

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique

École nationale Polytechnique



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

Département de Génie Industriel

Option Management de L'innovation

**Mémoire de projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en
management de l'innovation**

Thème :

Contribution à l'amélioration de la fiabilité de l'inventaire et
de la performance de l'entrepôt MD1 de Schlumberger NAG
à l'aide du Lean Six Sigma

Mlle Assia BOUAMRANE

M. Monder BELAREF

Sous la direction de Mme Fatima Nibouche MCA

Présentée et soutenue publiquement le 15/06/2017

Composition du Jury :

Présidente Mlle Nacera ABOUN	MAA	ENP
Examineur M. Reda GOURINE	MCB	ENP
Promotrice Mme Fatima NIBOUCHE	MCA	ENP

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique

École nationale Polytechnique



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

Département de Génie Industriel

Option Management de L'innovation

**Mémoire de projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en
management de l'innovation**

Thème :

**Contribution à l'amélioration de la fiabilité de l'inventaire et
de la performance de l'entrepôt MD1 de Schlumberger NAG
à l'aide du Lean Six Sigma**

Mlle Assia BOUAMRANE

M. Monder BELAREF

Sous la direction de Mme Fatima Nibouche MCA

Présentée et soutenue publiquement le 15/06/2017

Composition du Jury :

Présidente Mlle Nacera ABOUN	MAA	ENP
Examineur M. Reda GOURINE	MCB	ENP
Promotrice Mme Fatima NIBOUCHE	MCA	ENP

Remerciements

C'est avant tout grâce à « Dieu Le Tout Puissant » que ce travail a pu être réalisé.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre promotrice Mme Nibouche Fatima pour ses conseils judicieux, ses recommandations et son soutien tout au long de notre projet.

Nous présentons notre profonde gratitude à notre encadreur Mr Benziada Ahmed pour l'aide, l'orientation et le support qu'il nous a apporté.

Nos remerciements vont également à tout le personnel de la fonction Materials Management de Schlumberger en particulier Mr Abada, Mr. Gouichiche, Mr. Ait Taleb, Mlle Mellik, Mr. Bouras et Mr. Afroune pour leur disponibilité, leur patience et leurs conseils.

Nous tenons à remercier en particulier nos chers parents et familles respectives qui nous ont soutenu et encouragé tout au long de nos années d'études.

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude et nos remerciements à tous les enseignants du département du Génie Industriel pour avoir contribué à notre formation.

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

Notre reconnaissance va à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A ma mère,

A ma grand-mère,

A toute ma famille,

A tous ceux que j'estime.

Assia

Je dédie ce travail :

*A celle qui m'a transmis la vie, l'amour et le courage, à toi chère
mère.*

A mon père, mes frères et ma sœur.

A toute ma famille et tous ceux qui sont dans mon cœur.

Monder

ملخص

يتعلق هذا العمل بتطبيق منهجيات Lean Six Sigma و نظرية القيود من أجل تحسين أداء وظيفة ادارة المواد لشلمبرجر شمال افريقيا جيوماركت.

أدى استخدام هذه الطرق إلى انجاز مشروعين. يهدف الأول إلى تحسين دقة الجرد من أجل تلبية متطلبات العملاء و الحد من تقلب المخزون. أما المشروع الثاني فهو يسعى إلى تحسين كفاءة العمليات للرفع من جودة الخدمة

الكلمات الدالة : نظرية القيود, الأداء, الإبتكار, DMAIC, Lean Six Sigma,

Abstract

This work concerns the application of the Lean Six Sigma and Theory of Constraints methodologies in order to improve the performance of the Materials Management function of Schlumberger North Africa Geomarket.

The use of these approaches led to the realization of two projects: the first aims to improve the reliability of the inventory. It consists of reducing the variability of the inventory in order to satisfy the requirements of the customer. The second project aims to improve the efficiency of the processes in order to increase the quality of service.

Keywords: Lean Six Sigma, Theory of Constraints, DMAIC, Innovation, Performance.

Résumé

Ce travail concerne l'application des méthodologies Lean Six Sigma et Théorie des Contraintes dans le but d'améliorer la performance de la fonction Materials Management de Schlumberger NorthAfricaGeomarket.

L'utilisation de ces démarches a conduit à la réalisation de deux projets : le premier ayant comme objectif l'amélioration de la fiabilité de l'inventaire. Il consiste à réduire la variabilité de l'inventaire afin de satisfaire les exigences du client. Le second projet a pour but l'amélioration de l'efficacité des processus afin d'accroître la qualité de service.

Mots-clés : Lean Six Sigma, Theory of Constraints, DMAIC, Innovation, Performance.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale	16
<i>Chapitre I :</i>	
Introduction.....	19
I.1. Diagnostic socio-économique.....	19
I.1.1.Définition.....	19
I.1.2.Les étapes du diagnostic socio-économique.....	19
I.1.2.1.La collecte d'informations.....	20
I.1.2.2.Restitution des entretiens.....	21
I.1.2.3.Les aspects des coûts cachés	21
I.1.2.5.Paniers de solutions	22
I.2. Le Lean.....	22
I.2.1.Définition du Lean.....	22
I.2.2.Notions de gaspillages	23
I.2.3.Concepts clés du Lean	24
I.2.3.1.Lean manufacturing.....	24
I.2.3.2.Excellence industrielle.....	24
I.2.3.3.Kaizen	25
I.2.3.4.Heijunka.....	25
I.2.3.5.Juste à Temps.....	25
I.2.3.6.Jidoka.....	25
I.2.4.Boîte à outils Lean.....	25
I.3.Six Sigma.....	27
I.3.1.Définition du Six Sigma	27
I.3.2.Rôles et responsabilités	28
I.3.3.Domaines d'application.....	29
I.4.LEAN SIX SIGMA	30

I.4.1.Définition :.....	30
I.4.2.Fondements du LSS :.....	31
I.4.3.Les cinq lois du Lean Six Sigma :.....	32
I.4.4.Domaines d'application.....	32
I.5.Théorie des contraintes.....	33
I.5.1.Définition.....	33
I.5.2.1.Identifier la contrainte du système :	34
I.5.2.2.Exploiter la contrainte :	34
I.5.2.3.Subordonner tous les processus à la contrainte :	34
I.5.2.4.Elever la contrainte du système:.....	34
I.5.2.5.Lutter contre l'inertie :.....	34
I.5.3.Les neuf règles de la TOC :	35
I.5.4.Synergie Lean, Six sigma et TOC	35
I.6.Le déploiement du Lean Six Sigma.....	36
I.6.1.Définir.....	36
I.6.1.1.Objectif de l'étape	36
I.6.1.2.Déroulement de l'étape.....	36
I.6.2.Mesurer	41
I.6.2.1.But de l'étape.....	41
I.6.2.2.Déroulement de l'étape.....	41
I.6.3.Analyser.....	45
I.6.3.1.But de l'étape.....	46
I.6.3.2.Conduite de l'étape.....	46
I.6.4.Innover/Améliorer	46
I.6.4.1.But de l'étape.....	46
I.6.4.2.Conduite de l'étape	47
I.6.5.Contrôler.....	47
<i>Chapitre II :</i>	
Introduction.....	50
II.1.Présentation de Schlumberger	50
II.1.1. Schlumberger dans le monde	50
II.1.2.Organisation de l'entreprise :	51

II.1.3.Segments opérationnels.....	52
II.1.4.Culture de Schlumberger.....	52
II.2.Schlumberger Algérie	53
II.2.1.Organisation de Schlumberger Algérie	53
II.2.2.Le NAG Materials Management	54
II.2.3.2.Systèmes d'information.....	55
II.3.L'entrepôt MD 1.....	55
II.3.1.Les ressources et moyens	55
II.3.2.Les différentes zones :.....	56
II.4.Améliorations apportées au warehouse.....	56
II.5.Cartographie des processus :	57
II.6.Audit de L'entrepôt	58
II.6.1.Déroulement de l'audit.....	58
II.6.2.Résultats et analyse	59
II.7.Le diagnostic socio-économique.....	60
II.7.1. Déroulement du diagnostic.....	60
II.7.2.AXES D'AMELIORATION.....	61
II.9.Définir (Define).....	63
II.9.1.Cartographie des processus	63
II.9.1.1.Le processus de livraison	64
II.9.1.2.Le processus de réception	64
II.9.1.3.Le processus de stockage : (PUT AWAY).....	65
II.9.1.4.Le processus d'expédition : (ISSUE OUT).....	66
II.9.1.5.Le processus d'inventaire.....	66
II.9.2.Identification des CTQ.....	67
II.9.2.1.Identifications des clients.....	67
II.9.3.Transformation et exploitation des besoins clients	70
II.9.3.1.La première maison de la qualité (HOQ1) :	70
II.9.3.2.La deuxième maison de la qualité (HOQ2).....	71
II.9.3.3.La troisième maison de la qualité (HOQ3)	72
II.9.4.Rédaction des chartes de projet.....	74
Conclusion	74

Chapitre III :

Introduction.....	76
III.1.Mesurer	76
III.1.1.Analyse du système de mesure	76
III.1.1.1.Déroulement du test R&R.....	76
III.1.1.2.Analyse des résultats.....	77
III.1.2.Analyse des causes.....	79
III.1.3.Définition des variables	81
III.1.3.1. Collecte de données	81
III.1.3.2. La variable de sortie « Y ».....	82
III.1.3.3. Les variables d'entrée	82
III.1.4.Capabilité du processus.....	82
III.2. Étape Analyse	85
III.2.1.Analyse des variables.....	85
III.2.2.Analyse des relations	87
III.2.3.Analyse des résultats.....	91
III.3.IMPROVE.....	92
III.3.1 Nouveau processus de l'inventaire tournant	92
III.3.2.Put away Check.....	95
III.3.3.Etiquettes.....	97
Conclusion	98

Chapitre IV :

Introduction.....	100
IV.1.Mesurer	100
IV.1.1.Identifier les contraintes	104
IV.1.2.Priorisation des contraintes.....	105
IV.2.ANALYSER.....	106
IV.2.1.Expédition.....	106
IV.2.2.Stockage (Put away)	107
IV.3.IMPROVE	108
IV.3.1.Issue Out	108
IV.3.1.1.Déplacement	108

IV.3.1.2.Prélèvement	110
IV.3.2.Fixer le temps de réception.....	113
IV.3.3.Storage Improvement.....	114
IV.4. Exploiter les contraintes	116
IV.5.Subordonner le système à la contrainte	116
Conclusion	117
Conclusion générale.....	118
Bibliographie :	121
Annexes :	123

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau I.1. Méthodes, techniques, outils et indicateurs du domaine du Lean	26
Tableau I.2. Infrastructure du Six Sigma	29
Tableau I.3. Domaines d'application du Six Sigma	30
Tableau I.4. Complémentarité Lean et Six Sigma	30
Tableau I.10. Acceptabilité du système de mesure	44
Tableau II.1. Résultats de l'audit de l'entrepôt	59
Tableau II.2. VOCT du segment D&M	68
Tableau II.5. Tableau des besoins clients avec leurs définitions	69
Tableau II.6. Pondération des besoins clients	70
Tableau III.1. Coefficients de corrélation	89
Tableau III.3. Matrice RACI du nouveau processus d'inventaire tournant	93
Tableau III.4. Matrice RACI du Put away check	97
Tableau IV.1. Les contraintes des différents processus	104
Tableau IV.2. Pondération des contraintes	105
Tableau IV.3. Priorisation des contraintes	105
Tableau IV.4. Chronométrage du déplacement	109
Tableau IV.5. Echantillons de bins	111
Tableau IV.6. Matrice RACI du GR	113
Tableau IV.7. Planning des opérations sur une semaine	115
Tableau IV.8. RACI des opérations avec leurs leaders	116

LISTE DES FIGURES

Figure I.1. Etapes du diagnostic socio-économique	19
Figure I.2. Édifice Lean	24
Figure I.3. La réduction de variabilité	28
Figure I.4. Piliers du concept Lean Six Sigma	32
Figure I.5. Processus d'amélioration continue.....	33
Figure I.5. Cycle DMAIC	36
Figure I.7. La maison de la qualité	39
Figure I.7. Décomposition de la dispersion	42
Figure I.8. Les différentes sources de variation.....	43
Figure I.10. Différentes approches de calcul de Z.....	45
Figure I.11.Étape Analyser : un entonnoir à X	46
Figure II.2. Les segments de Schlumberger	52
Figure II.3. Les principaux éléments du Blue Print de Schlumberger	53
Figure II.4. Organisation de Schlumberger NAG	54
Figure II.5. Cartographie de niveau 1	57
Figure II.6. Cartographie de niveau 2.....	58
Figure II.7.Cartographie SIPOC du processus de livraison.....	64
Figure II.8. Cartographie SIPOC du processus de réception.....	65
Figure II.9. Cartographie SIPOC du processus de stockage.....	66
Figure II.10.Cartographie SIPOC du processus d'expédition	66
Figure II.11.Cartographie SIPOC du processus d'inventaire tournant.....	67
Figure II.12. Première maison de la qualité (HOQ 1).....	71
Figure II.13. Deuxième maison de la qualité (HOQ 2).....	72
Figure II.14.Troisième maison de la qualité (HOQ 3).....	73
Figure II.15. Digramme Pareto pour les métriques.....	73

Figure III.1. Résultats graphiques du gage R&R	77
Figure III.2. Résultats graphiques du gage R&R	77
Figure III.3. Cartes de contrôle X bar et R par opérateur	78
.....	80
Figure III.4. Diagramme de cause à effet (Ishikawa)	80
Figure III.5. Première carte de contrôle P	83
Figure III.6. Deuxième carte de contrôle P	83
Figure III.7. Capabilité du processus	84
Figure III.8. Visualisation graphique de la variable Y	86
Figure III.9. Test de normalité	86
Figure III.10. Test des valeurs aberrantes	87
Et la boîte à moustache	87
Figure III.11. Diagramme de dispersion entre Y et les X_i	88
Figure III.12. Première estimation du modèle de régression sur Minitab	90
Figure III.13. Deuxième estimation du modèle de régression sur Minitab	91
Figure III.14. Cartographie du nouveau processus d'inventaire tournant	94
Figure III.15. Grille du Put Away Check	96
Figure III.16. Etiquette pour article de grande valeur	97
Figure IV.2. Cartographie du processus de réception FMT In	102
Figure IV.3. Cartographie du processus de stockage (Put Away)	102
Figure IV.4. Cartographie du processus d'expédition (Issue Out)	103
.....	107
Figure IV.5. Diagramme Spaghetti de l'état actuel	107
Figure IV.6. Graphique des gains en temps grâce au nouvel emplacement	109
Figure IV.7. Diagramme Spaghetti de l'état futur	110
Figure IV.9. Gain en temps après rangement des bins	112
Figure IV.11. Grille Storage Improvement	115

LISTE DES ABREVIATIONS

3C : Communication, concertation et coordination,

ALS : artificial lift

ANAVAR : Analyse De La Variance

BPMN: Business Process Modeling and Notation

CHMCV: Contribution Horaire à la Marge sur Coût Variable

COPS : Compagnie des Opérations Pétrolières Schlumberger

CRT: current reality tree

CTQ: Critical To Quality

D&M: Drill and measurement tools

DMAIC : Définir, Mesurer, Analyser, Innover et Contrôler

DPMO : Défauts Par Million d'Opportunités

DPU : Défauts Par Unités

DSOH: Days Stock On Hand

FIV: facteurs d'inflation de la variance

FMT: Field Material Transfer

GDT: Gestion du temps

GR: Good Receipt

GT: Global Tracability

HOQ: House of Quality

LSS: Lean Six Sigma

M&S: Materials and Supplies

MM: Materials Management

MOS : Mise en œuvre stratégique

NAG: North Africa Geomarket

OFS stores: Oilfield

PL: part location

PN: part number

QFD: Quality Function Deployment

R&R: Repeatability & Reproducibility

RACI: Responsible, Accountable, Consulted, Informed

RDC: Redistribution Centre

REW: Wireline

RF: Requisition Form

SPS: Le Service Pétrolier Schlumberger

SRT: Stock Replenishment Tool

STT: surface testing tools

SWPS: Schlumberger Web based Procurement System

TST: testing

VOCT: Voice of Customer Table

WMS: Warehouse Management System

« La difficulté n'est pas de trouver les hommes qui obéissent ou les hommes qui commandent, mais les hommes qui marchent ensemble. »

Georges Bernard SHAW

Introduction générale

Depuis quelques années, du fait du contexte économique, la relation entre client et fournisseur a fortement évolué, notamment avec le renforcement du besoin de personnalisation des produits et services, raccourcissement des délais de livraison, multiplication des canaux de distribution, etc.

De plus, l'internationalisation des échanges et une concurrence exacerbée ont poussé les entreprises à rechercher de nouvelles voies pour améliorer leurs performances, répondre au mieux aux attentes de leurs clients, mais aussi résister aux fluctuations du marché.

Face à ces enjeux les entreprises doivent remettre en cause leurs organisations, en décloisonnant les différents services. Les notions de flux physiques et flux d'informations, tout au long de la chaîne logistique prennent alors tout leur sens, et la logistique constitue en ce sens une réponse complète et adaptée.

Elle est donc présente à tous les niveaux de l'entreprise, aussi bien au niveau opérationnel – pour la gestion des flux physiques de marchandises par exemple – au niveau tactique – pour définir les organisations et piloter ces flux à moyen terme – qu'au niveau stratégique – pour définir les grandes orientations à long terme.

Leader et numéro un mondial dans les services pétroliers, un secteur qui n'échappe pas à ce contexte, Schlumberger englobe plusieurs entreprises et essaye en permanence de trouver un équilibre entre sa taille et les charges qui en découlent. C'est pourquoi elle accorde une importance particulière à la chaîne logistique et c'est dans ce cadre qu'elle a créé la fonction Materials Management (MM). MM a pour mission la gestion des consommables et des pièces de rechange utilisés par les technologies Schlumberger. Suite à la création de cette fonction, Schlumberger North Africa Geomarket (NAG) a connu en 2012 une centralisation des magasins en un seul entrepôt qui contient plus de 70% de matériel.

Pendant les cinq ans de son existence, MM a rencontré plusieurs obstacles et subi beaucoup de pression de la part de ses clients, c'est pourquoi elle a essayé d'apporter des améliorations qui puissent éliminer les dysfonctionnements et lui permettre de satisfaire toutes les parties prenantes.

Cependant, la majorité des projets qui ont été menés jusqu'à maintenant ont proposé des solutions qui n'ont pas été entièrement implémentées ce qui les a empêché d'apporter l'amélioration souhaitée.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail qui a pour but d'identifier les différents dysfonctionnements, de proposer des solutions et de les implémenter.

Les responsables de l'entrepôt, soucieux de traiter les sources majeures des problèmes rencontrés par la fonction MM en l'occurrence l'efficacité et l'organisation, ont jugé la nécessité de mener un projet d'amélioration qui puisse résoudre la problématique communiquée.

En effet, l'organisation actuelle n'est pas en mesure de mener des opérations d'entreposage dans les temps et la qualité qui répondent aux exigences de ses clients.

C'est en tenant compte de l'aspect organisationnel énoncé dans la problématique que nous avons effectué un diagnostic socio-économique, démarche de développement organisationnel qui met l'accent sur les principaux dysfonctionnements.

En plus du diagnostic socio-économique, un audit spécifique aux entrepôts a été mené pour évaluer la performance actuelle de l'entrepôt MD1.

Par la suite, et afin de traiter l'aspect efficacité de l'entrepôt, nous avons jugé qu'il était nécessaire d'adopter une démarche qui permet de structurer notre étude dont l'objectif est d'améliorer la performance de MM. Par ailleurs, la démarche choisie qui est le Lean Six Sigma est jugée la plus adéquate car elle permet d'instaurer une réflexion stratégique et s'inscrit dans une optique d'amélioration continue à travers le cycle DMAIC.

Ainsi, le présent travail est réparti en quatre chapitres :

Le premier chapitre explicite les fondements théoriques des démarches Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma, du diagnostic socio-économique et de la théorie des contraintes.

Le second chapitre se présente sous deux parties :

La première partie est dédiée à l'étude de l'existant qui consiste dans un premier temps à présenter Schlumberger dans le monde, Schlumberger dans le North African Geomarket (NAG), la fonction NAG Materials Management (MM) et l'entrepôt MD1. Par la suite, un audit et un diagnostic socio-économique ont été menés pour évaluer la performance de l'entrepôt dans ses deux composantes (opérationnelle et organisationnelle).

La deuxième partie est consacrée à l'étape Définir du cycle DMAIC. Elle consiste à délimiter le cadre du projet et se termine par la rédaction des chartes de projet.

Le troisième chapitre, quant à lui présente le projet d'amélioration de la fiabilité de l'inventaire.

Le quatrième et dernier chapitre est consacré au projet d'amélioration de l'efficacité des processus au sein de l'entrepôt et dans lequel nous avons fait appel à la théorie des contraintes tout en respectant les étapes de la démarche DMAIC.

Chapitre I :
État de l'art

Introduction

L'objectif de ce chapitre est de présenter les fondements théoriques des approches utilisées dans le présent travail et de décrire les outils proposés par les différentes démarches.

I.1. Diagnostic socio-économique

Cette première partie sera consacrée au diagnostic socio-économique.

I.1.1. Définition

La démarche du diagnostic socio-économique a été conçue en 1976, par Henri Savall avec son équipe de recherche de l'ISEOR¹, dans le cadre des recherches sur le changement dans les organisations, sur la base de la notion de capacité de potentiel interne de changement. L'une des hypothèses sous-jacentes est que le gisement de plasticité des organisations se trouve, en majorité, dans l'ensemble des dysfonctionnements qu'elles subissent.

Le diagnostic socio-économique permet donc de détecter les dysfonctionnements et d'évaluer leurs impacts sur l'organisation.

Le diagnostic de type socio-économique peut être considéré comme une démarche de développement organisationnel qui met l'accent sur les principaux dysfonctionnements de l'organisation étudiée, afin de montrer que ce n'est pas le changement qui est douloureux, mais la résistance au changement. (Damaj, 2013)

I.1.2. Les étapes du diagnostic socio-économique

Le diagnostic socio-économique se décline en plusieurs étapes qui sont présentées par la figure I.1.

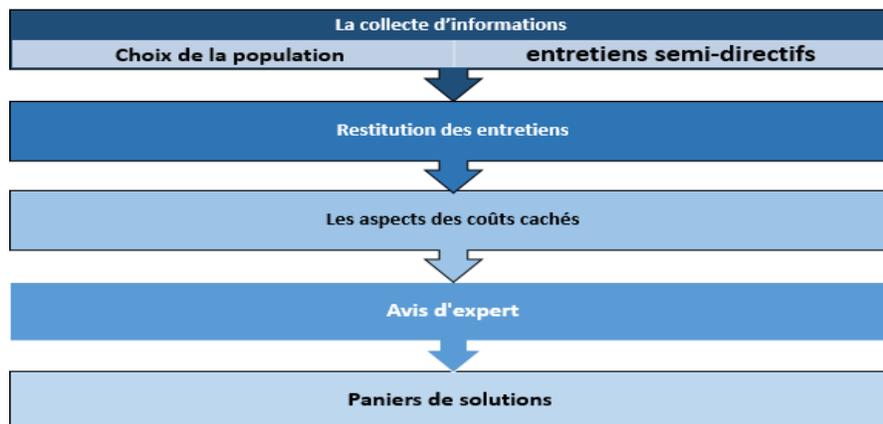


Figure I.1. Etapes du diagnostic socio-économique

¹ Institut de socio-économie des entreprises et des organisations, fondé en 1975 par Henri Savall.

I.1.2.1.La collecte d'informations

Trois techniques sont utilisées pour la collecte de l'information dans le cadre d'un diagnostic socio-économique. Il s'agit des entretiens individuels et par groupe d'acteurs internes, l'observation directe et de repérage des documents internes à l'entreprise. Les données recueillies sont de différentes natures : qualitatives, quantitatives et financières. Les entretiens sont semi-directifs et ciblent deux niveaux de population. Il s'agit dans un premier temps des acteurs faisant partie du niveau horizontal notamment, les propriétaires, les directeurs et les membres de l'encadrement. Puis, dans un second temps, ce sont les acteurs qui appartiennent au niveau vertical qui constitue le personnel de base de l'entreprise. Ainsi, le diagnostic socio-économique se divise en deux parties : Un diagnostic horizontal et un diagnostic vertical.

De plus, il existe deux types d'entretiens, les entretiens qualitatifs qui permettent d'identifier les dysfonctionnements et les entretiens quantitatifs qui permettent de calculer les coûts cachés. (Ben Hassen, 2011)

- **Choix de la population**

Pour des organisations de grande taille, il est difficile d'interroger tous les acteurs internes c'est-à-dire l'ensemble de la population constituant l'entreprise. C'est pourquoi, les personnes concernées par le diagnostic socio-économique sont choisies selon des critères bien définis afin de représenter la diversité des opinions de toutes les catégories des acteurs et de tous les niveaux de l'entreprise.

Néanmoins, il est nécessaire de rencontrer le maximum possible pour pouvoir connaître toute information nécessaire et repérer la majorité des dysfonctionnements. Les acteurs seront choisis selon plusieurs critères :

- Par types de comportements : Des personnes actives et des personnes moins appréciées par leur hiérarchie, des « bavards » et des « timides ».
- Par types d'activités : les groupes homogènes et les groupes d'interface.
- Par critères démographiques : des anciens et des nouveaux dans l'entreprise ; des jeunes et des plus âgés ; des hommes et des femmes. (Zakkour, 2013)

- **Objectifs des entretiens**

Les entretiens du diagnostic socio-économique, permettent en premier lieu de mieux connaître son terrain d'expérimentation. Ils permettent d'établir une connaissance globale de l'entreprise, puis une connaissance plus précise de chaque département et service. Ces mêmes entretiens permettent de recueillir les opinions des divers acteurs sur le fonctionnement de l'organisation et les conditions de travail, ce qui aide à faire un premier repérage des dysfonctionnements qui en résultent. Après repérage, divers dysfonctionnements non cités spontanément par les acteurs seront déduits. (Ben Hassen, 2011)

I.1.2.2. Restitution des entretiens

A partir des phrases témoins recueillies pendant les entretiens, on identifie les différents dysfonctionnements qui sont classés sous six thèmes qui sont : les conditions de travail ; l'organisation du travail ; la gestion du temps ; la formation intégrée ; la communication, coordination et concertation (3C) et la mise en œuvre stratégique (MOS).

Les résultats des entretiens seront restitués oralement auprès du personnel, cette étape est appelée « effet miroir ».

Ces phrases témoins seront ensuite traduites en idées clés en mesurant la fréquence d'apparition de chaque idée clé.

I.1.2.3. Les aspects des coûts cachés

Un coût-caché est un coût qui n'a pas de repère direct dans la comptabilité de l'entreprise bien qu'il puisse affecter directement ou indirectement plusieurs postes du compte de résultat, qu'ils soient au niveau des charges ou des revenus.

Les coûts-cachés sont détectés et évalués à partir des entretiens quantitatifs. L'objectif de cette évaluation est de connaître les facteurs concrets qui provoquent la dégradation des performances de l'organisation.

Les coûts cachés fournissent ainsi une explication puissante du niveau de qualité plus ou moins élevé du fonctionnement de l'organisation, et des déperditions d'énergie des ressources humaines. Ils correspondent à des problèmes organisationnels et humains. Il est possible d'agir sur le montant des coûts cachés, soit par baisse de la fréquence des dysfonctionnements, soit en faisant le choix de régulations moins coûteuses. Cinq indicateurs des coûts cachés sont utilisés. (Damaj, 2013)

- **Indicateurs de coûts cachés**

Afin de mesurer les coûts cachés, cinq indicateurs sont utilisés. Ces derniers se décomposent en deux types : des indicateurs sociaux et des indicateurs économiques.

Il existe trois indicateurs sociaux qui sont :

- L'absentéisme ;
- Les accidents de travail ;
- La rotation du personnel : cet indicateur regroupe tous les coûts cachés liés au mouvement du personnel dans l'organisation, par exemple, la démission d'une personne entraîne une désorganisation du service et des coûts de formation et d'intégration pour le nouveau recruté au poste.

Deux autres indicateurs économiques regroupent l'autre partie des coûts cachés et qui sont :

- Les écarts de productivité directe : cet indicateur correspond aux coûts cachés qui ont pour conséquence de diminuer la quantité de travail réalisée dans la journée ;
- Les défauts de qualité : cet indicateur correspond aux coûts cachés qui traduisent une détérioration de la qualité des produits et/ou des services.

Les coûts cachés sont ensuite classés en six composants :

- 1) Les sursalaires : regroupent les actes de régulation réalisés par une personne titulaire d'une fonction mieux rémunérée que la personne qui aurait dû réaliser l'opération, si le dysfonctionnement ne s'était pas produit.
- 2) Les surtemps : ce sont les temps supplémentaires passés pour régler un dysfonctionnement.
- 3) Les surconsommations : ce composant rassemble les quantités de produits consommés pour réguler un dysfonctionnement, le coût caché est valorisé par le prix supporté par l'organisation.
- 4) Les non-productions : ce sont des absences d'activité ou des arrêts de travail engendrés par un dysfonctionnement.
- 5) La non création de potentiel : regroupe les coûts cachés liés aux dysfonctionnements qui repoussent, ou annulent, une action d'investissement immatériel utile dans la mise en œuvre stratégique.
- 6) Les risques : provoqués par les dysfonctionnements et qui se traduisent alors le plus souvent par des pertes d'opportunité.

Le modèle d'évaluation des coûts-cachés consiste à associer à chacun des cinq indicateurs, les six composants des coûts-cachés en étudiant les régulations de dysfonctionnements mises en œuvre par les acteurs de l'entreprise. (Zakkour, 2013)

I.1.2.4.L'avis d'expert

Après avoir calculé les coûts cachés, l'étape suivante consiste à construire l'avis d'expert. L'avis d'expert est composé de deux parties réalisées à partir des informations qualitatives et quantitatives collectées. La première partie représente une hiérarchisation des principaux dysfonctionnements exprimés par les acteurs : la « hiérarchisation de l'effet miroir ». La deuxième partie complète l'expression des acteurs par une interprétation à partir de l'observation du non exprimé : le non-dit.

L'objectif de cette phase est de proposer aux acteurs des causes racines des dysfonctionnements.

I.1.2.5.Paniers de solutions

A partir des résultats obtenus à l'issue de l'avis d'expert, des axes d'amélioration sont proposés. Ces axes sont regroupés en trois principaux paniers :

Panier 1 : Aménagement, condition et organisation du travail.

Panier 2 : Procédures, Système d'information et 3C.

Panier 3 : Politique ressources humaines, organigramme.

I.2. Le Lean

Cette partie sera consacrée aux fondements théoriques

I.2.1.Définition du Lean

Le Lean est défini comme une approche systémique qui vise à identifier et éliminer tous les gaspillages (activités à non-valeur ajoutée) au travers d'une amélioration continue en vue d'atteindre l'excellence industrielle.

Au-delà d'un simple système de production, le Lean est avant tout une philosophie, une façon de voir et de penser, dont il est important de connaître les fondements pour en apprécier tout l'intérêt. (Petitqueux,2006)

Ce concept, qui vise à augmenter le profit en satisfaisant les clients, utilise ces définitions élémentaires « la valeur ajoutée » et « le gaspillage » (Leseure-Zajkowska, 2010).

La valeur ajoutée (VA), en anglais « *added value* », représente la valeur du bien ou du service perçue par le client. C'est parce que le produit satisfait exactement à ses besoins, que le client accepte de payer le prix réclamé. Les opérations, telles que l'exploitation du temps, de l'espace et des ressources, augmentent la valeur ajoutée. A l'inverse, les opérations sans valeur ajoutée augmentent les coûts sans plus-value pour le client : les coûts de stock, du transport et du capital. Dans la majorité des entreprises, la valeur ajoutée est estimée à environ 10% du prix de vente du produit. (Christopher, 1998).

En conséquence, le but du concept Lean consiste à augmenter la proportion de valeur ajoutée dans le prix de vente du produit, et donc à réduire le gaspillage dans tous les domaines de l'entreprise.

1.2.2. Notions de gaspillages

Les gaspillages se présentent sous trois formes distinctes, qu'Ohno² appela communément les « 3 Mu » :

- **Muri** désigne des situations irrationnelles qui conduisent à l'excès ;
- **Mura** désigne les variations qui affectent le fonctionnement nominal du processus ;
- **Muda** désigne toutes activités qui viennent s'ajouter au processus sans contribuer à créer de la valeur au produit (tâche à non-valeur ajoutée).

Le Lean manufacturing intervient dans l'identification, l'élimination ou la réduction des Muda. Ces derniers se matérialisent sous 8 différents types de gaspillages :

1. **La surproduction** : la production trop élevée ou effectuée trop tôt par rapport aux besoins qui entraîne la nécessité de stocker l'excès de pièces produites et la nécessité de préparer davantage de documents ;
2. **Le temps d'attente** : les files d'attente d'en cours, l'emploi inefficent du personnel, le manque d'équilibrage des charges des machines et le temps d'attente de l'opérateur jusqu'à la fin du travail de sa machine ;
3. **Le transport inutile** : le déplacement inutile des objets, des personnes et des informations, le transport supplémentaire pour la reprise des produits, le transport des produits dans des endroits éloignés ;

² Taiichi Ohno, ingénieur industriel japonais, considéré comme le père du système de production de Toyota

4. **Les tâches inutiles** : le dépassement des spécifications du client qui provoque une augmentation des coûts et le ralentissement de la fabrication ; l'emploi d'outils ou de procédures inappropriés ;
5. **Les stocks excessifs** : le niveau élevé des stocks sans raison valable, les retards des flux physiques et d'informations, le maintien et le contrôle des stocks ;
6. **Les mouvements inutiles** : la mauvaise organisation des postes du travail qui manquent d'ergonomie, la nécessité de chercher des pièces difficiles d'accès, les déplacements excessifs entre les opérations et le déballage ;
7. **La fabrication de produits défectueux** : les erreurs lors de la production, du travail bureautique, de la distribution, les retouches, la transmission d'un élément défectueux au poste en aval ou au client externe.
8. **Le potentiel humain inexploité** : la non utilisation du potentiel du personnel, les pertes de compétences et des idées, l'absence de formation et un turn-over important peuvent être à l'origine de cette dernière forme de gaspillage. (Beaulieu-Paré, 2011)

I.2.3. Concepts clés du Lean

Les définitions suivantes expliquent les concepts clés du Lean.

I.2.3.1. Lean manufacturing

Le Lean manufacturing est un nom générique qui désigne un système de production originellement développé par Toyota et désormais utilisé de par le monde dans tous les secteurs industriels

I.2.3.2. Excellence industrielle

La bonne qualité des produits, la réduction des coûts d'exploitation et la performance des processus sont des objectifs que tout industriel se doit d'atteindre pour développer et pérenniser son activité. La recherche de cette excellence industrielle est une quête longue et difficile qu'on associe souvent à la construction d'un édifice pierre après pierre. La figure I.1 présente la maison du Lean.

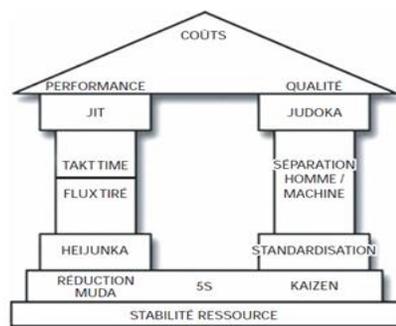


Figure I.2. Édifice Lean (Petiqueux, 1998)

Dès lors, on comprend que la robustesse et le gigantisme du monument dépendent directement de la qualité des fondations et autres piliers de l'édifice. La stabilité des ressources, la confiance mutuelle entre les opérationnels et le management sont des fondamentaux, la performance des processus et la bonne qualité des produits étant les prérequis à toute réduction de coût. (Petitqueux, 2006)

I.2.3.3.Kaizen

En japonais le mot « Kaizen » signifie amélioration à « petits pas » ou continue et implique tous les acteurs du processus dans la promotion d'améliorations simples et « bon marché ». Cette philosophie de tous les jours est basée sur le bon sens et l'expérience des opérationnels. Le mot Kaizen est souvent associé au terme *Kaizen Event*(ou *Kaizen Blitz*) qui consiste à réunir, sur une courte période, une équipe poly compétente sur un point précis du processus pour des améliorations rapides.

I.2.3.4.Heijunka

Le Heijunka désigne une méthode de régulation de charge basée sur le fractionnement de la taille des lots, le volume étant basé sur les moyennes de la demande. Le succès et l'efficacité du Heijunka dépendent directement de la mise en place des outils du Lean (SMED, *Total Productive Maintenance* TPM, Kanban...) permettant d'optimiser la planification et les changements de série.

I.2.3.5.Juste à Temps

L'acronyme « Just in time » (JIT) ou juste à temps désigne un concept qui consiste à fournir/recevoir les bons composants, en quantité exacte, au lieu et en temps voulus.

Il a été développé par Ohno au début des années 1950. Sa source d'inspiration fut l'observation du fonctionnement d'un supermarché américain, où le client pouvait obtenir ce dont il avait besoin au moment souhaité et dans les quantités voulues.

I.2.3.6.Jidoka

Jidoka est un terme japonais qui signifie « automatisation » ou « autonomisation intelligente ». Les principes du Jidoka sont de développer des machines et des processus capables de détecter l'anomalie (chaleur, vibration, bruit, dimensions...), stopper les opérations et signaler la défaillance à l'opérateur. L'objectif est de détecter en temps réel les défauts de fabrication, stopper la production, identifier et traiter la source du dysfonctionnement. (Petitqueux, 2006)

I.2.4.Boîte à outils Lean

Le tableau I.1 regroupe les méthodes, les techniques, les outils et les indicateurs du domaine du Lean selon le rôle qu'ils jouent dans l'application du Lean management.(Leseure, 2010)

Tableau I.1. Méthodes, techniques, outils et indicateurs du domaine du Lean (Leseure, 2010)

Domaine d'application	Nom	Objectif
Représenter les processus dans le temps et dans l'espace	Schéma du processus de production	Calculer les temps d'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
Régulariser les flux et stabiliser les processus	Système 5S	Organiser le poste de travail pour le rendre ergonomique et performant
	Flux continu	Éliminer les stocks et les attentes des opérateurs
	Équilibrage de ligne	Équilibrer 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 de 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
Maintenir les améliorations et développer le potentiel humain	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
	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.3.Six Sigma

Cette partie sera dédiée aux principes du Six Sigma.

I.3.1.Définition du Six Sigma

Les principes de Six Sigma ont été adoptés la première fois par Motorola au milieu des années 1980. A l'époque, Motorola faisait face à une concurrence atroce de la part de l'industrie électronique japonaise et avait besoin d'apporter des améliorations drastiques à ses niveaux de qualité. Il s'agissait au début d'une démarche qualité limitée aux techniques de Maitrise Statistique des Procédés (MSP). Six Sigma est devenu par la suite une véritable méthode de management englobant l'ensemble des fonctions de l'entreprise. (Linderman et al., 2003)

La lettre grecque « sigma » représente à l'origine une unité de mesure statistique qui définit la variabilité ou la dispersion des données. Par extension, plus le « sigma » d'un processus est élevé, plus les éléments sortants du processus (produits ou services) satisfont les besoins du client, et plus les défauts de ce processus sont rares. (Volck, 2009)

Ainsi, le but principal de la méthode Six Sigma est de satisfaire le client. La réalisation de cet objectif se déroule simultanément en réduisant les coûts et en améliorant considérablement le niveau de la qualité.

Cette approche globale se décline de plusieurs façons. Six Sigma, c'est (Pillet, 2004) :

- une certaine philosophie de la qualité tournée vers la satisfaction totale du client ;
- un indicateur de performance permettant de savoir où se situe l'entreprise en matière de qualité ;
- une méthode de résolution de problèmes et une approche qui permet de réduire la variabilité et d'atteindre la cible sur les produits ou dans les services ;
- une organisation des compétences et des responsabilités des hommes de l'entreprise ;
- un mode de management par la qualité qui s'appuie fortement sur une gestion par projet.

La méthode Six Sigma doit permettre de réduire la variabilité des processus les plus importants du point de vue du client. (Antony et al., 2003) ; la stabilisation de ces processus est obtenue à travers une approche statistique.

Dans la méthodologie Six Sigma, la poursuite du niveau de qualité correspond à **3,4 défauts** (ou erreurs) par **million** d'opportunités. (Leseure et al., 2010).

La figure I.2. illustre le principe sur lequel toute la démarche 6 sigma est basée. Il s'agit de la réduction de variabilité qui permet de mieux maîtriser le processus et ainsi de mieux satisfaire les besoins du client.

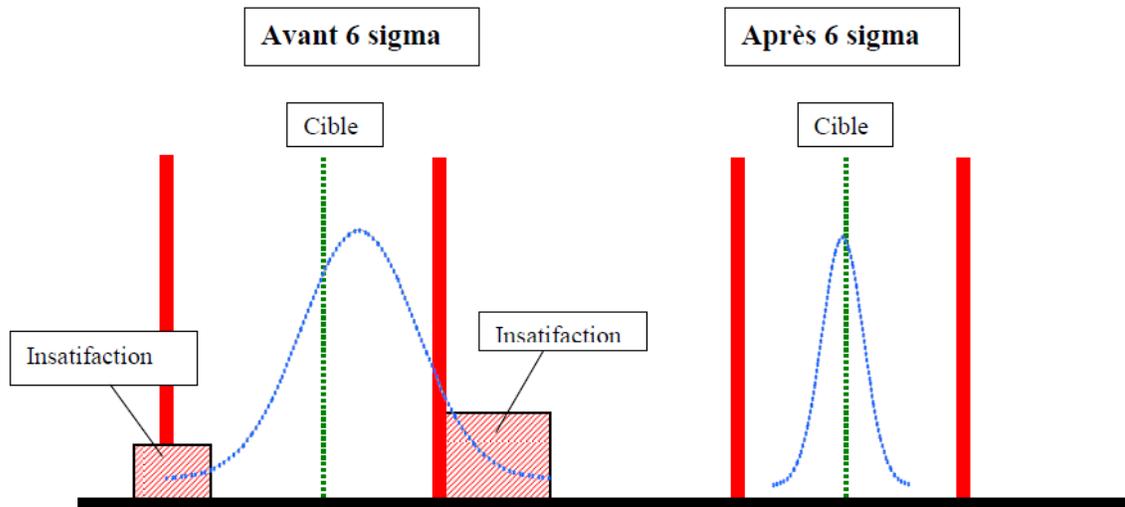


Figure I.3. La réduction de variabilité (Balanche, 2005)

La méthodologie se déroule selon l'un des deux principaux modèles d'amélioration continue associés au Six Sigma :

- DMAIC qui est un acronyme qui caractérise une méthode standard d'amélioration du processus grâce à l'élimination des problèmes, ce qui est réalisé à travers les étapes : définir, mesurer, analyser, améliorer et contrôler (Define – Measure – Analyse – Improve – Control) (Montgomery, 2005).
- Design For Six Sigma – DFSS qui doit permettre à l'entreprise de concevoir les produits et les processus qui peuvent à la fois satisfaire les attentes du client et être fabriqués à un niveau de qualité proche du standard de Six Sigma (Mader, 2002).

I.3.2. Rôles et responsabilités

Pour être efficace, Six Sigma s'organise autour de plusieurs personnes clés qui ont chacune une compétence particulière et un rôle particulier. Ainsi, dans une démarche Six Sigma les responsabilités sont clairement définies. L'organigramme est composé de cinq niveaux hiérarchiques (Balanche, 2005) et est présenté dans le tableau I.2.

Tableau I.2. Infrastructure du Six Sigma (Koch et Torczewski, 2003)

Niveau hiérarchique	Responsabilité	Nombre de personnes
Responsable de l'entité	Pilotage stratégique : motiver, diriger, assurer une vision à long terme, éliminer les obstacles et surveiller les projets.	Une par organisation
Champion	Pilotage stratégique et pilotage tactique : assurer l'allocation appropriée des ressources et choisir les candidats pour devenir les Black Belts.	Une par organisation
Black Belt	Pilotage tactique et pilotage opérationnel : réaliser les projets Six Sigma et former les Green Belts.	Une pour 100 employés
Master Black Belt	Pilotage tactique et pilotage opérationnel : choisir, former les Black Belts et surveiller les projets.	1 pour 10 Black Belts
Green Belt	Pilotage opérationnel, conduite et suivi : diriger les petites équipes, aider les Black Belts et mener ses propres projets.	Environ 25% du personnel opérationnel

I.3.3. Domaines d'application

La méthode Six Sigma, mise au point chez Motorola dans les années 80, est utilisée par les plus grandes entreprises mondiales, par exemple Allied Signal, General Electric, Polaroid, ABB, Whirlpool, Bombardier Transportation Polska, Sauer Danfoss, Citibank, Sony, Seagate et Ford (Domańska, 2005).

Ces grands groupes ont obtenu des bénéfices financiers importants, une meilleure organisation du travail et une amélioration de la qualité de leurs produits, parmi ces bénéfices, on trouve :

Tableau I.3. Domaines d'application du Six Sigma (Leseure, 2010)

Entreprise	Bénéfices obtenus grâce au 6 Sigma
General Electric	4,4 milliards de dollars d'économies dans les années 1996-1999.
Honeywell	1,8 milliards de dollars d'économies dans les années 1998-2000.
Allied Signal	0,5 milliards de dollars d'économies en 1998; Réduction du temps de lancement de produit de 50%.
Ford	1 milliard de dollars d'économies dans les années 2001-2003; L'augmentation de la satisfaction client de 5%.
Polaroid Corporation	Augmentation du profit de 6% chaque année ;

I.4.LEAN SIX SIGMA

Dans cette partie, nous abordons la combinaison des deux méthodes Lean et Six Sigma.

I.4.1.Définition :

Les concepts Lean Manufacturing et Six Sigma sont de plus en plus appréciés par les grandes entreprises grâce à leur influence favorable sur la productivité et leurs résultats qualitatifs et financiers, ce qui mène par conséquent à renforcer leur position sur le marché. Par suite de l'évolution de ces deux méthodes, l'hybride Lean Six Sigma LSS s'est formé pour agir de manière plus complète sur l'ensemble du système de l'entreprise, en réalisant en même temps les objectifs de ces deux concepts. En conséquence, l'application conjointe du Lean et du Six Sigma permet à chacune de ces méthodes de se compléter et par synergie de renforcer leur efficacité pour améliorer le fonctionnement de l'organisation. (Arnheiter et Maleyeff, 2005)

Le tableau I.4. présente la complémentarité entre les deux approches.

Tableau I.4. Complémentarité Lean et Six Sigma (Volck, 2009)

Lean	Six Sigma
<p><i>Objectifs principaux</i></p> <p>Éliminer :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les gaspillages ; • Rapidité avec moins de ressources (« Faire plus, plus 	<p><i>Objectifs principaux</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Réduire la variabilité ; • Qualité ; • Approche analytique et rationnelle, résolution de problèmes complexes.

<p>vite ») ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Approche intuitive, résolution de problèmes simples. <p><i>Outils exploités (exemples)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Value Stream Mapping, 5S; • Analyse de la valeur ajoutée ; • Juste À Temps ; • Standardisation des méthodes de travail ; • Kaizen. <p><i>Résultats</i></p> <p>Résultats visibles à court terme, par « petits pas », vers la pérennisation.</p>	<p><i>Outils exploités (exemples)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Voix du Client (VOC) ; • Statistiques ; • Outils par étapes du DMAIC (SIPOC, Ishikawa, AMDEC...); • Cartes de contrôle. <p><i>Résultats</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • « Fruits mûrs » (gains relativement rapides) ; • Résultats à moyen et long terme.
--	---

I.4.2. Fondements du LSS :

Le fondement du Lean Six Sigma est basé sur quatre piliers clés de la méthode :

- Satisfaire les clients en leur fournissant rapidement le bien ou le service d'une haute qualité et conforme à leurs attentes ;
- Pour répondre aux exigences des clients, il faut améliorer les processus de l'organisation, en réduisant la variabilité et le gaspillage ;
- Travailler en équipe pour trouver les solutions et être plus performant ;
- Prendre des décisions en se basant sur les données. (George et al., 2006)

La figure I.4 illustre les piliers du Lean Six Sigma.

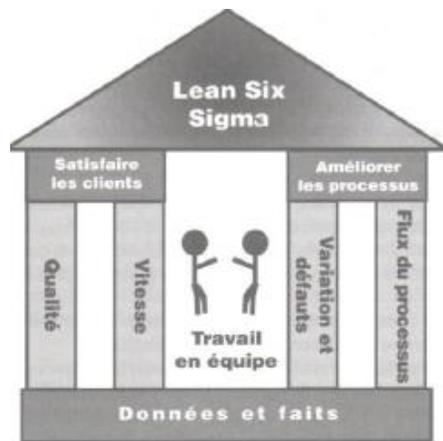


Figure I.4. Piliers du concept Lean Six Sigma (Leseure, 2010)

I.4.3. Les cinq lois du Lean Six Sigma :

Le Lean Six Sigma est caractérisé par cinq lois qui sont :

1ère Loi, la loi du marché « Les besoins du client définissent la qualité et sont la plus haute priorité de l'amélioration » ;

2ème Loi, la loi de la flexibilité « La vitesse de n'importe quel processus est proportionnelle à sa flexibilité » ;

3ème 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 ». C'est une interprétation de la loi de Pareto. Ainsi, il convient de concentrer les efforts et d'agir sur ces principales activités afin de réduire considérablement les délais :

4ème Loi, la loi de la vitesse (Loi de Little) « la vitesse de tout processus est inversement proportionnelle à la quantité de travaux en cours » ;

5ème 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) ». (Georges, 2003)

I.4.4. Domaines d'application

La méthodologie Lean Six Sigma peut être appliquée à tout type d'organisation et peut apporter de nombreux avantages. Elle permet une meilleure satisfaction du client à travers la réduction des coûts et des délais. 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).

I.5. Théorie des contraintes

Cette partie sera consacrée à la dernière démarche utilisée dans le présent travail qui est la théorie des contraintes.

I.5.1. Définition

La théorie des contraintes a été développée au milieu des années 1980 par Eli Goldratt.

Elle trouve ses origines en production industrielle, d'où les premiers développements théoriques autour des ressources se révélant être des contraintes. Avec la généralisation à d'autres champs d'application la notion de contrainte a été élargie aux politiques et décisions qui limitent la progression d'une organisation vers son but. (Hohmann, 2012)

La théorie des contraintes repose sur deux principaux concepts :

Chaque système possède au moins une contrainte sans laquelle il réaliserait des profits d'une manière illimitée. Ainsi, une contrainte est toute chose qui limite la performance du système et l'empêche d'atteindre ses objectifs. (Goldratt, 1988, p.453)

L'existence des contraintes représente des opportunités d'amélioration. Contrairement aux réflexions conventionnelles, la TOC considère la contrainte comme un point positif puisqu'elle détermine la performance du système, à cet effet, une élimination graduelle de la contrainte va améliorer le fonctionnement de tout le système. (Rahman, 1998)

I.5.2. Les étapes de la TOC :

Le principe de la théorie des contraintes se concentre sur une approche d'amélioration continue qui s'appuie sur cinq étapes clés. La figure I.4 présente les étapes de la théorie des contraintes.

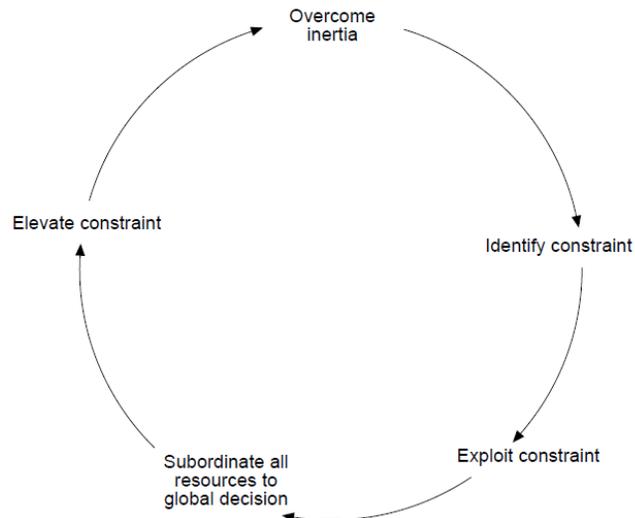


Figure I.5. Processus d'amélioration continue (Rahman, 1998)

I.5.2.1. Identifier la contrainte du système :

Dans cette étape, la question qui se pose est : « Qu'est ce qui empêche le système, l'organisation, le processus ou l'entreprise d'arriver à ses fins, à son but ? Quel est le maillon faible de cette chaîne ?

Dans un contexte de production, le goulot est généralement connu, identifié intuitivement, il s'agit généralement d'une machine à capacité limitée, un manque d'espace ou de matériel.

Pour une entreprise de service, l'expérience montre qu'en réalité les contraintes sont procédurales et organisationnelles plutôt que physiques. Dans plusieurs cas, ce qui limite la performance de l'entreprise ce sont les procédures et les politiques de management. (Motwani, 1996)

I.5.2.2. Exploiter la contrainte :

La contrainte détermine la performance du système tout entier. Exploiter la contrainte signifie utiliser toute la capacité de cette ressource pour atteindre le but, qui est généralement réaliser du profit maintenant et dans le futur. (Goldratt, 1984)

Tout ce qui interfère avec la maximisation du débit du goulot doit être amélioré ou éliminé. Avant de songer à multiplier les ressources goulot, on cherche à utiliser de manière efficace la capacité installée, d'autant qu'il est probable qu'une part plus ou moins importante de celle-ci est gaspillée par le fait de mauvaises pratiques et de l'ignorance des règles de la théorie des contraintes. (Hohmann, 2012)

I.5.2.3. Subordonner tous les processus à la contrainte :

Dans cette étape, chaque composante qui ne constitue pas une contrainte pour le système doit être ajustée pour garantir l'efficacité maximum de la contrainte. Puisque cette dernière impose le débit du processus, les autres ressources doivent être synchronisées sur le rythme de la contrainte. Si les ressources non-contraintes sont surexploitées, elles ne feront qu'augmenter les encours. (Rahman, 1998)

I.5.2.4. Elever la contrainte du système:

Une fois que toutes les initiatives permettant de mieux exploiter le goulot sans investissements sont épuisées et si la capacité récupérée n'est toujours pas suffisante, il faut considérer l'augmentation de la capacité. Les différents leviers possibles sont Investir dans des capacités, recruter du personnel si cela permet d'augmenter le débit du système.

I.5.2.5. Lutter contre l'inertie :

Lorsque le goulot est éliminé, une autre contrainte va apparaître. Il convient alors de reprendre la démarche depuis la première étape. En premier lieu, il est nécessaire de considérer TOC comme un processus continu. Et en second lieu, il faut savoir qu'il n'y a pas de solution permanente. (Hohmann, 2012)

I.5.3. Les neuf règles de la TOC :

La théorie des contraintes est caractérisée par neuf lois qui sont :

1. Equilibrer les flux et non les capacités ;
2. Le niveau d'utilisation d'un non goulot n'est pas déterminé par son propre potentiel mais par d'autres contraintes du système ;
3. Utilisation et plein emploi d'une ressource ne doivent pas être synonymes ;
4. Une heure perdue sur un goulot est une heure perdue pour tout le système ;
5. Une heure gagnée sur un non goulot n'est qu'un leurre ;
6. Les goulots déterminent à la fois le débit de sortie et les niveaux de stocks ;
7. Souvent le lot de transfert ne doit pas être égal au lot de production ;
8. Les lots de fabrication doivent être variables et non fixes ;
9. Les délais de fabrication sont le résultat d'un programme et ne peuvent donc être prédéterminés. (Motwani, 1996)

I.5.4. Synergie Lean, Six sigma et TOC

Il existe plusieurs synergies entre les trois méthodologies Lean, Six Sigma et la théorie des contraintes. Elles sont toutes orientées client et ont comme objectif de satisfaire au mieux ses besoins. L'utilisation conjointe des trois démarches permet d'avoir de meilleurs résultats.

En effet, grâce à la TOC, l'identification du goulot permet d'éviter la dilution des efforts et ressources nécessairement limités sur des non-goulots. Ainsi le Lean et Six Sigma vont se concentrer uniquement sur les goulots et vont être donc plus efficaces.

I.6. Le déploiement du Lean Six Sigma

L'objectif de cette partie est de présenter le déploiement du Lean Six Sigma à travers l'explication de chaque phase du cycle DMAIC, ses objectifs, ses principaux livrables et les outils qu'il mobilise. La figure I.5 présente les étapes du cycle DMAIC.



Figure I.5. Cycle DMAIC

I.6.1. Définir

Un projet Lean Six Sigma a pour objectif de réduire la variabilité des processus afin de mieux les maîtriser. Ainsi, après avoir pris la décision de réaliser le projet, il faut en dessiner plus précisément les contours. Ceci se fait à travers l'étape de définition du projet qui est une phase critique de la démarche DMAIC.

I.6.1.1. Objectif de l'étape

Le but de cette étape est d'identifier les clients à satisfaire et leurs besoins mais aussi de bien cerner l'état actuel du processus. Le livrable principal de cette étape est la charte du projet qui définit l'objectif à atteindre.

I.6.1.2. Déroulement de l'étape

Dans cette partie, nous allons présenter les grandes actions de l'étape Définir et décrire les outils utilisés dans le présent travail.

A. Prédéfinition du projet

L'étape de prédéfinition du projet consiste à déterminer le problème le plus prioritaire, dans le cadre de la stratégie de l'entreprise. En effet, pour résoudre un problème, il faut d'abord l'avoir parfaitement défini. (Pillet, 2004)

Il faut en effet, identifier :

- **un vrai problème** : soit, un écart notable entre des performances attendues et mesurées,
- **un vrai client** : autrement dit, un client motivé par la réduction de l'écart ;
- **des gains significatifs** justifiant le temps et l'énergie que l'on va dépenser ;
- **un périmètre limité** garantissant une durée d'action entre six mois et un an.

B. Cartographie des processus

Afin d'améliorer un processus, il est nécessaire d'identifier ses activités et ses différents flux de matières et d'information. La cartographie du processus est un excellent moyen pour réaliser une telle analyse. De nombreuses représentations sont proposées pour réaliser cette cartographie, notamment : La boîte noire, les logigrammes et le SIPOC³

Dans le cadre de notre projet LSS, la cartographie la plus adaptée est le diagramme SIPOC car il permet de (Georges, 2003) :

- Spécifier le début et la fin du processus et de délimiter le champ du projet ;
- Identifier tous les clients concernés par le processus ;
- Limiter les étapes du processus cartographié tout en obligeant l'équipe projet à faire des efforts pour identifier les étapes et les activités importantes et pertinentes.

- Les étapes de construction d'un diagramme SIPOC (Soleimannejed, 2004)

Pour construire un diagramme SIPOC, il y a généralement sept étapes :

- Identifier le processus **P** et lui donner un nom descriptif ;
- Identifier les étapes principales (haut niveau) qui le définissent ;
- Identifier les sorties **O** du processus ;
- Identifier les clients **C** qui reçoivent les sorties du processus ;
- Identifier les entrées **I** qui sont requises par le processus ;
- Identifier les fournisseurs **S** requis par les entrées du processus ;
- Valider toutes les informations précédentes par les intervenants impliqués dans le processus.

C. Identification de la voix du client

Le but de Six Sigma est d'atteindre la satisfaction du client. C'est cette satisfaction qui permettra à l'entreprise d'améliorer ses performances économiques. Or, pour satisfaire le client, il faut savoir ce qu'il souhaite, la meilleure façon de le savoir étant de lui demander directement. Il est donc indispensable de réaliser une étude, la plus complète possible, pour bien identifier ses besoins (Pillet, 2004)

La démarche LSS propose plusieurs outils qui permettent de recueillir la voix du client. L'outil utilisé dans le présent travail est le « Voice Of Customer » (VOC). Il permet d'avoir une profonde compréhension des besoins en se posant différentes questions sur les raisons qui l'ont poussé à voir dans une quelconque situation un problème, à souhaiter voir dans le produit ou le service une nouvelle caractéristique ou à proposer une solution. Cela permettra de traduire les besoins qu'il a exprimés en termes clairs et concis et à en déduire d'autres qu'il n'a pas exprimés comme tels (George, 2003).

³SIPOC pour Supplier, Input, Process, Output et Customer

Le VOC est réalisé en suivant les étapes suivantes : (Shillito, 2000) :

- Construire un tableau avec trois colonnes intitulées respectivement : problèmes, besoins et solutions.
- Inscrire chacune des déclarations du client dans l'une des colonnes.
- Reformuler les déclarations inscrites dans la colonne Besoins en besoins clairs et concis.
- Analyser les déclarations inscrites dans la colonne Problèmes pour formuler les besoins en supposant que tout problème est une inadéquation entre une situation et les attentes des clients.
- Analyser les solutions proposées par le client pour déduire les besoins que le client n'a su formuler qu'en proposant une solution ou une nouvelle caractéristique dans le produit ou le service.
- Présenter la nouvelle formulation de l'ensemble des besoins aux clients pour qu'ils les valident, en attribuant un poids à chaque besoin entre 1 et 5.

D.Transformation et exploitation des besoins clients

Après l'identification et la hiérarchisation des besoins des clients, nous allons utiliser le déploiement de la fonction qualité (Quality Function Deployment (QFD) afin de transformer les besoins en exigences techniques, de les prioriser et de fournir des critères mesurables capables de traduire la satisfaction des clients. (Georges, 2003)

Le *QFD* est une méthode permettant de traduire de façon appropriée les attentes du consommateur en spécifications internes à l'entreprise, et ce tout au long du développement d'un produit. L'outil se présente sous la forme d'une matrice qu'on appelle souvent « *maison de la qualité* » du fait de sa forme pouvant figurer une maison avec son toit. (Pillet, 2004)

La maison de la qualité est constituée de sept compartiments comme le montre la figure I.7.

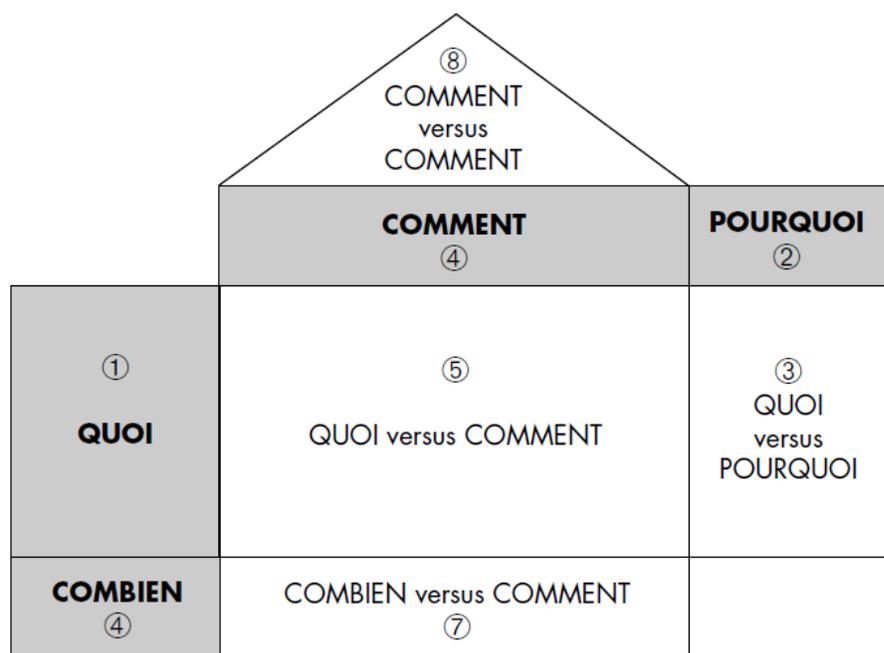


Figure I.7. La maison de la qualité (Duret et Pillet, 2005)

Compartiment 1 : **Les QUOI** : Cette zone contient la liste des attentes et des exigences explicites ou implicites des clients sur le produit ou service.

Compartiment 2 : **Les POURQUOI** : Cette zone a comme objectif de décrire le marché actuel. Elle comprend au moins deux éléments :

- la liste des catégories de clients que le produit doit satisfaire, ainsi qu'une évaluation de l'importance de chaque QUOI pour la catégorie concernée.
- la liste des produits concurrents ou une évaluation par rapport à la concurrence.

Compartiment 3 : **Les QUOI versus POURQUOI** : Cette zone comporte les relations entre les QUOI et les POURQUOI. Le but de cette zone est d'établir une hiérarchie parmi l'ensemble des QUOI en fonction des données du marketing.

Compartiment 4 : **Les COMMENT** : sachant les besoins exprimés par les clients, il faut analyser la façon de les satisfaire.

Compartiment 5 : **Les QUOI versus COMMENT** : permet de mesurer les relations entre les besoins des utilisateurs et les moyens envisagés pour les satisfaire. Cette relation matricielle QUOI/COMMENT représente la base et l'originalité de toute méthode QFD. En règle générale, les relations QUOI/COMMENT sont hiérarchisées en fonction de l'importance de la relation.

Compartiment 6 : **Les COMBIEN** : la liste des COMBIEN sert à caractériser les COMMENT un peu de la même manière que les POURQUOI caractérisent les QUOI.

Compartiment 7 : **Les COMMENT versus COMBIEN** : cette matrice relationnelle permet de caractériser les COMMENT en fonction des COMBIEN.

Compartiment 8 : **Les COMMENT vs COMMENT** : les solutions apportées pour satisfaire les clients sont parfois contradictoires. On identifiera donc dans cette partie toutes les relations positives (vont dans le même sens en terme de qualité) et négatives (vont dans le sens opposé). (Duret et Pillet, 2005)

Les principaux avantages que les utilisateurs de la méthode évoquent le plus fréquemment sont :

- moins de modifications après la mise sur le marché du produit ;
- diminution des coûts de garantie ;
- augmentation de la satisfaction du client ;
- amélioration de la communication entre services ;
- diminution du délai de développement. (Pillet 2004)

E. La charte de projet :

Une fois les processus cartographiés et la voix des clients identifiée, l'équipe de projet devra synthétiser l'ensemble des résultats obtenus dans une charte de projet. Une charte de projet est un document qui décrit l'objet du projet et la raison de son lancement. Il indique aussi le calendrier ainsi que les membres de l'équipe du projet. Dans les projets de Lean Six Sigma, c'est le plus important livrable de la première étape de définition sur lequel repose grandement le succès du projet (Fréchet, 2005)

Même si la rédaction d'une charte de projet est une étape très difficile et très critique, on entend et on lit souvent qu'avoir une bonne charte de projet est comme avoir réalisé 50% du projet. Cet outil revêt une telle importance car il permet de réunir plusieurs facteurs : (Pillet, 2004) :

- Il aide à construire la vision du changement ;
- Il fournit un objectif constant et cohérent pour les membres de l'équipe de projet ;
- Il aligne clairement les membres de l'équipe et clarifie les missions de chacun ;
- Il indique pourquoi un projet a la priorité sur d'autres ;
- Il décrit l'écart entre l'état actuel et l'état souhaité ;
- Il fournit un point de référence auquel l'équipe peut toujours se référer pour rester dans la même voie et ne pas sortir du périmètre du projet.

Enfin, il est important de souligner qu'une charte de projet est un document dynamique, vivant, qui peut être modifié ou ajusté au cours du déroulement du projet. C'est un document qui permet de cadrer les choses et non pas de les figer. (Fanny, 2009)

I.6.2.Mesurer

Si on ne peut pas ou si on ne sait pas mesurer, on ne peut pas comprendre le processus en cours d'analyse. Et bien évidemment, si on ne le comprend pas, on ne pourra pas le transformer.

I.6.2.1.But de l'étape

L'objectif de cette phase est de définir une stratégie claire pour la collecte de données fiables d'une manière efficace. Ceci permettra d'évaluer la performance des processus à améliorer, par comparaison avec les différentes attentes des clients.

I.6.2.2.Déroulement de l'étape

Un des objectifs de l'étape « Mesurer » est de mettre en place un *processus de mesure* capable de traduire la façon dont on satisfait le client.

Comme tous les processus, le processus de mesure se décompose selon les 5M (Moyen, Milieu, Méthodes, Mesurande, Main-d'œuvre). Si on veut utiliser ce processus, il faut auparavant s'assurer qu'on le maîtrise. L'une des méthodes les plus utilisées pour vérifier le système de mesure est le Gage Répétabilité et Reproductibilité (R&R).

Le but d'une telle étude est de vérifier que la part de la variance de mesure est faible par rapport à la variance du processus. Autrement dit, on veut vérifier qu'un écart entre deux mesures traduit bien un écart entre deux produits différents. (Pillet, 2004)

A. Vérification du système de mesure

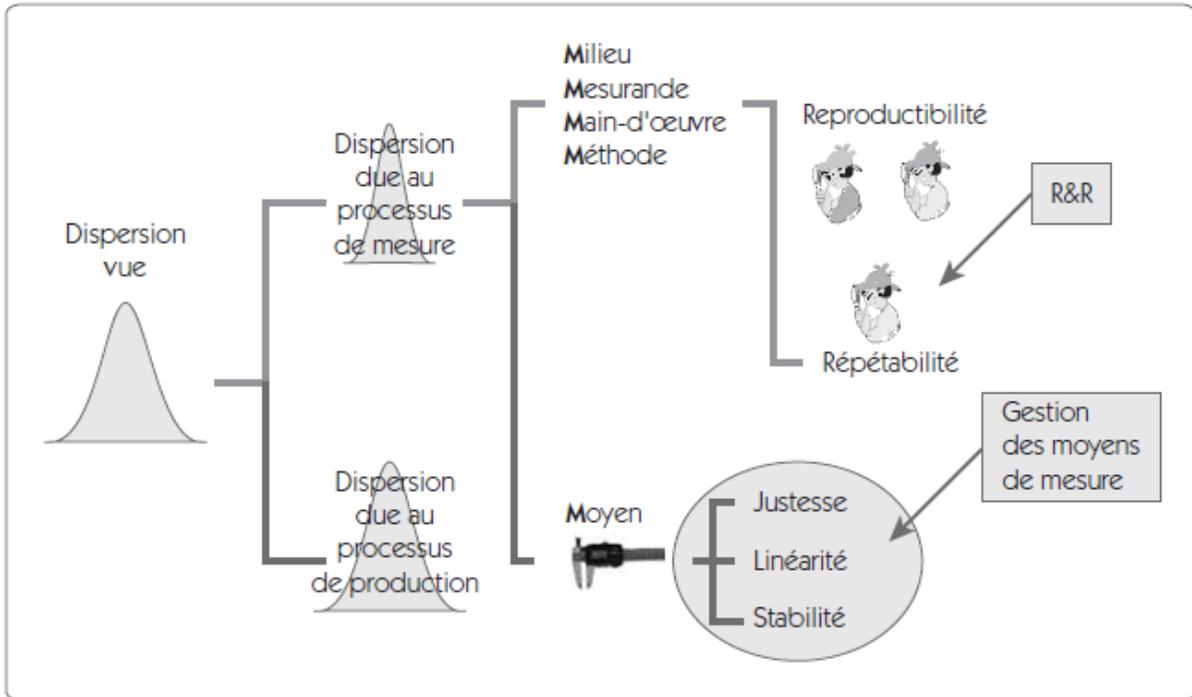


Figure I.7. Décomposition de la dispersion (Pillet, 2004)

La figure I.7 illustre la décomposition de la dispersion telle qu'elle apparaît lors d'une mesure. Une partie de cette dispersion provient du processus de production et l'autre du processus de mesure.

L'additivité des variances nous permet d'écrire :

$$\sigma_T^2 = \sigma_B^2 + \sigma_M^2$$

σ_T^2 : Variance totale

σ_B^2 : Variance réelle du processus de production

σ_M^2 : Variance du processus de mesure

Les principales caractéristiques d'un système de mesure sont présentées ci-dessous :

Justesse : écart systématique entre la moyenne de plusieurs mesures et la valeur de référence.

Linéarité : différence de justesse sur la plage d'utilisation de l'instrument.

Stabilité : variation des résultats d'un système de mesure sur une même caractéristique et le même produit sur une période de temps prolongée.

Répétabilité : variations de mesures successives obtenues sur un même mesurande dans les mêmes conditions.

Reproductibilité : variations de mesures obtenues sur un même mesurande en faisant varier une condition.

Les trois premières caractéristiques dépendent principalement du moyen de mesure et doivent être vérifiées périodiquement par l'entreprise. La plupart des entreprises ont mis en place dans le cadre de l'ISO 9000 une « Gestion des moyens de mesures » permettant d'identifier tous les instruments disponibles dans l'entreprise, de les rattacher aux chaînes d'étalonnage, de planifier une vérification et un étalonnage avec un intervalle adapté de l'ensemble des instruments (Pillet, 2004).

Les parties répétabilité et reproductibilité dépendent principalement des 4 M autres que « Moyen » dans le processus de mesure. Une bonne gestion des moyens de mesure dans une entreprise ne garantit pas la répétabilité et la reproductibilité. C'est la raison pour laquelle il faut réaliser une étude spécifique qui est Gage R&R. La figure I.8 donne les différentes sources de variation.

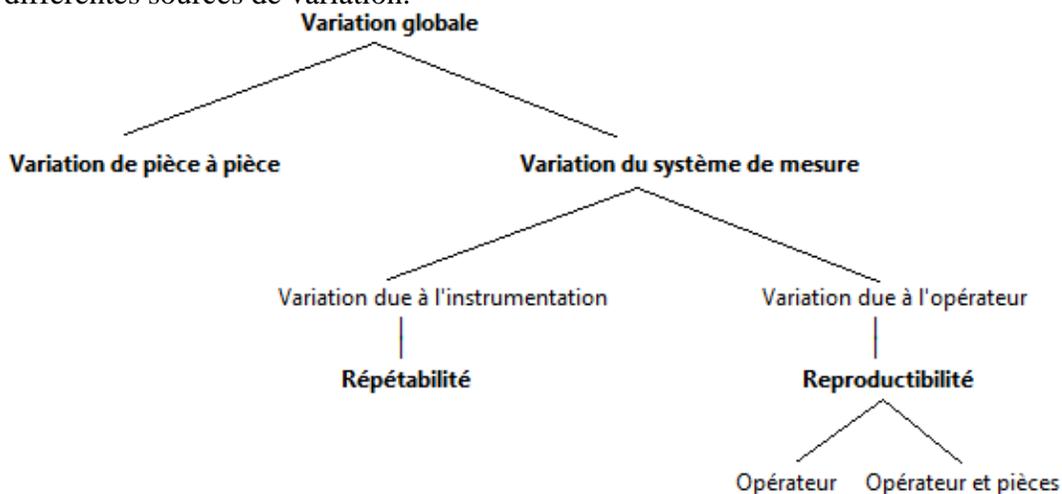


Figure I.8. Les différentes sources de variation

B. Conduire une étude R&R

Le but de l'étude étant de vérifier que la mesure réalisée n'est pas trop sensible au problème de répétabilité et de reproductibilité, elle se déroule comme suit :

- Pour tester la répétabilité, on fait mesurer plusieurs fois par le même opérateur, sur la même caractéristique, la même mesure.
- Pour tester la reproductibilité, on identifie quelles sont les conditions de mesure qui sont susceptibles de changer (opérateurs différents par exemple) et on réalise une mesure dans les deux conditions.

Il est également important de réaliser ce test sur plusieurs produits différents.

En effet, il peut y avoir des écarts entre deux opérateurs selon la pièce mesurée.

L'analyse R&R va consister à analyser la décomposition de la variance totale par rapport aux différentes sources de dispersion : (Pillet, 2004)

- les pièces sont différentes (écarts du mesurande) ;
- les opérateurs sont différents (reproductibilité) ;
- il peut y avoir une interaction entre les opérateurs et les pièces (reproductibilité) ;
- la variance résiduelle (répétabilité).

Une fois l'indice R&R calculé, on le situe dans la plage de tolérance du processus visé (limites de spécifications supérieure et inférieure - LSS et LSI). En effet, le système de mesure sert à déterminer l'acceptabilité des pièces par rapport à ces tolérances. Il faut donc s'assurer que la variabilité induite par le système de mesure est de niveau suffisamment bas pour que les conclusions soient valides et que le système ne fausse pas ces conclusions. Le moyen le plus utilisé consiste à calculer le ratio de l'indice R&R sur la plage des tolérances (Harry et al, 2010) présenté ci-dessous.

$$R\&R \% = \frac{R\&R}{Tolérance} \times 100$$

Selon les directives de l'Automotive Industry Action Group (AIAG)⁴, si la variation du système de mesure est inférieure à 10 % de la variation du procédé, il est acceptable. Trois cas peuvent se présenter comme le montre le tableau I.10.

Tableau I.10. Acceptabilité du système de mesure (AIAG, 2010)

Pourcentage de variation du procédé	Acceptabilité
Inférieur à 10%	Le système de mesure peut être accepté.
Entre 10% et 30%	Le système de mesure peut être accepté, en fonction de l'application, du coût de l'instrument de mesure, du coût des réparations et d'autres facteurs.
Supérieur à 30 %	Le système de mesure ne peut pas être accepté et doit être amélioré.

C.Capabilité du processus

Une fois que l'on dispose d'un moyen de mesure fiable, il est important de mesurer le niveau de qualité du processus. Pour ce faire, la démarche LSS propose de mesurer le z du processus qui doit être supérieur à 6. Ce niveau z correspond à un nombre de défauts inférieur à 3,4 par million d'opportunités.

Avant de mesurer le z du processus, il faut savoir de quel type de mesure il s'agit. Il existe en effet deux types de mesures :

⁴Automotive Industry Action Group (AIAG) (2010). *Measurement Systems Analysis Reference Manual, 4th edition.*

Cas des critères mesurables : La mesure va porter sur une caractéristique d'une pièce ou d'un processus, telles que la longueur, le poids, et la température. Les données comprennent souvent des valeurs fractionnaires (ou décimales).

Cas des critères non mesurables : On compte le nombre d'articles défectueux ou le nombre de défauts par unité. Ainsi, les données sont des nombres entiers. Deux cas de figure peuvent se présenter :

Les articles défectueux

Chaque article est classé dans l'une des deux catégories, comme : oui/non, bon/mauvais, réussite / échec ou défectueux / non défectueux. On compte le nombre d'articles défectueux et on détermine la proportion (ou le pourcentage) d'articles défectueux.

Les Défauts

Chaque article peut avoir plus d'un défaut ou d'une caractéristique indésirable. On compte le nombre de défauts et on détermine le taux d'occurrence.

Les méthodes utilisées dans chaque cas sont présentées sur la figure I.10.

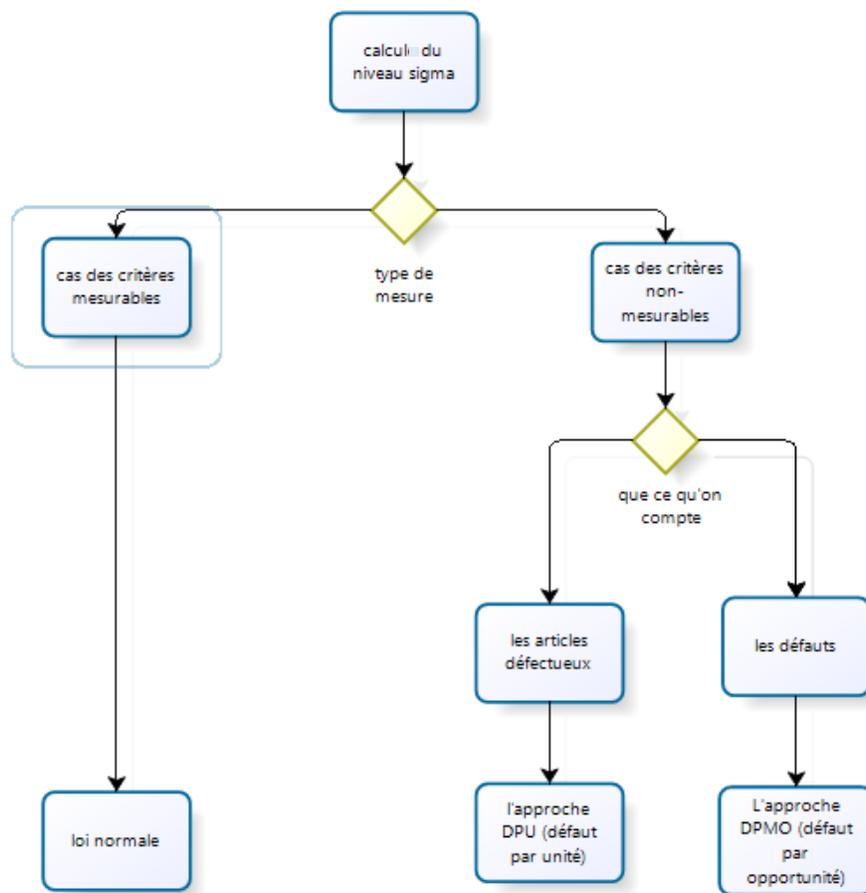


Figure I.10. Différentes approches de calcul de Z

I.6.3. Analyser

Lors de cette étape, il s'agit d'identifier soigneusement les causes de variabilité et de comprendre pourquoi les défauts se produisent.

I.6.3.1. But de l'étape

Un des points essentiels de Six Sigma consiste à ne rien toucher dans le processus avant d'en être à l'étape Innover/Améliorer. L'étape Analyser joue le rôle d'entonnoir à X . Dans l'étape Mesurer, le groupe de travail a déjà sélectionné un nombre de X restreint par rapport à tous les X potentiels ; il faudra qu'à l'issue de cette étape, seuls quelques X potentiels restent candidats pour apporter une amélioration au processus. (Pillet, 2004)

La figure I.11. Illustre l'étape analyser.

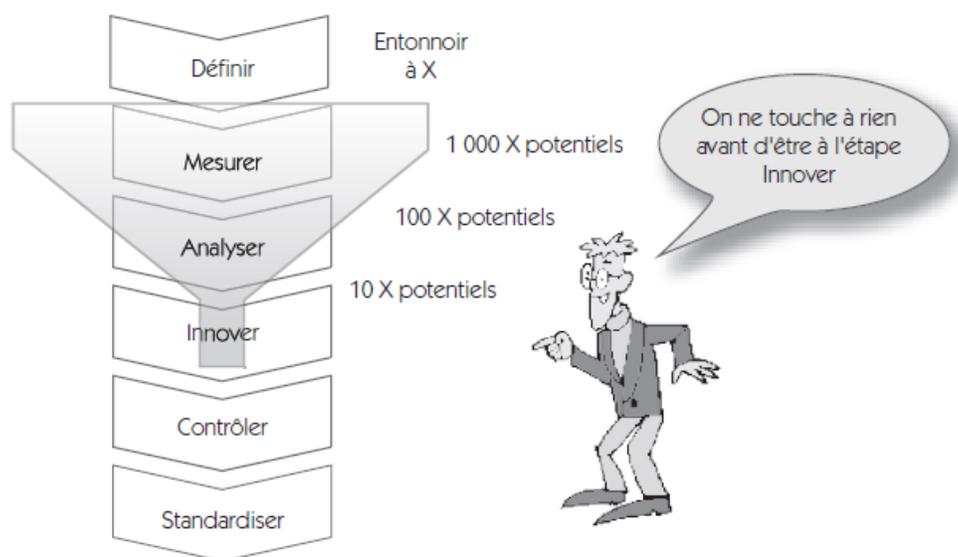


Figure I.11.Étape Analyser : un entonnoir à X (Pillet, 2004)

I.6.3.2. Conduite de l'étape

Lors de cette phase, on ne cherche pas à apporter de modification au processus, mais à comprendre les règles qui régissent son fonctionnement.

Pour cela, on procède à deux types d'analyse :

- une analyse descriptive des caractéristiques observées afin de détecter d'éventuelles anomalies telles que la présence de valeurs aberrantes, une non-normalité, qui sont sources d'informations importantes ;

- une analyse relationnelle afin de comprendre en quoi les X ont une influence sur la caractéristique Y que l'on cherche à améliorer.

I.6.4. Innover/Améliorer

Après avoir déterminé les sources potentielles de la dispersion lors de l'étape d'analyse, il s'agit à présent d'améliorer le processus afin de le centrer et de diminuer sa variabilité.

I.6.4.1. But de l'étape

Cette étape permet donc de passer de la théorie à l'application et de mettre en place des solutions aux dysfonctionnements détectés dans la phase d'analyse. C'est à ce stade également que les acteurs du processus vont s'impliquer davantage.

Ils sont en effet les mieux placés pour connaître les problèmes en pratique, les interventions adaptées à réaliser sur le terrain et pour mettre en pratique au mieux les améliorations apportées.

L'étape d'innovation/amélioration consiste donc à trouver des solutions qui permettront de diminuer l'apparition des causes de problèmes identifiées à l'étape précédente (Analyser).

1.6.4.2. Conduite de l'étape

L'étape innover fait appel à la génération d'idées en suivant les phases ci-dessous : (Fréchet, 2005)

- la revue de chacun des paramètres influents, déterminés à la phase d'analyse, pour générer une liste de solutions potentielles ;
- la créativité qui permet de générer des solutions pour « sortir des sentiers battus », notamment pour les paramètres difficiles à améliorer ou ceux pour lesquels plusieurs solutions sont possibles ;
- la sélection de solutions afin de retenir celles qui vont être implémentées.

1.6.5. Contrôler

L'ensemble des étapes « Définir », « Mesurer », « Analyser », « Innover/améliorer » a permis de fournir des solutions afin d'améliorer le z du processus. Cette cinquième étape a pour objectif de se donner les moyens de mettre sous contrôle le processus afin de s'assurer de la stabilité des solutions trouvées et de garantir que ces améliorations soient maintenues et que le processus ne se dégrade pas.

Conclusion

A la fin de ce chapitre, nous pouvons conclure que l'application conjointe du Lean Six Sigma et de la théorie des contraintes donne naissance à une démarche pertinente qui permet aux entreprises d'améliorer leur performance et de mieux satisfaire leurs clients. La mise en œuvre de cette démarche fera l'objet des prochains chapitres.

Chapitre II :
Étude de l'existant

Introduction

Ce chapitre a pour objectif de comprendre la structure interne ainsi que l'environnement dans lequel la multinationale Schlumberger évolue, et cela dans le but d'être en mesure d'apporter les solutions les plus adéquates. Il est réparti en trois parties :

Une première partie où nous présentons le géant des services pétroliers, son organisation, sa structure ainsi que ses segments opérationnels dans le monde et dans l'entité Schlumberger Algérie, l'une des filiales du groupe North Africa GeoMarket (NAG).

La seconde partie traitera la mise en œuvre d'un audit et d'un diagnostic socio-économique pour l'évaluation de la fonction Materials Management objet de l'étude.

Enfin la troisième et dernière partie, présentera l'application de la première étape "Définir" de la méthodologie DMAIC du Lean Six Sigma.

II.1. Présentation de Schlumberger

Cette partie sera consacrée à la présentation de Schlumberger Monde, sa filiale en Algérie et la fonction Materials Management objet de l'étude.

II.1.1. Schlumberger dans le monde

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 LaHaye 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. L'entreprise compte plus de 3500 employés à travers tout le territoire national. Schlumberger collabore avec toutes les grandes compagnies multinationales du secteur pétrolier et elle est implémentée dans les 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 bien encore technologique. 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 de l'entreprise :

Schlumberger est structurée en 6 zones d'activités (Area) qui englobent 32 marchés géographiques (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 des pays spécifiques et permettent de décentraliser la gestion et optimiser l'acquisition des marchés à travers le monde.

Les zones d'activités 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 II.1. représente la présence de Schlumberger dans le monde.

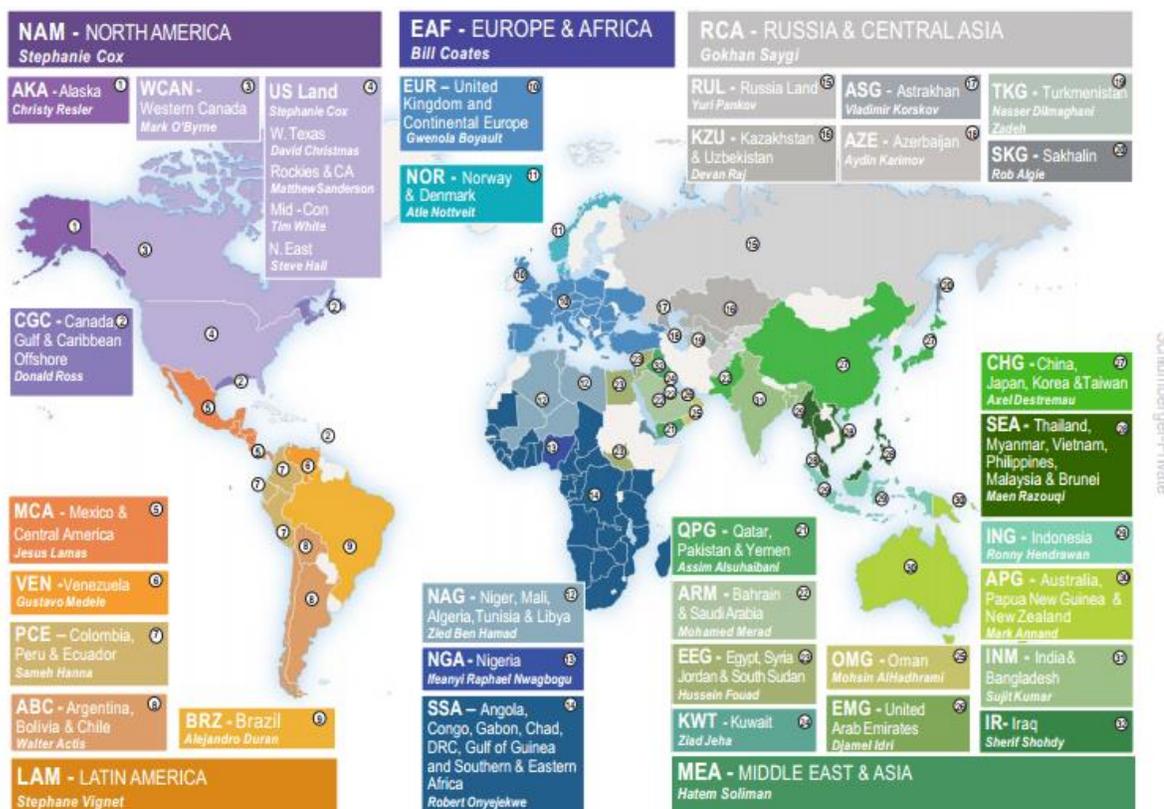


Figure II.1. Schlumberger dans le monde (Schlumberger, 2016)

II.1.3.Segments opérationnels

Schlumberger développe des technologies et de l'expertise et forme du personnel hautement qualifié à travers ses segments technologiques de base. Ces segments sont gérés en quatre groupes : Characterization, Drilling, Production et Cameron. La figure II.2. montre les groupes et segments de Schlumberger ainsi que leur revenu et leur classement.

		Schlumberger						
		Cameron	Characterization	Drilling	Production			
Revenue		\$10.3 billion	\$12.2 billion	\$18.5 billion	\$18.1 billion			
Business Rank								
	OneSubsea	2	Wireline	1	Drilling & Measurements	1	Well Services	2
	Drilling Systems	2	Testing Services	1	Geoservices	1	Completions	3
	Valves & Measurements	1	WesternGeco	2	Bits	1	Artificial Lift	2
	Surface Systems	1	SIS*	1	M-I SWACO	1	Well Intervention	1
	Processing Systems	1			Drilling Tools	4		

Figure II.2. Les segments de Schlumberger (Schlumberger, 2017)

II.1.4.Culture de Schlumberger

Chez Schlumberger, il existe trois valeurs fondamentales qui guident les employés au cours de leurs activités :

- Les ressources humaines : qui sont considérées comme la plus grande force de Schlumberger.
- La technologie : qui représente leur avantage concurrentiel.
- Le profit : est la pierre angulaire de leur future.

La politique de Schlumberger vise à maintenir la confiance de ses clients et de ses actionnaires, ainsi que de toutes les parties prenantes. Elle se focalise sur l'amélioration de son image de marque, ce qui permet d'attirer et de fidéliser ses clients et ses employés. L'un des atouts de l'entreprise est la diversité de sa main-d'œuvre, avec des hommes et des femmes de plusieurs nationalités qui travaillent ensemble et partagent des objectifs et des valeurs communs.

La principale devise de la société, énoncée comme suit : « Mindset of the Blue Print », comprend quatre valeurs : l'engagement, l'intégrité, le travail d'équipe et l'entraînement, (**commitment, integrity, teamwork and drive**). Tous les employés de Schlumberger sont tenus responsables de l'adoption de ce comportement à travers leurs attitudes, mots et actions lorsqu'ils sont en pleine interaction entre eux mais aussi lorsqu'ils sont en contact avec les parties prenantes (clients, partenaires...).



Figure II.3. Les principaux éléments du Blue Print de Schlumberger (Guide de Schlumberger, 2014)

II.2.Schlumberger Algérie

L'Algérie fait partie des pays du North Africa Geo Market (NAG) de Schlumberger, qui regroupent également le Maroc et la Tunisie. Son siège social est localisé à Alger, à la zone d'activité d'Amara de Cheraga, route d'Ouled-Fayet.

II.2.1.Organisation de Schlumberger Algérie

Schlumberger est présente sur le marché national algérien depuis plus de 50 ans. Elle possède plusieurs bases au sud Algérien, à Hassi Messaoud, Ain Amenas, Hassi Berkine et à Ain Salah. Les activités de l'entreprise en Algérie sont regroupées en deux catégories technologiques :

- **La Compagnie des Opérations Pétrolières Schlumberger (COPS)** : située à Hassi Messaoud, commune de la wilaya d'Ouargla. Elle regroupe toutes les lignes de production et est placée sous l'autorité d'un directeur opérationnel.

- **Le Service Pétrolier Schlumberger (SPS)** : est le siège social de l'entreprise, situé à Alger. Il assure la gestion des ressources humaines dans toute la région NAG, et est chargé de la gestion financière, Marketing...etc.

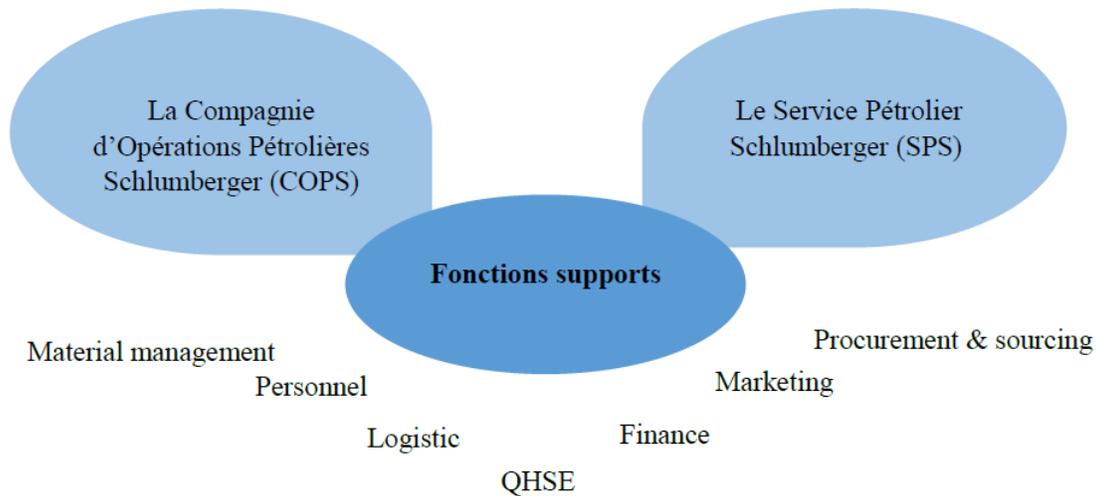


Figure II.4. Organisation de Schlumberger NAG (Schlumberger, 2014)

II.2.2. Le NAG Materials Management

Materials Management est la fonction responsable de la planification, l'organisation et le contrôle du flux matériel et de son achat initial grâce à des opérations internes et aussi des activités d'entreposage, de gestion d'inventaires et des centres d'exploitation et de distribution régionaux de Schlumberger.

Sa principale mission est d'optimiser les flux de matière, de réduire le coût total de possession des stocks et d'améliorer la productivité afin de répondre aux exigences des clients. Elle travaille en étroite collaboration avec la logistique qui prend en charge le transport du matériel depuis le fournisseur jusqu'à l'entrepôt de la fonction MM.

II.2.3. Les Types de matériels et systèmes d'information

II.2.3.1. Types de matériels

La fonction Materials Management a été créée afin de gérer les différents flux de matières qui traversent la chaîne logistique. Sur le plan comptable, la compagnie distingue trois types de matières.

- **Asset** est une ressource économique qui peut être matérielle ou immatérielle pouvant faire l'objet d'une possession ou d'un contrôle pour produire de la valeur. On peut intégrer dans cette catégorie les moyens de transport, de levage, de forage et de mesure.
- **Financial Inventory** est un produit vendu à un client, par exemple, on peut citer les explosifs, les produits chimiques et la boue de forage.
- **Materials and Supplies (M&S)** est un produit qui est utilisé pour la maintenance et qui est inscrit dans le Profit & Loss Statement une fois le processus de

réception exécuté. Comme exemple on peut citer les pièces de rechange et les graisses.

II.2.3.2. Systèmes d'information

Pour bien gérer tous les différents matériels et répondre aux besoins des segments opérationnels, la fonction MM dispose principalement de deux types de systèmes d'information.

- **Schlumberger Web based Procurement System (SWPS)**: ce système dont l'objectif est d'assurer une gestion efficace des commandes relatifs aux produits et aux services, est utilisé seulement pour l'approvisionnement des segments des opérations.
- **OFS Stores** : ce système est dédié à la gestion des entrepôts c'est-à-dire le Warehouse Management System (WMS). Pour les références stockées dans l'entrepôt, les commandes sont lancées à partir de ce système et passent ensuite automatiquement dans le SWPS. Il constitue une interface entre l'entrepôt et les segments qui sont ses clients.

II.3.L'entrepôt MD 1

Cet entrepôt a été créé en Août 2012 à l'intérieur de la base MD1 de Hassi Messaoud suite à l'adoption d'une stratégie de centralisation des magasins en un seul entrepôt. Ce dernier est le plus important du NAG, par le fait qu'il stocke 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 gérait son stock par son propre magasin qui contient les M&S et les consommables nécessaires à son activité.

II.3.1. Les ressources et moyens

Comme chaque entité d'entreposage, l'entrepôt MD1 dispose de :

- **Ressources humaines**

Le fonctionnement de l'entrepôt de MD1 est assuré par un manager, un superviseur, deux magasiniers et quatre Materials Specialists. L'entrepôt est organisé en deux équipes :

- ✓ Une équipe de front office qui est chargée du processus de réception, d'expédition et de l'inventaire tournant ; ce sont les Storeman (SM).
- ✓ Une équipe de back office qui est chargée du processus de réapprovisionnement et du transfert de matériels entre les entrepôts Schlumberger ; ce sont les Materials Specialist (MS).

- **Moyens matériels**

Les moyens nécessaires à l'entreposage sont les moyens de manutention et de stockage dont dispose l'entrepôt MD1 qui sont : les racks, les bacs, les armoires pour les pièces de faibles tailles, les bins, les chariots, les transpalettes, les échelles et l'outillage mécanique. L'entrepôt se décompose en zones de réception, de stockage, de mouvement, et d'expédition. En plus des zones citées, chaque segment du groupe Oilfield services de Schlumberger possède sa propre zone de stockage.

II.3.2. Les différentes zones :

L'entrepôt peut être réparti en quatre zones qui sont décrites dans ce qui suit.

- **Zone de réception** : zone d'entrée des marchandises, après l'opération de déchargement du conteneur, la marchandise est placée dans une zone de stockage du Good Receiving (GR) en attente d'être traitée.
- **Zone d'entreposage** : c'est l'aire de stockage des articles, chaque segment possède ses propres emplacements, qui sont identifiés dans des racks. De plus, on trouve une zone dédiée pour l'entreposage des produits chimiques et tout autre produit sensible aux conditions de température et d'humidité.
- **Zone d'expédition** : est la zone de préparation de commandes, après prélèvement des articles demandés, les commandes sont préparées dans cette zone puis expédiées.
- **Zone de travail** : zone de travail hors entrepôt destinée aux membres de MM.

II.4. Améliorations apportées au warehouse

En 2015, l'entrepôt MD1 a connu quelques améliorations. Les plus importantes d'entre elles sont décrites ci-dessous.

- **Le Schlumberger stock replenishment tool (SRT)**

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

Ce système permet aussi de calculer des indicateurs de performance sur l'état du stock représentés par des tableaux de bord, à titre d'exemple le Days Stock On Hand (DSOH) représente un indicateur de performance qui indique le nombre de jours restant avant la rupture.

Le SRT permet aux segments opérationnels de connaître l'état de leurs stocks dans le but de faire le réapprovisionnement avant la rupture. 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 entrepôts Schlumberger des autres pays par des Field Material Transfert (FMT).

- **Le Global Tracability (GT)**

GLOBAL TRACABILITY est un appareil de lecture de codes-barres basé sur une application web dédiée à l'impression des codes-barres et le suivi des articles stockés. Cette application permet de faciliter le déroulement du processus de la réception des articles, de l'inventaire tournant et de l'expédition par des mises à jour automatiques du système après la lecture du code barre de l'article reçu, compté ou expédié. Elle permet

également de gagner énormément de temps par la réduction du temps d'exécution de chaque processus.

II.5. Cartographie des processus :

Afin d'avoir une vision globale et mieux comprendre le fonctionnement de l'entrepôt MD1, nous avons construit les cartographies de niveaux 1 et 2 selon l'approche processus.

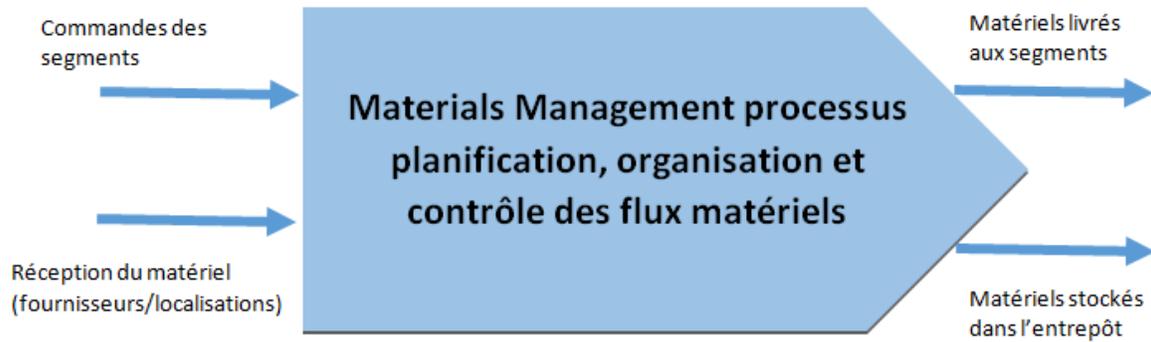


Figure II.5. Cartographie de niveau 1

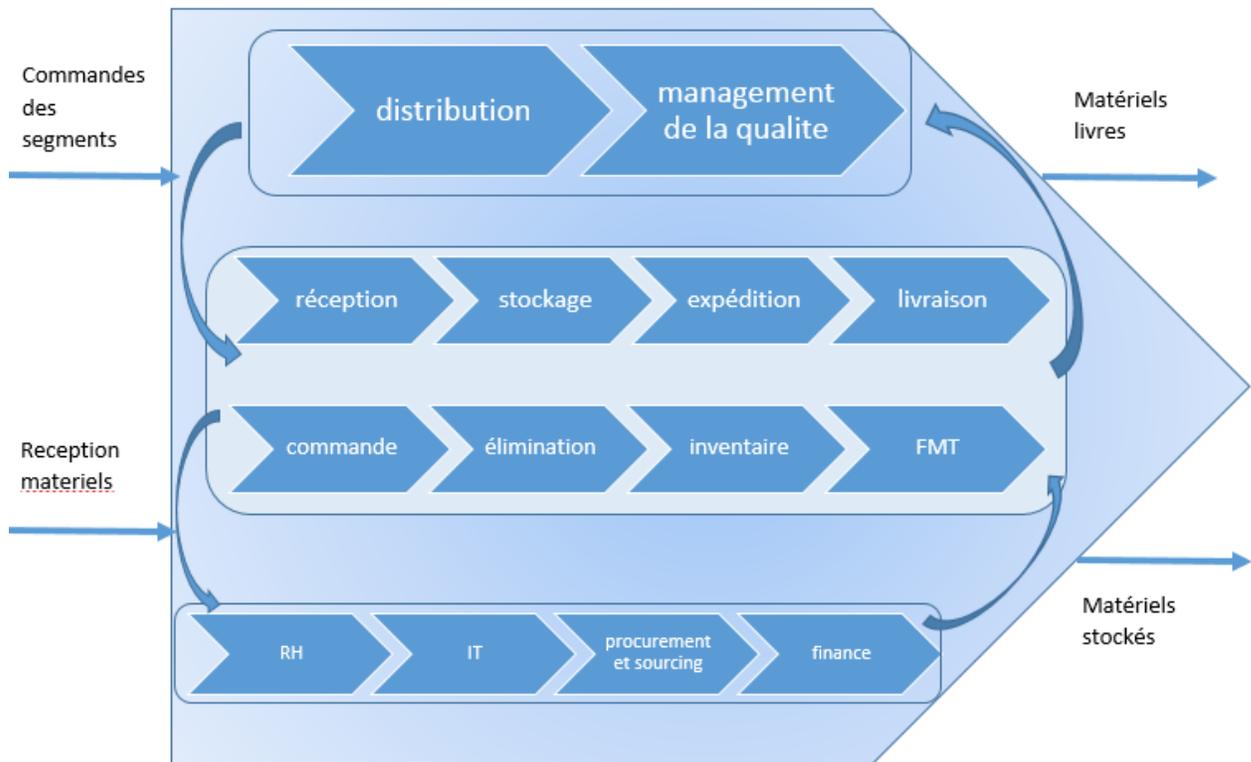


Figure II.6. Cartographie de niveau 2

II.6.Audit de L'entrepôt

Un audit est une procédure qui consiste à vérifier la qualité d'une fonction ou d'un service à l'intérieur d'une entreprise. La définition de la norme ISO 8402 définit l'audit comme étant « Un examen méthodique et indépendant en vue de déterminer si les activités et résultats relatifs à la qualité satisfont aux dispositions préétablies et si ces dispositions sont mises en œuvre de façon efficace et apte à atteindre les objectifs ». (Roux, 2010)

II.6.1.Déroulement de l'audit

Le référentiel que nous avons choisi pour évaluer la performance de l'entrepôt MD1 est celui de Michel Roux. Il s'agit d'un audit spécifique aux entrepôts qui propose des questions permettant de couvrir tous les aspects du fonctionnement d'un warehouse.

L'audit comprend sept rubriques parmi lesquelles nous avons pris quatre : le logiciel de gestion d'entrepôt, l'exploitation, l'intégration à la supply chain et enfin les tableaux de bord. Les autres rubriques ont été écartées car elles ne sont pas adaptées à l'entrepôt objet de l'étude.

De plus, certaines questions n'ont pas été prises en compte car elles sont sans objet pour l'entrepôt en question. Pour la plupart des questions, quatre réponses sont proposées correspondant chacune à un niveau de qualité ou de performance. Ces réponses sont

assorties d'un nombre de points allant de 0 à 3. Quelques questions n'ont que deux réponses possibles, car celles-ci ne peuvent être que oui ou non, sans nuance.

Lorsque l'on aura répondu à toutes les questions d'une rubrique, l'on additionnera la somme des points obtenus. Cette somme pourra être comparée à la somme maximale qu'il aurait été possible d'obtenir, en éliminant les questions sans objet. Cette comparaison permettra de mesurer les efforts à déployer pour « être dans les meilleurs de la classe ».

L'audit s'est déroulé sur une journée. Les questions des quatre rubriques choisies préalablement ont été posées aux material specialists car ils ont une meilleure connaissance du fonctionnement du warehouse vu qu'ils exécutent les différentes opérations (réception, expédition, stockage...) et qu'ils assurent la plupart des tâches traitées par les questions de l'audit.

II.6.2. Résultats et analyse

Le tableau II.1. présente les résultats globaux obtenus pour chaque rubrique.

Tableau II.1. Résultats de l'audit de l'entrepôt

Rubrique	Intégration à la Supply Chain	Exploitation	WMS	Tableaux de bord
Total	24	79	40	74
Total maximal	39	111	138	96
Pourcentage	61,54%	71,17%	29%	77,08%

Plusieurs pistes d'améliorations ont été identifiées et peuvent contribuer à accroître les performances du warehouse et couvrir les insuffisances repérées, cependant il ne serait pas judicieux d'aller directement vers les solutions préconisées par l'audit et cela pour les raisons suivantes :

- l'audit ne priorise pas les problématiques les plus importantes et dont la résolution est la plus urgente.
- l'audit ne prend pas en considération les causes racines des insuffisances et des dysfonctionnements repérés, autrement dit si une solution est adoptée pour régler une situation donnée, nous ne sommes pas sûrs qu'elle puisse avoir la même efficacité pour une autre situation.

Les résultats de l'audit et leur analyse détaillée sont présentés dans l'annexe II.1.

Ainsi, avant de trancher sur la démarche à adopter, nous avons jugé nécessaire d'effectuer le diagnostic socio-économique afin d'avoir une meilleure visibilité.

II.7. Le diagnostic socio-économique

Il faut savoir que dans un audit, l'approche reste factuelle, basée exclusivement sur des faits et des observations constituant des preuves, même si des recommandations ou des propositions d'amélioration peuvent être suggérées. Tandis que la finalité d'un diagnostic est non seulement de se baser sur des faits, mais surtout d'émettre des opinions pour mettre en œuvre ensuite des actions concrètes.

Après avoir réalisé l'audit de Michel Roux qui nous a permis d'évaluer l'aspect opérationnel de l'entrepôt, nous allons à présent mener un diagnostic socio-économique dans le but d'étudier l'aspect organisationnel précédemment soulevé dans la problématique.

II.7.1. Déroulement du diagnostic

La démarche du diagnostic socio-économique s'est déroulée comme suit :

- **Récolte de l'information**

Afin de récolter l'information, nous avons mené des entretiens semi-directifs avec l'ensemble du personnel de l'entrepôt. Ces entretiens permettent à la personne questionnée de s'exprimer librement tout en restant dans le vif du sujet. Le questionnaire comporte essentiellement 6 thèmes de dysfonctionnements : conditions de travail, Organisation du travail, Communication, concertation et coordination (3C), Gestion du temps (GDT), Formation intégrée et Mise en œuvre stratégique (MOS).

Sept personnes ont été interviewées : 1 superviseur, 4 material specialists et 2 storemans, les entretiens se sont déroulés principalement dans le back office pour une durée d'environ 45 minutes sur une période de 7 jours. Enfin et pour assurer le bon déroulement de ces derniers il était essentiel d'informer la personne questionnée que tous ses propos dits dans le cadre de l'entretien sont confidentiels.

- **Restitution des entretiens**

Une fois les entretiens effectués, nous avons regroupé les phrases témoins recueillies dans des idées clés. Nous les avons ensuite classées par thèmes de dysfonctionnement (voir Annexe I.2).

- **Calcul des coûts cachés**

Par la suite, un calcul des coûts cachés a été effectué en se basant sur les entretiens quantitatifs et les documents du warehouse.

- **Entretiens de coûts cachés** : nous avons organisé des entretiens complémentaires avec les mêmes personnes interviewées dans le diagnostic qualitatif pour collecter plus d'informations sous forme de fréquences et de chiffres.

- **Analyse des documents** : nous avons analysé des documents sur :
 - Les accidents de travail (le nombre, les victimes, les causes...).
 - La rotation du personnel (le nombre, les causes...).
 - L'absentéisme (le taux d'absentéisme, les motifs...).
 - La non-conformité dans l'entrepôt (les fréquences et les causes de non-conformité).
 - Les pannes des machines, de matériel informatique et de réseau.

(voir Annexe II.2)

- **Avis d'expert**

L'étape suivante est l'avis d'expert. Cette étape consiste à hiérarchiser les idées clés par thèmes et sous-thèmes de dysfonctionnements selon leur fréquence d'apparition, et à construire le non-dit qui regroupe toute information utile obtenu à travers l'observation et/ou les contacts informels. (voir Annexe II.3).

Par la suite, nous avons restitué les résultats oralement avec l'ensemble du personnel.

II.7.2.AXES D'AMELIORATION

À partir des résultats obtenus, des axes d'amélioration ont été proposés sous forme de paniers de solutions. Ces paniers sont présentés ci-dessous.

Panier 1 : « améliorons notre vie au travail »

Ce panier concerne les points essentiels à améliorer en ce qui concerne les conditions et l'organisation du travail. Il se décline en deux composantes :

- **Aménagement des locaux :**
 - Aménager une salle de réunion et remplacer les bureaux par d'autres plus petits pour remédier au manque qui existe.
- **Procédures et répartition des tâches et missions**
 - Simplifier les processus et les mettre à jour,
 - Toilettage des procédures et définitions des postes,
 - Définir et rédiger les nouvelles procédures nécessaires,
 - Equilibrer la répartition des tâches et favoriser l'entraide et le travail en équipe.

Panier 2 : Promouvoir la communication, la coordination et la concertation(3C) et la gestion du temps (GDT)

Ce panier porte principalement sur la circulation et la fiabilisation de l'information entre les parties prenantes ainsi que sur la définition des indicateurs locaux et stratégiques. Ce panier se décline en deux composantes :

- **Procédure . GDT et 3C**
- Définir les besoins de réunion, types de réunion, périodicité et la méthode de conduite des réunions (dans ce cadre des morning meeting ont été proposés).
- Utiliser des étiquettes "Pending Task" ou écrire sur des tableaux pour permettre de suivre et reprendre les tâches inachevées.
- Mettre en place un dispositif de communication entre le front et le back office en désignant un animateur qui puisse coordonner entre les deux et favoriser le travail d'équipe.
- Utiliser la grille d'auto-analyse du temps pour planifier les tâches individuelles en fixant le temps de réalisation de chaque tâche et en surveillant son exécution.
- Programmer les visites des managers et les meetings ainsi que les vidéos conférences afin d'éviter les interruptions du travail
- **La mise en œuvre stratégique (MOS)**
- Définir des actions stratégiques d'une façon collective pour motiver le personnel et développer sa créativité.
- Responsabiliser le superviseur pour lutter contre le laisser-faire en mettant en place des dispositifs de contrôle, en plus d'un système de récompense.
- Encourager les personnes qui ont des initiatives et des projets pour dynamiser le travail au sein du warehouse.
- Sensibiliser le personnel du warehouse à l'importance de sa fonction dans la chaîne de valeur pour assurer son implication.
- Consacrer plus de temps à la prévention des dysfonctionnements plutôt qu'à leur régulation.

Après avoir identifié l'ensemble des pistes d'amélioration à travers le diagnostic, il s'agit maintenant d'une mise en œuvre des actes concrets, nous avons donc réalisé une analyse des temps à travers la grille d'auto-évaluation des temps, un outil très recommandé par le diagnostic socio-économique et dont les résultats sont présentés dans l'annexe II.4.

Nous avons également organisé des séances de travail, des Morning meeting et des brainstormings dans le cadre des groupes projets et dans le but de renforcer la communication et d'essayer de trouver des solutions aux différents problèmes du warehouse.

A travers l'étude de l'existant, nous avons pu comprendre le fonctionnement de l'entrepôt ainsi que son rôle et sa contribution primordiale dans l'atteinte des objectifs de la chaîne logistique.

L'audit nous a permis de recenser un certain nombre de dysfonctionnements au niveau de l'entrepôt MD1 et de démontrer que ce dernier n'est pas en mesure d'atteindre les objectifs souhaités.

De plus, le diagnostic socio-économique a complété cette étude et nous a procuré une meilleure visibilité à travers une méthodologie bien structurée.

Cependant, l'entrepôt se trouvant en amont des opérations de la chaîne logistique, il doit fournir la meilleure qualité de service aux segments opérationnels de Schlumberger, et cela dans les plus brefs délais.

La question qui se pose à présent est la suivante : Est-ce que la mise en œuvre des solutions proposées par l'audit et le diagnostic va assurer une meilleure satisfaction du client ?

Cette interrogation nous a orientés vers la nécessité de recourir à une méthodologie qui permet de déterminer les causes racines des dysfonctionnements et de les prioriser tout en tenant compte des exigences du client.

Dans notre recherche bibliographique nous sommes arrivés à fixer la démarche qui répond aux critères précédemment énoncés, il s'agit bien de la combinaison du Lean et du Six Sigma à travers sa forme hybride Lean Six Sigma.

La première étape proposée par cette démarche est l'étape Définir qui sera développée dans ce qui suit.

II.9.Définir (Define)

Dans cette étape, il s'agit de définir le cadre du projet Lean Six Sigma. Cela se fera en plusieurs étapes en allant de la cartographie des processus jusqu'à l'identification et la transformation des besoins clients.

II.9.1.Cartographie des processus

La fonction Materials Management réalise dans le cadre de son activité une dizaine de processus. Dans ce travail, nous avons retenu 5 processus clés pour la cartographie et qui sont : le processus de livraison, de réception, d'expédition, de stockage et d'inventaire.

Notre choix a porté sur les cinq processus pour les raisons suivantes :

- Les processus retenus sont en majorité exécutés quotidiennement ;
- Ils ont un impact direct sur la satisfaction du client ;
- Ils sont définis comme processus clés par l'entreprise elle-même.

Dans ce qui suit, une brève description de chacun des cinq processus choisis avec leurs cartographies, sera présentée.

II.9.1.1. Le processus de livraison

C'est le processus qui permet l'entrée des produits dans l'entrepôt. Il se déclenche lorsqu'un véhicule arrive au quai pour être déchargé et se termine une fois que le matériel est prêt à être réceptionné. La figure II.7 donne la cartographie du processus de livraison.

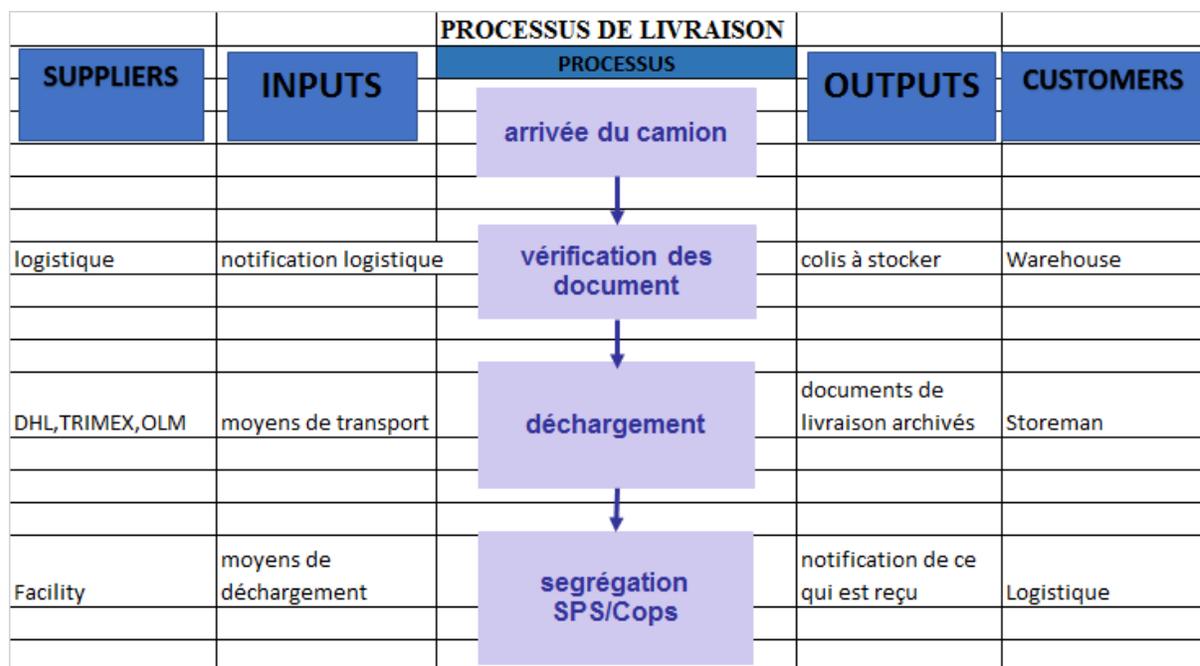


Figure II.7. Cartographie SIPOC du processus de livraison

II.9.1.2. Le processus de réception

Il assure la réception des articles physiquement et sur le système de gestion d'entrepôt (WMS) en passant par le contrôle qualitatif et quantitatif qui permet d'identifier les articles non conformes. La figure II.8 donne la cartographie du processus

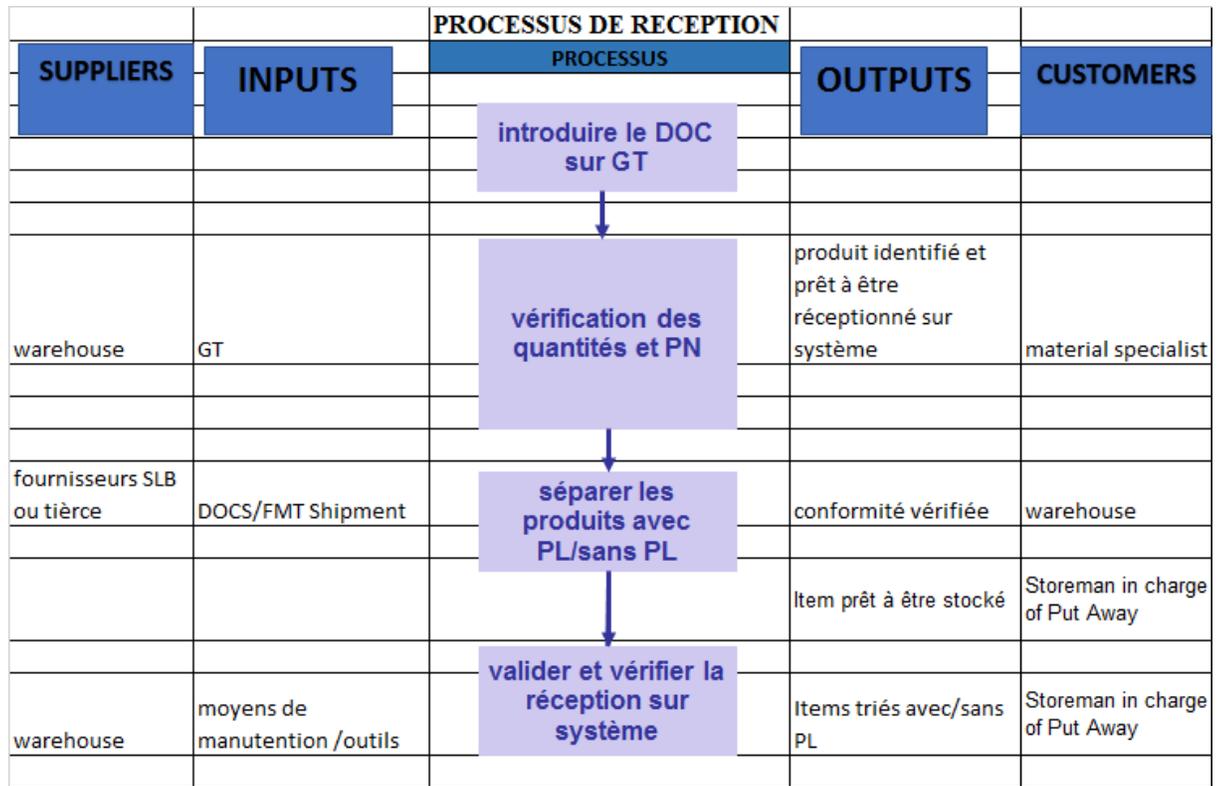


Figure II.8. Cartographie SIPOC du processus de réception

II.9.1.3. Le processus de stockage : (PUT AWAY)

C'est le processus qui vient directement après la réception des articles. Il permet d'affecter à chaque article un emplacement dans l'entrepôt et de le stocker au bon endroit. La figure II.9 donne la cartographie du processus de stockage.

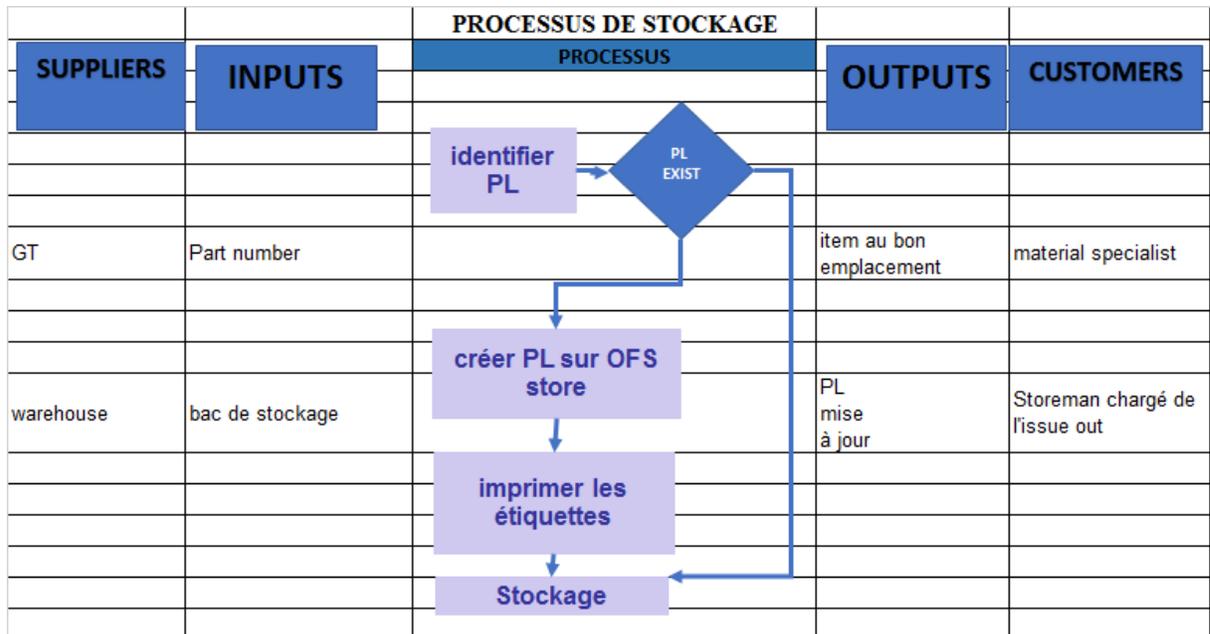


Figure II.9. Cartographie SIPOC du processus de stockage

II.9.1.4. Le processus d'expédition : (ISSUE OUT)

C'est le processus par lequel les articles demandés à travers une transaction créée sur OFS Stores sont livrés au client. La figure II.10 donne la cartographie du processus d'expédition.

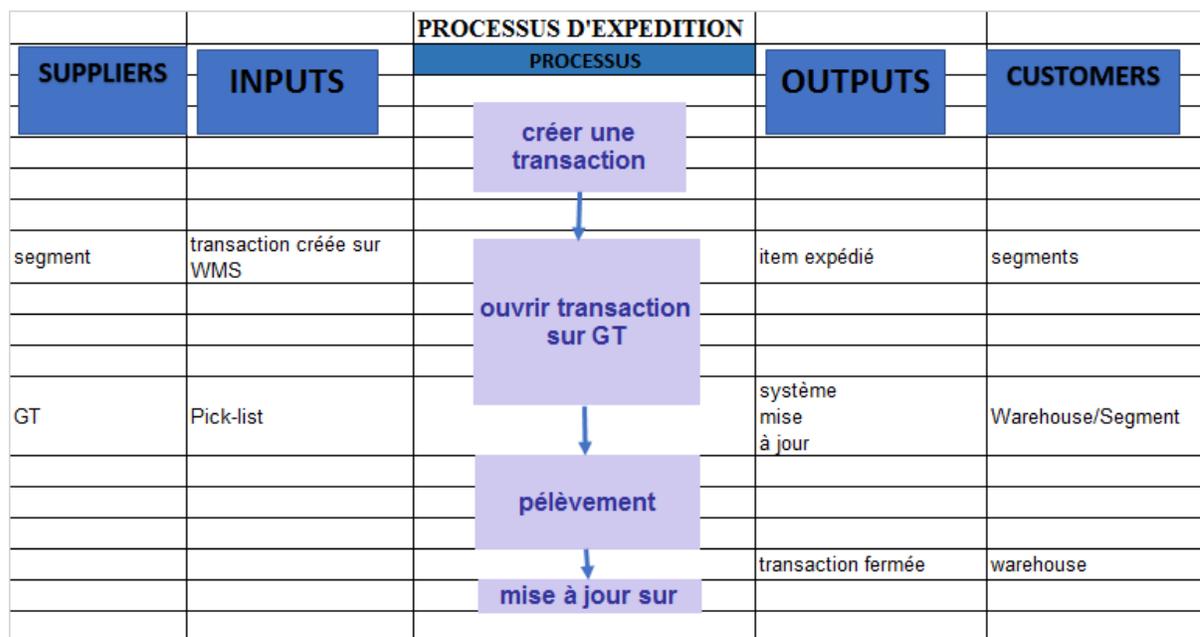


Figure II.10. Cartographie SIPOC du processus d'expédition

II.9.1.5. Le processus d'inventaire

Le processus d'inventaire, qu'il soit annuel ou tournant, est en charge du contrôle et de l'amélioration de l'exactitude des inventaires. Les articles sont classés selon la classification ABCD qui détermine le nombre de fois où l'article doit être compté (4 fois par an pour la classe A, 2 fois pour la classe B et 1 fois pour les classes C et D). La quantité obtenue est ensuite confrontée à la quantité qui figure sur le WMS et les écarts d'inventaire sont ainsi identifiés. La figure II.11 donne la cartographie du processus d'inventaire.

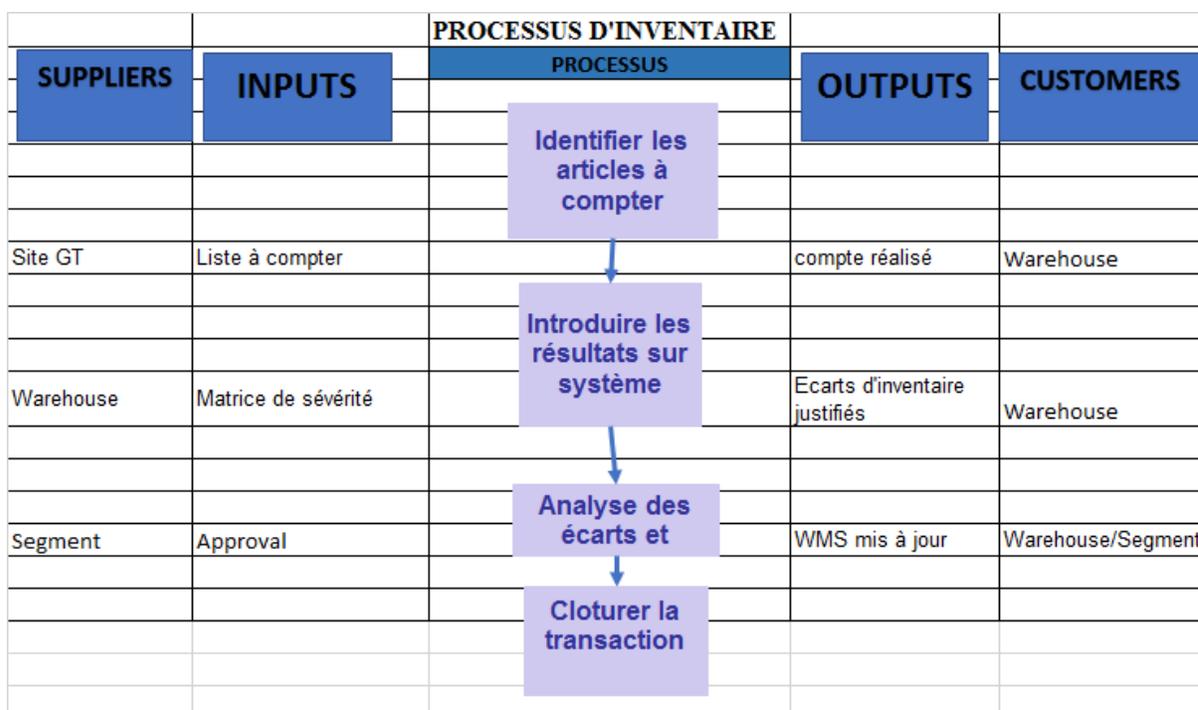


Figure II.11. Cartographie SIPOC du processus d'inventaire tournant

II.9.2. Identification des CTQ

II.9.2.1. Identifications des clients

A travers la cartographies SIPOC, on peut facilement voir que le flux physique et informationnel à l'issue des processus internes de MM est destiné principalement aux six segments de Schlumberger (REW, Testing, ALS, D&M, BDT et Geo Services). En plus des segments, nous pouvons considérer le manager de l'entrepôt comme client étant donné que les résultats de notre projet lui seront livrés.

II.9.2.2. Analyse des produits et services

Après avoir identifié les clients, il s'agit à présent d'analyser les produits et les services qui sont définis dans ce qui suit.

Produits : deux types de produits sont fournis par l'entrepôt MD1 :

- 1- M&S et inventory : Ce sont des articles destinés à l'utilisation opérationnelle (par les segments). Alors que les M&S sont des consommables utilisés par le segment pour effectuer un service, les inventory sont des articles vendus directement aux clients et dont le prix sera fixé une fois arrivé à l'entrepôt MD1.
- 2- ASSET : produits destinés à une utilisation autre que l'utilisation opérationnelle (utilisation personnelle, fournitures, électroménagers ...etc.)

Services : En général, les services de l'entrepôt MD1 sont répartis en deux types en fonction des tâches de son personnel. Nous distinguons les storeman et les material specialists dont les missions sont décrites ci-dessous.

Storeman : Il est responsable des processus de livraison, réception, expédition et de l'inventaire tournant.

Material specialist : Il est responsable des processus de réception, de l'inventaire et du réapprovisionnement.

II.9.2.3. Analyse des besoins

Une collecte de données au départ est nécessaire. Pour cela nous avons effectué des entretiens avec les maintenance managers vu que ces derniers ont une relation étroite avec le service MM, et ils sont aussi principalement responsables du suivi des commandes et des stores de leur segment sur le WMS.

Pour mieux amener le client à exprimer ses besoins et ses attentes, nous avons utilisé un questionnaire afin de guider les personnes interviewées.

On a choisi d'interviewer les trois segments Testing, REW et D&M⁵ pour la simple raison que ce sont les segments dont l'activité est la plus stable par rapport aux autres et en particulier en période de crise (chute du prix du pétrole).

Après la collecte des données auprès des clients concernés, une analyse de ces données a été effectuée en utilisant: la Table de la Voix du Client (VOCT).

Ainsi, pour chaque client, les notes prises lors des interviews ont été utilisées pour renseigner les trois colonnes de cette table : « Difficultés », « Besoins » et « Solutions ». Les résultats sont présentés dans les tableaux II.2, II.3 et II.4.

D&M

Tableau II.2. VOCT du segment D&M

Difficulté	Besoin	Solution
Ecart d'inventaire	Exactitude de l'inventaire	
Suivi des FMT in/out	Visibilité et suivi des commandes	Personnes dédiées au niveau de MM
Temps de traitement long	Rapidité de traitement	

⁵ D&M: Drilling and Measurement, REW : Wireline.

Testing

Tableau II.3. VOCT du segment Testing

Difficulté	Besoin	Solution
Rupture de stock	Disponibilité des articles demandés	
Temps de traitement long	Rapidité de traitement	
Ecart d'inventaire	Exactitude de l'inventaire	

REW

Tableau II.4. VOCT du segment REW

Difficulté	Besoin	Solution
Temps de récupération des articles (Delivery Time)	Rapidité de traitement	Préparation des commandes à l'avance et personne dédiée pour délivrer les articles.
Ecart d'inventaire	Exactitude de l'inventaire	
Rupture de stock des Hazardous Materials	Disponibilité des articles demandés	Commander les Hazardous Materials régulièrement

De plus, nous avons effectué une interview avec le manager de MM. A l'issue de cet interview le besoin de ce manager a été bien précisé. Il s'agit de réduire les ruptures de stocks et de garantir l'exactitude de l'inventaire.

A la fin de l'analyse des besoins de tous les clients, nous avons identifié six besoins que nous présentons dans le tableau II.5.

Tableau II.5. Tableau des besoins clients avec leurs définitions

Besoin client	Définition
Exactitude de l'inventaire	Les quantités de chaque article sur le WMS doivent être exactement égales aux quantités qui existent physiquement.
Visibilité	Chaque segment peut avoir en temps réel les informations concernant sa consommation.

Disponibilité	Le segment trouve toujours ce dont il a besoin avec un minimum de rupture de stock.
Temps de traitement	Le temps de traitement doit être le plus court possible.
Suivi des commandes	L'entrepôt doit assurer le suivi des commandes et informer le segment sur leurs statuts.
Temps de récupération (Delivery time)	Réduire le temps consacré à la récupération des articles.

Une fois les besoins explicités et formulés de façon claire et précise, on a demandé aux mêmes responsables durant l'interview de hiérarchiser leurs besoins en leur attribuant une note sur une échelle de 1 à 5. Une fois toutes les pondérations recueillies, nous avons affecté, à chaque besoin, un poids global égal à la moyenne arithmétique des poids attribués à ce même besoin par les segments.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau II.6.

Tableau II.6. Pondération des besoins clients

Besoins	REW	Testing	D&M	Moyenne	Pourcentage
Exactitude de l'inventaire	5	5	5	5,00	21%
Visibilité	4	2	4	3,33	14%
Disponibilité	4	4	2	3,33	14%
Temps de traitement	5	5	4	4,67	19%
Suivi des commandes	3	3	3	3,00	13%
Delivery Time	5	4	5	4,67	19%

II.9.3. Transformation et exploitation des besoins clients

Le déploiement de la fonction qualité se déroulera sur trois maisons de qualité (HOQ⁶) :

II.9.3.1. La première maison de la qualité (HOQ1) :

Cette première matrice a pour objectif de mettre en relation les besoins des clients avec les exigences techniques qui traduisent ce que l'entreprise devra mettre en place pour satisfaire ces besoins.

Les besoins sont placés dans le compartiment des QUOI et les exigences techniques dans le compartiment des COMMENT. Par la suite, on établit les relations entre les QUOI et les COMMENT en utilisant une échelle à trois niveaux : 9 pour décrire une relation forte, 3 pour une relation moyenne et 1 pour une relation faible. Enfin, on calcule le poids de chaque exigence technique en se basant sur l'importance des besoins et sur la force des relations. La matrice obtenue est représentée par la figure II.12.

⁶ HOQ : Home of Quality

lignes	poids relatif	poids absolue	relation maximale	exigences techniques		Politique de réapprovisionnement	Moyens de manutention et de stockage	Gestion du temps, planification et ordonnancement	Organisation rationnelle	Signalisation des problèmes	Personnel suffisant et compétent	Système d'identification et de traçabilité	Transmission de l'information	Système d'information renseigné en temps réel
				besoins des clients										
N				Caractéristiques	☆	☆	↑	☆	↑	☆	↑	☆	↑	
1	20,8%	5	9	exactitude de l'inventaire	⊙		●	●	○	●	●	○	●	
6	19,5%	4,67	9	delivery time			●			●		●	○	
4	19,5%	4,67	9	temps de traitement		●	●	⊙	⊙	⊙	○	●	●	
3	13,9%	3,33	9	disponibilité	●	⊙	⊙		○		⊙	○	○	
2	13,9%	3,33	9	visibilité			⊙	⊙	●	○	●	●	●	
5	12,5%	3	9	suivi des commandes	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	●	
				relation maximale	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
				poids absolu	54	52	158	78	61,3	113,4	116,63	131,4	152	
				poids relatif	5,9%	5,7%	17,2%	8,5%	6,7%	12,4%	12,7%	14,3%	16,6%	

Figure II.12. Première maison de la qualité (HOQ 1)

II.9.3.2. La deuxième maison de la qualité (HOQ2)

Cette deuxième matrice a pour but d'identifier les processus qui feront l'objet de l'amélioration.

Les exigences techniques sont placées dans le compartiment QUOI et les processus dans le compartiment COMMENT. Par la suite, on établit la relation entre eux en attribuant la même échelle de pondération utilisée dans la HOQ1. La matrice obtenue est représentée sur la figure II.13.

lignes	poids relatif	poids absolue	relation maximale	processus					
				exigences techniques	livraison	réception	stockage	expédition	inventaire
N				Caractéristiques	⊛	⊛	↓	⊛	↑
1	5,9%	54	9	Politique de réapprovisionnement	●	⊙			⊙
2	5,7%	52	9	Moyens de manutention et de stockage	●	●	●		
3	17,2%	158	9	Gestion du temps, planification et ordonnancement	⊙	⊙	⊙	●	⊙
4	8,5%	78	9	Organisation rationnelle	⊙	⊙		⊙	●
5	6,7%	61,3	9	Signalisation des problèmes	●	●	⊙	○	●
6	12,4%	113,4	9	Personnel suffisant et compétent	○	⊙	○	⊙	○
7	12,7%	116,63	9	Système d'identification et de traçabilité	⊙	●	⊙	○	●
8	14,3%	131,4	9	Transmission de l'information	●	⊙	●	⊙	⊙
9	16,6%	152	9	Système d'information renseigné en temps réel		●	●	⊙	●
				relation maximale	9	9	9	9	9
				poids absolu	3859,6	5041,8	4139,8	3024,3	4815
				poids relatif	18,48%	24,15%	19,83%	14,48%	23,06%

Figure II.13. Deuxième maison de la qualité (HOQ 2)

II.9.3.3. La troisième maison de la qualité (HOQ3)

Cette troisième maison a pour but de prioriser les métriques qui permettront de mesurer l'amélioration des processus. Ces métriques ont été choisies en se basant sur les aspects de la gestion des stocks et des entrepôts mais aussi des besoins des clients.

Les processus sont placés dans le compartiment des QUOI et les métriques dans le compartiment des COMMENT. On établit la relation entre les métriques au niveau du toit de la maison de la qualité et leurs relations avec les processus en utilisant la même échelle de pondération. Le résultat obtenu est présenté par la figure II.14.

lignes	poids relatif	poids absolue	relation maximale	métriques		fiabilité de l'inventaire	cout de possession	nombre d'unité par transaction	taux de rotation	taux de rupture de stock	efficacité de réception	temps de préparation de commandes
				processus	Caractéristiques							
N					☆	☆	↑	↑	↓	☆	↓	
1	24,15%	5041,77	9	réception	●					●	●	
2	23,06%	4814,97	9	inventaire	●					●		
3	19,83%	4139,79	9	stockage	●	●						
4	18,48%	3859,59	9	livraison					●		●	
5	14,48%	3024,33	9	expédition			●	●				●
				relation maximale		9	9	9	9	9	9	9
				poids absolu		125968,8	37258,11	27218,97	27218,97	123447	80112,24	27218,97
				poids relatif		28,1%	8,3%	6,1%	6,1%	27,5%	17,9%	6,1%

Figure II.14. Troisième maison de la qualité (HOQ 3)

Par la suite, nous avons construit le diagramme de Pareto afin de prioriser les métriques et d'identifier celles qui contribuent le plus à la satisfaction du client.

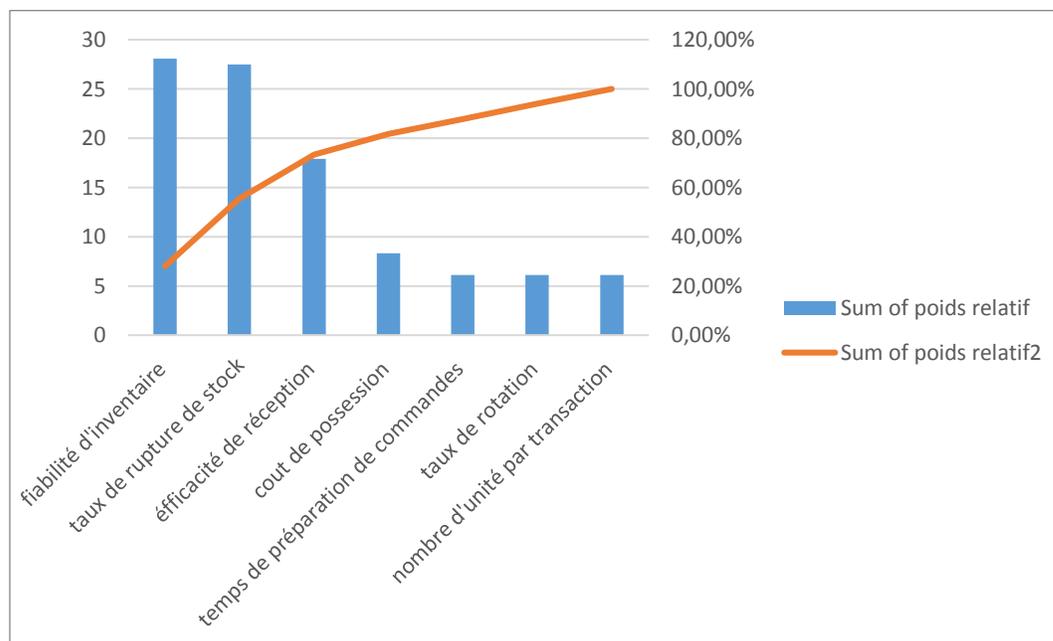


Figure II.15. Diagramme Pareto pour les métriques

A partir du diagramme de Pareto présenté sur la figure II.15, nous pouvons déterminer les métriques qui feront l'objet d'une amélioration. Il s'agit de la fiabilité de l'inventaire, du

taux de rupture du stock et de l'efficacité de la réception. Ces trois indicateurs permettent de satisfaire le client à 80%. A cet effet, le présent travail va se focaliser sur les processus mesurés par ces indicateurs.

II.9.4.Rédaction des chartes de projet

Après avoir confronté les résultats obtenus dans les phases précédentes, il s'agit maintenant de tout synthétiser en identifiant les projets d'amélioration à mener afin de satisfaire les exigences des clients. Nous avons identifié deux projets : le premier consiste à améliorer la fiabilité de l'inventaire et le deuxième concerne l'amélioration de l'efficacité des processus.

Les chartes de projet sont présentées dans l'annexe II.5.

Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'avoir une bonne compréhension du fonctionnement de l'entrepôt et d'être en mesure de repérer les dysfonctionnements et de choisir judicieusement la démarche qui puisse assurer la satisfaction de l'ensemble des parties prenantes.

A l'issue de ce chapitre, nous avons défini également les projets d'amélioration qui vont faire l'objet des prochains chapitres.

Chapitre III :
Amélioration de la
fiabilité de
l'inventaire

Introduction

Après avoir réalisé l'étape Définir, deux projets ont été identifiés. Le présent chapitre décrit l'application du Lean Six Sigma dans le cadre du premier projet dont l'objectif est l'amélioration de la fiabilité de l'inventaire.

III.1.Mesurer

Après avoir défini le projet d'amélioration de la fiabilité de l'inventaire, il s'agit à présent de recueillir des données pertinentes afin d'analyser la variabilité de l'inventaire. Ainsi, l'objectif de cette étape du projet I est de mesurer le processus de l'inventaire et d'étudier sa capacité.

III.1.1.Analyse du système de mesure

Avant de mesurer le processus de l'inventaire, il faut s'assurer de la fiabilité du système de mesure. Pour ce faire, nous avons fait appel au test R&R dont l'objectif est de vérifier que la part de la variance de mesure est faible par rapport à la variance du processus.

III.1.1.1.Déroulement du test R&R

Dans ce qui suit, nous présentons les étapes à suivre pour mener l'analyse R&R.

1. Nous avons sélectionné vingt articles de sorte que :
 - Les articles appartiennent à des classes différentes (ABCD),
 - Les articles concernent plusieurs clients (segments).
2. Nous avons construit quatre listes contenant l'échantillon choisi ;
3. Nous avons réalisé le comptage sur une période de deux jours, à raison de deux listes par jour, une liste la matinée et une deuxième l'après-midi ;
4. En utilisant le logiciel Minitab⁷, le logiciel le plus utilisé pour les projets Lean Six Sigma, nous avons conduit le test R&R.

Les études de répétabilité et de reproductibilité de l'instrumentation déterminent à quel point la variation du système de mesure peut entraîner la variation du processus. Minitab offre deux méthodes de R&R de l'instrumentation croisée : la méthode X-R et la méthode ANOVA (Analyse Of Variance). La méthode X-R divise la variation globale du système de mesure en trois catégories : de pièce à pièce, répétabilité et reproductibilité. La méthode ANOVA franchit une étape supplémentaire en divisant la reproductibilité entre ses composantes Opérateur (seul) et Opérateur par Pièce.

Dans notre cas, nous avons utilisé la méthode X-R car elle permet de juger à quel point le processus de mesure est maîtrisé et d'identifier tout manque de contrôle.

Il faut souligner que le test Gage R&R permet uniquement de mesurer la contribution de la répétabilité et la reproductibilité à la variabilité totale et n'exclut pas les erreurs de

⁷Minitab est un logiciel de statistiques développé en 1972.

comptage dues aux facteurs humains qui restent une cause éventuelle des écarts d'inventaire.

III.1.1.2. Analyse des résultats

Après le déroulement du test R&R sur Minitab nous avons obtenu des résultats graphiques et analytiques. Le premier graphique présenté sur la figure III.1 montre que le système de mesure contribue très faiblement à la variabilité totale.

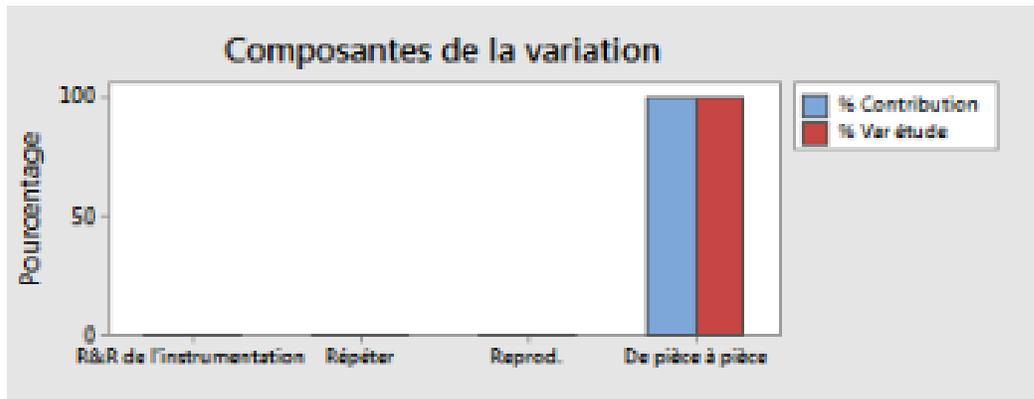


Figure III.1. Résultats graphiques du gage R&R

Les résultats analytiques présentés sur la figure III.2. confirment ce constat. On voit bien que le Total Gage R&R est pratiquement nul (0.00) avec une contribution de 0.29% à la variabilité totale ce qui est inférieur à la limite fixée par les standards (10%).

Source	CompVar	% contribution (de CompVar)
R&R de l'instrumentation totale	0,005	0,00
Répétabilité	0,004	0,00
Reproductibilité	0,000	0,00
De pièce à pièce	559,360	100,00
Variation totale	559,364	100,00

Source	Ecart type	Variations d'étude (6 × écart type)	% var étude (%VE)	% tolérance (VE/Tolér.)
R&R de l'instrumentation totale	0,0680	0,408	0,29	40,78
Répétabilité	0,0665	0,399	0,28	39,88
Reproductibilité	0,0142	0,085	0,06	8,53
De pièce à pièce	23,6508	141,905	100,00	14190,47
Variation totale	23,6509	141,905	100,00	14190,53

Figure III.2. Résultats graphiques du gage R&R

A partir de ces résultats, nous pouvons déduire dans un premier temps que le processus d'inventaire tournant est performant et que nous sommes capables d'effectuer des comptages.

Afin d'approfondir l'analyse, nous avons étudié les deux cartes de contrôle X-bar et R-bar par opérateur.

La carte R par Opérateur affiche la variation des mesures effectuées par chaque opérateur, ce qui permet de comparer les opérateurs les uns aux autres.

La carte X par Opérateur affiche les mesures de chaque opérateur par rapport à la moyenne générale, permettant ainsi de comparer les opérateurs entre eux et par rapport à la moyenne.

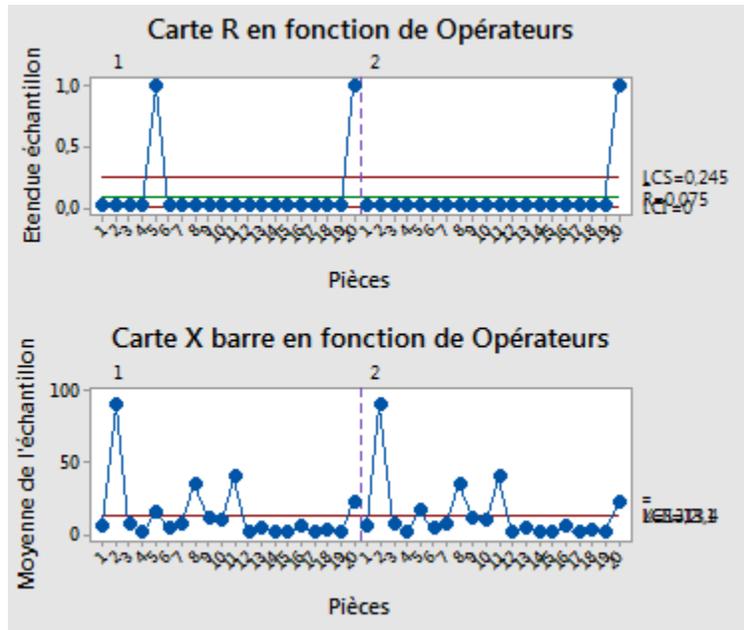


Figure III.3. Cartes de contrôle X bar et R par opérateur

D'après la carte R présentée sur la figure III.3, nous remarquons que les graphiques des deux opérateurs ont pratiquement la même allure, la seule différence c'est que l'opérateur 1 a obtenu deux écarts (articles 5 et 20) tandis que l'opérateur 2 en a obtenu un seul (l'article 20). Ainsi, la répétabilité contribue faiblement à la variabilité totale du système de mesure.

D'après la carte X, présentée sur la figure III.3 nous remarquons que là aussi, les graphiques des deux opérateurs suivent le même schéma. Ce résultat confirme que la reproductibilité contribue très faiblement à la variabilité totale du système de mesure.

III.1.2. Analyse des causes

Avant de pouvoir recueillir les données pertinentes pour notre étude, il est nécessaire de définir les variables qu'il va falloir mesurer. Pour ce faire, l'analyse des causes nous semble être la méthode la plus adaptée. En effet, c'est en identifiant les causes à l'origine des écarts d'inventaire que l'on déterminera les variables qui expliquent le mieux la dégradation de l'exactitude de l'inventaire.

La variable de sortie qui représente la fiabilité de l'inventaire fera l'objet d'une collecte de données.

Afin de chercher les causes de la variabilité du processus d'inventaire, l'outil le plus adapté est le diagramme d'Ishikawa appelé aussi le diagramme de cause à effet.

Ce diagramme présenté sur la figure III.4, identifie cinq causes fondamentales de variabilité :

- **Main-d'œuvre** directe ou indirecte du processus.
- **Moyens** mis en œuvre (machine, outillage).
- **Méthodes** retenues pour la conduite du processus.
- **Matières** utilisées.
- **Milieu** dans lequel le processus évolue.

A travers un brainstorming avec l'équipe de l'entrepôt MD1, en leur précisant qu'un écart d'inventaire est défini comme une différence entre les quantités physiques et les quantités affichées par le système et en leur spécifiant la démarche suivie, nous leur avons posé la question : « Quelles sont les causes qui influencent la variabilité de l'inventaire ? » les réponses de l'équipe nous ont permis d'identifier les causes racines des écarts d'inventaire et de construire le diagramme d'Ishikawa présenté par la figure III.4.

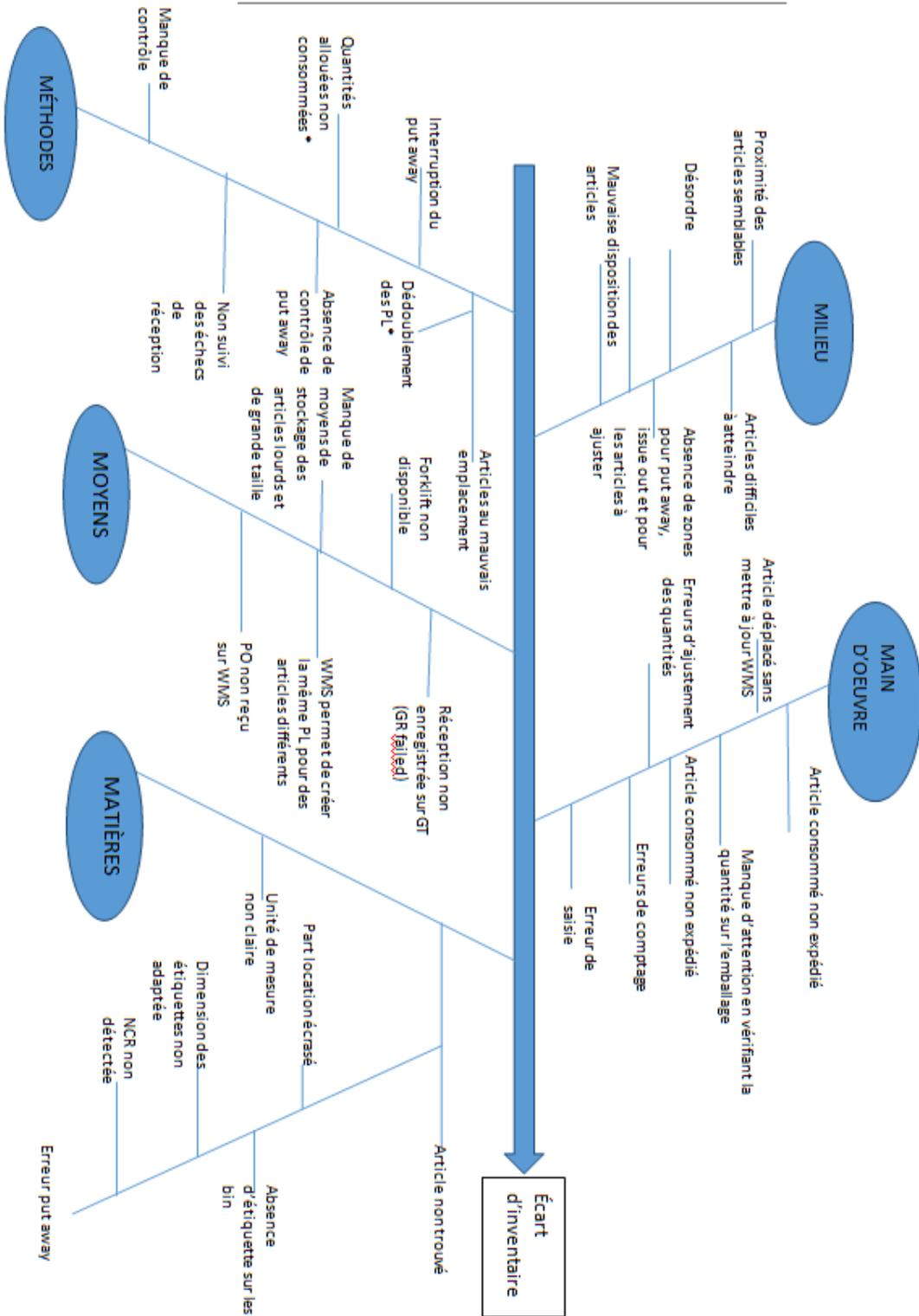


Figure III.4. Diagramme de cause à effet (Ishikawa)

Une analyse de ce diagramme nous a permis d'identifier la cause principale et commune entre les différentes catégories (arêtes principales) qui est bien le manque de coordination entre les opérations qui sont exécutées sur le terrain (la réception, l'expédition, ...) et leur enregistrement sur le WMS.

Afin d'approfondir l'analyse, il est nécessaire de répondre à la question : « Pourquoi les opérateurs n'arrivent pas à assurer une concordance entre les opérations physiques et leur enregistrement sur le système ? »

C'est en répondant à cette question que nous avons, en concertation avec le personnel, identifié la charge de travail comme étant la cause racine des écarts d'inventaire.

En raison de la particularité de la charge de travail au niveau de chaque processus et en tenant compte des processus qui influencent le plus la fiabilité de l'inventaire, à savoir : la réception, l'expédition, l'inventaire tournant, nous avons défini les variables d'entrée X_i qui seront explicitées dans ce qui suit.

III.1.3. Définition des variables

Après avoir analysé les causes à travers le diagramme d'Ishikawa, le brainstorming réalisé avec le personnel du warehouse et la hiérarchisation des exigences clients, nous avons défini la variable de sortie Y.

Cette variable peut s'exprimer comme suit : le nombre d'articles présentant un écart d'inventaire sur le nombre total d'articles comptés.

Quant aux variables d'entrée, elles sont définies comme suit :

X_1 le nombre d'articles réceptionnés avec l'article présentant un écart d'inventaire durant les 6 derniers mois ;

X_2 le nombre d'articles expédiés avec l'article présentant un écart d'inventaire durant les 6 derniers mois ;

X_3 le nombre d'articles comptés avec l'article présentant un écart d'inventaire durant les 6 derniers mois ;

X_4 le nombre d'articles transférés à partir des entrepôts Schlumberger et réceptionnés par MD1 (FMT In) avec l'article présentant un écart d'inventaire durant les 6 derniers mois.

III.1.3.1. Collecte de données

Après avoir déterminé les paramètres permettant d'entamer la phase de mesure, nous disposons maintenant d'un système défini par les variables d'entrée définies précédemment. Il est nécessaire de préciser que :

- L'entrepôt comprend 12 000 Articles ;
- Après l'inventaire annuel (octobre 2016), tous les articles sont conformes ;

III.1.3.2. La variable de sortie « Y »

La collecte des données de la variable de sortie s'est faite à travers des feuilles de relevés présentées dans l'annexe III.1. Lors de cette campagne de collecte nous avons récolté 24 échantillons que nous présentons dans l'annexe III.2.

Cette opération s'est déroulée durant 7 jours du 13/04/2017 au 19/04/2017, et s'est faite en respectant les critères suivants :

- La taille de l'échantillon est variable.
- Le comptage physique des articles s'effectue au niveau de leurs emplacements ;
- Le nombre d'articles enregistrés dans le système est comparé au nombre compté physiquement ;
- L'article est considéré comme conforme si la quantité est la même en physique et dans le système, dans le cas contraire l'article est jugé non conforme ;
- La proportion du nombre d'articles non conformes sur le nombre d'articles comptés de l'échantillon est enregistrée.

III.1.3.3. Les variables d'entrée

Pour la collecte des données des variables d'entrée, nous avons extrait les données du WMS de l'entrepôt (OFS Stores).

L'extraction des données a pris plus d'une semaine car nous avons dû consulter plus de 26300 lignes de transaction avec un système d'information relativement lent. Nous avons effectué l'extraction et le traitement de ces données sur Excel en faisant appel à un ensemble de fonctions notamment : les recherches verticales (VLOOKUP) et les tableaux croisés dynamiques.

Le résultat obtenu à l'issue de ce traitement est présenté dans l'annexe III.4.

III.1.4. Capacité du processus

Afin de mesurer le niveau z du processus, il est important de s'assurer de sa stabilité. Pour ce faire, la carte de contrôle P est la plus adaptée.

La figure III.5. présente la première carte P du processus.

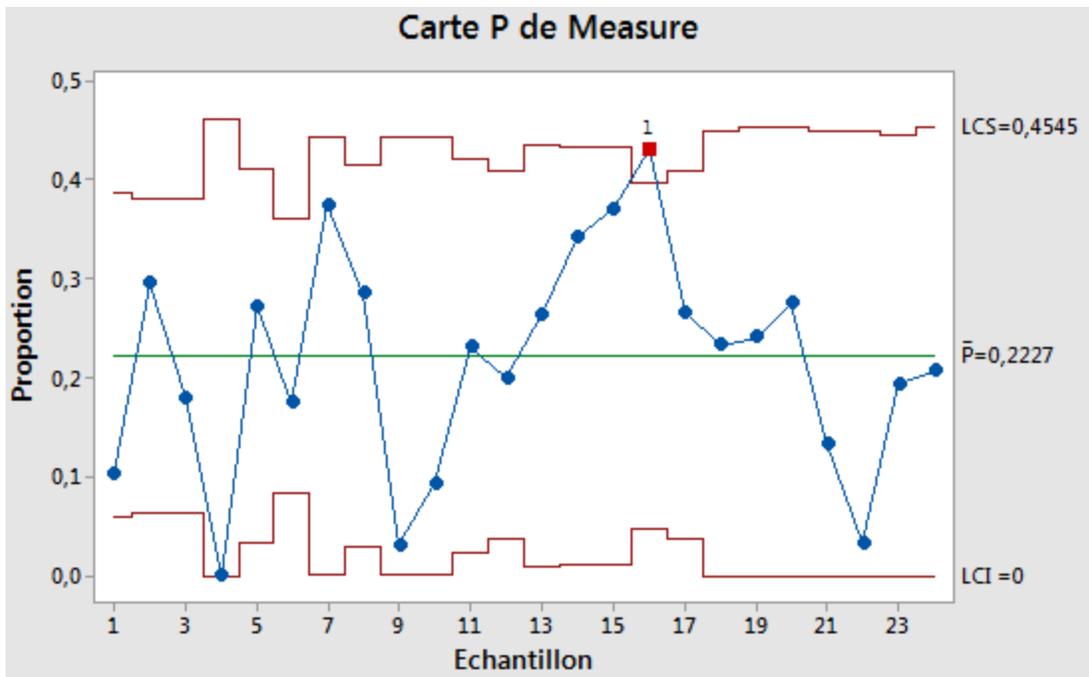


Figure III.5. Première carte de contrôle P

On remarque qu'il y a une seule valeur qui sort de la limite de contrôle supérieure, il s'agit de l'échantillon 16.

Après avoir écarté cet échantillon et afin de préserver la stabilité du processus, nous avons conçu une deuxième carte P du processus qui est représentée par la figure III.6.

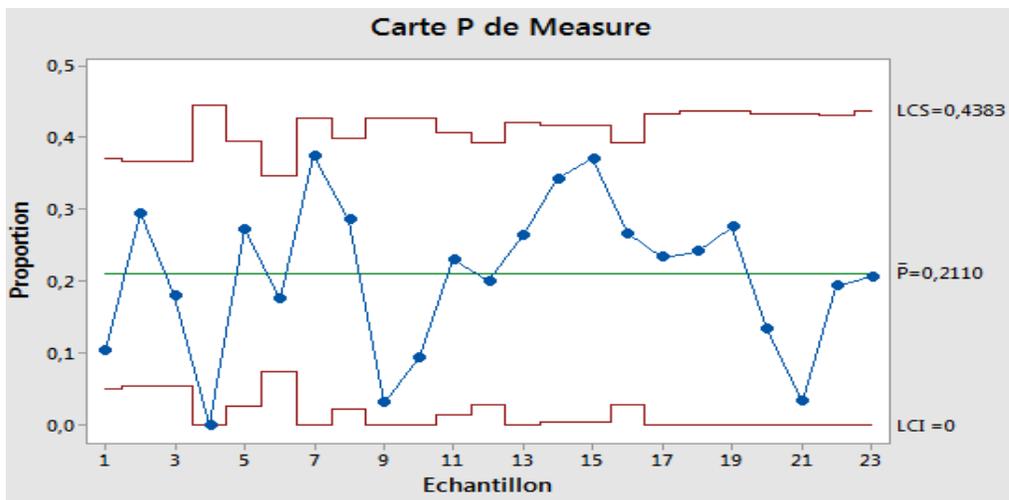


Figure III.6. Deuxième carte de contrôle P

Après avoir vérifié que notre processus est stable, nous avons utilisé l'échantillon obtenu pour calculer le niveau z.

Afin de mesurer le niveau z du processus, il existe plusieurs approches.

Dans notre cas, il s'agit de critères non mesurables de type articles défectueux puisqu'on compte le nombre d'articles présentant un écart d'inventaire, ainsi un article est jugé défectueux lorsque la quantité disponible physiquement n'est pas égale à la quantité présente sur le WMS. L'approche utilisée est celle du défaut par unité (DPU).

Nous supposons que le nombre d'articles défectueux suit une loi Binomiale de paramètre (n, p) :

- n est le nombre d'épreuves de Bernoulli, où l'épreuve correspond à la comparaison entre les quantités disponibles et les quantités affichées par le système des n articles comptés ;
- Un succès correspond à un article présentant un écart et un échec correspond à un article conforme ;
- p est la probabilité d'un succès.

Les résultats obtenus en utilisant Minitab sont présentés sur la Figure III.7.

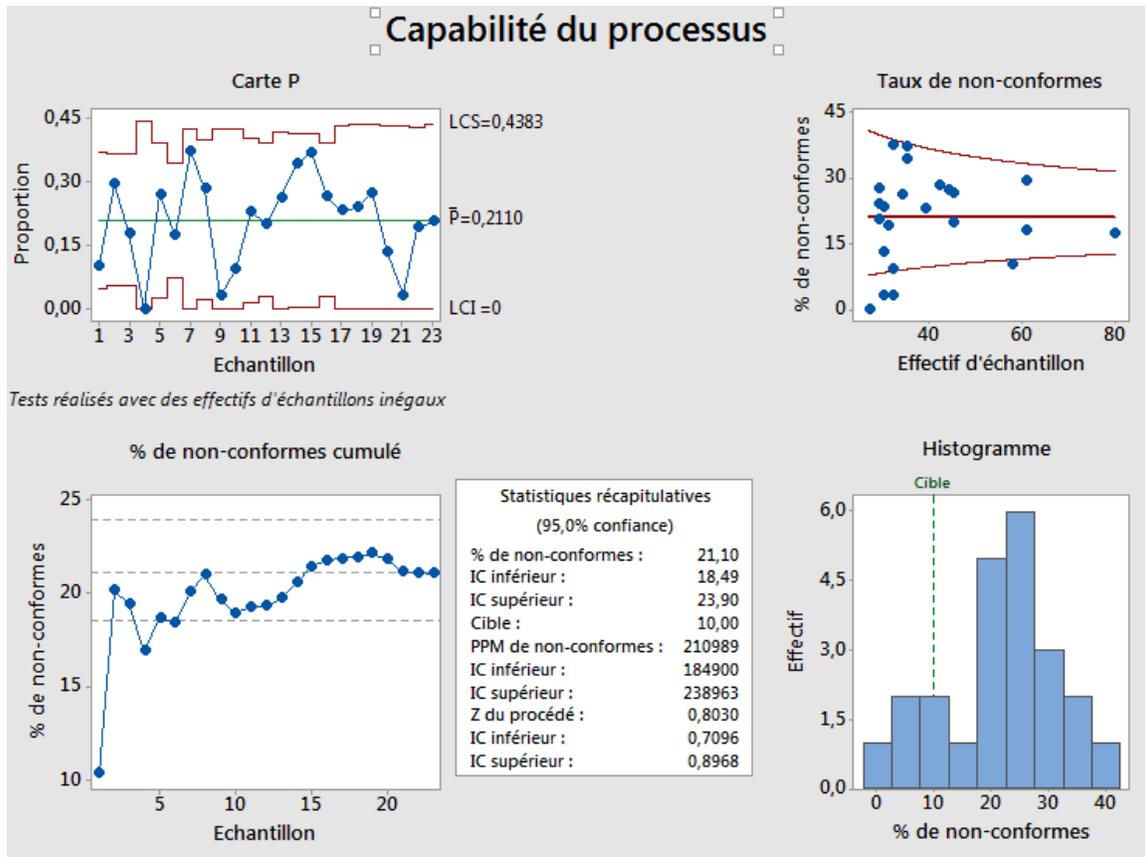


Figure III.7. Capabilité du processus

A partir de ces résultats, on peut dire que l'entrepôt n'est pas performant en ce qui concerne l'exactitude de l'inventaire avec un niveau sigma égal à 0.80 qui est très loin du niveau visé par les projets LSS. Ce faible niveau de z apparaît sous forme d'un nombre important d'écarts d'inventaire. En effet, le processus présente 21.10 % d'articles défectueux soit 210989 articles par million d'opportunités.

Les résultats obtenus à l'issue de l'étape de mesure confirment la pertinence du projet d'amélioration de la fiabilité de l'inventaire car la performance de l'entrepôt en termes d'exactitude d'inventaire est très faible. Ces mesures feront l'objet d'une analyse plus approfondie dans la prochaine étape.

III.2. Étape Analyse

Après avoir accompli les étapes « Définir » et « Mesurer », on a parfaitement identifié les caractéristiques critiques pour la qualité (*CTQ*) et nous disposons désormais d'un moyen de mesure fiable permettant de les quantifier. Lors de l'étape « Mesurer », on a également pu mettre en place une campagne d'observation du processus afin de récolter des données fiables.

A présent, l'étape « Analyser » a pour objectif d'approfondir notre connaissance du processus afin de découvrir les causes « racines » de la variabilité et du manque de performance. À la fin de cette étape, on doit avoir une idée très précise des sources d'insatisfaction et des paramètres qui devront être modifiés pour atteindre la performance souhaitée.

III.2.1. Analyse des variables

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 « X_i » en exploitant les données récoltées lors de la phase « mesurer » .

- **Analyse de la variable Y**

L'histogramme présenté par la figure III.8. permet d'examiner la forme et la dispersion des données d'échantillons. Il divise les valeurs des échantillons en de nombreux intervalles appelés cellules. Les barres représentent le nombre d'observations situées dans chaque cellule (effectif). Le diagramme de série chronologique pour sa part, présente les échantillons dans un ordre chronologique et montre clairement les tendances des points considérés. Enfin, le diagramme à points résume la distribution de l'ensemble des données de la variable « Y » dont on dispose.

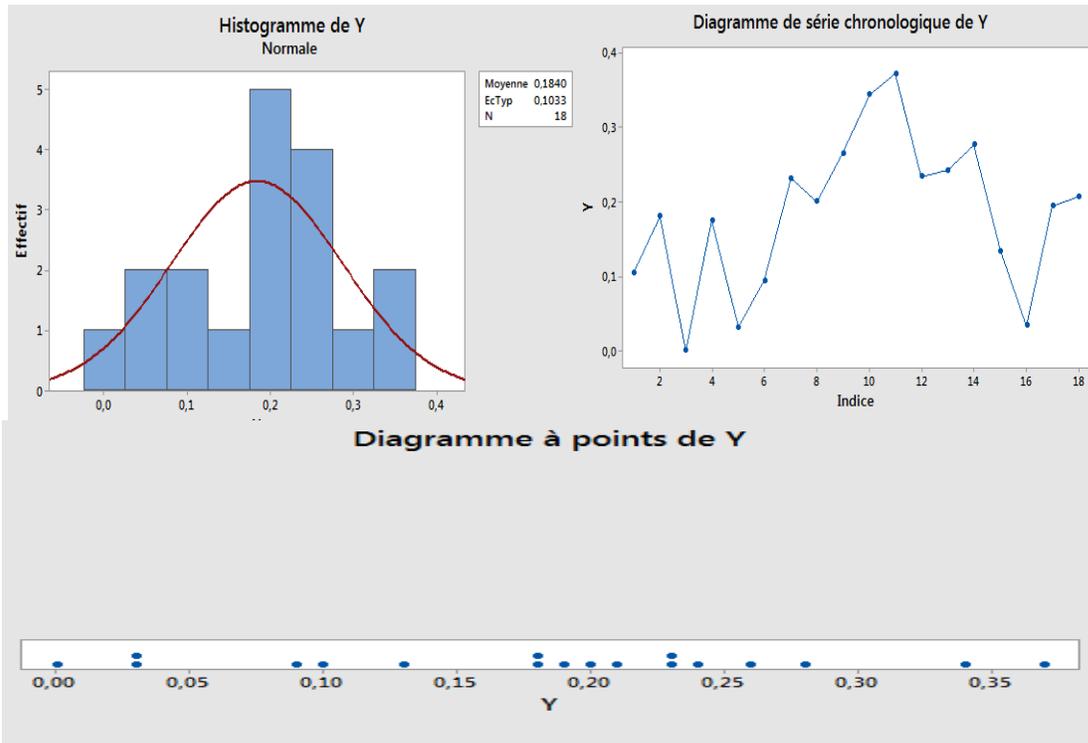


Figure III.8. Visualisation graphique de la variable Y

- **Test de normalité**

La Figure III.9. présente le diagramme de probabilité obtenu à la suite du test d'Anderson Darling. La p-value est égale à 0.739. Cette valeur étant supérieure à 5% démontre la normalité de la variable Y. L'estimation de la moyenne est de 0.183957 et l'intervalle de confiance ayant 95% de chance d'inclure la moyenne est de [0.132604, 0.235310].

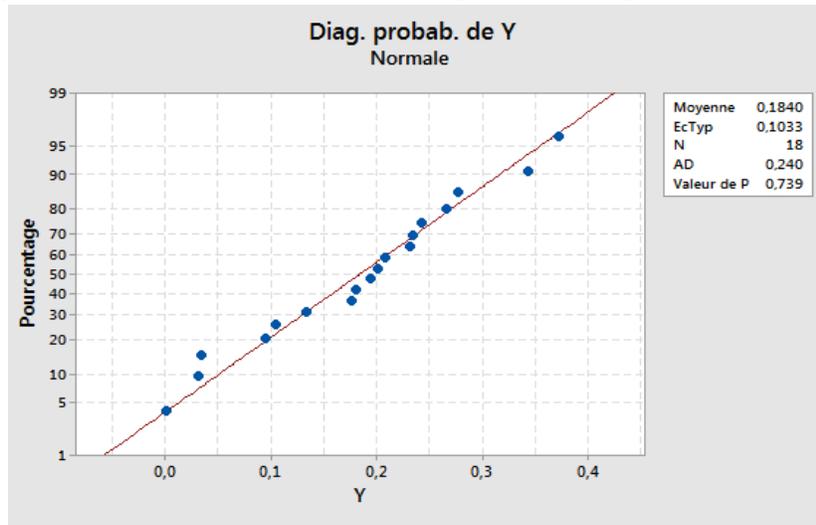
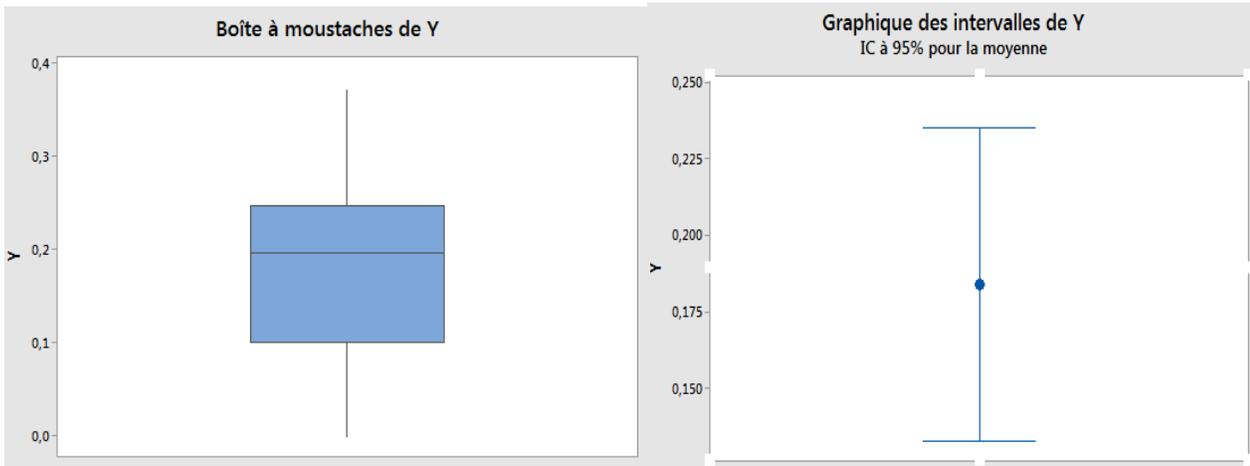


Figure III.9. Test de normalité

- **Test des valeurs aberrantes**



La figure III.10 présente la boîte à moustaches qui donne des informations sur la répartition des données et leur homogénéité (médiane, quartiles, maximum et minimum). Sur le graphique de la figure III.10 nous n'observons pas d'astérisques (*) qui représentent les points se situant en dehors des limites hautes et basses définies empiriquement. De là, nous pouvons affirmer que l'échantillon de Y ne contient pas de valeurs aberrantes.

Puisque Y est la proportion des articles présentant un écart d'inventaire, on peut conclure que sa loi est à la fois décentrée et fortement dispersée. Le pourcentage des articles présentant un écart d'inventaire de l'entrepôt est de l'ordre de 19% ce qui est très important par rapport aux exigences du client qui avoisine les 10%. La dispersion des valeurs est obtenue à partir de la boîte à moustaches, on constate alors que 25% des valeurs sont inférieures à 10%, 75% des valeurs sont inférieures à 24% et 50% des valeurs sont inférieures à 19%.

Les résultats obtenus confirment le caractère prioritaire du projet I et la nécessité de le suivre.

Les visualisations graphiques des variables X_i sont présentées dans l'annexe III.3.

III.2.2. Analyse des relations

Après avoir analysé les X_i et Y séparément, il s'agit maintenant de déterminer les X_i qui contribuent à la variabilité de Y. A l'issue de cette étape, nous serons capables de déterminer les variables sur lesquelles nous devons agir pour améliorer la fiabilité de l'inventaire.

L'analyse se fera en deux parties :

Dans un premier temps, nous allons étudier la corrélation entre la variable dépendante Y et les variables indépendantes X_i à travers les nuages de points et les coefficients de corrélation.

Par la suite, nous allons construire un modèle de régression multiple afin d'approfondir l'analyse des relations entre les X_i et Y.

1^{ère} partie : Etude de la corrélation entre les variables Y et X_i

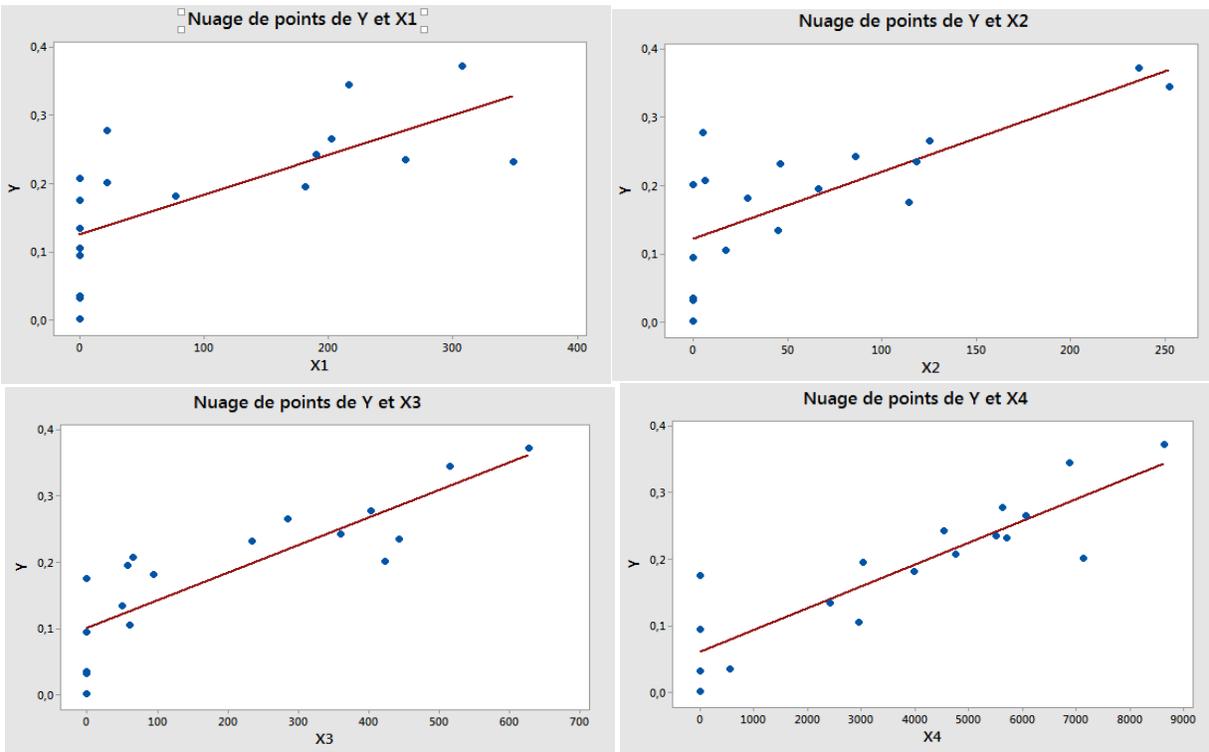


Figure III.11. Diagramme de dispersion entre Y et les X_i

A partir des données récoltées lors de l'étape Mesurer, nous allons visualiser les relations entre les variables à travers les nuages de points. La figure III.11 présente les nuages de points de Y avec chaque variable indépendante X_i . L'analyse des diagrammes de dispersion nous a permis de relever les points suivants :

- Nous observons que les quatre diagrammes présentent une tendance positive ce qui s'explique par leur pente vers le haut de gauche à droite.
- Par contre, il est difficile de comparer l'intensité de la relation car il n'est pas possible de classer les variables selon le degré d'inclinaison des pentes qui est pratiquement le même pour les quatre variables X_i .
- Toujours à partir des diagrammes, nous pouvons dire qu'il y a une forte relation positive entre les X_i et Y. Nous pouvons donc déduire que la charge de travail dans les processus Issue Out, Cycle Count, GR et FMT in contribue à la variabilité de Y, autrement dit, ces variables dégradent la fiabilité de l'inventaire.

Afin de confirmer ou infirmer les interprétations des graphiques, nous allons calculer les coefficients de corrélation entre la variable Y et les X_i . Le tableau III.1. donne les coefficients de corrélation.

Tableau III.1. Coefficients de corrélation

		Y
X ₁	Coef cor	0,698
	P value	0,001
X ₂	Coef cor	0,748
	P value	0.000
X ₃	Coef cor	0,848
	P value	0.000
X ₄	Coef cor	0,882
	P value	0.000

A partir du tableau, nous observons qu'il y a une forte corrélation positive entre les X_i et Y ce qui confirme les résultats obtenus à partir des visualisations graphiques. On peut également classer les variables X_i selon l'intensité de la corrélation (X_4 , X_3 , X_2 , X_1)

2^{ème} partie : Modèle de régression multiple

Après avoir analysé les relations entre les variables indépendantes X_i et la variable dépendante Y, il s'agit maintenant de construire un modèle de régression qui permet d'analyser la relation entre la variable de sortie Y et l'ensemble des variables d'entrée X_i . Ce modèle permettra d'estimer la contribution relative des quatre variables explicatives X_i à la variabilité de la variable expliquée Y.

En utilisant le logiciel Minitab et les échantillons recueillis lors de l'étape mesurer, on obtient le modèle de régression reliant les quatre variables exogènes et la variable endogène. Le résultat obtenu est représenté par la figure III.12.

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p	
Régression	4	0,159241	0,039810	23,48	0,000	1

Récapitulatif du modèle

S	R carré	R carré (ajust)	R carré (prév)	
0,0411798	87,84%	84,10%	74,00%	2

Coefficients

Terme	Coeff	Coef ErT	Valeur de T	Valeur de p	FIV	
Constante	0,0569	0,0181	3,15	0,008		
X1	-0,000016	0,000125	-0,13	0,898	2,42	3
X2	0,000522	0,000195	2,68	0,019	2,38	
X3	-0,000022	0,000119	-0,19	0,855	6,32	
X4	0,000027	0,000008	3,16	0,008	5,50	

Equation de régression

$$Y = 0,0569 - 0,000016 X1 + 0,000522 X2 - 0,000022 X3 + 0,000027 X4$$

Figure III.12. Première estimation du modèle de régression sur Minitab

Dans l'encadré 1, la p-value du test de Fisher est inférieure à 0,05 ($p=0.000$) ce qui veut dire que le modèle de régression est significatif dans sa globalité.

Dans l'encadré 2, la valeur de R^2 indique que les prédictors expliquent 87.84% de la variance de Y.

Cependant, on voit sur l'encadré 3 que la p-value du test de Student pour les variables X1 et X3 est supérieure à 0.05 c'est pourquoi nous allons les écarter du modèle.

Nous avons donc reconstruit le modèle en n'utilisant que les variables X2 et X4.

Les résultats du nouveau modèle sont donnés par la figure III.13.

Récapitulatif du modèle						
S	R carré	R carré (ajust)	R carré (prév)			
0,0384099	87,79%	86,17%	80,55%			
Coefficients						
Terme	Coef	Coef ErT	Valeur de T	Valeur de p	FIV	
Constante	0,0584	0,0155	3,76	0,002		
X2	0,000495	0,000141	3,51	0,003	1,43	
X4	0,000025	0,000004	6,25	0,000	1,43	
Equation de régression						
Y = 0,0584 + 0,000495 X2 + 0,000025 X4						

Figure III.13. Deuxième estimation du modèle de régression sur Minitab

Le nouveau modèle est significatif et les variables X₂ et X₄ le sont aussi selon le test de Student (p- value inférieure à 0.05). La fiabilité du modèle est proche de 88%.

La valeur R² prévue est de 80,5%. Etant donné que cette dernière est proche des valeurs R² et R² ajusté, le modèle ne semble pas être sur-ajusté et présente une capacité de prédiction adaptée.

Cependant, et avant de valider le modèle et d'en tirer des conclusions, il est important de vérifier les hypothèses sur lesquelles la régression est basée. Les résultats montrent que ces hypothèses ont été vérifiées, mise à part celle d'autocorrélation des valeurs résiduelles. (Voir l'annexe III.5.)

III.2.3. Analyse des résultats

A partir du modèle de régression, nous avons confirmé que la fiabilité de l'inventaire est influencée le plus par le nombre d'articles présents dans les transactions des processus : expédition et transfert de matériels (issue out et FMT in). Cependant, ce résultat ne veut pas dire que les variables qu'on a identifiées dégradent d'une manière exclusive la fiabilité de l'inventaire.

En effet, il existe d'autres variables qu'on a déjà identifié dans le diagramme d'Ishikawa dans l'étape Mesurer qui expliquent la variabilité de Y mais qui ne sont pas mesurées (par exemple le processus Put away pour lequel il n'y a aucune traçabilité). Ce qui justifie les 12% de variabilité qui ne sont pas expliqués par ce modèle. Ces variables vont faire l'objet du projet 2 qui traitera l'amélioration de l'efficacité des processus.

III.3.IMPROVE

A travers l'étape précédente nous avons pu montrer que la charge de travail, due au nombre de lignes (articles) dans les transactions des deux processus d'expédition (issue out) et de réception du matériel transféré (FMT in), est le facteur qui dégrade le plus la fiabilité de l'inventaire. Les étapes Définir, Mesurer et Analyser nous ont également permis de prioriser les variables sur lesquelles nous devons agir.

A présent, il s'agit de trouver des solutions en mesure de régler les problèmes déjà identifiés.

Le brainstorming et le benchmarking sont des outils très utiles à ce stade car ils permettent de trouver un nombre important de solutions variées, multipliant ainsi les chances de déterminer la solution la plus adéquate.

Nous avons effectué des brainstormings avec l'ensemble de l'équipe de MM, ce qui nous a été d'une grande aide. Leurs propositions étaient très intéressantes, néanmoins, il était nécessaire de les reformuler pour qu'elles soient applicables et surtout efficaces.

III.3.1 Nouveau processus de l'inventaire tournant

Cette solution a été proposée dans le cadre du projet 1 afin d'agir sur le processus Issue Out qui a été identifié comme facteur dégradant la fiabilité de l'inventaire.

Après avoir approfondi notre analyse, nous avons abouti au résultat suivant :

Jusqu'à présent, il y a un responsable pour chaque segment qui effectue l'inventaire tournant sur un temps relativement long.

Le processus de l'inventaire tournant doit être clôturé dans les 72h à partir du premier jour de comptage. Cependant, dans la majorité des cas, ce délai n'est pas respecté.

De plus, il y a un grand nombre de transactions de Issue Out qui s'effectuent pendant ce processus (environ 24 lignes par jour), causant ainsi un grand nombre d'écarts d'inventaire.

C'est pourquoi, nous avons jugé nécessaire de concevoir un nouveau processus d'inventaire tournant qui tienne compte de cet aspect.

Ce nouveau processus a pour but d'améliorer l'efficacité de l'inventaire tournant à travers la réduction du temps d'exécution et de la charge de travail et cela en faisant participer toute l'équipe.

Le fait de réduire le temps d'exécution minimise les erreurs causées par les différentes transactions Issue Out effectuées pendant la période de comptage. Ce qui va réduire considérablement les écarts d'inventaire.

- **Description du nouveau processus**

Les entrées de notre processus sont les listes des articles à compter tandis que les sorties sont les articles comptés avec le minimum possible d'écarts d'inventaire (les écarts doivent être inférieurs à 5% de la valeur totale des articles comptés).

Au début du mois, le Cycle Count Leader, qui est le superviseur de l'entrepôt, retire la liste d'articles à compter à partir du WMS et l'éclate par segment. Cette liste sera par la suite répartie sur le nombre de personnes disponibles de manière à réduire le temps de comptage. Le Cycle Count Leader mettra en place un plan pour l'inventaire en créant plusieurs listes de comptage.

Une fois que ce dernier est exécuté, le responsable du segment va faire des investigations sur les écarts obtenus avant de clôturer l'inventaire. Le cycle count leader veillera au bon déroulement du comptage.

Afin de planifier l'inventaire tournant, plusieurs critères sont pris en considération :

- Planifier un seul segment à la fois ;
- Toute l'équipe doit participer au comptage ;
- Consacrer 2 heures de temps pour le comptage physique ;
- Introduire les lignes sans écarts directement sur le système après le comptage ;
- Consacrer 48 heures pour l'investigation, la correction des écarts et la clôture finale du comptage.

Afin d'assurer une bonne répartition des responsabilités nous avons construit la matrice de RACI (responsable, accountable, consulted, informed).

Tableau III.3. Matrice RACI du nouveau processus d'inventaire tournant

responsable	accountable	consulted	informed
équipe MM	superviseur	superviseur	NAG manager

Pour mieux illustrer les différentes étapes du processus et pour s'aligner avec les exigences de Schlumberger en ce qui concerne la mise en place des nouveaux processus, nous avons également établi une cartographie du processus (swimlane) en s'appuyant sur l'approche Business Process Modeling and Notation (BPMN).

La figure III.14. donne la cartographie du nouveau processus.

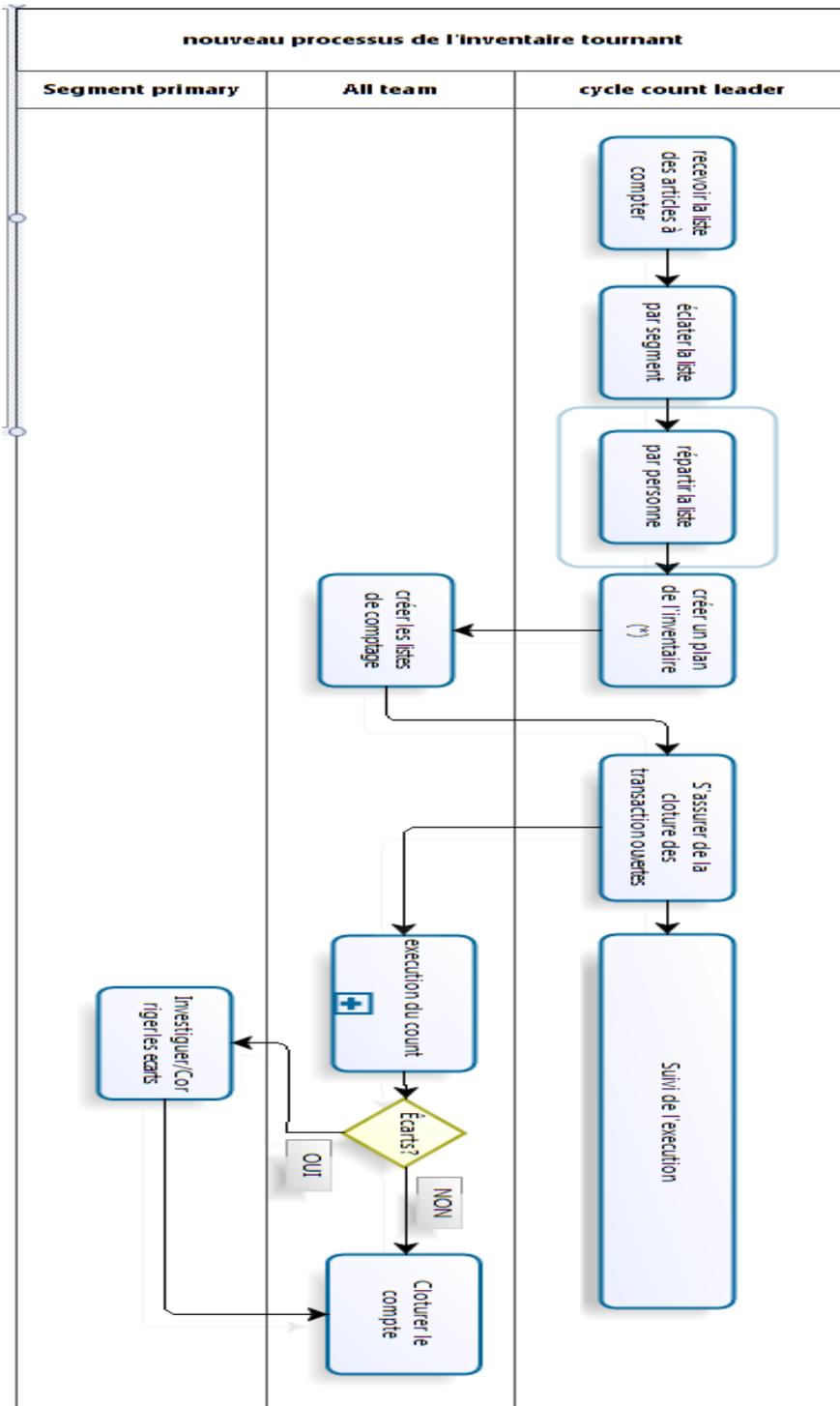


Figure III.14. Cartographie du nouveau processus d'inventaire tournant

III.3.2.Put away Check

Le deuxième processus à l'origine des écarts d'inventaire est le FMT in.

Il s'agit d'un processus similaire à celui de la réception. La différence réside dans le fait que les articles sont reçus à partir des autres localisations de Schlumberger Monde.

Pendant la réception des FMT, le GT n'est pas utilisé car ce dernier fonctionne uniquement pour les articles provenant des centres de distribution, tandis que la réception des matériels transférés (FMT in) est faite manuellement en créant une transaction de réception sur le WMS pour garder une traçabilité.

C'est ce qui fait que FMT In est une source d'erreurs sans oublier qu'il s'agit d'articles de grande valeur (supérieure à 300 dollars).

Il faut souligner également que le conditionnement des articles se fait par les storeman des autres localisations. Il arrive parfois de ne pas recevoir la facture qui permet d'identifier l'article ou encore de recevoir un autre article par erreur.

Afin de remédier au problème déjà évoqué, nous proposons une solution qui consiste à vérifier sur échantillonnage la conformité du Put away par rapport à un certain nombre de critères en mettant l'accent sur les articles reçus en FMT.

Ce dispositif de contrôle est une manière d'instaurer une démarche d'amélioration continue. De plus, le monitoring du processus de put away permet de déceler toute anomalie au niveau du FMT in.

Le put away check a plusieurs avantages car il permet de :

- Détecter et corriger les erreurs de stockage ;
- Prévenir les écarts d'inventaire ;
- Analyser et améliorer le processus de stockage en se basant sur les données récoltées ;
- Pousser l'équipe à adopter les bonnes pratiques de stockage ;
- Améliorer la performance globale de l'équipe.

Le dispositif de contrôle et de suivi proposé est décrit dans ce qui suit :

- Le superviseur choisit trois articles pour chaque employé parmi les articles qui ont été réceptionnés,
- Les articles reçus en FMT in sont sélectionnés en priorité ;
- Il vérifie par la suite la qualité du put away selon un nombre de critères ;
- Il attribue un score pour chaque critère et chaque employé ; ainsi qu'un score global pour toute l'équipe.
- Il calcule le taux de participation et analyse les scores obtenus afin d'identifier les problèmes qui dégradent la qualité du put away.

Dans le dispositif de contrôle proposé, les critères considérés pendant la vérification de chaque articles peuvent s'exprimer à travers les questions suivantes :

- Est-ce que le put away a été exécuté ?
- Est-ce que l'article est dans l'emplacement adéquat ?
- Y a-t-il une duplication de Part Location sur le système ?
- Les deux étiquettes (PN et PL) sont-elles correctement placées sur le bin ?
- La taille du bin convient-elle à la taille de l'article ?
- Les bins sont-ils rangés par ordre de PL ?

La figure III.15. illustre la grille d'évaluation du put away.

	Description	AAT			AB			LM		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Item located (Put Away Done)?	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	The right item in the right bin?	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	No PL duplication (Different Stores)?	1	1		1	1	1	1	1	1
2	Correct bin label ?	1	1		1	1	1	1	1	1
	Correct Item label ?	1	1		1	1	1			
3	The right bin size for the item?	1			1	0	1			
4	Bins ordered by PL#?	1		1	1	0	0			
	Score by Ech	7	5	0	7	5	6	4	4	4
	Score by Emp	4,00			6,00			4,00		
	Process Score	71%								

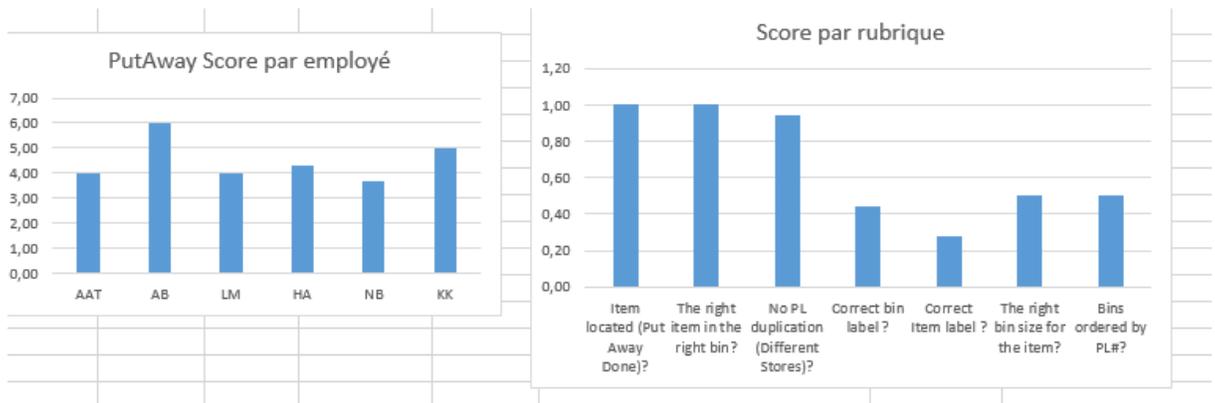


Figure III.15. Grille du Put Away Check

Le tableau III.4 présente le RACI du Put away check. Cette matrice garantit une bonne répartition des responsabilités et permet à l'équipe d'être plus efficace.

Tableau III.4. Matrice RACI du Put away check

Responsible	Accountable	Consulted	informed
Superviseur de l'entrepôt	Superviseur de l'entrepôt	Personne ayant effectué le put away	NAG MANAGER

III.3.3.Étiquettes

Toujours dans la perspective de réduire les écarts d'inventaire, il est important que le personnel fasse plus attention lors de l'exécution des différents processus, surtout lorsqu'il s'agit d'articles de grande valeur.

La solution proposée est de mettre des étiquettes rouges sur les articles de grande valeur.

A partir de OFS Stores, nous avons identifié les articles dont la valeur excède 1000 dollars pour les trois segments Testing, D&M et REW. Nous avons par la suite collé une étiquette rouge sur chaque bin contenant les articles en question.

Ainsi, la personne qui fait la réception, l'expédition, l'inventaire tournant ou le stockage fera plus attention à ces articles.



Figure III.16. Étiquette pour article de grande valeur

Conclusion

Dans ce premier projet, dont l'objectif est d'améliorer la fiabilité de l'inventaire, nous avons identifié, à l'issue de l'étape d'analyse, la charge de travail au niveau des processus expédition (Issue Out) et FMT In comme le facteur qui dégrade l'exactitude de l'inventaire. A travers l'étape Improve, trois solutions ont été proposées qui sont :

- La conception d'un nouveau processus de l'inventaire tournant,
- Un dispositif de contrôle et de suivi : Put Away Check
- Placer des étiquettes rouges pour les articles de grande valeur.

Le chapitre suivant concerne le deuxième projet dans notre démarche LSS. Le projet II a comme objectif l'amélioration de l'efficacité des processus.

Chapitre IV :
Amélioration de
l'efficacité des
processus

Introduction

Le deuxième projet dans notre démarche LSS consiste à améliorer l'efficacité des processus. En effet, à travers le premier projet qui avait comme objectif l'amélioration de la fiabilité de l'inventaire, nous avons pu déceler de nombreux dysfonctionnements au niveau des différents processus. C'est pourquoi le présent projet a pour but d'analyser ces dysfonctionnements et de proposer des solutions qui vont accroître l'efficacité globale de l'entrepôt et celle des processus en particulier.

IV.1.Mesurer

Dans cette étape, il s'agit de mesurer le niveau de performance des différents processus.

Nous avons commencé par sélectionner en concertation avec les responsables de l'entrepôt les processus cruciaux en se basant sur leur importance et leur contribution à la satisfaction des exigences du client. Les processus en question sont les suivants :

- Le processus de réception (GR) ;
- Le processus de stockage (Put Away) ;
- Et le processus d'expédition (Issue Out).

Mais avant d'évaluer la performance, il est nécessaire de comprendre leur fonctionnement en analysant les différentes étapes de chaque processus. Pour ce faire, nous avons consulté et analysé la cartographie des processus propre à Schlumberger.

A l'issue de notre analyse, nous avons constaté que cette dernière ne traduit pas la réalité du terrain. En effet, le personnel ne respecte pas toutes les étapes prescrites par les procédures de Schlumberger et ne suit que très rarement l'ordonnancement des tâches défini.

En utilisant l'approche Business Process Modeling and Notation (BPMN), nous avons réalisé une nouvelle cartographie des processus sous forme de logigramme qui reflète la manière dont ils sont réellement exécutés.

Les cartographies des différents processus sont présentées sur les figures IV.1-4.

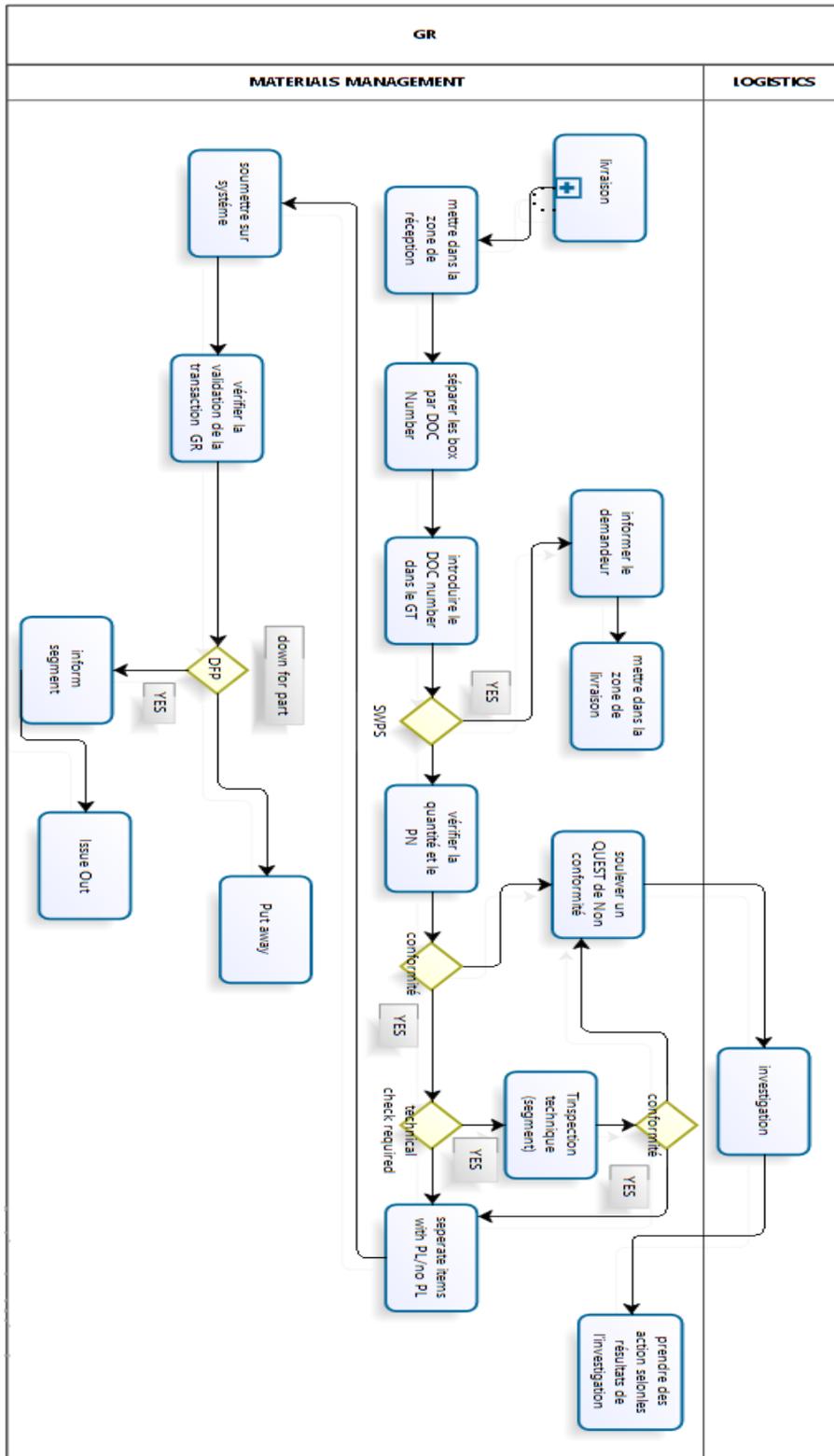


Figure IV.1. Cartographie du processus de réception

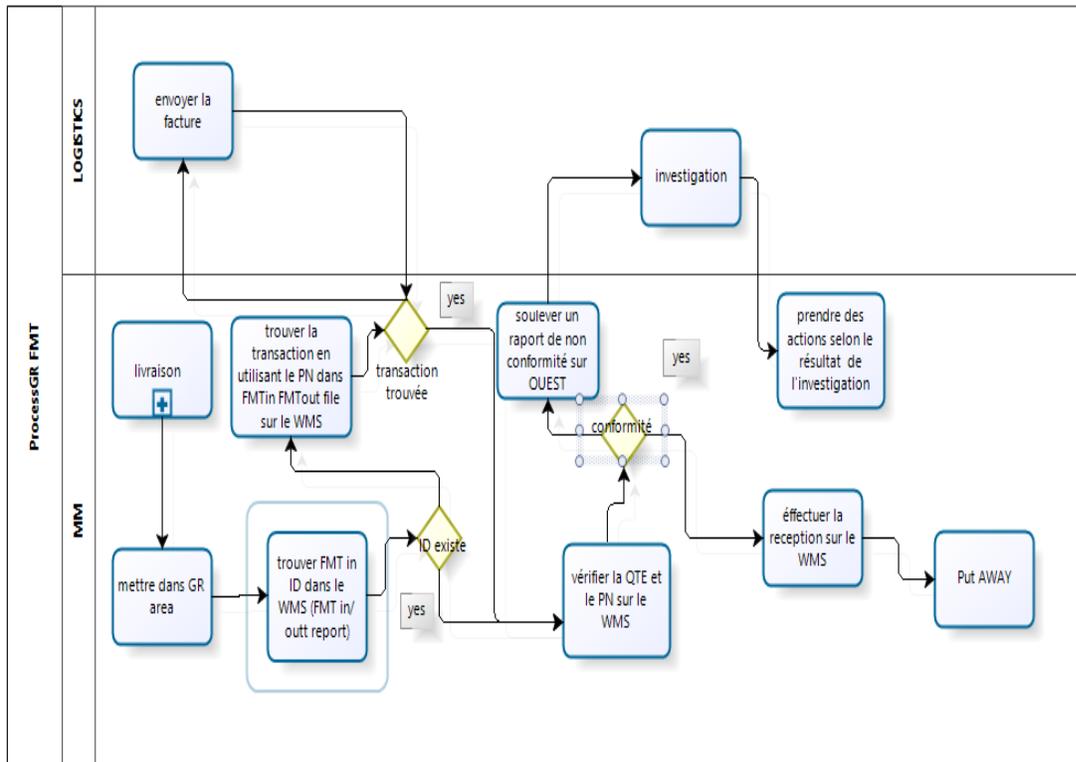


Figure IV.2. Cartographie du processus de réception FMT In

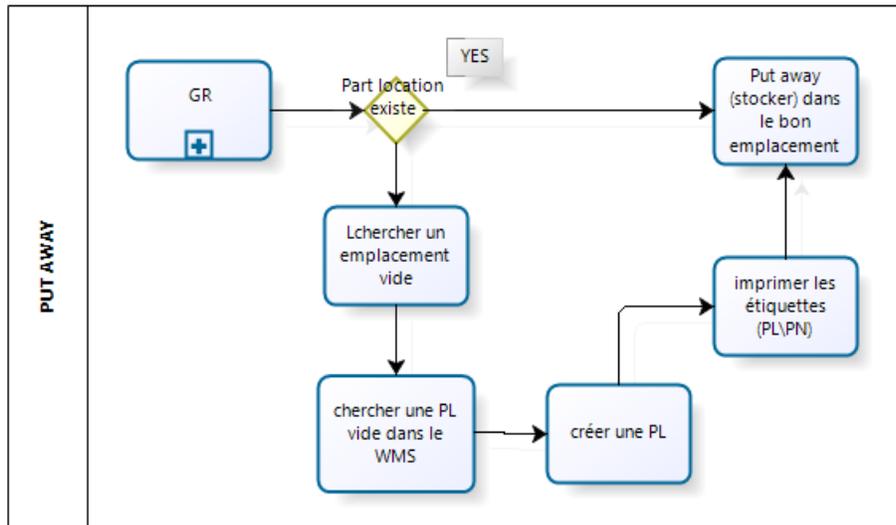


Figure IV.3. Cartographie du processus de stockage (Put Away)

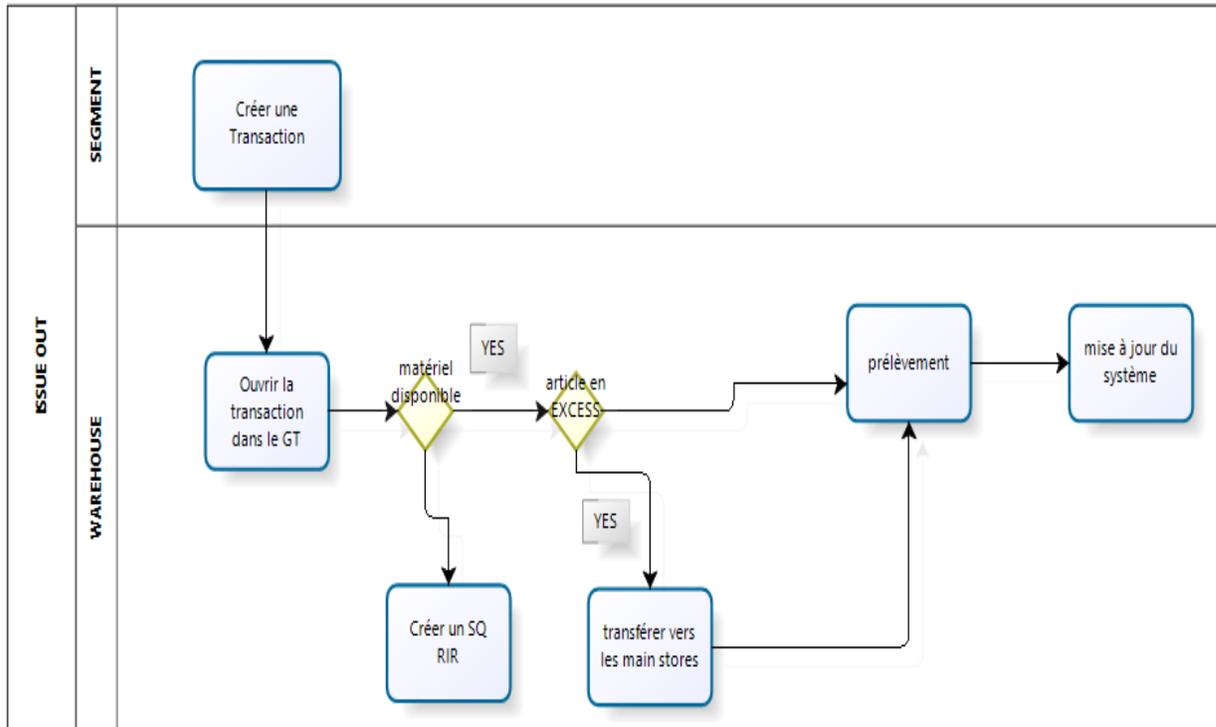


Figure IV.4. Cartographie du processus d'expédition (Issue Out)

Afin d'améliorer l'efficacité d'un processus, il est difficile de le considérer en entier, c'est pourquoi, il est plus intéressant de se concentrer sur l'activité du processus qui réduit sa performance : la contrainte du système. A cet effet, nous avons fait appel à la théorie des contraintes dont le but est de mettre l'accent sur les goulots d'étranglement qui sont les facteurs limitant la performance du système. C'est en agissant sur la ressource goulot que l'on améliore tout le système.

Mais avant tout développement, il est essentiel de préciser la particularité de notre cas d'étude.

En effet, dans une chaîne de production, nous pouvons facilement identifier le goulot d'étranglement, qui est généralement une machine dont la capacité est insuffisante par rapport au poste qui vient avant. Cette ressource goulot se caractérise par des encours importants et ralentit le rythme de l'ensemble du système. Il s'agit par la suite de l'exploiter au maximum mais aussi de définir la cadence de chaque poste afin d'ajuster tout le système au rythme du poste goulot.

Cependant, le cas de l'entrepôt est différent. Puisqu'il ne s'agit pas d'une ligne de production, les contraintes ne sont pas des machines mais plutôt les tâches faisant partie des différents processus. C'est pourquoi les étapes de la théorie des contraintes doivent être adaptées au cas de l'entrepôt.

En partant du fait que les processus sont indépendants les uns des autres, étudier chaque processus à part et l'améliorer va apporter une plus-value pour tout le système. Autrement dit, gagner du temps sur un processus implique gagner du temps pour tout l'entrepôt et accroître son efficacité.

IV.1.1. Identifier les contraintes

La première étape proposée par la théorie des contraintes consiste à identifier les contraintes.

Afin d'identifier les contraintes ou les goulots, nous avons décomposé chacun des trois processus : réception, expédition et stockage, en un nombre de tâches élémentaires. Par la suite, nous avons réalisé un chronométrage des différentes tâches. Les résultats du chronométrage sont présentés dans l'annexe IV.1.

La tâche qui prend le plus de temps est considérée comme la contrainte car son rythme conditionne celui du processus. Nous avons donc hiérarchisé les tâches en se basant sur leurs temps d'exécution. Pour chaque processus, deux tâches, parmi celles qui prennent le plus de temps, ont été sélectionnées et identifiées comme étant les contraintes du système.

Le tableau IV.1 donne les différentes contraintes identifiées.

Tableau IV.1. Les contraintes des différents processus

Processus	Contrainte	Temps (sec)
Expédition	Prélèvement	132,45
	Déplacement	50,49
Stockage	Chercher un emplacement vide	164,52
	Chercher et ramener des bins vides	150,46
Réception	Séparer les box par numéro Doc ⁸	140
	Vérifier le PN ⁹ et la quantité	145,49

⁸ Doc number: numéro du lot

⁹ PN : Part Number

IV.1.2. Priorisation des contraintes

Après avoir identifié les contraintes, il s'agit maintenant de les prioriser. La priorisation permet de choisir la ou les contraintes sur lesquelles il faut agir afin d'améliorer l'efficacité des processus. Pour ce faire, nous avons en concertation avec les responsables de l'entrepôt attribué des poids à chaque contrainte et cela en considérant trois critères : le temps d'exécution de la tâche, la ressource humaine allouée pour effectuer la tâche et l'impact de cette dernière sur le processus. Enfin, le poids s'obtient en calculant la moyenne des trois pondérations. Les pondérations et la priorisation sont données par les tableaux IV.2 et IV.3.

Tableau IV.2. Pondération des contraintes

Poids	Temps	Ressource humaine	Impact sur le processus
1	Long	Plus de 2 personnes	Faible
2	Moyen	Deux personnes	Moyen
3	Court	Une seule personne	Important

Tableau IV.3. Priorisation des contraintes

Contrainte	Temps	Impact sur le processus	Ressource allouée	Total
Prélèvement	3	3		9
Déplacement	2	3	3	8
Chercher un emplacement vide	3	2		7
Chercher et ramener des bins vides	2	2	2	6
Séparer les boxes par numéro DOC	3	2		6
Vérifier PN et quantité	3	3	1	7

Tout en adaptant la théorie des contraintes à notre cas d'étude, on a pu modéliser et mesurer la performance de l'ensemble des processus préalablement choisis, ce qui nous a permis par la suite d'identifier les goulots, les prioriser et donner un cadre bien défini pour entamer l'étape d'analyse.

IV.2.ANALYSER

Dans cette étape, les contraintes identifiées précédemment vont être analysées afin de bien cerner les effets de chaque contrainte sur le processus. Pour mener cette analyse, nous avons fait appel à un outil du Thinking Process. Il s'agit de l'arbre de réalité présente en anglais Current Reality Tree (CRT). Cet arbre est une méthode basée sur les relations de cause à effet entre les entités et permet de déterminer les causes racines à l'origine de la contrainte qui réduit la performance du processus.

Les CRT sont présentés dans l'annexe IV.2.

A partir de la priorisation des contraintes, des CRT et en tenant compte de l'importance de chaque processus, trois contraintes ont été sélectionnées :

- Prélèvement pour le processus d'expédition
- Déplacement pour le processus d'expédition ;
- Trouver des emplacements vides pour le processus de stockage.

C'est sur ces trois contraintes que vont porter les améliorations.

Dans ce qui suit, chaque processus va être traité indépendamment des autres.

IV.2.1.Expédition

Le mode de stockage au niveau de l'entrepôt est le stockage dédié. Autrement dit, Chaque article a un emplacement prédéterminé qui lui est dédié même s'il n'est pas dans le stock.

Afin d'analyser les déplacements effectués par le Storeman pendant le processus d'expédition, nous avons construit un plan de l'entrepôt. Ce dernier est composé de deux niveaux, chaque niveau comporte des shelves répartis selon le segment auquel appartiennent les articles stockés.

Par la suite, nous avons pris un échantillon de dix transactions contenant principalement des articles ayant une fréquence de rotation élevée (High Runners). Le choix de ce type d'articles en particulier est justifié par le fait que ces derniers sont commandés très souvent par les segments et donc leur prélèvement s'effectue régulièrement.

Nous avons mesuré les distances parcourues par le storeman pour chaque transaction ainsi que le temps pris pour se déplacer jusqu'aux emplacements des articles à prélever à partir de la zone d'expédition (issue out). Nous avons modélisé les déplacements pour chaque transaction à l'aide du diagramme de Spaghetti. La figure IV.5 présente le diagramme obtenu.

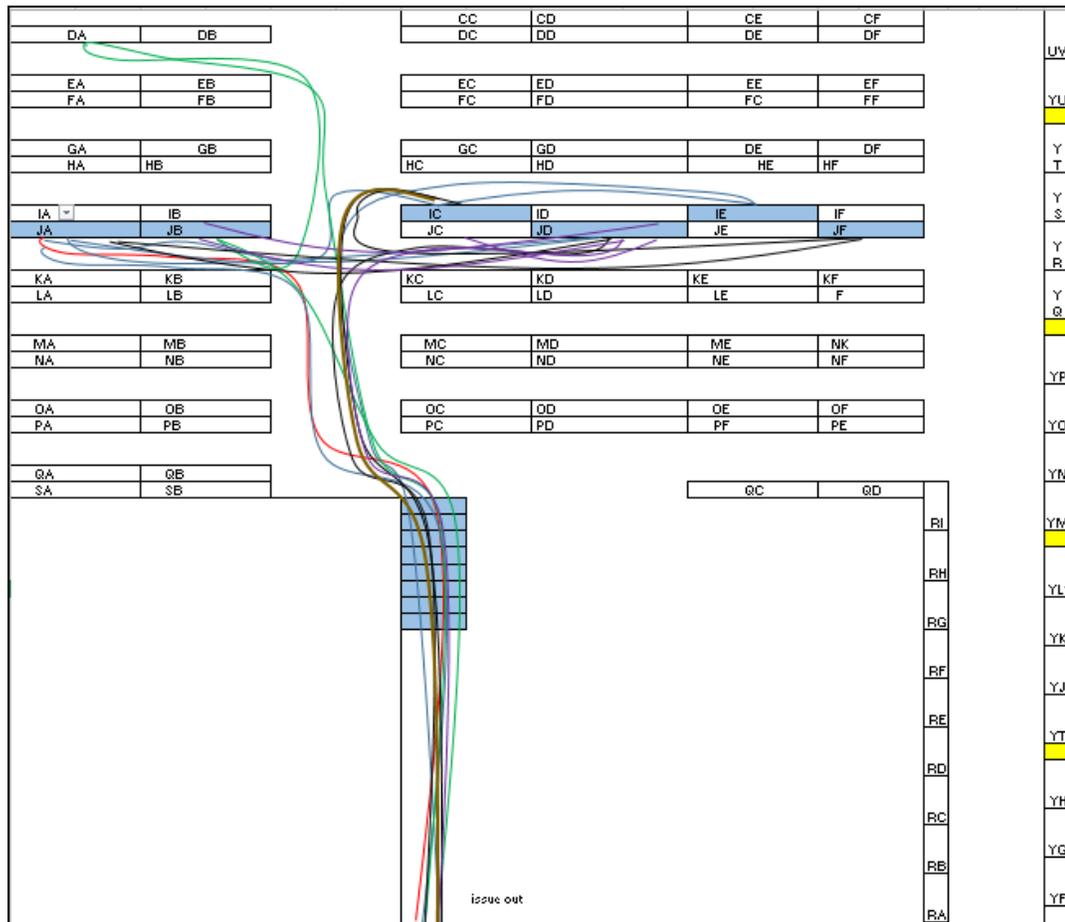


Figure IV.5. Diagramme Spaghetti de l'état actuel

IV.2.2. Stockage (Put away)

A partir de la CRT associé à la contrainte « Chercher un emplacement vide », de l'observation et de notre participation aux différentes tâches du put away ; nous avons en concertation avec les responsables de l'entrepôt identifié les causes principales de la difficulté à repérer les emplacements vides : le mauvais arrangement des bins et l'absence d'information.

Toujours à partir de l'observation, nous avons identifié certaines mauvaises habitudes qui limitent l'efficacité du processus de stockage en général et de la tâche contrainte en particulier. Ces mauvaises habitudes sont les suivantes :

- Non-respect de l'ordonnancement des tâches définies par le processus ;
- Création de Part Location sans vérifier son existence sur le système ;
- Placement des bins sur les shelves sans les étiqueter.

IV.2.3.Réception (GR)

Bien que le temps de réception soit fixé à 48 heures par un indicateur de performance propre à Materials Management, ce processus ne fait pas l'objet d'un suivi car il n'y a pas un moyen mis en place pour contrôler la durée exacte de la réception.

Le GR n'étant pas contrôlé, le personnel sous pression peut exécuter d'autres tâches que le GR ce qui fait qu'il n'y a pas de temps dédié à la réception.

Certes, les résultats du chronométrage montrent qu'il existe des tâches goulots qui peuvent être des pistes d'amélioration, cependant, on ne peut pas apporter une réelle amélioration au processus alors qu'il n'est pas suivi.

A cet effet, il serait plus judicieux d'assurer un meilleur suivi du processus de réception et de prévoir une planification pour l'effectuer régulièrement.

IV.3.IMPROVE

A ce stade, on peut dire qu'on a pu cerner l'ensemble des effets des différentes tâches goulots et avoir une meilleure compréhension et visibilité sur ces dernières ce qui nous a permis de déterminer celles qui feront l'objet d'amélioration. Dans cette étape, nous allons proposer des solutions afin d'accroître l'efficacité des processus et la performance globale de l'entrepôt.

IV.3.1.Issue Out

Dans cette partie, nous allons proposer des solutions pour le processus d'expédition.

IV.3.1.1.Déplacement

A l'issue de notre analyse, nous pouvons déduire que les déplacements effectués par le storeman pendant le prélèvement sont très complexes et que l'emplacement des High Runners n'est pas adéquat. Nous avons donc proposé pour ces derniers une nouvelle disposition qui leur permettra d'être le plus proche possible de la zone d'expédition.

Le nouvel emplacement que nous avons choisi est celui des articles du segment Artificial Lift qui ont une fréquence de rotation très faible.

Nous avons également pensé à un autre scénario qui consiste à utiliser un caddy lors du prélèvement, étant donné que le storeman ne peut porter en moyenne que cinq articles à la fois ce qui l'oblige de les poser par terre avant de prélever le reste des articles d'une même transaction.

Nous avons recalculé les distances et le temps pris lors du déplacement pour les deux scénarios : nouvel emplacement et prélèvement avec caddy que nous présentons dans l'annexe IV.3.

Les gains obtenus ont été considérables et sont présentés dans le tableau.IV.4. et la figure IV.6.

Tableau IV.4. Chronométrage du déplacement

Scénario	Temps (min)	Gain de temps (%)
Situation de référence	8,29	-
Nouvel emplacement	5,73	31%
Utilisation d'un caddy	5,22	37%

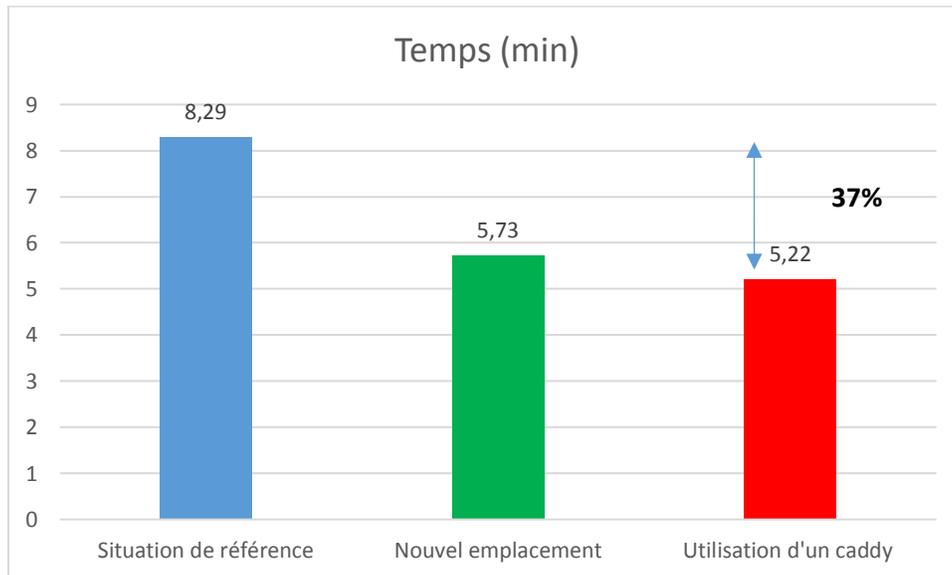


Figure IV.6. Graphique des gains en temps grâce au nouvel emplacement

A partir du tableau IV.4. nous voyons bien que le nouvel emplacement pour les High Runners et l'utilisation d'un caddy offre un gain de temps de 37% dans le déplacement.

Ainsi on obtiendra un diagramme de Spaghetti moins complexe et un emplacement pour les articles de forte rotation le plus proche possible de la zone d'expédition.

La figure IV.7. montre les parcours obtenus après avoir changé l'emplacement des articles en question.

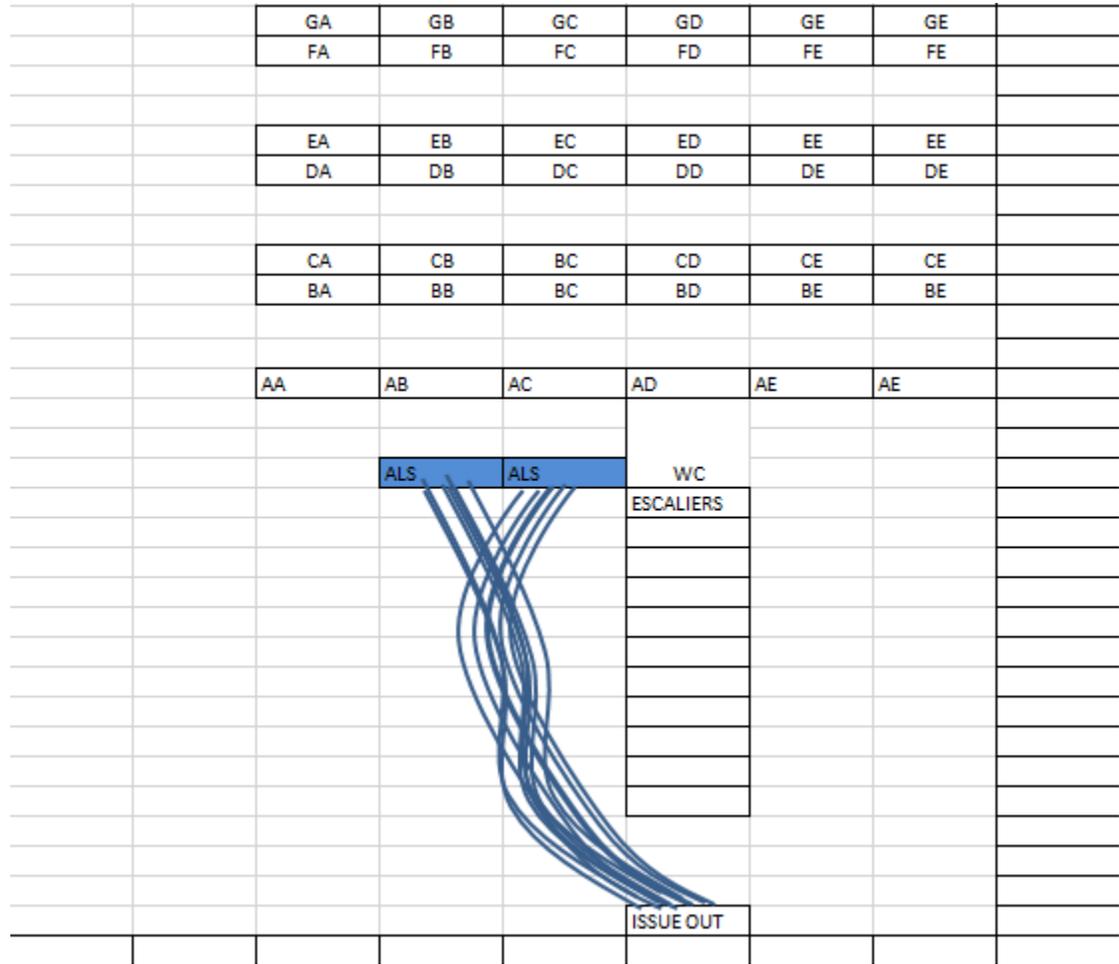


Figure IV.7. Diagramme Spaghetti de l'état futur

IV.3.1.2.Prélèvement

Véritable opération à valeur ajoutée, la préparation de commandes consiste à collecter les articles stockés dans l'entrepôt et à les regrouper avant de les expédier aux clients. Réussir à rationaliser et à optimiser cette tâche permet à la fois de gagner en productivité et d'améliorer la qualité de service.

Une expérience a été réalisée en collaboration avec le personnel de l'entrepôt. Elle consiste à choisir un nombre de shelves dans lesquels les bins ne sont pas rangés. Par la suite, nous avons sélectionné dix articles et demandé au storeman de les prélever tout en chronométrant l'opération. La figure IV.8. montre l'état actuel des bins.



Figure IV.8. Etat des bins avant le rangement

La même expérience a été réalisée mais cette fois après avoir rangé les bins selon leur Part Location. Après avoir répété l'expérience plusieurs fois, nous avons obtenu les résultats donnés dans le tableau IV.5. La figure IV.9. montre le cas où les bins sont rangées. Tandis que la figure IV.10 une image des bins rangées.

Tableau IV.5. Echantillons de bins

Non rangé	Rangé
PL	PL
HA3-1	DA4-6
MF3-3	DE3-7
HB4-13	HA3-23
IC2-5	HA3-5
HB2-11	HB2-9
DA4-7	HB4-14
JA3-8	IC2-3
DE3-8	ID4-16
ID4-16	JA3-2
HA3-5	MF3-15
2 min 40	1 min 40

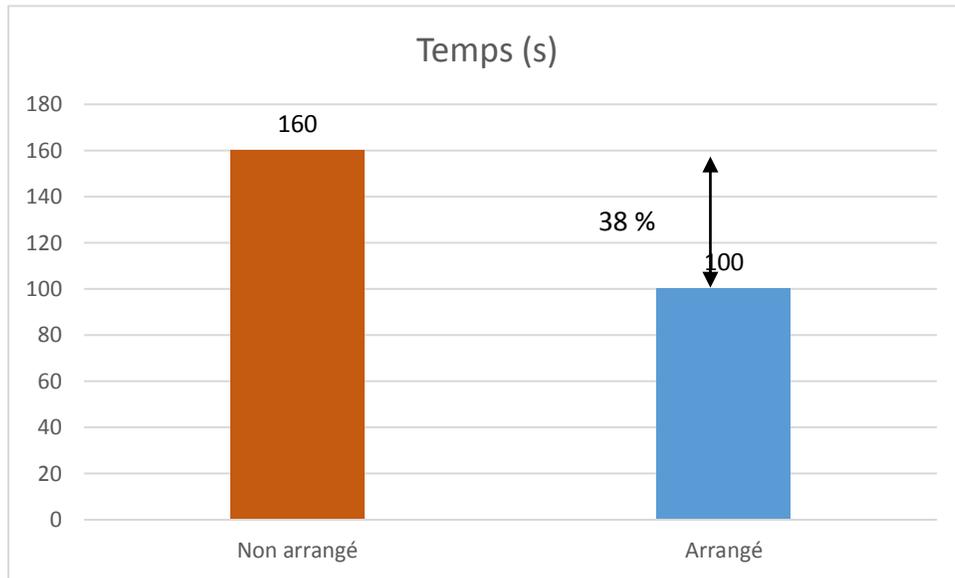


Figure IV.9. Gain en temps après rangement des bins



Figure IV.10. Etat des bins après rangement

A travers cette solution on peut facilement voir ce que peuvent apporter l'entretien des shelves et les bonnes pratiques de stockage sur l'efficacité du processus d'expédition

mais aussi sur les autres processus. Nous verrons par la suite une autre solution dans le cadre de ce même projet qui veillera à ce que le rangement des bins soit maintenu.

IV.3.2. Fixer le temps de réception

Compte tenu de l'analyse du GR, on peut définir le manque de planification comme source principale de la sous performance de ce processus. En effet, le délai fixé par les standards de MM qui est de 48 h n'est pas respecté et le personnel ne considère point le GR comme une priorité vu qu'il a d'autres tâches qu'il juge plus urgentes.

Afin de garantir un meilleur suivi du processus de réception, il est nécessaire de planifier son exécution. Cette planification consiste à définir un temps fixe pour faire le GR.

Etant donné que le personnel de l'entrepôt est réparti en deux équipes : le front office et le back office ; et puisqu'il y a une différence dans les tâches assignées à chaque équipe, nous ne pouvons pas fixer le même temps de réception pour les deux équipes.

La solution proposée est de mettre en place un planning qui tienne compte de cet différence.

Pour les Materials Specialist (back office), ils vont consacrer deux demi-journées par semaine, le lundi et le jeudi matin, pour effectuer le GR. La matinée sera répartie en deux périodes, la première de 8h à 10h sera dédiée à la réception et la deuxième, de 10h à 12h pour le stockage (put away). Le fait de diviser le temps entre le put away et le GR et de les exécuter séparément permet une meilleure concentration sur chaque tâche et réduit le risque d'erreur.

Pour les Storemen, puisqu'ils doivent assurer l'expédition de façon journalière, ils ne peuvent pas effectuer le GR en même temps que les MaterialSpecialists, c'est pourquoi ils le feront quatre fois par semaine, dimanche, lundi, mardi et jeudi (le mercredi est à éviter car il y a un meeting qui réunit tout le Geomarket). Dans ce cas-là, Le GR sera effectué sur une période d'une heure, de 11h à 12h, puisque c'est le seul moment de la journée où il n'y a pas de transactions issue out (expédition).

Le put away (stockage) quant à lui sera effectué l'après-midi lorsque la charge sur l'expédition diminue. Le tableau IV.6 présente le RACI du GR planning.

Tableau IV.6. Matrice RACI du GR

Responsible	Accountable	Consulted	Informed
			NAG
Equipe MM	Superviseur	Superviseur	manager

A partir du rapport du GR fourni par GT, et qui permet d'avoir les transactions GR réalisées et d'identifier la personne qui les a effectuées, un score sera attribué à chaque personne afin de calculer son taux de participation. Ceci permettra un meilleur monitoring du processus et de mesurer la performance du personnel.

Cette planification a été implémentée à partir de 18-05-2017.

IV.3.3.Storage Improvement

A partir de nos observations et de notre analyse des différents processus, nous avons constaté qu'il y a plusieurs anomalies dans le stockage au niveau de l'entrepôt. En effet, l'entreposage est loin d'être au niveau de qualité exigé par MM. C'est pourquoi, il faut consacrer plus de temps et d'efforts afin d'atteindre la qualité requise.

Afin d'accroître l'efficacité du processus de stockage (put away), la solution proposée est d'implémenter un dispositif de suivi dont l'objectif est d'améliorer la manière de stocker les différents articles. Ce dispositif consiste à rendre la zone de stockage conforme à cinq critères bien définis. Ces derniers sont inspirés des **sept techniques de stockage de Toyota** qui sont décrites dans ce qui suit :

- a. Regrouper les éléments similaires qui ont la même forme et/ou taille ensemble afin d'optimiser l'espace et de faciliter le prélèvement.
- b. Stocker les articles verticalement autant que possible afin d'exploiter au maximum l'espace disponible.
- c. Veiller à ce que les articles soient accessibles et faciles à atteindre.
- d. Stocker les articles lourds dans les shelves inférieurs.
- e. Réserver un emplacement distinct pour chaque article (Une Part Location pour chaque Part Number)
- f. Stocker les articles selon leur fréquence de rotation.
- g. Faciliter la détection visuelle de toute anomalie.

Les cinq critères considérés sont :

- Taille adéquate du bin ;
- Stockage en hauteur ;
- Stockage des articles lourds ;
- Etiquetage ;
- Rangement des bins.

Il s'agit par la suite de faire un planning qui s'étale sur plusieurs mois de manière à assurer la conformité du stockage dans tout l'entrepôt. Il est également important de contrôler et suivre de près l'avancement.

Après avoir consulté l'équipe MM, nous avons choisi d'effectuer le Storage Improvement le samedi en fin de journée sur une période de deux heures.

L'objectif étant de vérifier la conformité du stockage selon les critères cités précédemment, nous avons jugé qu'il était plus efficace de vérifier un rack à la fois. Dans le cas où ce dernier n'est pas conforme, l'équipe fera les ajustements nécessaires afin de satisfaire les différents critères. Ainsi, au bout de quelques mois, l'équipe couvrira tout l'entrepôt. La figure IV.11. présente la grille de suivi du Storage Improvement.



Figure IV.11. Grille Storage Improvement

Afin de garantir une implémentation efficace des solutions proposées, il est nécessaire d'établir un planning global en désignant un leader pour chaque opération et en définissant clairement les responsabilités de chacun. Les tableaux IV.7 et IV.8 présentent la répartition du temps sur une semaine entre les différentes solutions.

Tableau IV.7. Planning des opérations sur une semaine

	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
8:00-9:00			MS			MS	
9:00-10:00	MS & SM		MS			MS	
10:00-11:00	MS & SM		MS			MS	
11:00-12:00		SM	MS & SM	SM	Meeting	MS & SM	
14:00-15:00		SM	SM	SM		SM	
15:00-16:00	MS & SM					SUP	
16:00-17:00	MS & SM						

Tableau IV.8. RACI des opérations avec leurs leaders

Process	Process Leader	Responsible	Accountable	Consulted	Informed
GR Execution	Lila Melik	WH team	Warehouse Supervisor	Supervisor	Mger/Sup
Cycle Count Planning	Yassine Gouichiche	WH team	Cycle Count Leader	Sup/Segment MS	Mger/Sup
Put Away Check	Yassine Gouichiche	Supervisor	Warehouse Supervisor	Put Away action owner	Mger/Sup
Storage Improvement	Ahmed Benziada	WH Team	SS Leader	Segment MS	Mger/Sup
Key					
		GR & Put Away		MS Materials Specialist	
		Put Away Check		SM Storeman	
		Cycle Counting		SUP WH Supervisor	
		Storage Improvement		Mger MM Manager	

IV.4. Exploiter les contraintes

Etant donné qu'il y a généralement une seule personne chargée du processus d'expédition et à travers les améliorations proposées, nous pouvons dire que la ressource humaine ainsi que la contrainte sont pleinement exploitées, autrement dit, son utilisation est maximale.

Quant au processus de stockage, c'est le même opérateur qui exécute les différentes tâches. Cet opérateur est obligé de se déplacer pour trouver un emplacement vide vu que le WMS ne fournit pas ce type d'information, on peut dire qu'à travers le storage improvement, la contrainte est exploitée au maximum.

Enfin, pour le processus de réception, en implémentant le temps dédié (Fixed time GR) au GR et en planifiant son exécution tout en assurant un réel suivi, la contrainte au niveau de ce processus est pleinement exploitée.

IV.5. Subordonner le système à la contrainte

En partant de l'hypothèse émise dans l'étape Mesurer, nous pouvons considérer que tout gain de temps sur une contrainte est un gain pour tout le système.

Puisqu'il ne s'agit pas d'une chaîne de production et que le système est à la base conditionné par le rythme des contraintes, il n'y a pas lieu de le subordonner, autrement dit, l'ajustement se fait d'une manière systématique.

Conclusion

A travers ce deuxième projet, dont l'objectif est d'améliorer la performance de l'entrepôt, nous avons analysé les différents processus en utilisant la théorie des contraintes. Cette dernière nous a permis d'identifier, de prioriser et de focaliser l'effort sur les activités goulots.

A l'issue de l'étape d'analyse, les solutions proposées consistent à réduire les déplacements et le temps de prélèvement des articles, à améliorer la qualité de stockage dans l'entrepôt et enfin, à fixer le temps de réception afin d'avoir une meilleure planification des tâches et de faciliter le suivi et le contrôle.

Conclusion générale

Ce projet a été mené à l'entrepôt MD1 au sein de la fonction Materials Management de Schlumberger. Depuis sa création en 2012, cette fonction n'a pas réussi à atteindre ses objectifs.

A cet effet, le présent travail a eu pour ambition d'améliorer la performance et la qualité de service de cette entité.

L'étude de l'existant nous a permis de comprendre le rôle de l'entrepôt dans la fonction MM, d'identifier et de cerner l'ensemble des entités avec lesquelles il est en permanente interaction.

A travers l'audit de Michel Roux nous avons évalué la performance de l'entrepôt dans un premier temps, puis en utilisant le diagnostic socio-économique, nous avons identifié les différents dysfonctionnements du point de vue organisationnel, puis calculé les coûts cachés et enfin proposé des axes d'améliorations que nous avons jugés capables d'éliminer toute anomalie au sein de l'organisation actuelle.

Grâce aux résultats de l'audit et du diagnostic nous avons pu valider la problématique qui nous a été communiquée. Par la suite, il était nécessaire d'adopter une démarche de résolution qui puisse structurer notre étude et proposer des solutions permettant ainsi d'atteindre les objectifs fixés. La démarche la plus adéquate pour notre cas est le Lean Six Sigma qui a fait ses preuves dans plusieurs grandes entreprises grâce sa méthodologie DMAIC qui se décline en cinq étapes : définir, mesurer, analyser, innover et contrôler.

Lors de l'étape définir qui est la première étape dans le cycle DMAIC associé aux projets LSS, nous avons identifié les clients ainsi que leurs exigences. A travers la cartographie des processus, l'analyse et la hiérarchisation des besoins clients et en se basant sur les exigences les plus critiques, nous avons défini deux projets nommés Projet I et Projet II.

Les autres étapes de la démarche ont été déroulées pour chaque projet comme suit :

Le projet I a eu comme objectif l'amélioration de la fiabilité de l'inventaire.

Dans le cadre de ce premier projet, l'étape mesurer nous a permis de recueillir les données pertinentes afin de déterminer les sources de variabilité de l'inventaire.

L'étape suivante est celle de l'analyse. Dans cette dernière, nous avons analysé les données ainsi que les relations entre les différentes variables en utilisant la visualisation graphique et la régression. A l'issue de cette étape, nous avons identifié la charge de travail dans les processus Expédition (Issue Out) et Réception FMT In comme principaux facteurs dégradant l'exactitude de l'inventaire.

A travers la phase Innover, nous avons pu proposer des solutions à savoir: le nouveau processus de l'inventaire tournant et le dispositif de contrôle « Put away Check » qui contribueront considérablement à la réduction des écarts d'inventaire

Dans le cadre du deuxième projet, dont l'objectif est d'améliorer l'efficacité des processus, nous avons fait appel à la théorie des contraintes (TOC).

Lors de l'étape mesurer du deuxième projet, nous avons utilisé le chronométrage des trois processus cruciaux ; la réception, le stockage et l'expédition, et cela afin d'identifier les tâches goulots.

Dans la phase d'analyse, nous avons étudié les contraintes de chaque processus à l'aide de l'arbre de réalité présente (CRT) puis nous avons sélectionné celles sur lesquelles il faut agir.

Dans la phase innover, nous avons proposé des solutions qui permettent d'exploiter les contraintes au maximum en suivant la deuxième et troisième étapes de la TOC, en l'occurrence exploiter la contrainte et subordonner le système au rythme de cette dernière.

Vu la complémentarité qui existe entre les deux projets, les solutions du projet 1 sont également des solutions pour le projet 2.

A partir des résultats obtenus dans les deux projets, le manque de planification a été identifié comme cause principale de la sous-performance des processus c'est pourquoi nous avons proposé un planning pour implémenter l'ensemble des solutions proposées et qui sont :

- Un nouveau processus de l'inventaire tournant afin de réduire les écarts d'inventaire causés par les transactions Issue Out qui s'effectuent pendant la période de comptage ;
- Le Put Away Check afin de garantir un meilleur suivi des articles reçus en FMT In ;
- Des étiquettes pour les articles de grande valeur ;
- Un temps fixé pour effectuer la réception des articles et un dispositif de contrôle qui mesure la participation et assure l'engagement du personnel ;
- Une nouvelle disposition pour les articles à fréquence de rotation élevée afin de réduire le temps des déplacements lors du prélèvement mais aussi diminuer la charge de travail ;
- Le Storage improvement afin d'instaurer des bonnes pratiques de stockage et accroître la qualité de service.

Il faut noter que les solutions proposées ont été implémentées en respectant le planning établi en concertation avec l'équipe MM et ont permis une amélioration considérable de l'efficacité des opérations au sein de l'entrepôt.

Enfin, des idées intéressantes pourront soulever d'autres problématiques qui peuvent être traitées dans le futur :

-plusieurs tâches goulots vont apparaitre une fois les étapes de la ToC déroulées, et donc de réelles pistes d'amélioration pourront faire l'objet d'une future application.

-dans une optique de changement et face aux résistances qui l'accompagnent, de nouveaux processus, des modifications et même des suppressions de certaines tâches vont prochainement avoir lieu au sein de Schlumberger, et donc la démarche design for Six Sigma sera la plus adaptée pour pouvoir concevoir des processus qui s'alignent avec la stratégie de l'entreprise.

Bibliographie :

- Antony et al., (2003). Lean Sigma [production and supply chain management], Manufacturing Engineer, vol. 82, n° 2, 2003, p. 40-42.
- Arnheiter et Maleyeff, (2005). Research and concepts: The integration of lean management and Six Sigma, The TQM Magazine, n° 1, p. 5-18.
- Balanche, F., (2005). Six Sigma, une démarche performante et efficace pour les services
- Beaulieu-Paré, (2011). Une méthode pour l'implantation et le maintien du Lean dans les entreprises manufacturières québécoises. Mémoire de maîtrise électronique, Montréal, École de technologie supérieure.
- Ben Hassen, N., (2011). Le développement de l'employabilité dans les organisations : une aide à la rénovation de la Gestion des Ressources Humaines et à l'accroissement de performances économiques et sociales, thèse de doctorat au Conservatoire National des Arts et Métiers.
- Christopher, (1998). La logistique et la gestion de la chaîne d'approvisionnement. Comment réduire les coûts et améliorer la qualité de service, Business School Professional Publishing, Cracovie, p. 181- 182, 235-236
- Damaj, K., (2013). La transformation des organisations publiques au Liban et son impact sur leurs performances, en lien avec la satisfaction des usages. Thèse de doctorat au Conservatoire National des Arts et Métiers.
- Domańska, (2005). De l'ISO 9000 pour Six Sigma, des problèmes de qualité, n ° 6, p 14-18.
- Duret, D., Pillet, M., (2005). Qualité en production De l'ISO 9000 à Six Sigma, Eyrolles, Paris.
- Fréchet, C., (2005). Mettre en oeuvre le Six Sigma. Editions Eyrolles, Paris.
- George et al., (2006). Lean Sigma [production and supply chain management], Manufacturing Engineer, vol. 82, n° 2, p. 40-42.
- George, M., (2003). Lean Six Sigma for Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma
- George M. L., (2003). Lean Six Sigma For Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions, Mc-Graw Hill.
- Goldratt, E., (1988). The goal, North River Press.
- Hohmann, C., (2012). Lean Management, Eyrolles.
- Ho et al., (2008). An empirical study of key success factors for Six Sigma Green Belt projects at an Asian MRO company, Journal of Air Transport Management, vol. 14, p. 263-269.

- Koch et Torczewski, (2003). Six Sigma - un nouveau regard sur l'amélioration de la qualité, Problèmes de qualité, n ° 4, p. 31-33.
- Leseure et al, (2010). Modèle d'intégration de la gestion Lean et Six Sigma dans le secteur des PME, la Fondation pour le développement de l'Université de Gdansk, Sopot, p. 121-130.
- Linderman et al, (2003). Six Sigma: a goal-theoretic perspective. Journal of Operations Management 21 193–203.
- Mader, (2002). Design for Six Sigma, Quality Progress, n° 6, p. 82–86.
- Montgomery, (2005). Introduction to Statistical Quality Control, Wiley, USA.
- Motwani, J., (1996). The theory of constraints in services: part 2 - examples from health care, Managing Service Quality: An International Journal, Vol. 6 Iss 2 pp. 30 – 34.
- Petitqueux, A., (2006). Implémentation Lean : application industrielle, techniques de l'ingénieurs.
- Pillet, M., (2008). Six Sigma. Comment l'appliquer, Éditions d'Organisation, Paris.
- Pillet, M., (2004). Six Sigma : comment l'appliquer. Editions d'Organisation. Paris.
- Rahman, S., (1998). Theory of constraints. A review of the philosophy and its applications.
- Roux, M., 2010. Optimisez votre plateforme logistique. 4ème Editions. Eyrolles. Paris.
- Shillito, L., (2000). Acquiring, Processing, and Deploying: Voice of the Customer. CRC Press.USA.
- Soleimannejed, F., (2004). Six Sigma, Basic Steps & Implementation. Author House.USA.
- Volck, N., (2009). Comment appliquer et déployer Lean Six Sigma.
- Zakkour, D., (2013). Les compétences managériales comme levier des performances économiques et sociales. Thèse de doctorat au Conservatoire National des Arts et Métiers.

Documents Schlumberger

- Guide de Schlumberger 2014, 2016 et 2017.
- Schlumberger. (2013). Materials Management Procedures.

Liste des Annexes :

ANNEXE CHAPITRE II :	124
Annexe II.1.1 : Analyse des résultats de l’audit logiciel de gestion WMS	124
Annexe II.1.2 : Analyse des résultats de l’audit intégration à la supply chaine	125
Annexe II.1.3: Analyse des résultats de l’audit règles d’exploitation	125
Annexe II.1.4 : Analyse des résultats de l’audit tableaux de bord.....	127
Annexe II.2.1 : Restitution des entretiens et classement des idées clés par thème de dysfonctionnement.....	128
Annexe II.2.2 : Coûts cachés :	141
Annexe. II .3 : Hiérarchisation de l’effet miroir	142
Annexe .II.4 : Analyse des temps :	144
Annexe I.5.1 : Charte de projet I	147
Annexe I.5.2 : Charte de projet II	147
ANNEXE CHPITRE III	148
Annexe III.1 : feuille de relevé	148
Annexe III.2 : récolte des données (tableau des données de l’échantillon)	149
Annexe III.3 Analyse indépendante des variables X_1, X_2, X_3, X_4	150
Variable X_1	150
Variable X_2	151
Variable X_4	153
Annexe .III.3 : variables d’entrées (extraction et récolte des données)	154
Annexe III.4 :vérification des hypothèse du modèle de régression	154
ANNEXE CHAPITRE IV	156
Annexe IV.1 :	156
Annexe IV.2 :Current Reality Trees:	158
Annexe IV.3 : calcule des distances et le temps pris lors des déplacements	162

ANNEXE CHAPITRE II :**Annexe II.1.1 : Analyse des résultats de l'audit logiciel de gestion WMS**

Audit WMS : Performance 29%

Section	Points forts	Points à améliorer
Existence du WMS	Le site dispose d'un WMS	Le WMS est très basique
La base de données logistique	Le WMS connaît les références	Le WMS ne connaît pas les données dimensionnelles ; Le WMS ne connaît pas les zones du magasin ni les moyens de manutention ;
Fonctions d'ordonnancement		Il n'existe aucune fonction d'ordonnancement.
Fonctions d'inventaire	L'accès peut se faire par référence et par adresse	
Gestion des réceptions	Le WMS génère les étiquettes de réception et gère les retours	Il ne gère pas les rendez-vous ni le cross-docking.
La rentrée en magasin	Le WMS gère l'adressage physique et le classement ABC est pris en compte	L'affectation se fait manuellement et le WMS ne tient pas compte des caractéristiques des produits.
La sortie du magasin	Le WMS gère les reliquats et le statut réservé	Le WMS ne connaît pas la notion de FIFO et FEFO ; Le WMS ne génère pas les tournées.
La fonction d'expédition	Le WMS édite les documents et étiquettes d'expédition	La fonction de pré-facturation n'existe pas.
Gestion de la traçabilité	Le WMS ne gère pas la traçabilité	
Gestion des tableaux de bord		Le WMS ne gère pas les tableaux de bord.

Annexe II.1.2 : Analyse des résultats de l'audit intégration à la supply chain

Audit intégration à la supply chain : Performance 61.54%.

Section	Points forts	Points à améliorer
Gestion des stocks	Le stock est régulièrement nettoyé	Le stock n'est pas au plus juste
Organisation des livraisons		Il n'y a pas de gestion de rendez-vous
Caractéristiques des charges	Les agrès sont normalisés et certifiés	La hauteur des charges n'est pas respectée
Politique d'arrondi	Une politique d'arrondi est adoptée	
L'étiquetage des colis	Les étiquettes portent les informations nécessaires	
Gestion des numéros de lot	Les numéros de lot figurent sur tout type de conditionnement ; la gestion de la traçabilité est assurée par un système centralisé	

Annexe II.1.3: Analyse des résultats de l'audit règles d'exploitation

Audit exploitation : Performance 71.17%

Section	Points forts	Points à améliorer
Gestion du personnel	L'organigramme est complet et à jour ; les niveaux hiérarchiques sont en bon nombre ; il y a une certaine polyvalence ; le taux d'absentéisme et de turn over est très faible	
Organisation générale	Les procédures existent et sont à jour ; Les attendus sont connus ; On sait faire du cross-	Le site n'est pas certifié ISO 9000 ; Le document de bonnes pratiques n'existe pas ;

	<p>docking ;</p> <p>Les inventaires sont bien gérés</p>	<p>Les rendez-vous avec les transporteurs ne sont pas gérés ;</p>
<p>L'adaptation des équipements aux besoins</p>	<p>Le taux d'occupation se situe entre 80% et 85% ;</p> <p>Les moyens de manutention sont bien dimensionnés ;</p>	<p>Modes de stockages sont inadaptés ;</p> <p>Il n'existe pas de zone de picking ;</p> <p>Les modes de préparation sont partiellement adaptés</p>
<p>Entretien général du site</p>	<p>Le site est moyennement bien entretenu ; il y a une politique de tri de déchets</p>	
<p>Maintenance des équipements</p>	<p>La plupart des équipements sont correctement maintenus</p> <p>La disponibilité est comprise entre 96% et 98%</p>	
<p>Performance générale</p>	<p>Le délai de traitement de commande est parfaitement maîtrisé ;</p> <p>Les urgences sont traitées en une heure ou moins ;</p> <p>Le taux de service se situe en 97% et 98,5% ;</p> <p>Le taux d'erreur à la commande est inférieur à 5% ;</p>	

Annexe II.1.4 : Analyse des résultats de l'audit tableaux de bord

Audit tableaux de bord : Performance 77.08%

Section	Points forts	Points à améliorer
L'état des tableaux de bord	Les indicateurs suivis sont pertinents ; La durée d'historisation est de plusieurs années ;	Les indicateurs suivis sont peu nombreux ; Les TDB sont construits à l'aide d'un tableur ; Les tableaux de synthèse sont issus d'un tableur ;
Indicateurs d'état	Le taux d'occupation de l'entrepôt est connu ;	
Indicateurs d'activité	Le nombre de réceptions, de commandes traitées et d'expéditions effectuées est connu	
Indicateurs de productivité		Les indicateurs de productivité ne sont pas suivis
Indicateurs de qualité	Les écarts d'inventaire sont suivis	Les indicateurs de qualité ne sont pas suivis ; Les commandes omises ne sont pas suivies
Indicateurs de sécurité	Les arrêts et accidents de travail sont suivis	

Annexe II.2.1 : Restitution des entretiens et classement des idées clés par thème de dysfonctionnement

IDÉES CLÉS

1- Conditions de travail

Aménagement et agencement des locaux :

Manque de bureaux x3

« Il y a un manque de bureaux, bureaux trop grands, il n'y a pas de salle de réunion, on doit se déplacer au département logistique pour faire des réunions et des projections. »

« J'aurais aimé que le superviseur ait son propre bureau. »

« Les bureaux sont adaptés mais ne sont pas suffisants en nombre. »

Absence de salle de réunion x1

« Il y a un manque de bureaux, bureaux trop grands, il n'y a pas de salle de réunion, on doit se déplacer au département logistique pour faire des réunions et des projections. »

Matériel et fournitures

Manque de matériel de lifting x7

« Il y a un problème de moyens de travail par exemple, pour décharger un container profond, il n'y a pas les ceintures nécessaires donc on est obligé de fournir un grand effort pour faire sortir les pièces. »

« Les moyens sont adéquats, il y a juste un manque de moyen de levage et il n'y a pas de moyens convenables pour stocker certains items qui devrait être stockés en vertical par exemple. »

« Il y a un shortage en ce qui concerne lifting equipment et le manager est au courant. »

« Les moyens ne sont pas disponibles à 100% mais c'est en dessus de la moyenne. »

« Il serait intéressant d'avoir des girafes pour compenser le manque de matériel de lifting. »

« Nous n'avons pas de Forklift propre à nous. »

« Il y a un manque d'équipements de levage. »

Nuisances

Mauvaise odeur provenant des eaux usées. X4

« Propreté des sanitaires. »

« Mauvaise odeur signalée n fois à cause de l'installation des égouts. »

« L'odeur qui provient des eaux usées est insupportable, ils ne savent pas comment la régler. »

« Même si ce n'est pas tout le temps, cette odeur nous empêche de travailler. »

Conditions physiques et charge de travail

Troubles musculosquelettiques x2

« J'ai un trouble musculosquelettiques au niveau du poignet à cause du poids lourd. »

« La charge du travail est due au fait que les transpalettes ne sont pas adaptées et le forklift n'est pas toujours disponible, et avec le temps j'ai eu une blessure au dos »

Charge de travail en permanence x4

« Dans 75% de mon temps, il y a une charge de travail. »

« Il y a tout le temps une charge de travail, même avec la baisse de l'activité, le warehouse ne s'arrête jamais parce qu'il y a toujours des commandes, des réceptions... »

« il y a une charge de travail tout le temps »

« On fait le physique et le soft, le micro-ordinateur me consomme. »

2- Organisation de travail

Intérêt au travail

Une routine dans le travail est ressentie x2

« 99% des tâches sont routinières. »

« Le travail n'est pas vraiment routinier, je trouve toujours ce qui me sort de la routine mais si je me restreins à ce qu'il y a dans les processus le travail devient routinier. »

Règles et procédures

Inadaptation des procédures x3

« Les procédures sont définies mais ne sont pas fidèles à la réalité. On n'arrive pas à les appliquer »

« Les procédures sont trop sommaires et ne peuvent être implémentées sur terrain. »

« Je connais toutes les règles et procédures mais elles doivent être adaptées aux conditions locales »

Organigramme

Il manque des fonctions dans l'organigramme x1

« Il y a un manque de niveaux hiérarchiques, il n'y pas de warehouse manager. »

3- 3C

Lacune en termes de 3C avec les clients internes (segments) x3

« Il y a un manque de niveaux hiérarchiques, il n'y pas de warehouse manager. »

« Il y a une résistance de la part du segment Wireline, sinon la communication est assez bonne avec les autres segments. »

« Les 3C avec les segments ne sont pas au niveau souhaité. »

« Il y a des problèmes de 3C avec certains segments. »

Certains problèmes ne sont pas communiqués à temps. X2

« Il y a des personnes qui ne communiquent pas le problème à temps jusqu'à ce que c'est le client qui nous informe. »

« Il y a des lacunes en ce qui concerne les 3C. Il faut faire plus d'efforts. »

Transmission de l'information

Retard de transmission de l'information. X2

« La transmission de l'information entre les niveaux hiérarchiques est bonne mais en ce qui concerne les segments, on devrait les informer davantage. »

« Des fois, on trouve des cartons dont on ignore le contenu à cause d'une mauvaise circulation de l'information. »

Mauvaise circulation de l'information. X1

« Il y a une bonne transmission de l'information sauf dans l' « Aquarium » où certaines informations restent bloquées ce qui crée une sorte d'isolement. »

4- GDT :

Respect des délais

Certaines tâches ne sont pas effectuées à temps x5

« Je gère bien mon temps mais si la charge est considérable on n'arrive pas à respecter les délais/ »

« On respecte les délais généralement, mais la réception des items prend parfois trois jours au lieu de 48h exigées à cause de la charge de travail. »

« 80 % de mes tâches sont effectuées à temps. »

« Je me débrouille pour respecter les deadlines. »

« Les deadlines ne sont pas respectés à 100% à cause de la charge de travail, mais le manager est compréhensif. »

Planification, programmation des activités

Difficulté de gestion de l'imprévu x2.

« On ne planifie que très peu et on subit donc les urgences. »

« On programme les activités mais c'est très difficile de planifier à cause des imprévus. Parfois, on nous envoie un email la veille au meilleur des cas. »

Manque de planification des activités. X2

« Pour les tâches effectuées en équipe, il n'y a pas de planification. »

« On planifie les tâches en commun mais pas les tâches individuelles néanmoins on cherche à renforcer la planification de l'ensemble. »

Tâches mal assumées

Certaines tâches mal assumées entraînent des glissements de fonction. X1

« Ça m'arrive souvent de faire les tâches d'une autre personne et ceci m'énerve. »

L'oubli de certaines tâches à cause de la charge du travail x1

« Il y a des tâches mal assumées à cause du temps mais on le découvre plus tard. On oublie certaines tâches avec tout ce qu'on a à faire. »

Facteurs perturbateurs :

Dérangement durant le travail (appels téléphoniques fréquents, visites des managers, email et réclamation insensé) x3

« Les meetings sont parfois une perte de temps parce que je suis obligé de bloquer toute l'activité. »

« Les appels téléphoniques causent une interruption du travail et nous font perdre beaucoup de temps. »

« Les visites des managers des autres segments sans nous aviser sont une source de perturbation. »

5- Formation intégrée

Adéquation formation emploi

« Il n'y a pas d'adéquation formation emploi, il y a un manque de formation, uniquement des trainings HSE et même s'il y a d'autres formations seulement une minorité est sélectionnée. »

« Les formations Online ne sont pas très accessibles, c'est mieux de les faire réellement que sur le e-learning »

« Les formations en ligne ne sont pas accessibles »

Compétences :

Manque de spécialistes x1

« Il y a un manque de spécialisation. »

Compétences disponibles ne sont pas suffisantes x2

« J'ai des compétences dans le Inventory Management plutôt que le warehousing. »

« J'ai besoin de formation pour acquérir les compétences nécessaires »

6- Mise en œuvre stratégique

Orientation stratégique

Orientations stratégiques du warehouse imprécises ou Absence de vision stratégique x3

« La stratégie du warehouse n'est pas connue, il n'y a pas de contact avec les auteurs de la stratégie. »

« Il n'y a pas de stratégie ni de vision au niveau du warehouse, les problèmes ne sont pas signalés à temps. »

« Il n'y a rien qui a l'odeur de la stratégie. Le but du manager est d'atteindre les objectifs et ceci est loin d'être une stratégie. »

Les orientations stratégiques sont imposées au personnel x3

« Les SLP3 définissent les objectifs en corrélation avec les KPIs depuis l'EAF. Ils sont évalués collectivement en fin d'année. »

« les KPI nous donne une orientation globale ,c'est eux qui nous oriente »

« la stratégie est fixée par le siège qui se situe en France »

Gestion du personnel

Les salaires sont jugés insuffisants x1

« Il y a une absence du mode de management. »

« Il n'y a pas de mode de management, on s'inspire des procédures. »

Mode de management

Absence du mode de management x2

« Il y a une absence du mode de management. »

« Il n'y a pas de mode de management, on s'inspire des procédures. »

Tableau : Fréquence d'apparition des idées clés :

Taux d'approbation	La fréquence
Entre 1% et 14% des personnes	Rarement
Entre 15% et 29% des personnes	Parfois
Entre 30% et 49% des personnes	Assez souvent
Entre 50% et 64% des personnes	Souvent
Entre 65% et 89% des personnes	Très souvent
Entre 90% et 100% des personnes	Toujours

Calcul des fréquences d'apparition des idées-clés :

Nombre de personnes	Taux d'approbation en %		Fréquence
1 personne	1/7=	14,28%	Rarement
2 personnes	2/7	28,57%	Parfois

3 personnes	3/7	42,82%	Assez souvent
4 personnes	4/7	57,14%	Souvent
5 personnes	5/7	71,42%	Souvent
6 personnes	6/7	85,71%	Très souvent
7 personnes	7/7	100%	Toujours

P.T :phrase témoin

Convergences des idées clés						
Thèmes et Sous thèmes	Idées clés	Fréquence idées clés				
		Superviso r	Material specialist e	storema n	tota l	%éfecti f
Thème 01 :conditions de travail						
Aménagement et agencement des locaux :	Manque de bureaux	1 P.T	2 P.T	0 P.T	3 P.t	42,85
	Absence de salle de réunion	0 P.T	1 P.T	P.T	1 P.t	14,28
Matériel et fournitures	Manque de matériel de lifting x6	1 P.T	4 P.T	1P.T	6 P.t	85,71
Nuisances	Mauvaise odeur provenant des eaux usées. X4	0 P.T	2 P.T	2 P.T	4 P.t	57,14
Conditions physiques et charge de travail	Troubles musculosquelettiques x2	0 P.T	0 P.T	2 P.T	2 P.t	28,57

	Charge de travail en permanence x2	0 P.T	3 P.T	1 P.T	2P.t	57,14
Thème2 : organisation du travail						
Intérêt au travail	Une routine dans le travail est ressentie x2	2 P.T	0 P.T	0 P.T	2 P.t	28,57
Règles et procédures	Inadaptation des procédures x3	0 P.T	3 P.T	0 P.T	3 P.t	42,85
Organigramme	Il manque des fonctions dans l'organigramme x2	0 P.T	1 P.T	0 P.T	2 P.t	14,28
3C (communication, concertation, coordination)						
3C interne au service	Lacune en termes de 3C avec les clients internes (segments) x3	1 P.T	2 P.T	0 P.T	3 P.t	42,85
	Certains problèmes ne sont pas communiqués à temps. X2	1 P.T	1 P.T	0 P.T	2 P.t	28,57
Transmission de l'information	Retard de transmission de l'information. X2	1 P.T	1 P.T	0 P.T	2 P.t	28,57
	Mauvaise circulation de	0 P.T	1 P.T	0 P.T	1 P.t	14,28

	l'information. X1					
Gestion du temps						
Respect des délais	Certaines tâches ne sont pas effectuées à temps x5	1 P.T	2 P.T	2 P.T	5 P.t	71,42
Planification, programmation des activités	Difficulté de gestion de l'imprévu x2.	0 P.T	2 P.T	0 P.T	2 P.t	28,57
	Manque de planification des activités. X4	1 P.T	2 P.T	1 P.T	2 P.t	57,14
Tâches mal assumées	L'oubli de certaines tâches à cause de la charge du travail x1	0 P.T	1 P.T	0 P.T	1 P.t	14,28
Facteurs perturbateurs :	Dérangement durant le travail (appels téléphoniques fréquents, visites des managers, email et réclamation insensé, investigation..) x3	0 P.T	3 P.T	2 P.T	5 P.t	71,42
Formation intégrée						
Adéquation formation	Inadéquation formation emploi	0 P.T	0 P.T	1 P.T	3	57,14

emploi	de certaines catégories de personnel x1				P.t	
Compétences :	Manque de spécialistes x1	1 P.T	0 P.T	0 P.T	1 P.t	14,28
	Risques de perte de savoir-faire lié à des départs éventuels x1	0 P.T	1 P.T	0 P.T	1 P.t	14,28
Mise en œuvre stratégique						
Orientation stratégique	Orientations stratégiques du warehouse imprécises (Absence de vision stratégique) x3	0 P.T	2 P.T	1 P.T	3 P.t	57,14
	Les orientations stratégiques sont imposées au personnel x3	1 P.T	2 P.T	0 P.T	3 P.t	57,14
	Incompatibilité partielle des objectifs x1	0 P.T	1 P.T	0 P.T	1 P.t	14,28
Gestion du personnel	Les salaires sont jugés insuffisants x1	0 P.T	1 P.T	0 P.T	1 P.t	14,28
Mode de management	Absence du mode de management x2	1 P.T	1 P.T	0 P.T	2 P.t	28,57

--	--	--	--	--	--	--

Tableau de convergence des idées clés.

Classement des idées convergentes selon l'importance de leurs fréquences					
Idées clés	Cadres(manager +superviseur)	Materialspécialiste	Storeman	Total	%
Manque de matériel de lifting x6	1 P.T	4 P.T	1P.T	6 P.t	85,71
Certaines tâches ne sont pas effectuées à temps x5	1 P.T	2 P.T	2 P.T	5 P.t	71,42
Dérangement durant le travail (appels téléphoniques fréquents, visites des managers, email et réclamation...)	0 P.T	3 P.T	2 P.T	5 P.t	71,42
Mauvaise odeur provenant des eaux usées. X4	0 P.T	2 P.T	2 P.T	4 P.t	57,14
Manque de planification des activités. X4	1 P.T	2 P.T	1 P.T	2 P.t	57,14
Manque de planification des activités.	1 P.T	2 P.T	1 P.T	2 P.t	57,14

X4					
Manque de bureaux	1 P.T	2 P.T	0 P.T	3 P.t	42,85
Inadaptation des procédures x3	0 P.T	3 P.T	0 P.T	3 P.t	42,85
Lacune en termes de 3C avec les clients internes (segments) x3	1 P.T	2 P.T	0 P.T	3 P.t	42,85
Troubles musculo-squelettiques x2	0 P.T	0 P.T	2 P.T	2 P.t	28,57
Charge de travail en permanence x2	0 P.T	1 P.T	1 P.T	2P.t	28,57
Une routine dans le travail est ressentie x2	2 P.T	0 P.T	0 P.T	2 P.t	28,57
Il manque des fonctions dans l'organigramme	0 P.T	2 P.T	0 P.T	2 P.t	28,57
Il manque des fonctions dans l'organigramme	0 P.T	2 P.T	0 P.T	2 P.t	28,57

x2					
Retard de transmission de l'information.	1 P.T	1 P.T	0 P.T	2 P.t	28,57
Difficulté de gestion de l'imprévu x2.	0 P.T	2 P.T	0 P.T	2 P.t	28,57
Absence du mode de management x2	1 P.T	1 P.T	0 P.T	2 P.t	28,57
Absence de salle de réunion	0 P.T	1 P.T	P.T	1 P.t	14,28
Mauvaise circulation de l'information. X1	0 P.T	1 P.T	0 P.T	1 P.t	14,28
Mauvaise circulation de l'information. X1	0 P.T	1 P.T	0 P.T	1 P.t	14,28
Manque de spécialistes x1	1 P.T	0 P.T	0 P.T	1 P.t	14,28
Risques de perte de savoir-faire lié à des départs éventuels x1	0 P.T	1 P.T	0 P.T	1 P.t	14,28

Tableau de **Classement des idées convergentes selon l'importance de leurs fréquences**

Annexe II.2.2 : Coûts cachés :

Calcul du nombre d'heures attendus :

Pour un régime 6*3

Nombre heure attendu par personne par an = nombre de semaine de travail par an*

Nombre d'heures attendu par personne par semaine = $34,77 * 45 = 1560 \text{ h}$

De même on trouve celui du régime famille : on trouve : **1680 h**

Nombre d'heures jugées nécessaires pour réaliser le niveau d'activité, toute catégorie de personnel confondue

= $1560 * 6 = 9360 \text{ h}$

Et donc le Nombre d'heures jugées nécessaires pour réaliser le niveau d'activité, toute catégorie de personnel confondue :

$1680 + 12483,6 = 11040 \text{ h}$

Pour la contribution horaire à la marge sur coûts variables (CHMCV) :

Une valeur de 1128.2 Da a été attribuée à la CHMCV, pour des raisons de confidentialité on ne peut pas divulguer la méthode de calcul.

Évaluation des coûts cachés : (les données concerne seulement les 6 derniers mois)

L'absentéisme : est caractériser par un retard que ce soit dans le début de la journée ou dans la reprise du poste, pour chaque personne on a calculer une moyenne de temps de retard et donc pour l'ensemble du personnel on a trouvé une durée de 173,5h pour les dernier 6 mois

Accidents de travail : néant (NE)

Non qualité : c'est généralement le temps passé pour prendre les mesures nécessaires concernant les arrivées des non conformités (pièces défectueuses, quantité non respectée, absence des factures.) ainsi que les différentes investigations effectuées par l'équipe (écart d'inventaire, provenances des pièces qui n'ont pas des factures...)

Composantes indicateurs	Sursalaire	Surtemps	Surconsommation	Non production	Non création du potentiel	Total
Absentéismes	-	$173,5 * 1128,2$	-	$173,5 * 1128,2$	-	391485,4 Da

Accident de travail	-	-	-	-	-	-
Non qualité	-	8,5*1128,2 +17*1128,2	-	-	-	28769,7
TOTAL : 420255,1 DA						

Tableau de calcul des coûts cachés

Et donc les coûts cachés s'élèvent à plus de 840000 DA par an, soit 5 jours par mois de manque à gagner.

Annexe. II .3 : Hiérarchisation de l'effet miroir

Conditions de travail

HEM1 : Les conditions de travail ne semblent pas faire l'objet de suffisamment d'attention. Par exemple, l'aménagement ne prévoit pas de salle de réunion, et des nuisances insupportables dues aux mauvaises odeurs sont signalées.

HEM2 : une forte surcharge de travail qu'elle soit intellectuelle ou physique semble avoir provoqué des troubles musculosquelettiques et présage, sans doute d'autres difficultés de même gravité.

Organisation de travail

HEM3 : Bien que clairement définies, les règles et procédures ne sont pas entièrement respectées. Elles ne semblent pas en adéquation avec les conditions locales et leur respect entraînerait de trop grandes difficultés. (Fréquent)

HEM4 : L'organigramme est défaillant car il manque des positions hiérarchiques ce qui influence négativement le travail au sein du warehouse. (Rare)

3C

HEM5 : Certaines décisions sont prises sans concertation avec les personnes concernées ce qui se traduit par un manque de coordination entre le back et front office. La proportion du travail individuel reste trop importante et entraîne des difficultés et le manque d'esprit d'équipe. De plus, certains problèmes ne sont pas signalés à temps. (Fréquent)

EXEMPLE si on veut poursuivre une tâche incomplète (put away), on n'y arrive pas et cela par manque d'informations.

Gestion du temps

HEM6 : Le manque de planification des tâches communes ainsi que la charge du travail et de nombreux facteurs perturbateurs entraînent des interruptions du travail, le non-respect des délais et font que certaines tâches sont mal assumées. (Très fréquent)

EXEMPLE les appels téléphoniques et les visites des managers des autres segments qui causent une interruption du travail.

Formation intégrée

HEM7 : Une injustice est ressentie par une catégorie du personnel en termes de formation, car seulement quelques personnes bénéficient d'une réelle formation ; de plus les formations sur iLearn ne sont pas accessibles à tous. (Fréquent)

HEM8 : Les compétences disponibles ne sont pas suffisantes et il y a un manque de spécialisation en ce qui concerne le Warehousing. (Rare)

Mise en œuvre stratégique

HEM9 : Les orientations stratégiques du warehouse sont imprécises, imposées et les objectifs sont parfois incompatibles ce qui entraîne une démotivation du personnel. (Fréquent)

HEM10 : Le système de rémunération ne tient pas compte de l'ancienneté du personnel associé à un mode de management ambiguë sont source d'insatisfaction. (Rare)

LE NON DIT :

Conditions de travail

ND1 : L'entrepôt n'est pas bien entretenu. « C'est nous même qui faisons le nettoyage de temps en temps. » (Observation directe + contact informel)

Organisation de travail

ND2 : Certaines procédures sont lourdes et ne sont pas mises à jour (Observation directe)

EXEMPLE « Pendant le Good Receiving, je n'ai pas trouvé la facture donc j'étais obligé de chercher le Purchase Order. » (Contact informel)

Pendant le processus de stockage, on constate que les bins sont mal-rangées, sans Part Location. (Observation directe)

ND3 : Le personnel se sent sous-estimé du fait qu'il appartient à une fonction support qui est la première cible en cas de licenciement en période de crise. (Contact informel)

3C

ND4 : Isolement constaté entre le front office et le back office et absence d'un animateur qui assure la liaison efficace entre les deux. (Observation directe)

ND5 : Glissement de fonctions dû à la charge du travail et aux perturbations causées par les urgences. (Contact informel)

Formation intégrée

ND6 : La formation est sélective et ne permet pas de progresser ni d'avoir des promotions « Pourquoi je fais des formations si je n'aurais pas de promotion ? » (Contact informel)

Mise en œuvre stratégique

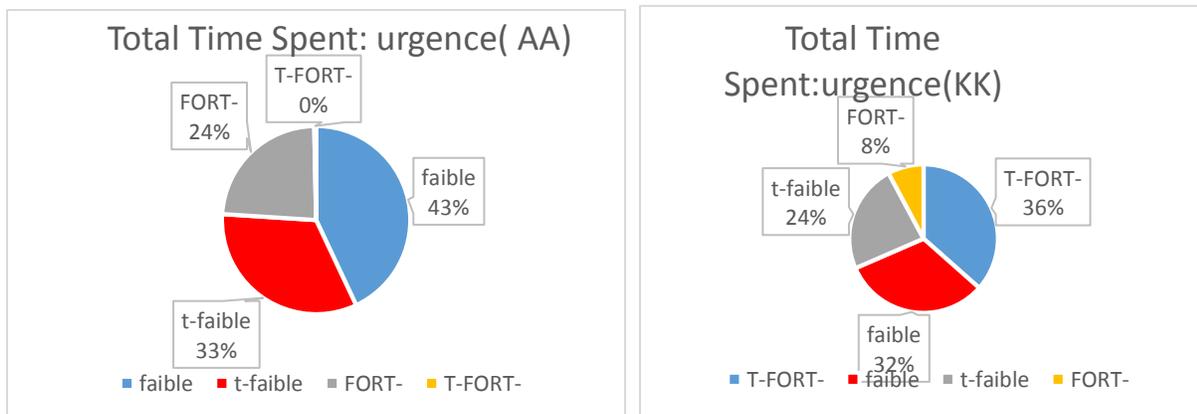
ND7 : Risques de perte de savoir-faire lié à des départs éventuels. (Contact informel)

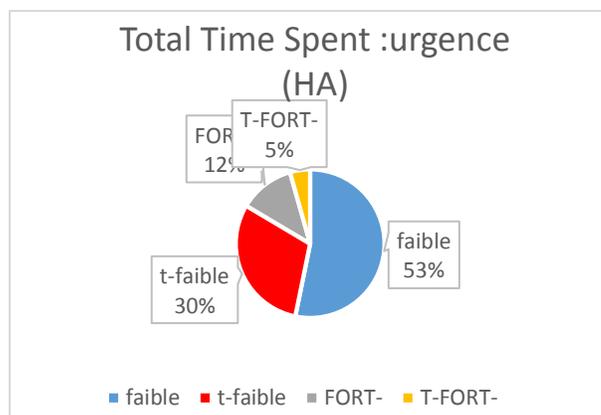
ND8 : Mode de management caractérisé par un laisser faire et une absence de contrôle ce qui a engendré des retards fréquents (système de compensation). (Observation directe)

ND9 : Plan d'évolution de carrière complexe et long. (Contact informel)

Annexe .II.4 : Analyse des temps :

Puisque ce n'était pas possible que le personnel évalue lui-même son temps passé dans les différentes activités ,nous avons construit une petite application avec VBA pour faciliter la saisie, le chronométrage et même le traitement des données.

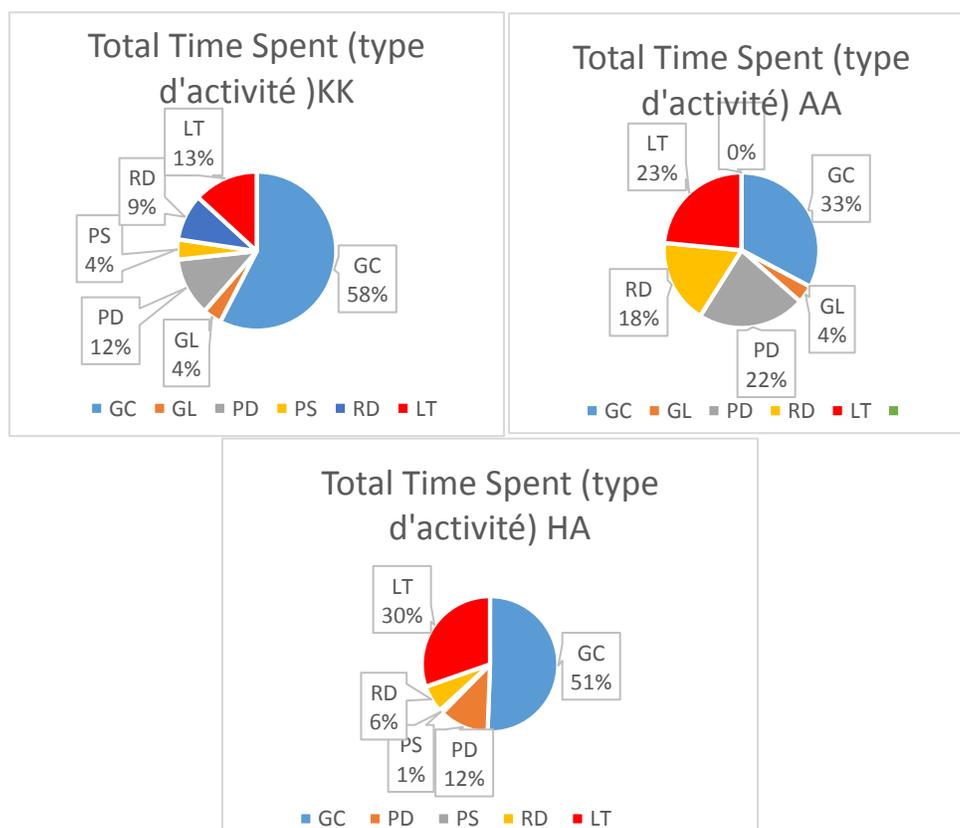




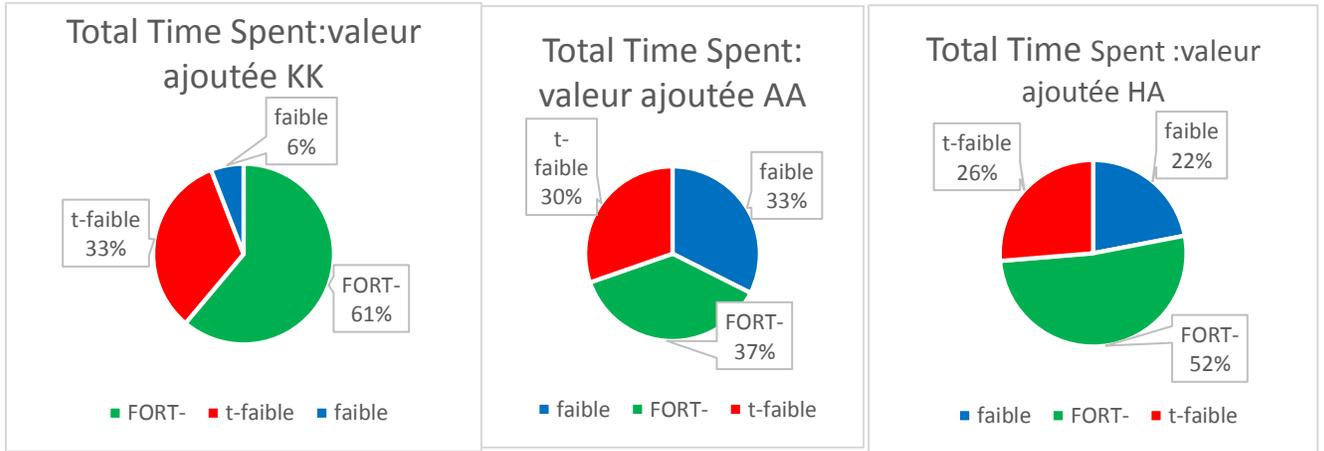
Décomposition du temps du personnel selon le critère de L'urgence réelle

Nous pouvons déduire qu'il y a un problème lié à l'absence de planification et programmation des activités par le personnel (KK) à partir du fort pourcentage de l'urgence (égale à 44% du temps). En effet il sera difficile pour ce dernier de gérer efficacement son temps de travail, puisqu'il est submergé par des imprévus.

Ce pourcentage diminue pour AH et AA, ce qui montre que le back office subit moins d'urgence par rapport au front office, mais montre quand même la présence d'un pourcentage considérable (entre 18 % et 25 %) d'activités urgentes.



Décomposition du temps du personnel selon le critère de type d'activité



Décomposition du temps du personnel selon le critère de la valeur ajoutée

-on peut facilement voir que plus de 50% du temps que ce soit dans le front office ou le back office est dédié pour des activités de gestions courant (GC) et de régulations des dysfonctionnements (RD) ce qui confirme l'absence de planification et programmation des activités précédemment identifiée

-à travers l'application qu'on a utilisé nous avons également distingué une nouvelle catégorie LT (lost time) qui représente le temps perdus durant les heures de travail .

-Nous constatons que plus de 48 % du temps des cadres HA et AA est consacré à des tâches qui ont une faible ou très faible valeur ajoutée. Ce qui explique le manque d'exploitation des compétences de ces cadres.

Annexe II.5. Les signes de corrélation et caractéristiques

Les corrélations	Signe	Les caractéristiques	Signe
Aucune			
Faible	○	Minimum	↓
Moyenne	◉	Optimum	☆
Forte	●	Maximum	↑

Annexe II.6.1 : Charte de projet I

Charte de projet				
Titre de projet		Amélioration de la fiabilité de l'inventaire		
Problème		La fonction Materials Management n'arrive pas à éliminer le problème d'écarts d'inventaire qui influence négativement la qualité de service et la satisfaction des clients		
Clients aval		Warehouse	clients finaux	Segments
Besoins des clients		Exigences	Caractéristique mesurable	Spécification
Exactitude de l'inventaire		Éliminer les écarts d'inventaire	égalité entre quantité physique et quantité sur le WMS	< 10%
Etat actuel		Etat souhaité		
78,90%		90,00%		
Objectif		Pas d'écart d'inventaire		Périmètre
				Processus: réception, stockage et inventaire et expédition
Planification du projet			Groupe de travail	
Etape	Date de début	Date de fin	Intervenant	Nom des membres
Définir	2017-04-04	2017-04-11	NAG Manager	ABADA Abdelaziz
Mesurer	2017-04-11	2017-04-21	Material Specialist	BENZIADA Ahmed
Analyser	2017-04-22	2017-04-30	Stagiaire	BELAREF Monder
Innover	2017-05-01	2017-05-07	Stagiaire	BOUAMRANE Assia
Contrôler				

Annexe II.6.2 : Charte de projet II

Charte de projet				
Titre de projet		Amélioration de l'efficacité des processus		
Problème		A cause de la sous-performance des processus au sein du warehouse, la fonction MM n'arrive pas à atteindre ses objectifs en terme d'efficacité.		
Clients aval		Warehouse	clients finaux	Segments
Besoins des clients		Exigences	Caractéristique mesurable	Spécification
Réduction du temps de service, disponibilité, avoir une meilleure visibilité et un bon suivi des commandes		Qualité de service optimale	GR 48h issue out toute transaction doit être fermée dans les 24h/ ordering cat1;2;3 1 jour cat4 5 jours	
		Etat souhaité		
		GR en 48h; mode de stockage adéquat, réduction du temps d'expédition et des ruptures de stock		
Objectif		Accroître l'efficacité des processus		Périmètre
				Processus de réception, d'expédition et de stockage
Planification du projet			Groupe de travail	
Etape	Date de début	Date de fin	Intervenant	Nom des membres
Définir	2017-04-04	2017-04-11	NAG Manager	ABADA Abdelaziz
Mesurer	2017-04-11	2017-04-21	Material Specialist	BENZIADA Ahmed
Analyser	2017-04-22	2017-04-30	Stagiaire	BELAREF Monder
Innover	2017-05-01	2017-05-07	Stagiaire	BOUAMRANE Assia
Contrôler				

ANNEXE CHAPITRE III

Annexe III.1 : feuille de relevé

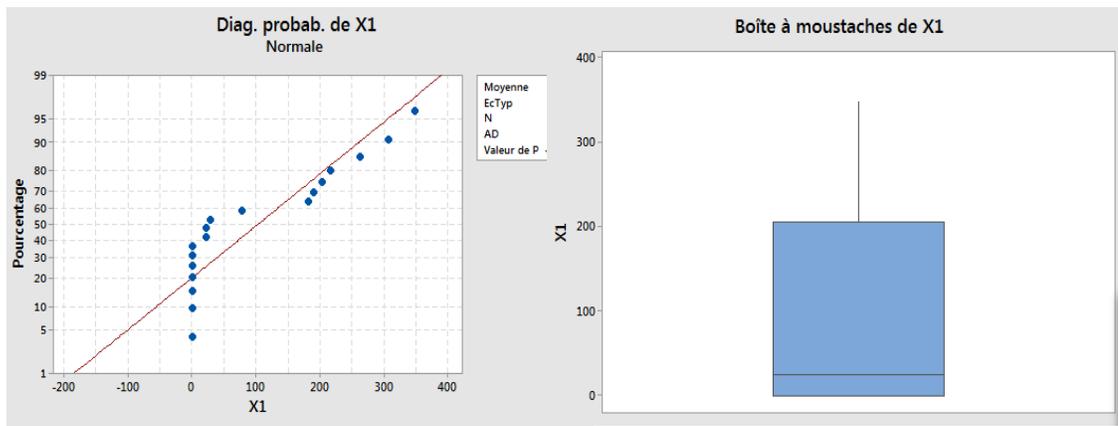
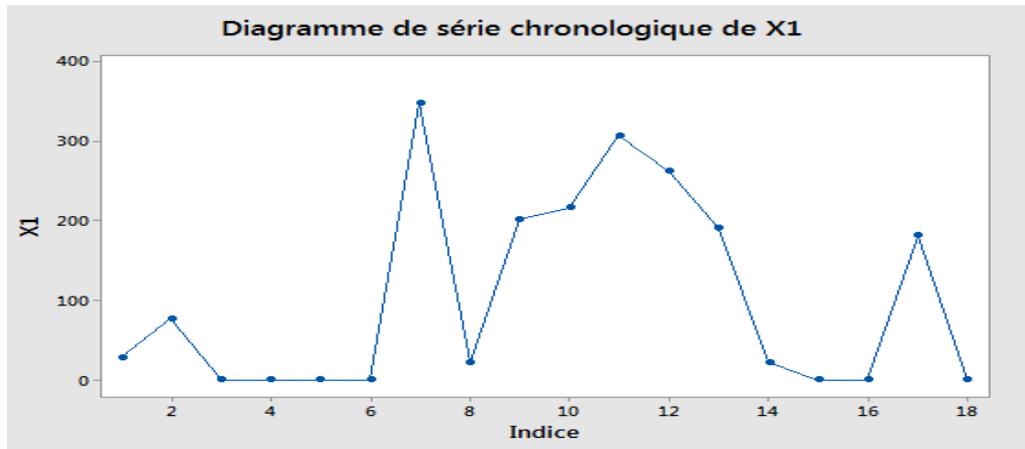
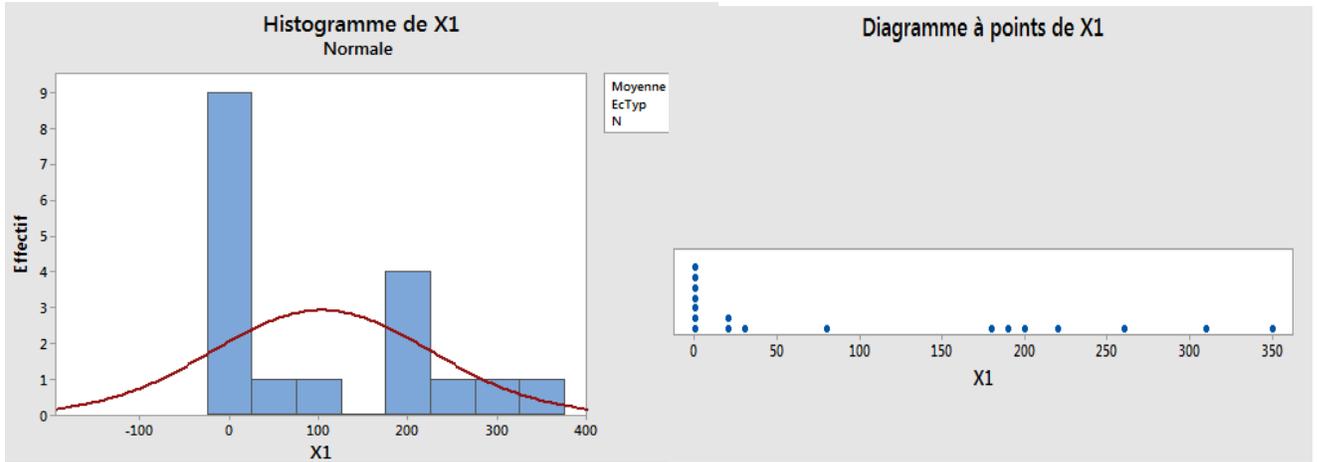
PN	PL	OH QTY	PHY QT
79408	F2_HA3-1	9	9
74899	F2_HB3-16	2	2
B079067	F2_HB3-21	2	2
B034052	F2_HB5-7	9	9
15634	F2_HC4-2	27	27
B047253	F2_HC4-8	7	7
H710241	F2_HC4-12	25	25
H430359	F2_HC5-1	38	38
H350793	F2_HC5-4	2	4
100789957	F2_HC6-8	22	22
000-3735	F2_HC7-1	12	12
78709	F2_HD3-1	56	56
H535450	F2_HD7-4	4	6
L-571490	F2_HE2-1	4	4
79415	F2_HE3-8	1	1
101772187	F2_HE3-9	30	33
H428819	F2_HE6-2	4	4
B040367	F2_HE7-9	323	499+
H428240	F2_HF3-2	12	12
54891	F2_HF4-5	2	2
H521771	F2_IA4-17	18	18
19049	F2_IA4-21	4	4
100048585	F2_IA6-4	2	1
H521304	F2_IB3-4	70	68
61646	F2_IB4-26	4	4
B033402	F2_IB5-13	12	12
78412	F2_IB5-6	285	265
B030025	F2_IC2-4	6	6
H522239	F2_IC5-3	4	31
81251	F2_IC6-2	15	15
H710853	F2_IC6-4	8	8
78682	F2_ID3-12	14	14
H428714	F2_ID4-13	3	3
H710814	F2_ID5-2	50	50
78684	F2_ID5-8	15	15
H428276	F2_ID6-4	2	2
101362758	F2_ID7-3	10	10
19057	F2_IE4-7	42	78
H428239	F2_IF1-5	29	19
H428238	F2_IF1-6	29	29
H608439	F2_IF4-7	4	7
B038274	F2_JA3-6	117	349
100965599	F2_JB1-4	1	1
100050739	F2_JB1-5	3	3

Annexe III.2 : récolte des données (tableau des données de l'échantillon)

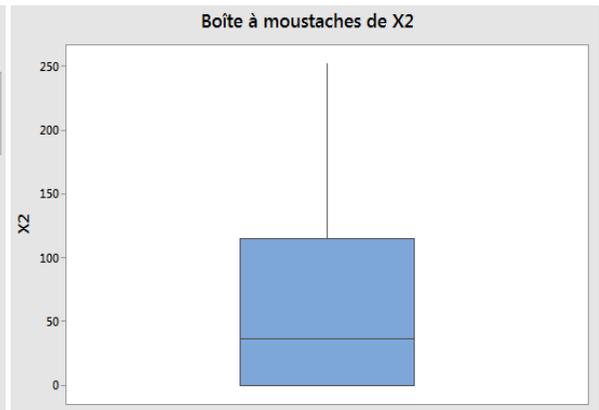
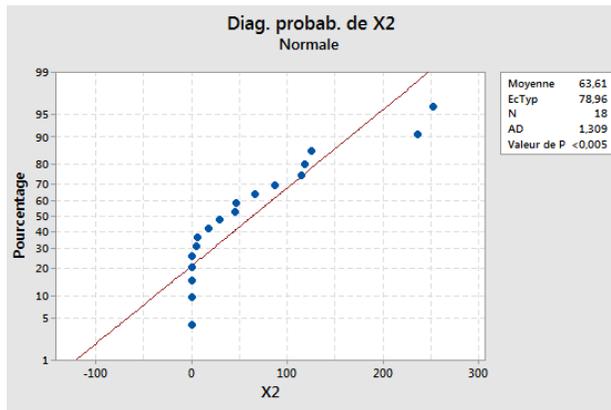
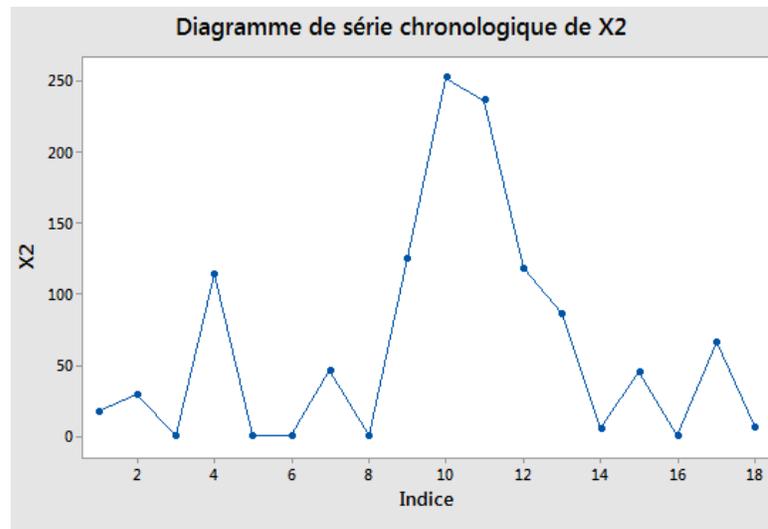
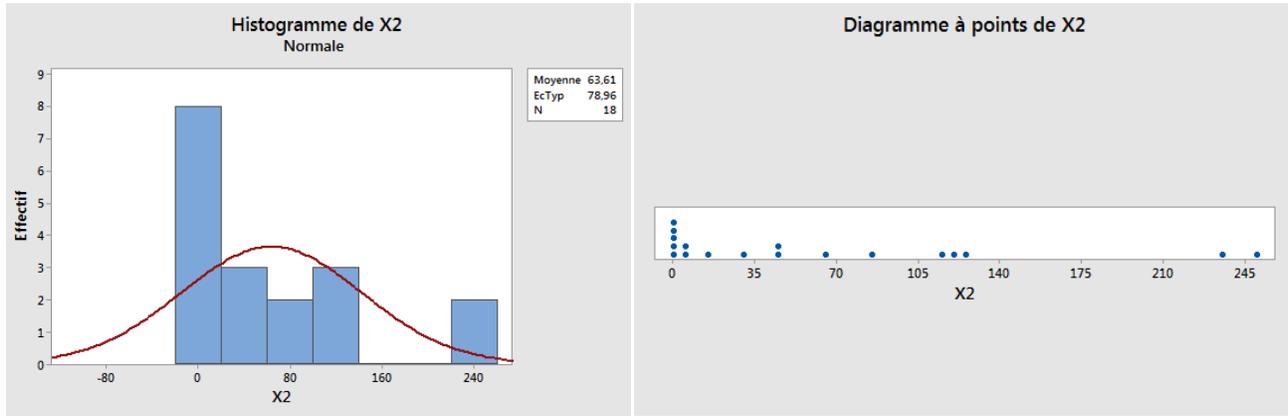
Date de prélèvement	Numéro de l'échantillon	Taille de l'échantillon	Nombre d'articles défectueux	Y
2017-04-13	1	58	6	0,10344828
2017-04-13	2	61	18	0,29508197
2017-04-13	3	61	11	0,18032787
2017-04-13	4	27	0	0
2017-04-14	5	44	12	0,27272727
2017-04-14	6	80	14	0,175
2017-04-15	7	32	12	0,375
2017-04-15	8	42	12	0,28571429
2017-04-15	9	32	1	0,03125
2017-04-15	10	32	3	0,09375
2017-04-15	11	39	9	0,23076923
2017-04-15	12	45	9	0,2
2017-04-15	13	34	9	0,26470588
2017-04-16	14	35	12	0,34285714
2017-04-16	15	35	13	0,37142857
2017-04-16	17	45	12	0,26666667
2017-04-17	18	30	7	0,23333333
2017-04-17	19	29	7	0,24137931
2017-04-17	20	29	8	0,27586207
2017-04-18	21	30	4	0,13333333
2017-04-18	22	30	1	0,03333333
2017-04-19	23	31	6	0,19354839
2017-04-19	24	29	6	0,20689655

Annexe III.3 Analyse indépendante des variables X_1, X_2, X_3, X_4

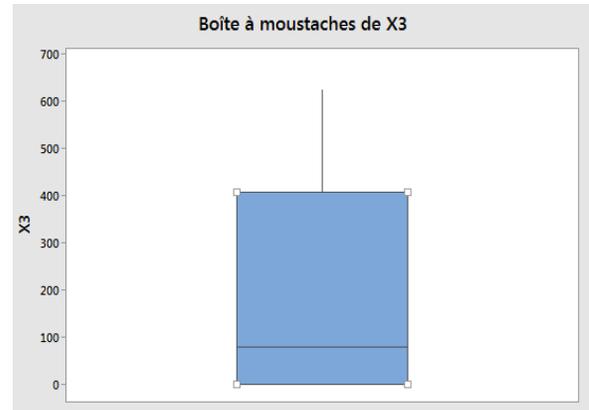
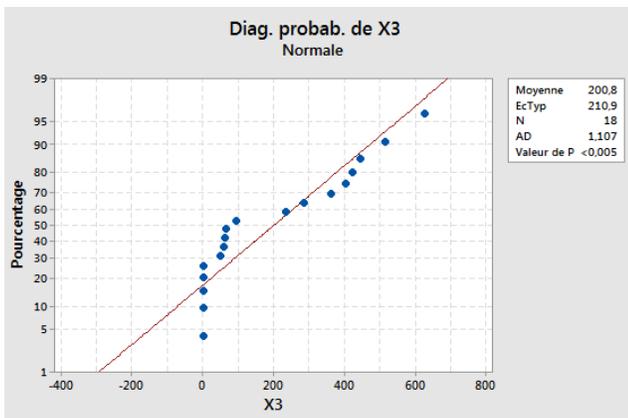
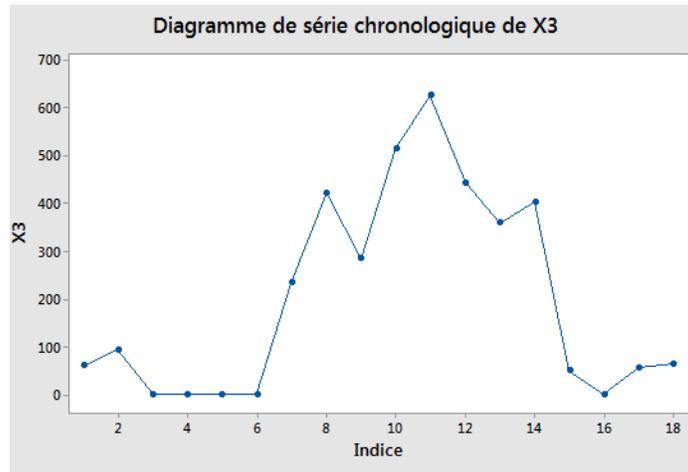
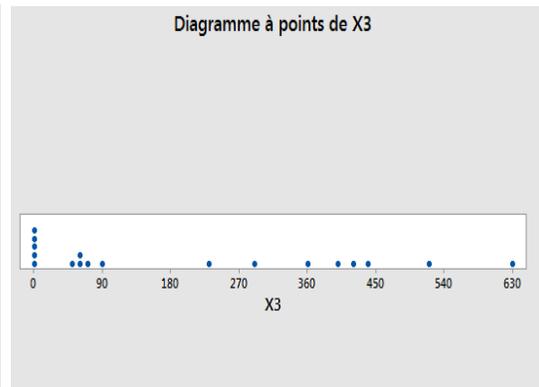
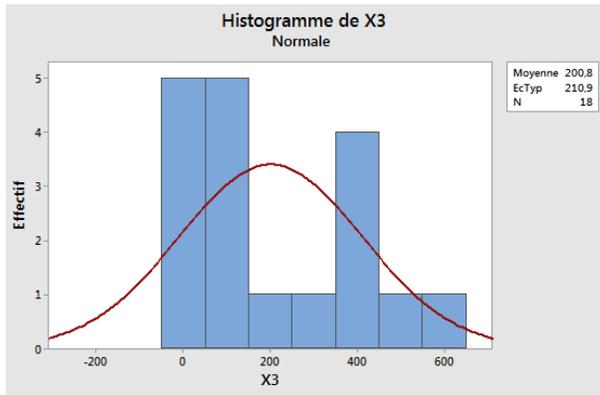
Variable X_1



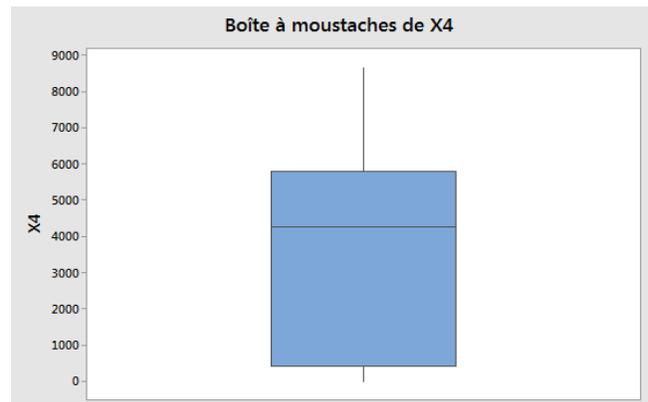
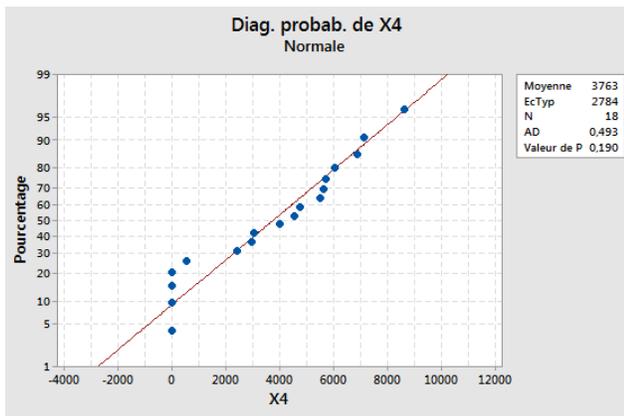
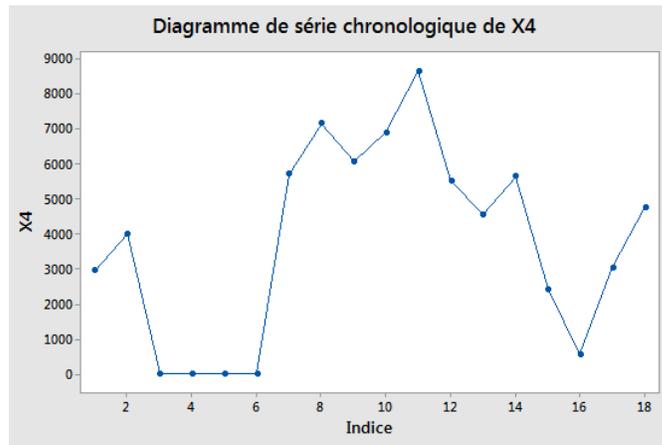
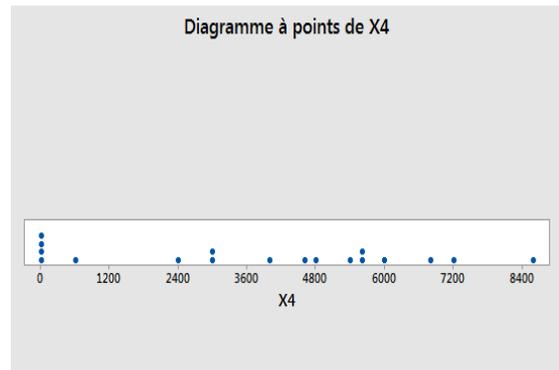
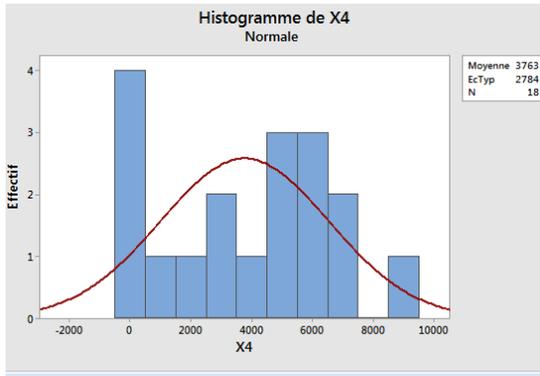
Variable X2



Variable X₃



Variable X4



Annexe .III.3 : variables d'entrées (extraction et récolte des données)

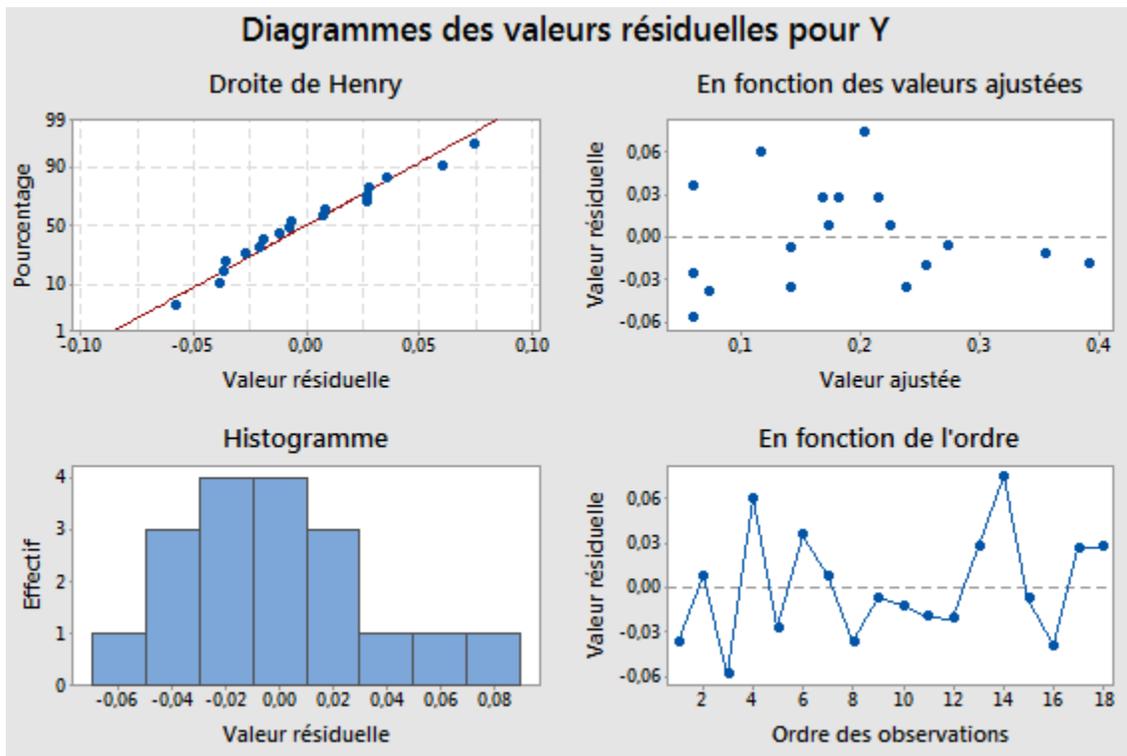
chantillon	Echantillon	X1=GR	X2=Issue Ou	X3=CC	X4=FMT IN
1	E1	0	17	61	2950
2	E2	647	456	1174	6117
3	E3	77	29	94	3988
4	E4	0	0	0	0
5	E5	247	576	388	13
6	E6	0	114	0	0
7	E7	453	1146	547	1353
8	E8	931	225	289	1077
9	E9	0	0	0	0
10	E10	0	0	0	0
11	E11	348	46	234	5699
12	E12	22	0	422	7132
13	E13	202	125	285	6052
14	E14	216	252	515	6874
15	E15	307	236	626	8633
17	E17	372	735	759	9179
18	E18	262	118	443	5498
19	E19	190	86	360	4536
20	E20	22	5	403	5626
21	E21	0	45	50	2417
22	E22	0	0	0	554
23	E23	181	66	57	3036
24	E24	0	6	65	4747

Annexe III.4 :vérification des hypothèse du modèle de régression

1-Les facteurs d'inflation de la variance (**FIV**) donnent une mesure de l'accroissement de la variance et permettent de décrire l'importance de la multi-colinéarité dans une analyse de régression. Des valeurs de facteurs d'inflation de la variance (FIV) supérieures à 5-10 indiquent que les coefficients de régression font l'objet d'une mauvaise estimation en raison d'une multi-colinéarité excessive.

FIV	Etat des prédictors
FIV=1	Non corrélés
1 <FIV < 5	Faiblement corrélés
FIV > 5-10	Fortement corrélés

Les FIV sont tous de 1,43 , ce qui indique que les prédictors sont faiblement corrélés.



2-La figure présente les diagrammes de valeurs résiduelles, on voit bien que La droite de Henry montre un tracé pratiquement linéaire, cohérent avec une loi normale.(normalité des erreurs)

3-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. (Homoscédasticité)

4-à partir du graphique des valeurs résiduelles en fonction de l'ordre des données on peut rechercher visuellement une autocorrélation dans les valeurs résiduelles. Un regroupement de valeurs résiduelles de même signe indique une corrélation positive. De rapides changements du signe de valeurs résiduelles consécutives indiquent une corrélation négative, donc cette hypothèse n'est pas vérifiée.

À noter que si l'hypothèse de non colinéarité n'est pas vérifiée, l'estimation du modèle est impossible (elle nécessiterait d'inverser une matrice singulière) alors que pour toutes les autres hypothèses l'estimation est possible. La normalité des erreurs est quant à elle non obligatoire mais permet de tirer de bonnes propriétés

ANNEXE CHAPITRE IV

Annexe IV.1 :

Résultats du chronométrage :

Good Receipt :

Mesure	Séparer les cartons par Doc Number	Introduire Doc sur GT	Vérifier PN et quantité	Soumettre GR sur GT	Fermer la transaction	NCR	Recherche d'outils	Fermer les box des kits	Débarasser et déplacer les box	Chercher les articles manquants	total
Mesure 1	140	50	215	85	33	206	48	14,55	73,6	327,7	1192,9
Mesure 2	140	46	954	118	18	206	29,22	21,28	73,6		1933,8
Mesure 3	140	48	367	118	25,5	206	29,22	21,28	73,6		1356,3
Mesure 4	140	70	17,2	120,6	25,5	206	29,22	21,28	73,6		1031,1
Mesure 5	140	5,3	26,4	110	25,5	206	29,22	21,28	73,6		965
Mesure 6	140	8,8	149,7	110	25,5	206	29,22	21,28	73,6		1091,8
Mesure 7	140	18,8	24,8	110	25,5	206	29,22	21,28	73,6		976,9
Mesure 8	140	9,3	28,2	110	25,5	206	29,22	21,28	73,6		970,8
Mesure 9	140	13,2	76,6	110	25,5	206	10	21,28	73,6		1003,9
Mesure 10	140	26,4	110,1	110	25,5	206	29,22	21,28	73,6		1069,8
Mesure 11	140	23,4	68,8	110	25,5	206	32,7	21,28	73,6		1029
Mesure 12	140	23,65	64,7	110	25,5	206	29,22	21,28	73,6		1021,7
Mesure 13	140	19,5	59	110	25,5	206	29,22	21,28	73,6		1011,8
Mesure 14	140	21	160,1	110	25,5	206	26,2	21,28	73,6		1111,4
Mesure 15	140	11,6	172,1	110	25,5	206	29,22	18,7	73,6		1114,4
Mesure 16	140	7,9	88,2	110	25,5	206	29,22	21,28	73,6		1029,4
Mesure 17	140	18,1	81,7	110	25,5	206	29,22	10,4	73,6		1022,2
Mesure 18	140	14,6	129,5	110	25,5	206	29,22	21,28	24,4		1028,2
Mesure 19	140	15,5	20,4	110	25,5	206	29,22	21,28	25,2		920,8
Mesure 20	140	30,8	110,6	110	25,5	206	29,22	21,28	20,4		1021,5
Mesure 21	140	14,8	131,2	49,3	25,5	206	15,7	41,5	224,4		1176,1
Mesure 22	140	23,65	145,49	110	25,5	206	29,22	21,28	73,6		1102,4
Moy	140	23,65	145,49	107,31	25,5	206	28,606	21,281	73,6	327,7	1099,1
total	3080	520,3	3200,8	2360,9	561	4532	629,34	468,19	1619,2	327,7	

Annexes

Put away :

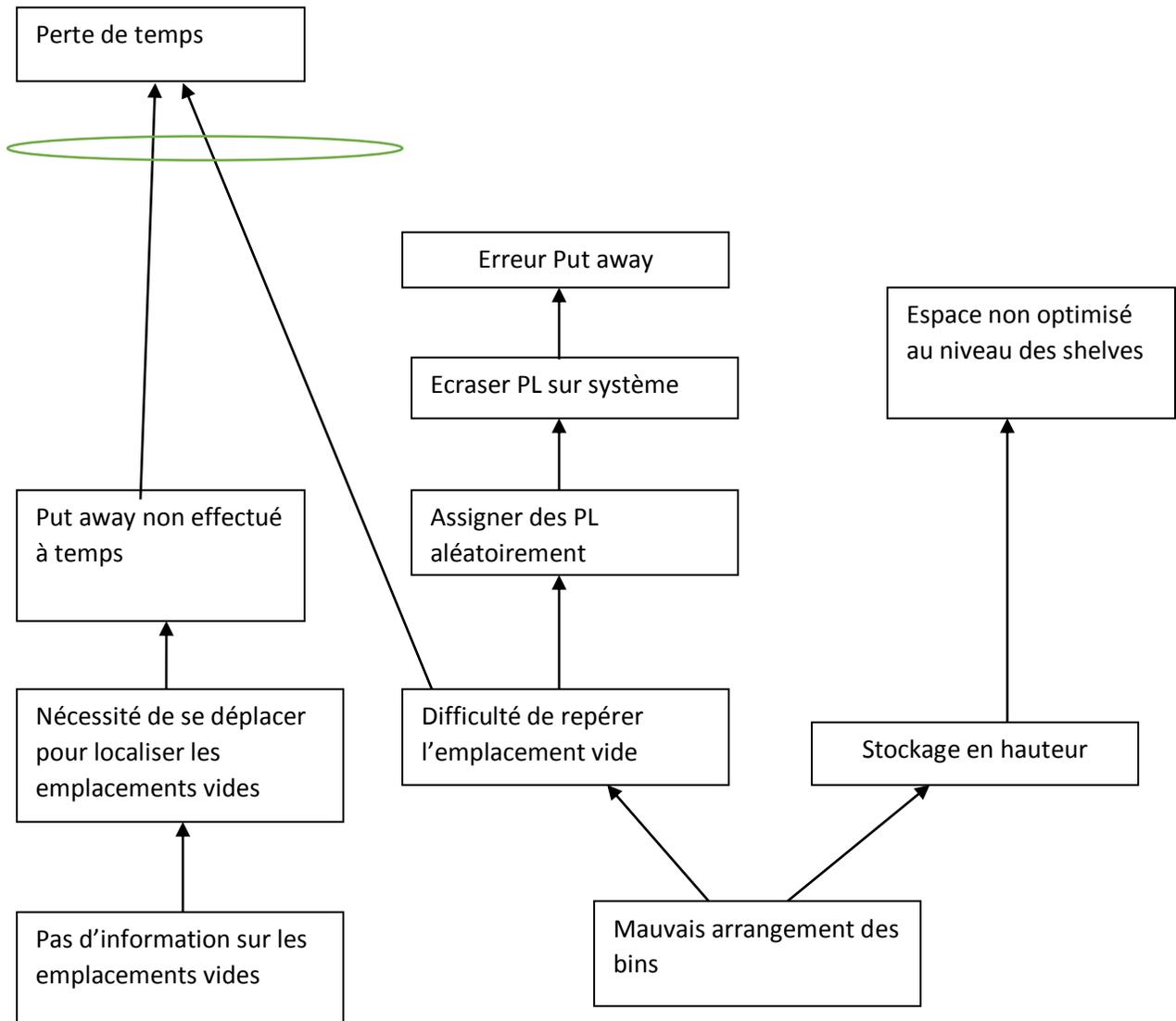
Mesure	Chercher et ramener des bins vides	Chercher un emplacement vide	Création de PL sur système	Impression des étiquettes	Enlever les anciens labels	Placer les nouveaux labels	Placer bin dans PL	NCR	total
M1	302	95	29	90	10	46	95	497	1164
M2	196	185,89	29	90	10	46	65		1118,89
M3	137	185,89	29	90	10	46	214		1208,89
M4	29,5	185,89	29	90	10	46	165		1052,39
M5	166	185,89	29	90	10	46	165,3		1189,19
M6	166	185,89	29	90	10	46	42,7		1066,59
M7	166	185,89	29	90	10	46	143		1166,89
M8	166	185,89	277	90	10	46	22,8		1294,69
M9	165	20,33	277	90	10	46	9,49		1114,82
M10	164	185,89	29	90	10	46	224		1245,89
M11	82	185,89	29	90	10	46	177		1116,89
M12	66	185,89	29	90	10	46	139,76		1063,65
moyenne	150,458333	164,519167	70,3333333	90	10	46	121,920833	497	

Issue out :

mesure	task	prélèvement	déplacement	mise à jour du système	envoi du message de confirmation	total
	1	145,78	67,22	307	12	532
	2	80,2	44,8	10	13	148
	3	78,2	44,8	10	8	141
	4	212	68	12,38	20,95	313,33
	5	149,2	44,8	10	17	221
	6	73,78	44,8	12,5	13,56	144,64
	7	103,2	44,8	0	0	148
	8	94,2	44,8	34,59	8	181,59
	9	61,75	44,8	210	7	323,55
	10	85,2	44,8	20,2	0	150,2
	11	442,58	67,42	30,8	0	540,8
	12	63,3	44,8	41,1	0	149,2
moyenne		132,4491667	50,48666667	58,21416667	12,43875	

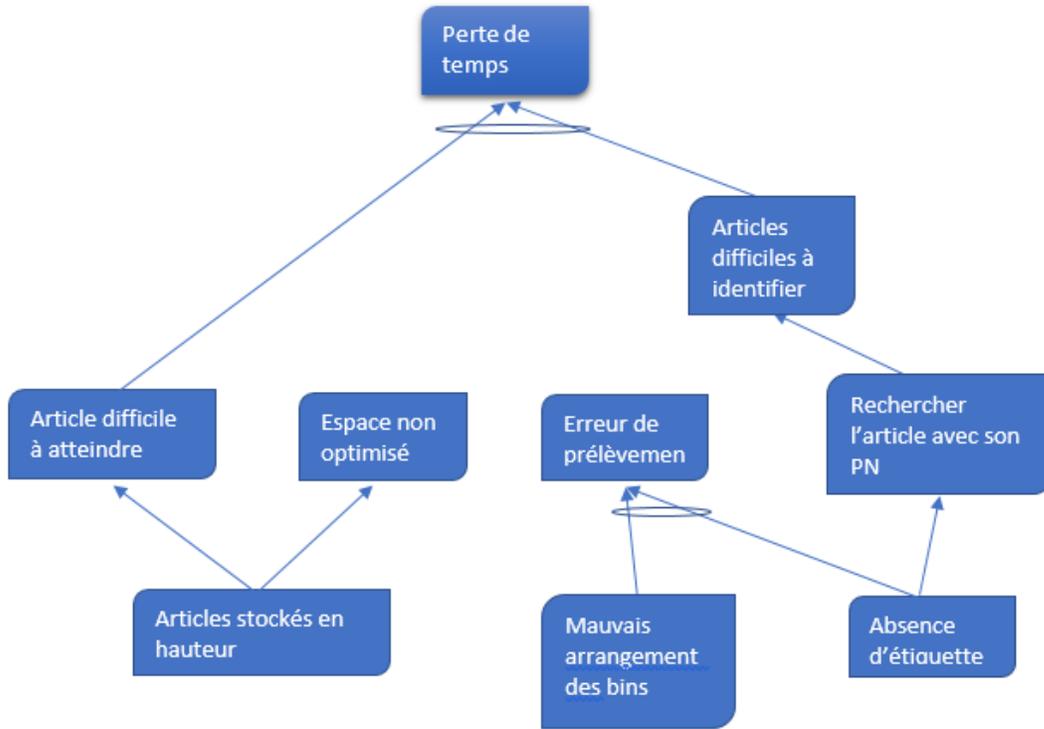
Annexe IV.2 :Current Reality Trees:

Put away : Chercher un emplacement vide

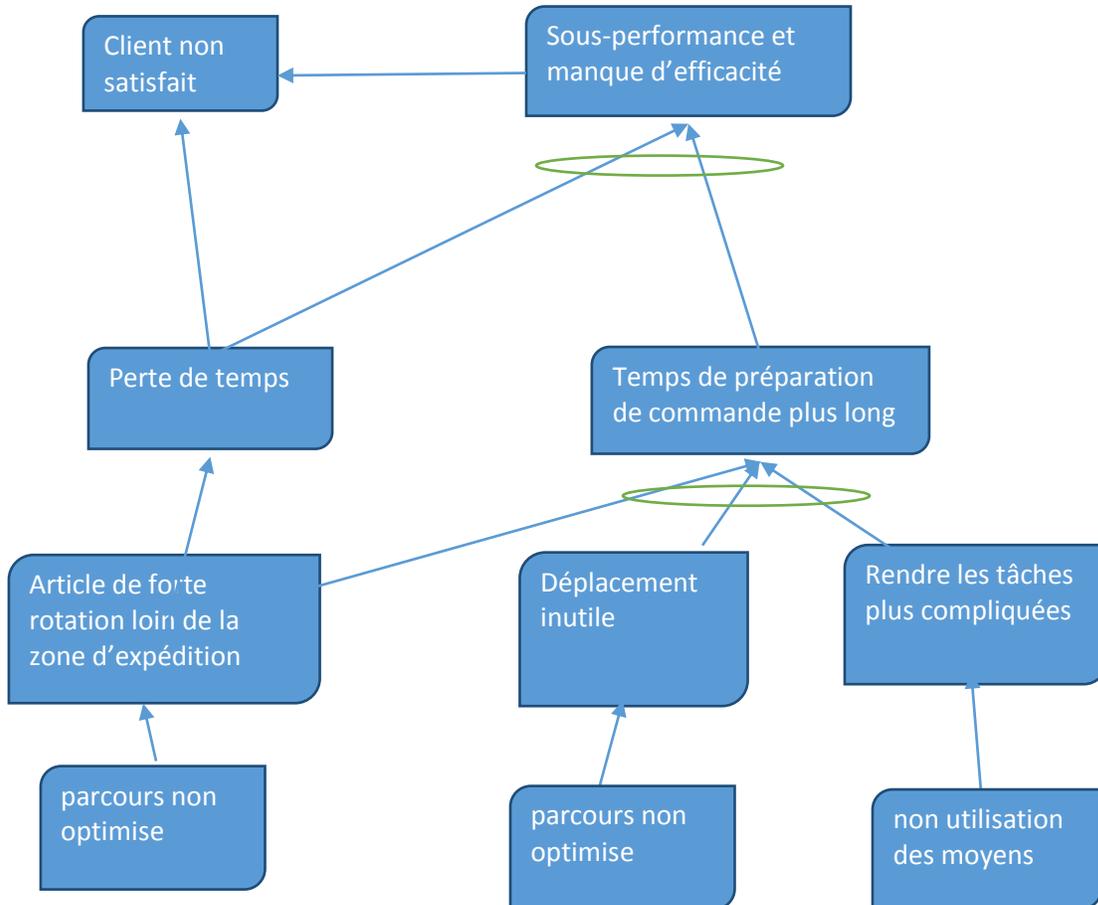


Issue out :

1. Prélèvement

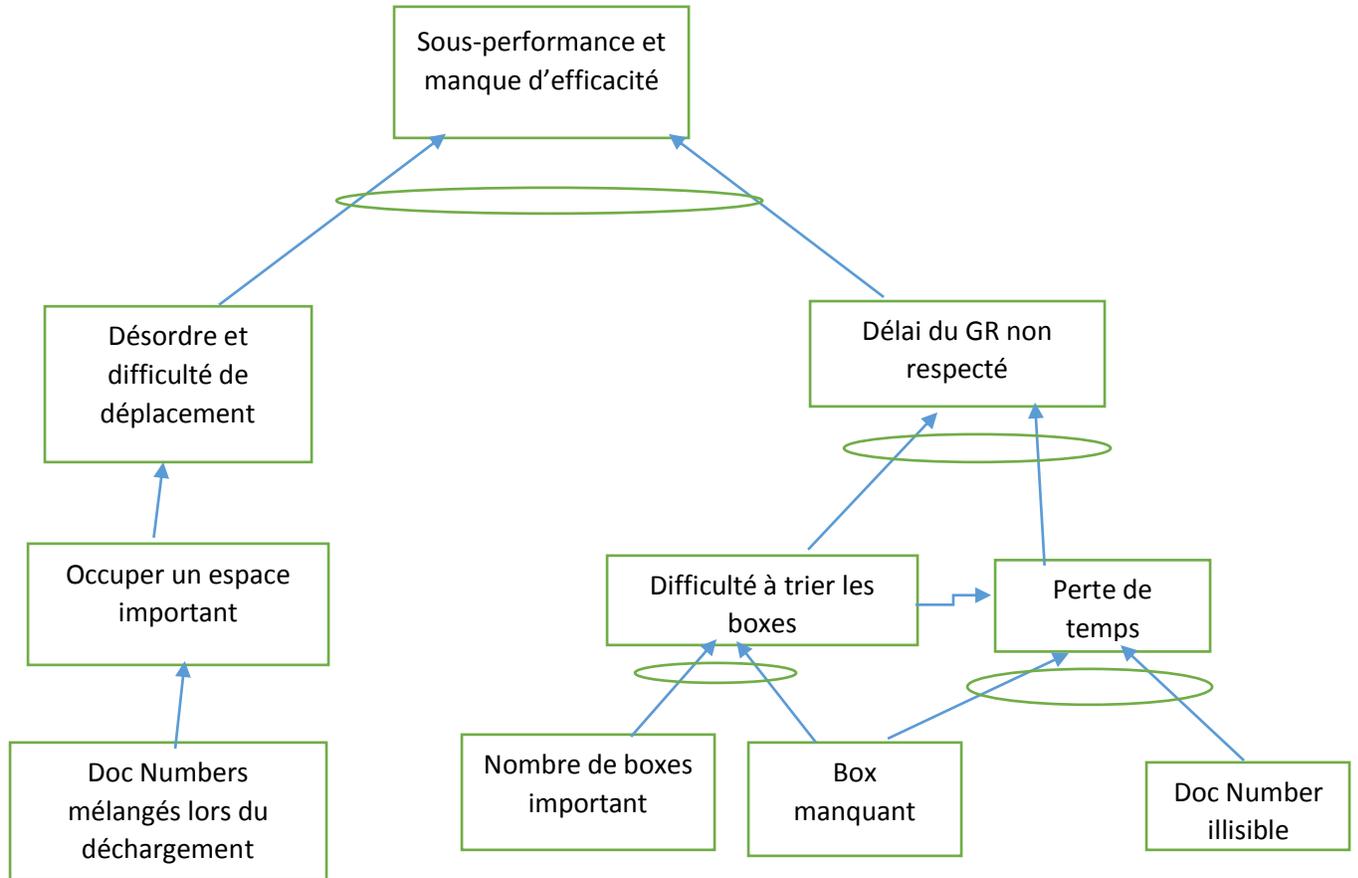


2. Déplacement :



Good receipt :

séparer les box Doc number (numéro de lot)



Annexe IV.3 : calcul des distances et le temps pris lors des déplacements

TOTAL TIME SPENT (min) 8.29mn										TOTAL TIME SPENT (min) 5.73mn			TOTAL TIME SPENT (min) 5.22mn			
SITUATION DE REFERENCE										HIGH RUNNERS CLOSE TO ISSUE OUT (1)			(1) + USING A CADDY			
bin	pn	pl		vitesse m	distance	distance	temps min	temps sec avant	distance retour	temps min	temps min	temps sec	aller	retour	temps min	sec
T4907219	B036210	F2_JA5-2		65	20,52	20,52	0,63	37,88	10,15	10,15	0,31	18,74	10,15	10,15	0,31	18,74
T5060840	B036200	F2_JA6-1		65	20,52				10,15				10,15			
	B036233	F2_JB5-1		65	1,30				0,00							
	B036215	F2_JD2-2		65	4,34				0,00		0,62				0,31	
	B036210	F2_JA5-2		65	5,64				0,00							
	H710853	F2_IC6-4		65	5,81				10,15							
	H710852	F2_IET-1		65	23,74	44,88	1,63	98,06	10,15	10,15		37,48		10,15		18,74
T5067064	B012828	F2_JB3-6		65	19,22				10,50				10,50			
	B019239	F2_DAV-3		65	9,34	26,39	0,85	50,72	29,54	32,04	1,11	66,54	29,54	32,04	1,11	66,54
T5067703	B036214	F2_JD2-1		65	20,52				10,15				10,15			
	B036232	F2_JD4-2		65	0,00											
	B036206	F2_JA4-2		65	5,64											
	B036209	F2_JA5-3		65	0,00											
	12813	F2_JF3-1		65	8,24				29,64	29,64	1,22	73,46	27,14	29,64	1,03	61,78
	81255	F2_IC7-3		65	21,14	44,21	1,53	92,08	10,15							
T5066808	B036214	F2_JD2-1		65	20,52				10,15				10,15			
	B036228	F2_JB7-1		65	4,34											
	B036232	F2_JD4-2		65	4,34											
	B036198	F2_JB7-4		65	4,34											
	B036230	F2_JC5-4		65	3,04	19,87	0,87	52,11								
T4923220	B012828	F1_AA7-1		65	11,70	11,70	0,36	21,60	10,15	10,15	0,31	18,74	10,15	10,15	0,31	18,74
T5006289	B016376	F2_JF4-6		65	23,12	23,12	0,71	42,68	23,12	23,12	0,71	42,68	23,12	23,12	0,71	42,68
T5004059	H115576	F2_HE4-8		65	11,51	11,51	0,35	21,25	11,51	11,51	0,35	21,26	11,51	11,51	0,35	21,26
T4875992	H115576	F2_PO4-181		65	14,76	14,76	0,45	27,25	14,76	14,76	0,45	27,25	14,76	14,76	0,45	27,25
T4939467	B073962	F1_BE6-4		65	16,90				10,15				10,15			
	B021698	F1_HAZ_83-2		65	17,96	23,16	0,89	53,56			0,31	18,74		10,15	0,31	18,74