09/03/2015	17	49	15	0,306122449	125	176	0	82
10/03/2015	13/03/2015	18	55	13	0,236363636	77	155	0	165
14/03/2015	17/03/2015	19	64	16	0,25	115	205	160	31
18/03/2015	21/03/2015	21	73	30	0,164383562	44	180	1	24

Annexe III.6. Analyse de comportement des variables

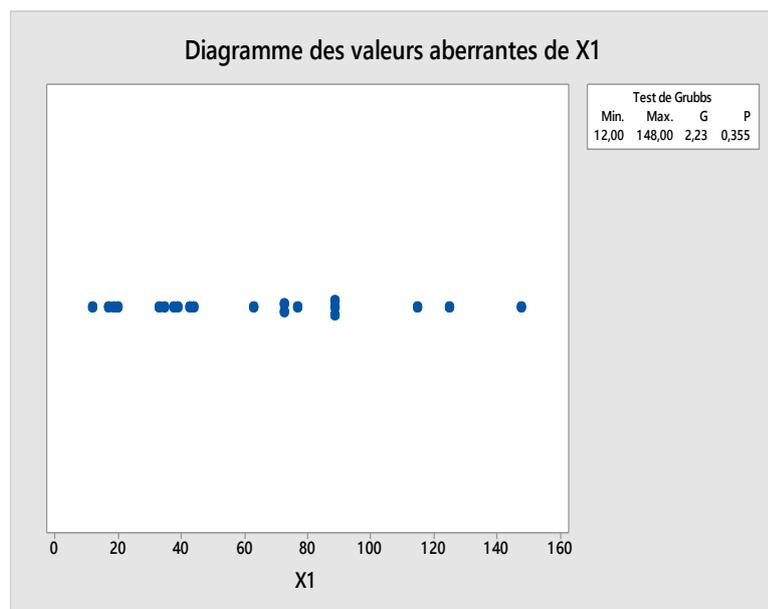
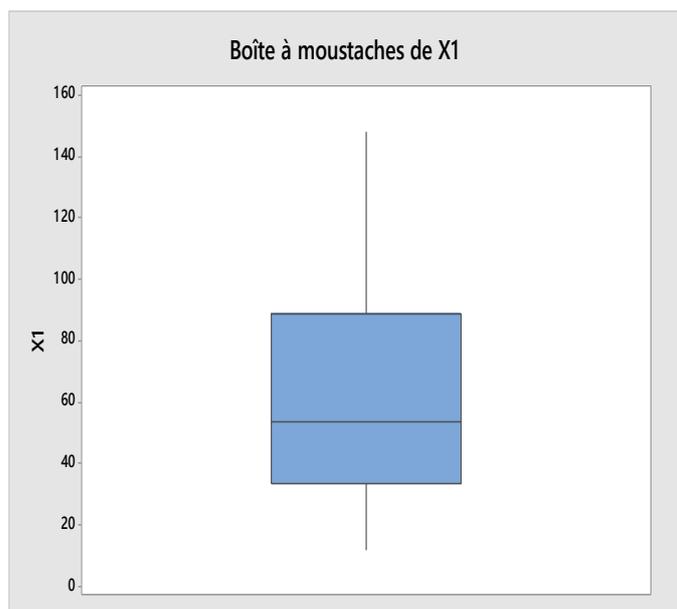
Visualisation graphique des données de la variable X1



Test de normalité de la variable X1



Test des valeurs aberrantes de la variable X1

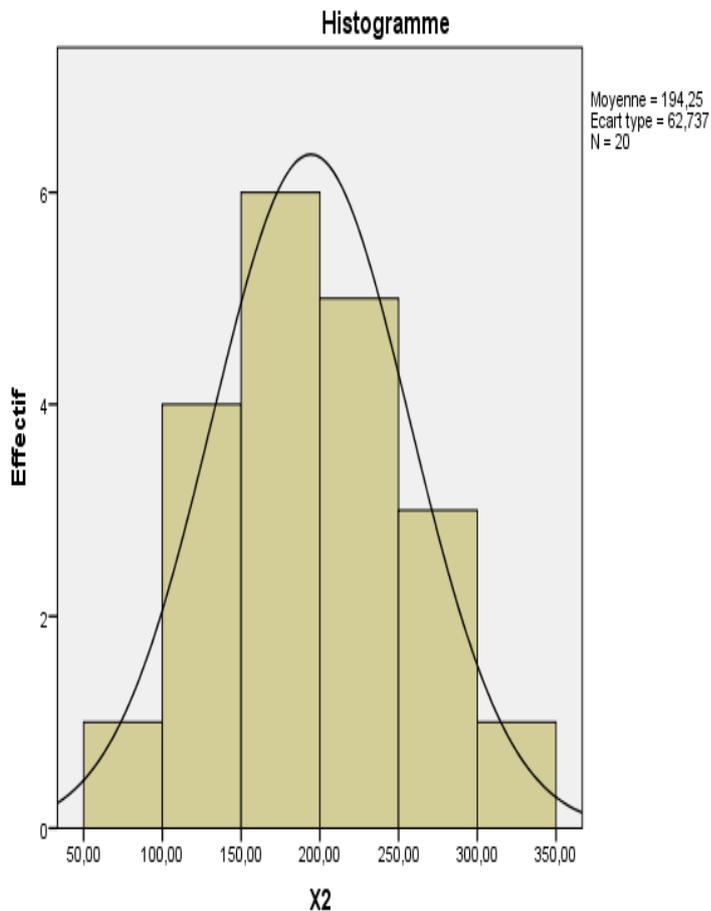
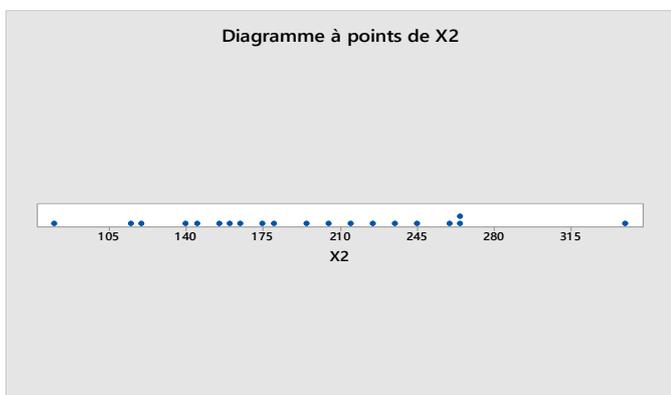
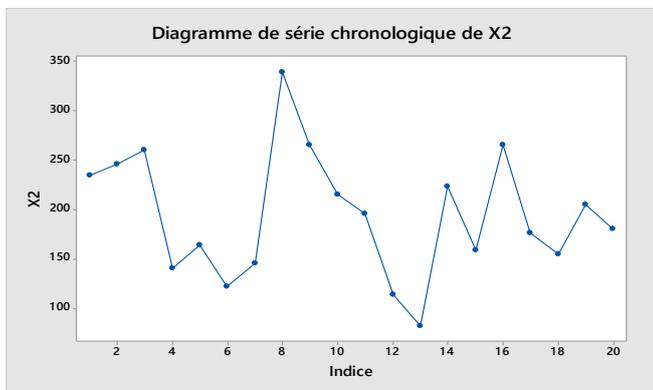


Statistique descriptive

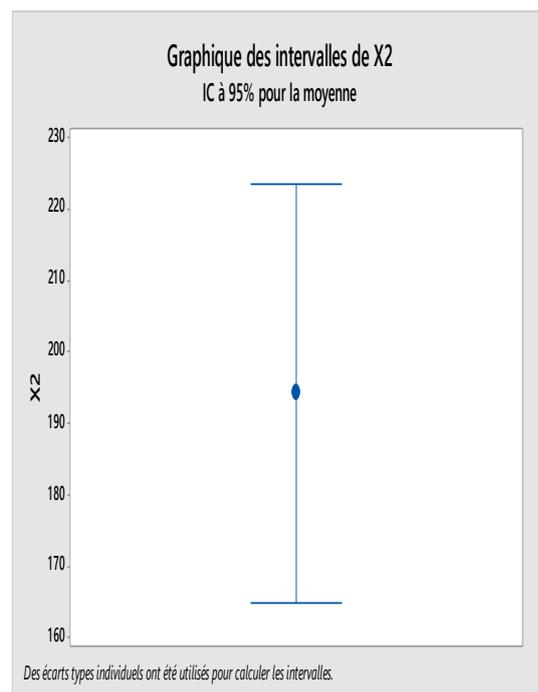
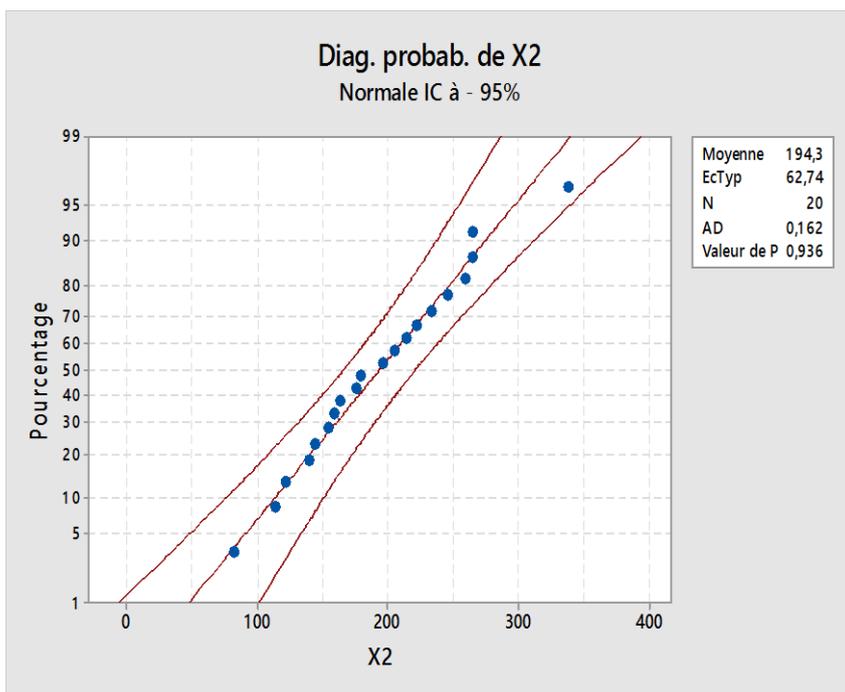
Descriptives				
		Statistique	Erreur standard	
X1	Moyenne	62,0500	8,63392	
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	43,9790	
		Borne supérieure	80,1210	
	Moyenne tronquée à 5%	60,0556		
	Médiane	53,5000		
	Variance	1490,892		
	Ecart-type	38,61207		
	Minimum	12,00		
	Maximum	148,00		
	Intervalle	136,00		
	Intervalle interquartile	55,50		
	Asymétrie	,654	,512	
	Aplatissement	-,326	,992	

Variable X2

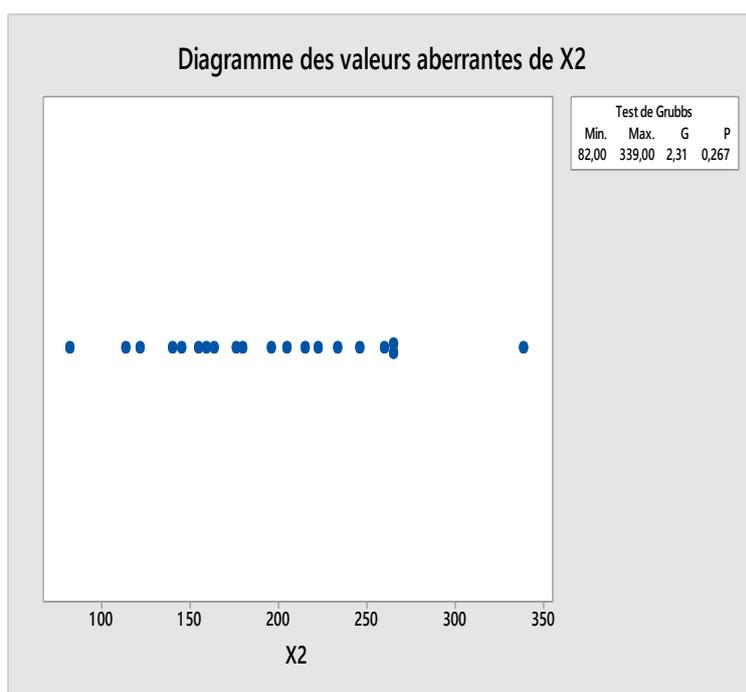
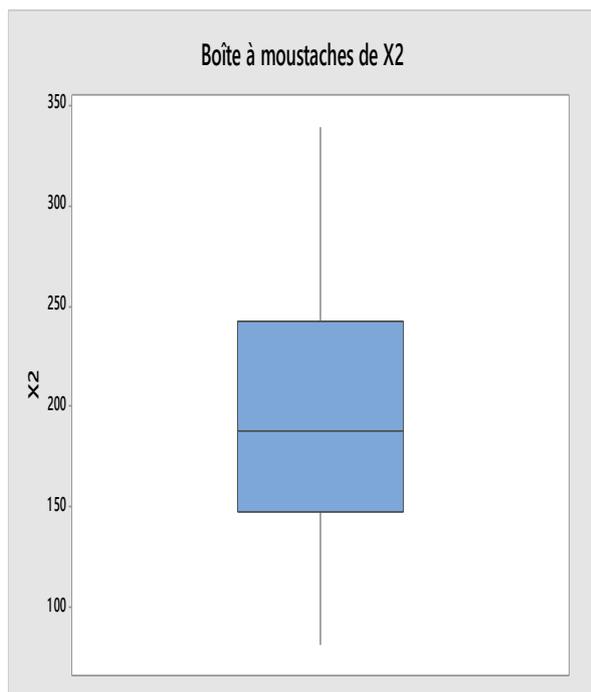
Visualisation graphique des données de la variable X2



Test de normalité de la variable X2



Test des valeurs aberrantes de la variable X2

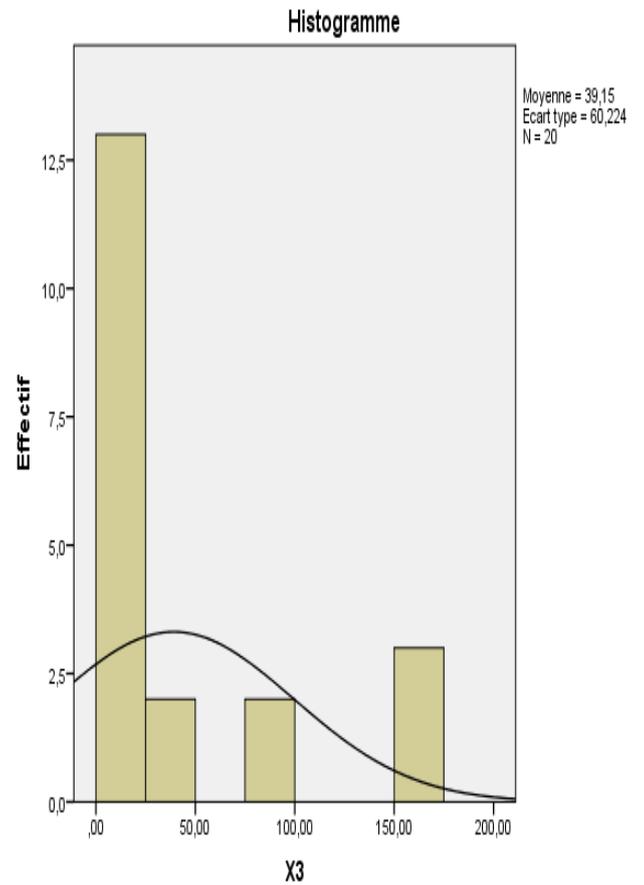
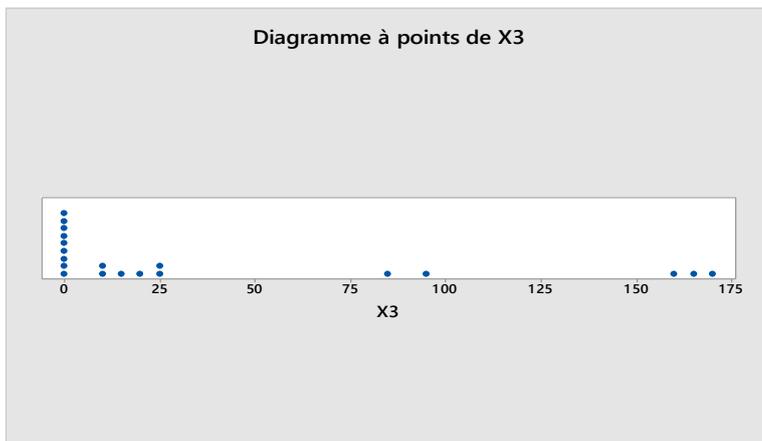
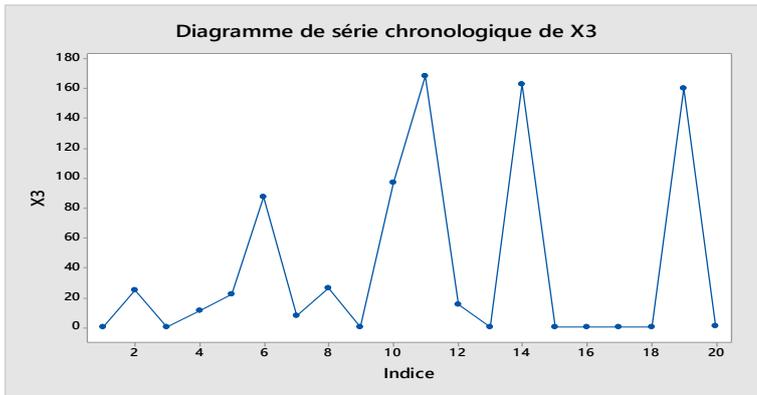


Statistique descriptive de la variable X2

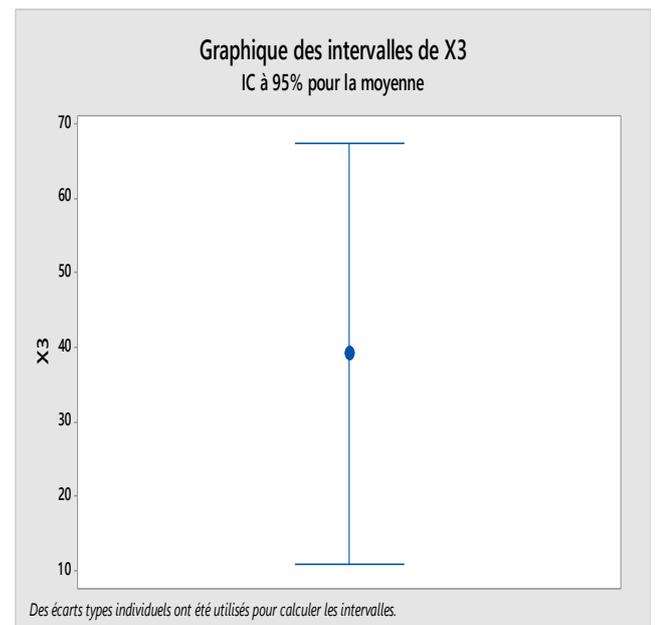
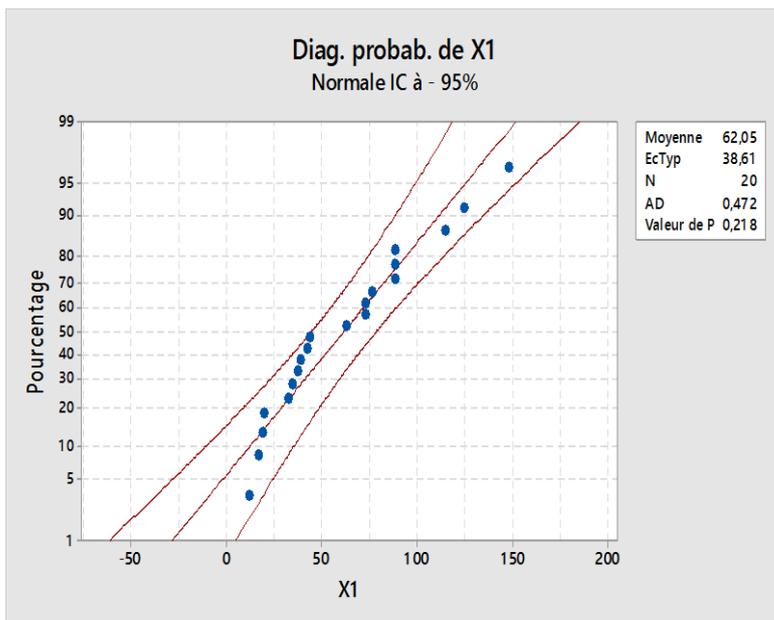
Descriptives				
		Statistique	Erreur standard	
X2	Moyenne		194,25	14,02852
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	164,888	
		Borne supérieure	223,612	
	Moyenne tronquée à 5%		192,4444	
	Médiane		188	
	Variance		3935,987	
	Ecart-type		62,73744	
	Minimum		82	
	Maximum		339	
	Intervalle		257	
	Intervalle interquartile		95,5	
	Asymétrie		0,363	0,512
Aplatissement		0,029	0,992	

Variable X3

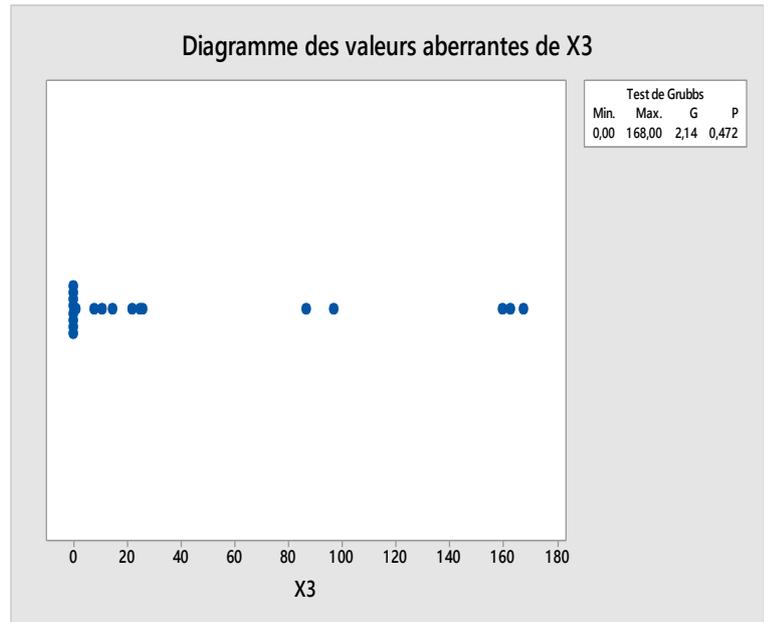
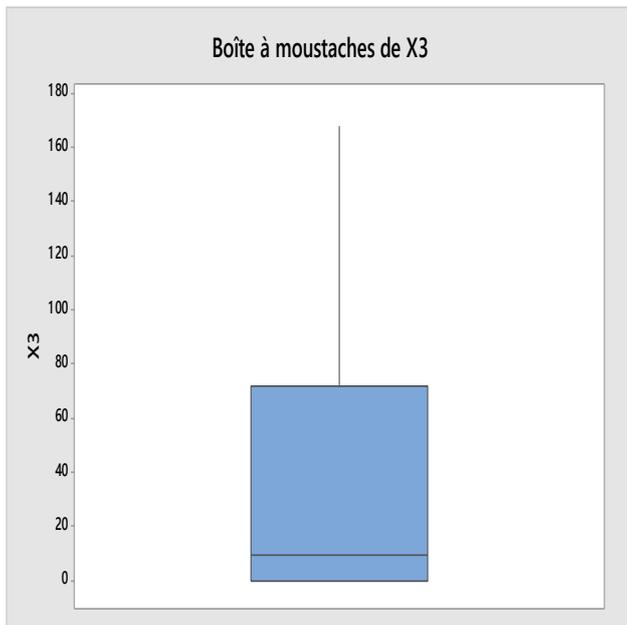
Visualisation graphique des données de la variable X3



Test de normalité de la variable X3



Test des valeurs aberrantes de la variable X3

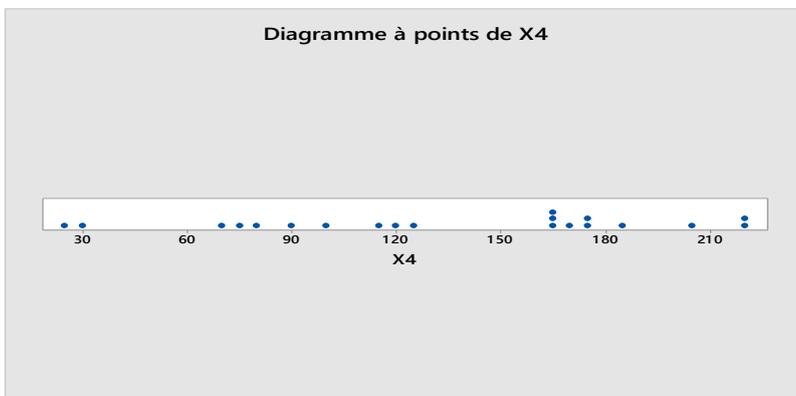
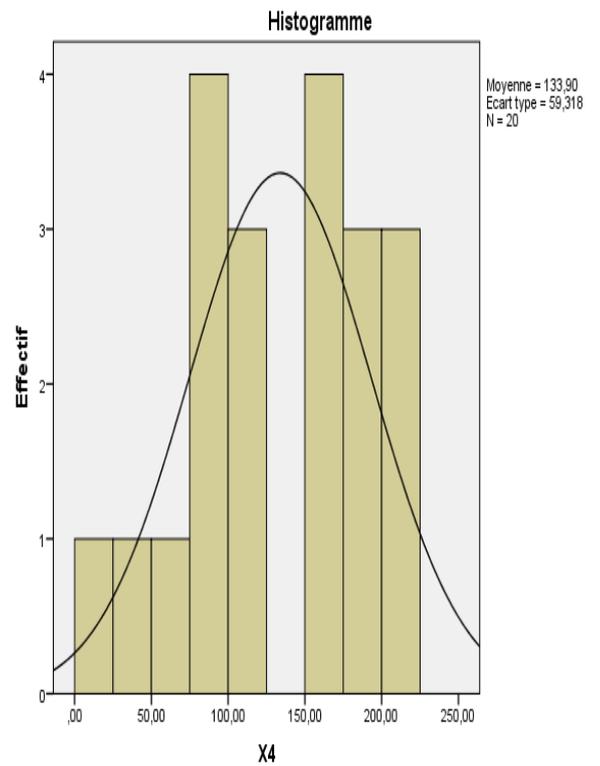
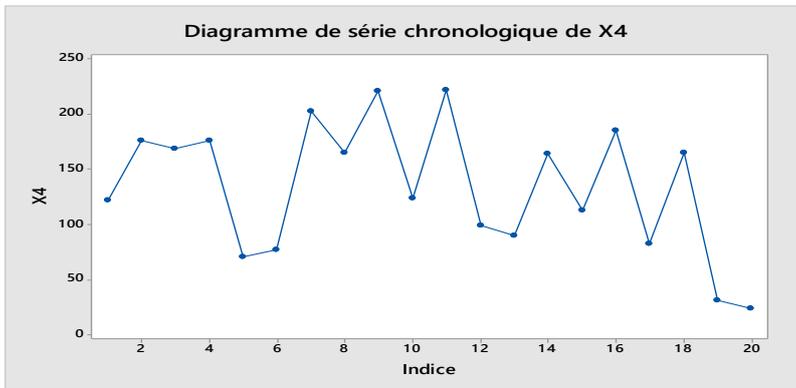


Statistique descriptive de la variable X3

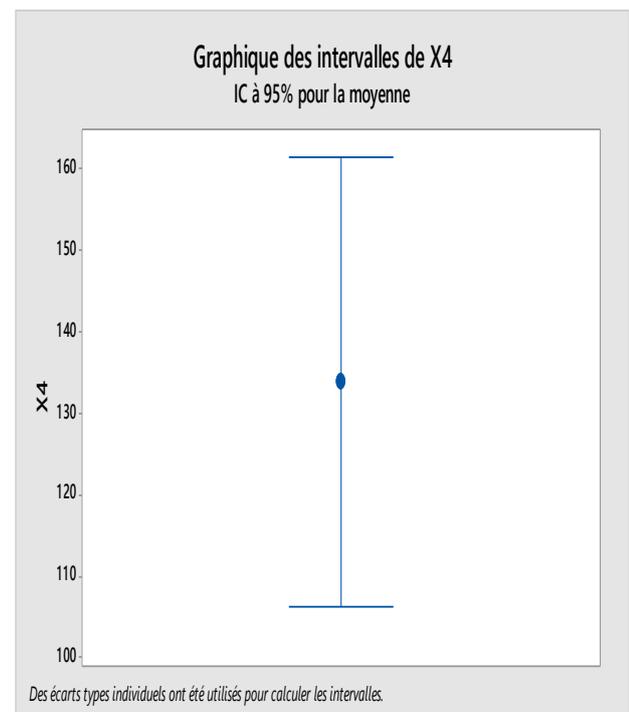
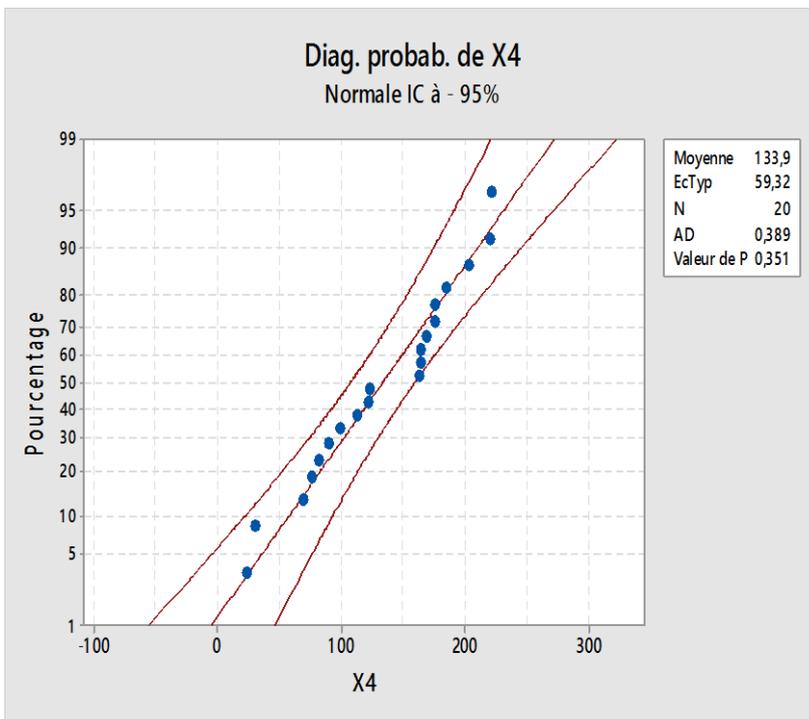
Descriptives				
		Statistique	Erreur standard	
X3	Moyenne	39,1500	13,46658	
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	10,9641	
		Borne supérieure	67,3359	
	Moyenne tronquée à 5%	34,1667		
	Médiane	9,5000		
	Variance	3626,976		
	Ecart-type	60,22438		
	Minimum	0,00		
	Maximum	168,00		
	Intervalle	168,00		
	Intervalle interquartile	71,75		
	Asymétrie	1,471	,512	
	Aplatissement	,654	,992	

Variable X4

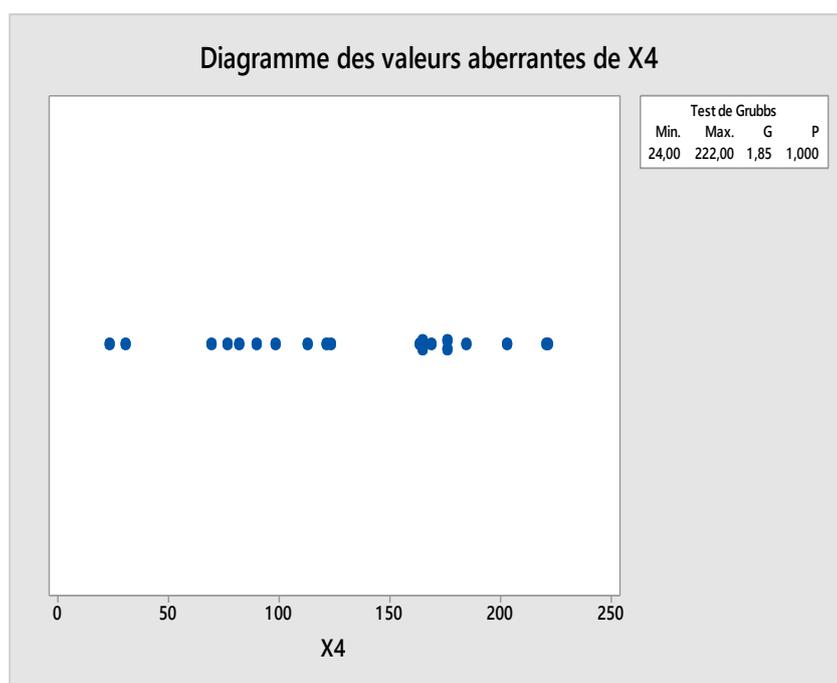
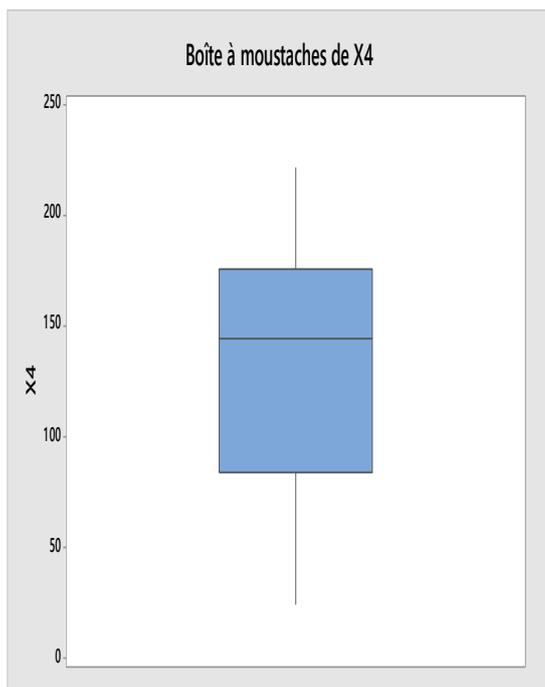
Visualisation graphique des données de la variable X4



Test de normalité de la variable X4



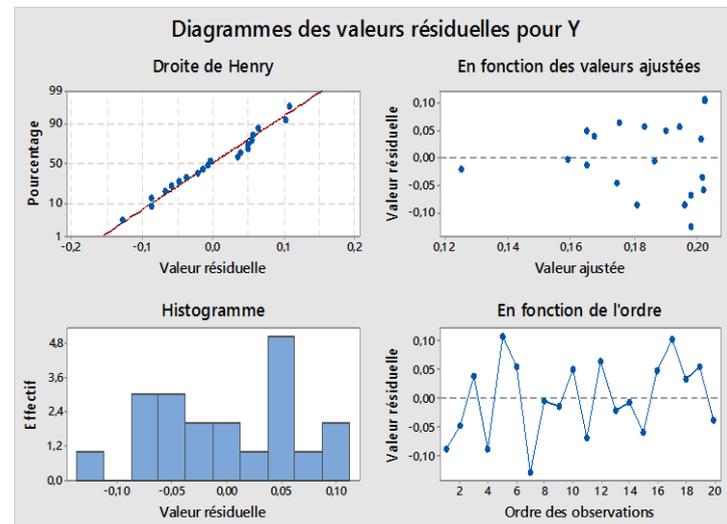
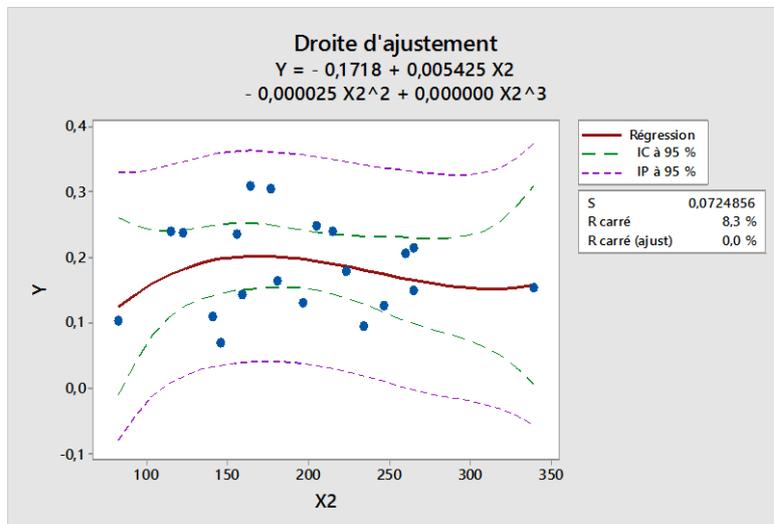
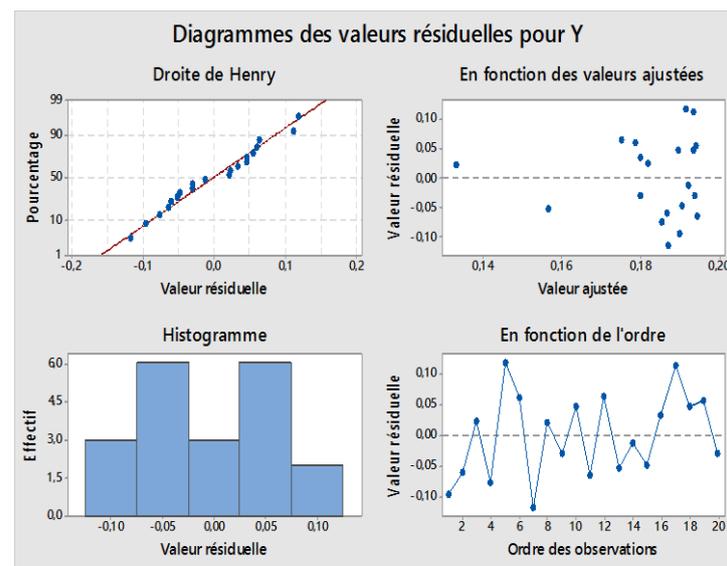
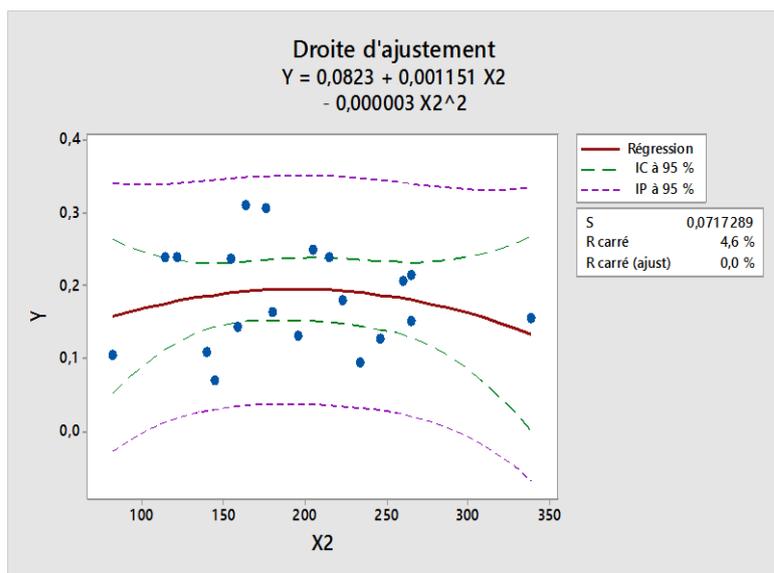
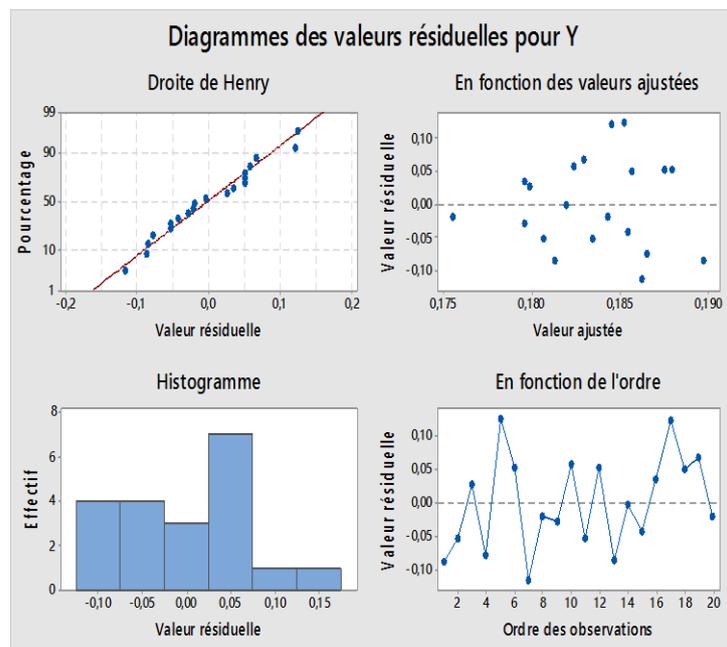
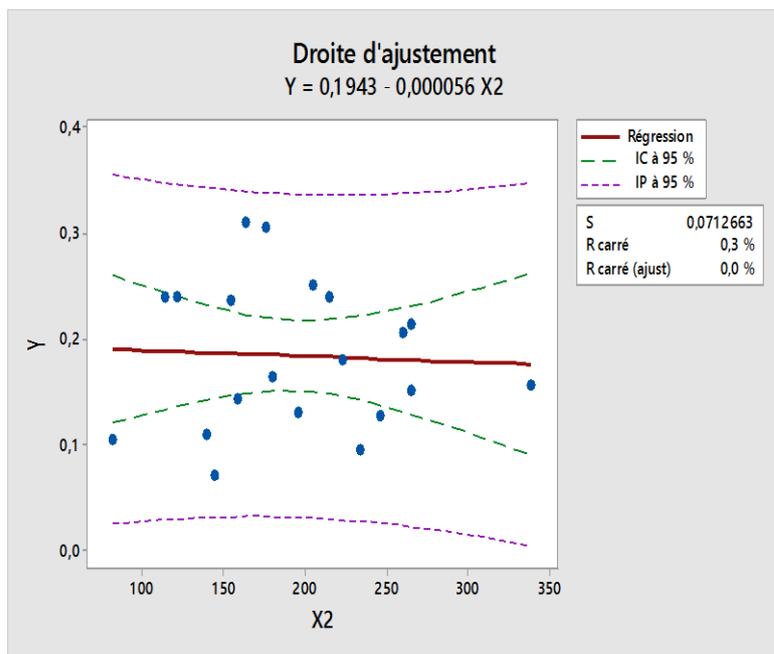
Test des valeurs aberrantes de la variable X4



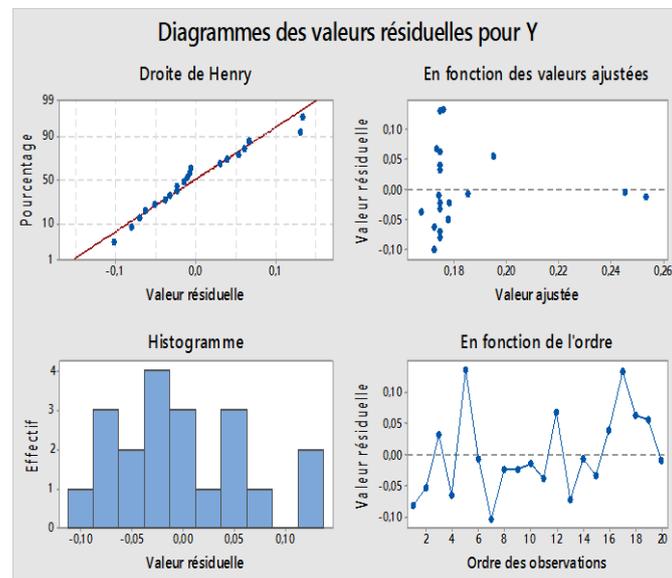
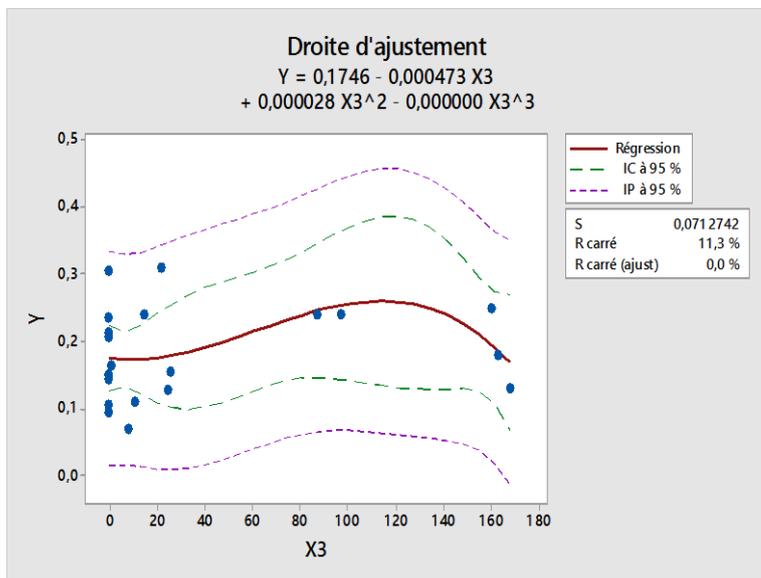
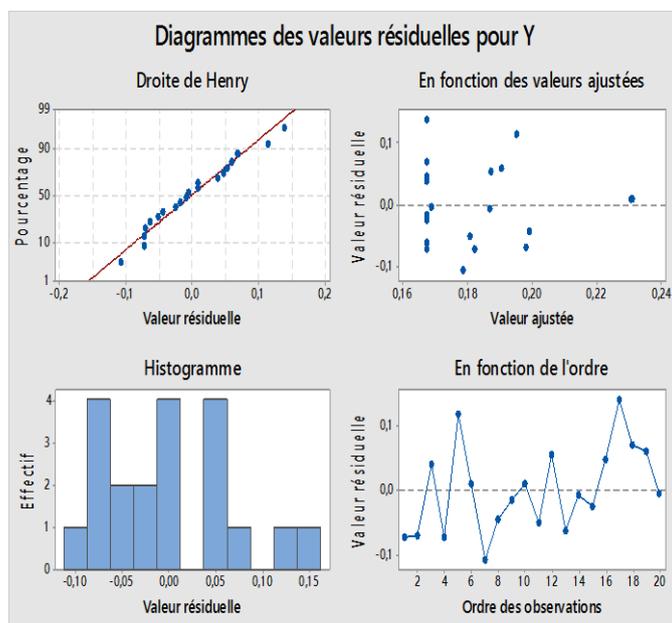
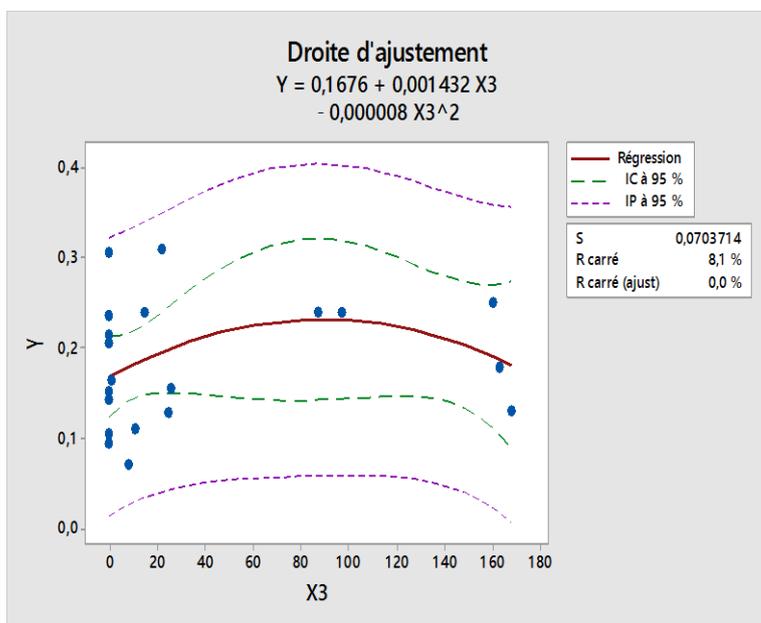
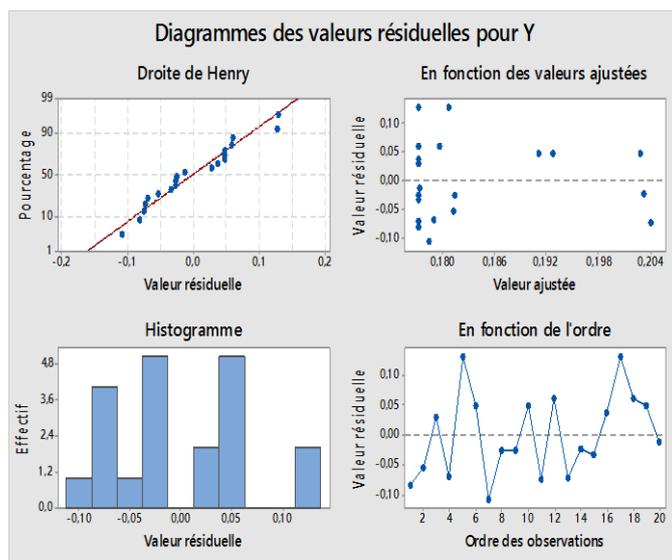
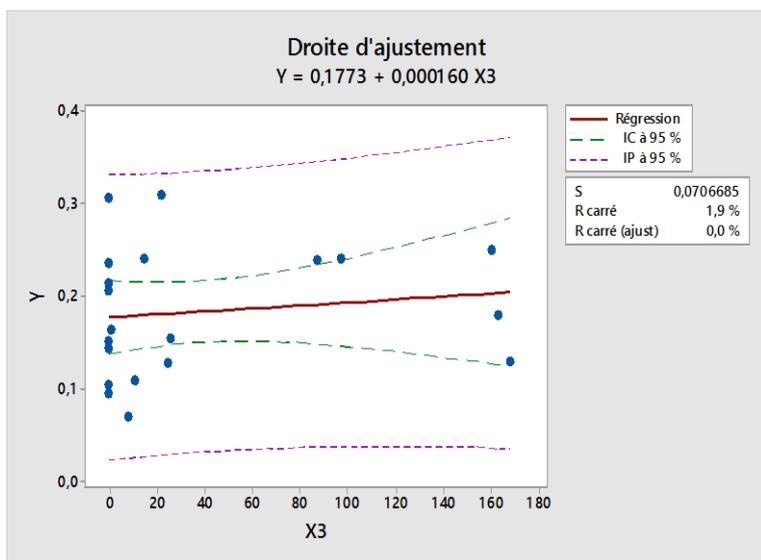
Statistique descriptive de la variable X4

Descriptives				
		Statistique	Erreur standard	
X4	Moyenne	133,9000	13,26390	
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	106,1383	
		Borne supérieure	161,6617	
	Moyenne tronquée à 5%	135,1111		
	Médiane	144,0000		
	Variance	3518,621		
	Ecart-type	59,31797		
	Minimum	24,00		
	Maximum	222,00		
	Intervalle	198,00		
	Intervalle interquartile	92,00		
	Asymétrie	-,295	,512	
	Aplatissement	-,880	,992	

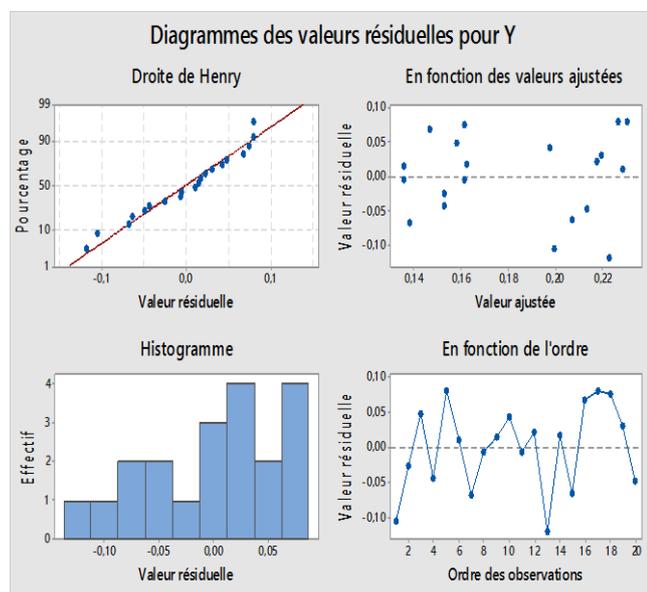
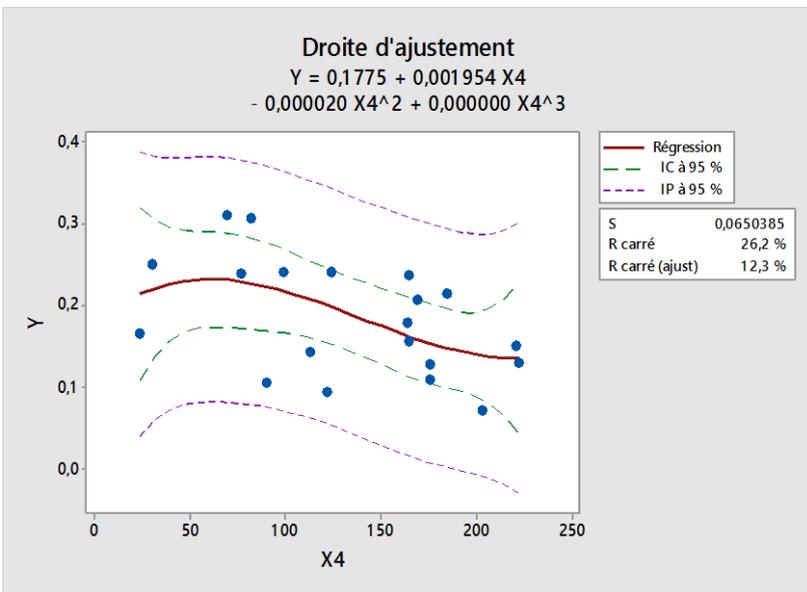
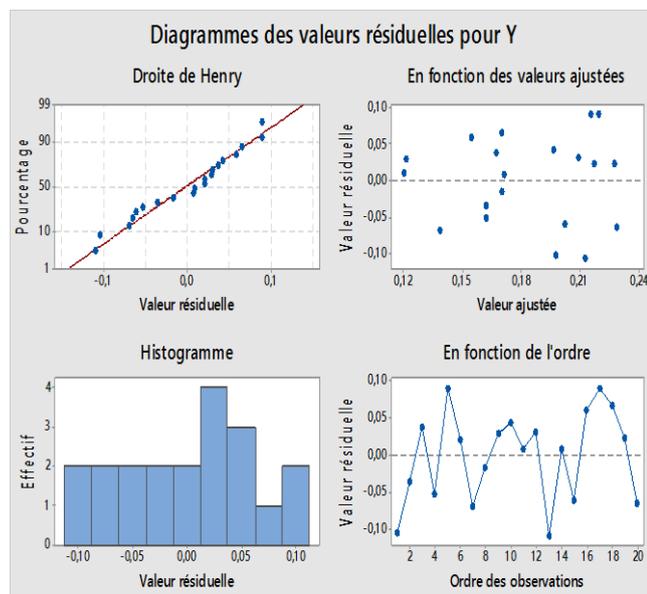
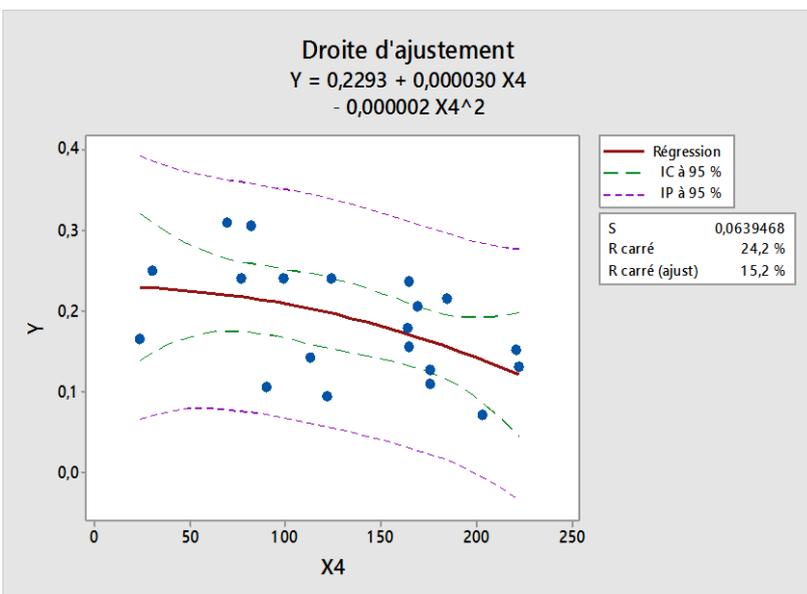
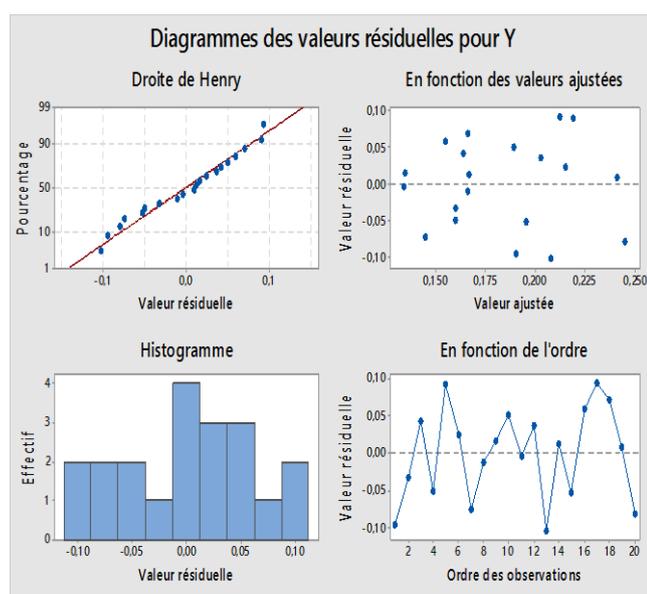
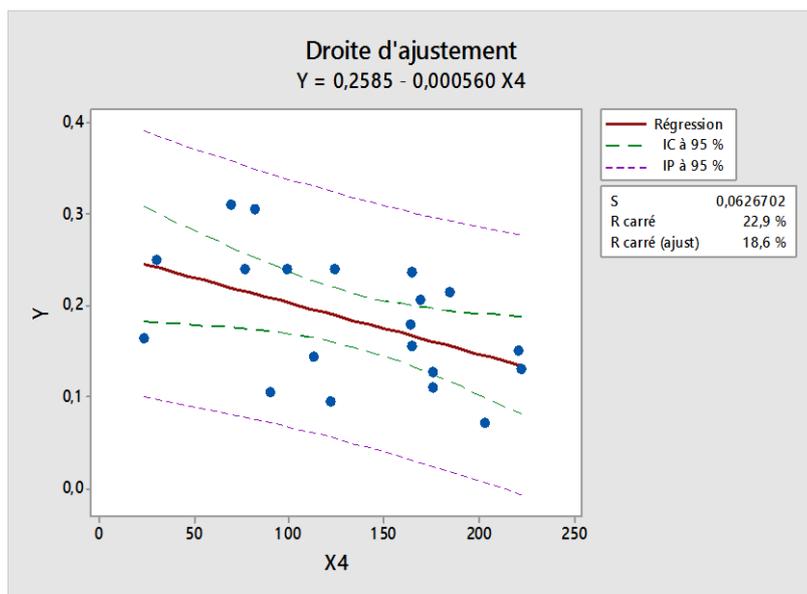
Relation de Y en fonction de X2 : Droite d'ajustement linéaire, quadratique et cubique



Relation de Y en fonction de X3 : Droite d'ajustement linéaire, quadratique et cubique



Relation de Y en fonction de X4 : Droite d'ajustement linéaire, quadratique et cubique



Annexe III.7. Charte De Projet 2

Charte de projet				
Titre du projet		Amélioration du temps de service		
Problème		L'identification et l'élimination des gaspillages.		
Clients		REW, TST, ALS, D&M, STT et DST.		
Besoin des clients		Exigence	Caractéristique mesurable	Spécification
Exactitude de l'inventaire		Pas d'écart d'inventaire	Articles en physique sur articles en système	< 0,03%
Etat Actuel			Etat Souhaité	
Fiabilité de l'inventaire est 70%.			Fiabilité de l'inventaire soit > 99,7%.	
Objectif	Améliorer le temps d'exécution des deux processus, de la réception et de l'inventaire tournant		Périmètre	Processus : La réception et l'Inventaire tournant.
Planification du projet			Groupe de travail	
Etape	Date De Début	Date De Fin	Intervenant	Nom des membres
Définir	12/05/2015	13/05/2015	NAG Manager	Mourad DIAF
Mesurer	14/05/2015	16/05/2015	Stagiaire	Ahmed Zakaria DJEBBAR
Analyser	18/05/2015	19/05/2015	Stagiaire	Dhaya Eddine BENKHELIFA
Innover	19/05/2015	22/05/2015		
Contrôler				

Annexe VI.1. Algorithme

Si_Erreur(

Si_Erreur(

Si_Erreur(Recherche_Valeur(Si_Erreur(Recherche_Valeur(Type_De_Transaction;Calculation_Parameters.xlsx!\$A\$2:\$B\$41;2;0);"0");Calculation_Parameters.xlsx!\$B\$2:\$C\$41;2;0);0)*Quantité;0)

+Si_Erreur(Recherche_Valeur(Si_Erreur(Recherche_Valeur(Type_De_Transaction;Calculation_Parameters.xlsx!\$A\$2:\$B\$41;2;0);"0");Calculation_Parameters.xlsx!\$B\$2:\$D\$41;3;0);0)

+Si_Erreur(Recherche_Valeur(Si_Erreur(Recherche_Valeur(Type_De_Transaction;Calculation_Parameters.xlsx!\$A\$2:\$B\$41;2;0);"0");Calculation_Parameters.xlsx!\$B\$2:\$L\$41;11)/Nombre_Occurance(\$C:\$C;C2);0)

+Si_Erreur(Si_Erreur(Recherche_Valeur(Si_Erreur(Recherche_Valeur(Type_De_Transaction;Calculation_Parameters.xlsx!\$A\$2:\$B\$41;2;0);"0");Calculation_Parameters.xlsx!\$B\$2:\$L\$41;4;0);0)*Quantité;0)

+Si_Erreur(Si_Erreur(Recherche_Valeur(Si_Erreur(Recherche_Valeur(Type_De_Transaction;Calculation_Parameters.xlsx!\$A\$2:\$B\$41;2;0);"0");Calculation_Parameters.xlsx!\$B\$2:\$L\$41;5;0);0)*Quantité;0)

+Si_Erreur(Si_Erreur(Recherche_Valeur(Si_Erreur(Recherche_Valeur(Type_De_Transaction;Calculation_Parameters.xlsx!\$A\$2:\$B\$41;2;0);"0");Calculation_Parameters.xlsx!\$B\$2:\$L\$41;6;0);0)*Quantité;0)

+Si_Erreur(Si_Erreur(Recherche_Valeur(Si_Erreur(Recherche_Valeur(Type_De_Transaction;Calculation_Parameters.xlsx!\$A\$2:\$B\$41;2;0);"0");Calculation_Parameters.xlsx!\$B\$2:\$L\$41;7;0);0)*Quantité;0)

+Si_Erreur(Si_Erreur(Recherche_Valeur(Si_Erreur(Recherche_Valeur(Type_De_Transaction;Calculation_Parameters.xlsx!\$A\$2:\$B\$41;2;0);"0");Calculation_Parameters.xlsx!\$B\$2:\$L\$41;8;0);0)*Quantité;0)

+Si_Erreur(Si_Erreur(Recherche_Valeur(Si_Erreur(Recherche_Valeur(Type_De_Transaction;Calculation_Parameters.xlsx!\$A\$2:\$B\$41;2;0);"0");Calculation_Parameters.xlsx!\$B\$2:\$L\$41;9;0);0)*Quantité;0) ;0