

Université Hassan 1^{er}
Centre d'Études Doctorales

Faculté des Sciences et Techniques
Settat

THÈSE DE DOCTORAT

Pour l'obtention du grade de Docteur en Physique et Sciences de l'Ingénieur

Formation Doctorale : Physique et Sciences de l'Ingénieur

Spécialité : Génie Industriel

Sur le thème

**Contribution à l'amélioration des performances opérationnelles
des systèmes de management ISO 9001, ISO 14001 et OHSAS
18001 : développement et expérimentation d'une
méthodologie de couplage du Cost Deployment et de la Value
Stream Mapping**

Présentée par :

Jaouad ABISOUROUR

Soutenu le : 17/06 /2021

A la Faculté des Sciences et Techniques de Settat devant le jury composé de :

Pr. Amina IBNLFASSI	Professeur	FST. Settat	Président
Pr. Saïd ELFEZAZI	Professeur	EST. Safi	Rapporteur
Pr. Aziz SOULHI	Professeur	ENSM. Rabat	Rapporteur
Pr. Charif MABROUKI	Professeur	FST. Settat	Rapporteur
Pr. Ahmed MOUSRIJ	Professeur	FST. Settat	Examineur
Pr. Mohsine HACHKAR	Professeur	EST. Safi	Co-Directeur de thèse
Pr. Abdelmajid FARCHI	Professeur	FST. Settat	Directeur de thèse

REMERCIEMENTS

Je voudrais remercier sincèrement mon directeur de thèse, Monsieur Abdelmajid FARCHI, pour les conseils judicieux qu'il m'a prodigués et pour sa disponibilité tout au long de cette thèse, qu'il trouve ici le témoignage de ma profonde gratitude.

J'adresse ma reconnaissance, ma gratitude et mes vifs remerciements à Monsieur Mohsine HACHKAR qui a bien accepté de co-encadrer cette thèse et de m'avoir fait bénéficier de son aide, ses conseils et ses encouragements le long de ce travail.

Je voudrais également remercier tous les membres du laboratoire « IMII » de la faculté des sciences et techniques de Settat.

Tous mes remerciements à M. S. ELFEZAZI, M. A. SOULHI et M. C. MABROUKI pour leurs remarques concernant le manuscrit de thèse pour qu'il soit prêt à la rédaction finale.

Je tiens à remercier aussi Mme A. IBNLFASSI pour présider le jury de la soutenance et M. A. MOUSRIJ en tant qu'examineur.

Comment ne pas remercier ma famille, pour m'avoir encouragé au cours de cette thèse et, au-delà, pour son amour inconditionnel qui dure depuis longtemps déjà.

DEDICACE

*À mes parents,
À ma famille,
À mes professeurs et à mes amis.*

RÉSUMÉ

Jaouad ABISOUROUR

Contribution à l'amélioration des performances opérationnelles des systèmes de management ISO 9001, ISO 14001 et OHSAS 18001 : développement et expérimentation d'une méthodologie de couplage du Cost Deployment et de la Value Stream Mapping

2020/2021- PSI-

Les entreprises industrielles disposent de nombreux outils, méthodes et techniques pour améliorer leurs performances. Ces dispositifs permettent de réaliser une performance globale, souvent différente par rapport aux performances locales des processus dans un système de management normatif qualité, sécurité et environnement, selon les référentiels ISO 9001, ISO 14001 et OHSAS 18001. Cette situation génère une image fragmentée de la performance.

Or le management de la performance dans un système normatif passe par la maîtrise des coûts de transformation. Il est donc indispensable d'identifier et de réduire les pertes et de créer de la valeur. D'où l'évolution vers une démarche innovante d'évaluation des coûts, utilisant l'approche Cost Deployment.

Ce travail représente une contribution à l'amélioration des performances opérationnelles des entreprises industrielles. La méthodologie et les plateformes-outils développés tiennent compte de la nature du système de management normatif et intègrent deux démarches : le "Cost Deployment" et la cartographie de la chaîne de valeur par l'outil "Value Stream Mapping". Ce faisant, la méthodologie proposée permet l'identification et l'analyse des pertes en utilisant des indicateurs opérationnels clé d'aide à la mesure et des outils opérationnels du Lean Six-Sigma.

Dans le but de les valider, des expérimentations des méthodologies développées ont été réalisées à l'échelle industrielle, au niveau de chaînes logistiques de produits chimiques. Les résultats obtenus ont été concluants et ont permis de mettre en évidence des pertes et des gains potentiels, tout en réalisant la satisfaction des parties prenantes.

Mots clés : Système de management, ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001, Approche processus, Lean management, Lean Six-Sigma, Cost Deployment, VSM, Évaluation des performances.

ABSTRACT

Industrial companies have many tools, methods and techniques to improve their performance. These devices make it possible to achieve an overall performance, often different from the local performance of the processes in quality, safety and environment standard management system according to ISO 9001, ISO14001 and OHSAS 18001 standards. This situation generates a fragmented picture of the performance. However, the management of performance in a management system requires the control of transformation costs. It is therefore essential to identify and reduce losses and create value. Hence the evolution towards the current standard evaluation approach based on the Cost Deployment approach.

This work represents a contribution to the development of new tools according to the nature of the normative management system which integrates the Cost Deployment approach, mapping of value chains for the identification and analysis of losses using operational indicators at the measurement and operational tools of Lean-Six-Sigma.

An application has been made on an industrial scale, at the level of a chemical supply chain. The results obtained were conclusive and highlighted potential losses and gains, tending to decrease investments, making the most of resources with a reduction in stocks and the production cycle.

Applications have been made on an industrial scale, in chemical supply chains. The results obtained were conclusive and made it possible to highlight potential losses and gains, tending to decrease investments, by exploiting the maximum of resources with a reduction in stocks and the production cycle.

Keywords: Lean management; standard management system (quality, safety and environment according to ISO 9001, ISO14001 and OHSAS 18001); Process approach; Lean Six-Sigma; Management system; Cost Deployment; Performance Evaluation.

تمتلك الشركات الصناعية العديد من الأدوات والأساليب والتقنيات لتحسين أدائها. تتيح هذه الأجهزة إمكانية تحقيق أداء وأهداف معينة، غالبًا ما تختلف عن الأداء المحلي للعمليات في إطار نظام إدارة معايير الجودة والسلامة والبيئة وفقًا لمعايير إزو 9001 وإزو 14001 وسلسلة تقييم الصحة والسلامة المهنية 18001.

ينتج عن هذا النوع من التسيير التقليدي صورة مجزأة للأداء. لذلك يجب التحكم في نظام تكاليف التحويل لتحسين الاداء وتحديد الخسائر المادية وتقليلها وخلق قيمة مضافة.

في هذا السياق، يسعى هذا البحث إلى رصد طريقة مثلى تمكن المؤسسات والشركات من تحقيق اهدافها الاقتصادية بالاعتماد على نظامي ازو وادوات التصنيع الرشيق والحيود السداسي.

بناء على تحليل علمي ونقدي للمصادر والمنشورات والأدبيات الخاصة بنظام التصنيع ازو ونشر التكلفة وتخطيط تدفق القيمة وادوات الحيود السداسي تم اقتراح نموذج لمساعدة المؤسسات على تحسين مردوديتها ومؤشراتها الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.

وقد أثبت تطبيق هذا النموذج على فعاليته في تحقيق الأهداف المتوخاة. كما تم التطرق بالدراسة والتحليل لعوامل النجاح ومعوقات تطبيق النظام المقترح لتشجيع المؤسسات على تبني هذا النموذج البديل.

هذه المساهمة العلمية، وليس فقط من شأنها دفع عجلة المعرفة في البحث عن تطوير نظام التسيير وفقا لازو للإنتاج الصناعي، ولكن أيضا يمكن أن يعتبر مفيدا للشركات، وخاصة تلك الشركات الصناعية تسعى لزيادة ربحها باستغلال الحد الأقصى من الموارد مع تقليل المخزونات ودورة الإنتاج ودون المساس بالجوانب البيئية والاجتماعية.

الكلمات المفتاحية: التصنيع الرشيق؛ نظام التسيير: الجودة والسلامة والبيئة وفقًا لمعايير إزو 9001 و14001 وOHSAS 18001، نشر التكلفة، وادوات التصنيع الرشيق والحيود السداسي، تقييم الأداء.

LISTE DES ABREVIATIONS

<i>5G</i>	Gemba – Gembutsu – Genjitsu – Genri – Gensoku
<i>5R</i>	Refuse- Reduce-Reuse-Recycle- Rot / Refuser-Réduire-Réutiliser (réparer)- Recycler-Composter.
<i>5S</i>	Seiri,Seiton,Seiso,Seiketsu, Shitsuke
<i>6σ</i>	Six-Sigma
<i>BPM</i>	Business Process Management
<i>CD</i>	Cost Deployment
<i>DMAIC</i>	Define – Measure – Analyze – Improve – Control
<i>ISO</i>	International Organization for Standardization
<i>JAT</i>	Juste-à-temps
<i>LSS</i>	Lean Six-Sigma
<i>NVA</i>	Non valeur ajouté
<i>OHSAS</i>	Occupational Health and Safety Assessment Series
<i>PDCA</i>	Plan – Do – Check – Act
<i>QSE</i>	Qualité-Sécurité-Environnement
<i>S&ST</i>	Santé, Sécurité au Travail
<i>SIPOC</i>	Supplier-Input-Process-Output-Customer
<i>SM</i>	Système de Management
<i>SMART</i>	Spécifique-Mesurable-Ambitieux- Réaliste-Temporel
<i>SME</i>	Système de Management Environnemental
<i>SMED</i>	SMED Single Minute Exchange of Die
<i>SMI</i>	Système de Management Intégré
<i>SMN</i>	Système de Management Normatif
<i>SMN-QSE</i>	Système de Management Normatif Qualité/Sécurité/Environnement
<i>SMQ</i>	Système de Mangent Qualité
<i>SMS</i>	Système de Mangent Santé, Sécurité au Travail
<i>TAT</i>	Turnaround-time
<i>TPM</i>	Total Productive Maintenance
<i>TPS</i>	Toyota Production System
<i>TQM</i>	Total Quality Management
<i>TRG</i>	Taux de Rendement Global
<i>VA</i>	Valeur ajouté
<i>VSM</i>	Value Stream Mapping
<i>WCM</i>	World Class Manufacturing

TABLES DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	II
DEDICACE.....	III
RÉSUMÉ.....	IV
ABSTRACT	V
ملخص.....	VI
LISTES DES ABREVIATIONS	VII
TABLES DES MATIERES.....	VIII
Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Systèmes de Management Normatifs Qualité/Sécurité/ Environnement, Lean Six-Sigma et Cost Deployment.....	6
1.1 Introduction	6
1.2 Les Systèmes de Management Normatifs (SMN) Qualité/Sécurité/ Environnement.	8
1.2.1 Définition et principes des SMN	8
1.2.2 Cartographie interactive de l'approche processus	10
1.2.3 Présentation des systèmes de management normatifs	11
1.3 Concepts de base du Lean Six-Sigma	23
1.3.1 Concept du Lean.....	23
1.3.2 Définition et concept Six-Sigma	25
1.4 Concept du World Class Manufacturing (WCM) dans le secteur industriel.....	29
1.4.1 Le fondement du WCM.....	29
1.5 Conclusion.....	32
Chapitre 2 : Pilotage et amélioration des performances dans les systèmes de management.....	33
2.1 Introduction	33
2.2 Définition de la performance.....	33
2.2.1 Le concept de la performance	33
2.2.2 Définition de la performance.....	34
2.2.3 Classification générale des typologies de la performance	35
2.3 Notion de performance industrielle	36
2.4 Management et pilotage des processus.....	39
2.4.1 Définition des processus.....	39
2.4.2 Typologie des processus.....	40
2.4.3 Management par les processus	43
2.5 Méthodes et outils de management de la performance financière des processus opérationnels dans les secteurs industriels.....	45
2.5.1 Approche rétrospective	45
2.5.2 Approche prédictive	46
2.5.3 Limites du management classique des SMN.....	46
2.5.4 Les indicateurs de performance.....	49

2.6	Synthèse et position du problème.....	53
2.7	Conclusion.....	55
	Chapitre 3 : Développement de plateformes (Frameworks) intégrant le Cost Deployment et les outils du Lean-Six-Sigma pour l'amélioration des performances opérationnelles des Systèmes de Management Normatifs QSE	56
3.1	Introduction	56
3.2	Méthodologie de recherche.....	57
3.3	Structure de la plateforme (Framework) proposé et méthode de mise en œuvre.....	58
3.4	Présentation des démarches et des outils proposés pour le développement.....	59
3.4.1	Plateforme (Framework) adaptée au système de management intégré SMI-Q/S/E.....	59
3.4.2	Développement d'une plateforme (Framework) adaptée au Système.....	75
3.4.3	Développement d'une plateforme (Framework) adaptée au Système de Management Santé et Sécurité au Travail, SMS (OHSAS 18001)	85
3.4.4	Développement d'une plateforme (Framework) adaptée au Système de management Qualité SMQ (ISO 9001).....	96
3.5	Conclusion	103
	Chapitre 4. Expérimentation et validation des plateformes développées	104
4.1	Introduction	104
4.2	Expérimentation et validation des plateformes développées	104
4.2.1	Expérimentation première : Amélioration des performances d'un d'un SMI (ISO 9001/ISO 14001/OHSAS 18001- Qualité /Environnement/ Sécurité) par la nouvelle approche "SMI-LSS-CD"	105
4.2.2	Expérimentation 2 : Plateforme SME-LSS-CD adaptée à un système de management environnemental (ISO 14001)	118
4.2.3	Expérimentation 3 : Plateforme SMS-LSS-CD adaptée à un Système de Management de la Santé et de la Sécurité au Travail OHSAS 18001	132
4.2.4	Expérimentation 4 : Plateforme SMQ- LSS-CD adaptée à un Système de Management de la Qualité ISO 9001	140
	Conclusion générale.....	150
	Références bibliographiques.....	154

Introduction générale

Face à une concurrence de plus en plus rude, et pour dompter les mouvements imprédictibles des marchés, les entreprises sont dans l'obligation d'améliorer leur performance, notamment dans le cadre de leurs systèmes de management certifiés par rapport aux référentiels ISO 9001, ISO 14001 et OHSAS 18001. La maîtrise des coûts est devenue une priorité qui doit se traduire nécessairement par la création de la valeur et par l'élimination des pertes et du gaspillage. Le coût de ces derniers peut atteindre 10 à 30% du chiffre d'affaires des entreprises.

Cependant, malgré les efforts déployés par les entreprises industrielles en termes de mobilisation des ressources pour décrocher les certifications susmentionnées, la maîtrise de la performance de leurs processus, notamment par la réduction des pertes et des gaspillages, reste peu efficace. Il y a peu ou pas de connexion entre la satisfaction du client et la réduction des coûts des gaspillages et les coûts y afférents. Par ailleurs, le contrôle budgétaire, modalité financière du contrôle de gestion, est souvent critiqué en raison de sa focalisation excessive sur les structures existantes et non sur les relations de l'entreprise avec son environnement. Cet outil cherche à détecter les inefficacités plutôt que les sources d'amélioration possibles. Les résultats sont trop souvent évalués sur la base comptable et non dans le but de mettre en œuvre des plans d'action pour améliorer les performances de l'entreprise.

Les déficiences en termes de coût d'un système de management, selon les normes et les standards les plus répandus, proviennent du manque de relations directes entre le processus d'amélioration, les coûts des pertes et les gains potentiels à engranger. Le système ne peut donc être satisfaisant sans la capacité à évaluer les coûts des pertes et les gains subséquents de leur élimination. Ces déficiences génèrent inévitablement une invisibilité des pertes au niveau des coûts de transformation. Aussi, pour palier à ces déficiences, les entreprises certifiées doivent-elles intégrer une composante décisive dans leur management de la performance, à savoir la dimension financière. Se pose alors la question de savoir comment intégrer la performance financière dans un système de management basé sur les référentiels normatifs type ISO, tout en respectant l'alignement entre la politique de l'entreprise et les actions d'amélioration engagées.

Une réponse partielle aux exigences de performance en termes de Lean, a été apportée en 2011 par le document normatif AFNOR FD X50-819. Cette norme présente les lignes directrices qui permettent une synergie entre le Lean management et l'ISO 9001 v2008. Néanmoins, ce

guide ne permet pas en particulier d'identifier et de comptabiliser les pertes, de réaliser la priorisation des actions à mettre en œuvre et d'établir un programme de réduction des coûts.

Partant de ces constats, ce travail se propose de contribuer à pallier aux déficiences d'un système de Management Normatif en termes de manque de relations directes entre le processus d'amélioration, les coûts des pertes et les gains potentiels subséquent de leur élimination. De ce fait, il est incontournable d'identifier les gaspillages et les pertes afin de pouvoir maîtriser les coûts des transformations opérationnelles, d'optimiser les ressources et de réduire les coûts.

Dans ce contexte, l'outil Cost Deployment, qui fait partie des piliers du World Class Manufacturing (WCM), présente un dispositif d'évaluation du gaspillage en terme quantitatif. En soutien à cet instrument financier, les outils du Lean & Six-Sigma permettent également de surmonter les limites constatées afin d'évaluer les performances opérationnelles de l'entreprise. Partant des possibilités offertes par les outils du Lean Six-Sigma et le Cost Deployment, ce travail de recherche vise à réaliser une plateforme (Framework) qui permet d'évaluer et d'éliminer les pertes et gaspillages dans les processus opérationnels. En effet, le couplage de ces outils avec les systèmes de management normatifs offre la possibilité de réaliser une intégration qui aide les organisations, quelle que soit leur culture organisationnelle, à aligner leur politique d'entreprise avec les actions d'amélioration engagées afin de réaliser des performances optimales. L'idée d'intégrer l'outil « Cost Deployment », aux systèmes de management normatifs repose sur l'intérêt financier qui représente une motivation forte et décisive permettant de satisfaire les parties prenantes, tant sur le plan de la qualité, du respect de l'environnement que sur celui de la sécurité et de la santé au travail.

Pour ce faire, le présent travail de recherche se fixe comme objectifs :

1. Réaliser une revue bibliographique pour collecter, examiner et analyser les recherches pertinentes dans les domaines des systèmes de management normatifs (Qualité/Sécurité/Environnement), du Lean Six-Sigma et du Cost Deployment. L'objectif de cette revue est de faire le point sur la littérature concernant notamment l'amélioration des systèmes de management normatifs pour développer un modèle intégré spécifique ;
2. Représenter les processus de transformation et les activités à valeur ajoutée via une cartographie Value Stream Mapping (VSM) afin d'identifier les pertes et les opportunités d'amélioration des performances ;
3. Développer une plateforme (Framework) générale combinant les systèmes de management normatifs, le Cost Deployment et les outils du Lean Six-Sigma, afin d'augmenter la productivité,

d'optimiser la consommation des ressources, d'assurer la santé et la sécurité au travail, et de réduire les impacts environnementaux et sociaux ;

4. Démontrer que ce Framework peut être mis en œuvre par tout type d'organisation pour réduire les coûts et améliorer les performances ;

5. Mettre en application industrielle ce Framework et identifier les obstacles qui peuvent entraver sa mise en œuvre.

Le présent travail de recherche a été mené sur une période d'environ quatre années, de septembre 2016 à octobre 2020, selon une démarche précise (figure i) et dans le cadre d'une collaboration réunissant des chercheurs universitaires et des experts industriels opérant dans le domaine des Systèmes de Management Normatifs QSE. Le but escompté est de développer, construire de nouveaux outils et déployer les ressources afin d'aider les organisations et les entreprises à améliorer leurs performances en matière de qualité, santé /sécurité au travail et durabilité. Cet objectif serait possible en combinant trois éléments : les Systèmes de Management Normatifs QSE, le Cost Deployment et des outils du Lean Six-Sigma, dans une structure intégrée.

Compte tenu de sa nature industrielle, ce travail sera structuré autour de plusieurs étapes comprenant la conception, la validation et la capitalisation. La méthodologie générale sera construite sur des cycles d'apprentissage, lors de discussions et d'entretiens entre les experts et les chercheurs. Ces cycles d'apprentissage comprennent les phases clé :

- Identifier l'idée générale ;
- Définir les étapes de l'action ;
- Surveiller la mise en œuvre et les effets ;
- Valider et synthétiser l'apprentissage, tout en évaluant, de manière critique, les faiblesses et les forces du processus adopté.

En se basant sur cette méthodologie, la structure et la composition de ce travail de thèse s'articulera autour de deux parties (figure i) :

- *La première partie* comprendra deux chapitres qui aborderont la littérature et les fondements théoriques portant sur les systèmes de management normatifs QSE et sur le pilotage et la mesure de la performance. Le premier chapitre décrira les concepts et les notions des systèmes de management normalisés, de la qualité, de la sécurité et de l'environnement, selon les référentiels ISO 9001, ISO 14001 et OHSAS 18001. Il présentera ensuite les concepts et outils du Lean Six-Sigma ainsi que le fondement de

l'approche World Class Manufacturing (WCM) et la démarche de de la mise en œuvre du Cost Deployment.

Le deuxième chapitre abordera le management et le pilotage de la performance pour les systèmes de management normatifs par la présentation des concepts et des notions de la performance. Il exposera par la suite les limites du management normatif en termes de maîtrise des pertes et gaspillages et leurs impacts sur la performance financière.

- *La deuxième partie* présentera le développement de nouveaux outils-plateformes et les résultats empiriques résultant de leur application industrielle. Cette partie comportera deux chapitres : le chapitre 3 sera dédié aux démarches et plateformes (Framework) développées pour chaque système de management normatif ainsi qu'aux différentes étapes de leur mise en œuvre dans le but d'améliorer les performances opérationnelles de l'entreprise. Le chapitre 4 portera sur l'expérimentation et la validation des démarches et plateformes développées, à l'échelle industrielle et particulièrement pour des chaînes logistiques.

Ce travail est clôturé par une conclusion qui présentera une lecture rétrospective et critique des contributions théoriques, méthodologiques et pratiques de cette recherche. Elle suggérera aussi de nouvelles orientations qui pourraient constituer une suite à ce travail de thèse.

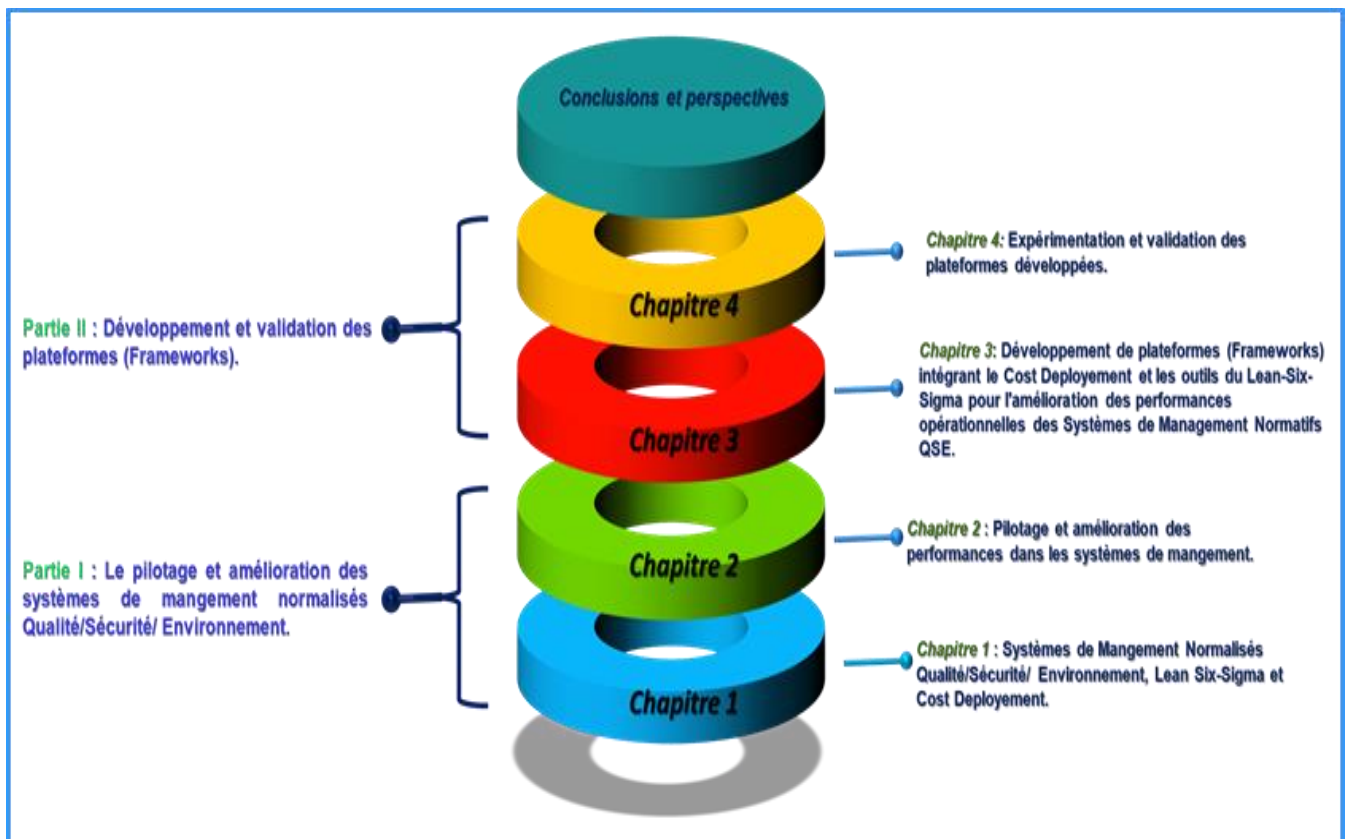
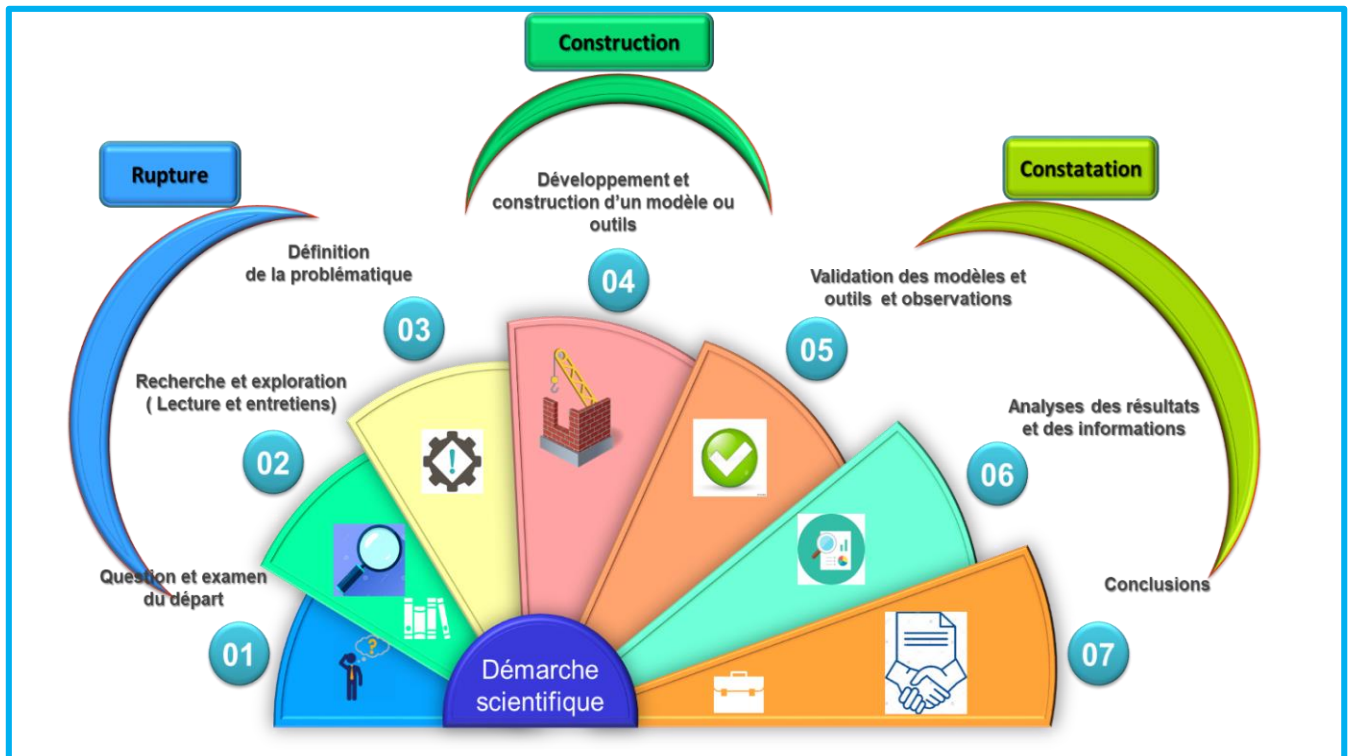


Figure i : Synoptique de la démarche de recherche et de la structure du mémoire.

Partie I :

Pilotage, performances et amélioration des systèmes de management normalisés Qualité/Sécurité/Environnement

Chapitre 1 : Systèmes de Management Normalisés Qualité/Sécurité/ Environnement, Lean Six-Sigma et Cost Deployment

1.1 Introduction

L'environnement économique des entreprises est en perpétuel changement. Il a beaucoup gagné en incertitude pour différentes causes et facteurs telles que la mondialisation, la réduction du cycle de vie des produits, l'augmentation de la variété des produits... Devant cette situation, les systèmes de production et de management des entreprises industrielles se devaient d'être compétitifs et de faire face à cet environnement en mutation, tout en maintenant leurs performances élevées [1]. Pour cela, de nombreuses entreprises ont adopté un ou plusieurs systèmes de management normatifs (SMN), i.e. selon des normes ou standards tels que : Qualité ISO 9001, Environnement ISO 14001, Santé et Sécurité au travail OHSAS 18001 [2-4]. L'objectif de ces certifications est d'assurer une meilleure gestion et une optimisation des ressources humaines et matérielles avec une meilleure protection de l'environnement [5].

La création de la valeur ajoutée et l'optimisation des ressources sont devenues une priorité pour les managers [6]. De nos jours, et dans tous les secteurs d'activités industrielles, les entreprises explorent et mettent en œuvre différentes approches dans la recherche de l'excellence opérationnelle et de la maîtrise de leurs performances [7]. Les entreprises industrielles engagées dans une démarche de management selon les normes et les standards

précités, sont dans l'obligation de maîtriser les processus de leur système en termes de coûts de transformation et d'optimisation des ressources.

Par conséquent il est nécessaire pour ces entreprises d'identifier les gaspillages au niveau des processus et de réduire les activités sans valeur ajoutée : "Do more with less" [8].

Cependant, la littérature relative aux SMN ne signale pas l'aspect coût de transformation et de réalisation du produit. Il y a une déconnexion entre la satisfaction des parties intéressées, la réduction des coûts des gaspillages par l'identification des pertes et le respect de l'environnement.

Dans le concept du Lean, le gaspillage et les pertes comprennent l'ensemble des activités et des actions sans création de valeur que le client n'est pas prêt à payer [9]. Trois types de gaspillages sont identifiés dans l'environnement du Lean, les 3Mu : Muda (activité sans valeur ajoutée), Muri (surcharges) et Mura (irrégularités) [10]. Ohno [11] a proposé sept types différents de Mudas (surproduction, attente, transport, stock, activité inutile, défauts, mouvement). Un huitième Muda, créativité inexploitée, a été ajouté par Liker [12]. La surproduction est considérée, par ailleurs, comme le gaspillage le plus problématique [11]. Elle génère, à elle seule, tous les autres types de déchets et en particulier les stocks.

Dans ce sillage, le document normatif AFNOR FD X50-819, apparue en 2011[13,14], a tenté d'apporter une réponse aux exigences de l'amélioration de la performance en termes de Lean. Il a présenté les lignes directrices pour permettre une synergie entre le Lean management et l'ISO 9001 :2008. Ce document est le premier guide international qui reprend les chapitres 4 à 8 de la norme ISO 9001, enrichis des apports du Lean identifiables. Cependant, des critiques ont été apportées à ce guide. Elles portent notamment sur l'approche de l'évaluation des pertes et leurs classifications. Ce guide ne permet pas d'identifier et de comptabiliser les pertes, de réaliser la priorisation des actions à mettre en œuvre et d'établir un programme de réduction des coûts réels par rapport aux coûts standard opérationnel, standards théorique et standard idéal.

A l'échelle industrielle, les pertes sont identifiées par rapport à des références. Le tableau 1.1 illustre un exemple des catégories des pertes.

Tableau 1.1 : Présentation des types des pertes selon les coûts standard, objectif et idéal.

Type de coût	Coût Standard	Coût Objectif	Coût Idéal
Type des pertes	Pertes "Standards"	Pertes "Théoriques"	Pertes "Idéales"
Identification des pertes	Perte créée par les écarts existants entre la pratique journalière et les standards de fabrication	Perte créée par les écarts existants entre la pratique journalière et la situation idéale théorique avec les procédés de fabrication existants	Perte identifiée d'un point de vue idéal sans contraintes ou perte identifiée par comparaison avec des solutions innovantes (Benchmarking)

Afin de pouvoir maîtriser les coûts de transformation opérationnelle, il est incontournable d'identifier les gaspillages et les pertes et de lancer un programme d'actions afin d'optimiser les ressources et de réduire les coûts.

Dans ce contexte, l'outil Cost Deployment, qui fait partie des piliers du World Class Manufacturing-WCM [15], présente un dispositif d'évaluation des gaspillages en terme quantitatif.

1.2 Les systèmes de management normatifs (SMN) Qualité/Sécurité/ Environnement.

1.2.1 Définition et principes des SMN

Les systèmes de management normatifs qualité, sécurité et environnement, doivent répondre aux exigences de leurs référentiels. Ces systèmes peuvent être associés entre eux, à deux ou plus, pour former un système de management intégré [16]. Généralement, ces SMN sont fondés sur des normes ISO ou d'autres standards. Les avantages des SMN sont nombreux. Différents travaux de recherche ont été consacrés à leurs mises en œuvre. Ces travaux présentent les meilleurs partis des avantages et des synergies qui en découlent [5,17-19]. Ces systèmes s'intéressent à la satisfaction de l'ensemble des parties intéressées : opérateurs, clients, fournisseurs, bailleurs de fonds, investisseurs, etc.

Compte tenu de la valeur et de l'importance des SMN, diverses études ont été menées pour comprendre et interpréter leurs fonctionnements et leurs contributions au développement des organisations [20-24]. Ces études, qui concernent aussi l'analyse de la croissance des certifications à l'échelle mondiale, ont montré que les SMN sont généralement capables d'engendrer des performances managériales, de contribuer partiellement à la réduction des coûts, d'améliorer la santé et la sécurité au travail et d'aider à préserver l'environnement. En effet, les SMN ont été conçus pour aider les entreprises à être mieux organisées afin de maîtriser

leurs processus, par la planification, le contrôle et l'amélioration des performances opérationnelles, tout en réduisant l'impact de leurs activités sur l'environnement [25,26].

Par ailleurs, la certification des systèmes de management des entreprises a connu une expansion à l'échelle mondiale durant les dernières décennies (Tableau 1.2). Actuellement (année 2019), le nombre de certificats délivrés, selon l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), est de plus de 2 millions [27].

Tableau 1.2 : Comparatif d'adoption des différentes normes de management à l'échelle mondiale [27].

Norme	Nombre de site certifié
ISO 9001	1 217 972
ISO 14001	487 950
ISO/IEC 27001	68 930
ISO 22000	39 651
ISO 45001	62 889
ISO 13485	31 508
ISO 50001	42 215
ISO 22301	6 231
ISO 20000-1	7 778
ISO 28000	2 403
ISO 37001	4 096
ISO 39001	1 852

Les SMN "Q-S-E" (ISO 9001[2], ISO 14001[3], OHSAS 18001[4]) sont articulés autour d'axes principaux tels que : l'approche processus, l'amélioration continue, la maîtrise des interactions avec les fournisseurs et enfin l'approche factuelles de la prise de décision en s'appuyant sur les informations tangibles [14]. Les objectifs fondamentaux de ces systèmes peuvent être résumés dans les actions suivantes :

- ✓ Rendre l'entreprise plus rentable avec l'élargissement des marges et la réalisation des économies des coûts ;
- ✓ Renforcer la politique de l'entreprise en termes de management ;
- ✓ Améliorer la productivité ;
- ✓ Réduire les stocks et les délais de livraison ;
- ✓ Développer les compétences pour la prise des décisions, le travail en équipe et la résolution des problèmes ;
- ✓ Satisfaire le personnel par l'amélioration de l'ergonomie, l'hygiène, la sécurité et l'environnement ;
- ✓ Améliorer la satisfaction des clients et des parties intéressées.

La figure 1.1 illustre la traduction de l'approche PDCA (roue de Deming) [28] adaptée au SMN-QSE.

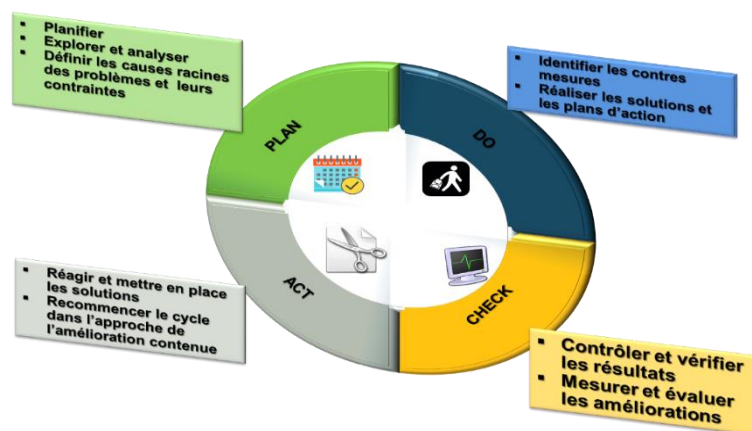


Figure 1.1 : Le cycle PDCA pour l'amélioration continue des SMN-QSE [28].

Concernant le concept d'amélioration continue, le tableau 1.3 illustre la traduction des concepts de la roue de Deming en termes de contenu des textes des normes de management ISO-QSE.

Tableau 1.3 : Présentation des différents chapitres des références ISO/OHSAS par rapport à l'approche PDCA.

Normes	ISO 9001	ISO 14001	OHSAS 18 001
Titre	SM de la Qualité	SM Environnemental	SM Santé & Sécurité au Travail
Introduction	1. Domaine d'application	1. Domaine d'application	1. Domaine d'application
	2. Références normatives	2. Références normatives	2. Références normatives
	3. Termes et définitions	3. Termes et définitions	3. Termes et définitions
Plan	4. Contexte de l'organisme	4. Contexte de l'organisme	4.1 Exigences générales
	5. Leadership	5. Leadership	4.2 Politique
	6. Planification	6. Planification	4.3 Planification
DO	7. Support	7. Support	4.4 Mise en œuvre et fonctionnement
	8. Réalisation des activités opérationnelles	8. Réalisation des activités opérationnelles	
Check	9. Évaluation de la performance	9. Évaluation de la performance	4.5 Contrôle
Act	10. Amélioration	10. Amélioration	4.6 Revue de la Direction

1.2.2 Cartographie interactive de l'approche processus

La compréhension des SMN-QSE peut se faire à travers une cartographie des processus. Cette cartographie permet une présentation interactive, autonome et rapide, des exigences de la

norme, des activités et de la politique de l'organisme. La cartographie interactive des processus met en relief une description exhaustive et illustrée des approches des standards [29-31].

L'élaboration des cartographies des processus selon les exigences des standards, permet d'identifier et de classer les processus en quatre familles, à savoir (figure 1.2) :

- Managérial ou gouvernance : permet de piloter l'organisme, de définir et de déployer la stratégie et de vérifier la cohérence des décisions prises par rapport aux objectifs poursuivis ;
- Opérationnel : assure la conception et la réalisation du produit ou du service. Il crée la valeur ajoutée et contribue directement à la satisfaction du client et des parties intéressées ;
- Surveillance et amélioration : contrôle et suivi de la réalisation des plans d'action d'amélioration, et maîtrise de l'amélioration continue ;
- Support : veille à la disponibilité des moyens et des ressources nécessaires pour le bon fonctionnement des processus. Il garantit le soutien à toutes les activités de l'organisme.

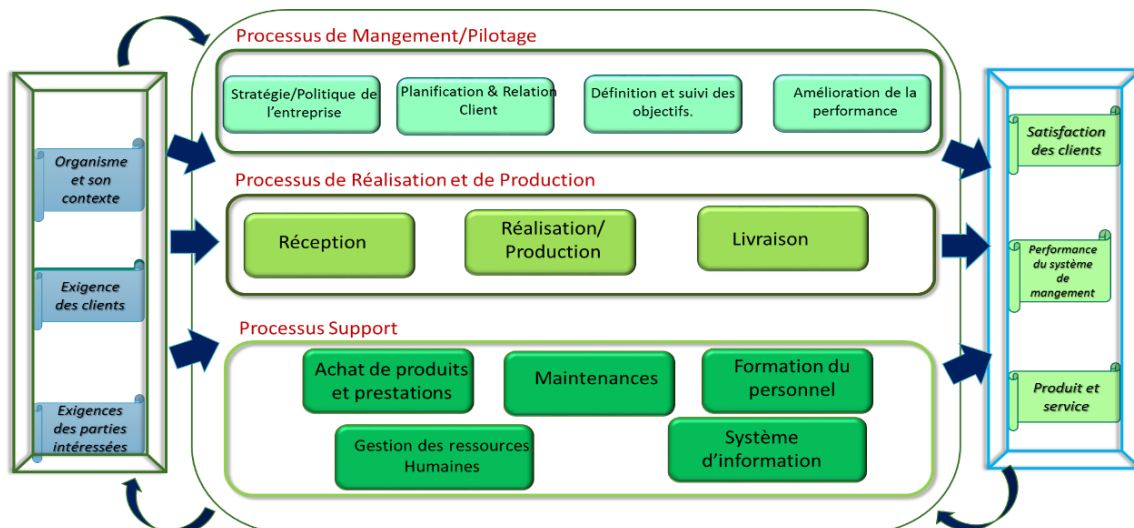


Figure 1.2 : Présentation modèle des processus des SMN QSE.

1.2.3 Présentation des systèmes de management normatifs

1.2.3.1 La norme ISO 9001 : Présentation et étendues d'application

a- Concepts et historique de l'ISO 9001

Créé en 1987, le référentiel ISO 9001 a subi des révisions successives en 1994, 2000, 2008 et 2015 [31]. Ce processus de révision (Figure 1.3) a trait au dynamisme des acteurs économiques. L'objectif étant de garantir l'adéquation du référentiel avec les évolutions du mode de fonctionnement des organisations. La dernière version de l'ISO 9001 (2015) repose sur les principes de management de la qualité : orientation client, leadership, implication des

personnes, approche processus, approche système de management, amélioration continue, approche factuelle de la prise de décision et relation mutuellement bénéfique avec les fournisseurs, et analyse des risques [32-35].

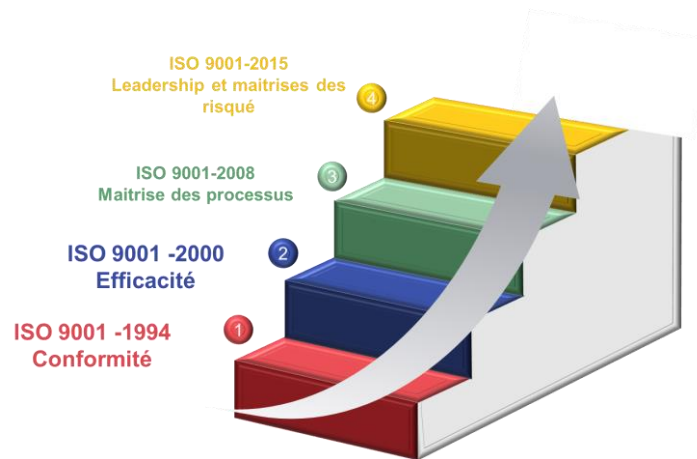


Figure 1.3 : Evolution de la norme ISO 9001.

Actuellement, avec plus de 1,2 million d'organismes certifiés annuellement (figure 1.4), la norme ISO 9001 est devenue la norme la plus couramment utilisée et la plus connue dans le monde [27]. Le système de management par la qualité ISO 9001, permet d'établir les exigences à suivre par les équipes de l'entreprise pour démontrer que l'organisme est en mesure de fournir à ses clients des produits et services conformes. Au Maroc, en 2019, l'ISO a recensé 1 067 sites certifiés contre 1 248 sites en 2018 (73^{ème} place mondiale), après l'Algérie et la Tunisie, avec respectivement 1 048 et 1 082 sites certifiés [27]. La norme ISO 9001 décrit en détail les exigences du système de management qui doit être mis en œuvre, d'une manière cohérente, afin que l'entreprise puisse réaliser les produits conformément aux exigences des clients, assurer leur satisfaction et améliorer continuellement l'efficacité de leurs processus. En outre, la norme ISO 9001, représente actuellement les meilleures pratiques du système de management de la qualité [34]. De ce fait, les entreprises industrielles qui appliquent la norme ISO 9001 ont obtenu des résultats managériaux très significatifs [35]. Cependant, il n'en demeure pas moins que les mises en œuvre de la stratégie de l'entreprise et de l'ISO 9001 présentent une contrainte fondamentale pour les entreprises industrielles, en l'occurrence leur efficacité [36].

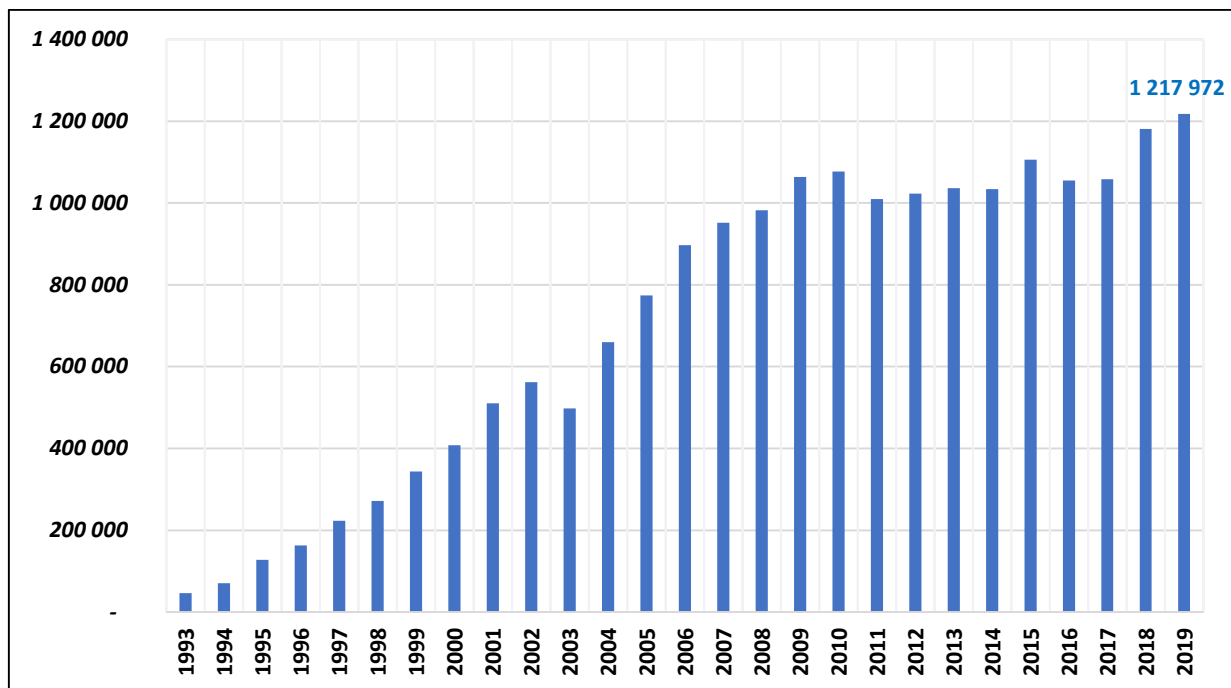


Figure 1.4 : Evolution de nombre de sites certifiés ISO 9001 dans le monde [27].

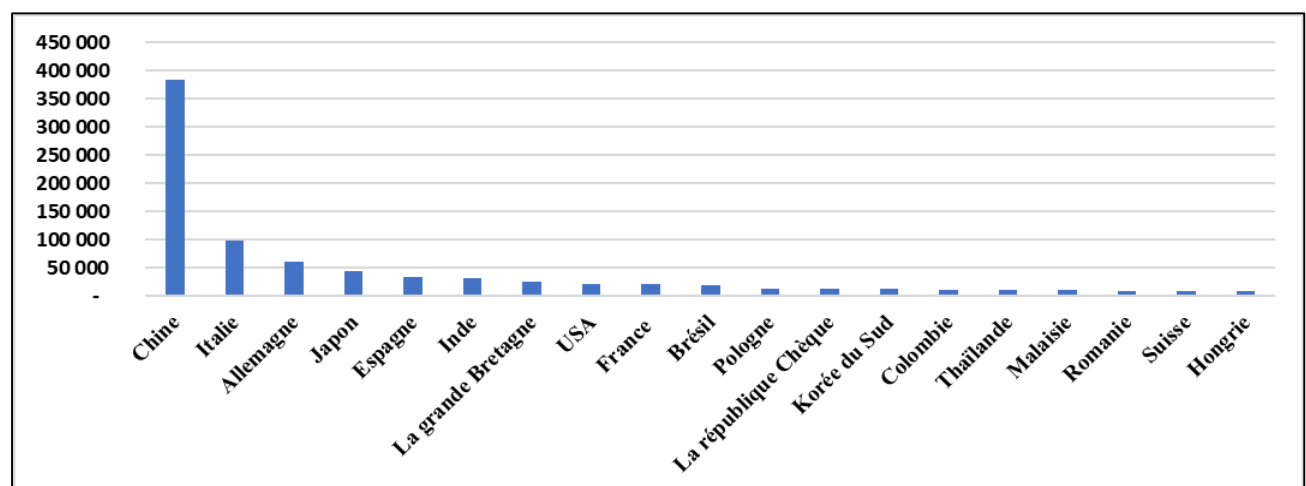


Figure 1.5 : Répartition du nombre de certificats ISO 9001 par pays.

Par ailleurs, le graphique de la figure 1.5 illustre le nombre de certificats délivrés par pays. Ce graphe montre bien que les six pays : Chine, Italie, Allemagne, Japon, Espagne et Inde, représentent à eux seuls plus de 60% des sites certifiés en 2019 sur 191 pays recensés par l'ISO [5].

Au niveau du Maroc, une croissance de la certification a été bien enregistrée à partir 2013. Le graphique de la figure 1.6 illustre l'évolution du nombre de certificats délivrés au Maroc [27].

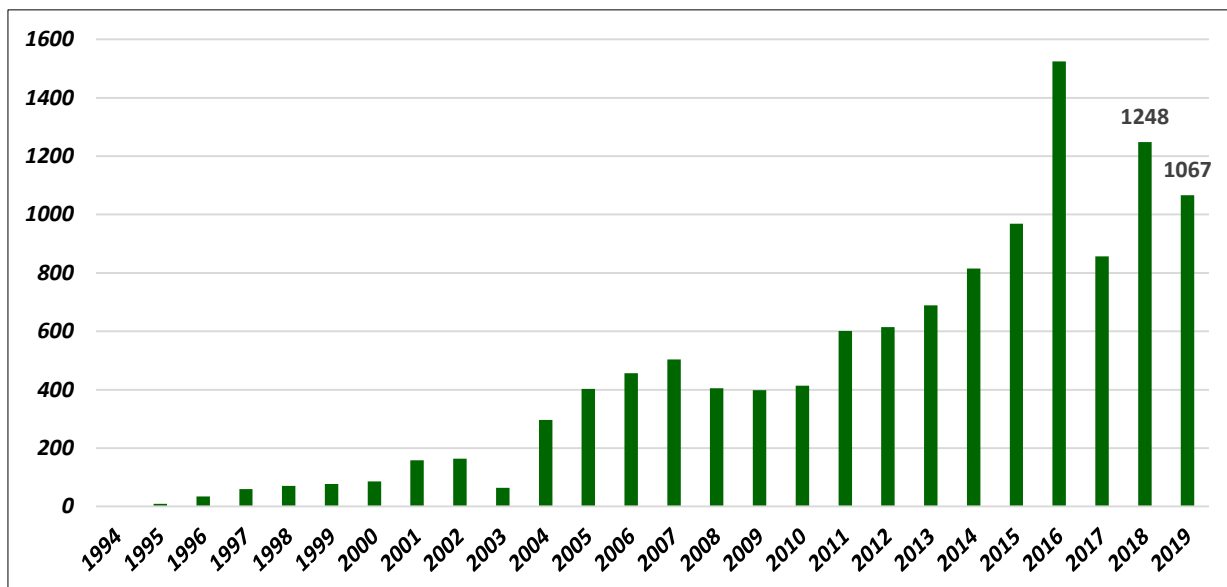


Figure 1.6 : Répartition du nombre de sites certifiés selon ISO 9001 au Maroc [27].

A l'échelle mondiale, dans les domaines des activités certifiées selon ISO 9001, seules dix activités opérationnelles concernent plus de la moitié des certificats délivrés (Tableau 1.4).

Tableau 1.4 : Répartition du nombre de certificats par type d'activité (année 2019) [27].

Activité	Nombre de site certifié
Produits métalliques de base et produits métalliques fabriqués	107 564
Commerce de gros et de détail, réparation de véhicules automobiles, de motocyclettes , d'articles personnels, et ménagers	80 320
Matériel électrique et optique	77 329
Construction	71 051
Machines et équipements	64 774
Autres services	47 465
Services d'ingénierie	44 048
Produits en caoutchouc et en plastique	43 593
Technologie Informatique	35 932
Transport ,stockage et communication	27700

b- Exigence de la norme ISO 9001

La norme ISO 9001, version 2015, se base sur les axes de la Qualité [2] cités au paragraphe 1.2.3.1 (a) plus haut. La figure 1.7 met en relief les liaisons des exigences de la norme ISO 9001, entre l'organisme et les parties intéressées.

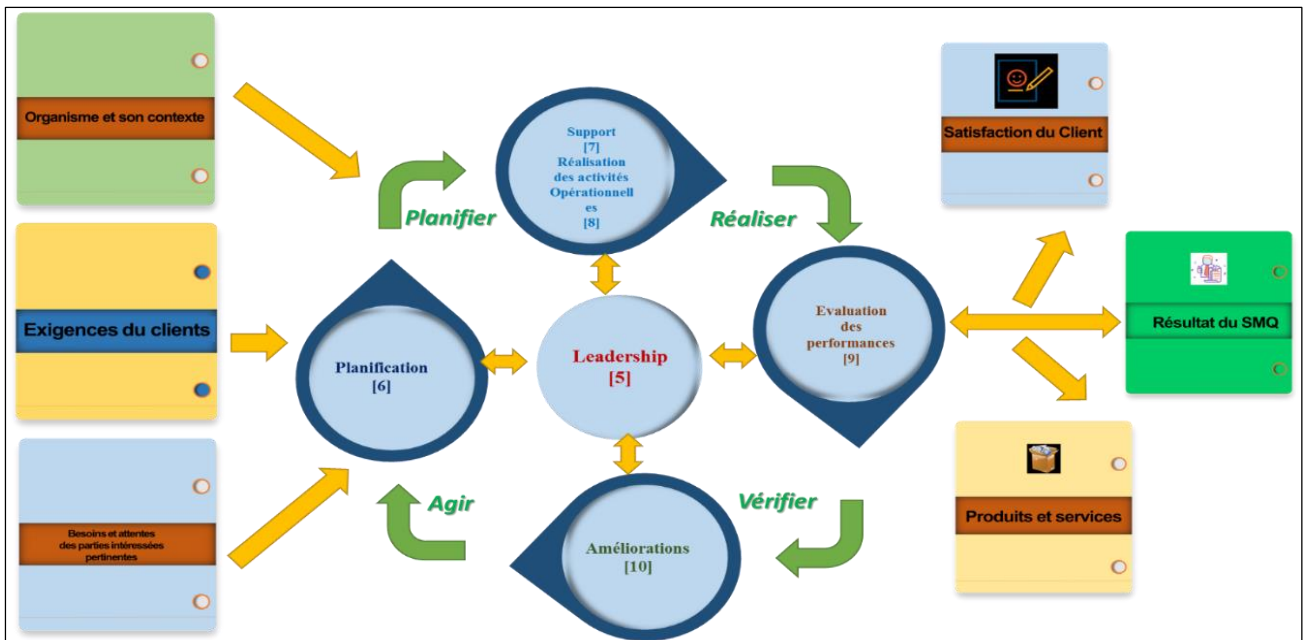


Figure 1.7 : Schématisation de la démarche de la norme ISO 9001 [2].

Par ailleurs, le cycle PDCA, qui est à la base de la norme ISO 9001, peut être décrit succinctement par les actions suivantes [2] :

- Planifier : établir les objectifs du système, ses processus, ainsi que les ressources nécessaires pour fournir des résultats correspondant aux exigences des clients et aux politiques de l'organisme, identifier et traiter les risques et opportunités ;
- Réaliser : mettre en œuvre ce qui a été planifié ;
- Vérifier : surveiller et mesurer les processus par rapport aux exigences de la politique et du référentiel ;
- Agir : entreprendre les actions pour améliorer les performances.

De même, la norme ISO 9001 permet de contribuer à la baisse du nombre de réclamations des parties intéressés. En effet, cette norme exige le traitement des réclamations des parties prenantes implicites et explicites, le contrôle qualité des produits et leur traçabilité.

1.2.3.2 La norme ISO 14001 : Présentation et étendues d'application

a- Concept et historique de l'ISO 14001

La norme ISO 14001 décrit les exigences du système de management environnemental à mettre en œuvre, d'une manière cohérente, afin que l'entreprise puisse réaliser les produits conformément aux attentes des clients, tout en respectant les exigences environnementales,

assurer la satisfaction des parties intéressées et améliorer continuellement l'efficacité de ses processus opérationnels.

En raison des impacts environnementaux négatifs générés par les activités opérationnelles des entreprises, celles-ci ont accru leurs investissements dans les systèmes environnementaux et adopté largement des normes environnementales volontaristes telles que l'ISO 14001 [38-40]. Compte tenu de l'importance de cette norme, diverses études ont été menées pour interpréter et comprendre son fonctionnement et sa contribution à la protection de l'environnement, ainsi que pour analyser la croissance des certifications dans le monde [21,41]. Ces études ont montré que la norme ISO 14001 est généralement capable de gérer la réduction des émissions de différents polluants. En effet, cette norme a été conçue pour aider les entreprises à se restructurer et à maîtriser le management de leurs processus afin de les planifier, les contrôler et les améliorer, notamment en réduisant l'impact de leurs activités sur l'environnement [25-26].

La norme ISO 14001 est basée sur l'approche processus et vise "les 5R" à réduire, à traiter (réutiliser, recycler ou composter) ou à éliminer les impacts des processus de réalisation d'une entreprise sur l'environnement par l'amélioration continue de ses opérations [42]. La demande en matière d'instauration de la norme ISO 14001 est motivée non seulement par les problèmes et les exigences environnementales, mais aussi par les exigences économiques et les pressions du marché [43,44]. Par conséquent, il est tout à fait normal que les entreprises respectent et s'alignent sur les exigences des réglementations nationales et internationales en matière d'accès aux marchés [43]. En effet, à travers la certification ISO 14001, diverses études ont constaté une amélioration de la gestion environnementale concomitamment à une contribution partielle à des performances financières et boursières des entreprises étudiées. Ces mêmes facteurs expliqueraient une diffusion du SME (ISO 14001) dans un large éventail d'activités économiques, durant les deux dernières décennies [45].

L'obtention de la certification environnementale ISO 14001 exige un réel engagement des entreprises en termes de temps et de ressources [46]. La croissance de la motivation des entreprises à obtenir la certification ISO 14001 ne serait pas possible sans motivation financière [47,48].

Concernant l'expansion de la certification du système de management environnemental ISO 14001 : 2015, plus de 310 000 certificats ont été délivrés à l'échelle mondiale en 2019, et l'ISO 14001 est ainsi devenue la 2^{ème} norme la plus utilisée dans le monde [5]. Entre autres

explications à cette expansion, se trouve la garantie du système de management environnemental ISO 14001 de fournir les arguments pour démontrer aux parties intéressées que l'organisme est en mesure de respecter les exigences en matière de respect de l'environnement. Au Maroc, le nombre de certificats délivrés en 2019 était de 230 certificats, le classant ainsi 4^{ème} en Afrique après l'Egypte, l'Afrique du sud et la Tunisie, et 69^{ème} à l'échelle mondiale [27].

La figure 1. 8 illustre l'évolution du nombre de certificats ISO 14001 délivrés dans le monde.

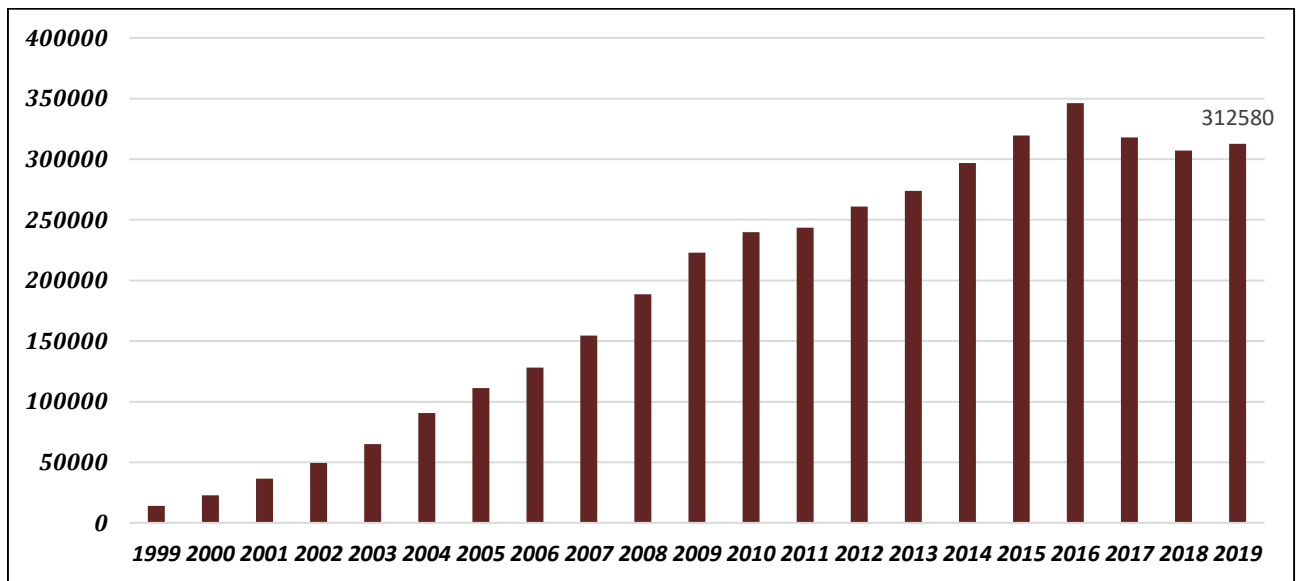


Figure 1.8 : Evolution de nombre de certificats ISO 14001 délivrés dans le monde [27].

Le graphique de la figure 1.9 illustre, quant à lui, le nombre de certificats délivrés par pays en 2019. Ce graphe montre bien que les sept pays, que sont la Chine, le Japon, l'Italie, l'Espagne, le Royaume Uni, l'Inde et l'Allemagne, accaparent environ 70% des certificats délivrés aux 177 pays recensés par l'ISO [27]. Au Maroc, le nombre de certificats délivrés a connu une nette amélioration à partir de 2013 (figure 1.10).

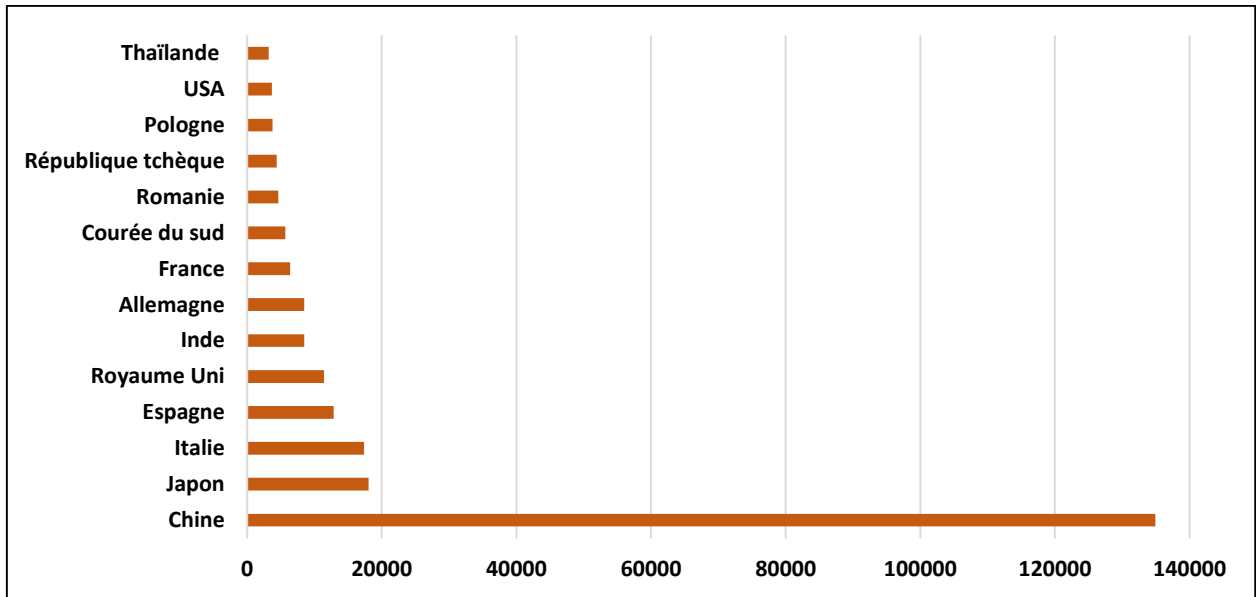


Figure 1.9 : Répartition des certificats ISO 14001 délivrés par pays en 2019 [27].

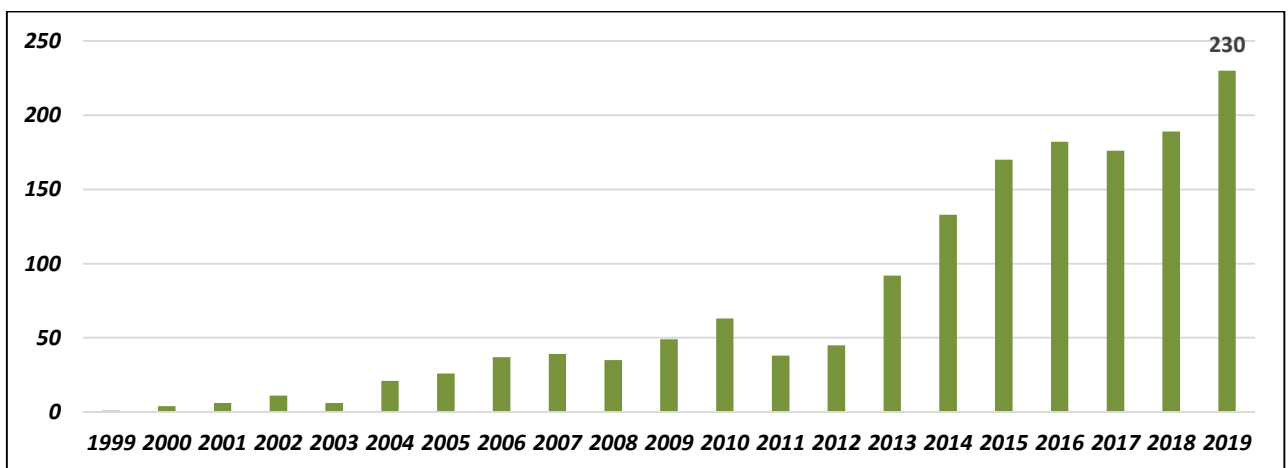


Figure 1.10 : Evolution du nombre de certificats ISO 14001 délivrés au Maroc [27].

En terme d'activité, et à l'échelle mondiale, seuls 16 secteurs sont concernés par plus de la moitié des certificats délivrés. La figure 1.11 illustre les différentes activités certifiées selon la norme ISO 14001.

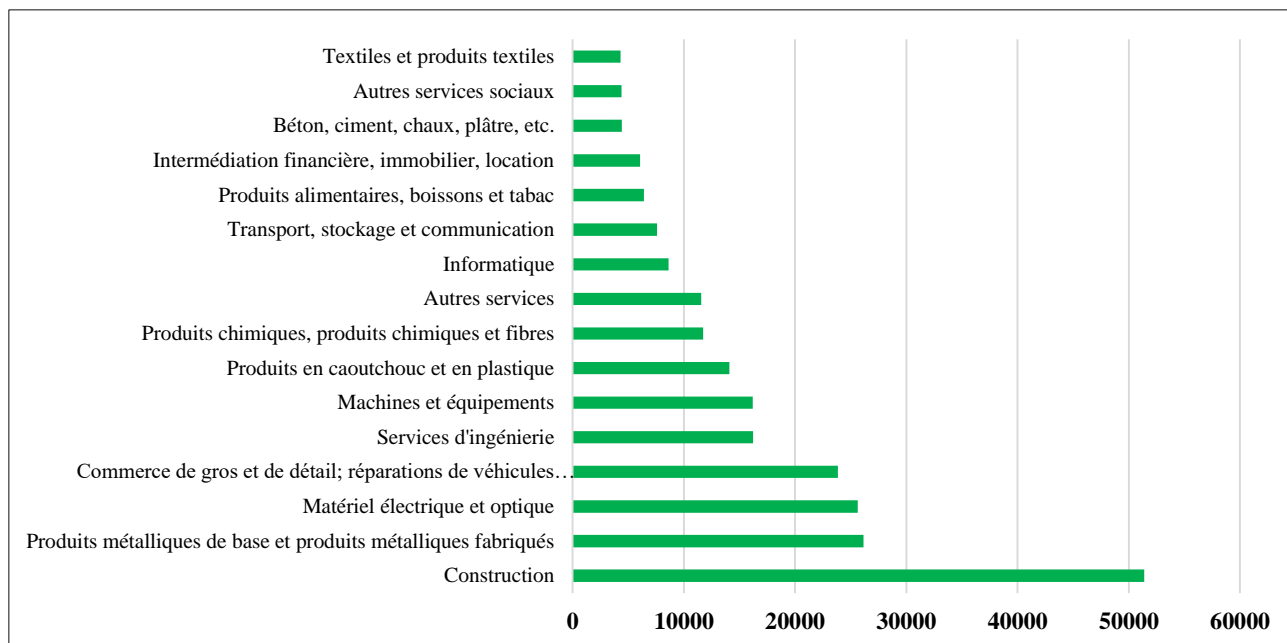


Figure 1.11 : Répartition mondiale des certificats délivrés par type d'activité [27].

En termes d'évolution du système de management environnemental, l'édition 2004 de la norme ISO 14 001 se distingue de la première version (1996) par une meilleure compatibilité avec l'ISO 9001, une plus grande clarté au niveau des textes, et aussi par le renforcement de l'évaluation de la conformité légale et réglementaire. La dernière version de la norme ISO 14001, révision 2015, avec ses dix chapitres, repose sur les mêmes principes de management de la qualité : orientation client leadership, implication des personnes, approche processus, approche système de management, amélioration continue, approche factuelle de la prise de décision et relation mutuellement bénéfique avec les fournisseurs, analyse des risques [3].

b- Exigences de la norme ISO 14001

L'ISO 14001, version 2015, définit les exigences relatives à un système de management environnemental qui doivent être mises en œuvre par un organisme pour améliorer sa performance environnementale. Ces exigences sont explicitées au niveau des dix chapitres de ladite norme. La figure 1.12 représente le système de management environnemental intégrant la démarche d'amélioration continue.

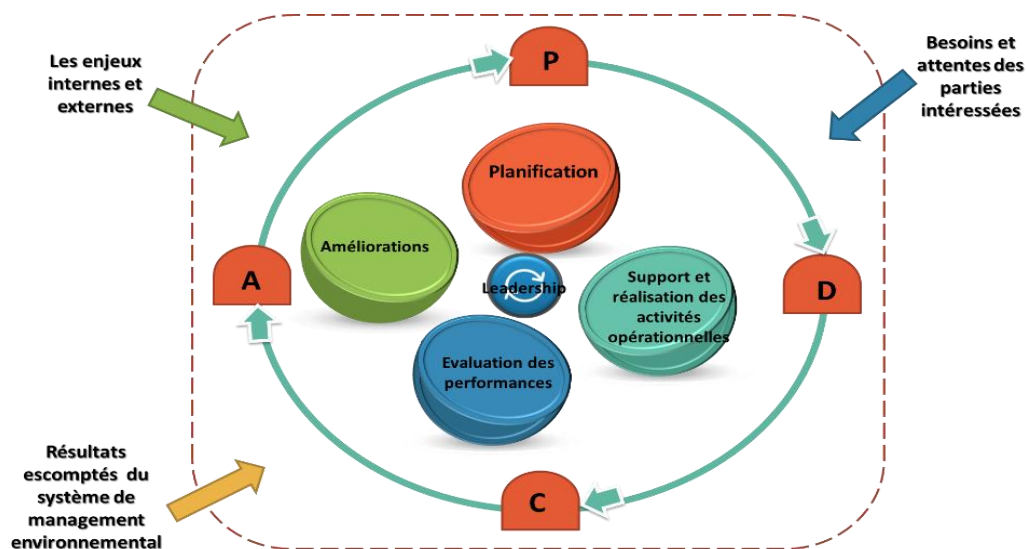


Figure 1.12 : Relation entre le modèle PDCA et le cadre décrit dans la norme ISO 14001 [3].

Par ailleurs, concernant l'effet de la mise en œuvre d'une manière conventionnelle de ISO 14001 sur la performance de l'entreprise, des études ont montré que les résultats de sa mise en œuvre sont plutôt nuancés [49]. Plusieurs recherches et études ont rapporté que l'adoption de la norme ISO 14001 améliorerait les performances d'une entreprise en termes de Tobin's Q, Return On Assets (ROA), Return On Sales (ROS) et Return On Equity (ROE) [50,51]. D'autres études ont constaté un impact plutôt négatif ou neutre de l'effet de l'adoption de l'ISO 14001 sur la performance des entreprises concernées [52]. Toutefois, le marché reste très sensible aux entreprises qui adoptent la norme ISO 14001 et qui sont labellisées, ou réputées de fait, respectueuses de l'environnement. Ces entreprises peuvent avoir une croissance supplémentaire sur les ventes de leurs produits, engendrant une amélioration des parts de marché et une rentabilité accrue [53].

Par ailleurs, les entreprises qui adoptent l'ISO 14001 peuvent améliorer et développer des processus de production plus actifs et plus efficaces qui aident à maîtriser les coûts d'exploitation et favorisent l'élimination des déchets [54]. Néanmoins, l'adoption de la norme ISO 14001 peut ne pas être suffisante pour favoriser les ventes ou améliorer l'appréciation du marché boursier. Dans ces conditions, les avantages de la certification ISO 14001 ne compenseraient pas l'augmentation des coûts initiaux d'adoption et des coûts de maintenance ultérieurs, notamment à court terme [55].

Par conséquent, on ne sait toujours pas si la mise en œuvre de la norme ISO14001 améliore la performance économique des entreprises ou si ce n'est qu'un placebo pour les dirigeants d'entreprises qui souhaitent devenir membres du « club vert ».

1.2.3.3 Le référentiel OHSAS 18001 : Présentation et étendues d'application

a- OHSAS 18001 concept et historique

Le référentiel OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Assessment Series) a été publié pour la première fois par le BSI (British Standards Institute), organisme de normalisation britannique, en 1999. La version actuelle de l'OHSAS 18001 est celle de 2007.

L'OHSAS 18001 précise les exigences pour la mise en place d'un système de management de la Santé et Sécurité au Travail (S&ST), permettant à un organisme de maîtriser les risques et d'améliorer sa performance en matière de S&ST. Ce référentiel s'applique à tous les types et tailles d'organismes et s'adapte à des situations géographiques, culturelles et sociales diverses.

Un nombre croissant d'organisations ont mis en place leur propre système de gestion de la santé et de la sécurité au travail. Ces systèmes sont conçus pour formaliser et systématiser les politiques et pratiques de la S&ST [55]. Ce faisant, le référentiel OHSAS 18001 est le principal standard international de référence en la matière à ce jour [56,57].

La principale caractéristique attrayante de l'OHSAS 18001, qui a d'ailleurs facilité son adoption généralisée, est peut-être sa compatibilité avec les normes des systèmes de management de la qualité (ISO 9001) et de l'environnement (ISO 14001), les deux normes les plus largement diffusées dans la monde [58]. La dernière version (2007) du référentiel OHSAS 18001 a été actualisée suite aux travaux menés par un groupe d'organismes de certification de 15 pays [59]. Les promoteurs et les partisans de l'OHSAS 18001 affirment que ce référentiel favorise un environnement de travail sûr et sain, en fournissant un cadre qui aide les organisations à réduire le risque d'accidents [59]. Néanmoins, la littérature scientifique relative à ce point reste très limitée [60] et peu concluante [61]. En effet, Lo et al. [62] ont souligné qu'il existe des opinions contradictoires et peu de preuves empiriques qui examinent le lien entre la certification selon OHSAS 18001 et les performances des organismes concernés. Toutefois, de nombreux axes liés aux retombées de l'adoption de la norme OHSAS 18001 dans la S&ST, ont été étudiés. Parmi ces axes, son impact sur les performances en matière de sécurité [62], de pratiques en gestion de la sécurité [63], de productivité au travail [64] et son impact sur la performance financière [65].

Actuellement, il est clair que l'idée « Good Health is/means Good Business » / « Une bonne santé est synonyme/ signifie de bonnes affaires », reflète plus un impact financier factuel de la Santé et de la Sécurité au Travail (S&ST) [66]. Dans cet ordre d'idées, différentes études ont démontré la relation très étroite entre les exigences de l'OHSAS 18001, les performances de

sécurité, les signes des performances financières, les bonnes pratiques de gestion de la sécurité, la productivité au travail et le comportement des employés [67, 68].

Dans une approche nuancée, Fan et Lo (2012) [65] ainsi que Heras-Saizarbitorias et al. [69] ont rapporté que la mise en œuvre de la norme OHSAS 18001 avait un effet positif sur la performance économique mais non significatif en revanche sur la performance financière de nombreuses entreprises certifiées aux États-Unis.

a- Exigences du référentiel OHSAS 18001

Le référentiel OHSAS 18001 énonce les exigences pour la mise en place d'un système de management de la Santé et Sécurité au Travail. Ces exigences aident l'organisme à maîtriser les risques et à améliorer sa performance en matière de S&ST.

En termes d'amélioration de la performance, la figure 1.13 ci-dessous illustre l'intégration de l'amélioration continue PDCA dans le référentiel OHSAS 18001.

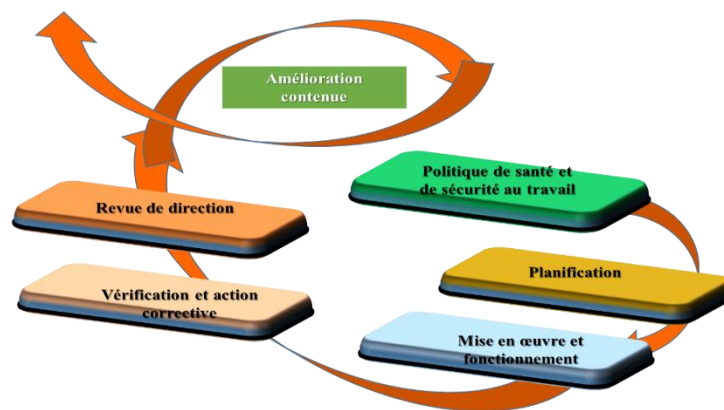


Figure 1.13 : Intégration de la démarche PDCA dans le référentiel OHSAS 18001 [4].

Cependant, la norme ISO 45001, récemment élaborée pour la santé et la sécurité au travail, pourrait être un concurrent pour le standard OHSAS 18001 [59]. Compte tenu du fait que le référentiel OHSAS 18001 sera obsolète à partir du 12 mars 2021 (une période de transition de 3 ans, du 12 mars 2018 au 12 Mars 2021, a été accordée aux organismes certifiés OHSAS 18001), seule la norme ISO 45001 (version 2018) sera adoptée pour les systèmes de management relatifs à la santé et la sécurité au travail.

L'ISO 45001 adopte la même structure que l'ISO 9001 : 2015 et l'ISO 14001 : 2015, simplifiant l'intégration du système de management de la S&ST dans le système de management ISO global, dit intégré. La figure 1.14 illustre la plateforme et le contexte de l'ISO 45001.

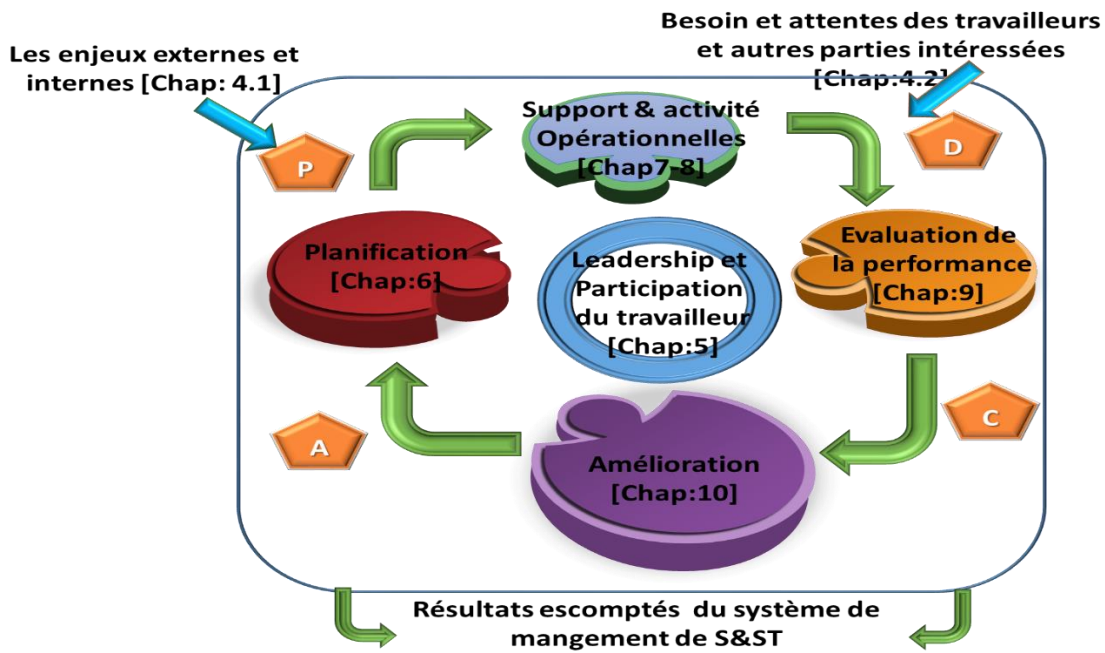


Figure 1.14 : Plateforme de la norme ISO 45001 v 2018 [70].

1.3 Concepts de base du Lean Six-Sigma

1.3.1 Concept du Lean

Après la publication de l'ouvrage de Womack et Jones (1990) [10] « The Machine That Changed the World/ La machine qui a changé le monde », le concept du Lean a pris toute sa place dans le domaine de la recherche scientifique et de la recherche-développement. L'objectif principal du système Lean est de réaliser des produits ou des services de meilleure qualité, au moindre coût, en un minimum de temps et en éliminant les déchets [12]. Dans le concept du Lean, le déchet est défini comme « tout autre chose que la quantité minimale d'équipement, de matériaux, de pièces, d'espace et de temps qui est absolument essentielle pour ajouter de la valeur au produit » [9]. De même, la pensée Lean repose sur deux concepts principaux : le juste-à-temps et le jidoka [71] :

- Le juste-à-temps (JIT) est une démarche organisationnelle et de gestion de la production appliquée au processus qui consiste à réduire au minimum le temps de passage des produits à travers les différentes étapes de leur élaboration, les en-cours de fabrication et les stocks.
- Le jidoka (l'autonomation) : fournit aux opérateurs et aux machines la capacité de détecter l'apparition d'un dysfonctionnement, et de cesser immédiatement les opérations.

Au fil du temps, des dérivées du Lean ont été développées :

- Le Lean management : s'applique aux systèmes d'organisation du travail. Il vise à éliminer les gaspillages qui réduisent l'efficacité et la performance d'une entreprise ;
- Le Lean services : application des méthodes du Lean manufacturing avec adaptation dans l'industrie des services ;
- Le Lean IT (Information Technologie) : s'applique dans le domaine des systèmes d'information (développement, management de projets informatiques, infrastructures, etc.) ;
- Le Lean SD (Software Development) : application du Lean au développement de logiciels.

Dans le concept du Lean, le gaspillage et les pertes comprennent l'ensemble des activités et des actions sans création de valeur pour le client, que ce dernier n'est pas prêt à payer [10]. Trois types de gaspillages sont identifiés par le Lean au niveau de la chaîne de la valeur : les 3 MU (MUda-MUri-MUra).

- Les "MUda" sont la catégorie la plus connue des 3MU. Les "MUda" représentent l'ensemble des gaspillages qu'une entreprise peut "produire". Par définition, les MUda sont toute activité qui n'apporte pas de valeur ajoutée ou « Toute activité pour laquelle le client ne paie pas. » - Taiichi OHNO [11].

Les "MUda" ont été identifiés par Toyota et sont au nombre de sept [11] : la surproduction, les stocks, le transport, l'attente, le mouvement, les activités non nécessaires et les défauts.

Dans certaines entreprises, d'autres "MUda" sont apparus [12] : le MUda de talents, le MUda de la surconception et celui de la communication.

- Les "Muri" [10,11] sont associés à la difficulté et aux contraintes du travail, trop importantes par rapport aux moyens disponibles (humain, machines), comme une charge trop lourde pour les personnes ou des objectifs de travail déraisonnables. Les principales conséquences des MUri sont les risques d'incidents /accidents, le stress et les défauts de production. De la même manière que les "MUda", les "Muri" sont à supprimer. Ils sont par ailleurs souvent plus faciles à identifier.
- Les "Mura" représentent l'ensemble des irrégularités et la variabilité dans le travail [11].

Ces 3MU présentent l'ensemble des gaspillages aux niveaux des processus des systèmes de management. La surproduction, en particulier, est considérée comme la problématique principale au niveau d'un système de production [12].

Les applications du Lean sont basées sur l'implication maximale des personnes au moyen d'outils et de techniques tels que : 5S, Single-Minute-Exchange-of-Die (SMED), Total Productive Maintenance (TPM), Kanban. De nombreux auteurs ont étudié les applications pratiques de ces outils et la manière dont ils peuvent affecter la durabilité environnementale [72, 73].

1.3.2 Définition et concept Six-Sigma

Six-Sigma (SS) est une initiative d'amélioration des affaires qui a été développée chez Motorola par l'ingénieur Bill Smith au milieu des années 80 [74]. Sigma « σ » est le symbole utilisé par les statisticiens pour mesurer la variabilité dans n'importe quel processus. Le processus Six-Sigma admet 3,4 défauts par million (3,4 ppm) [75] et aide à chercher et à éliminer les causes d'erreurs ou de défauts dans les processus, en se concentrant sur les résultats qui sont d'une importance critique pour les clients [74].

Six-Sigma a été utilisé et mis en œuvre avec succès dans de nombreux contextes et processus par de nombreux organismes et entreprises selon Snee, [74]. Cependant, selon Linderman et al. [75], le Six-Sigma manque d'un fondement théorique et d'une base pour des recherches qui vont au-delà des études sur les "meilleures pratiques". Selon Zu et al [76], les objectifs de Six-Sigma sont l'amélioration des performances des processus et la réalisation de niveaux de qualité élevés, tout en éliminant les causes profondes des défauts et en minimisant la variabilité des processus.

L'une des clés du succès de l'initiative SS est l'approche pas à pas par la feuille de route, en se basant sur la démarche du cycle "DMAIC" (Define / Measure / Analyze / Improve / Control) [77]. Le cycle DMAIC est l'algorithme de résolution de problèmes par le Six-Sigma. Il comprend cinq phases (figure 1.15) : définir, mesurer, analyser, améliorer et contrôler [78,79]. Il est généralement utilisé pour guider la mise en œuvre de la SS pour atteindre les objectifs de l'entreprise.

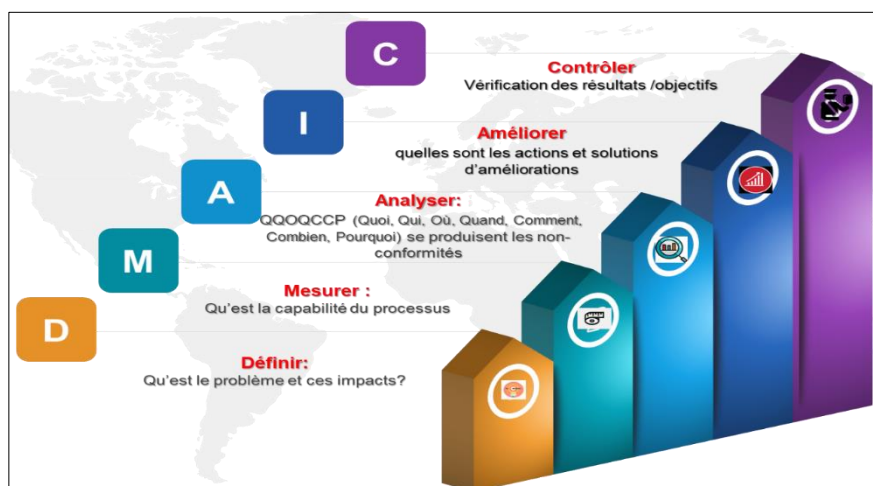


Figure 1.15 : Démarche du DMAIC [79].

Par ailleurs, les études menées par Kuei et Madu [80] indiquent que le domaine de l'approche traditionnelle Six-Sigma devrait être élargi et étendu pour inclure la sécurité environnementale, l'intégrité et la responsabilité sociale, qui sont mutuellement dépendantes et sont essentielles à la réalisation de Six-Sigma. Dans ce scénario, Lucato et al. [81] ont proposé une procédure pour intégrer les considérations environnementales dans la technique Six-Sigma afin d'augmenter le niveau d'éco-efficacité des entreprises.

1.3.3 Définition et concept du Lean & Six-Sigma (LSS)

L'objectif du Lean est d'améliorer le flux des processus et de réduire les déchets et la variabilité des processus. La méthodologie Six-Sigma se concentre principalement sur l'amélioration de la variabilité des processus en identifiant les problèmes y afférents et en collectant et analysant les données pour identifier et éliminer les causes profondes de ces problèmes [82-83].

Le LSS est considéré comme une méthodologie d'amélioration des activités [82] intégrant deux philosophies de gestions distinctes, Lean et Six-sigma. D'après Pepper et Spedding [84], ces deux outils qui se complètent, améliorent les processus d'entreprise et donnent de meilleurs résultats. En effet, la combinaison et l'application conjointe du Lean et Six-Sigma permettent une complémentarité et une synergie entre les deux concepts. De ce fait, le Lean Six-Sigma est une méthodologie qui permet d'augmenter les performances des processus, d'améliorer la satisfaction des clients et les résultats de l'entreprise [82].

La méthodologie LSS est apparue au début des années 2000 comme une méthode hybride pour maximiser la valeur actionnariale et atteindre des taux d'amélioration plus rapides relatifs à la satisfaction des clients, au coût, à la qualité et à la maîtrise des processus [85]. Les avantages du LSS ont été validés par plusieurs études et dans différents secteurs [82-84].

Le concept du LSS peut se résumer en quatre volets [85-86] : (i) Satisfactions des parties intéressées (meilleurs délais, coût et haute qualité) ; (ii) Réponse aux exigences (explicites et implicites) des parties intéressées par l'amélioration des processus organisationnels pour réduire la variabilité et les gaspillages ; (iii) Travail en équipe pour une synergie et une intelligence collective ; (iv) Prises des décisions en se référant aux données et aux faits.

Cette intégration a été réalisée en combinant les méthodes et principes du Lean et de Six-Sigma, et en utilisant le cycle DMAIC comme cadre d'amélioration continue conjointe. Des efforts sont mutualisés, dans le cadre de LSS pour réduire la production des défauts et la variabilité des processus ainsi que pour la simplification et la normalisation des processus et la réduction des déchets [86]. La figure 1.16 présente la boîte à outils du Lean Six-Sigma regroupés par rapport à leur utilisation dans les étapes du processus DMAIC.



DEFINE

- SIPOC
- Voix du Consommateur VOC
- Diagramme CTQ
- Diagramme des affinités
- Diagramme de relations ID
- Diagramme de matrice
- Déploiement de la Fonction Qualité QFD

MESURE

- Schéma du processus de production
- Diagramme Spaghetti
- Value Stream Mapping VSM
- Feuille de contrôle
- Déploiement de la Fonction Qualité QFD
- Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité AMDEC
- Analyse de Système de Mesure MSA
- Répétabilité et Reproductibilité R&R
- Histogramme
- Diagramme de Pareto
- Graphique du temps
- Brainstorming
- Diagramme de relations ID
- Diagramme d'Ishikawa
- 5 why
- Cartes de contrôle
- Capabilité du processus
- Pièces Défectueuses Par Million PPM
- Défauts Par Million d'Opportunités DPMO
- Niveau de sigma

ANALYSE

- Value Stream Mapping VSM
- Benchmarking
- Test d'hypothèse
- Diagramme de Pareto
- Analyse de la corrélation
- Graphique du temps
- Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité AMDEC
- Régression linéaire simple
- Analyse de la variance ANOVA
- Diagramme d'Ishikawa

IMPROVE

- 5S
- Flux continu
- Maintenance Productive Totale TPM
- Single Minute Exchange of Die SMED
- Kanban
- Heijunka
- Juste-à-temps JAT
- Tournée du laitier
- Poka-Yoke
- Contrôle visuel
- Brainstorming
- Analyse du champ de force
- Graphique en toile d'araignée
- Benchmarking
- Diagramme de Gantt
- Diagramme de relations ID
- Plan d'expériences DOE
- Test d'hypothèse
- Diagramme d'arbre
- Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité AMDEC

CONTROL

- Poka-Yoke
- Contrôle visuel
- Standardisation du travail
- Cross training
- Visual Management
- Kaizen
- Système de suggestions du personnel
- Feuille de contrôle
- Cartes de contrôle
- Analyse de Système de Mesure MSA
- Répétabilité et Reproductibilité R&R
- Capabilité du processus
- Graphique du temps
- Histogramme
- Analyse de la corrélation
- Diagramme de Pareto
- Flowchart
- Pièces Défectueuses Par Million PPM
- Défauts Par Million d'Opportunités DPMO
- Niveau de sigma

Figure 1.16 : La boîte à outils du Lean Six-Sigma [88].

1.4 Concept du World Class Manufacturing (WCM) dans le secteur industriel

1.4.1 Le fondement du WCM

Il n'y a pas de définition précise et arrêtée du WCM, comme d'ailleurs pour beaucoup d'autres nouveaux concepts liés au management et à la chaîne de valeur. Le terme "World Class Manufacturing" a été créé par Hayes & Wheelwright [89] et Schonberger [90] pour décrire les capacités technologiques développées par des sociétés japonaises et allemandes, ainsi que par des sociétés américaines qui fonctionnaient dans les mêmes conditions. Le terme "WCM" a été utilisé parce que ces sociétés ont réalisé une performance exceptionnelle exprimée dans le concept dit "World Class". Cependant, le terme n'est devenu populaire qu'après que Schonberger ait fait sa diffusion [90].

Le WCM est l'une des philosophies capitales centrées principalement sur la production, avec un niveau d'excellence, tout au long des processus logistiques et productifs. Il s'inspire des méthodologies appliquées par de grandes entreprises mondiales, majoritairement basées sur les concepts de Qualité Totale (TQC), Total Maintenance productive (TPM), Total Industrial Engineering (TIE) et Just in Time (JIT) [91].

Il est à noter que les facteurs déterminants du succès du WCM ont reçu une large attention au cours des dernières années. Le WCM est également devenu l'un des moteurs du succès de l'entreprise. De nombreux chercheurs [92-93] ont mené des études approfondies pour comprendre les facteurs qui renforcent et consolident l'application du WCM. Ce concept assure une amélioration continue et cumulative des performances du système de production, en optimisant tous les processus de production et de logistique, en se basant sur les système d'audits et sur les indicateurs de performance [94]. Cela permet au produit d'être livré dans les délais, avec la qualité requise, tout en éliminant les activités génératrices de pertes et sans valeurs ajoutées (main d'œuvre, machines, matériaux et énergie).

Le WCM s'appuie sur 10 piliers [92] (Figure 1.17) :

- 1) Santé, Sécurité et Hygiène au Travail : éliminer les mauvaises conditions de travail afin d'éviter les incidents et les accidents ;
- 2) Déploiement des coûts : identifier les coûts dus aux pertes et gaspillages ;
- 3) Chasse aux pertes : développer le savoir-faire pour réduire les coûts en utilisant des méthodes appropriées ;
- 4) Maintenance autonome : impliquer le personnel opérant pour assurer une maintenance des équipements de premier niveau ;

5) Maintenance professionnelle ou maintenance préventive : engager des actions afin de prévoir les pannes et les réduire ;

6) Contrôle qualité : assurer la conformité des produits aux spécifications et aux exigences préétablies, en incluant une décision d'acceptation, de rejet ou de retouche. Les outils utilisés par ce pilier englobent le contrôle statistique des processus, projet Six-Sigma ...

7) Logistique : utiliser la logistique basée sur le juste à temps, Kanban, avec l'engagement de satisfaire pleinement les clients ;

8) Management des équipements : assurer les déploiements et les redéploiements des équipements dans les lignes de fabrication pour réaliser un produit ;

9) Développement du personnel : créer une culture d'entreprise basée sur la compétence, la motivation, la formation, le travail en équipe... ;

10) Environnement et responsabilité sociétale : développer les activités de l'organisation dans un environnement de travail durable pour tous, soucieux de la prévention de la pollution de l'environnement et de la satisfaction des parties prenantes.



Figure 1.17 : les dix piliers du WCM [92].

1.4.2 L'outil Cost Deployment

Le Cost Deployment (CD), ou déploiement des coûts, est une approche non conventionnelle dans le management des systèmes et le contrôle budgétaire des établissements. Il consiste à introduire un lien étroit entre les spécifications des domaines à améliorer, les résultats des améliorations de performance et les KPI appropriés [95]. Par conséquent, cet outil constitue un moyen fiable de programmation budgétaire.

Le CD permet de définir des programmes d'amélioration qui ont un impact sur la réduction des pertes ou sur la production sans valeur ajoutée d'une manière générale. Il assure également la liaison entre les unités de production et la fonction d'administration et de contrôle de gestion [96]. Cette approche est accomplie par :

- 1) l'étude des réactions entre les facteurs de coût, les processus qui génèrent des pertes et des gaspillages ;
- 2) la définition de la relation entre la demande de réduction des pertes, déchets et gaspillages, et la réduction des coûts associés ;
- 3) la mise en place des outils pour réduire les déchets et les pertes ;
- 4) l'établissement des priorités des projets pour réduire les déchets et les pertes conformément aux priorités découlant d'une analyse des coûts / gains ;
- 5) le suivi continu de l'avancement et des résultats des projets d'amélioration.

Le fondement de la méthodologie CD est l'identification systématique des gaspillages et des pertes, leur évaluation et leur transformation en valeurs, et ce grâce à la liaison des déchets et des pertes avec leurs causes d'origine et non résultantes. Il permet une définition complète des termes de pertes et gaspillages [95-96].

La figure 1.18 illustre le détail de la démarche du CD.

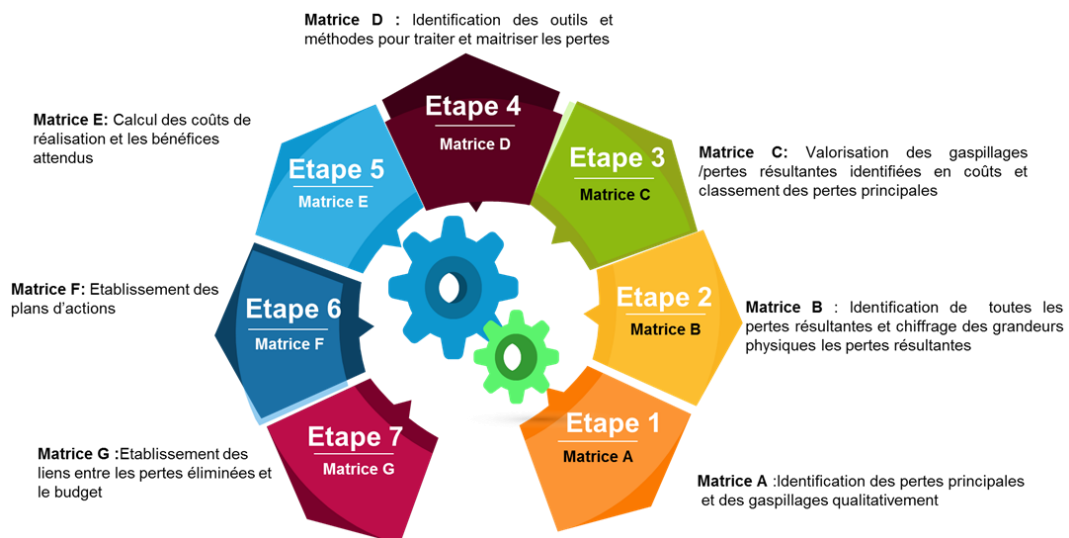


Figure 1.18 : Démarche du Cost Deployment [95].

Le CD a la capacité de transformer en coût, les pertes et les gaspillages préalablement identifiées, en unités de mesure telles que Kw/h, tonne ...

La démarche du CD se présente selon le déroulé :

- 1- Matrice A (étape 1) : à partir de l'établissement des coûts totaux des processus d'études, de l'analyse de leurs structures et de leurs compositions, l'identification quantitative des pertes est établie ;
- 2- Matrice B (étape 2) : la matrice B permet de définir les relations entre les pertes principales et les pertes résultantes ;
- 3- Matrice C (étape 3) : cette matrice a pour objectif de présenter les pertes en termes de coût ;
- 4- Matrice D (étape 4) : cette étape identifie les méthodes, techniques et les outils appropriés pour traiter les pertes et les gaspillages ;
- 5- Matrice E (étape 5) : cette étape présente une estimation des coûts nécessaires pour agir sur les pertes objets de l'étude et d'estimer les gains possibles ;
- 6- Matrice F (étape 6) : la matrice F permet de construire un plan d'actions d'amélioration pour une période bien définie avec les ressources nécessaires ;
- 7- Matrice G (étape 7) : présente les liaisons entre les pertes et gaspillages éliminés et les structures budgétaires de l'entité concernée.

1.5 Conclusion

Les études et recherches synthétisées dans ce chapitre ont montré, dans leur majorité, l'importance des systèmes normatifs ISO (Qualité /Sécurité et environnement) pour l'amélioration des performances des entreprises. De même, plusieurs études relatives à la mise en œuvre des approches LSS et WCM ont mis en évidence l'efficacité de ces approches pour rendre une entreprise plus rentable, tout en réalisant l'optimisation des ressources, la réduction des délais et des stocks et en assurant la satisfaction des parties intéressées.

Partant de la capacité des systèmes de management normatifs ISO et des approches LSS et WCM à améliorer les performances des entreprises, le chapitre suivant sera consacré au concept de la performance et à son pilotage.

Chapitre 2 : Pilotage et amélioration des performances dans les systèmes de management normatifs Qualité/Sécurité/Environnement.

2.1 Introduction

La performance est considérée comme une exigence majeure dans la bonne gestion des organismes et des entreprises. En effet, cette exigence signifie que l'organisme doit remplir sa mission et ses objectifs tout en gérant au mieux ses ressources humaines et matérielles disponibles. Néanmoins, le concept et la définition de la performance restent non maîtrisés bien que plusieurs chercheurs s'investissent dans le domaine des performances dans les entreprises. L'aspect le plus répliqué est de loin la performance économique et financière.

L'objet de ce chapitre est de mettre en relief, en premier lieu, les notions et concepts de performance et de discuter des dispositifs de mesure de la performance classique, et tout particulièrement celle budgétaire. En second lieu, les méthodes et les outils du management de la performance financière des processus opérationnels seront présentés. Il sera ensuite fait état de la problématique de recherche.

2.2 Définition de la performance

2.2.1 *Le concept de la performance*

Différents éléments et interprétations ont été avancés pour définir le concept de la performance et ce depuis la fin du 17^{ème} siècle [98]. Il en ressort, de manière générale, que la performance est une exigence pour la pérennité de l'organisme (entreprise, entité, administration...). Elle est inévitablement liée aux valeurs des personnes et des groupes d'intérêts qui la mesurent. De ce fait, elle peut être interprétée comme un processus et comme une série d'actions qui mènent au succès.

Dans les recherches récentes, on trouve souvent des concepts qui sont associés étroitement à la performance : l'efficacité, le rendement, l'efficience, la productivité et les résultats. Plus récemment encore, d'autres notions sont venues s'ajouter à cette liste délimitant le contour de définition de la performance, tels que l'environnement, l'enjeu sociétal et l'excellence opérationnelle.

Le concept de performance est omniprésent dans plusieurs disciplines et secteurs d'activités : management de la production, gestion des ressources humaines, finance, système d'information, et dans bien d'autres systèmes et approches de management tels que Lean, Lean-Six-Sigma, WCM...

La diversité des domaines d'implication et des expressions de la performance génère une certaine confusion et, par conséquent, sa définition reste relativement vague. De ce fait, les études et les recherches engagées dans diverses disciplines tentent d'enrichir la définition de la performance par de nouveaux éléments, pour la rendre plus précise et, quelque peu, moins confuse.

2.2.2 Définition de la performance

Dans la littérature, la définition de la performance dépend étroitement de la nature du processus et de l'activité étudiée. Pour le processus client, la performance est appréciée par la qualité, le prix et le délai. Pour le processus commercial (clients/ fournisseurs), elle est plutôt relative à la confiance, le respect, la sincérité... Pour le processus de management des ressources humaines, elle s'évalue par la maîtrise des problèmes sociaux, la productivité, l'absentéisme, la formation... Pour les processus opérationnels, la performance s'attache à produire le maximum en fonction des ressources humaines et matérielles disponibles. Le tableau 2.1 illustre différentes perceptions de la performance.

Tableau 2.1 : Différentes définitions et concepts de la performance (Tchankam - [98]).

Définition et perception de la performance	Auteur (s)
L'organisation performante est celle qui parvient à faire mieux avec le même effort.	Fayol H.
La performance organisationnelle est le degré auquel une organisation, en tant que système social et compte tenu de certaines ressources et certains moyens, atteint ses objectifs sans mettre hors d'état ses moyens et ses ressources et sans demander un effort de la part de ses membres.	Seashore S.E. et Yutchman E.
La performance est la capacité d'une organisation à exploiter son environnement dans l'acquisition de ressources rares et essentielles à son fonctionnement.	Georgopoulos B.S. et Tannenbaum A.S
La performance est l'action efficiente et productive.	Mahoney T.A. et Weitzel W.
La performance est créativité et la productivité.	Lewin K.
La performance organisationnelle s'évalue par l'atteinte des objectifs organisationnels et par l'utilisation optimale des ressources humaines.	McGregor D.
La performance d'une organisation peut s'apprécier par sa réussite économique et par la qualité de son organisation.	Likert R.
La performance réside dans l'intégration des objectifs individuels et organisationnels.	Argyris C.
Réduire les pertes et toute activité que le client n'est pas prêt à payer.	Womack et Jones
La performance est de réduire les 3 Mu.	Ohno

2.2.3 Classification générale des typologies de la performance

Comme il a été présenté au paragraphe précédent, la performance est une notion et un concept plurivoque qui varie en fonction de son concepteur ou de son utilisateur.

Dans la littérature [99], la typologie la plus usuelle de la performance et sa catégorisation peuvent être énumérées ainsi :

- La performance commerciale correspond à la création de la valeur au niveau de la chaîne par l'accroissement du marché et la maîtrise des chaînes logistiques ;
- La performance technique répond à l'optimisation des ressources humaines et matérielles pour réaliser les produits exigés par le client ;
- La performance économique et financière correspond à l'image classique et ordinaire de la performance. L'objectif est d'améliorer la rentabilité économique et financière ;
- La performance sociétale et organisationnelle s'exprime par la satisfaction du personnel opérant (œuvres sociales, santé, sécurité, environnement) ;
- La performance organisationnelle représente la capacité d'une entreprise à s'organiser et à se structurer de manière optimale dans l'optique d'améliorer sa performance opérationnelle sur une période donnée. Elle permet une analyse de la performance de l'organisation dans ses diverses composantes en établissant un lien entre les résultats obtenus et les aspirations des différents acteurs.

Ces différenciations montrent bien le passage de l'entreprise de la rentabilité financière et économique - longtemps et souvent adoptée - à une rentabilité plus large et globale, afin de répondre aux exigences des parties prenantes (actionnaires, collectivités locales, fournisseurs, assurances, investisseurs...). En d'autres termes, la performance est un résultat chiffré obtenu dans le cadre d'une compétition suite à une maximisation des résultats et à une réduction des charges. De ce fait, au niveau d'une entreprise, la performance correspond aux degrés d'accomplissement des objectifs poursuivis.

Une entreprise performante doit être à la fois efficace et efficiente. Elle est efficace lorsqu'elle atteint les objectifs qu'elle s'est fixés. Elle est efficiente lorsqu'elle minimise les moyens mis en œuvre pour atteindre les objectifs qu'elle s'est fixés.

2.3 Notion de performance industrielle

Pour ce qui concerne le concept de la performance industrielle, différentes notions sont impliquées : compétitivité, efficacité, efficience, productivité, rentabilité, etc. Différents auteurs ont étudié cette question. A. Bourguignon [100], en particulier, définit la performance industrielle comme étant "la réalisation des objectifs organisationnels, quelles que soient la nature et la variété de ces objectifs. Cette réalisation peut se comprendre au sens strict (résultat, aboutissement) ou bien au sens large du processus qui mène au résultat (action)..." Il caractérise la notion de la performance industrielle par les points suivants :

- La performance est enchaînée par un référent : l'objectif (ou but) ;
- Elle est multidimensionnelle si les buts sont multiples ;
- Elle est l'effet, le résultat de l'action ;
- Elle est subjective car elle est le produit de l'opération qui consiste à rapprocher la réalité d'un souhait.

Selon la norme ISO 9000, 2015 (§ 3.7.8) [2], la performance est définie comme un résultat mesurable. Les performances peuvent être liées à des résultats quantitatifs ou qualitatifs. Les performances peuvent concerner le management (§3.3.3) d'activités (§3.3.11), de processus (§3.4.1), de produits (§3.7.6) (y compris de services (§3.7.7)), de systèmes (§3.5.1) ou d'organismes (§ 3.2.1).

D'un autre point de vue, la performance ne se situe pas simplement au niveau du résultat de l'action, ni de l'action en elle-même, ni même au niveau de l'objectif, mais réside plutôt dans un compromis entre la pertinence, l'efficience et l'efficacité du système considéré [101].

De ce fait, la performance est associée aux concepts d'efficacité, d'efficience, de cohérence et de pertinence. La figure 2.1 schématise le positionnement de chacun de ces concepts dans la notion de performance.



Figure 2.1 : Schématisation des composants de la performance. [101].

L'efficience :

L'efficience désigne généralement le rapport entre les résultats obtenus et les ressources utilisées pour atteindre les objectifs fixés. De ce fait, l'efficience d'une entreprise consiste en sa capacité à livrer un produit avec le minimum de ressources financières. L'efficience se définit comme l'obtention du résultat fixé sous la contrainte de coûts [102] : c'est l'adéquation des moyens et des résultats : « Est-ce que les résultats sont suffisants, compte tenu des moyens mis en œuvre ? » Du point de vue sémantique, l'efficience d'une chose en appelle à son rendement [103]. Elle représente « La capacité de bien faire ». Boisvert [104] mesure l'efficience par « La quantité des ressources utilisées pour produire une unité donnée de production »

L'efficience permet ainsi à une société de prévoir si telle ou telle décision dégagera des gains (ou engendrera des pertes). En gestion, le seuil de rentabilité est l'outil d'évaluation privilégié pour mesurer l'efficience d'une organisation et étudier sa performance.

Selon la norme ISO 9000 v 2015, (§3.7.10), l'efficience est définie comme un rapport entre le résultat obtenu et les ressources utilisées.

L'efficacité

L'efficacité peut être définie comme l'affinité entre des résultats obtenus et des objectifs planifiés.

Selon P. Camus [105], une action est efficace si les objectifs sont atteints. F. Giraud [106], définit l'efficacité comme étant l'atteinte des objectifs par l'entreprise. La norme ISO 9000 v 2015, quant à elle, définit l'efficacité (§3.7.11) comme un niveau de réalisation des activités planifiées et d'obtention des résultats escomptés.

En somme, l'efficacité désigne le rapport entre les résultats obtenus et les ressources utilisées pour atteindre des résultats programmés. En d'autres termes, elle représente la capacité à livrer un produit avec le minimum de ressources financières.

La pertinence

La définition de l'idée et du concept de pertinence reste très subjective et difficile à mesurer. Cependant, on pourra admettre que la pertinence est l'utilisation des moyens et des actions mis en œuvre en vue d'aboutir à un objectif donné. En d'autres termes, cela représente l'atteinte d'un objectif bien défini, efficacement et d'une manière efficiente. L. Hail [107] a défini la pertinence par le rapport entre les objectifs initiaux et les ressources requises pour les atteindre.

L'objectif

Pour satisfaire aux critères de performance, l'entreprise définit une stratégie et un ensemble d'objectifs dont la déclaration est généralement le résultat de la revue de la direction qui part des finalités de l'entreprise.

R. Marco et al. [108] définissent les objectifs comme étant, d'un point de vue sémantique, des « buts précis à atteindre dans un temps donné ». Ils précisent par ailleurs que les objectifs sont assortis de critères d'évaluation et de niveaux à atteindre (par exemple, accroître la part de marché d'un produit de 20%, renouveler la moitié de la gamme des produits dans les 5 ans). Les objectifs se réfèrent à des plans ou normes et sont, à leur tour, déclinés en sous-objectifs. Les objectifs d'un niveau sont les moyens pour atteindre les objectifs d'un niveau supérieur. La déclinaison d'objectifs « globaux » en objectifs « élémentaires » se fait ainsi à l'aide d'un raisonnement cause-effet.

Une définition classique des objectifs se rattache à une déclinaison selon les trois niveaux décisionnels [109] :

- Les objectifs stratégiques concernent l'évolution de l'entreprise, ses orientations, son positionnement dans son environnement ;
- Les objectifs tactiques concernent la préparation des activités industrielles, en déployant la performance par processus ;
- Les objectifs opérationnels sont liés à l'activation des ressources et des processus opérants.

Dans la pratique, les objectifs traduisent, au niveau du système industriel, la stratégie et les objectifs globaux de l'entreprise. A ce titre, la distinction entre les objectifs se manifeste selon qu'ils soient :

- des objectifs de satisfaction des clients, rattachés à la qualité du produit, au délai de sa mise à disposition ainsi qu'à l'ensemble des services associés à l'offre en général ;
- des objectifs productivistes du système de production, rattachés à l'utilisation des ressources, au flux de produit, à la consommation énergétique...
- des objectifs liés aux contraintes contextuelles, en l'occurrence actuellement la globalisation, le réchauffement climatique, la crise financière...

J.H Jacot et J.P. Micaelli [110] mettent l'accent sur le fait que, selon le niveau sur lequel ils portent, la performance et les objectifs prennent des sens différents et concernent des critères

différents. Dans cette logique, ces auteurs proposent un « déploiement » ou une « déglobalisation » sur quatre niveaux de décision (Tableau 2.2).

Tableau 2.2 : Les différents niveaux de performance (Berrah et al) [110].

Niveau de décision	Niveau de performance	Objectifs et critères usuels	Nouveaux objectifs et critères
Métropolitique finalité de l'entreprise	Sociétal	Performance interne de l'entreprise	Performance externe de l'entreprise
Stratégique objectifs pour le système de production	Financier	Rentabilité des capitaux	Pérennité de l'entreprise
Tactique fonctionnalités pour le système de production	Marchand/ Commercial	Compétitivité prix	Compétitivité hors prix approche par processus
Opérationnel solutions techniques et organisationnelles	Physique	Productivité partielle du travail	Productivité globale

En résumé, la performance renvoie à la capacité de mener une action pour obtenir des résultats conformément à des objectifs fixés préalablement, en minimisant (ou en rentabilisant) le coût des ressources et des processus mis en œuvre.

2.4 Management et pilotage des processus

Suite aux développements technologiques et au management participatif, les systèmes de management par les processus ont fait passer les entreprises d'un management hiérarchique à un management transversal. Cette mutation de paradigme est une résultante principale de la répartition, de la délégation des activités et de la responsabilisation des acteurs des processus. Dans ce cas de figure, la mise en œuvre d'un mécanisme de pilotage des processus devient une exigence pour permettre de piloter l'organisation de manière transversale et efficace. Aussi, serait-il opportun de proposer la définition, les démarches et la typologie des processus au sein des entreprises industrielles.

2.4.1 Définition des processus

Selon la norme ISO 9001 v 2015 (§3.4.1), un processus est un ensemble d'activités corrélées ou en interaction, qui utilise des éléments d'entrée pour produire un résultat escompté.

Les éléments d'entrées peuvent être matériels ou immatériels ou les deux à la fois. Au niveau d'une entité, la production de biens et services, sa raison d'être, ce sont des éléments de sortie du processus. Cette entité peut être une entreprise, une administration publique ou privée, une agence ou un organisme opérationnel. Son produit destiné à la vente peut être aussi bien

matériel (équipement, pièce, engin...) qu'immatériel (formation, conseil, service, prestation ...).

A l'intérieur de l'organisme, les éléments de sortie d'un processus sont généralement les éléments d'entrée d'autres processus en aval. Le processus est composé d'une série d'activités qui utilise et exploite des ressources matérielles ou immatérielles.

Sur le plan opérationnel, Shideh.S et al. [112] précisent que l'identification des processus se réalise généralement moyennant trois approches :

a- *Approche ascendante "bottom-up"* :

Cette approche consiste à cataloguer d'abord toutes les tâches et activités liées à la réalisation du produit, par des outils et des méthodes tels que le diagramme d'affinités, ou le diagramme de relation. Les activités identifiées seront rassemblées selon un déploiement cohérent du flux produit, depuis la réception des demandes des clients jusqu'à la satisfaction des exigences.

b- *Approche descendante "top-down"* :

Cette approche comprend une reconnaissance à partir d'un digramme et d'une image globale de l'organisme en posant la question "Quelle est l'objectif et la raison d'être de cet organisme ?". La recherche des données, avec l'implication directe de toutes les équipes de l'organisme, permet d'identifier, de schématiser et de lister les processus en question.

c- *Approche inventaire.*

A partir des schémas des éléments de l'organisme (service, division, département, entité, cellule...), un inventaire doit être réalisé pour chaque élément relatif au produit réalisé (éléments sortants) et la mission de l'élément de l'organisme. Ces informations seront présentées et reformulées sous forme de matrices en mettant en liaisons les produits et les missions. Une analyse et un agencement permettent un regroupement des données et des découpages pour établir et identifier les processus.

2.4.2 Typologie des processus

Au niveau des organismes, on identifie généralement quatre types de processus [30] :

- a- Les processus opérationnels ou de réalisation qui regroupent produits, conception, fabrication, vente, prestation...
- b- Les processus de support, soutien ou ressources qui englobent ressources, formation, informatique, comptabilité, maintenance...

- c- Les processus de pilotage, de management ou décisionnels qui portent sur la politique, stratégie, technologie et innovation, plan, budget, décision, mesure...
- d- Les processus de mesure d'évaluation des résultats qui s'intéressent aux mesures, performances...

Une subdivision des processus en trois grandes familles a été proposée par le standard FD X 50-176 (2000) [13]. Cette subdivision comprend les processus de réalisation, les processus de support ou de soutien et les processus de management ou de pilotage.

Les processus opérationnels ou de réalisation découlent de l'ensemble des activités depuis les clients et vers les clients. Ils participent à la réalisation du produit ou service. Ils représentent la réalisation de l'entreprise et sa raison d'être. En effet, ils permettent de répondre à la question "que fait l'entreprise ?" : fabrication - commercialisation - réparation... En d'autres termes, c'est ce que l'entreprise facture au client. Plus ordinairement, les processus opérationnels regroupent toutes les activités dédiées au cycle de vie du produit ou service, et peuvent englober en plus de la production, et selon les cas, les activités de recherche et développement, marketing, développement des nouveaux produits, vente, après-vente, conception,

Les processus de support ou de soutien concernent les étapes et systèmes dédiés au management des ressources humaines (implication du personnel, formation et qualification) et des ressources liées aux infrastructures et aux équipements. Leur fonction réside dans la contribution au bon fonctionnement des autres processus par l'apport des ressources nécessaires. Il y a lieu de noter que la configuration des natures des processus est dépendante de l'activité de l'entreprise. En effet, pour certaines entreprises, le processus support (la gestion des compétences), revêt les caractéristiques d'un processus de réalisation pour une société d'intérim à titre d'exemple.

Les processus de direction ou processus de management ont un caractère essentiel pour le fonctionnement de tous les processus. Ils sont le nerf du système de management. En effet, ils contribuent à la détermination, à l'élaboration de la politique et au déploiement des objectifs dans l'organisme. Ils représentent les fils conducteurs des processus opérationnels et de soutien. Ils les pilotent et les surveillent. Ces processus intègrent la Revue de Direction, le Pilotage de l'amélioration continue, le Management de la qualité...

Selon la littérature, les processus peuvent être répartis en deux grandes classifications ou familles [113] :

- Les processus répétitifs qui sont conduits à être réalisés à de multiples reprises et leur image, sous forme de prototype, présente un caractère normatif dont les activités sont supposées être effectuées conformément à leur description et à leur ordonnancement ;

- Les processus uniques qui se réalisent une seule fois tels que les projets, les chantiers de construction, formations diplômantes ...

Concernant la structuration interne des processus, Steven T et al. [114] distinguent trois grandes approches. Certains processus peuvent être définis par une structure qui rend complètement compte de l'ordre des activités, alors que pour d'autres, il est difficile ou peu efficace d'imposer tous les liens entre les activités :

- La première approche est parfois qualifiée de « mécaniste ». Le rôle du processus dans cette approche est de définir précisément l'ordre et le contenu des activités à effectuer, dans le but d'accroître l'efficacité (réduction des moyens) et l'efficacité (meilleure atteinte du but) du travail ;

- La deuxième approche, dite « systémique », considère que les activités sont des composants réagissant à des événements. Les liens entre les activités s'effectuent par les résultats, c-à-d que le résultat d'une activité représente un événement déclencheur pour une autre activité ;

- La troisième approche, qualifiée d'« émergente » ou de « construit social », ne se préoccupe pas d'établir des chemins, même multiple, entre les activités. Ce n'est qu'*a posteriori* que l'on peut éventuellement retracer la séquence des activités. Chaque activité est assortie d'événements pouvant la déclencher, l'interrompre ou modifier son cours. Un événement est soit d'origine externe, soit temporel, soit le résultat de la sollicitation d'un autre acteur.

Ce type de représentation correspond à un processus dont le déroulement n'est pas déterminé *a priori*. C'est le cas notamment dans un processus unique dans lequel les acteurs possèdent une latitude dans la façon dont ils vont accomplir une activité.

Dolgui, A. et C. Prodhon (2007) [115] ont de leur côté dissocié les processus variant de ceux pérennes dans le temps. Les Processus pérennes dans le temps concernent les invariants des processus métier, c'est-à-dire les regroupements d'activités qui sont suffisamment stables et autonomes, quelles que soient les évolutions de l'entreprise. Ces invariants correspondent en fait aux grands processus de l'entreprise. En revanche, les Processus variant dans le temps peuvent être remplacés facilement lors des changements.

2.4.3 *Management par les processus*

a - Cartographie des processus

Pour assurer le management des processus, une classification des niveaux des processus est nécessaire. Dans la littérature, différentes classifications sont proposées, parmi elles celle de Frecher et al. (2003) [116] :

- 1^{er} niveau ou macro processus. Ce processus présente et décrit le fonctionnement intégral de l'organisme ou de l'entreprise. Il est composé d'une succession de processus élémentaires ;
- 2^{ème} niveau ou processus élémentaire. Il est constitué des sous processus qui entraînent la réalisation des éléments sortants ;
- 3^{ème} niveau ou sous processus. Il représente un enchaînement d'activités ;
- 4^{ème} niveau ou activité. Il est constitué d'un enchaînement des tâches.
- 5^{ème} niveau ou tâche. Il est constitué d'un enchaînement d'opérations élémentaires.

De même, la cartographie des processus représente une étape essentielle dans leur management. En effet, la cartographie des processus est indissociable d'une démarche de certification ISO 9001. La cartographie permet en particulier de cadrer plusieurs exigences de cette norme.

La cartographie des processus d'une entreprise présente une vue d'ensemble des processus par des chaînes de valeur. Elle oriente sur le sens que l'on souhaite donner à son organisation. Elle donne une représentation des principaux processus de l'entreprise, appelés macro-processus, et sert de base pour structurer le système de management.

La cartographie délimite en particulier les processus de direction. C'est par l'intermédiaire de ces processus, qui constituent le système de management, que s'affirme justement les obligations de leadership de la direction conformément aux exigences des référentiels normatifs de type ISO 9001. C'est par ces processus que se diffusent également la vision stratégique, la culture processus et le management opérationnel auprès des collaborateurs.

La cartographie est également le moyen de préciser quelles sont les activités de l'entreprise qui servent directement le client, par l'intermédiaire des processus de flux, et qui déterminent la valeur ajoutée. La cartographie contribue ainsi à construire une organisation orientée client comme préconisé par les référentiels de management normatifs (ISO 9001, ...).

Les référentiels de management normatifs, et particulièrement la norme ISO 9001, appellent également à la mise en place d'une organisation par les processus, dont le point de départ est la cartographie qui précise en premier lieu les macro-processus de l'entreprise.

Enfin, la cartographie des processus des SMN permet à chacun de se situer dans l'organisation, de comprendre sa contribution à l'activité de l'entreprise, et favorise ainsi l'implication du personnel tel que prévu par les référentiels (ISO 9001, ...).

La cartographie des processus est structurée pour qu'elle puisse visualiser les principaux macros-processus de l'entreprise. Ceux-ci sont regroupés par nature : processus de direction, processus opérationnels et processus support. Ces macro-processus sont généralement et idéalement au nombre de 15 à 20 [30].

Différents outils sont utilisés pour réaliser la cartographie des processus et notamment les moyens logiciels. Parmi ceux-ci, on peut citer Signavio, BPMN, PYX4 Process, MEGA HOPEX...

La méthodologie la plus utilisée pour entreprendre une démarche de cartographie des processus d'une entreprise est une approche de type "Top-Down" (haut en bas). Cette démarche consiste à bien identifier les macro-processus de l'entreprise, à les positionner dans la cartographie générale des processus, puis à décrire chacun des macro-processus par des processus et sous processus détaillés. Cette démarche est réalisée à l'aide d'un audit organisationnel.

Une fois l'organisation complètement décrite, incluant les objectifs et les indicateurs associés aux processus, une démarche d'amélioration continue peut-être engagée.

b- Mesure des processus

La cartographie des processus n'est pas une fin en soi. Elle favorise l'amélioration par la mesure des performances du processus. La mesure des processus au sein de l'entreprise permet d'avoir :

- Une approche qualitative de fonctionnement de l'entreprise ;
- Un développement des vecteurs de communication interne et externe au sein de l'entreprise ;
- Une traçabilité des impacts des actions engagées ;
- Un impact des processus de direction dans le pilotage des processus ;
- Un support de réflexion pour un redéploiement et un redimensionnement des ressources.

La mesure des processus permet d'avoir une visualisation de la performance et elle permet également de réaliser la traduction des objectifs de l'entreprise en données qualitatives et quantitatives. De ce fait, l'utilisation des indicateurs de mesure assure le suivi des performances des processus à différents niveaux et permet de vérifier la maturité des processus et leurs cohérences.

2.5 Méthodes et outils de management de la performance financière des processus opérationnels dans les secteurs industriels

Dans les secteurs industriels, différentes méthodes techniques et outils de management de la performance financière sont adoptés pour la gestion des processus opérationnels. Ces dispositifs sont exploités pour toute mesure, qu'elle soit quantitative ou qualitative, qui fournit des informations sur des questions présentant des centres d'intérêt [117]. Traditionnellement, deux approches de mesure sont adoptées : l'approche **rétrospective** et celle **prédictive**.

2.5.1 Approche rétrospective

Les approches rétrospectives se réfèrent aux événements du passé tels que le nombre d'arrêts, le nombre d'incidents et d'accidents, le nombre et les frais des non-conformités enregistrés... Ces indicateurs sont probablement les plus largement utilisés dans l'industrie de production grâce auxquels les managers peuvent suivre les états de performance de leurs processus en termes de qualité, sécurité et environnement, analyses et comparatifs ... [118]. Cependant, plusieurs problèmes inhérents à l'utilisation de cette approche ont été abordés par de nombreux chercheurs. À court terme, les événements précités se produisent avec une probabilité statistiquement faible au sein d'un même processus et peuvent ne pas avoir de relation causale absolue avec l'état de performance du processus [85]. Un processus, même doté d'un système de management solide, peut souffrir de manière inattendue d'un nombre variable d'évènements [119]. De plus, l'approche rétrospective génère des actions correctives survenant suite à des non-conformités ou des pertes économiques [120].

Pour compenser les limites de l'approche rétrospective traditionnelle, l'approche prédictive a été développée. Elle permet d'utiliser un ensemble des événements pour fournir suffisamment d'informations ou de données afin de prédire le niveau futur de performance.

2.5.2 Approche prédictive

Si l'approche rétrospective permet la mesure des résultats d'activités ou d'événements qui se sont déjà produits (nombre d'arrêts, d'incidents et de non-conformités), l'approche prédictive permet, quant à elle, de prévenir les non-conformités [121]. Lors de sa mise en place, une intervention proactive peut être lancée pour remédier aux faiblesses des programmes de réalisation de la performance, une fois que le niveau non souhaitable est atteint. L'approche prédictive peut ainsi fournir certains indices nécessaires pour surveiller correctement la performance au niveau des processus et éviter de futures non-conformités.

Les approches rétrospectives et prédictives sont nécessaires pour améliorer la performance opérationnelle [119]. Des recherches ont révélé que les approches rétrospectives et prédictives peuvent se compléter pour fournir une opportunité de « triangulation » [120]. A titre d'exemple, Tinmannsvik et Hovden [122] ont développé un critère de diagnostic de sécurité composite qui combine 11 mesures subjectives liées aux facteurs de gestion de la sécurité et une mesure objective sur le taux de fréquence des blessures.

Sur le plan opérationnel, l'approche composite rétrospective & prédictive combine les informations et les données. Cette combinaison est plus fiable pour détecter les changements subtils et les nouvelles contraintes de la performance [122].

2.5.3 Limites du management classique des systèmes de management normatifs « SMN »

Chaque entreprise ou organisme dispose de son propre système de management. Dans le cas où ce système se base et se réfère à un référentiel, une norme ou standard, il sera appelé un système de management normatif (SMN). Ces systèmes sont sujets à certification par des organismes tiers, parfois internationaux. Dans la présente étude, les référentiels en question sont l'ISO 9001, l'ISO 14001 et l'OHSAS 18001, et les SMN désignent les systèmes qui sont certifiés selon une ou plusieurs de ces référentiels (ISO 9001 en qualité, ISO 14001 en environnement et OHSAS 18001 en santé/sécurité au travail).

Or malgré l'adoption des SMN par les entreprises afin de parer à un environnement économique instable et aux fréquentes fluctuations du marché, la démarche traditionnelle du budget, presque systématiquement utilisée, n'arrive pas à répondre aux exigences de ces entreprises, notamment en raison de sa lenteur et de sa complexité.

a- Contraintes et limites du budget et difficultés de la maîtrise des pertes

La mise en application standard du budget a souvent été sujet à des critiques aussi bien de la part des opérationnels et managers que des chercheurs. Ces derniers voient dans cette démarche standard la difficulté d'assurer des prévisions vraisemblables et crédibles, et de réaliser un contrôle juste et opportun [123,124]. Dans la conception classique, différentes définitions formulent la fonction du budget en une expression et en un plan opérationnel pour l'année à venir.

La définition standard du budget est souvent critiquée pour de multiples raisons [125] :

- Le budget est généralement basé sur des événements du passé comme référence ;
- Le budget n'arrive pas à assurer l'équilibre entre les estimations des objectifs par les opérationnels et leur réalisme ;
- La surestimation des données afin d'avoir un espace de confort et de tranquillité ;
- Souvent et suite à des imprévus opérationnels, des compléments de budget sont demandés afin de réaliser les objectifs. Cette situation contredit les aptitudes prévisionnelles du budget et sa capacité à définir réellement les objectifs.

En plus de ces critiques sur la fonction du budget, d'autres reproches sont formulées concernant sa structure et sur sa raison d'être même [126] :

- La mise en application des mécanismes du budget génère une lourdeur et un formalisme par des réunions répétitives, des mobilisations des ressources humaines et matérielles avec de multiples itérations et ajustements ;
- L'absence d'efficacité et d'utilité pour les opérationnels. Le budget se construit sur des provisions généralement incertaines, à partir des données communiquées par les opérationnels, manquant parfois de rationalisme ;
- Le budget entretient les orientations conservatives et freine les esprits d'innovation et de recherche-développement, et maintient les situations à des niveaux statiques.

Par ailleurs, le contrôle budgétaire, modalité financière du contrôle de gestion, est souvent critiqué en raison de sa focalisation excessive sur les structures existantes et non sur les relations de l'entreprise avec son environnement. Il cherche à détecter les inefficacités plutôt que les sources d'amélioration possibles [127]. Il est parfois perçu comme un exercice formel relativement inefficace. Les résultats sont trop souvent évalués sur la base comptable et non dans le but de mettre en œuvre des plans d'actions visant à améliorer les performances de l'entreprise.

Aussi, les entreprises industrielles engagées dans une démarche de management selon les référentiels ISO 9001, ISO 14001 et OHSAS 18001, sont-elles dans l'obligation de maîtriser les processus de leur système en termes de coûts de transformation et d'optimisation des ressources. Il est donc nécessaire d'identifier les gaspillages au niveau des processus et de réduire les activités sans valeur ajoutée [14,128].

En termes de maîtrise des pertes et d'élimination des gaspillages, l'approche budgétaire présente les contraintes suivantes :

- Le budget est une référence où les consommations sont calculées année après année, avec une vision dépenses/coûts ;
- La pratique budgétaire donne un écart par rapport à cette référence. Elle ne montre pas les pertes et les gains potentiellement importants subséquents de leur élimination ;
- Le budget ne montre pas les relations de cause à effet, ne distingue pas les pertes principales des pertes résultantes, ne permet pas d'attaquer l'origine du problème tels que le manque de fiabilité, de maîtrise du procédé, de flexibilité industrielle, de compétences ...
- Le budget s'adapte difficilement au changement des contextes commerciaux, de prix des matières premières ...
- Le budget, par son morcellement entre divisions, services... cache les pertes et les coûts.

Pour répondre à ces limitations, le contrôle budgétaire doit avoir des outils et des méthodes qui établissent un programme de réduction structuré et systématique des coûts, par une coopération entre les différents acteurs de la production, des finances... afin de :

- Rechercher les relations existantes entre les facteurs de coûts, les procédés générant des pertes et les différents types de pertes et de déchets ;
- Déduire les relations entre réduction des pertes et des déchets, et réduction des coûts ;
- Classer les sujets de réduction des pertes et déchets par priorité de coût, puis établir un programme réaliste de réduction des coûts.

b- Difficulté d'alignement entre les actions d'améliorations et la politique de SMN

La fonction budgétaire est normalement conçue pour assurer des liaisons et des connexions entre la stratégie, la politique de l'entreprise et la gestion courante à différents niveaux [14]. Ces enchaînements sont schématisés par la figure 2.2.

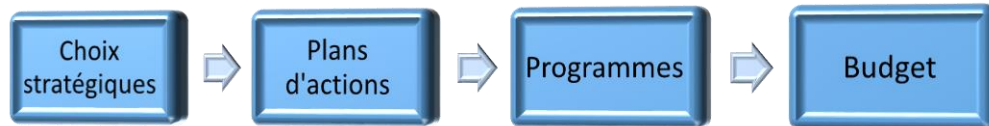


Figure 2.2 : Enchaînement de la fonction budgétaire [128].

Cette approche classique génère différents dispositifs de planification, à savoir la planification à long terme, moyen terme (3 à 5 ans) et court terme. A cet effet, l'alignement et la cohérence entre les axes stratégiques de l'entreprise et le budget ne sont pas toujours accomplis et ce pour les raisons suivantes :

- Les actions à court terme n'arrivent pas à s'inscrire dans le contexte d'une politique à long terme, compte tenu de l'environnement économique souvent incertain ;
- Les choix stratégiques sont généralement des définitions statiques qui ne répondent pas aux exigences des parties intéressées ;
- L'absence d'une boucle de retour pour réajuster les plans d'actions en fonction des changements des situations.

Les outils et les dispositifs de mesure, adoptés par le budget afin de mesurer la performance, n'arrivent pas à assurer un pilotage cohérent et rationnel pour sa déclinaison stratégique sur les plans opérationnels. En effet, dans un environnement incertain, l'efficacité des mécanismes de mesure du budget devient ambiguë. Généralement ces mécanismes et leurs outils sont fiables et efficaces dans un environnement stable avec des prévisions claires et visibles.

2.5.4 Les indicateurs de performance

L'indicateur de performance représente une synthèse simplifiée d'informations relatives à une activité au sein d'une entreprise. Il permet d'avoir une idée et une schématisation globale sur l'état d'avancement par rapport à des objectifs et de mettre en place les actions correctives nécessaires.

Différentes définitions des indicateurs de performance sont proposées dans la littérature. Parmi lesquelles, on peut retenir celle de Lorino (2003) [129] qui se résume en "Une information devant aider un acteur ou individu à conduire une action pour l'atteinte d'un objectif, ou lui permette d'en évaluer le résultat"

De ce fait, l'indicateur peut être défini comme un outil développé par l'acteur en tenant compte des objectifs et de la nature des actions à mettre en place. Il est généralement schématisé par plusieurs formes informationnelles chiffrables et non chiffrables.

Dans le domaine du management, les indicateurs de performance doivent avoir des caractéristiques typiques SMART (Spécifique, Mesurable, Acceptable, Réaliste, Temporellement défini).

a- Types d'indicateurs (alerte, équilibre, anticipation)

Pour le management de la performance, les managers adoptent des indicateurs en fonction de la nature de l'environnement et des objectifs. Les indicateurs sont répartis en trois familles [129] qui sont les indicateurs d'environnement de travail, de processus et de résultats. D'autres catégorisations des indicateurs sont définies dans la littérature [130] comme les indicateurs d'alerte, d'équilibre et d'anticipation.

Les indicateurs d'alerte permettent de s'informer sur les situations anormales. Pour les situations normales, ces indicateurs ne se manifestent pas. Les indicateurs d'équilibre, quant à eux, permettent de communiquer les états de la situation par rapport à des objectifs et d'avertir concernant les actions correctives à entreprendre afin de redresser la situation et assurer l'équilibre. Les indicateurs d'anticipation permettent d'avoir une vision et une image plus large et plus globale sur les axes stratégiques et les objectifs à long terme, en fonction des évolutions des marchés et de leurs exigences.

De manière générale, les indicateurs de performance permettent de mesurer l'état de la situation et d'alerter les managers et les opérateurs afin de réagir. Ils sont déployés à différents niveaux hiérarchiques, depuis le top management jusqu'aux opérationnels, au sein de l'entreprise. Ils permettent aussi d'avoir une image sur les évolutions des processus et leurs performances et d'assurer une liaison directe avec la performance globale de l'entreprise.

Cette performance globale est répartie sur trois axes principaux : économique, environnemental et social [131]. Cette configuration génère des indicateurs financiers et non financiers au sein de l'entreprise.

b- Indicateurs financiers

Les indicateurs financiers sont les plus anciens des indicateurs de la gestion de la performance de l'entreprise. Le contrôle de gestion, en particulier, dépend étroitement de la mesure de la performance financière.

Dans la littérature, il existe une multitude d'indicateurs financiers comme le Résultat Net (RN), le Résultat d'Exploitation (RE), l'Excédent Brut d'Exploitation (EBE), le Return On Investment (ROI) ou "retour sur investissement" qui permet de calculer le pourcentage de rentabilité d'un investissement, le Free Cash-Flow (ou flux de trésorerie disponible), la marge brute, etc.

Ces indicateurs ont connu des évolutions pour répondre à d'autres exigences de création de la valeur au niveau des processus [132] et satisfaire les actionnaires. Parmi ces indicateurs, on peut citer EBIDTA (Earning Before Interests, Taxes, Depreciation and Amortization), MVA (Market Value Added), taux de rentabilité financière (ROE: Return On Equity), ROCE (Return On Capital Employed), EBIT (Earning Before Interests and Taxes) ...

Malgré cette évolution, face aux critiques portant sur ces indicateurs financiers, d'autres indicateurs non financiers ont été intégrés pour répondre aux exigences et aux besoins des parties intéressées (juridiques, collectivités, employés...).

c- Indicateurs non financiers

Compte tenu d'un environnement en pleine mutation et des évolutions technologiques, les indicateurs financiers présentent des limitations tels que la qualité des produits, la satisfaction et la fidélité du client, les délais de commande, la flexibilité de l'usine, le risque de lancement de nouveaux produits...

A cet effet, l'outil Blanced Scorecard [133] permet d'avoir une réflexion sur le pilotage, moyennant les outils du contrôle de gestion, entre le stratégique et l'opérationnel. Il met en relief d'autres volets, à savoir, la qualité, les délais, la valeur perçue par les clients et l'amélioration des processus. L'outil Balanced Scorecard repose sur les perspectives relatives aux finances, client, processus interne et apprentissage/développement.

Dans la démarche de la mesure de la performance de l'entreprise, les indicateurs non financiers présentent un aspect prédictif de la performance financière et parachèvent les indicateurs financiers [134]. Dans la vision de la satisfaction des clients et des innovations des produits, les indicateurs non financiers offrent des informations tangibles et appréciables pour une performance financière future. De ce fait, les indicateurs non financiers et financiers sont étroitement liés pour la réalisation de la performance de l'entreprise [135].

Cependant, les indicateurs financiers ou non financiers n'arrivent pas seuls à anticiper et à projeter les conséquences globales d'une décision managériale [136]. Compte tenu de la complexité des interactions du management de la performance de l'entreprise, un seul type

d'indicateurs ne permettra pas d'en assurer le suivi. Ainsi, les indicateurs financiers et non financiers sont complémentaires et additionnels pour un meilleur management de la performance [134].

d- Indicateurs des SMN

Les versions récentes (2015) des normes ISO 9001 et ISO 14001 et le référentiel OHSAS 18001, n'exigent pas explicitement la création de tableaux de bord. Ces normes et référentiel n'exigent pas non plus la gestion d'indicateurs ou de graphiques reprenant ces mêmes indicateurs (pas plus d'ailleurs que les versions précédentes de ces normes).

Etant donné que les indicateurs vérifient l'adéquation de la mesure des résultats atteints avec les objectifs projetés, les normes et les standards insistent beaucoup plus sur l'importance de la mesure. De ce fait, la mesure est une image de l'évaluation de la performance. Elle n'est pas un objectif en soi mais assure plutôt le pilotage du système de management. Le tableau 2.3 suivant présente un résumé des exigences de mesures indiquées par la norme ISO 9001 v 2015.

Tableau 2.3 : Résumé des exigences de mesures indiquées par la norme ISO 9001 v 2015 [2].

Chapitre de la norme ISO 9001 v 2015	Désignation
4.4 Système de management de la qualité et ses processus	déterminer et appliquer les critères et les méthodes (y compris la surveillance, les mesures et les indicateurs de performance associés) nécessaires pour assurer le fonctionnement et la maîtrise efficaces de ces processus ;
7.1.5 Ressources pour la surveillance et la mesure	L'organisme doit conserver les informations documentées appropriées démontrant l'adéquation des ressources pour la surveillance et la mesure.
7.1.5.2 Traçabilité de la mesure	Lorsque la traçabilité de la mesure est une exigence ou lorsqu'elle est considérée par l'organisme comme un élément essentiel visant à donner confiance dans la validité des résultats de mesure, l'équipement de mesure doit être : étalonné et/ou vérifié à intervalles spécifiés, ou avant l'utilisation, par rapport à des étalons de mesure pouvant être reliés à des étalons de mesure internationaux ou nationaux. Lorsque ces étalons n'existent pas, la référence utilisée pour l'étalonnage ou la vérification doit être conservée sous forme d'information documentée ;
8.3.5 Éléments de sortie de la conception et du développement	L'organisme doit s'assurer que les éléments de sortie de la conception et du développement contiennent ou font référence à des exigences de surveillance et de mesure, le cas échéant, et à des critères d'acceptation ;
8.5.1 Maîtrise de la production et de la prestation de service	- la disponibilité et l'utilisation de ressources appropriées pour la surveillance et la mesure ; - la mise en œuvre d'activités de surveillance et de mesure aux étapes appropriées pour vérifier que les critères relatifs à la maîtrise des processus ou des éléments de sortie et les critères d'acceptation relatifs aux produits et services ont été satisfaits ;
8.5.2 Identification et traçabilité	L'organisme doit identifier l'état des éléments de sortie par rapport aux exigences de surveillance et de mesure tout au long de la production et de la prestation de service.
9.1 Surveillance, mesure, analyse et évaluation	L'organisme doit déterminer : a) ce qu'il est nécessaire de surveiller et mesurer ; b) les méthodes de surveillance, de mesure, d'analyse et d'évaluation nécessaires pour assurer la validité des résultats ; c) quand la surveillance et la mesure doivent être effectuées ; et d) quand les résultats de la surveillance et de la mesure doivent être analysés et évalués. L'organisme doit évaluer la performance ainsi que l'efficacité du système de management de la qualité. Il doit conserver des informations documentées pertinentes comme preuves des résultats.
9.1.3 Analyse et évaluation	L'organisme doit analyser et évaluer les données et informations appropriées issues de la surveillance et de la mesure. Les résultats de l'analyse doivent être utilisés pour évaluer : a) la conformité des produits et services ; b) le niveau de satisfaction des clients ; c) la performance et l'efficacité du système de management de la qualité ; d) l'efficacité avec laquelle la planification a été mise en œuvre ; e) l'efficacité des actions mises en œuvre face aux risques et opportunités ; f) les performances des prestataires externes ; g) la nécessité d'amélioration du système de management de la qualité.
9.3.2 Éléments d'entrée de la revue de direction	La revue de direction doit être planifiée et réalisée en prenant en compte des résultats de la surveillance et de la mesure.

2.6 Synthèse et position du problème

Les entreprises industrielles engagées dans une démarche de management SMN, selon un ou plusieurs référentiels ISO 9001, ISO 14001 et OHSAS 18001, sont dans l'obligation de maîtriser les processus de leur système en termes de coût de transformation et d'optimisation des ressources. Il leur est donc nécessaire d'identifier les gaspillages au niveau des processus et de réduire les activités sans valeur ajoutées [11]. Le coût des pertes et des gaspillages peut atteindre 10 à 30 % de leur chiffre d'affaires selon certaines études [137]. Les déficiences, en termes d'évaluation des coûts de transformation, dans un système de management SMN, proviennent du manque de relations directes entre le processus d'amélioration et les coûts des pertes, et les gains potentiels subséquents de leur élimination. Les pertes sont en sorte invisibles au niveau des coûts de transformation.

La question qui se pose d'emblée est "Comment pallier aux insuffisances des SMN en termes d'amélioration des performances opérationnelles et de réduction des pertes et gaspillages, et mettre à la disposition de l'entreprise industrielle une plateforme d'outils lui permettant de satisfaire les exigences des SMN et notamment celles des parties prenantes ? "

Pour la réduction des pertes et gaspillages, on dispose d'outils et de boîtes à outils ayant fait leur preuve à ce sujet dans le domaine industriel. Il s'agit notamment du Cost Deployment, du Lean et de Six-Sigma. Cet ensemble d'outils qui, pris séparément, offrent des capacités indéniables à éliminer les gaspillages tout en présentant certaines limitations. Mais combinés aux SMN, seraient-ils susceptibles de répondre, dans une sorte de synergie, aux exigences des SMN ?

Dans cet objectif, l'outil Cost Deployment (CD) en particulier, qui fait partie des piliers du World Class Manufacturing (WCM), présente un dispositif performant d'évaluation du gaspillage en terme quantitatif. Il peut être combiné aux systèmes de management normalisés SMN (ISO 9001 / ISO 14001 / OHSAS 18001) avec le Lean-Six-Sigma, dans une compatibilité et une complémentarité qui donnerait lieu à un "super-multi-outils" ayant l'aptitude de combler, l'un les insuffisances de l'autre [138,139]. L'objectif escompté est d'améliorer la performance opérationnelle des systèmes de management normatifs Q-S-E.

Le Lean, à proprement parler, se distingue par son aptitude à identifier et à éliminer les déchets [140], mais il ne prend pas en compte les impacts managériaux et environnementaux [141]. Pour combler cette lacune [142], les organisations ont mis en œuvre le Six-Sigma [139]. Cet ensemble d'outils offre une structure rigoureuse pour exécuter des initiatives de résolution de problèmes et d'entreprendre les actions d'amélioration [138]. Dans ce contexte, l'utilisation de l'outil DMAIC, qui est une composante du Lean-Six-Sigma pour la résolution de problème, peut élargir les possibilités pour la mise en œuvre des initiatives d'amélioration continue.

Dans ce travail, les outils du Lean-Six-Sigma seront donc mis en œuvre afin de surmonter les limites, d'évaluer et d'améliorer les performances. L'originalité de la méthode proposée peut se résumer en un couplage entre le SMN (Q/S/E) et l'outil Cost Deployment (CD) avec une cartographie des processus opérationnels par l'outil VSM (Value Stream Mapping). Le modèle qui en découlera fera appel à la boîte à outils du Lean-Six-Sigma afin d'éliminer les pertes, les gaspillages et les non-conformités. Le "super-multi-outils", plateforme d'outils ou Framework développé qui résultera de ce couplage, sera baptisé, de manière générale, SMN-CD. Cette appellation pourrait évoluer et s'adapter en fonction du système de management normatif adopté par l'entreprise.

2.7 Conclusion

L'objectif de ce deuxième chapitre consistait à faire le point sur les derniers développements concernant le concept de la performance et son pilotage dans les systèmes de management normatifs. Différentes définitions du concept de la performance ont été présentées ainsi que les limites du traditionnel "contrôle de gestion", comme outil de pilotage et tout particulièrement les insuffisances du budget comme outil de management de la performance.

Le management et le pilotage des processus ont ensuite été abordés à la lumière des données bibliographiques. Mutations environnementales et technologiques obligent, les entreprises ont dû s'adapter aux nouvelles réalités exigeant de meilleures performances pour la satisfaction de toutes les parties prenantes. Les méthodes et outils de management de la performance appliqués par les organismes, et notamment celles financières, ont été présentés ainsi que leurs limitations.

Partant des limitations constatées, la suite de ce travail sera consacrée au développement et à l'expérimentation de plateformes (Framework) innovantes construites sur la base du Cost Deployment et des outils du Lean Six-Sigma, dans le but de l'amélioration des performances opérationnelles des SMN, et notamment par l'élimination des pertes et des gaspillages.

Partie II : Développement et validation des plateformes (Frameworks)

Chapitre 3 : Développement de plateformes (Frameworks) intégrant le Cost Deployment et les outils du Lean-Six-Sigma pour l'amélioration des performances opérationnelles des Systèmes de Management Normatifs QSE

3.1 Introduction

Ce chapitre est consacré au développement de plateformes (*Frameworks*) pour l'amélioration des performances opérationnelles des SMN (Q/S/E) afin de dépasser les limites inhérentes notamment à l'absence de relations entre la réduction des pertes et des déchets d'une part et la réduction des coûts d'autre part (cf. chap2, § 2.6).

Ces plateformes (*Frameworks*) reposent sur une approche combinant les exigences des SMN, le Cost Deployment et des outils du Lean-Six-Sigma. Elles consistent à développer une structure combinant la cartographie de la chaîne de valeur par l'outil Value Stream Mapping (VSM) [143] ; Romero et Arce, 2017[144]), le Cost Deployment [15, 145]) et des indicateurs de performance (KPI), tout en respectant les exigences des standards SMN QSE.

Ces plateformes (*Frameworks*) devraient être nécessairement soutenues par le système d'information de l'entreprise pour la collecte des données, la détermination des coûts des pertes et la priorisation des actions d'amélioration. Ces plateformes ont pour objectif global l'alignement entre la stratégie de l'entreprise qui, elle-même, est déclinée en termes de politique de son système de management QSE, et de ses performances tactiques et opérationnelles. En parallèle, ces plateformes proposent une aide à la décision en comparant les améliorations proposées par rapport aux résultats du terrain. Elles envisagent par ailleurs, plusieurs scénarii possibles par des schémas de simulation du système de production. Ces plateformes ont pour objectif d'avoir :

- Une représentation, au-delà de la schématisation simple, de la chaîne de valeur dans son ensemble ;
- Une identification des pertes transformées en coûts et la mise en place de plans d'actions d'amélioration.

L'approche proposée, par sa structure, est adaptée aux entreprises et organismes certifiés selon SMN pour améliorer leurs positions par rapport aux parties intéressées et à leurs positionnements sur les marchés nationaux et internationaux. Dans cette étude, quatre modèles sont développés pour répondre aux besoins d'un système de management intégré SMI (Q/S/E), d'un système de management environnemental SME (ISO 14001), d'un système de management SMS (santé et sécurité au travail (OHSAS 18001) et d'un système de management qualité SMQ (ISO 9001).

3.2 Méthodologie de recherche

Cette étude présente les aboutissements d'un projet de recherche mené sur une période d'environ 04 ans, entre les mois de septembre 2016 et octobre 2020, dans le cadre d'une collaboration entre chercheurs universitaires et experts industriels, dans les domaines du management de l'outil Cost Deployment, de la gestion des SMN et des applications des outils du Lean-Six-Sigma. Le projet a été réalisé pour développer, construire de nouveaux outils et déployer les ressources afin d'aider les organisations et les entreprises à améliorer leurs performances en matière de qualité, santé/sécurité au travail et durabilité, en intégrant trois démarches : le Cost Deployment (CD), les SMN et des outils de Lean-Six-Sigma.

La méthodologie adoptée pour ce travail intègre les deux piliers que sont l'Intelligence et la Conception [146]. L'étape de l'intelligence a pour but de présenter une revue de la littérature des concepts et des théories dans les domaines du CD, des SMN et des outils de Lean-Six-Sigma. Cette étape a été complétée d'expériences et de vécu dans la mise en œuvre des pratiques des projets de SMN en milieu industriel. Une lecture synthétique des travaux antérieurs dans les domaines précités, notamment en lien avec l'amélioration des performances opérationnelles pour les SMN, a conduit à l'identification des lacunes et obstacles pour intégrer l'aspect financier aux améliorations des processus des SMN.

L'étape de conception a pour but de développer, valider et mettre en œuvre une plateforme (*Framework*) de combinaison-intégration du CD, des SMN et des outils de Lean-Six-Sigma. La recherche s'est construite à travers un processus de cycles d'apprentissage par l'action. Ces cycles sont basés sur quatre phases d'apprentissage :

- Identifier l'idée générale ;
- Définir les étapes de l'action ;
- Surveiller la mise en œuvre et les effets ;

- Reconnaissance et résumé de l'apprentissage. À la fin de chaque étape, l'équipe de travail a évalué de manière critique les faiblesses et les forces du processus adopté pour s'assurer que les objectifs sont atteints.

3.3 Structure de la plateforme (Framework) proposé et méthode de mise en œuvre

Les entreprises adoptant un système de management normatif (SMN) devraient intégrer systématiquement l'évaluation des pertes et gaspillages afin de mener des plans d'amélioration. Leurs managers adoptent en général deux approches pour gérer les pertes. La première approche consiste à réaliser une évaluation globale de toutes les pertes. Cette démarche consiste à estimer les pertes au niveau de l'ensemble de l'entreprise et à engager des programmes et des plans d'actions d'amélioration [147]. La deuxième approche est fondée sur la planification des objectifs, des exigences et d'une stratégie prioritaire basées, entre autres, sur les informations des clients, les processus et la stratégie d'entreprise.

De nombreux plans d'action ont été menés sur la base de ces deux approches. Cependant, les résultats sur le terrain ne sont pas toujours satisfaisants en raison de deux limitations principales [148]. La première est la difficulté d'estimer les pertes en raison de l'approche standard du contrôle budgétaire et du système comptable conventionnel, qui ne permettent pas une évaluation appropriée des pertes. La deuxième limite est que l'approche d'évaluation se concentre sur des processus individuels simples et ne cherche pas à visualiser la chaîne de valeur dans son ensemble. Cela conduit à une absence de liens entre tous les flux d'une entreprise. En conséquence, les entreprises industrielles certifiées constatent un décalage entre la politique de leurs SMN, les objectifs, et les projets d'amélioration entrepris. L'amélioration des performances basée sur l'élimination des pertes en particulier, souffre d'un manque de méthodologie efficace pour identifier, évaluer et éliminer les pertes et les gaspillages (cf. chapitre 2). Cet échec est aggravé par :

- L'insuffisance du nombre d'observations (collecte de données) concernant le coût des pertes ;
- La non-fiabilité des informations et des données. Parfois, les opérateurs sur le terrain collectent des données de production sans vérification ou contrôle, ce qui génère des sources de variabilité et d'incohérence ;
- Le manque de classification des pertes par degré d'importance et de criticité ;

- Les objectifs de performance qui ne sont pas toujours suffisamment alignés à chaque niveau décisionnel au sein de l'entreprise.

Pour dépasser les limites précitées, l'approche proposée intègre le/les SMN, des outils du Lean-Six-Sigma et le Cost Deployment. Le cadre proposé consiste à développer une plateforme (Framework) combinant une cartographie de la chaîne de valeur par un outil du Lean, le VSM [149], le Cost Deployment [15,96,145]), au système de management normatif (SMN). Cette plateforme devrait nécessairement être liée au système d'information de l'entreprise pour collecter des données fiables, calculer le coût des pertes et prioriser les pertes à éliminer.

Aussi, les plateformes et leur démarche, ont été développées en étapes et phases en s'inspirant des travaux de recherche concernant l'amélioration de la qualité [150], l'amélioration de projets annuels [151] et l'amélioration continue des processus [152].

Dans cette étude, des démarches de plateformes ont été élaborées pour chaque système de management normatif, multi-thème ou mono-thème : SMI (Q/S/E) ; ISO 14001, OHSAS 18001, ISO 9001. Ces démarches ont pour but de répondre directement aux besoins de l'entreprise industrielle, quelle que soit sa nature, son organisation, ses activités et ses priorités stratégiques et opérationnelles [153-154].

3.4 Présentation des démarches et des outils proposés pour le développement de plateformes adaptées pour les systèmes de management normatifs

3.4.1 Plateforme (Framework) adaptée au système de management intégré SMI-Q/S/E

a- Concept

Pour les entreprises industrielles qui sont certifiées selon les trois systèmes de management normatifs ISO Q/S/E, ou SMI (Système de Management Intégré), une méthodologie adaptée est développée pour intégrer les différentes exigences des trois systèmes de management ISO 9001, ISO 14001 et OHSAS 18001.

La méthodologie de cette plateforme « SMI-LSS-CD » ("Système de Management Intégré - Lean-Six-Sigma - Cost Deployment") intègre les concepts du SMI-QSE, l'outil de cartographie des flux de valeur du Lean-Six-Sigma (VSM) et le Cost Deployment. La méthodologie proposée permet d'identifier, de classer, d'évaluer, et de traiter les pertes et le gaspillage. Elle

consiste à opérer un couplage entre le SMI, la cartographie de la chaîne de valeur globale par le VSM, l'outil Cost Deployment. Elle fait appel, selon le besoin, à d'autres outils du Lean-Six-Sigma. Elle s'inspire de la mise en œuvre de la méthodologie de "production Lean", de Womack et Jones (2005) [8], tout en restant compatible avec un SMI.

La méthodologie de construction de la plateforme proposée est composée de 10 étapes séquentielles présentées dans la figure 3.1. Parmi ces 10 étapes, la troisième (Cartographie de la chaîne de valeur) sera réalisée en 6 phases, et la quatrième (réalisation du CD) en quatre phases.

b- Démarches de développement de la plateforme « SMI-LSS-CD »

Les grandes étapes de cette plateforme se présentent selon le déroulé :

- Étape 1 : Définition des objectifs stratégiques ;
- Étape 2 : Identification des périmètres des processus et choix de la famille des processus prioritaires ;
- Étape 3 : Cartographie de l'état initial de la chaîne de valeur ;
- Étape 4 : Identification de la catégorie des pertes via le Cost Deployment (Construction des *matrices A, B et C*) ;
- Étape 5 : Définition des KPIs des processus étudiés ;
- Étape 6 : Choix et sélection des KPIs ;
- Étape 7 : Détermination des chantiers d'amélioration et feuilles de route ;
- Étape 8 : Etablissement des plans d'amélioration et suivis de leurs réalisations ;
- Étape 9 : Mise à jour de la cartographie et du CD ;
- Étape 10 : Capitalisation et consolidation des expériences.

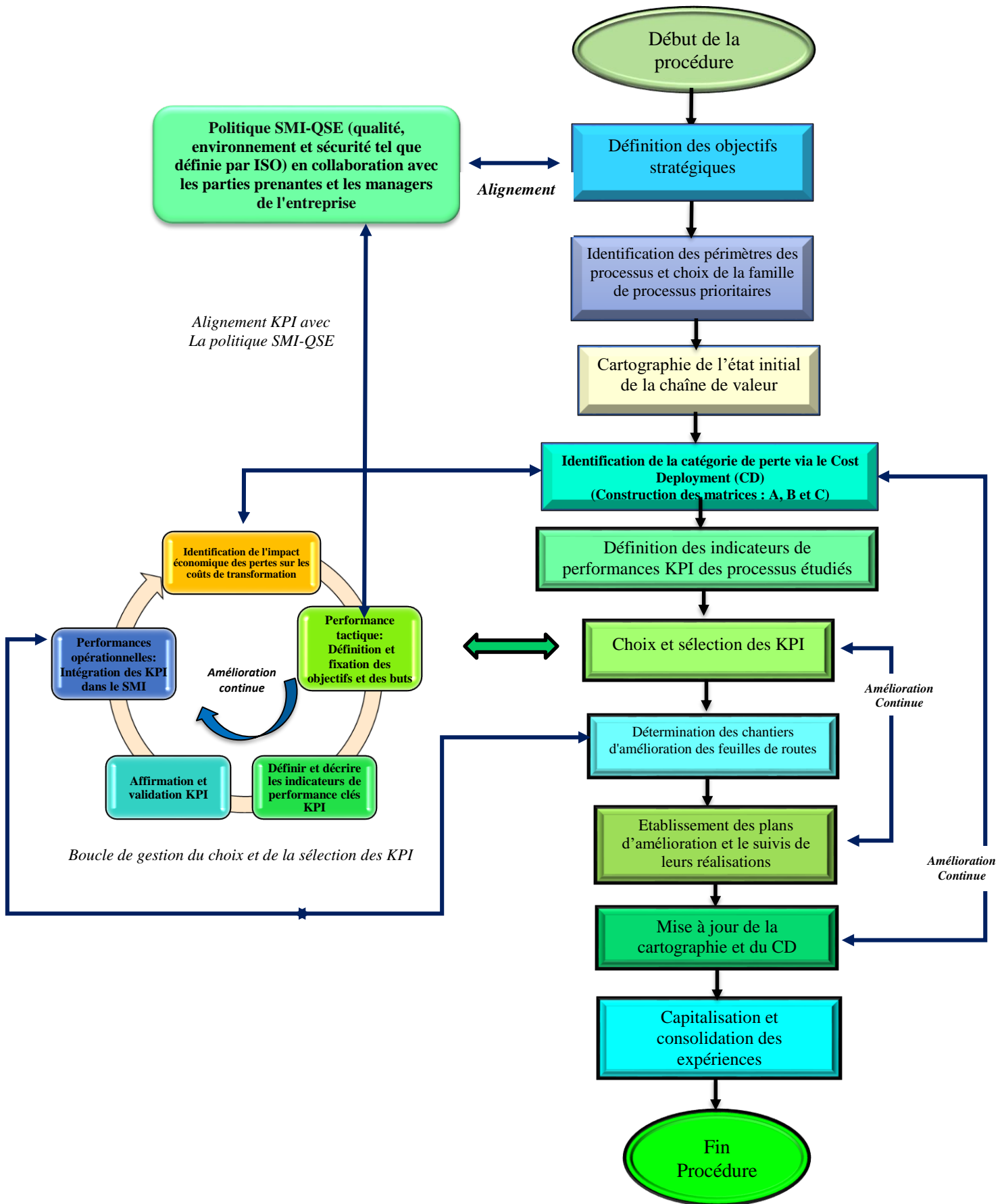


Figure 3.1 : Méthodologie de cartographie des flux dans un SMI-QSE par la plateforme SMI-LSS-CD.

1^{ère} étape : Définition des objectifs stratégiques

Toute entreprise industrielle certifiée selon les normes de management ISO et/ou d'autres standards, dispose de ce fait d'une politique QSE. De plus, selon l'activité de l'entreprise, la direction définit et fixe des objectifs en termes de coût, qualité, flexibilité, gestion de stock, délais de réalisation, livraisons... Conformément aux exigences des normes ISO 9001, ISO 14001 et à celles du référentiel OHSAS 18001, ces objectifs doivent être directement dérivables de la politique SMI-QSE de l'entreprise.

2^{ème} étape : Identification des limites des processus et choix de la famille des processus prioritaires

La deuxième étape de cette méthodologie consiste à identifier tous les périmètres, les limites et les interactions des processus opérationnels. Le point de départ de l'engagement d'amélioration se concrétise par l'identification du début et de la fin des processus en question. The Supplier(s)-Input(s)-Process-Output(s)-Customer (SIPOC) est un outil qui permet, à ce propos, la visualisation des entrées et sorties du processus sous forme de tableau. La procédure d'application du SIPOC se présente selon le déroulé [155] :

- Définition des objectifs du processus et de sa raison d'être (pourquoi le processus existe-t-il ?) ;
- Reconnaissance des éléments entrants et des fournisseurs y afférents ;
- Identification des éléments sortants et de leurs clients.

En outre, pour les entreprises certifiées selon le SMN, ces processus peuvent être réparties généralement en processus de gestion, processus opérationnel et processus d'accompagnement (cf. chap. 2, § 2.4.3 a). De même, l'entreprise doit définir :

- Les processus prioritaires en fonction de leurs impacts économiques, sociaux, sécuritaires et environnementaux ;
- Les interactions entre les processus et leurs impacts sur leur fonctionnement.

3^{ème} étape : Cartographie de l'état actuel de la chaîne de valeur par le VSM

L'outil VSM présente une image réelle des activités des processus dans leur ensemble. C'est une représentation matérielle de la chaîne de valeur. Cette présentation technique de la cartographie de la chaîne de valeur a plusieurs avantages. C'est la base sur laquelle d'autres

outils du Lean-Six-Sigma sont appliqués. Elle permet d'identifier les sources des pertes et du gaspillage global au lieu de se référer aux activités individuelles [141]. En outre, l'outil VSM peut relier de nombreux flux d'informations résultants des techniques d'analyse, tels que l'analyse des flux de production, le processus de réingénierie et l'analyse des processus d'amélioration.

Relativement récemment, des études sur la manière dont la VSM influe les organisations et les individus, ont été publiées [156]. Grâce à des paramètres tels que Takt time, Lead time, Turnaround-time, les niveaux de stock..., la VSM relie différentes activités et tâches à savoir la planification de la production, la prévision de la demande, l'ordonnancement de la production et le contrôle des flux dans les ateliers [157]. Enfin, elle permet de montrer les liens entre les flux d'informations et les flux de production.

Le VSM conventionnel est organisé et conçu en cinq étapes [158]. Le schéma suivant illustre ces phases.

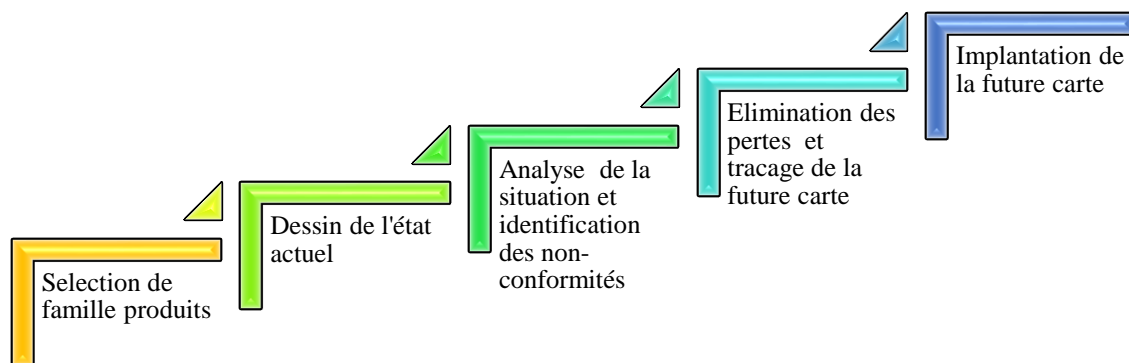


Figure 3.2 : Phases de la construction de conventionnelle du VSM [158].

Conformément à l'approche proposée, seules les trois premières étapes du VSM seront mises en œuvre et non toutes les cinq (figure 3.2). La finalité est de traiter les non-conformités et avoir une flexibilité pour leurs traitements dans le cadre du SMN.

Dans cette étude, une nouvelle démarche a été développée pour la conception et la réalisation de la VSM "état actuel". Cette démarche est composée de six phases qui sont présentées sur la figure 3.3.

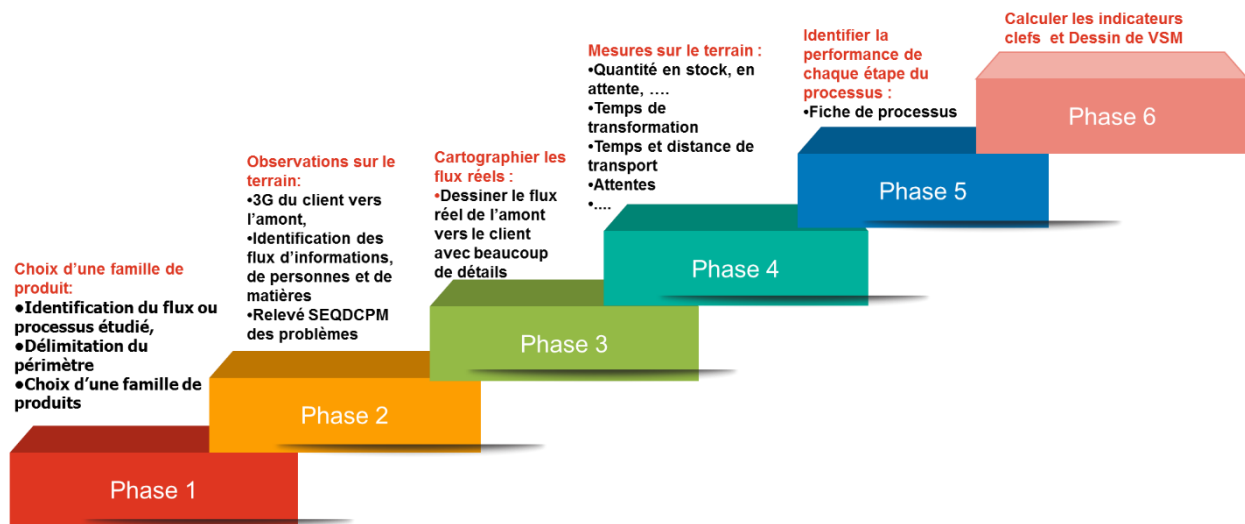


Figure 3.3 : Phases de construction de la VSM.

1^{ère} phase : Choix d'une famille de produits

Du point de vue du client, une famille de produits est un ensemble de produits qui subissent des traitements semblables, sur les mêmes équipements et dans les mêmes processus. Le choix de la famille de produits doit être la plus représentative de l'activité de l'entreprise.

Au début, le périmètre d'étude doit être défini en terme de flux physiques et d'informations, et ce depuis l'aval (livraison au client) jusqu'à l'amont de la chaîne de valeur en question. En premier lieu, le choix de produits et de famille de produits peut être faite en se basant sur la valeur et non en termes de volume, selon la méthode ABC qui repose sur le même principe que le diagramme de Pareto. En 2^{ème} lieu, une matrice Produits/Processus constituée des valeurs « 0 » et « 1 » doit être établie : « 1 » en cas de liaison et « 0 » dans le cas contraire. Après cela, l'équipe en charge utilisera la méthode d'Analyse en Composantes Principales (ACP) afin de regrouper les produits « proches » en termes d'utilisation du processus et déterminera la famille des produits à étudier.

2^{ème} phase : Observation sur le terrain

La recherche d'informations se fait sur le terrain en observant, consultant des documents et en faisant des interviews. L'équipe en charge de la cartographie doit se mettre à la place du produit et du flux d'informations. Elle est amenée de fait à observer les déroulements des événements subits par le produit ou l'information. Il est incontournable d'utiliser les 3 premiers G des 5 G de la boîte du Lean-Six-Sigma (Gemba : Se rendre sur place, le lieu réel de travail - Gembutsu : Examiner l'objet, la pièce réelle - Genjitsu : Vérifier les chiffres, les faits réels - Genri : Se référer à la théorie et au mode de calcul - Gensoku : Suivre les standards). De même,

une schématisation des déplacements des opérateurs et des machines mobiles doit être faite via l'outil Spaghetti Chart.

L'équipe de travail de la cartographie doit tenir compte de toutes les natures des variations des situations des processus, notamment les marches normales, les modes dégradés, les exceptions, et ce avec réalisation d'interviews avec les opérateurs, consultation des enregistrements... De même, elle doit relever les problèmes relatifs au processus en termes de sécurité, d'environnement, de qualité, de coûts, de délais et de motivation (SEQCDM).

3^{ème} phase : Cartographie des flux

Pour la cartographie de la chaîne de valeur, des symboles standards de la VSM sont utilisés pour présenter tous les flux selon la chronologie :

1. Positionner en haut à droite le (s) client final (aux) ;
2. Positionner en haut à gauche le (s) fournisseur (s) ;
3. Dessiner le flux réel de l'amont vers le client avec les données collectées ;
4. Dessiner le flux d'informations ;
5. Positionner les opérateurs ;
6. Reporter le relevé de problèmes SEQCDM.

4^{ème} phase : Mesure sur le terrain

Moyennant des feuilles de relevés, l'équipe en question procède à la mesure des temps de réalisation des événements par des moyens adéquats : les temps d'accomplissement des tâches, de transport, des attentes, les distances parcourues, les débits des matières, les quantités stockées, les surfaces de stockage disponibles/utilisées, les stocks non déclarés, et elle doit aussi calculer les tendances des valeurs moyennes, minimales et maximales atteintes.

5^{ème} phase : Identification de la performance de chaque étape du processus

Lors de cette étape, une fiche d'activité/processus doit être instruite pour chaque étape de la chaîne de valeur. Elle comporte 2 parties : les caractéristiques de fonctionnement des activités du processus et les données y afférentes qui sont les résultats enregistrés sur le terrain. La figure 3.4 en présente un modèle.

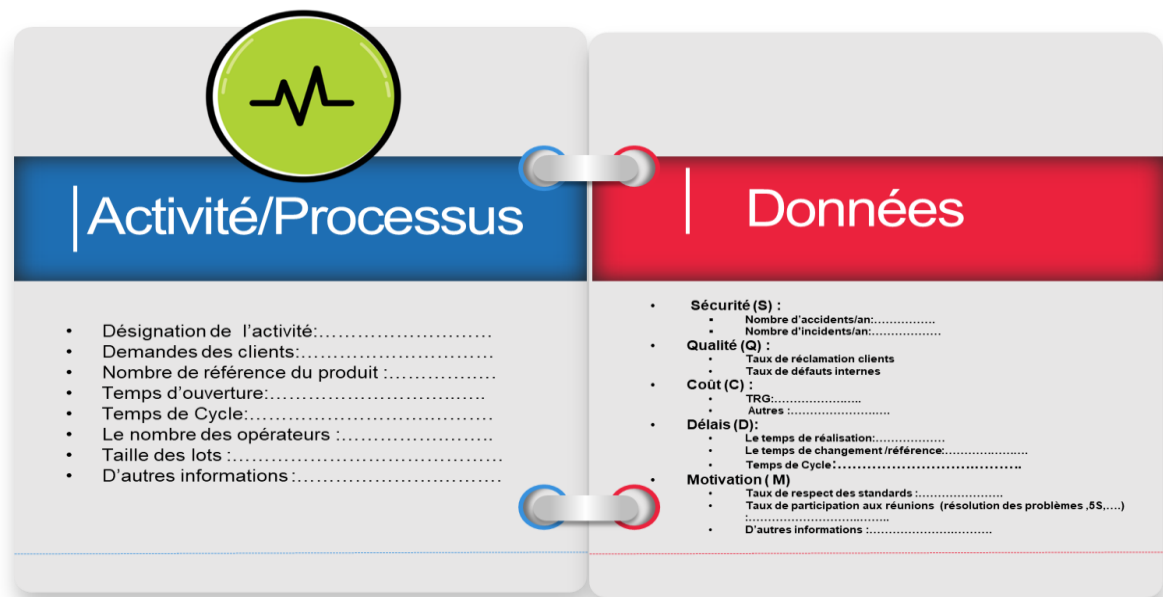


Figure 3.4 : Modèle de fiche de processus.

6^{ème} étape : Cartographie de la VSM - Etat actuel - et calcul d'indicateur

La VSM "Etat actuel" s'inscrit dans le champ de visualisation de la chaîne de valeur. Elle permet d'examiner la valeur du (des) produit(s) perçue par les clients. De ce fait, le dessin des flux de la chaîne de valeur commence par la représentation des clients et de la liste de leurs exigences. Différentes informations et renseignements sont présentés au niveau de la chaîne : temps de cycle (TC), temps de valeur ajoutée (TVA) et temps de non-valeur ajoutée (TNVA), délai d'exécution (DE), temps de changement de fabrication, débit de fabrication horaire ou journalier, nombre de produits différents, temps de travail disponible, temps utilisable, taux de mise au rebut ...

De même, un calcul des indicateurs clés doit être effectué, tel que : le taux de rendement globale (TRG), les pourcentages des stocks disponibles, des stocks défectueux ...

4^{ème} étape : Identification de la catégorie de perte (Cost Deployment)

La quatrième étape de cette méthodologie consiste à identifier les catégories de pertes via le Cost Deployment (CD). Le CD permet de définir systématiquement les actions d'amélioration qui ont un impact sur la réduction des pertes et gaspillage, et tout ce qui peut être classé comme activité sans valeur ajoutée. Il permet également d'assurer la synergie entre les différents départements de l'entreprise : la production, la maintenance, le contrôle qualité, les fonctions d'administratives...

La mise en œuvre du CD engendre différents avantages tels que :

- L'identification des catégories des pertes, dans tous les processus et leur quantification financière ;
- L'établissement des relations et des liaisons de cause à effet ;
- La séparation entre les pertes principales et celles résultantes des processus ;
- La définition d'un programme de réduction des coûts.

Le CD conventionnel est organisé et conçu en sept phases (Figure 1.18). La première de ces phases consiste à quantifier les pertes, tandis que la dernière permet de déterminer les connexions entre le budget et les projets d'amélioration y afférents [15]. Conformément à l'approche proposée, seules les trois premières phases du CD seront mises en œuvre (figure 3.5) et non toutes les sept phases :

- Construction de la *matrice A* (quantification des pertes) ;
- Construction de la *matrice B* (établissement des relations de cause à effet) ;
- Construction de la *matrice C* (affectation des coûts aux pertes ou matrice des pertes).

Dans la démarche standard du CD, les phases supplémentaires qui consistent à construire la matrice D (Pertes/Méthodes), la matrice E (Coûts/Avantages) et les matrices F&G (Plans d'amélioration et connexions entre les projets/budget) [95]), ne seront pas mises en œuvre dans l'approche proposée afin d'avoir plus de flexibilité dans la gestion des méthodes de traitement des non-conformités et la mise en place des plans d'actions tout en respectant la démarche de SMN.

En revanche, une autre phase préliminaire a été introduite dans l'actuelle démarche. Il s'agit en l'occurrence de l'identification des catégories de pertes dans tous les processus et la répartition des coûts de transformation entre les sous-processus.

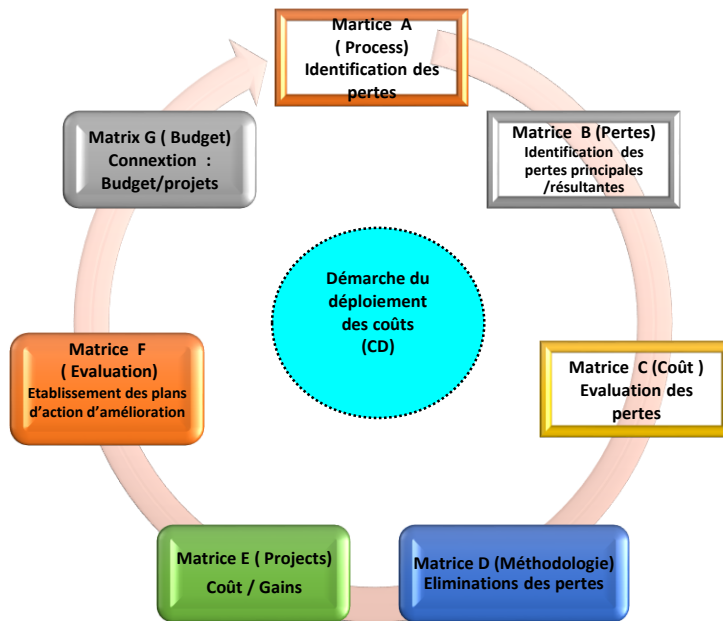


Figure 3.5 : Phases conventionnelles de mise en œuvre du CD [95].

1^{ère} phase : Présentation de la situation actuelle et identification de toutes les pertes des processus

Cette phase représente la continuité des phases 5 et 6 déjà réalisées dans la VSM. Au cours de cette phase, les catégories de pertes sont identifiées dans tous les processus de même que les coûts de transformation pour chaque sous-processus. Aussi, durant cette phase, les données doivent être analysées et validées par l'équipe de travail en partenariat avec le département financier.

Dans les entreprises, les coûts de la transformation sont souvent évalués et répartis pour chaque sous-processus qui contribue directement à la transformation des éléments d'entrée (matières premières, etc.) en des éléments de sorties (produit final). Ces sous-processus peuvent être, par exemple, la réception, la transformation, l'emballage et l'expédition. Il est certain que chaque entreprise répartit ses coûts de transformation en fonction de son organisation et de la nature de ses processus.

Pour le cas présent, les coûts de transformation ont été regroupés en cinq familles ou centres : les coûts de la main-d'œuvre et des sous-traitants, les machines, les coûts des matériaux, les coûts des services publics (énergie, eau, air comprimé, etc.) et les coûts des services externes. La figure 3.6 ci-dessous illustre la répartition des coûts de transformation par sous-processus.

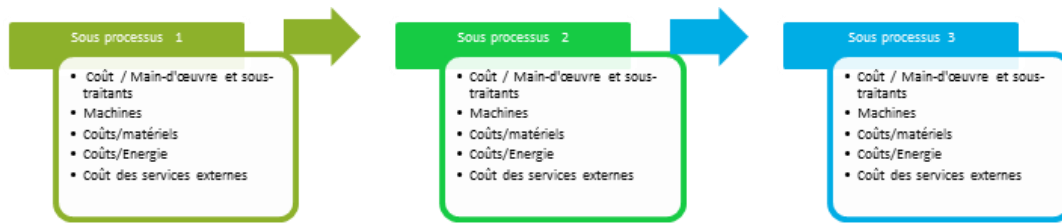


Figure 3.6 : Répartition des coûts de transformation par sous-processus.

2^{ème} Phase : Construction de la matrice "A"

L'objectif de la construction de la *matrice "A"* est d'identifier les pertes d'une manière quantitative. Cette matrice A présente les pertes des cinq centres de coûts (main-d'œuvre, machines, matériaux, énergie et services externes) et elle évalue leurs impacts sur les sous-processus.

La construction de la *matrice "A"* se réalise selon un ordre précis. Dans les première et deuxième colonnes de cette matrice, les catégories de pertes et leurs types sont respectivement mentionnés, tandis que sur la première ligne de la *matrice "A"*, les étapes du processus de réalisation sont présentées. Au niveau de chaque perte identifiée, sa valeur et son unité de mesure sont mentionnées.

La classification de l'impact de chaque perte est établie en trois catégories : considérable (importance élevée), significatif (importance moyenne) et modéré (faible importance). Pour une présentation illustrée et un management visuel, des couleurs sont utilisées pour l'identification des trois catégories.

En outre, chaque perte est classifiée comme principale et/ou résultante. Cette distinction sera le point de départ pour la construction de la *matrice "B"*. Pour les processus industriels [95], Yamashina avait identifié 18 pertes, lesquelles ont été proposées pour établir la *matrice "A"*. Ces pertes sont liées aux processus industriels : équipements, main-d'œuvre, matériaux et consommation (Figure 3.7).

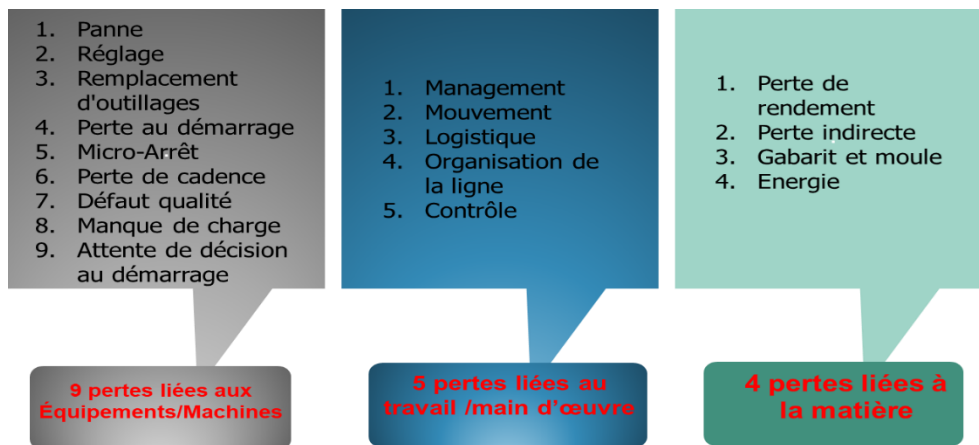


Figure 3.7 : Les 18 pertes identifiées par Yamashina (1999) [95].

Dans cette étude, un autre modèle de pertes, qui s'adapte davantage aux pertes industrielles, a été développé. Ce nouveau modèle présente 23 types de pertes, comme le montre la figure 3.8, lesquelles ont été développées à partir des 18 pertes initiales de Yamashina (1999)[95].

En effet, les pertes complémentaires suivantes ont été rajoutées au modèle de Yamashina :

- ❖ Automatisation au niveau des pertes de travail : temps perdu par les opérateurs pour le fonctionnement manuel d'une machine sachant qu'elle est automatisée ;
- ❖ Energie sans valeur ajoutée : énergie dépensée (électricité, gaz, etc.) pendant l'arrêt de l'unité, pour fabriquer des produits non conformes, et, en général, lorsque l'unité ne fonctionne pas dans les conditions normales de production ;
- ❖ Dépassement des consommations de références : consommation de référence des matières premières et auxiliaires ;
- ❖ Surconsommation sans valeur ajoutée tels que les matières perdues, les stocks déclassés ... ;
- ❖ Services de sous-traitance et d'externalisation : exigence contractuelle concernant le travail à effectuer et conséquences financières (retard, absence, manque de compétences, etc.)

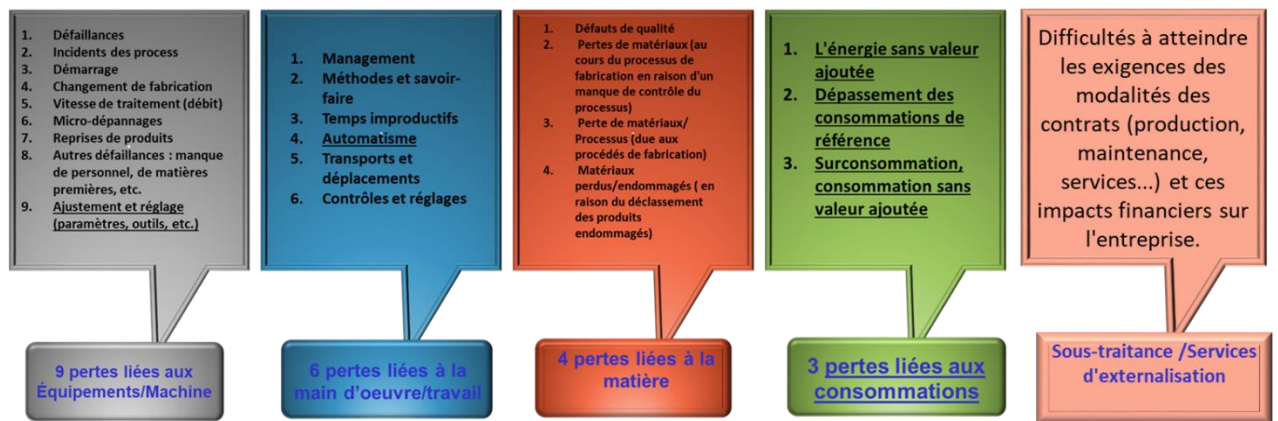


Figure 3.8 : Les 23 pertes industrielles étendues (classées selon le modèle initié par Yamashina [95] (1999)).

3^{ème} phase : Construction de la matrice "B"

L'objectif de la *matrice "B"* est de différencier les pertes principales des pertes résultantes. Les pertes principales sont celles générées directement par la machine ou le processus, alors que les pertes résultantes sont celles induites par les pertes principales.

Les pertes principales de la *matrice "A"* qui sont classées comme considérables, sont positionnées (classées) sur les lignes de la *matrice "B"*. Par la suite, toutes les pertes qui en résultent, et qui sont liées aux sous-processus, seront sujettes à quantification. Aussi, la détermination de la relation de cause à effet doit être effectuée par une équipe ayant les compétences requises (production, maintenance, finances, administration, etc.).

4^{ème} phase : Construction de la matrice "C" (matrice des pertes)

La construction de la *matrice "C"* permet de présenter les impacts financiers et économiques des différentes pertes. La valeur financière de chaque perte est calculée en multipliant la quantité de la perte par un coefficient spécifique unitaire tel que : MAD/tonne, MAD/kWh, MAD/h etc.

La *matrice "C"* est construite en positionnant les pertes les plus considérables de la *matrice "B"* au niveau des lignes, alors que les coûts de transformation sont placés dans les colonnes. Il est par ailleurs très important, pour des raisons de comparaison, que la *matrice "C"* ait une référence comparative de base mensuelle ou annuelle.

La figure 3.9 ci-dessous illustre les étapes du Cost Deployment.



Figure 3.9 : Présentation des matrices A, B et C du Cost Deployment.

5^{ème} étape : Définition des indicateurs de performances KPI des processus étudiés

De nombreuses organisations et entreprises essaient de trouver des moyens de réaliser, de contrôler, de communiquer et d'améliorer la performance de leurs processus. Ces objectifs peuvent être atteints avec succès en gérant les éléments nuisibles des activités, des produits et des services qui peuvent avoir une incidence significative sur les performances et l'environnement de travail [153,159].

Pour manager efficacement les exigences de la politique du SMI-QSE et réaliser les objectifs, les managers ont besoin d'informations en continu sur les performances et les situations de leur processus [160]. A cet effet, les choix et la détermination des indicateurs de performance des processus, KPIs (Key Performance Indicators) est une étape clé du pilotage de la performance. Pour la base de calcul des KPIs, il existe plusieurs méthodes pour obtenir ces informations et leur efficacité relative, lesquelles dépendent de la nature de l'entreprise et de l'utilisation prévue des informations.

A cet effet, différentes entreprises adoptent des indicateurs combinés et associés, intégrant par exemple des données sur un seul indice. Cependant, l'association des données sur un seul indice augmente le risque d'égarer des informations pertinentes [161].

D'autres méthodes consistent à associer les informations du terrain à l'analyse multicritères, bien que les processus de décision lors de l'évaluation puissent ajouter de l'indécision à l'appréciation. Pour remédier à certains des problèmes inhérents au SMI-QSE traditionnel, certaines initiatives ont développé des outils combinés.

On peut citer à cet effet, et à titre d'exemple, la combinaison de différentes tâches de management tels que l'analyse du cycle de vie (ACV), l'analyse multicritères et les indicateurs de performance, pour remédier au manque d'image réelle de la performance de l'entreprise [162].

6^{ème} étape : Choix et sélection des indicateurs de performance clés (KPI)

Dans les réunions du comité directeur relatif au management des performances, les managers appliquent en général les indicateurs de performance économique dans leurs processus décisionnels. Il existe par ailleurs des indicateurs clés de performance liés notamment aux facteurs critiques, lesquels peuvent influencer sur les objectifs organisationnels [136,163]). A cet effet, Parmenter, (2015) [136] a proposé une démarche méthodologique pour mettre en place ces KPIs :

1. Trouver les facteurs critiques qui impactent le management de l'entité ;
2. Définir les méthodes de mesure des impacts dans l'organisation ;
3. Acquérir les techniques de mesure pour gérer ces impacts.

Habituellement, la sélection des indicateurs de performance les plus appropriés est basée sur l'expérience, la compréhension et la connaissance de l'organisation. Elle est ensuite validée pour s'assurer que les indicateurs choisis sont à jour et conformes aux objectifs de l'entreprise. Néanmoins, certaines des méthodologies proposées sont conçues pour être plus applicables pour un secteur ou une branche spécifique plutôt que pour une organisation spécifique. Peral et al. [135], par exemple, ont examiné l'application des techniques d'exploration de données pour identifier les indicateurs de performance clés. Cette technique est basée directement sur le modèle de l'entreprise en question et est caractérisée par son invariabilité.

Dans la présente étude de cas, une procédure de synthèse pour définir les KPIs du SMI-QSE est proposée dans la Figure 3.10 [154].

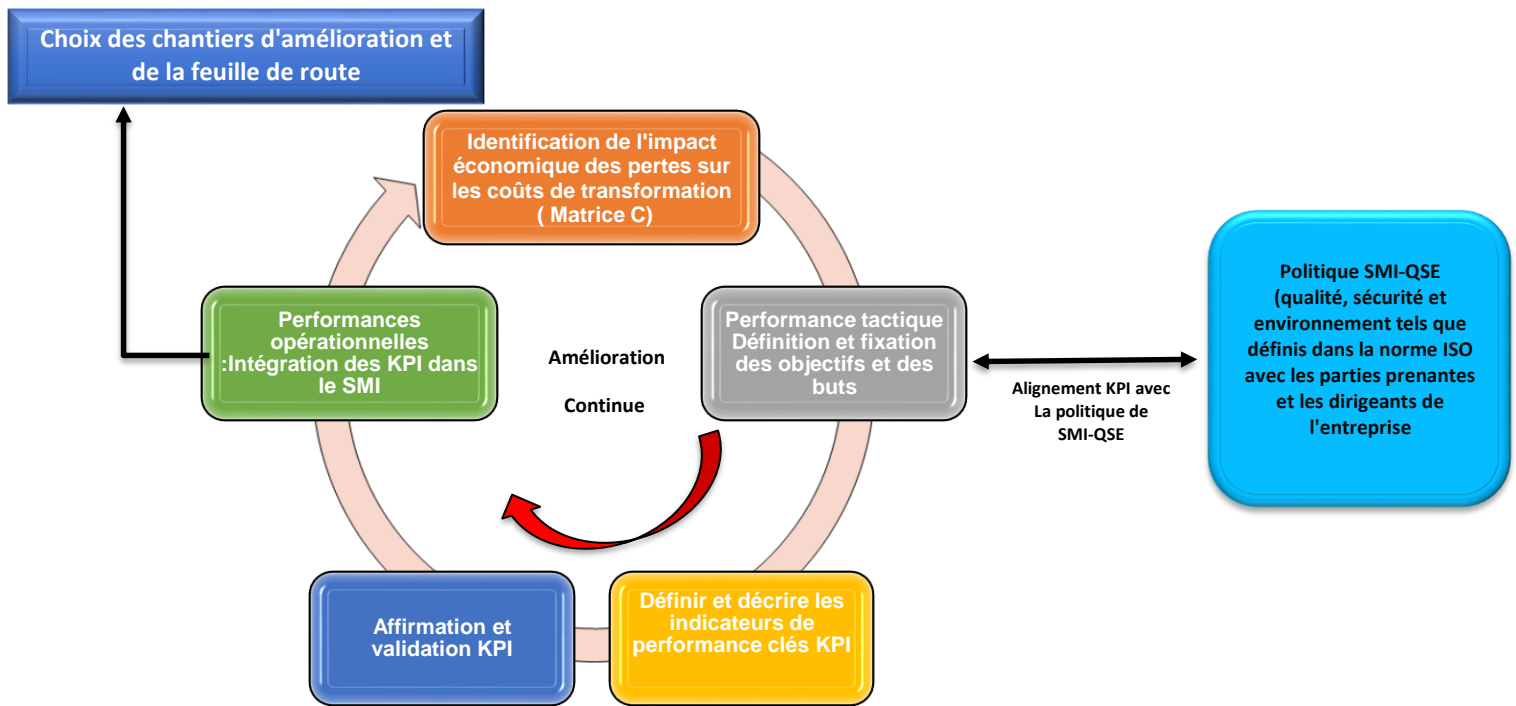


Figure 3.10 : Boucle de gestion du choix et de sélection des KPIs [153].

La définition des objectifs et des axes de performance est basée sur les résultats de la matrice C. La figure 3.10 présente une procédure de boucle de gestion concernant le choix et la sélection des KPIs. Pour la réussite du choix des KPIs, les managers de l'entreprise doivent impliquer toutes les parties concernées au cours de la réalisation de cette procédure.

7^{ème} étape : Choix des chantiers d'amélioration et de la feuille de route

Après l'identification des indicateurs de performance clés et les voies d'amélioration, l'établissement de la feuille de route doit être basé sur une hiérarchisation et une stratification des actions retenues, tout en respectant les exigences de la politique du SMN en question et le contexte de management global de l'entreprise (financier, sécurité, ...). Il faut signaler toutefois que le choix des chantiers d'amélioration et l'établissement de la feuille de route sont basés généralement sur des critères financiers (rentabilité, coûts, etc.) et ils sont construits conjointement avec les différentes compétences de l'entreprise.

8^{ème} étape : Etablissement des plans d'amélioration et suivi de leur réalisation

Chaque projet d'amélioration doit faire l'objet d'un planning de réalisation. Son élaboration doit intégrer les phases de sa mise en œuvre, de son suivi et de son évaluation. De même, ces plannings devront intégrer les dispositifs de management permettant de traiter les non-conformités à l'aide des outils de la boîte à outils Lean, ou tout autre outil approprié.

Après avoir évalué les résultats de la relation des actions présentées dans le planning, l'équipe du projet doit réaliser une revue des KPIs ou modifier les seuils de performance de ces derniers. Dans ce dernier cas, l'équipe doit regagner l'étape 6 (§ 3.4.1-b) dans la boucle de la procédure "Choisir et sélectionner les KPIs"

9^{ème} étape : Actualiser la cartographie et le Cost Deployment

La cartographie VSM des processus et les données identifiées par le Cost Deployment, doivent toujours être sujettes à une mise à jour périodiquement dans le but d'identifier d'autres priorités et pertes et d'assurer l'amélioration continue.

10^{ème} étape : Consolidation et capitalisation de l'expérience

Cette étape concerne la consolidation de l'expérience vécue et les bonnes pratiques élaborées. Elle retrace la réalisation de l'ensemble des étapes précédentes. Cette étape permet aussi d'enregistrer les séquences, les points forts et sensibles, les contraintes et les recommandations de l'équipe.

3.4.2 Développement d'une plateforme (Framework) adaptée au Système de Management Environnemental SME (ISO 14001)

a- Concept

L'ISO 14001 est une norme internationale qui spécifie les exigences pour un Système de Management Environnemental (SME). Elle fournit un cadre structuré pour qu'une organisation ou une entreprise puisse l'adopter, plutôt que d'établir ses propres exigences de performance environnementale, en se basant uniquement sur l'approche conventionnelle de la mise en œuvre de l'ISO 14001 [164]. L'objectif principal escompté à travers l'application de la norme ISO 14001 est de réduire l'impact des processus opérationnels des entreprises sur l'environnement, en adoptant notamment l'approche de l'amélioration continue [42].

Sur la base et la référence de la norme britannique BS 7750, la première version de l'ISO 14001 a été publiée en 1996 par l'organisation internationale de normalisation. Afin d'améliorer la norme, des mises à jour ont été effectuées en 2004 et 2015. La dernière version de cette norme permet de définir des exigences environnementales pour qu'une organisation puisse atteindre les résultats souhaités par son propre système de management [165]). L'ISO 14001 est une norme de management environnementale qui contrôle et améliore les pratiques environnementales [166]), et est adaptable à tous les organismes, quel que soit leur mode d'activité [20]). Toutefois, le succès du système de management de l'environnement (SME) est conditionné par la nature de l'adhésion et de l'engagement au quotidien, à tous les niveaux, de

toutes les fonctions de l'organisme, et en particulier celles du Top-management. S'il est une critique majeure envers la norme ISO 14001, elle concerne principalement le coût de sa mise en œuvre [167].

Les différentes études concernant un SME ISO 14001, ont montré l'amélioration des indicateurs relatifs à la satisfaction des clients et opérateurs, aux résultats financiers, à l'amélioration des relations avec les parties prenantes et à l'environnement de manière générale. Ces avantages peuvent être subdivisés en deux axes : interne et externe. Selon ces études, les avantages internes revêtent deux aspects :

- *Économique* : amélioration de l'image d'une entreprise ([168] ; augmentation de la capacité de rendement [48 ,168] ; réduction de la consommation des ressources naturelles et énergétiques [38] avec une optimisation de l'utilisation des emballages et des matières premières ; une implantation et intégration dans les marchés étrangers [169]) ; amélioration de la satisfaction des clients [168] ; réalisation d'une plus-value en termes de qualité de management des processus et des produits.
- *Environnemental* : réduction des rejets des substances toxiques [169] ; amélioration de la sensibilité environnementale [170].

Les avantages externes peuvent être, quant à eux, de nature :

- *Économique et relationnelle* : émergence d'une culture d'incitation et d'encouragement écologiques [169] ; réduction des asymétries d'information entre fournisseurs et acheteurs [171] ; réduction des pressions exercées par les clients, les fournisseurs et les investisseurs [170 ,172] ; diminution des imitations des concurrents [173,168].
- *Environnementale* : respect continu des exigences légales en matière d'environnement [48].

b- Plateforme (*Framework*) SME-LSS-CD: concepts SME /Lean-Six-Sigma / Cost Deployment

La méthodologie de la plateforme proposée combine principalement le SME et le CD (SME-LSS-CD). Elle vise à identifier, classer et quantifier, en termes économiques, les pertes causées par le non-respect des exigences environnementales, via une cartographie de la chaîne de la valeur VSM. Elle consiste à réunir les exigences de la norme ISO 14001, les plans d'action d'amélioration et les coûts économiques y afférents.

La méthodologie proposée, SME-LSS-CD, intègre les concepts du système de management environnemental ISO 14001, les outils du Lean-Six-Sigma et la démarche de l'outil CD. L'idée derrière cette approche est de combiner les performances opérationnelles et environnementales. Cette approche est basée sur un ensemble d'étapes chronologiques, intégrant les cinq étapes de l'outil **DMAIC** (Définir/Define, Mesurer/Measure, Analyser/Analyze, Améliorer/Improve and Contrôler/Control) [154,174]. Cet outil est souvent utilisé pour piloter les projets Six-Sigma.

De même, cette plateforme repose également sur une boucle d'amélioration basée sur les axes de la politique environnementale et sur les améliorations enregistrées sur le terrain, moyennant une optimisation des ressources des processus de l'entreprise.

La plateforme proposée est construite en huit étapes chronologiques et est présentée sous forme d'une procédure générale dans la figure 3.11 :

- Étape 1 : Définition de la politique et des objectifs environnementaux ;
- Étape 2 : Choix et identification des types de processus et leurs périmètres ;
- Étape 3 : Définition et sélection des indicateurs de performances KPIs (Key Performance Indicators) pour les processus (**DMAIC**) ;
- Étape 4 : Collecte de données sur la réalisation des produits (**DMAIC**) ;
- Étape 5 : Identification des classes des pertes (aspects environnementaux/économiques) (**DMAIC**) ;
- Étape 6 : Choix des chantiers de la feuille de route et des actions d'amélioration (**DMAIC**) :
 - Définir la méthodologie pour éliminer les pertes générées par les impacts environnementaux et quantifier les gains subséquents ;
 - Choisir les chantiers d'amélioration et établir la feuille de route avec des plans d'action.
- Étape 7 : Comparaison des résultats des actions entreprises par rapport aux objectifs fixés et mise en œuvre des mesures correctives (**DMAIC**) ;
- Étape 8 : Mise à jour de la politique environnementale : Buts, objectifs et données des matrices du Cost Deployment.

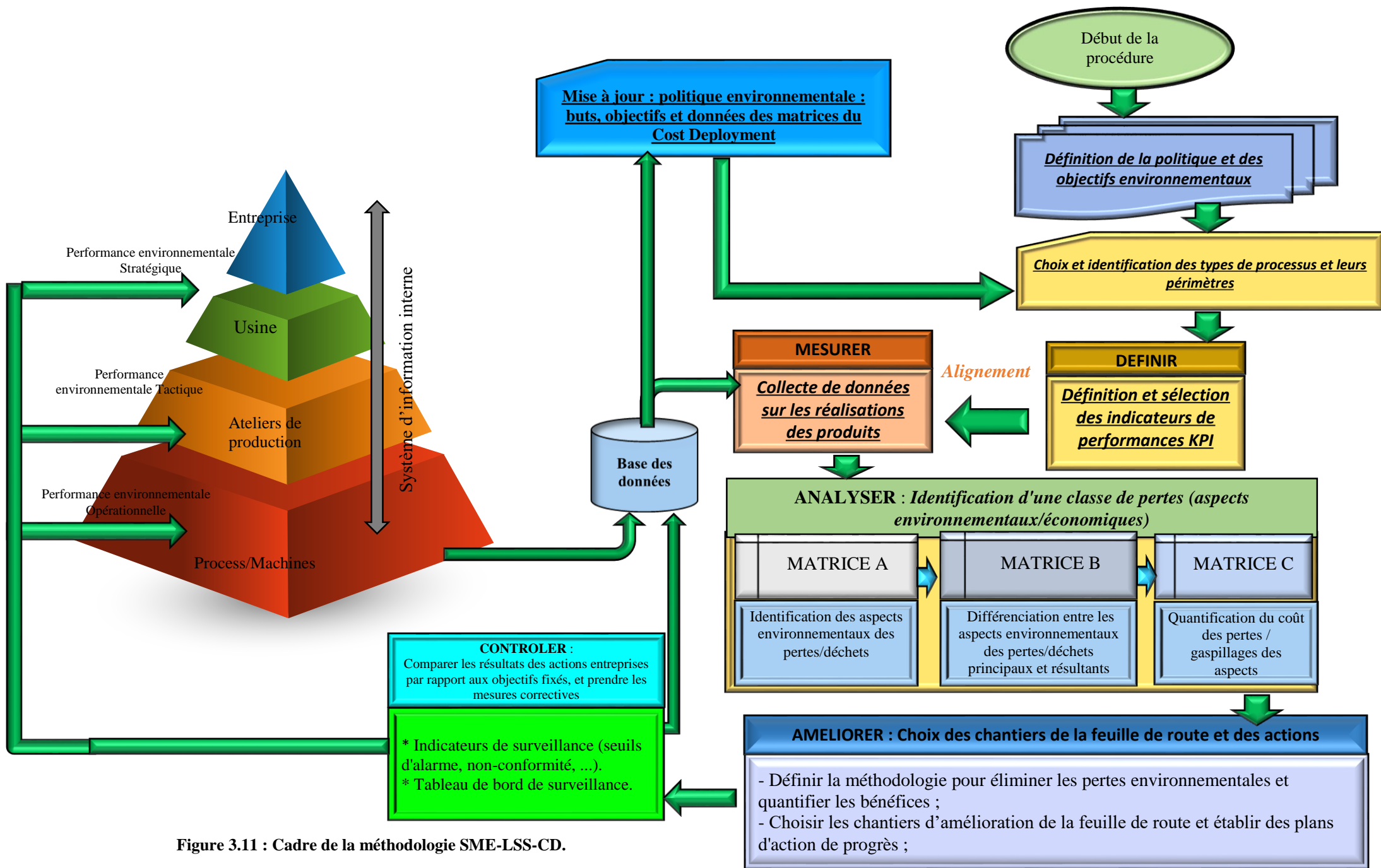


Figure 3.11 : Cadre de la méthodologie SME-LSS-CD.

1^{ère} étape : Définition de la politique et des objectifs environnementaux

La première étape de la méthodologie SME-LSS-CD consiste à définir la politique environnementale et les objectifs de l'entreprise. Conformément aux exigences de la norme ISO14001, la politique environnementale est une déclaration écrite, communiquée par la direction, à travers laquelle l'entreprise définit les objectifs et les axes de l'entreprise relatifs au management des impacts et des aspects environnementaux de ses activités.

2^{ème} étape : Choix et identification des types de processus et leurs périmètres

Cette deuxième étape vise à choisir et à hiérarchiser les processus à étudier et à en établir les périmètres. L'approche par processus consiste à identifier, gérer méthodiquement les processus environnementaux existants dans une organisation et définir les interactions entre eux (cartographie des processus). L'outil SIPOC (Suppliers, Inputs, Processes, Outputs, Customers/ Fournisseurs, Entrées, Processus, Sorties et Clients), qui est un outil Six-Sigma [175]), permet de préparer et de présenter une cartographie détaillée des processus à étudier (opérationnels, supports et managements) [175]

3^{ème} étape : Définition et sélection des indicateurs de performances KPIs pour les processus

La troisième étape de la méthodologie est consacrée à la définition et à la sélection des KPIs pour les processus [136]. Les KPIs environnementaux représentent des données environnementales sous forme d'informations concises et pertinentes [164]. L'indicateur de performance choisi par l'organisme doit être en liaison avec les axes de la politique environnementale de l'organisme. La norme ISO 14031 :2013 qui présente les lignes directrices sur la conception et l'utilisation de l'évaluation de la performance environnementale au sein d'une organisation, classe les indicateurs environnementaux en deux catégories (figure 3.12) :

- Indicateurs de performance environnementale qui permettent à l'entreprise de contrôler ses performances environnementales et d'assurer leur gestion ;
- Indicateurs de l'état de l'environnement assurent le contrôle des états de génération de pollutions résultant des activités de l'entreprise, activités qui ont des impacts sur le milieu naturel environnant de l'entreprise.

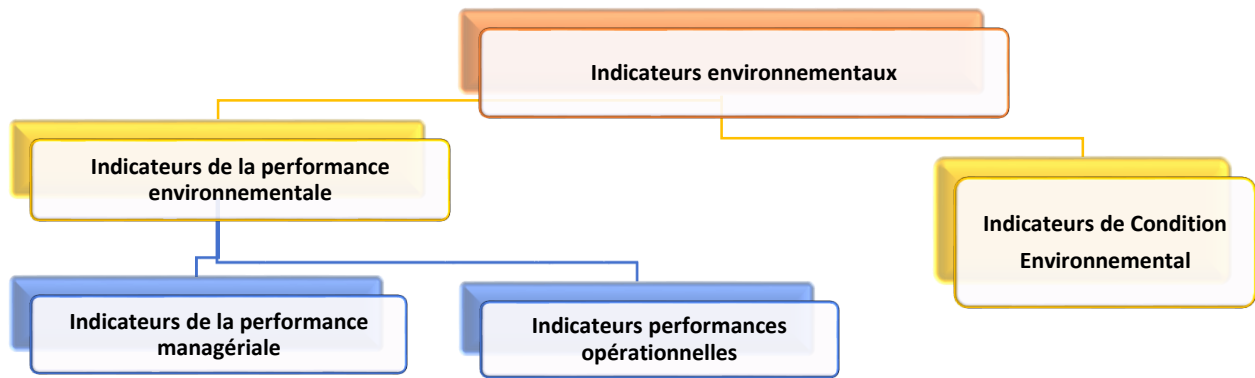


Figure 3.12 : Types d'indicateurs environnementaux selon la norme ISO 14031 [3].

Les indicateurs de performance environnementale sont également scindés, selon la norme ISO 14031, en deux catégories (figure 3.12) : *les indicateurs de performance de management*, qui mesurent l'effort de la direction pour améliorer la performance environnementale des opérations de l'organisme et *les indicateurs de performance opérationnelle*, qui mesurent la performance des opérations de l'organisation en ce qui concerne la génération des déchets, des rejets et émissions.

4^{ème} étape : Collecte de données sur la réalisation des produits

La quatrième étape du cadre de la démarche SME-LSS-CD consiste à collecter les données et les informations sur la fabrication et la réalisation des produits. Les informations requises pour la conduite de cette étape peuvent provenir de différentes sources : études effectuées, rapports/synthèses déjà réalisés, données collectées lors des enquêtes ou à travers le système d'information interne de l'entreprise... La vérification des informations et des données est une phase nécessaire qui se réalise par le biais des visites sur le terrain et des contrôles des activités concernées.

De même, d'autres outils peuvent être utilisés pour une bonne présentation des données et des flux, comme la cartographie des flux de valeur (VSM). Cet outil permet de fournir une image de la situation actuelle de la chaîne de valeur [149].

**5^{ème} étape : Identification des classes des pertes et des gaspillages environnementaux
via le Cost Deployment (CD) (construction des matrices A, B, et C)**

La cinquième étape consiste à identifier les pertes par l'outil Cost Deployment. Le CD est une approche qui permet de définir des actions d'amélioration pour réduire les pertes dans les activités de l'entreprise. Il permet également de classer d'une manière systématique les pertes et les activités sans valeur ajoutée. Il garantit la participation de tous les acteurs de l'entreprise : les unités de production, la direction financière, les fonctions administratives et les entités de contrôle [97].

Le CD standard et conventionnel est développé en sept phases comme il a été présenté (§ 3.4.1- 4^{ème} étape). La première phase consiste à identifier et à quantifier les pertes liées aux coûts de transformation, tandis que la dernière étape permet de présenter le lien entre projets, actions d'amélioration et budget [15]. Dans le cadre de l'approche proposée, seules les trois premières phases du CD sont développées :

- Construction de la *matrice "A"* qui identifie et quantifie les catégories de pertes, liées à l'altération de la performance environnementale, dans tous les processus et répartit les coûts de transformation sur les sous-processus ;
- Construction de la *matrice "B"* qui établit les relations de cause à effet ;
- Construction de la *matrice "C"* qui affecte les coûts aux pertes (matrice coûts / pertes).

Phase 1 : Construction de la matrice "A" (quantifier les pertes/gaspillages des impacts environnementaux)

En règle générale, les coûts de transformation sont calculés et attribués aux sous-processus impliqués dans la transformation des entrants (matières premières, etc.), en éléments sortants (produit final), tels que la réception de la matière, la transformation et / ou la production, l'emballage et l'expédition. Chaque entreprise répartit ces coûts en fonction de l'organisation de ses processus. Les coûts de traitement peuvent être subdivisés en cinq catégories à savoir les coûts de main-d'œuvre et d'externalisation, ceux des machines, ceux des matériaux, les coûts des services publics (énergie, eau, air comprimé, etc.), et ceux des services externes (cf. § 3.4.1- figure 3.6).

L'objectif à travers la construction de la *matrice "A"* est d'identifier les déchets et les pertes de toutes les activités de la chaîne de valeur. Après l'établissement de la *matrice "A"* et la saisie de toutes les données nécessaires, l'étape suivante est la classification des pertes. Les pertes qui

ont un impact significatif sont classées comme étant très importantes, importantes ou modérées. Les pertes peuvent aussi être classées comme étant principales ou résultantes. La distinction entre ces types de pertes sera le point de départ de la construction de la *matrice "B"*.

Pour la plateforme proposée, SME-LSS-CD, d'autres types de pertes et de déchets qui impactent à la fois les performances opérationnelles et les performances environnementales ont été développés [154]. En effet, dans le contexte environnemental proposé, ce travail a permis de prendre en considération d'autres types de pertes et gaspillages (figure 3.13), en plus des pertes industrielles standards de Yamashina [15]. En se référant à l'approche Lean and green [141], une nouvelle matrice de relation environnement / performance a été développée. Cette matrice se compose des sous-groupes :

- a. Réduction des coûts : les 18 pertes de Yamashina et services d'externalisation et de sous-traitance ;
- b. Réduction des déchets : gestion des déchets et d'utilisation des ressources ;
- c. Qualité des produits ;
- d. Impact environnemental (physique et nature).

Les trois premiers groupes sont situés à la fois dans la matrice de performance opérationnelle et dans celle de l'environnement.

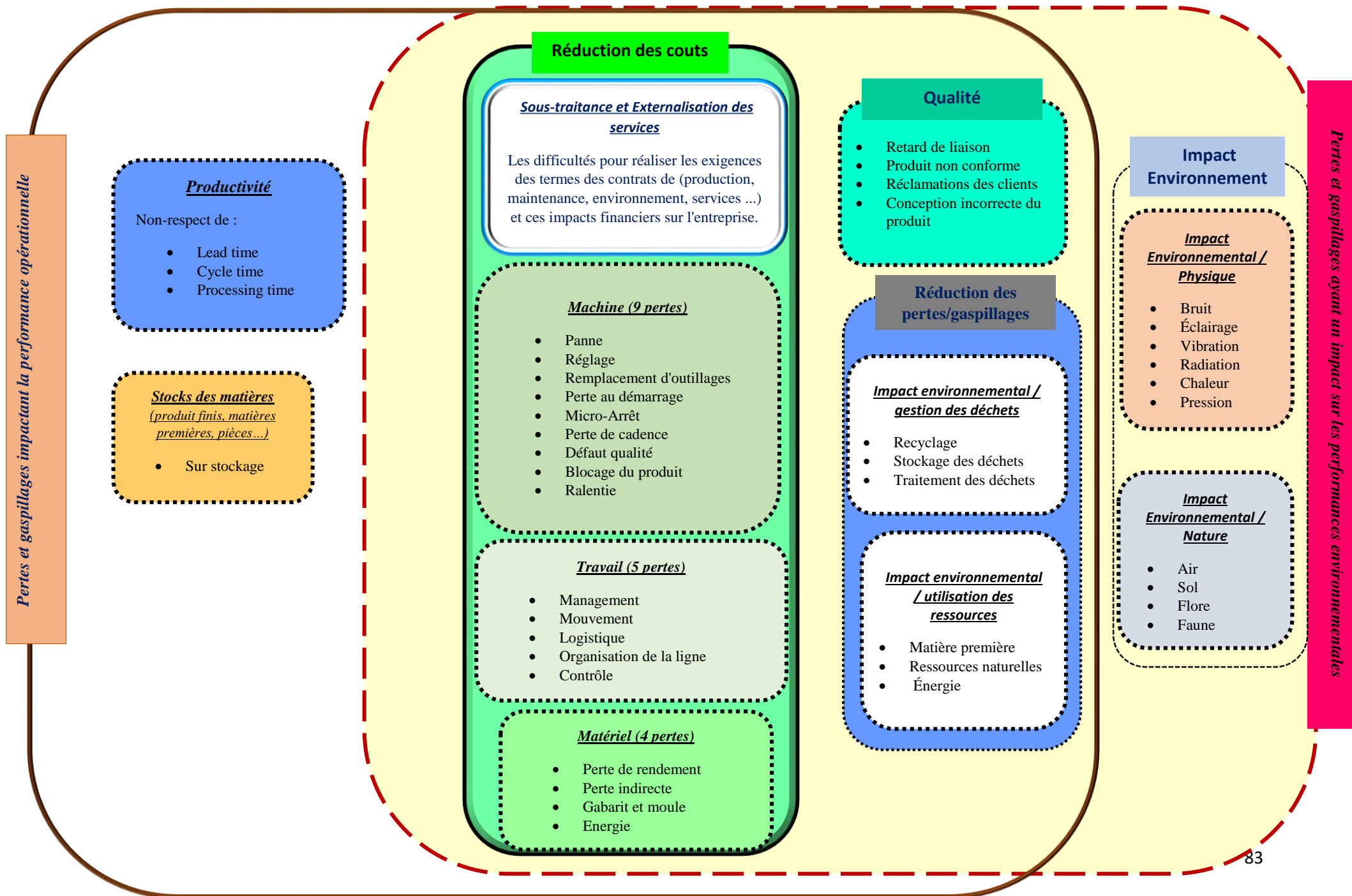


Figure 3.13 : Matrice reliant les performances opérationnelles et environnementales.

Phase 2 : Construction de la matrice "B" (matrice cause-effet / environnement)

L'objectif principal de l'élaboration de la *matrice "B"* est de schématiser la séparation et la distinction entre les pertes principales et celles résultantes, comme il a été déjà présenté précédemment (cf. § 3.4.1- 4^{ème} étape). Ensuite, toutes les pertes qui en résultent seront rattachées aux macros processus correspondant [145].

Phase 3 : Construction de la matrice "C" (Matrice coûts-pertes / Environnement)

La *matrice "C"* présente les effets et les conséquences financières des pertes sur les coûts de transformation. Cette étape a été détaillée auparavant (cf. § 3.4.1- 4^{ème} étape). Pour avoir une meilleure présentation des effets, les coûts de transformation doivent être répartis en fonction des familles spécifiques et selon la vision et la gestion interne de l'entreprise. La valeur économique de chaque perte doit être calculée en multipliant la valeur de la perte exprimée par son unité de mesure spécifique et/ou par une valeur horaire appropriée.

6^{ème} étape : Choix des chantiers de la feuille de route et des actions d'amélioration

Cette étape est importante dans la démarche managériale de la méthodologie proposée SME-LSS-CD. Le plan d'action est l'interface entre les phases d'analyse et la mise en œuvre des décisions. Il transforme les idées et les réflexions en éléments concrets et opérationnels. Il concerne tous les départements de l'entreprise : environnement, marketing, ressources humaines, logistique, contrôle qualité... La réalisation de cette étape se déroule généralement selon les phases suivantes : définition des priorités des actions (avec la préparation des ressources humaines et matérielles), organisation des équipes de travail, établissement des plannings de travail avec des délais précis, et enfin, mise en place de tous les moyens logistiques et financiers pour atteindre les objectifs fixés.

7^{ème} étape : Comparaison des résultats des actions menées avec les objectifs et mise en œuvre des actions correctives

La surveillance et le contrôle ne sont pas des activités spontanées ou aléatoires. Ils doivent être structurés et organisés. Aussi, cette étape de l'approche proposée, aide-t-elle à éviter les conséquences négatives de certaines actions et détermine-t-elle certaines modifications

d'amélioration à engager. Elle comprend également les modalités d'intervention pour correction, les critères d'évaluation, les demandes de changement de méthode, la résolution d'éventuels conflits, etc.

Pour réaliser cette étape, différents outils peuvent être utilisés : diagramme d'affinité, brainstorming, benchmarking, système Kanban, Cartographie des processus, Kaizen, cinq "S", etc.

8^{ème} étape : Mise à jour de la politique environnementale et des informations du Cost Deployment

Cette dernière étape consiste à mettre en place un mécanisme pour la mise à jour des axes de la politique environnementale (buts et objectifs) et les données des matrices du Cost Deployment. Cette phase est importante car la politique environnementale, qui reflète la vision et la stratégie de l'entreprise, est un document dynamique qui doit être mis à jour périodiquement, en fonction de l'évolution des engagements de gestion de l'entreprise et des évolutions réglementaires environnementales. Ce document doit également prendre en compte, lors de sa mise à jour, la pertinence des indicateurs de performances (KPIs) et les nouveaux moyens techniques et ressources (humaines et financières) de l'entreprise.

3.4.3 Développement d'une plateforme (Framework) adaptée au Système de Management Santé et Sécurité au Travail, SMS (OHSAS 18001)

a- Concept

L'OHSAS 18001 (BSI 2007) est reconnu dans le monde entier comme la référence internationale la plus importante en matière de santé et de sécurité au travail. [56,59]. Les principales spécificités de l'OHSAS 18001 sont sa conception et sa structure. Cet avantage lui permet d'être adapté à grande échelle et pour différents types d'organisations. Cette norme est compatible avec d'autres systèmes de management tels que les normes de qualité ISO 9001 : 2015 [176] et les normes environnementales ISO 14001 : 2015 [56].

L'OHSAS 18001 (BSI 2007) présente beaucoup d'avantage par la prévention contre les accidents, incidents et les maladies professionnelles. Cependant, pour les managers des entreprises, les interactions entre la mise en œuvre conventionnelle de OHSAS 18001 et ces impacts financiers résultants reste un sujet ouvert [58-62].

Dans ce contexte, différentes études ont abordé les méthodes de calcul de l'impact financier de la S&ST (le coût de la sécurité) [56]. Il s'en est découlé que le modèle mathématique le plus utilisé est un modèle simple à la base qui considère que le coût de la sécurité est le résultat de la somme du coût des accidents & incidents et du coût de la prévention. Panopoulos a noté toutefois que seul un nombre limité d'études intègre systématiquement les coûts de prévention [177]. Il a intégré, en sus, différents coûts concernant les processus de poursuites judiciaires notamment et les frais administratifs. Behm et al. ont de leur côté, établi un modèle pour évaluer les tendances au fil du temps des coûts totaux de la sécurité au travail [178]. Cependant, ces systèmes ne sont pas complets et présentent certaines déficiences tels un diagnostic financier des coûts des non-conformités relevant de la S&ST et les conséquences financières des actions d'amélioration.

b- Démarche de développement de la plateforme adaptée pour le système de management santé et sécurité au travail (OHSAS 18001)

Dans notre travail, une nouvelle plateforme a été proposée pour l'amélioration des performances d'un SMSST selon le standard l'OHSAS 18001. Cette méthodologie consiste en une combinaison du standard OHSAS 18001, de l'outil Cost Deployment, d'outils du Lean-Six-Sigma et en particulier le VSM (cartographie de la chaîne de valeur) et du concept de la norme AFNOR X 50-126 [179]. Cette méthodologie/plateforme sera baptisée SMS-LSS-CD.

La Norme AFNOR NF X 50-126 traite des coûts générés par la Non-Qualité. Ces derniers sont composés du coût des anomalies internes (avant que le produit ne soit livré), du coût des anomalies externes (après que le produit soit livré), du coût de détection et en fin du coût de prévention.

Dans notre cas d'étude, la plateforme proposée, SMS-LSS-CD, est un cadre de synergie entre les concepts du standard OHSAS 18001, de la norme AFNOR X 50-126, des indicateurs de performances (KPIs) et du Cost Deployment [15], avec de nouvelles structures matricielles du CD adaptées au système de gestion de la santé et de la sécurité au travail.

La plateforme proposée fournit en outre un système d'information fiable à partir des sources d'information du terrain, calcule les coûts et les dépenses liés à la santé et à la sécurité au travail et assure un classement des causes racines des incidents et accidents, dans le but de leur traitement. Par ailleurs, cette nouvelle démarche offre une présentation globale de tous les processus et de tous les flux, avec leurs interactions. Elle permet par conséquent de calculer les coûts liés à la S&ST, à la planification et à la mise en œuvre des plans d'amélioration.

La plateforme SMS-LSS-CD présente une séquence logique de traitement des causes de non-conformité de sécurité au travail, avec le calcul du coût d'obtention de la sécurité. Sa structure suit une procédure basée sur les huit étapes présentées en figure 3.14.

A noter que la mise en œuvre de la plateforme SMS-LSS-CD nécessite la participation d'équipes pluridisciplinaires des différentes compétences de l'entreprise : financière, HSE, qualité, opérationnelle, maintenance ...

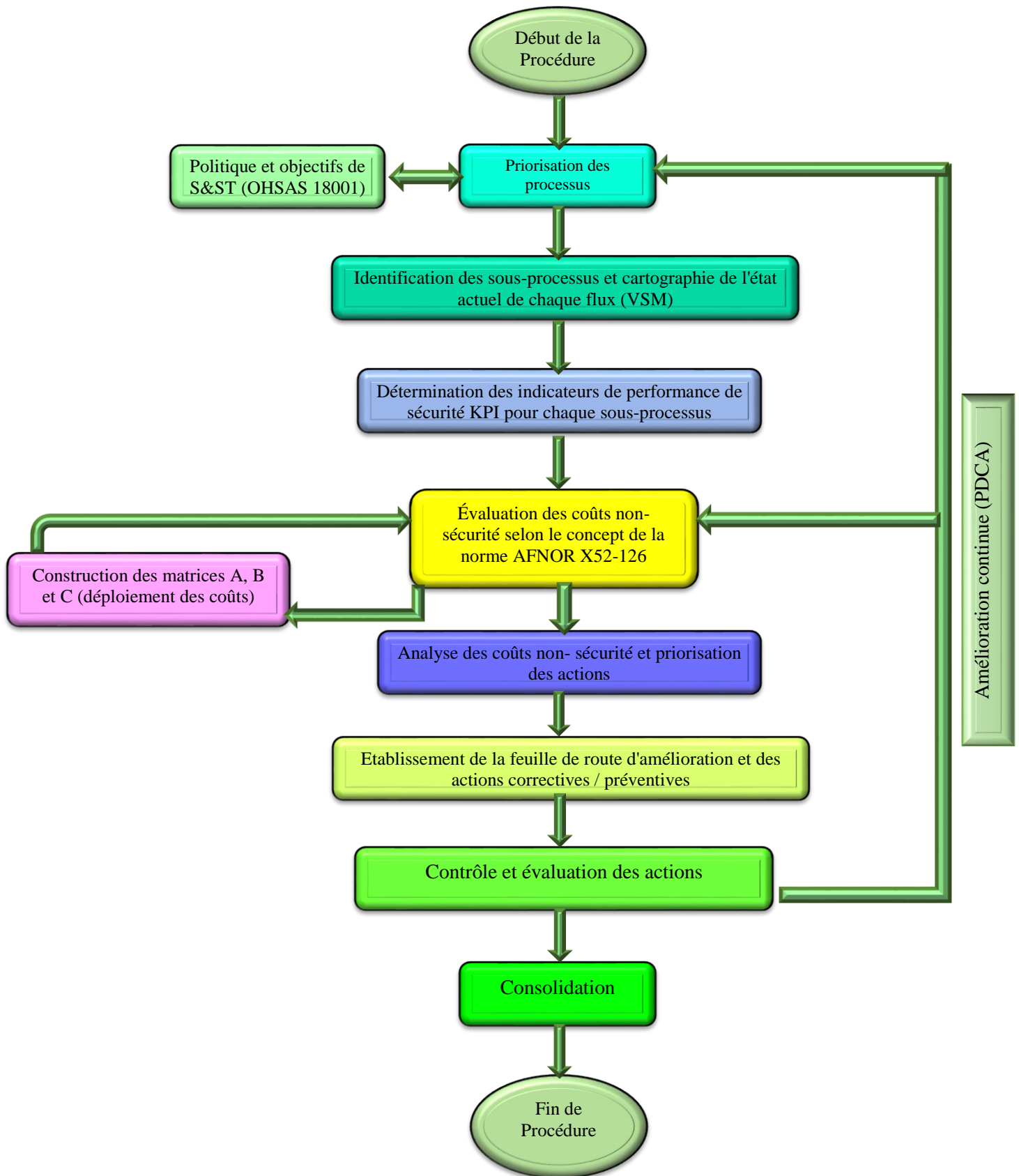


Figure 3.14 : Procédure de la démarche SMS-LSS-CD.

Étape 1 : Choix d'un processus prioritaire

La première étape de cette démarche consiste à définir les processus prioritaires à étudier. L'équipe de travail doit choisir les processus d'étude pour réaliser leur cartographie. Divers outils sont utilisés à cet effet [180], et notamment les outils SIPOC (fournisseurs, entrées, processus, sorties et clients). Les données et les informations de chacun de ces cinq composants sont souvent présentées sous forme de tableau.

La procédure de mise en œuvre du SIPOC est la suivante :

- Identifier et définir le but des processus ;
- Identifier et classer les fournisseurs et les entrants associés ;
- Identifier et classer les clients et leurs sorties associées.

Étape 2 : Identification des sous-processus et cartographie de l'état actuel de chaque flux par le VSM

La collecte d'informations sur la sécurité et la santé au travail s'effectue principalement et directement à partir du terrain. Elle doit être comparée aux autres informations ou données des systèmes de management de l'entreprise. Le but est d'avoir des données fiables pour cartographier l'état actuel de chaque flux à l'aide d'outils tel que le VSM. Ce dernier est utilisé pour cartographier visuellement les différents flux. Il doit intégrer l'état actuel des processus de sécurité d'une manière qui met en évidence les opportunités d'amélioration. L'outil VSM met en évidence les non-conformités dans les processus actuels et fournit des pistes pour des feuilles de route pour converger vers un état futur bien amélioré. La cartographie du processus permet aussi d'identifier les activités, les incidents et accidents dans le domaine S&ST.

Il est à noter que dans les entreprises de production et de manufacturing, les accidents et les incidents sont causés, en général, par des machines, des outils, des matériaux et de l'énergie [97].

Étape 3 : Détermination des indicateurs de performance de sécurité KPIs pour chaque sous-processus

Pour la surveillance de la performance de la sécurité, les entreprises adoptent des indicateurs de mesure de la performance KPIs. Parmi les KPIs les plus utilisés figurent le taux d'accidents et le nombre d'accidents. Ces indicateurs sont liés à la famille des « lagging indicators » / Indicateurs de gestion passive. Il est par conséquent clair qu'en termes de sécurité, ces indicateurs traditionnels (lagging indicators) ne présentent pas une image réelle du management de la sécurité au sein de l'entreprise. Ces indicateurs traditionnels sont des indicateurs de résultat

sécurité, ils s'orientent généralement selon deux dimensions : la fréquence et la gravité des événements indésirables (taux de fréquence, taux de gravité pour les accidents du travail).

D'autres catégories d'indicateurs ont été introduites pour répondre aux besoins de sécurité préventive, à savoir les « leading indicators/Indicateurs de gestion proactive. Ces indicateurs de gestion proactive précèdent les accidents [181], tandis que les indicateurs traditionnels (lagging indicators) mesurent les résultats d'activités négatives ou d'événements qui se sont déjà produits (par exemple les blessures ou les dégradations). Les indicateurs avancés fournissent des informations permettant de lancer des actions proactives pour corriger les faiblesses du programme de sécurité dès que le niveau de sécurité ne correspond plus aux exigences demandées. Par conséquent, les indicateurs avancés sont utilisés pour aider les décideurs et les managers à surveiller rigoureusement et efficacement la sécurité sur le lieu de travail et à éviter de futurs accidents. Une étude effectuée en 2007 par Robson et al. avait proposé une série d'indicateurs retardés qui sont, de nos jours, les plus largement utilisés dans le domaine industriel [182]. Ces indicateurs présentent des informations sur la prise en charge de la santé et de la sécurité et sur l'adhésion à la prévention. Ces indicateurs englobent les taux de réalisation des activités planifiées comme les inspections, l'entretien préventif des équipements, les réunions de sécurité, les taux de corrections des non-conformités décelées lors de ces activités, les taux d'implantation des actions correctives et préventives ...

Étape 4 : Évaluation des Coûts de Non-Sécurité (CNS)

Cette quatrième étape présente le mode de calcul des coûts de non-sécurité (CNS). Si la situation non-conforme devient potentiellement dangereuse, elle peut provoquer un accident/incident au niveau du processus concerné. De ce fait, l'inspection et le contrôle doivent être mis en place immédiatement pour éliminer les causes racines. Le coût de cette opération est appelé le "coût de détection de sécurité" (CDS).

Si cette non-conformité est corrigée dans le processus, elle aura nécessité évidemment un coût de réparation ou d'achat de matériel/équipement neuf, sans tenir compte des changements de programme de production, des pertes de temps ou des stocks supplémentaires générés en aval de la chaîne de valeur. Ce coût est appelé le "coût de sécurité interne" (CSI),

Si cette non-conformité est détectée au moment de l'accident, en revanche, elle entraînera des coûts encore plus élevés engendrés par des frais médicaux, arrêts de travail, assurance, image de marque... Le coût total est alors appelé "coût de la sécurité de défaillance externe" (CSE).

En fin, si des mesures préventives ont été engagées pour éviter cette non-conformité, le coût total de toutes les actions préventives entreprises serait le "coût de la sécurité de la prévention" (CPS).

Une autre façon de présenter ces coûts pourrait être la suivante :

Coûts de contrôle :

- frais de prévention ;
- coûts d'évaluation.

Coûts résultants :

- coûts des effets des impacts négatifs internes (avant l'accident) ;
- coûts des effets des impacts négatifs externes (après l'accident).

Les formules suivantes illustrent le Coût d'Obtention de la Sécurité (COS) :

Coût d'Obtention de la Sécurité (COS) = Coût de la Non-Sécurité (CNS) + Coût du contrôle de la sécurité (CCS)

CNS = Coût de la Sécurité des défaillances Internes (CSI) + Coût de la Sécurité des défaillances Externes (CSE)

CCS = Coût de Prévention /Sécurité (CPS) + Coût de Détection/ Sécurité (CDS)

En termes de coût, le client supporte tous ces frais. De même, en termes de sécurité et au point de vue du client, le coût réel du produit réalisé est le coût du produit moins le COS.

Le tableau 3.1 et la figure 3.15 présentent respectivement la définition et la répartition des différentes catégories de coûts.

Tableau 3.1 : Définition des quatre catégories de coûts liés à la sécurité.

Catégorie de coût	Coût de prévention (CPS)	Coûts de détection (CDS)	Coût de la sécurité des défaillances internes (non-conformité) (CSI)	Coût de la sécurité des défaillances externes (non-conformité) (CSE)
Définition	Les coûts engagés pour prévenir, réduire et même anticiper les anomalies ou les dysfonctionnements de sécurité. Ce n'est pas vraiment une question de coût mais d'investissement pour l'avenir.	Les coûts qui sont engagés pour vérifier (mesurer) la conformité de l'environnement de travail aux exigences et aux procédures de sécurité établies.	Il s'agit des coûts de correction de dysfonctionnement de sécurité et de non-conformité avant tout accident ou incident.	Ce sont les coûts générés après un accident ou un incident matériel.

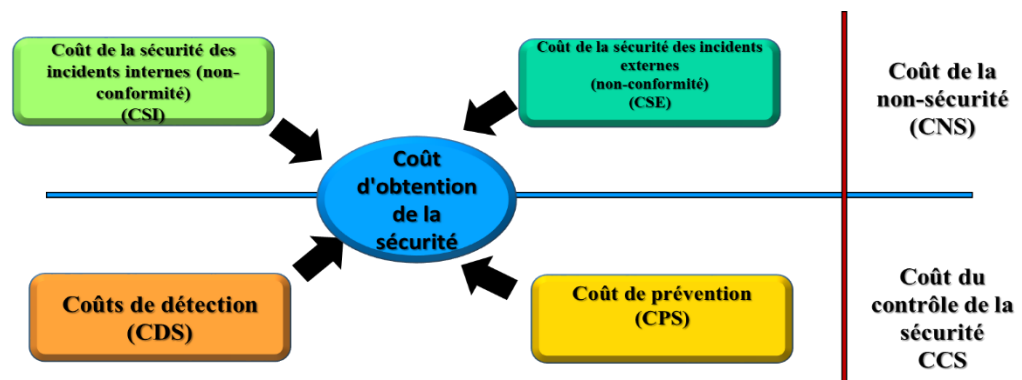


Figure 3.15 : Répartition des coûts de la sécurité

L'objectif de cette démarche, basée sur le concept de la norme AFNOR X 52-126 [179], est de montrer que l'amélioration de la sécurité génère un gain économique pour l'entreprise. La figure 3.16 illustre ce gain économique.

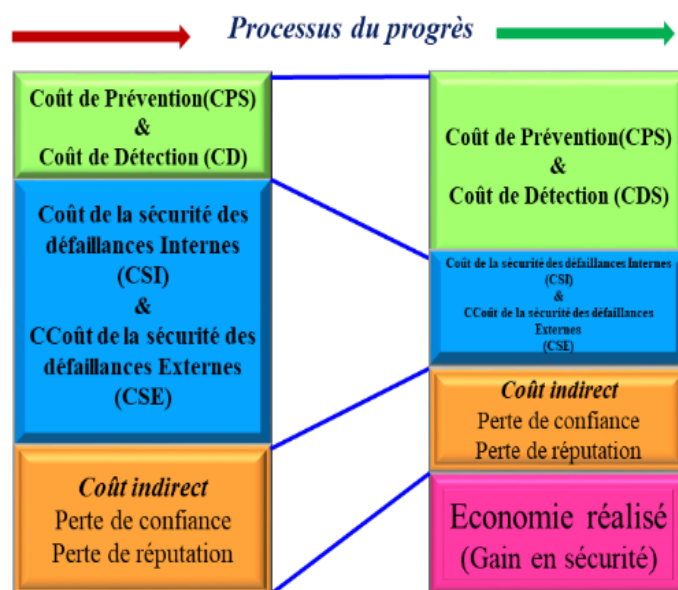


Figure 3.16 : Évolution des coûts.

Dans l'approche proposée pour le développement d'une plateforme adaptée au système de management de sécurité et de la santé au travail, une grille d'analyse exhaustive pour définir les rubriques à évaluer a été développée (Tableau 3.2).

Tableau 3.2. Définition des coûts d'obtention de la sécurité

Coût de prévention (CPS)	Coûts de détection (CDS)	Coût de la sécurité des défaillances internes (non-conformité) (CSI)	Coût de la sécurité des défaillances externes (non-conformité) (CSE)
<ul style="list-style-type: none"> - Frais administratifs - Ingénierie de sécurité - Étude de sécurité - Établissement des méthodes d'inspection - Audit de sécurité - Examen et évaluation de la conception - Revue du fichier de définition des tâches - Revue du dossier de contrôle de fabrication - Revue du dossier d'inspection - Évaluation des fournisseurs - Spécifications d'inspection réglementaires - Programmes de formation à la sécurité - Autres dépenses de prévention 	<ul style="list-style-type: none"> - Réception des équipements de sécurité après livraison - Inspection des ateliers des fournisseurs - Coût des matériaux et équipements de sécurité consommés - Analyse et traitement des données - Inspection de l'environnement de travail - Inspection de sécurité des processus - Inspection de démarrage des équipements - Inspection des équipements de manutention - Certificats d'agrément des services officiels - Évaluation du matériel et des équipements de sécurité stockés - Matériel de sécurité consommé lors des tests - Traitement des données d'inspection - Métrologie des équipements de sécurité - Matériel utilisé par l'inspection de sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> - Panne d'équipement de sécurité - Erreur de conception de l'équipement - Recherche de défauts dans les équipements de sécurité - Réinspection des équipements de sécurité défectueux - Non-respect des consignes de sécurité et des instructions par les travailleurs - Dégradation brutale des équipements de production - Absence de procédures de sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> - Enquête du terrain - Judiciaires et administratifs - Consultant - Médical - Temps d'arrêt pour accident - Perte de productivité - Responsabilité civile et pénale - Expertise par une instance juridique - Perte d'employés clés et d'expertise - Perte de l'image de marque

Le tableau 3.2 illustre également les coûts de sécurité résultant de la non-conformité. Le calcul détaillé du coût de non-sécurité (CNS) (pertes résultantes / pertes principales) sera détaillé dans le paragraphe suivant en utilisant l'outil Cost Deployment.

La phase suivante de cette quatrième étape consiste à calculer et à déterminer l'impact financier de la S&ST à l'aide de l'outil Cost Deployment. Pour les industriels, la mise en place de l'outil CD permet par ailleurs de définir les actions d'amélioration et de réduire les pertes.

Le Cost Deployment permet d'analyser les différentes catégories de pertes et de calculer leur coût financier à travers des données physiques : heures d'arrêt, pièces non produites et quantités de produits dégradés en kg, quantités qui sont converties ensuite en coût.

Dans la plateforme en cours de développement, et à l'instar des deux premières plateformes des SMN (SMI et SME), seules les trois premières étapes du Cost Deployment seront utilisées et non toutes les sept prévues par le CD (cf. § 3.4.1). En conséquence, le cheminement suivi consiste à :

- Identifier les catégories de pertes concernant la sécurité dans tous les processus et répartir les coûts de transformation sur les sous-processus ;
- Construire la *matrice "A"* (quantifier les pertes) ;
- Développer la *matrice "B"* (établissement des relations de cause à effet) ;
- Structurer la *matrice "C"* (attribution des coûts des non-conformités sécuritaires : matrice coûts / pertes).

Comme il a été présenté précédemment (§ 3.4.1- 4^{ème} étape) pour les procédés industriels, Yamashina (1999) a défini 18 pertes utilisées pour la construction de la *matrice A*. Les pertes liées aux procédés industriels peuvent être classées par nature : Machines/Equipements, Travail et Matériaux.

Pour l'approche proposée SMS-LSS-CD, d'autres types de pertes dues à la santé et sécurité au travail (accidents / incidents) ont été développés dans le cadre de ce travail.

La figure 3.17 ci-dessous présente les catégories de pertes étendues liées à la S&ST qui affectent les performances de sécurité.

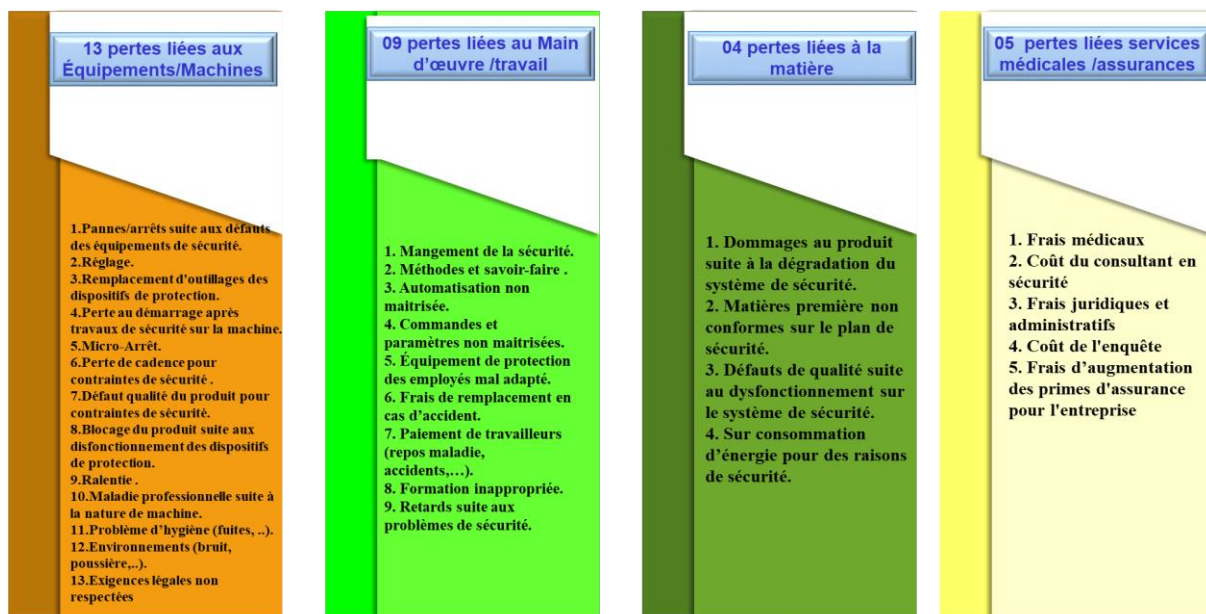


Figure 3.17 : Les 30 pertes étendues utilisées pour la construction de la *matrice A*.

En effet, dans le contexte de management de la santé et la sécurité au travail, d'autres types de perte ont été identifiées dans le cadre de cette étude. De ce fait, une nouvelle "*matrice A*" a été développée. Cette matrice est composée de quatre sous-groupes :

- Machine : 12 pertes générées par les machines ;
- Travail : 9 pertes causées par les arrêts de travail des employés ;
- Matériel : 4 pertes affectées par la production de produits non conformes ;
- Services médicaux/assurances : 5 pertes financières dues aux frais médicaux.

La construction de la *matrice "A"* et le classement des pertes sont identiques à la démarche présentée précédemment (cf. § 3.4.1- 4^{ème} étape).

La construction et l'établissement de la *matrice "B"* (définition des relations entre les causes principales et résultantes) et de la *matrice "C"* (calcul des coûts afférents aux pertes) sont similaires aux mêmes approches présentées précédemment (cf. § 3.4.1- 4^{ème} étape).

Etape 5 : Analyse des coûts de non-sécurité et priorisation des actions

La cinquième étape de l'approche SMS-LSS-CD proposée, implique une analyse des problèmes et des difficultés critiques mis en évidence dans les processus étudiés. Dans la présente étape, il convient d'utiliser les outils disponibles pour éliminer les causes de non-conformité de la sécurité. A titre d'exemple, les outils suivants peuvent être utilisés à cet effet : diagramme d'Ishikawa, analyse de Pareto, brainstorming, cinq pourquoi, outils statistiques, histogramme, diagramme d'interrelations, diagramme d'affinité. En fonctionnement normal, il revient à l'équipe de travail de choisir les outils appropriés qui seront mis en œuvre.

Il convient également pour ce faire, de classer les causes des accidents / incidents. Ces dernières peuvent être subdivisées en trois catégories. La 1^{ère} catégorie concerne les causes directes comme les sources d'énergie (vapeur, électricité, outils ...) et les matières dangereuses; la seconde catégorie concerne les causes indirectes liées au travailleur tels que les conditions dangereuses de travail et les actes dangereux ; la troisième et dernière catégorie regroupe les autres causes tels que les conflits politiques, personnels et environnementaux [183].

Concernant les éléments influents lors de l'analyse des causes des accidents, ils sont directement liés à la nature des activités opérationnelles de l'entreprise. Pour les entreprises manufacturières, ces éléments sont classés en trois catégories : les facteurs d'influence liés aux consommateurs/clients, besoins, climat économique et éducation, ceux en lien avec le mode et l'état des équipements/machines, site, travaux, et, enfin, ceux concernant les conditions de travail (équipements, lieu et équipe de travail) [174,184].

Étape 6 : Etablissement de la feuille de route d'amélioration et des actions

correctives / préventives

En utilisant les données de la cinquième étape, l'équipe de travail prépare la feuille de route et les actions correctives / préventives avec les KPIs adéquats (les indicateurs de performance pour le suivi) [185]. Le plan d'action adopté pour l'amélioration continue est généralement subdivisé en deux axes: managérial et opérationnel.

L'axe managérial est généralement commun à toutes les entreprises. Il concerne la politique de sécurité et son déploiement, la mise en œuvre des exigences de la politique de sécurité, les audits et les contrôles. En ce qui concerne l'axe opérationnel, son établissement est lié directement aux natures d'activités de l'entreprise et à ses types de processus.

Étape 7 : Suivi et évaluation

La septième étape de l'approche proposée consiste à adopter des méthodes de suivi et d'évaluation des impacts et des effets des actions d'amélioration engagées à l'étape 4 (cf. § 3.4.3-b Etape 4). L'objectif principal est de vérifier l'efficacité des actions mises en œuvre, comparativement aux objectifs prévus. Cette étape permet d'avoir une image réelle (positive ou négative) des résultats obtenus. Elle permet également d'identifier les goulots d'étranglement et d'interroger l'équipe de travail sur les non-conformités constatées.

Étape 8 : Consolidation

Durant cette dernière étape, toutes les expériences mises en œuvre lors des sept précédentes étapes doivent être capitalisées et restructurées pour fournir et communiquer un retour d'information aux managers et aux opérateurs. Cette capitalisation doit intégrer également les bonnes pratiques développées, les difficultés rencontrées et les solutions adoptées.

3.4.4 Développement d'une plateforme (Framework) adaptée au Système de management Qualité SMQ (ISO 9001)

a- Concept

La norme ISO 9001, comme cela a été présenté au paragraphe 2.5.3 (chapitre 2), décrit en détail les exigences du système de management qui doivent être mises en œuvre, d'une manière cohérente, afin que l'entreprise puisse réaliser les produits conformément aux exigences des parties prenantes, assurer leur satisfaction et améliorer continuellement l'efficacité de leurs processus. En outre, la norme ISO 9001 représente les meilleures pratiques du système de management de la qualité [6]. De ce fait, les entreprises industrielles qui appliquent la norme ISO 9001 ont obtenu des résultats très significatifs [18]. Toutefois, l'efficacité de la mise en œuvre de la stratégie de l'entreprise et de l'ISO 9001 demeure une contrainte fondamentale pour les entreprises industrielles [31,35]. En effet, il n'existe pas de méthodes de mesure conventionnelles et standardisées, qui permettent la vérification de l'efficacité de la mise en

œuvre de la stratégie de l'entreprise et des améliorations des processus opérationnels selon l'ISO 9001 et d'assurer une cohérence entre les interfaces.

L'approche proposée dans ce travail, qui a pour but d'améliorer les performances opérationnelles de l'entité, consiste en une combinaison entre le SMQ ISO 9001, le Cost Deployment et les outils du Lean-Six-Sigma et tous particulièrement le VSM. La plateforme qui en résultera sera baptisée « SMQ-LSS-CD » et permettra d'intégrer à l'architecture du système ISO 9001 une vision financière, dans le but de réduire les pertes et les gaspillages moyennant la démarche Cost Deployment et les outils du Lean-Six-Sigma.

La plateforme SMQ- LSS-CD repose sur une structure d'alignement entre la performance opérationnelle et les axes de développement stratégiques d'une entreprise. La SMQ-LSS-CD propose par ailleurs une aide à la décision pour les actions d'amélioration proposées.

En termes de management, cette plateforme offre un soutien au pilotage des processus afin de prendre des décisions tactiques et opérationnelles adéquates. Elle permet aussi d'améliorer et de maintenir les performances de production.

b- Démarche de développement de la plateforme adaptée pour le SMQ

L'objectif principal de cette démarche est dans l'esprit de répondre aux attentes des parties intéressées et particulièrement aux clients. Dans ce contexte, il est indispensable de piloter en continu les traitements des non-conformités, de déterminer les indicateurs KPIs appropriés et de mettre en place les actions adéquates afin d'assurer l'amélioration de la performance des processus.

Pour éliminer les impacts négatifs des non-conformités, une méthodologie basée sur la valeur ajoutée a été proposée, tout en respectant la structure de la norme ISO 9001. Elle consiste à combiner la cartographie de la chaîne de valeur avec un outil du Lean, le VSM [149], l'outil Cost Deployment [15 ,96 ,145]. Cette plateforme devrait être nécessairement attachée au système d'information de la firme pour traiter les données, calculer le coût des pertes et prioriser celles à éliminer.

La plateforme proposée est déclinée en cinq étapes, comme illustré par la figure 3.18.

Étape 1 : Définition des objectifs Qualité et des besoins en ressources.

Les objectifs de la qualité doivent être définis par la direction de l'entreprise selon les exigences de la norme ISO 9001, en tenant compte des prévisions de production. Ces objectifs sont définis en fonction des missions stratégiques de l'entreprise qui reflètent son image et son

positionnement sur le marché. La direction doit définir par ailleurs les besoins en ressources. En effet, la norme ISO 9001 exige pour la réalisation des objectifs de l'entreprise d'une manière fonctionnelle et opérationnelle, que les ressources nécessaires humaines, matérielles et financières soient bien identifiées. A cet effet, la direction doit fournir les moyens et ressources nécessaires et identifier les processus clés, en concertation avec les équipes concernées.

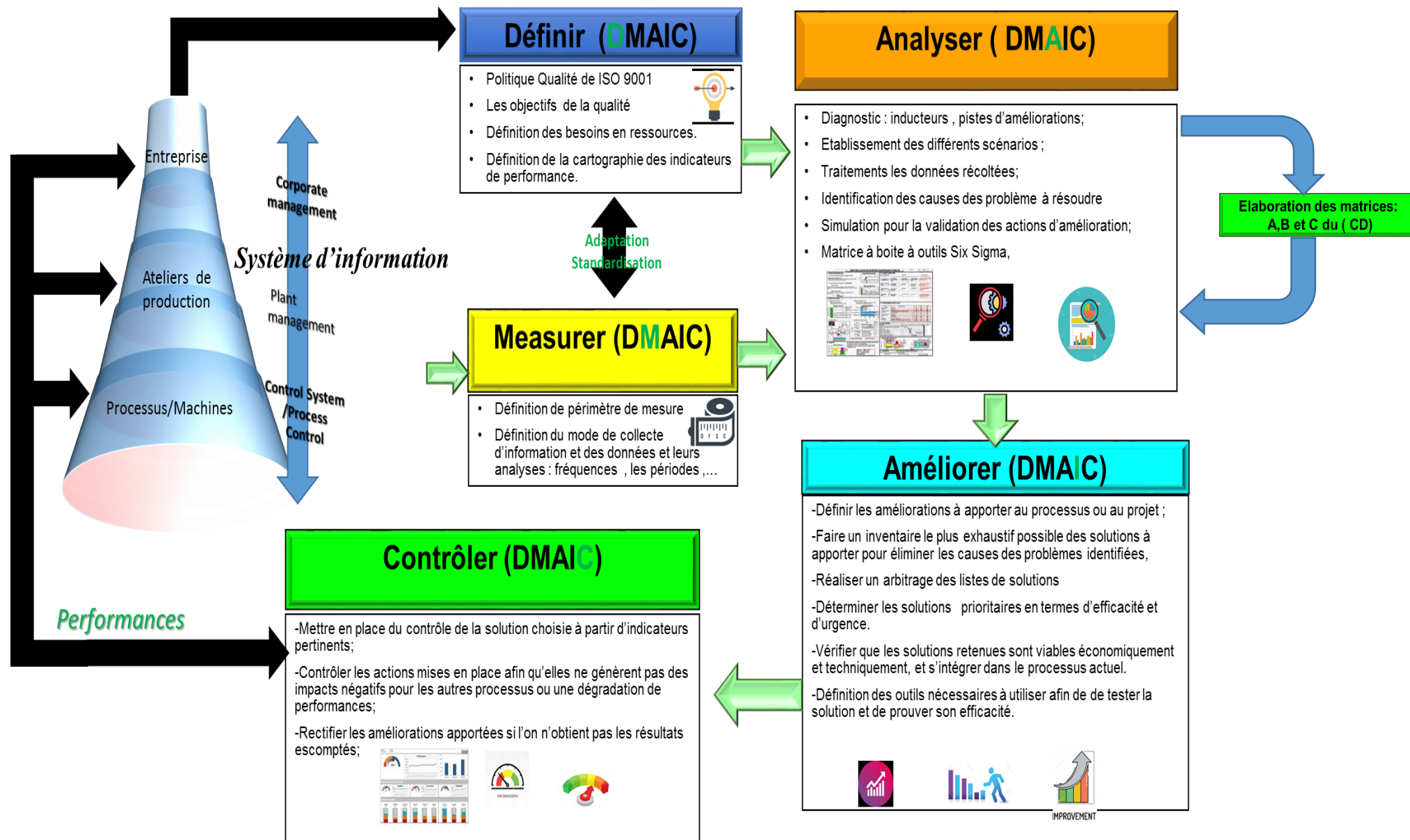


Figure 3.18 : Présentation de la démarche combinant le SMQ ISO 9001, le Cost Deployment et les outils du Lean-Six-Sigma (SMQ-LSS-CD).

Étape 2 : Etablissement de la cartographie des processus et des indicateurs de performance

Cette étape consiste en la construction de la cartographie des processus sujet de l'étude. Cette cartographie, qui utilisera l'outil VSM du Lean-Six-Sigma, aidera à visualiser la performance globale de l'entreprise, les pertes, les gaspillages et les non-conformités.

De même, les indicateurs de performance clés devraient être associés aux exigences normatives et aux axes de la politique qualité du SMQ ISO 9001. Pour chaque indicateur de performance clé, des valeurs-cibles, des seuils de non-conformité et d'alerte, doivent être définis. Cette étape consiste aussi en la définition de l'approche pour la collecte des informations et données, et protocoles de mesure : fréquence, périodes et lieux des relevés. Toutes ces données doivent être fournies à partir du système d'information propre à l'entreprise en question. L'objectif principal est de collecter des données fiables et validées.

Étape 3 : Analyses des données et évaluations financières des pertes et gaspillages

Cette 3^{ème} étape de la méthodologie comprend une démarche pour calculer et déterminer l'impact financier des pertes et gaspillages en termes de qualité, en utilisant l'outil Cost Deployment. Pour les entreprises industrielles particulièrement, l'utilisation de l'outil CD permet de déterminer les retombées financières, de définir les actions d'amélioration et par conséquent de réduire les pertes.

Le CD a déjà été présenté auparavant (cf. § 3.4.1- 4^{ème} étape). Sa première étape est d'identifier et de quantifier les pertes des coûts de transformation. Quant à sa dernière étape, elle présente les relations entre les projets à engager, les actions d'amélioration et le budget [15].

Dans l'approche proposée pour le développement d'un outil couplé au SMQ, et à l'instar des outils similaires développés précédemment pour les autres SMN (SMI, SME, SM S&ST), seules les trois premières étapes du CD et non la totalité des sept étapes prévues par l'outil, seront adoptées : réalisation des matrices A, B et C.

Comme il a été adopté aussi précédemment (§ 3.4.1- 4^{ème} étape), les 18 pertes identifiées par Yamashina [15] pour l'établissement de la matrice A, ont été étendues et complétées pour l'élaboration de la plateforme SMQ-LSS-CD. La figure 3.19 ci-dessous présente les pertes étendues et adaptées au cas d'un SMQ.



Figure 3.19 : Les 33 pertes liées à la qualité et leur catégorie.

Etape 4 : Définition et choix des chantiers d'amélioration

Après avoir identifié les écarts et leur nature (sporadique, continu ...), entre les valeurs des KPIs et celles des objectifs, des actions d'amélioration doivent être programmées en fonction des différences mesurées et de leurs impacts. Par la suite, une priorisation des actions avec une programmation des ressources y afférentes seront nécessaires.

Habituellement, lors de cette étape, l'équipe de travail doit :

- définir les améliorations à apporter au processus ou au projet ;
- faire un inventaire, le plus exhaustif possible, des solutions à apporter pour éliminer les causes identifiées des problèmes ;
- réaliser un arbitrage entre les listes des solutions proposées ;
- déterminer les solutions prioritaires en termes d'efficacité et d'urgence ;
- vérifier que les solutions retenues sont viables économiquement et techniquement, et sont intégrables dans le processus en question ;
- définir les outils nécessaires à utiliser afin de tester les solutions et prouver leur efficacité.

Etape 5 : Etablissement et mise en œuvre des plans d'action avec des mises à jour de la cartographie, des indicateurs de performance, des objectifs de la politique qualité

Les actions d'amélioration retenues seront planifiées dans le temps et des plans d'action seront établis. Pour visualiser l'impact positif de ces actions, des simulations peuvent être réalisées moyennant un système d'information adapté à la culture de l'entreprise et au standard

ISO 9001. De même, lors des corrections des non-conformités apparues et pour la résolution des problèmes y afférents, l'équipe peut faire appel aux outils de la boîte à outils du Lean-Six-Sigma (cf. chap1, § 1.3.3 fig. 1.16).

Pour cette étape, l'équipe de travail doit :

- mettre en place des outils de contrôle de la pertinence de la solution choisie à partir d'indicateurs pertinents ;
- contrôler les actions mises en place afin qu'elles ne génèrent pas des impacts négatifs pour les autres processus ou une dégradation de la performance ;
- rectifier et réadapter les actions d'amélioration apportées en cas de besoin.

Par ailleurs, les dispositifs concernant les indicateurs de performance, la cartographie des processus, la politique qualité et les matrices du CD, sont des systèmes dynamiques qui doivent répondre en permanence aux demandes implicites et explicites des clients et des parties prenantes. De ce fait, ils doivent être sujets à des revues d'une manière permanente.

3.5 Conclusion

L'objectif de ce chapitre 3 consistait à présenter, d'une part, la méthodologie de recherche retenue et de décrire, d'autre part, les plateformes (*Framework*) développées pour traiter la problématique d'amélioration des performances des systèmes de management normatifs QSE, notamment l'élimination des pertes et gaspillages.

Pour des raisons pratiques de modélisation, le cas d'un système de management intégrant les référentiels normatifs Qualité-Environnement-Sécurité, ISO 9001, ISO 14001 et OHSAS 18001, (SMI), a été traité en premier. La plateforme développée en 10 étapes, intégrant la cartographie de la chaîne de valeur par l'outil VSM et le déploiement des coûts par l'outil CD a été présentée. Sa mise en œuvre vise l'élimination des pertes et gaspillages pour réaliser l'amélioration des performances opérationnelles d'un tel système de management.

Pour répondre séparément aux spécifications et aux exigences des systèmes de management adoptant l'un des référentiels ISO 9001, ISO 14001, et OHSAS 18001 et en tenant compte des spécificités des entreprises, trois autres plateformes spécifiques ont été développées : « SME-LSS-CD », « SMS-LSS-CD » et « SMQ-LSS-CD », respectivement pour chacun des systèmes de management précités. Les démarches, les finalités et les procédures de mise en œuvre de ces plateformes sont similaires à celle du premier cas qui prend en compte un système de management intégré.

L'ensemble de ces quatre plateformes sera testé empiriquement, à l'échelle industrielle, afin de tester et de valider leur capacité à éliminer les pertes et gaspillages et de réaliser, in fine, l'amélioration des performances opérationnelles des processus.

Chapitre 4. Expérimentation et validation des plateformes développées pour l'amélioration des performances des Systèmes de Management Normatifs.

4.1 Introduction

L'objectif de ce chapitre est de décrire les expérimentations mises en œuvre aux seins de sites logistiques industriels certifiés selon plusieurs systèmes de management normatifs QSE. Ces expérimentations ont été réalisées afin de tester et de vérifier la validité des plateformes (Frameworks) développées précédemment (cf. chapitre 3). Le but escompté de la mise en place des plateformes est de minimiser les pertes et les déchets et d'améliorer, en conséquence, les performances opérationnelles des systèmes de management normatifs. Pour rappel, les approches proposées ont été élaborées à travers des études bibliographiques et des observations sur le terrain concernant les améliorations potentielles.

Ces expérimentations sont des éléments clés pour réaliser une comparaison entre la démarche théorique des plateformes développées au chapitre 3, et leurs impacts ainsi que leurs retombées sur l'entreprise. Ces retombées concernent aussi bien les résultats économiques de l'entreprise et son système de management que la satisfaction des parties prenantes.

Par ailleurs, les améliorations des systèmes managériaux opérationnels sont des processus autocorrectifs, c.-à-d. qu'elles contiennent, en elles-mêmes, les outils qui permettent d'affirmer ou de réfuter une ou plusieurs phases de leur déroulement.

Pour ce faire, des sites industriels typiques ont été choisis comme chantiers pour les expérimentations, pour des périodes allant de 7 à 14 mois, selon le système de management concerné et la plateforme proposée pour l'amélioration de ses performances.

Les expérimentations des plateformes seront présentées dans l'ordre de leur développement, à savoir : 1- SMI, 2- SME, 3- SMS, 4- SMQ.

4.2 Expérimentation et validation des plateformes développées

Pour le présent travail, les expérimentations engagées à l'échelle industrielle consistent à tester la validité des plateformes et des démarches développées dans le cadre des SMN (multi ou mono-système). Les résultats issus de ces expérimentations feront l'objet d'interprétations, d'analyses, de discussions et aboutiront à la validation escomptée.

Quatre expériences ont été programmées et réalisées :

1. Première expérimentation : plateforme couplée au SMI, Système de Management Intégré, (ISO 9001/14001/OHSAS 18001 (Qualité/sécurité/environnement) ;
2. Seconde expérimentation : plateforme couplée au SME, Système de Management de l'Environnement (ISO 14001) ;
3. Troisième expérimentation : plateforme couplée au SMS, Système de Management de la Santé et de la Sécurité au travail : (OHSAS 18001) ;
4. Quatrième expérimentation : plateforme couplée au SMQ, Système de Management de la Qualité (ISO 9001).

4.2.1 *Première Expérimentation : Amélioration des performances d'un SMI (ISO 9001/ISO 14001/OHSAS 18001 –Qualité /Environnement/ Sécurité) par la nouvelle approche "SMI-LSS-CD"*

a. Périmètre de l'expérimentation

L'approche concernant la plateforme couplée au SMI (cf. chap. 3 § 3.4.1-b) a été appliquée dans un site industriel et plus précisément sur une chaîne logistique d'un port commercial. L'entreprise "CAS", lieu de cette expérimentation, est un leader dans l'industrie chimique lourde. Elle compte près de 15 000 collaborateurs répartis sur plusieurs sites. Le port abritant l'infrastructure logistique est situé à 30 km du site de transformation industrielle (S1). Les marchandises sont des fertilisants. La quantité de fertilisants (Q1 & Q2) exportée chaque année est d'environ un million de tonnes, quantité qui varie plus ou moins en fonction de la demande des clients. Le nombre de navires chargés par an est d'environ 45 vraquiers d'un tonnage moyen de 25 000 tonnes.

L'unité logistique est composée de différentes stations, depuis le déchargement des trains jusqu'au chargement des navires. Le système de management normatif est de type SMI-QSE, ce qui correspond à une certification du site selon les trois référentiels ISO 9001, ISO 14001 et OHSAS 18001.

Pour des raisons de confidentialité, les chiffres réels ne peuvent être communiqués. Les valeurs en dollars ont été translatées par multiplication par un certain coefficient.

b. Protocole de l'expérimentation

Le protocole de l'expérimentation est basé sur la réalisation des dix étapes de la plateforme proposée SMI-LSS-CD pour le SMI. Ces étapes ont fait l'objet d'une présentation détaillée au niveau du chapitre 3 § 3.4.1-b. La 1^{ère} d'entre elles consiste en la définition et la fixation des objectifs stratégiques tandis que la dernière concerne la capitalisation et la consolidation des expériences.

c. Déroulement et conduite de l'expérimentation

Etape 1 : Définition et fixation des objectifs stratégiques

Comme le site logistique portuaire de l'entreprise "CAS" est certifiée selon les trois référentiels de management : ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001. Il s'inscrit dans le cas de figure d'un SMI (Système de Management Intégré). Ses objectifs sont présentés dans sa déclaration de politique et dont un extrait ciblé peut être représenté par les points suivants :

- Améliorer les performances actuelles de tous les processus ;
- Réduire les coûts des transformations ;
- Satisfaire les parties prenantes et les clients ;
- Développer la flexibilité industrielle ;
- Devenir un opérateur de référence dans l'industrie des fertilisants.

Pour la présente expérimentation, l'équipe de travail a délimité, affiné et traduit les objectifs, qui deviennent :

- améliorer les performances actuelles : diminution des stocks, minimisation de la consommation de pièces de rechange ;
- réduire les coûts des transformations : amélioration du TRG (taux de rendement global [30])
- satisfaire les parties prenantes et particulièrement les clients : réduction du nombre de réclamations client.

Etape 2 : Identification des limites des processus et choix de la famille des processus prioritaires

L'installation portuaire de l'entreprise "CAS" dispose de deux chaînes logistiques : L'une pour les matières premières et l'autre est réservée pour les produits finis (les fertilisants). Récemment, la chaîne logistique des matières premières a été entièrement rénovée et renouvelée avec une adaptation aux nouvelles technologies, aussi bien pour les systèmes d'exploitation que pour ceux de la maintenance. La chaîne logistique des produits finis

(fertilisants) est en revanche assez ancienne. Elle présente de nombreux problèmes en termes de d'exploitation et de maintenance.

De ce fait, dans la présente étude, le cadre de travail a été défini comme le périmètre de la chaîne logistique des produits finis (les fertilisants), depuis la réception du produit au port jusqu'au chargement des navires.

Etape 3 : Cartographie de l'état actuel de la chaîne de la valeur (VSM)

La troisième étape de cette approche est consacrée à la cartographie de l'état actuel (CEA) des différentes activités. La CEA représente les flux physiques et les flux d'informations qui sont cartographiés séparément. De ce fait, la CEA est un modèle de représentation plus complet que le modèle SIPOC.

La construction de la carte VSM se réalise dans le sens inverse de la chaîne de création de valeur. Elle commence à partir du produit final (chargement du navire) et se termine par la réception du produit. Concernant le mode de collecte des données, l'équipe a utilisé l'approche développée par Rother et Shook [149]. Pour chaque étape du processus, les données sont enregistrées : le temps lié aux activités à valeur ajoutée/ Value-Added Activities (VA), le temps lié aux activités sans valeur ajoutée/ Non-Value-Added Activities (NVA), Work In Process (WIP) ...

Dans le contexte industriel, les flux d'informations sont caractérisés par une série d'opérations de transferts des données, dans le but d'établir un ensemble de documents nécessaires pour manager les paramètres décisionnels et pour la réalisation du produit. Les flux physiques, en revanche, se concrétisent par une réalisation matérielle des événements tels que la manutention (chargement / déchargement) et les activités de stockage des engrais à l'intérieur du port. Ainsi, les informations identifiées pour la CEA sont :

- les documents de réception du produit de l'usine de fabrication ;
- les autorisations de début et de fin des travaux ;
- les registres d'informations et instructions de gestion par équipe ;
- les formulaires instruits par les opérateurs ;
- les documents d'enregistrement des délais de réalisation des tâches ;
- les enregistrements des données des flux de matière ;
- les documents de la gestion des stocks : quantités stockées, capacités de stockage disponibles, stocks morts...

La chaîne d'approvisionnement des fertilisants faisant l'objet de cette étude se compose de 8 sous-processus comme illustré par la figure 4.1



Figure 4.1 : Sous-processus de la chaîne d'approvisionnement.

Pour la cartographie des flux, les symboles standards de la VSM sont utilisés pour présenter tous les flux physiques, les flux d'informations et les liaisons clients /fournisseurs.

De même, des mesures sur le terrain ont été réalisées pour compléter la cartographie : le temps d'accomplissement des tâches, le temps du transport, les durées des attentes, les temps des distances parcourues et les durées de l'achèvement des activités.

La cartographie par VSM permet d'identifier rapidement les activités à valeur ajoutée (VA), et celles sans valeur ajoutée (NVA) comme le montre la figure 4.2.

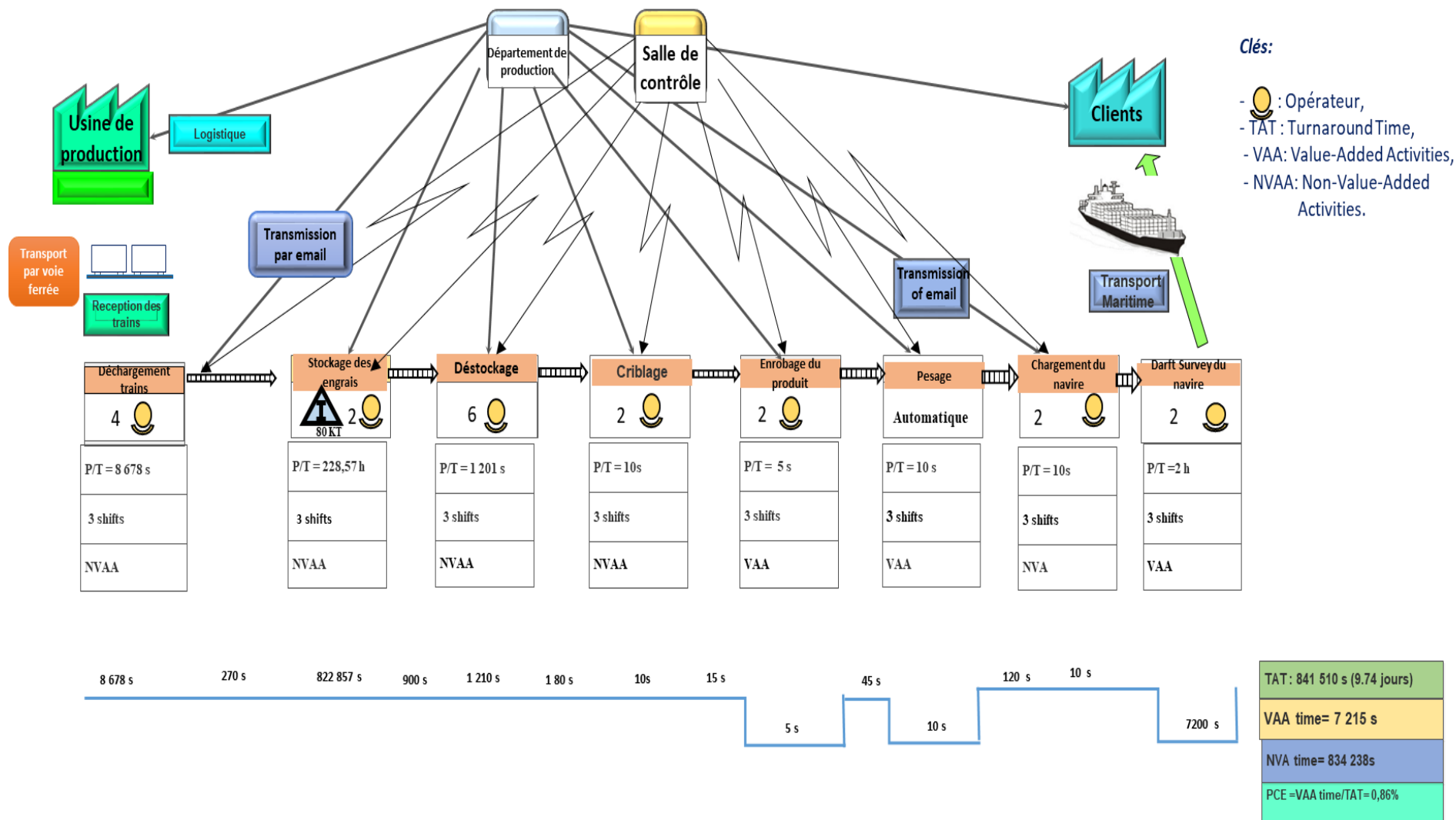


Figure 4.2 : VSM de la chaîne d'approvisionnement des fertilisants.

La valeur ajoutée (VA) se réfère à toute activité qui améliore la valeur et la qualité du produit final, c'est-à-dire les activités pour lesquelles le client est prêt à payer. Dans cette étude de cas, les VA sont, dans le cas présent, l'enrobage du produit (élimination de la poussière) (5s), la pesée automatique du produit (10s) et le Draft Survey (pesé de la marchandise à bord du navire) (2H = 7200 s). La somme de ces valeurs ajoutées est de 7215 s. Le pourcentage de la VA par rapport au Turnaround Time (TAT) est de 0,86%.

La valeur du Turnaround Time est de 9,7 jours, valeur très significative du fait de la quantité de stockage (80 000 Tonnes) qui correspond à 228 heures.

4^{ème} étape : Identification de la catégorie de perte (Cost Deployment)

La période de calcul du CD définie par l'équipe est d'une année, s'étalant de septembre 2016 à août 2017.

La quantité totale exportée pendant cette période est de 1,096 million de tonnes. Le pourcentage d'engrais Q1 est de 63% tandis que celui de Q2 est de 37%.

Dans cette étape, les coûts de transformation sont quantifiés et attribués aux sous-processus qui participent à transformer les éléments d'entrés en produit final. Dans la présente étude, les affectations de ces coûts sont rapportées sur la base de la documentation disponible de l'entreprise en 2018, comme indiqué dans le tableau 4.1.

Tableau 4.1 : répartition des coûts de transformation

	Processus							
	Déchargement des trains	Stockage du produit	Déstockage des engrais	Criblage	Enrobage	Pesage	Chargement du navire	Draft Survey
Main-d'œuvre	17%	8%	25%	8%	8%	0%	8%	8%
Matériaux	11%	14%	17%	20%	11%	3%	23%	0%
Energie	16%	18%	21%	21%	8%	1%	16%	0%
Sous-traitance	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Après avoir recueilli les données et les informations, l'équipe de travail a complété la construction de la *matrice "A"* comme le montre la figure 4.3.

L'impact de chaque perte est classé comme étant d'importance considérable ou élevée (considérable), d'importance significative ou moyenne (significative), ou d'importance modérée ou faible (modérée).

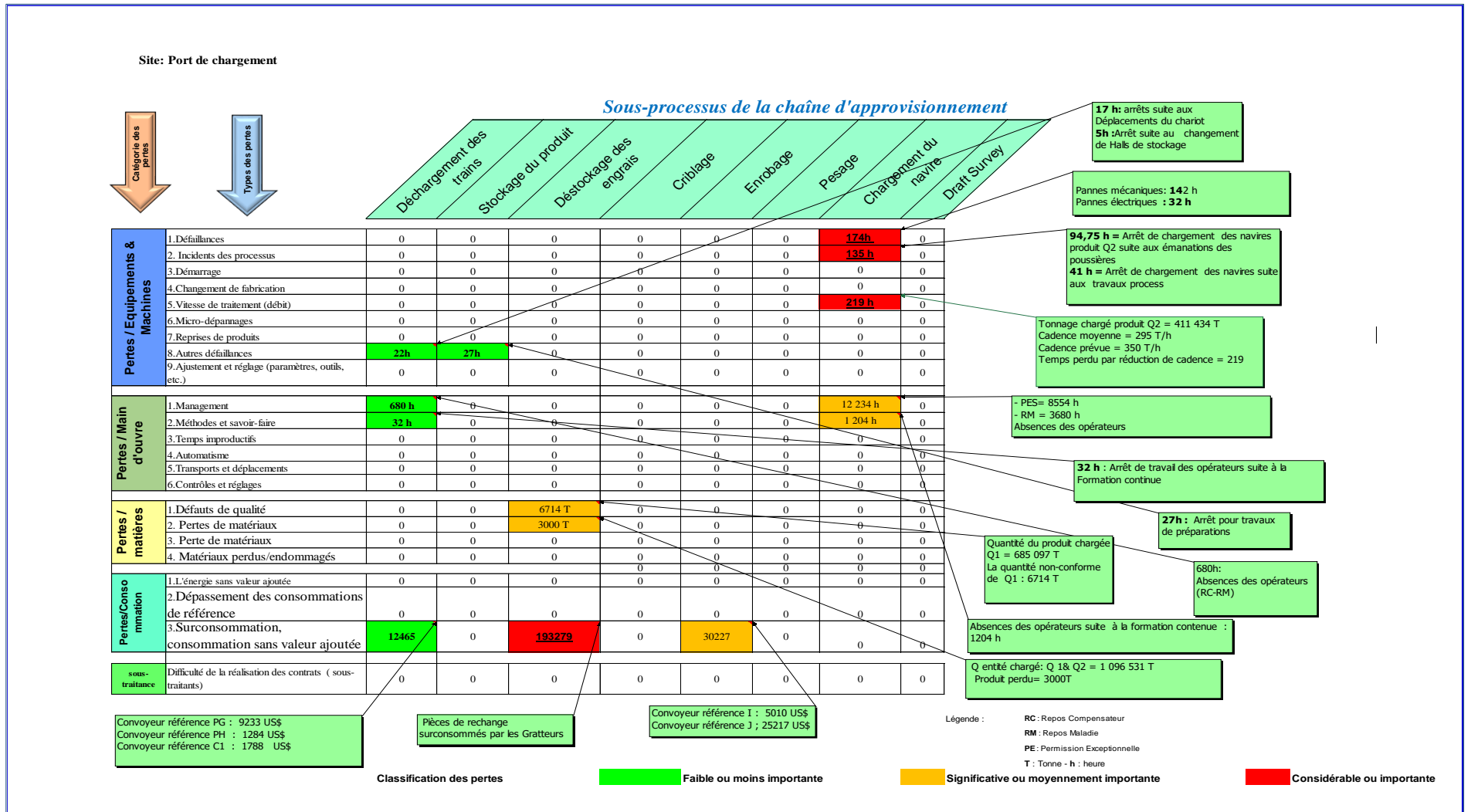


Figure 4.3 : Matrice A du Cost Deployment.

Le tableau 4.2 présente la *matrice B* qui décrit les pertes principales (celles générées par le procédé, les machines ...) des pertes résultantes (celles induites par les pertes principales)

Tableau 4.2 : Présentation de la *matrice B* (matrice de cause à effet)

Types des pertes	Etapas du processus	Pertes Principales				Types des pertes	Etapas du processus	Pertes Principales			
		Défaillances	Incidents des process	Vitesse de traitement (débit)	Surconsommation, consommation sans valeur ajoutée			Défaillances	Incidents des process	Vitesse de traitement (débit)	Surconsommation, consommation sans valeur ajoutée
Défaillances	1					Temps improductifs	1	X	X		
	2						2	X	X		
	3						3	X	X		
	4						4	X	X		
	5						5	X	X		
	6						6	X	X		
	7	o	X				7	X	X		
	8	o	X				8	X	X		
Incidents des processus	1					Surconsommation, consommation sans valeur ajoutée	1				
	2						2				
	3						3				
	4						4				
	5						5				
	6						6				
	7		o				7	X	X		o
	8		o				8	X	X		o
Vitesse de traitement (débit)	1					Sous-traitance / Services	1				
	2						2				
	3						3				
	4						4				
	5						5				
	6						6				
	7			o			7			X	
	8			o			8			X	
Ajustement et réglage	1					Etapas du processus	Etape 1 Déchargement des trains				
	2						Etape 2 Stockage du produit				
	3						Etape 3 Déstockage des engrais				
	4						Etape 4 Crblage				
	5						Etape 5 Enrobage				
	6						Etape 6 Pesage				
	7	X					Etape 7 Chargement du navire				
	8	X					Etape 8 Draft Survey				

Le tableau 4.3 présente la *matrice C* des coûts des pertes principales considérables en tenant compte des pertes résultantes.

Tableau 4.3 : Présentation de la *matrice C*

Pertes principales considérables		Pertes résultantes	Unité	Quantité	Coût (US\$)
Défaillances (Pannes de portique de chargement)		Arrêt de chargement de navire (pannes)	Tonne	60 900	196 452
		Temps improductifs	Heure	2 088	38 841
		surconsommation sans valeur ajouté (pièces de rechange)	US\$		84 922
		Coût de la main d'oeuvre des opérateurs / maintenance (Ajustement & s réglage))	US\$		15 124
Incidents Process	Emanations des poussières	Arrêt de chargement de navire	Tonne	33 163	106 977
		Temps improductifs	Heure	1 137	21 151
	Travaux process	Arrêt de chargement de navire	Tonne	14 350	46 290
		Temps improductifs	Heure	492	9 152
		Sous-traitance	US\$		344
Vitesse (Débit)		Retard de chargement des navires	Tonne	76 650	247 258
Coût de Consommation des pièces de rechange au niveau des Gratteurs		Surcôt des pièces de rechange	US\$		193 279
		Coût de la main d'œuvre maintenance	US\$		25 500
Montant total					985 290

Les valeurs financières des pertes sont calculées selon les équations suivantes :

Le coût généré par les arrêts de chargement du navire (US\$) qui correspond à la quantité équivalente perdue multipliée par le taux des surestaries d'attente.

Le coût généré par le temps improductif (US\$) de la main-d'œuvre qui est égal à la quantité équivalente perdue multipliée par le taux horaire.

Le coût généré suite aux retards de chargement des navires (US\$) calculé en multipliant les trois valeurs suivantes, à savoir, la quantité équivalente perdue, la marge bénéficiaire et la marge sur coûts variables.

De plus, le TRG (Taux de Rendement Globale) /OEE (Overall Equipment Effectiveness) est calculé en multipliant les trois facteurs OEE : les taux de disponibilité, d'allure et de qualité. Avec :

$$\text{Taux de Disponibilité} = (\text{Temps d'ouverture} - \text{Heure d'arrêt}) / \text{Temps d'ouverture.}$$

$$\text{Taux d'allure} = \text{Vitesse réelle de-production} / \text{Vitesse de référence.}$$

$$\text{Taux de Qualité} = (\text{quantité produite} - \text{quantité défectueuses}) / \text{quantité produite.}$$

La *matrice C* permet d'évaluer les coûts des principales pertes au niveau de la chaîne d'approvisionnement comme le montre le tableau 4.3 ci-dessus.

Après calcul du taux de disponibilité (90,4%), du taux d'allure (93,5%) et de celui de la qualité (99,1%), le TRG (OEE) résultant est de 83,7% pour l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement, pour le chargement des engrais Q1 et Q2.

5^{ème} étape : Définition des indicateurs de performances KPI des processus étudiés

Suite aux différentes réunions tenues par les groupes de travail, et en utilisant la méthodologie Brainstorming, l'équipe a défini et sélectionné les KPIs qui répondent aux exigences de la politique SMI-QES. Ces indicateurs doivent répondre aux besoins définis, en fonction des potentialités disponibles en ressources humaines et matérielles. Le choix et la sélection des indicateurs ont été fait en fonction des délais du travail à réaliser et des moyens humaines et financières.

6^{ème} étape : Choix et sélection des indicateurs de performance clés (KPIs)

L'analyse de la chaîne de valeur révèle que la VA est de 0,86% avec un Turnaround Time de 9,7 jours, sachant que le Takt Time est de 10,2 s.

Les indicateurs de performance définis par consensus lors des réunions sont :

- Turnaround Time de la chaîne ;
- Stocks ;
- TRG (OEE) ;
- Coût des pertes ;
- NVA (temps d'inspection).

Le tableau 4.4 présente les performances attendues et celles actuelles ainsi que les coûts des pertes afférents.

Tableau 4.4 : Performances prévisionnelles (cibles).

Indicateur	Performance actuelle	Performance attendue	Coût des pertes
Turnaround Time de la chaîne	9,7 jours	6 jours	10 réclamations des armateurs /an
Stocks	80 KT	30 KT	260 KUS\$
NVA (temps d'inspection)	1.42h	0 h	
TRG	83.7%	95%	
Coût des pertes	9 85 KUS\$	650 KUS\$	

7^{ème} étape : Choix des chantiers d'amélioration et de la feuille de route

L'application du CD a révélé différentes voies et possibilités d'amélioration et elle a permis d'identifier les axes d'évolution à engager.

Les choix des plans d'action et de la feuille de route ont été réalisés après différentes réunions des corps de métiers pluridisciplinaires de l'entreprise (mécanique, électrique, instrumentation, production, gestion des ressources humaines, etc.). Des outils du Lean-Six-Sigma comprenant l'approche Brainstorming, les digrammes des affinités et bien d'autres outils, ont été utilisés pour mener à bien cette étape.

8^{ème} étape : Établissement de plans d'action et suivi des réalisations en terme d'amélioration

Après le choix des actions d'amélioration à mettre en œuvre, les équipes de travail ont établi des plannings, préparés la mobilisation et la disponibilité de toutes les ressources financières, humaines et matérielles nécessaires. De même, une organisation du suivi mensuel des réalisations a été arrêtée.

Le nombre d'actions d'amélioration sélectionnées par l'équipe de travail sont de 15. Parmi ces actions, on peut citer :

- Planification des arrivées et des accostages des navires : des applications et dispositifs informatiques ont été introduits, programmation systématique des réunions de bilan avec les différents départements concernés (journalières, hebdomadaires et mensuelles) ;
- Mise en place d'un système de communication et de partage des informations ;
- Instauration du 5S au niveau de l'atelier ;
- Mise en œuvre de la maintenance planifiée ;
- Mise en place d'une maintenance autonome pour tous les équipements ;
- Etablissement des procédures pour l'analyse des causes racines pour chaque non-conformité soulevée.

D'autres actions ont été entreprises telles que la révision des instructions et des procédures de travail, la mise en place de dossiers de suivi et d'enregistrement des communications, la planification des visites d'installations similaires (Benchmarking)...

La planification et la réalisation de ces actions sélectionnées ont été mises en œuvre sur site par des équipes pluridisciplinaires. Les coûts de la mise en œuvre de l'ensemble de ces actions d'amélioration ont été estimés à 15 000 US \$.

Les résultats du suivi et de l'évaluation de l'impact des indicateurs de performance sélectionnés par l'équipe de travail, sur une période de sept mois (d'octobre 2017 à avril 2018), sont résumés dans les tableaux 4.5 et 4.6.

Tableau 4.5 : Évolution des diminutions des stocks et du Turnaround Time.

Indicateurs	Objectif	Octobre 2017	Novembre	Décembre 2017	Janvier 2018	Février	Mars	Avril 2018
Turnaround Time de la chaîne d'approvisionnement (Jour)	6	8,5	7,3	6,1	4,9	4,9	3,7	3,7
Stocks (KTonnes)	20	70	60	50	40	40	30	30
Temps de la non-valeur ajouté - Inspection- (Heure)	0	1,42	1,2	1	0,5	0,3	0,3	0

Tableau 4.6 : Suivi des réductions des coûts des pertes.

Catégories des pertes	Type des pertes	coût des pertes (KUS\$)	Objectifs (KUS\$)	Octobre 2017	Novembre	Décembre 2017	Janvier 2018	Février	Mars	Avril 2018
Pertes / Equipements	Pannes	335	221	322	290	268	225	183	161	150
	Incidents Process	128	84	118	108	97	75	75	65	65
		56	37	45	38	29	22	20	16	11
	Vitesse	247	163	236	215	193	161	140	129	148
Pertes/Consommation	Consommation des pièces de rechange	219	145	205	194	183	162	129	113	110
Total des pertes principales (KUS\$)		985	650	926	845	770	645	547	484	484

Ces résultats mettent en évidence l'évolution positive des indicateurs de performance (tableau 4.5). On peut aussi relever :

- Le Turnaround Time de la chaîne d'approvisionnement a atteint la valeur de l'objectif au bout de 3 mois (6,1 jours). Il a poursuivi sa baisse pour atteindre 3,7 jours après 6 mois d'expérimentation. Ceci représente une excellente performance par rapport à l'objectif, sans qu'aucune réclamation des clients n'ait été enregistrée ;

- Le stock a enregistré une diminution continue de 80 kT à 30 kT pendant une période de 7 mois d'expérimentation et il tendrait, vraisemblablement, vers la valeur de l'objectif qui est de 20 kT ;

- Le temps d'inspection et de contrôle évolue au cours de la période d'essai pour atteindre la valeur de l'objectif, c'est-à-dire zéro, après 7 mois d'expérimentation ;

Concernant les coûts des pertes, le tableau 4.6 illustre une réduction importante des pertes qui est de 51% sur les 7 mois de l'application de l'approche avec un dépassement l'objectif de 26%.

Aussi, et compte tenu de ces données, il a été noté une amélioration concernant les taux de la disponibilité (96,1%), d'allure (96%) et de la qualité (99,5%). Le TRG (OEE) est de l'ordre de 91,8% pour l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement, pour le chargement des engrais Q1 et Q2. De plus, aucune réclamation de la part des clients (notamment les armateurs) n'a été notée pendant cette période.

9^{ème} étape : Actualiser la cartographie et le Cost Deployment

Au vu de la nature de ces processus, la fréquence de mise à jour des données du VSM et du CD, a été fixée par l'équipe de travail à une période d'un an et demi.

10^{ème} étape : Consolidation et capitalisation de l'expérience

Pour répondre à l'objectif de cette étape, l'équipe a élaboré un système documentaire (fiches de suivi, instructions de travail spécifique, tableau de reporting, ...) qui relate les exécutions des différentes étapes de la nouvelle démarche avec l'enregistrement de tous les événements majeurs, les contraintes identifiées, les problèmes (techniques et organisationnels) et les solutions retenues.

d. Conclusion

Cette section présente les résultats d'une expérimentation industrielle destinée à tester la validité de la plateforme proposée SMI-LSS-CD pour l'amélioration de la performance du système de management intégré Qualité, Environnement, Sécurité (IMS-QES) adoptant les référentiels ISO 9001, ISO 14001 et OHSAS 18001.

L'expérimentation a été conduite sur une chaîne d'approvisionnement chimique. Les résultats obtenus sont très satisfaisants et la mise œuvre de la plateforme proposée a permis de mettre en évidence les avantages suivants : (i) elle a permis de réaliser un aperçu détaillé sur la manière dont les pertes sont générées et sur leurs influences sur les coûts de transformation ; (ii) elle a permis des solutions idoines pour l'amélioration des aspects financiers, une conduite optimale du management des processus des flux physiques et la construction d'une meilleure synchronisation des pilotages des processus ; et (iii) elle a contribué à la gestion des stocks par leur optimisation. En outre, et par le biais de ladite plateforme, l'alignement entre la performance opérationnelle réalisée et les objectifs stratégiques (politique / objectifs IMS-QES), a été constaté.

4.2.2 Deuxième expérimentation : Plateforme SME-LSS-CD adaptée à un système de management environnemental (ISO 14001)

a. Périmètre de l'expérimentation

L'approche proposée dans le cadre de ce travail a été appliquée dans un site industriel et plus précisément dans une chaîne logistique au niveau d'un port commercial. L'entreprise "CAS" objet de cette étude est l'un des plus grands opérateurs dans le domaine de l'exportation des fertilisants. Le site industriel S1 (cf. § 4.2.) utilise une matière première principale "R". L'entreprise en importe près de 1,8 million de tonnes par an. Cette matière première "R" est acheminée, par voie ferrée et par camion, du port au site industriel S1. Le transport par camion représente 30% de la quantité totale transportée.

L'unité d'approvisionnement comprend plusieurs stations : depuis le déchargement des navires au port jusqu'au traitement premier et stockage de la matière première. Le système de management de la chaîne logistique est certifié selon le référentiel environnemental ISO 14001.

Pour des raisons de confidentialité, les chiffres réels ne sont pas dévoilés. Les valeurs en dollars ont été modifiées en les multipliant par un coefficient.

b. Protocole de l'expérimentation

Le protocole de l'expérimentation est fondé sur la réalisation des huit étapes de la méthodologie proposée, SME-LSS-CD (cf. chapitre 3 § 3.4.2-b), pour l'amélioration des performances du SME du site logistique de l'entreprise "CAS" objet de cette étude. La 1^{ère} étape comprend la définition de la politique et des objectifs environnementaux alors que la dernière

(8^{ème} étape) est consacrée à la mise à jour de la politique environnementale de l'entreprise (buts & objectifs) et des données des matrices du Cost Deployment.

c. Déroulement et conduite de l'expérimentation

1^{ère} étape : Définition de la politique et des objectifs environnementaux

Cette entreprise étant déjà certifiée ISO 14001, elle dispose d'une politique environnementale. Parmi les axes de cette politique, on peut citer :

1. Exploiter et gérer les installations conformément aux réglementations environnementales applicables ;
2. Communiquer l'engagement environnemental aux clients, fournisseurs et actionnaires ;
3. Réduire ou/et réutiliser, ou/et recycler les déchets, et obtenir des produits ;
4. Promouvoir une utilisation efficace des matériaux, des produits et des ressources dans toutes les installations, y compris la consommation d'eau et d'énergie (électricité, carburant), des matières premières et autres ressources ;
5. Satisfaire les clients et les différents intervenants.

Pour l'étude de cas objet de cette expérimentation, l'équipe de travail a limité et défini les objectifs de travail concernant les axes 3,4 et 5.

2^{ème} étape : Choix et identification des types de processus et de leurs périmètres

L'entreprise "CAS" objet de cette étude dispose de plusieurs chaînes logistiques. Parmi elles, une est réservée pour la matière première "R". Cependant, cette chaîne présente de nombreux problèmes en termes de logistique, de maintenance, d'environnement et d'exploitation.

De ce fait, le périmètre de travail a été étendu pour cette étude à toute la chaîne logistique de la matière première "R" : depuis l'opération "Darft survey" (pesée du navire) jusqu'à livraison du produit aux unités de production.

La composition de la chaîne d'approvisionnement de la matière première "R" est illustrée par la figure 4.4.

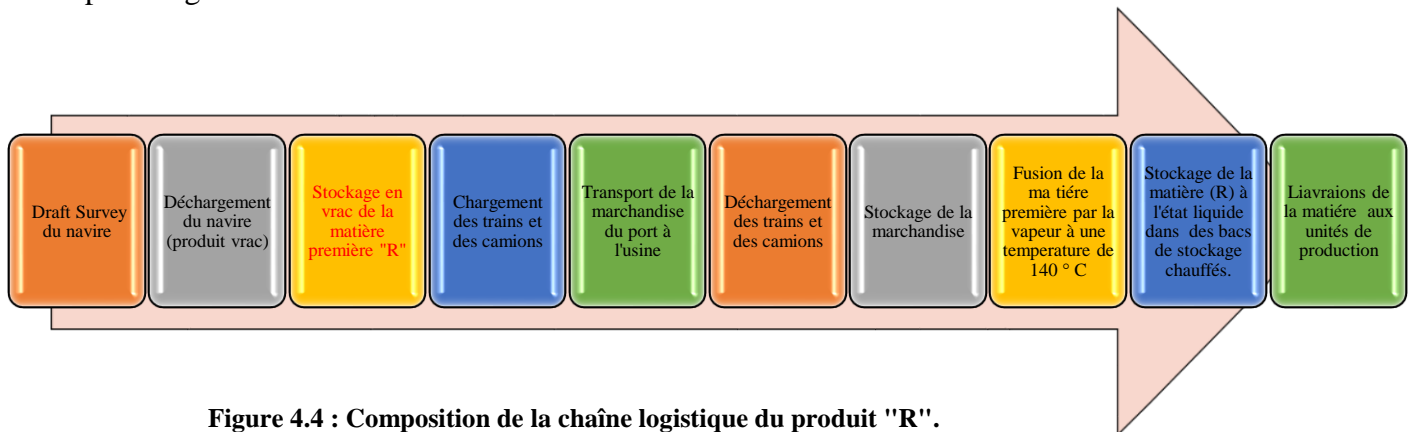


Figure 4.4 : Composition de la chaîne logistique du produit "R".

3^{ème} étape : Définition et sélection des indicateurs de performance KPIs (Key Performance Indicators) pour les processus

Les indicateurs de performance sélectionnés par l'équipe de travail sont des indicateurs qui ont une relation directe avec le respect des exigences de la politique environnementale, les gains et les rendements financiers. Le tableau 4.7 décrit les indicateurs des objectifs fixés par l'équipe de travail. Le délai fixé en prévision de la réalisation de ces objectifs a été de 10 mois.

Tableau 4.7 : Objectifs fixés par l'équipe de travail.

Objectifs	Valeurs cibles
Réduction des pertes d'eau dues aux fuites de vapeur	50%
Réduction des pertes d'énergie consommées (vapeur) suite à la présence d'humidité contenue dans la matière première "R"	60%
Récupération de l'eau contenue dans la matière première "R"	50%
Réduction de la quantité de gasoil consommée pour le transport de la matière première "R" du port à l'usine	50%
Réduction des stocks et TAT	40%

4^{ème} étape : Collecte de données sur les réalisations des produits

Cette quatrième étape de l'approche objet de l'expérimentation, est consacrée à la collecte de toutes les informations et les données sur l'état actuel des différentes activités de la chaîne logistique. Ces informations découlent des deux flux physique et d'information.

Pour la présente expérimentation, la VSM, outil plus complet que le SIPOC, a été utilisée et pour représenter l'ensemble des flux.

La carte VSM se construit dans le sens inverse de la chaîne de création de la valeur. Elle commence par le stockage de la matière première "R" et se termine par la réception de la matière première brute (déchargement des navires). Concernant la démarche de collecte des données, l'équipe a utilisé l'approche développée par Rother et Shook (1999) [149]. Pour chaque étape des processus, le temps lié aux activités à valeur ajoutée (VA), aux activités sans valeur ajoutée (NVA) et aux travaux en cours (WIP) a été enregistré de même que les problèmes critiques relevés.

Le flux physique représente les activités : la manutention (chargement / déchargement) et les activités de stockage à l'intérieur du port. Les documents utilisés pour réaliser la VSM sont :

- Les registres d'informations et instructions de gestion par l'équipe ;

- Les documents de réception de l'usine ;
- Les autorisations du début et de la fin des travaux ;
- Les formulaires, procédures et instructions de travail ;
- Les mesures des délais de réalisation des tâches et de transport ;
- Les enregistrements relatifs à la gestion des flux de matières ;
- Les documents sur les stocks, capacités de stockage disponibles ...

La figure 4.5 représente le tracé de la chaîne de valeur par le VSM.

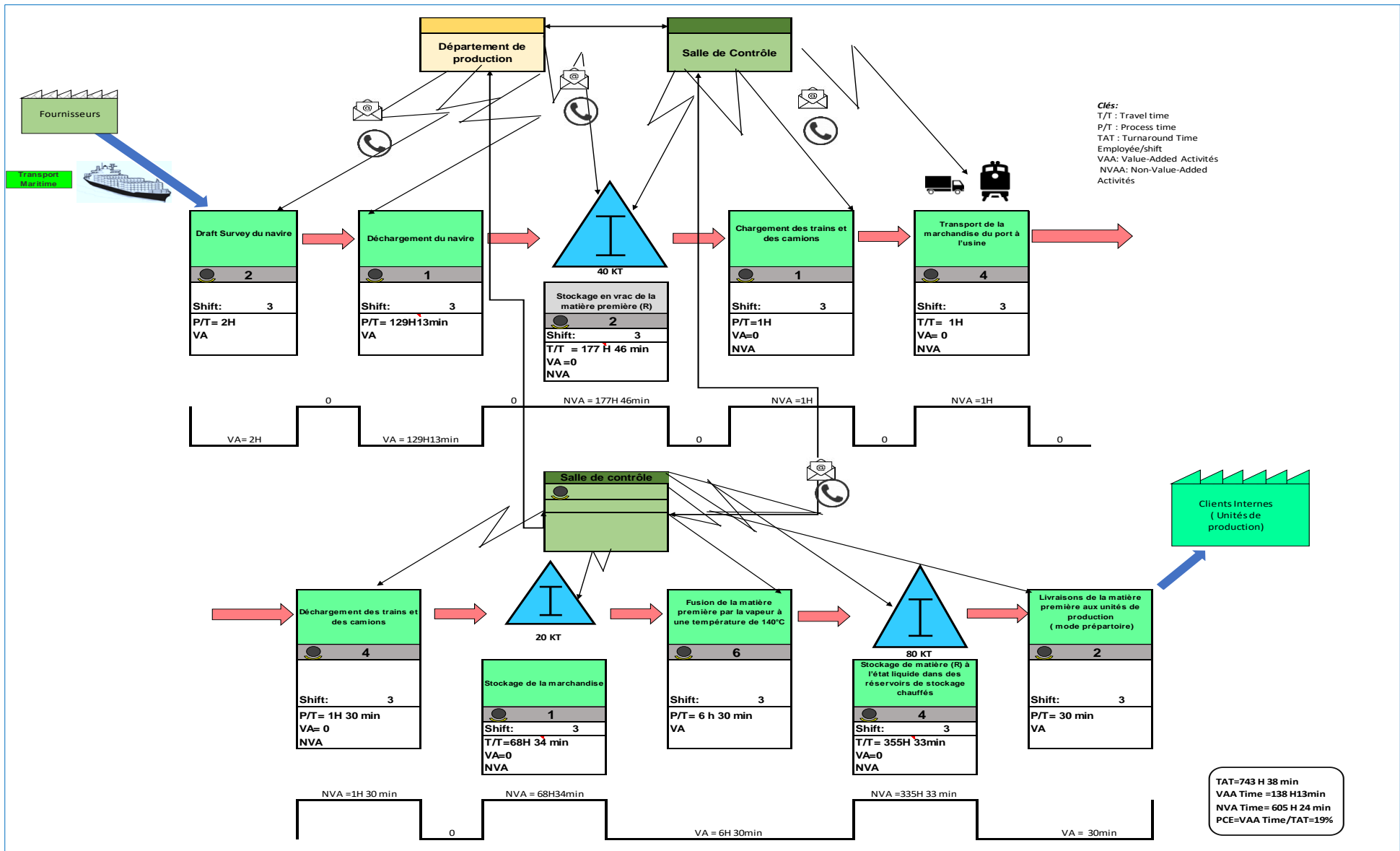


Figure 4.5 : VSM de la chaîne logistique du produit "R"

La valeur ajoutée (VA) fait référence à toute activité qui augmente la valeur du produit final, c'est-à-dire les activités pour lesquelles le client est prêt à payer. Il s'agit dans cette expérimentation des activités VA : "Draft Survey" du navire (2H), déchargement du navire (129H), fusion de la matière première "R" par l'énergie de la vapeur (6H30 min) et livraison de la matière première "R" liquide aux usines de production. La somme de ces valeurs ajoutées est de 138H 13min. Le pourcentage de la VA par rapport au Turnaround Time (TT) est de 20%.

Le Turnaround Time est de 743 H. Cette valeur est très significative du fait des quantités de stockage du produit au niveau de la chaîne de valeur.

5^{ème} étape : Identification des classes des pertes et des gaspillages environnementaux via le Cost Deployment : construction des matrices A, B, et C

La période arrêtée par l'équipe pour le calcul des coûts par le Cost Deployment est d'une année : de septembre 2017 à août 2018. La quantité totale importée de la matière première "R" pendant cette période est de 1 809 000 tonnes.

Pendant cette période, les coûts de transformation ont été quantifiés, attribués et affectés aux sous-processus. Ces affectations ont été réalisées sur la base de la documentation disponible au niveau de l'entreprise en 2018. Le tableau 4.8 illustre ces affectations.

Tableau 4.8 : Affectations des coûts de transformation.

	Processus									
	Draft Survey du navire	Déchargement du navire	Stockage en vrac de la matière première (R)	Chargement des trains et des camions	Transport de la marchandise du port à l'usine	Déchargement des trains et des camions	Stockage de la marchandise	Fusion de la matière première par la vapeur à une température de 140°C	Stockage de matière (R) à l'état liquide dans des réservoirs de stockage chauffés	Livraisons de la matière première aux unités de production
Main-d'œuvre	7%	4%	7%	4%	15%	15%	4%	22%	15%	7%
Matériaux	0%	10%	8%	5%	12%	5%	20%	12%	25%	3%
Energie	0%	15%	7%	5%	10%	5%	5%	40%	8%	5%
Sous-traitance	0%	40%	0%	5%	45%	0%	0%	0%	5%	5%

Après avoir réalisé la collecte et les analyses des informations et des données, l'équipe a procédé à la construction de la *matrice A* du Cost Deployment. La figure 4.6 présente cette matrice.

Les impacts des pertes sont classés selon leurs degré d'importance : considérable (importance élevée), significative (importance moyenne) et modérée (faible importance).

De même et dans le cheminement classique du Cost Deployment, la construction de la *matrice B* a été réalisée. Cette matrice permet la différenciation entre les pertes principales

(celles générées par les processus ou les machines) des pertes résultantes (celles induites par les pertes causales).

Les pertes et gaspillages considérables (principaux) sont présentés sur les colonnes et les autres 39 pertes (cf. chap3, § 3.4.1-b) sont présentées sur les lignes de la matrice. A partir de cette présentation, les relations de cause-effet sont déterminées. Le tableau 4.9 ci-dessous présente un exemple pour illustrer ce type de relation.

Tableau 4.9 : Matrice B (matrice cause-effet).

39 types de pertes et gaspillages	Les étapes du processus	Pertes Principales				
		Matières premières	Sources naturelles	Energie	Air	
Matières premières	Draft Survey du navire					Perte de production due à l'arrêt de la chaîne d'approvisionnement de 627 heures = 412 H + 215 H en raison de la qualité de la matière R.
	Déchargement du navire	X				
	Stockage en vrac de la matière première (R)					* Le temps improductif des opérateurs lors de l'arrêt de la chaîne d'approvisionnement de 627 heures = 412h rs + 215h en raison de la qualité du matériau R. * Le coût des pièces de rechange: 691593 US \$ = 245356 + 446237 (Matrice A)
	Chargement des trains et des camions					
	Transport de la marchandise du port à l'usine	X				
	Déchargement des trains et des camions					680 heures (450 h + 230 h); voir matrice A) le coût des opérateurs de maintenance en raison de la qualité non conforme de la matière première R.
	Stockage de la marchandise					
	Fusion de la matière première par la vapeur à une température de 140°C			X		
	Stockage de matière (R) à l'état liquide dans des réservoirs de stockage chauffés					
	Livraisons de la matière première aux unités de production					

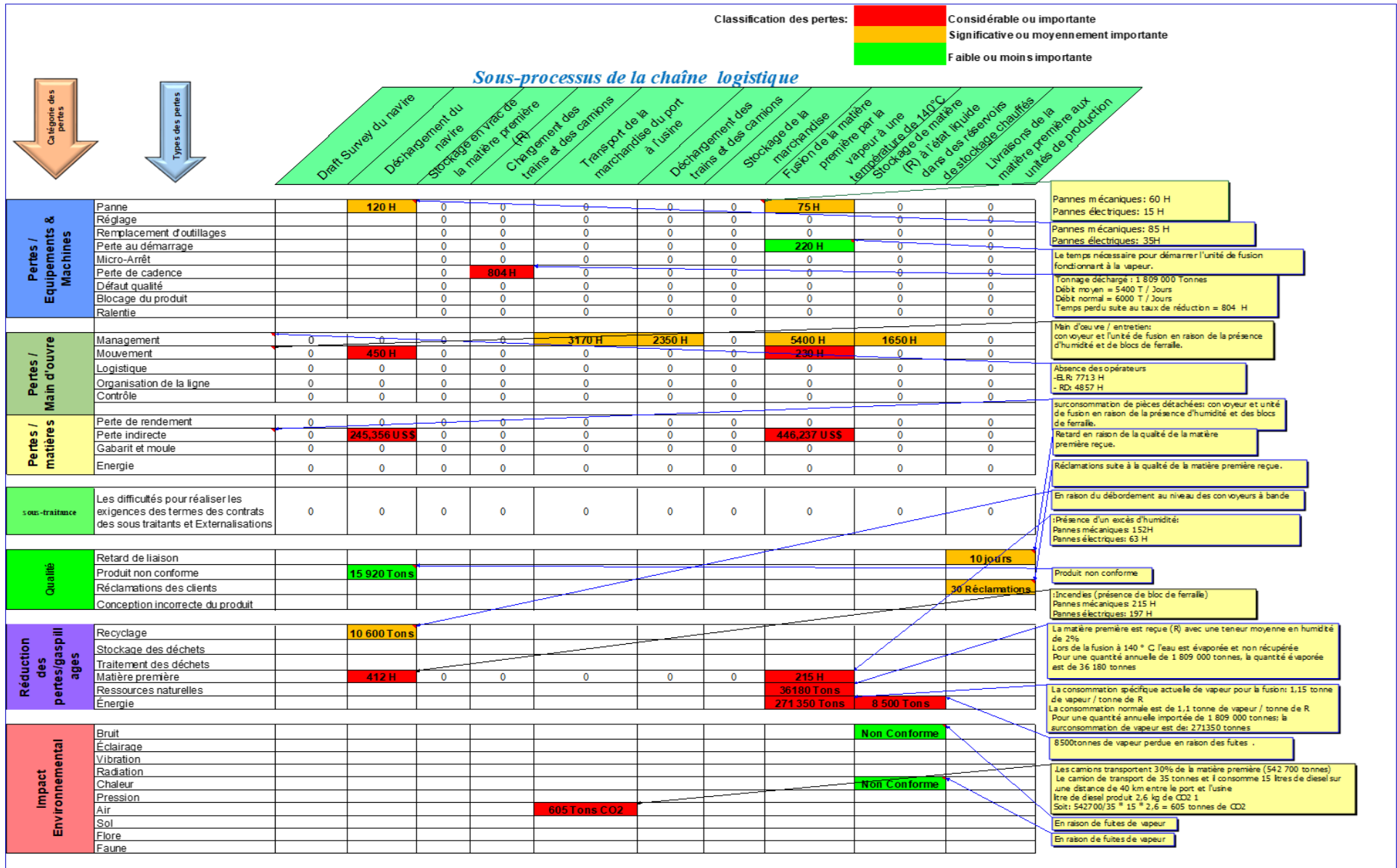


Figure 4.6 : Cost Deployment - Matrice A du couplage SME-LSS-CD.

La matrice C, quant à elle, permet d'évaluer les coûts de chacune des pertes principales identifiées au niveau de la chaîne logistique, comme le montre le tableau 4.10. Les valeurs économiques de ces pertes ont été calculées en utilisant les formules présentées au chapitre 4 § 4.2.1-c 4^{ème} étape.

Tableau 4.10 : Matrice C du couplage SME-LSS-CD.

Le pertes principales (considérables)		Les pertes résultantes	Unité	Quantité	Coût (US\$)
Impact environnemental : Matière première		• Pannes (arrêt de déchargement du navire)	Tonne	141 075	1 410 750
		• Temps improductifs	Heure	9 405	47 025
		• Surconsommation sans valeur ajouté (pièces de rechange)	US\$		691 593
		• Coût de la main d'œuvre des opérateurs / maintenance (Ajustement & s réglage))	US\$		51 000
Impact environnemental :Energie	Fuites de vapeur	• Ressources Naturelles (Perte d'eau)	Tonne	8 500	212 500
	Impact de l'humidité sur la consommation d'énergie vapeur	• Surconsommation d'énergie de vapeur	Tonne	271 350	2 261 250
		• Vitesse (colmatage des trémies)	Tonne	324 000	2 010 000
		• Ressources naturelles (perte d'eau sous forme de vapeur)	Tonne	36180	723 600
Impact environnemental :Air		• Air (CO2) (Coût de la consommation de diesel par les camions)	m ³	233	255 844
Total des coûts US\$					7 663 562

De plus, avant la mise en œuvre de la démarche le TRG (OEE) était de 80,99% [le taux de disponibilité (89,78%), taux d'allure (90%) et de la qualité (99,12%)].

6^{ème} étape : Choix des chantiers de la feuille de route et des actions d'amélioration

L'utilisation du CD a permis d'identifier les opportunités et les gisements d'amélioration. Suite aux différentes réunions de travail avec des groupes pluridisciplinaires (mécanique, électrique, instrumentation, produits, ressources humaines, etc.) et à travers des outils de la

Qualité, tels que la démarche de brainstorming, le diagramme d'affinité, etc., un ensemble d'actions a été sélectionné et des plans de travail ont été structurés.

Après la sélection et la classification des actions d'amélioration à mettre en œuvre, les équipes de travail ont établi des plannings. Toutes les ressources nécessaires (financières, humaines et matérielles) ont été mobilisées pour atteindre les objectifs définis.

De même, des réunions de suivi ont été programmées et des contrôles hebdomadaires et mensuels ont été établis pour examiner de près la mise en œuvre des actions et identifier les problèmes rencontrés. Les actions d'amélioration sélectionnées par l'équipe de travail sont :

- Planification des arrivées, des accostages et des déchargements de la matière première des navires : des systèmes d'information ont été mis en place, des applications informatiques ont été utilisées, des réunions de planification avec différents départements (par jour, semaine et mois) ont été programmées ;
- Mise en place de systèmes de communication, d'information et de partage des données en intégrant les différents acteurs de la chaîne ;
- Amélioration du système de chargement des trains avec l'adoption d'un mécanisme automatique de chargement des wagons jusqu'à la limite de charge autorisée. Suite à cette action, la quantité de matière "R" transporté par camion a été réduite ;
- Réduction de l'humidité dans la matière première, dans les hangars de stockage portuaires. Des quantités importantes d'eau/semaine, à partir de la matière première, ont été récupérées ;

La réduction de l'humidité de la matière première au niveau du port a permis de :

- Réduire les temps d'arrêt des installations suite au colmatage des trémies ;
- Diminution de la consommation de vapeur à l'unité de fusion "R" ;
- Installation d'électroaimants sur le convoyeur juste après le déchargement des cales des navires. Ces équipements permettent de récupérer les blocs de ferraille présents dans la matière première ;
- Mise en œuvre de la démarche des 5S et d'un programme de maintenance :
 - Remplacement d'anciens radiateurs de chauffage de l'installation de fusion par une nouvelle technologie (surface de chauffage plus grande) ;
 - Changement périodique de tous les purgeurs automatiques et manuels défectueux ;
 - Réparation systématique des fuites de vapeur et changement des conduites de vapeur ;

- Réalisation périodique des travaux de calorifugeage des équipements de l'usine de fusion et du stockage de la matière première.
- Mise en place d'une maintenance autonome pour tous les équipements.

D'autres actions ont été menées telles que :

- Instructions et procédures révisées pour les travaux et la maintenance ;
- Mise en place de registres de suivi et d'enregistrement des communications ;
- Planification des visites dans des installations similaires (analyse comparative) ...

Les coûts de mise en œuvre de ces actions d'amélioration ont été estimés à 2 500 000 US\$.

7^{ème} étape : Comparaison des résultats des actions menées avec les objectifs et engagement des actions correctives

Les résultats du suivi des évaluations de l'impact des indicateurs de performance pour une période de huit mois (de septembre 2018 à avril 2019) sont résumés dans les tableaux 4.11 et 4.12.

Tableau 4.11 : Évolution de la réduction des stocks et du Turnaround Time.

Indicateurs	Objectifs	Septembre 2018	Octobre	Novembre	Décembre 2018	Janvier 2019	Février	Mars	Avril
Turnaround Time de la chaîne logistique (H)	550	743	708	685	636	596	561	530	499
Stocks : (Total des stocks port & usine) (K Tonnes)	70	120	112	107	96	87	79	72	65

Tableau 4.12 : Suivi de la réduction du coût des pertes

Le pertes principales considérables		Pertes résultantes	Coût (KUS\$)	Objectif (KUS\$)	Septembre 2018	Octobre	Novembre	Décembre 2018	Janvier 2019	Février	Mars	Avril
Matière première	Pannes (arrêt de chargement du navire)	1 411	800	1 305	1 260	1 125	1 103	855	833	788	675	
	Temps improductifs	47	20	44	42	38	37	29	28	26	23	
	Surconsommation sans valeur ajouté (pièces de rechange)	692	450	650	623	558	529	460	400	387	321	
	Coût de la main d'œuvre des opérateurs / maintenance (Ajustement & s réglage))	51	30	48	46	41	39	34	30	29	24	
Energie	Fuites de vapeur	213	100	188	171	1 570	140	120	104	96	80	
	Impact de l'humidité sur la consommation d'énergie vapeur	Surconsommation d'énergie de vapeur	2 261	400	2 035	1 809	1 583	1 357	1 131	905	452	226
		Vitesse (colmatage des trémies)	2 010	1 000	2 010	1 645	1 467	1 432	1 292	1 121	952	624
		Ressources naturelles (perte d'eau sous forme de vapeur)	724	400	724	713	669	568	478	398	344	308
Air	Air (CO2) Coût de la consommation de diesel par les camions	256	100	239	213	171	154	128	111	94	85	
Le Coût total US\$		7 664	3 300	7 242	6 522	7 222	5 357	4 525	3 928	3 168	2 364	

A travers ces tableaux, les indicateurs de performance présentent une évolution positive. En effet, on peut relever que :

- Le « Turnaround Time » de la chaîne d'approvisionnement a atteint la valeur "objectif" de 530 H prévue au bout de 7 mois et il a continué à baisser pour atteindre 500 H au 8^{ème} mois de l'expérimentation. Cette situation présente une excellente performance par rapport à l'objectif fixé sans qu'aucune réclamation n'ait été enregistré ;
- Le stock a enregistré une baisse continue de 120 KT à 65 KT pendant la période d'expérimentation de 8 mois, passant ainsi en deca de la valeur fixée comme objectif de 70 KT ;
- Une réduction de 62% des pertes d'eau dues aux différentes fuites de vapeur a été atteinte contre un objectif de 50% ;
- Une réduction des pertes d'énergie (vapeur) de 90% a été enregistrée par rapport à l'objectif de 60% ;
- 58% de l'eau contenue sous forme d'humidité dans la matière première a été récupérée, contre un objectif de 50% ;
- Une réduction de 67% de la consommation de diesel pour le transport des marchandises du port à l'usine par camion a été obtenue, contre un objectif de 50% (soit une réduction de rejet de 400 tonnes de CO₂ par an) ;

- Les nouveaux taux enregistrés sont pour : la disponibilité : 93,84% ; l'allure : 96,67% ; la Qualité 99,44%, et donc le TRG (OEE) est de 90,20% pour toute la chaîne d'approvisionnement, contre un TRG (OEE) initial de 80,09%.

Toutes ces performances ont été obtenues sans qu'aucune réclamation n'ait été formulée par les clients pendant cette période.

8^{ème} étape : Mise à jour de la politique environnementale et des informations du Cost Deployment

Concernant la périodicité de mise à jour du CD et compte tenu des types de processus mis en jeu, l'équipe s'est fixé une périodicité de 18 mois. De même, l'équipe a élaboré un système documentaire pour la traçabilité et l'enregistrement de toutes les situations, les événements majeurs et les solutions retenues.

Par ailleurs, les données et les informations collectées et développées durant la période de de l'expérimentation deviennent une base et une référence pour les revues périodiquement des objectifs environnementaux et pour assigner d'autres références pour les indicateurs.

d. Conclusion

L'objectif de cette deuxième section du chapitre 2 a été de tester et d'expérimenter la nouvelle plateforme SME-LSS-CD, et d'établir ces impacts sur les performances du système de management environnemental ISO 14001. Cette nouvelle plateforme vise notamment à pallier une partie de la déficience du système de management conventionnel ISO 14001 en y intégrant, en particulier, l'aspect financier. Le but est d'accroître la performance opérationnelle et économique de l'entreprise tout en réduisant les impacts négatifs sur l'environnement.

Cette nouvelle plateforme SME-LSS-CD a permis de réaliser une standardisation et un ajustement entre la performance opérationnelle et les objectifs stratégiques, avec une identification des impacts environnementaux des activités de l'entreprise.

Cette nouvelle plateforme a été validée à travers une chaîne d'approvisionnement chimique en une matière première principale potentiellement polluante. Les résultats obtenus, après huit mois d'expérimentation, ont été particulièrement remarquables : (i) une réduction de plus de 50% des pertes d'eau sous forme de fuite de vapeur et de surconsommation d'énergie vapeur ; (ii) une récupération de plus de 55% de l'eau contenue dans la matière première ; (iii) une diminution de 400 tonnes de rejet de CO₂ / an en raison de la baisse de consommation du

carburant, et en fin (iv) un abaissement de 40% des stocks avec une amélioration de 10% du taux de rendement global de toute la chaîne d'approvisionnement.

En fin, une harmonisation et une synchronisation entre les flux, les processus et les objectifs de la politique environnementale, ont été observées aux différents niveaux managériaux.

4.2.3 Troisième expérimentation : Plateforme SMS-LSS-CD adaptée à un Système de Management de la Santé et de la Sécurité au Travail OHSAS 18001

a. Périmètre de l'expérimentation

La plateforme combinant le Cost Deployment au système de management de la santé et de la sécurité au travail, SMS-LSS-CD, a été testée sur un site industriel de l'entreprise "CAS" précédemment décrite. La chaîne logistique objet de cette expérimentation est constituée de différentes composantes depuis des hangars de stockage primaire d'un produit agroalimentaire "F" jusqu'au poste de chargement des navires. Le système de gestion de la sécurité de cette chaîne d'approvisionnement est certifié selon les normes OHSAS 18001 et ISO 22000. Le port abritant la chaîne logistique est situé loin des stations de conditionnement du produit agroalimentaire "F".

Pour des raisons de confidentialité, les chiffres réels ne peuvent être divulgués. Les valeurs en dollars ont été modifiées en les multipliant par un certain coefficient.

b. Protocole de l'expérimentation

Le protocole de l'expérimentation est basé sur la réalisation des dix étapes de la démarche proposée "SMS-LSS-CD" pour le système de management de la santé et de la sécurité au travail : OHSAS 18001, du site logistique portuaire et industriel du produits agroalimentaire "F".

Les étapes de la démarche en question ont été déjà présentées au niveau du chap3, § 3.4.3-b. La 1^{ère} étape consiste en la définition et la fixation des objectifs stratégiques tandis que la dernière concerne la capitalisation et la consolidation des expériences.

c. Déroulement et conduite

Etape 1 : Choix d'un processus prioritaire

Dans cette étude, l'ensemble de la chaîne logistique a été choisi depuis la réception de la marchandise (déchargement du train) jusqu'au chargement du navire.

Étape 2 : Identification des sous-processus et cartographie de l'état actuel de chaque flux (VSM)

Les figures 4.7 et 4.8 présentent respectivement les sous-processus de la chaîne logistique objet de l'étude et sa cartographie VSM.

Étape 3 : Détermination des indicateurs de performance KPIs de sécurité pour chaque sous-processus

L'équipe de travail a choisi et défini les indicateurs de performance KPIs suivants :

- Nombre d'accidents - Objectif : zéro accident
- Nombre d'incidents - Objectif : zéro incident
- Nombre de non-conformités de sécurité - Objectif : Zéro non-conformité

Dans cette étude de cas, l'ensemble de la chaîne logistique, depuis la réception du produit agroalimentaire "F" jusqu'au chargement du navire, a été étudiée. Cette chaîne, bien qu'elle soit de démarrage récent et qu'elle soit certifiée, a enregistré de nombreux problèmes de sécurité.

Étape 4 : Évaluation des coûts de non-sécurité (CNS)

La chaîne d'approvisionnement des produits agroalimentaires "F" faisant l'objet de cette étude, est constitué d'un ensemble de sous-processus présentés sur la figure 4.7.

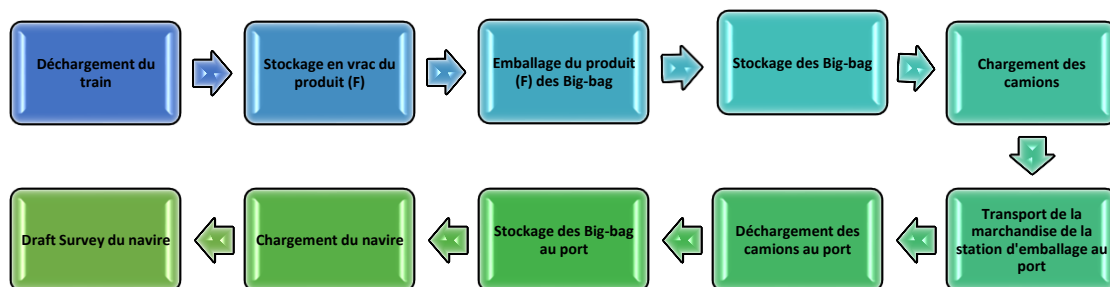


Figure 4.7 : Sous-processus de la chaîne logistique d'approvisionnement du produit "F"

La figure 4.8 ci-dessous présente la cartographie de la chaîne de la valeur VSM de la chaîne logistique du produit "F". La VSM permet d'identifier les activités à valeur ajoutée (VA) et celles à sans valeur ajoutée (NVA).

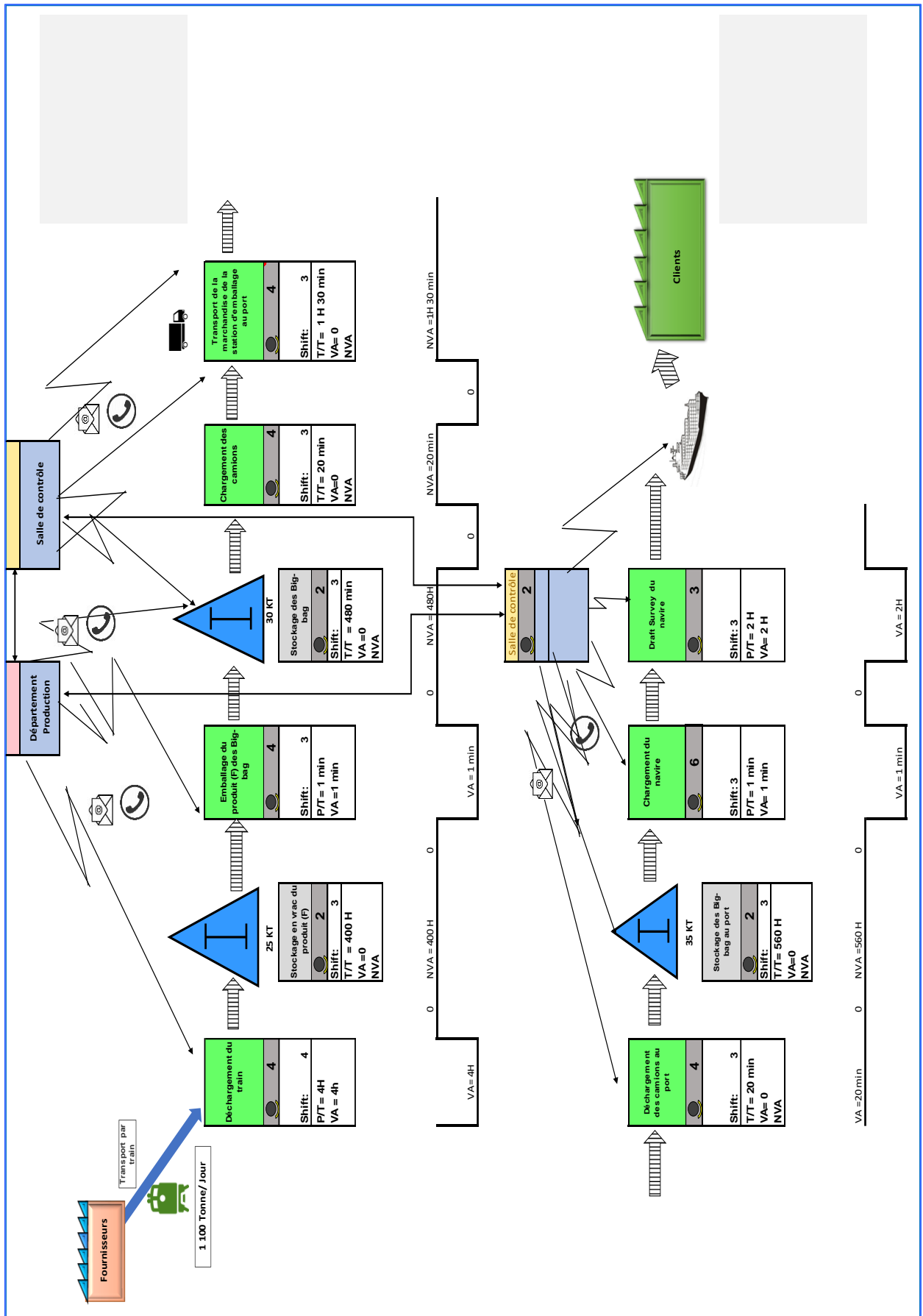


Figure 4.8 : VSM de la chaîne logistique du produit "F" .

La VSM représentée dans la figure 4.8 met en relief les flux d'informations et les flux physiques relatifs au produit agroalimentaire "F". La valeur ajoutée (VA) qui schématise toute action ou activité que le client est disponible à payer : (i) déchargement du train (4 heures) ; (ii) conditionnement du produit agroalimentaire en Big Bags (1 min) ; (iii) chargement du navire (1 min) et (iv) Draft Survey du navire (2 heures). La somme des temps de ces valeurs ajoutées est de 6 h 2 min.

Le « Turnaround Time » est de 60,34 jours. Cette valeur est très importante en raison de la quantité de stock (90 000 Tonnes) qui correspond à 60 jours.

La période de calcul du CD définie par l'équipe est de 14 mois, de février 2019 à mars 2020. La figure 4.9 ci-haut présente la *matrice A* de cette chaîne logistique.

À partir des données de la matrice A, l'équipe a identifié deux pertes principales considérables dues notamment aux accidents et aux incidents relatifs à la S&ST : les pannes de machines et l'environnement.

La figure 4.10 présente la *matrice B* de la chaîne logistique "F". Cette matrice permet de différencier les pertes principales (celles générées par le procédé ou la machine) des pertes résultantes (celles induites par les pertes principales).

Figure 4.10 : Matrice B (cause à effet) de la chaîne logistique "F"

Pertes résultantes		Etape du processus	Pertes Principales importantes	
Catégorie des pertes	Types des pertes		Pannes suite aux défauts des équipements de sécurité.	Environnements
12 pertes S&ST liées aux Équipements/Machines	1. Pannes suite aux défauts des équipements de sécurité.	Transport de la marchandise de la station d'emballage au port	x	o
	2. Réglage.			
	3. Remplacement d'outillages des dispositifs de protection et autres temps improductif		o	o
	4. Perte au démarrage après travaux de sécurité sur la machine.			
	5. Micro-Arrêt.			
	6. Forte de cadence pour contraintes de sécurité.			
	7. Défaut qualité du produit pour contraintes de sécurité.			
	8. Blocage du produit suite aux dysfonctionnement des dispositifs de protection.			
	9. Ralentie.			
	10. Maladie professionnelle suite à la nature de machine.			
	11. Problème d'hygiène (fuites, ...)			
	12. Environnements (bruit, poussière, ...)			x
09 pertes S&ST liées au travail	1. Mangement de la sécurité.			
	2. Méthodes et savoir-faire.			
	3. Automatisation non maîtrisée.			
	4. Commandes et paramètres non maîtrisée.			
	5. Equipement de protection des employés mal adapté.			
	6. Frais de remplacement en cas d'accident.	o	o	
	7. Paiement de travailleurs (repos maladie, accidents, ...).	o	o	
	8. Formation	o	o	
	9. Retards suite aux problèmes de sécurité.	o	o	
04 pertes S&ST liées aux matériaux	1. Dommages au produit suite à la dégradation du système de sécurité.			
	2. Matières première non conformes sur le plan de sécurité.			
	3. Défauts de qualité suite au dysfonctionnement sur le système de sécurité.	o		
	4. Sur consommation d'énergie pour des raisons de sécurité.	o		
05 pertes liées services médicaux/assurances	1. Frais médicaux			
	2. Coût du consultant en sécurité.	o		
	3. Frais juridiques et administratifs.	o		
	4. Coût de l'enquête	o		
	5. Frais d'augmentation des primes d'assurance pour l'entreprise	o		

La *matrice C*, quant à elle, permet d'évaluer chaque coût des principales pertes de la chaîne logistique. Le tableau 4.13 présente cette matrice.

Tableau 4.13 : *Matrice C* -Coût des pertes principales considérables de la chaîne logistique "F".

Pertes principales considérables	Pertes résultantes	Unité	Quantité	Coût (US\$)
Pannes/Arrêts (Suite aux accidents)	Pannes/Arrêts suite aux défauts des équipements de sécurité (Arrêt de chargement)	T	374 000	4 114 000
	Dommages au produit suite à la dégradation du système de sécurité.	T	10 346	113 806
	Réclamations	US\$		52 000
	Remplacement d'outillages des dispositifs de protection et autres temps improductif	H	340	142 800
	Frais médicaux	US\$		436 342
	Coût du consultant en sécurité	US\$		70 477
	Frais juridiques et administratifs	US\$		35 510
	Coût de l'enquête	US\$		44 954
	Frais d'augmentation des primes d'assurance pour l'entreprise	US\$		39 972
	Frais de remplacement en cas d'accident.	US\$		15 840
	Paiement de travailleurs (repos maladie, accidents,...).	US\$		15 840
	Formation	H	880	38 500
	Retard (suite aux problèmes de sécurité)	US\$		65 000
Environnements (Conditions du travail)	Pannes/Arrêts suite aux défauts des équipements de sécurité (Arrêt de chargement)	T	234 300	2 577 300
	Remplacement d'outillages des dispositifs de protection et autres temps improductif	H	213	40 896
	Frais de remplacement en cas d'accident	H	1 845	22 140
	Paiement de travailleurs (repos maladie, accidents,...).	H	1 845	22 140
	Retard (suite aux problèmes de sécurité)	US\$		21 500
Total US\$				7 869 017

Il ressort clairement d'après la *matrice C* (tableau 4.13) que le coût de la non-sécurité (CNS) est d'environ de 7,9 millions US\$.

Etape 5 : Analyse des coûts de non-sécurité et priorisation des actions

Différents outils ont été adoptés pour analyser les causes racines des accidents et des incidents tels que le diagramme d'Ishikawa, l'analyse des causes profondes (ou le diagramme de cause à effet), les 5 pourquoi...

En plus la répartition des pertes financières pour les pertes considérable « Pannes » et « Environnement » se présente comme suit se présentent comme suit (figures 4.11 et 4.12) :

Figure 4.11 : Répartition des pertes financière de la perte considérable « Pannes/Arrêts ».

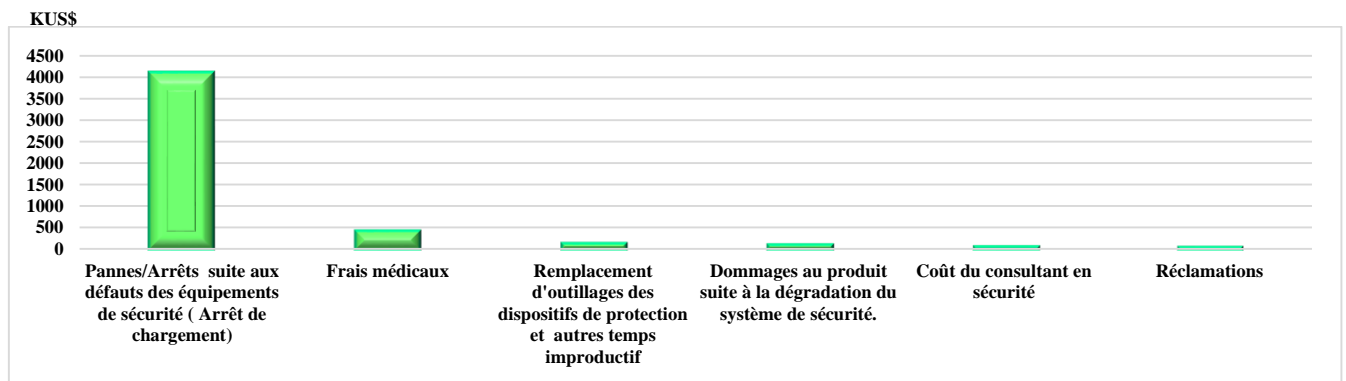
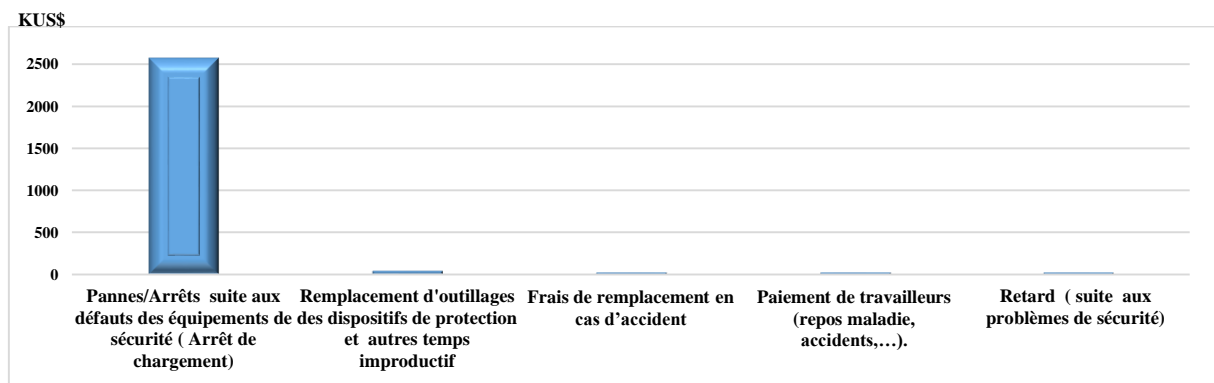


Figure 4.12 : Répartition des pertes financière de la perte considérable « Environnement ».



De ce fait, les actions engagées seront orientées vers les pertes financières les plus importantes indiquées dans les figures 4.11 et 4.12.

Étape 6 : Etablissement de la feuille de route d'amélioration et des actions correctives / préventives

L'équipe de travail, en collaboration avec l'ensemble des responsables de la chaîne logistique concernée, a défini une liste d'actions d'amélioration avec un délai de 14 mois pour la mise en œuvre de toutes les actions arrêtées.

Le tableau 4.14 ci-dessous illustre, par nature, les actions engagées.

Tableau 4.14 : Les actions d'amélioration.

<i>Action d'amélioration</i>	<i>Nombre d'action</i>
<i>La politique de sécurité et son déploiement à différent niveau</i>	13
<i>Équipement / machines (dispositifs de sécurité)</i>	10
<i>Mesures de sécurité dans le lieu de travail</i>	5
<i>Revue Managériale</i>	3

Étape 7 : Suivi et évaluation

Le tableau 4.15 ci-dessous illustre la régression du coût d'obtention du COS (coût d'obtention de sécurité), selon les équations présentées au niveau du chapitre 3 (Cf. chap. 3 § 3.4.3-b.)

Tableau 4.15 : Evolution du facteur de coût COS.

Mois (2019-2020)	02&03/2019	04&05	6&7	08&09	10&11	12/2019&01/2020	02/2020&03/2020
Coût de la non-sécurité (CNS) (KUS\$)*	7 869	7 210	6 134	5 324	3 215	2 182	1 070
Coût du contrôle de la sécurité (CCS)(KUS\$)	2 20	1523	1 968	2 596	2 859	3 283	3 450
Coût d'obtention de la sécurité (COS) (COS) = CNS+CCS (KUS\$)	8 089	8 733	8 102	7 920	6 074	5 465	4 520

(*) : KUS\$ =1000 US\$

Pendant les 14 mois de mise en œuvre des actions d'amélioration, de février 2019 à mars 2020, des résultats remarquables ont été obtenus :

- réduction de 80% du nombre de cas de blessures ;
- réduction de 70% du nombre de jours de travail perdus suite aux accidents des employés ;
- aucune nouvelle demande d'indemnisation suite aux accidents n'a été enregistrée ;
- aucun dommage ou destruction de propriété, de matériel ou d'équipement n'ont été enregistrés ;
- aucun impact négatif sur la production dû aux accidents et incidents ;
- augmentation de la capacité d'exportation de 4,4% ;
- réduction de 20% de la capacité de stockage.

Étape 8 : Consolidation

Le groupe de travail s'est organisé afin de capitaliser, au fur et à mesure, toutes les actions positives et les décisions sensibles. Le but est d'améliorer, d'une manière continue, cette approche afin d'obtenir de meilleurs résultats.

L'approche proposée "SMS-LSS-CD" est en cours d'amélioration suite à l'installation de la pandémie "Covid 19", à partir d'avril 2020. Le développement, vers une version 2, de la plateforme "SMS-LSS-CD" concerne en particulier l'intégration des exigences de l'Organisation Internationale du Travail (OIT) et les bonnes pratiques dans le domaine.

d. Conclusion

La présente section avait pour objectif l'expérimentation et la validation industrielles de la plateforme proposée "SMS-LSS-CD" pour l'amélioration des performances d'un système de management certifié selon le standard OHSAS 18001. La démarche/plateforme proposée, "SMS-LSS-CD", combine principalement les exigences du standard OHSAS 18001 à l'outil Cost Deployment.

Cette démarche/plateforme a permis de positionner les coûts financiers de la santé et de la sécurité au travail dans les processus d'amélioration. Elle a permis d'identifier et de classer les différents coûts relatifs à la sécurité au travail. En plus, elle a permis de catégoriser les pertes résultantes de celles principales, d'aboutir à la recommandation d'actions correctives et préventives, et de renforcer l'alignement et la synchronisation entre les objectifs de la politique OHSAS de l'entreprise et les performances de la santé et de la sécurité sur le terrain.

Cette démarche a été testée sur une chaîne logistique chimique pendant une durée de 14 mois. Les résultats et les issus obtenus ont été satisfaisants : (i) réduction de 80% du nombre de cas de blessures avec une réduction de 70% du nombre de jours de travail perdus ; (ii) absence d'impact négatif financier causé par le manque de sécurité ; (iii) augmentation de l'activité d'exportation de 4,4% avec une réduction de la capacité de stockage de 20% ; tout ceci sans qu'aucune réclamation ni aucun frais d'indemnisation des accidents des opérateurs n'aient été enregistrés.

4.2.4 Quatrième expérimentation : Plateforme SMQ- LSS-CD adaptée à un Système de Management de la Qualité ISO 9001

a. Périmètre de l'expérimentation

La plateforme développée dans le chapitre 3 dans le but d'améliorer les performances opérationnelles d'un système de management de la qualité (cf. chap. 3, § 3.4.4-b) a été expérimentée, en vue de sa validation, sur une chaîne logistique portuaire de l'entreprise industrielle "CAS" décrite lors de la première expérimentation (cf. chap. 4, § 4.2.1-a). Cette chaîne logistique est destinée à l'export d'un produit intermédiaire liquide "P". Ce produit "P" est utilisé comme additif dans les industries agroalimentaires et pharmaceutiques, et comme intrant dans la fabrication de fertilisants. L'entreprise "CAS" en produit annuellement quelque 2,2 MT. Le nombre moyen de navires chargés par an est d'environ 130 navires tankers d'une capacité moyenne de 15 000 tonnes.

La chaîne logistique est constituée de différentes stations depuis le stockage dans les usines, chargement/déchargement des trains, jusqu'au chargement des navires. Le système de management de cette chaîne logistique est certifié selon la norme ISO 9001.

Pour des raisons de confidentialité, les chiffres réels ne peuvent être dévoilés. Les valeurs en dollars ont été modifiées en les multipliant par un certain coefficient.

b. Protocole de l'expérimentation

Le protocole de l'essai est basé sur la réalisation des cinq étapes de la démarche proposée "SMQ-LSS-CD " pour le SMQ de la chaîne logistique (cf. chap. 3, § 3.4.4-b) La 1^{ère} étape consiste en la définition des objectifs Qualité et des besoins en ressources, tandis que la dernière concerne l'établissement et la mise en œuvre des plans d'action d'amélioration avec des mises à jour de la cartographie, des indicateurs de performances ...

c. Déroulement et conduite de la démarche

Étape 1 : Définition des objectives Qualité et des besoins en ressources.

Etant donné que cette entreprise, et particulièrement cette chaîne logistique, est certifiée selon le standard ISO 9001, sa politique qualité est basée, pour ce qui concerne cette étude, sur les objectifs particuliers suivants :

- Renforcement en continu des performances globales, pour chaque processus ;
- Optimisation des coûts des transformations ;
- Satisfaction des parties prenantes et des clients.

Pour cette étude de cas, l'équipe de travail a limité et affiné les objectifs sur lesquels elle travaillera :

- Amélioration des performances actuelles : diminution des stocks, augmentation des capacités de transport ;
- Optimisation des coûts des transformations par une gestion adéquate des ressources ;
- Satisfaction des parties prenantes et particulièrement les armateurs et les clients : réduction du nombre de réclamations clients.

Étape 2 : Etablissement de la cartographie des processus et des indicateurs de performance

Cette 2^{ème} étape permet de réaliser une cartographie de la chaîne logistique "P" (figure 4.13) Elle permet de visualiser et de représenter les flux physiques et d'informations relatifs au transfert du produit "P" des usines au port.

Concernant la valeur ajoutée (VA), qui se réfère à l'activité que le client est disponible à payer, elle comprend l'opération du Draft Survey (Pesé du navire) qui détermine la quantité à charger à bord du navire : 2H. Par ailleurs, la valeur « Turnaround Time » est de 23 jours. Cette valeur est très significative du fait des quantités des stocks (198 KTonnes) ce qui correspond à 532 heures.

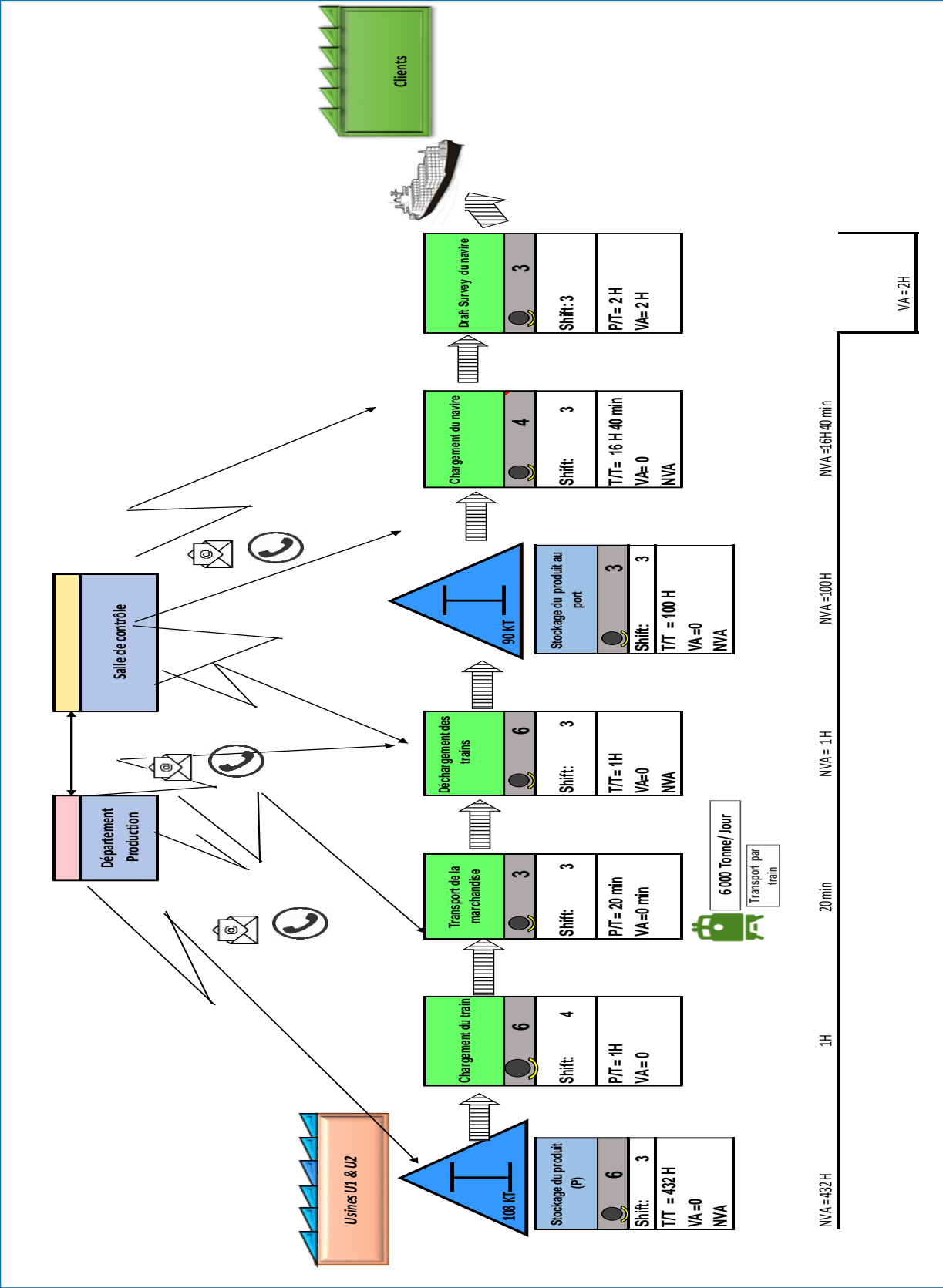


Figure 4.13 : VSM de la chaîne d'approvisionnement du produit 'P'.

Étape 3 : Analyse des données et évaluation financière des pertes et gaspillages

Cette étape permet de faire une évaluation financière des pertes engendrées au niveau de la chaîne logistique. L'outil CD permet de réaliser cet aspect. La période de calcul du CD définie par l'équipe est de 9 mois : de janvier 2019 à septembre 2019. La quantité totale exportée pendant cette période est de 1,214 million de tonnes.

Dans cette étape, les coûts de transformation de la chaîne logistique ont été déterminés et affectés aux sous-processus. Les affectations de ces coûts sont réalisées sur la base des informations disponibles au sein de l'entreprise pour l'exercice 2019. Le tableau 4.16 illustre cette répartition.

Tableau 4.16 : répartition des coûts de transformation de la chaîne logistique du produit "P".

	Processus						
	Stockage du produit (P)	Chargement du train	Transport de la marchandise	Déchargement des trains	Stockage du produit au port	Chargement du navire	Draft Survey du navire
Main-d'œuvre	19%	19%	10%	19%	10%	13%	10%
Matériaux	15%	10%	40%	12%	15%	5%	3%
Energie	8%	15%	43%	15%	10%	4%	5%
Sous-traitance	0%	40%	0%	40%	20%	0%	0%

Après avoir obtenu les informations et les données nécessaires, l'équipe a pu procéder à la réalisation de la *matrice A* du Cost Deployment comme le montre la figure 4.14.

L'impact et l'importance de chaque perte ou gaspillage sont classés comme :

Considérable : perte importante et élevée ; *significative* : perte d'une importance significative et moyenne ; *modéré* : perte d'une faible importance.

Pour la distinction entre les pertes principales et pertes résultantes, l'utilisation de la *matrice B* est nécessaire. La figure 4.15 présente, à titre d'illustration, une partie de cette matrice.

32 types de pertes et gaspillages	Les étapes du processus	Manque de production (Transport)	Main d'œuvre	Energie
Pannes	Stockage du produit (P)			
	Chargement du train			
	Transport de la marchandise	X	X	X
	Déchargement des trains			X
	Stockage du produit au port			X
	Chargement du navire			X
	Draft Survey du navire			

Manque à transporter à cause de la Locomotive:
 *Réglage train: 14504 T
 *Acheminement lent: 10192 T
 *Une seule locomotive en service: 5096 T
 La somme= 14504+10192+5096= 29792 T

* Le temps improductif des opérateurs lors de l'arrêt de la chaîne d'approvisionnement : 4 922 H

Surconsommation d'énergie due à manque à transporter de 2%

Figure 4.15 : Matrice B (partie réglage).

Les coûts afférents aux pertes principales identifiées au niveau de la *matrice A* sont déterminés par la *matrice C*, pour toute la chaîne logistique "P". Le tableau 4.17 présente la *matrice C*.

Tableau 4.17 : Matrice C de la chaîne logistique du produit "P".

Pertes principales considérables	Pertes résultantes	Unité	Quantité	Coût (US\$)
Pannes	Manque de production	T	29 792	536 256
	Main d'œuvre (temps improductif)	H	2 427	12 134
	Energie sans valeur ajoutée (Variation relative de la consommation)	kWh	1,85%	84 529
Perte de cadence	Manque de production	T	353 058	6 354 900
	Main d'œuvre (temps improductif)	H	28 759	143 797
	Energie sans valeur ajoutée (Variation relative de la consommation)	kWh	27,35%	1 252 542
Manque de production	Manque de production	T	26 264	472 752
	Main d'œuvre (temps improductif)	H	2 139	10 697
	Energie sans valeur ajoutée (Variation relative de la consommation)	kWh	1,62%	74 356
Mouvements	Manque de production	T	21 168	381 024
	Main d'œuvre (temps improductif)	H	1 724	8 622
	Energie sans valeur ajoutée (Variation relative de la consommation)	Kwh	1,30%	59 741
			Somme	9 391 534

Etape 4 : Définition et choix des chantiers d'amélioration

Le CD a permis d'identifier les opportunités d'amélioration au niveau de la chaîne logistique "P". Partant de là, des réunions régulières de l'équipe de travail ont été organisées avec l'assistance des groupes pluridisciplinaires concernés par ce chantier (départements : mécanique, électrique, instrumentation, production, ressources humaines, etc.). Différents outils de qualité et du Lean Six-Sigma, tels que la démarche de brainstorming, le diagramme de relation, le diagramme d'affinité ... ont été utilisés afin d'étudier les améliorations possibles.

Des actions d'amélioration ont été arrêtées et mises en place par l'équipe de travail afin d'améliorer l'organisation de la gestion de la chaîne logistique "P" d'une part, et de réduire les coûts relatifs au processus logistique d'autre part.

Parmi ces actions d'amélioration, on peut en citer les plus importantes :

- Réorganisation de la gestion des réservoirs de stockage du produit "P" par une optimisation des stocks et élaboration des plannings de maintenance positionnelle ;
- Revue des clauses des contrats de partenariat avec les entreprises chargées du transport, avec l'intégration des obligations de résultats ;
- Réorganisation de l'effectif (refonte de l'organigramme) du transport et de la station de stockage, pour l'optimisation des moyens humains ;
- Planification et programmation de la production, du stockage, du transport, des arrivées et des accostages des navires. De nouveaux logiciels informatiques ont été intégrés dans la gestion de la chaîne logistique ;
- Dédoublage des circuits de chargement pour l'usine de production ;
- Installation de bras mobiles automatisés de chargement ;
- Révision des procédures et des instructions de travail.

Les coûts de mise en œuvre de ces actions d'amélioration ont été estimés à 3 700 000 US\$.

Etape 5 : Etablissement et mise en œuvre des plans d'action avec des mises à jour Régulières (Cartographie, indicateurs de performance, objectifs de la politique qualité...)

Le tableau 4.18 ci-dessous illustre l'évolution baissière des coûts des pertes après la mise en place des actions d'amélioration.

Tableau 4.18 : Evolution des coûts des pertes de la chaîne logistique du produit "P".

Les pertes principales considérables	Pertes résultantes	Coût Initial (US\$)	Objectif (KUS\$)	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Pannes	Manque de production	536 256	321 754	471 905	439 730	402 192	380 742	359 292	332 479	294 941	273 491	246 678	225 228	198 415
	Main d'œuvre (temps improductif)	12 134	7 281	10 678	9 950	9 101	8 615	8 130	7 523	6 674	6 188	5 582	5 096	4 490
	Energie sans valeur ajouté (Variation relative de la consommation)	84 529	50 346	74 221	69 084	63 106	59 696	56 292	52 043	46 108	42 723	38 500	35 126	30 916
Perte de cadence	Manque de production	6 355 044	3 813 026	5 592 439	5 306 462	5 084 035	4 734 508	4 384 980	4 118 069	3 685 926	3 558 825	3 304 623	2 986 871	2 859 770
	Main d'œuvre (temps improductif)	143 800	86 280	126 544	120 073	115 040	107 131	99 222	93 183	83 404	80 528	74 776	67 586	64 710
	Energie sans valeur ajouté (Variation relative de la consommation)	1 252 578	677 438	1 067 243	1 000 744	950 094	872 334	796 731	740 394	651 644	626 102	575 758	514 182	489 961
Manque de production	Manque de production	472 752	236 376	373 474	352 673	332 345	312 016	288 379	274 196	250 559	226 921	205 647	189 101	165 463
	Main d'œuvre (temps improductif)	10 697	5 349	8 451	7 980	7 520	7 060	6 525	6 204	5 670	5 135	4 653	4 279	3 744
	Energie sans valeur ajouté (Variation relative de la consommation)	74 356	36 879	58 542	55 242	52 022	48 806	45 072	42 835	39 110	35 392	32 051	29 456	25 753
Mouvements	Manque de production	381 024	190 512	323 870	308 629	293 388	276 242	262 907	247 666	228 614	217 184	201 943	186 702	171 461
	Main d'œuvre (temps improductif)	8 622	4 311	7 328	6 984	6 639	6 251	5 949	5 604	5 173	4 914	4 570	4 225	3 880
	Energie sans valeur ajouté (Variation relative de la consommation)	59 741	29 677	50 681	48 270	45 863	43 157	41 055	38 655	35 658	33 862	31 470	29 080	26 692
Total		9 391 534	5 459 228	8 165 377	7 725 822	7 361 345	6 856 559	6 354 533	5 958 850	5 333 481	5 111 265	4 726 250	4 276 930	4 045 254

A partir des données du tableau 4.18, les indicateurs de performance ont manifesté une tendance positive considérable après la mise en œuvre des plans d'action d'amélioration. En effet, on peut noter à cet égard :

- Une diminution globale des pertes financières : initialement de 9,39 MUS\$ à 4,05 MUS\$ contre un objectif de 5,46 MUS\$;
- Une réduction réalisée de 63% des pannes par rapport un objectif fixé à 40% ;
- Une réduction du manque à produire de 65% ; suite à une nouvelle approche de la planification, contre un objectif de 50% ;
- Une réduction des pertes suite à la réorganisation des mouvements des opérateurs de 55% pour un objectif de 50%.

En plus de ces performances positives, aucune réclamation par les clients n'a été notée pendant cette période.

Concernant le taux de disponibilité de la chaîne logistique "P", la figure 4.16 ci-dessous illustre cette évolution positive. Au bout des sept mois d'expérimentation, le taux de disponibilité de la chaîne "P" a été amélioré de 20%.

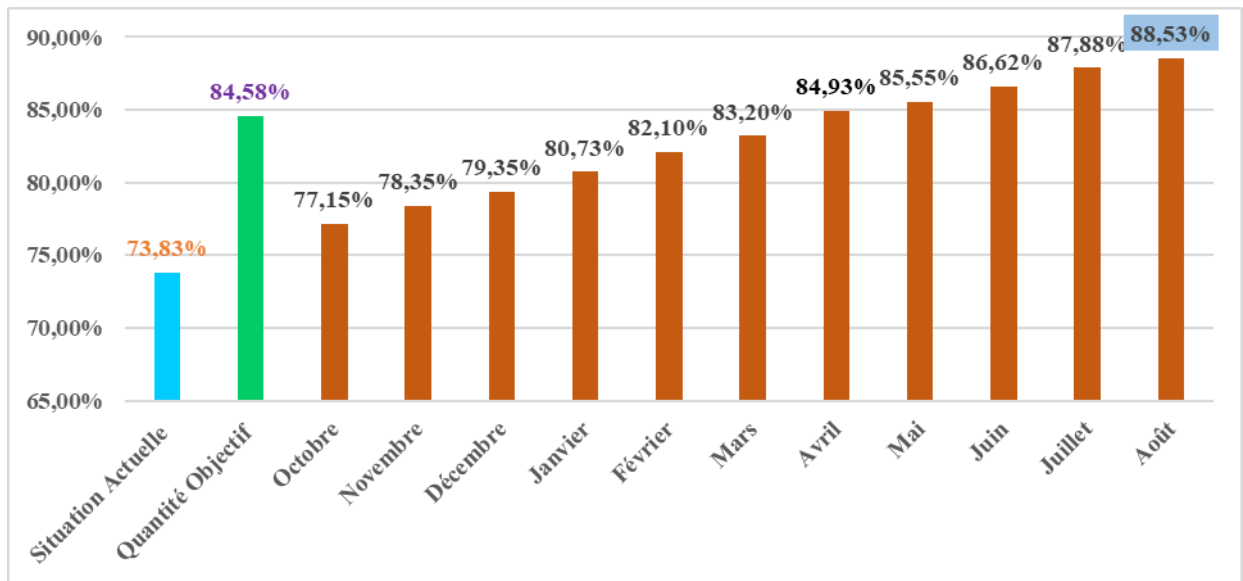


Figure 4.16 : Evolution du taux de disponibilité de la chaîne logistique du produit "P".

d. Conclusion

La nouvelle plateforme SMQ- LSS-CD offre, par sa démarche et son contenu, des améliorations par rapport aux approches traditionnelles et conventionnelles du système de management ISO 9001. Cet avantage a été obtenu grâce au couplage du Cost Deployment, du système d'information, d'outils Lean Six-Sigma et des exigences de la norme ISO 9001. La plateforme SMQ-LSS-CD proposée a permis de surmonter plusieurs limites du système de management ISO 9001 en rendant possible l'alignement entre la performance opérationnelle, la politique qualité et les objectifs stratégiques de l'entreprise, toute en y intégrant la dimension financière.

Une expérimentation a été engagée au niveau d'une chaîne logistique industrielle certifiée selon la norme ISO 9001, pour tester et valider la nouvelle démarche/plateforme "SMQ- LSS-CD " pour sa capacité à améliorer les performances d'un SMQ. Cette nouvelle approche a été expérimentée sur les lieux de la chaîne logistique pour une période de onze mois. Les résultats obtenus ont été satisfaisants en terme de management et d'impact financier : (i) une réduction globale des pertes de 57% ; (ii) une diminution de 63% des pannes et une réduction de 65% du manque de production. Aussi, au bout de ces sept mois d'expérimentation, le taux de disponibilité de la chaîne logistique a été amélioré de 20%.

L'ensemble de ces résultats a été acquis sans qu'aucune réclamation par les clients n'ait été notée pendant cette période.

CONCLUSION GENERALE

Ce travail de recherche avait pour objet l'amélioration de la gestion traditionnelle des systèmes de management certifiés selon les normes ou référentiels ISO 9001, 14001 et OHSAS 18001, regroupés sous l'acronyme SMN (Systèmes de Management Normatifs). Il vise précisément l'amélioration des performances financières de ces systèmes en se basant sur l'élimination et la réduction des pertes et gaspillages, par l'utilisation des concepts du Lean Six-Sigma (LSS) et de l'outil Cost Deployment (CD). Ce challenge a été engagé dans un contexte global de mise en cause des techniques traditionnelles de gestion des SMN pour l'amélioration de la performance des processus des entreprises. Cette approche traditionnelle d'évaluation se focalise généralement sur les processus individuels simples et ne cherche pas à visualiser la chaîne de valeur dans son ensemble. De plus, les exigences des parties prenantes (clients, fournisseurs, partenaires, ...) ont connu un dynamisme évolutif mettant les pratiques traditionnelles des SMN à rude épreuve.

La présente étude s'inscrit dans le sillage des réalisations et des progrès marqués dans le domaine de la gestion des SMN. Elle a ciblé principalement l'amélioration continue des performances financières des processus des SMN par l'élimination des pertes et des gaspillages, et par la minimisation des actions sans valeur ajoutée. Pour ce faire, cette étude a permis de développer une méthodologie basée sur l'intégration et le couplage de trois composantes : les MSN, le Lean Six-Sigma (démarches & outils) et le dispositif du Cost Deployment (outil du World Class Manufacturing).

Une étude bibliographique préliminaire a été réalisée en première phase de ce travail de recherche, dans le but de faire le point sur les avancées de la recherche dans les domaines des SMN et du pilotage et de l'amélioration des performances des processus. Elle a concerné d'une part, les SMN, leurs concepts et leurs implantations dans différentes régions du monde, et, d'autre part, les outils du LSS et ceux du WCM et notamment le Cost Deployment. Par la suite, une étude bibliographique sur les différentes approches et innovations en matière de management de la performance et des travaux de recherche y afférents a été présentée. Il en est ressorti que les entreprises industrielles certifiées sont confrontées à une inadéquation entre la politique de leur SMN, la gestion des boucles de management sur le terrain et les chantiers d'amélioration engagés. Il s'en est conclu aussi que les travaux de recherche portants sur les

SMN et sur la maîtrise de leurs performances, par l'élimination des gaspillages, en appliquant notamment les concepts du Lean Six-Sigma, sont relativement peu abondants.

Pour répondre aux limitations constatées, de nouvelles démarches/plateformes ont été développés dans le cadre de ce travail. Ces démarches ont été conçues par le moyen d'un couplage entre les SMN, des outils du LSS et le CD, dans le but de réduire les pertes et gaspillages ainsi que les actions sans valeur ajoutée.

Une fois que les structures des démarches/plateformes ont été développées selon le type du SMN en question (ISO 9001, 14001, OHSAS 18001 ou bien ces trois référentiels intégrés (SMI)), elles ont été appliquées en vue de leur validation à l'échelle industrielle. Les démarches des expérimentations et les résultats obtenus ont été présentés en détail, avec une comparaison systématique avec les situations antérieures. Cette phase a mis en évidence empiriquement la validité des démarches/plateformes développés dans ce travail.

A cet égard, les plateformes SMN-LSS-CD développées, représentent un apport original mettant à profit la synergie et la complémentarité entre les trois entités, contribuant ainsi à la résolution de la problématique d'amélioration continue des performances opérationnelles et financières des entreprises certifiées.

Les plateformes développées ont été conçues pour explorer les gains possibles subséquents de l'intégration des trois concepts et systèmes SMN-LSS-CD, et ont pu en effet faire réaliser, sur quatre chaînes logistiques industrielles, des réductions substantielles des pertes, gaspillages, consommation des ressources naturelles et des améliorations de la qualité, de la santé et de la sécurité au travail, ainsi que des avancées substantielles en matière de préservation de l'environnement.

Ces plateformes ont été structurées en plusieurs étapes et phases, afin qu'elles puissent être mises en œuvre dans des entreprises de différents secteurs et tailles. Toutefois, des ajustements et des modifications peuvent être apportés au modèle proposé pour être mieux adapté aux besoins et situations de chaque organisation et selon son système de management normatif, et en particulier pour les PME.

Aussi, dans le but de contribuer à la résolution de la problématique de l'amélioration continue des SMN, les plateformes proposées ont été basées sur des facteurs déterminants et décisifs, à savoir les aspects financiers de l'entreprise. De ce fait, les modèles développés permettent de compléter les outils comptables budgétaires traditionnels et conventionnel afin d'intégrer les nouveaux défis du management de la performance. Les expérimentations

industrielles ont confirmé l'importance et l'efficacité de modèles proposés en termes d'amélioration de la performance opérationnelle, des changements organisationnels et des techniques managériales. Cette nouvelle démarche a pu dégager une synergie et une flexibilité d'adaptions à différents contextes.

Un autre apport des démarches-plateformes proposées est matérialisé par les éléments de réflexion fournis aux managers, responsable qualité / environnement, santé et sécurité au travail, directeurs financiers et contrôleurs de gestion, qui devraient prendre en compte les besoins réels des parties intéressées et engager en conséquence des actions d'amélioration, tout en considérant les aspects financiers.

Ce travail met en évidence, en fin, la nécessité d'opérer des changements profonds dans l'adoption des SMN et notamment en déplaçant les points d'intérêts de ces systèmes vers l'émergence de la performance financière et ne pas se contenter seulement des performances opérationnelles et managérielles ou de celles relatives aux supports.

Malgré les apports théoriques et pratiques de cette recherche, les plateformes qui en ont découlé restent toutefois conditionnées par certaines limites d'ordre théoriques et opérationnelles.

La 1^{ère} limitation concerne la nature des flux d'informations et de données pour la mise en œuvre de la plateforme. Cette approche étudie les situations pour un instant donné. Il est clair par conséquent que ces données et informations ne sont guère des phénomènes statiques car elles évoluent constamment dans le temps. De ce fait, le caractère statique de l'étude n'aide pas à analyser finement les phénomènes ni à observer leurs évolutions. Il serait donc utile de compléter cette recherche par des modèles dynamiques qui feraient appel à des approches longitudinales qui tiennent compte notamment de la dimension temporelle. Cela permettrait de suivre les évolutions des cartographies des processus et les pertes y afférentes en fonction de l'évolution de l'environnement de l'entreprise et étudier en parallèle les impacts de cet environnement sur la performance de l'entreprise.

La 2^{ème} limitation concerne le nombre de processus du SMN objet de l'application de la plateforme. Il est très utile de faire appliquer cette nouvelle démarche pour un nombre de processus bien défini, étant donné que certains processus interagissent et certaines informations sont incomplètes. Ceci peut générer une image fragmentée en termes d'évaluation des pertes et peut donc biaiser leur traitement.

Une 3^{ème} limitation concerne le temps nécessaire pour réaliser toute les étapes de la nouvelle démarche. En effet, d'après les applications industrielles réalisées, cette démarche demande des périodes assez longues qui varient entre 7 et 14 mois. Ces périodes sont fonction de la taille de l'entreprise, de son mode de fonctionnement et de sa culture. De même, ces périodes dépendent aussi des types d'actions d'amélioration engagées et de la flexibilité managerielle de l'entreprise.

Nonobstant ces limitations, cette étude ouvre la voie à de réelles perspectives de recherche en management de la performance. Différentes pistes de recherche futures peuvent être envisagées : (i) développement d'un système intégré de mesure en ligne afin d'améliorer cette plateforme de couplage pour qu'elle soit dynamique et réponde en temps réel ; (ii) développement d'un modèle intégré applicable à de nombreuses industries et entreprises de services, (iii) réalisation d'une adaptation de cette nouvelle démarche au contexte des petites et moyennes entreprises pour lui conférer plus d'universalité ; (iv) développement d'un cadre d'étude qui intègre le volet de la gestion des ressources humaines et la culture de l'entreprise dans sa globalité ; (v) développement d'autres modalités applicables à d'autres systèmes de management normatifs.

En définitif, ce travail de thèse s'inscrit dans la suite des conclusions de la littérature. L'analyse des résultats obtenus a ouvert des perspectives qui permettraient d'enrichir davantage la gestion des SMN et de prospecter les futures techniques dans le domaine du management de la performance.

Références bibliographiques :

- [1] Schwab K. (2011) The Global Competitiveness Report 2011-2012. Geneva, World Economic Forum, 544 p.
- [2] ISO 9001, Quality management systems- Requirements.
- [3] ISO 14001, Environmental management systems- Requirements with guidance for use.
- [4] OHSAS 18001, Occupational health and safety management systems -Requirements.
- [5] Moumen, M. and H. El Aoufir. 2017. Quality, Safety and Environment Management Systems (QES): analysis of empirical studies on Integrated Management System (IMS). *Journal of Decision Systems* 26 (3): 207-228.
- [6] Pried, J. 2012. Implementation of Quality Management System ISO 9001 in the world and its Strategic Necessity. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 58 : 1466-1475.
- [7] Tyagi, S., Cai, X., Yang, K., and Chambers, T. (2015). Lean tools and methods to support efficient knowledge creation. *International Journal of Information Management*, 35(2), pp. 204–214.
- [8] Womack, J.P, and Jones, D.T. (1996). *Lean Thinking*. Free Press, New-York.
- [9] Murman, E., et. al., (2002), *Lean Enterprise Value: Insights from MIT’s Lean Aerospace Initiative*. New York: Palgrave.
- [10] Womack, J.P. and Jones, D.T. (2009). *System Lean : Penser l’entreprise au plus juste*. 3ème édition, Pearson Education, Paris.
- [11] Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press, Portland
- [12] Liker, J.K. 2004. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World greatest Manufacturers*. McGraw-Hill, New York.
- [13] AFNOR, Guide, « FD X50-819 : Lignes directrices pour mettre en synergie Lean Management et ISO 9001 », www.afnor.org, 2011
- [14] M. Bellaïche, « Manager vraiment par la qualité », Ed. AFNOR, 2012
- [15] Yamashina, H., and T. Kubo. 2002. Manufacturing Cost Deployment. *International Journal of Production Research* 40 (16): 4077-4091.
- [16] Gianni, M., K. Gotzamani, and G. Tsiotras. 2017. “Multiple Perspectives on Integrated Management Systems and Corporate Sustainability Performance. «*Journal of Cleaner Production* 168: 1297–1311.
- [17] Nunhes, T. V., L. C. F. M. Barbosa, and O. J. Oliveira. 2017. “Identification and Analysis of the Elements and Functions Integrable in Integrated Management Systems.” *Journal of Cleaner Production* 142: 3225–3235.
- [18] Low, S. P., and Y. P. Chin. 2003. “Integrating ISO 9001 and OHSAS 18001 for Construction.” *Journal of Construction Engineering and Management* 129 (3): 338–347.
- [19] Pun, K. F., and I. K. Hui. 2002. “Integrating the Safety Dimension into Quality Management Systems: A Process Model.” *Total Quality Management* 13: 373–391.
- [20] Prakash, A., Potoski, M., 2014. Global Private Regimes, Domestic Public Law: ISO14001 and pollution reduction. *Comparative Political Studies* 47 (3): 369-394
- [21] Nguyen, Q.A. and L. Hens. 2015. “Environmental performance of the cement industry in Vietnam: the influence of ISO 14001 certification.” *Journal of Cleaner Production* 96: 362-378
- [22] Salgado, E.G., and F.O. Neves. 2014. Influência da Certificação ISO 14001 nas empresas que emitem poluentes atmosféricos no Estado de São Paulo. *Rev. Espac.* 35, 9.
- [23] Testa, F., F. Rizzi, T. Daddi, N.M. Gusmerotti, M. Frey, and F. Iraldo. 2014. “EMAS and ISO 14001: the differences in effectively improving environmental performance.” *Journal of Cleaner Production* 68 (1): 165–173

- [24] Zhang, W., W. Wang, and S. Wang, S. 2014. "Environmental performance evaluation of implementing EMS (ISO 14001) in the coating industry: case study of a Shanghai coating firm." *Journal of Cleaner Production* 64: 205-217.
- [25] Aravind, D., and P. Christmann. 2011. "Decoupling of standard implementation from certification: does quality of ISO 14001 implementation affect facilities' environmental performance?" *Business Ethics Quarterly* 21 (1):73–102.
- [26] Sambasivan, M., and N.Y. Fei. 2008. "Evaluation of critical success factors of implementation of ISO 14001 using analytic hierarchy process (AHP): a case study from Malaysia." *Journal of Cleaner Production* 16 (13): 1424–1433
- [27] The ISO Survey 2018. Geneva, ISO Central Secretariat. www.iso.org/fr/the-iso-survey
- [28] W. Edwards Deming, *The New Economics*, MIT Center for Advanced Engineering Study, 1994, ISBN 0-911379-07-X.
- [29] Faisal Khan, Seyed Javad Hashemi, Nicola Paltrinieri, Paul Amyotte, Valerio Cozzani, Genserik Reniers, *Dynamic risk management: a contemporary approach to process safety management*, *Current Opinion in Chemical Engineering*, Volume 14, 2016, Pages 9-17, ISSN 2211-3398,
- [30] Stadnicka, D., R. M. C. Ratnayake, and K. Antosz. 2015. "Investigation of Process Approach Implementation in Manufacturing Firms: A Methodology for Assessing Process Excellence Level." *Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 159–164.
- [31] Carlos del Castillo-Peces, Carmelo Mercado-Idoeta, Miguel Prado-Roman, Cristina del Castillo-Feito, *The influence of motivations and other factors on the results of implementing ISO 9001 standards*, *European Research on Management and Business Economics*, Volume 24, Issue 1, 2018, Pages 33-41,
- [32] Tari, J., Molina-Azorin, J., & Heras, I. (2012). Benefits of ISO 9001 and ISO 14001 standards: A literature review. *Journal of Industrial Engineering Management*, 5(2), 297–332.
- [33] Fonseca, L. (2015). Relationship between ISO 9001 certification maturity and EFQM business excellence model results. *Quality Innovation Prosperity*, 19(1), 85–102.
- [34] Rusjan, B., Alic, M., 2010. Capitalising on ISO 9001 benefits for strategic results. *Int. J. Qual. Reliab. Manag.* 27(7), 756–778
- [35] Ismyrlis, V., & Moschidis, O. (2015). The use of quality management systems, tools, and techniques in ISO 9001: 2008 certified companies with multidimensional statistics: The Greek case. *Total Quality Management & Business Excellence*, 26(5–6), 497–514.
- [36] UNE-EN ISO 9001, 2015 y UNE-EN ISO 9001 :2015, *Sistemas de gestión de la calidad*, Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid. AENOR, 2015
- [37] Kim, D.Y., Kumar, V., & Kumar, U. (2011). A performance realization framework for implementing ISO 9000. *International*
- [38] Lo, C., A. Yeung, and T. Cheng. 2012. "The impact of environmental management systems on financial performance in fashion and textiles industries." *International Journal of Production Economics*. 135 (2): 561–567
- [39] Su, H.C., S. Dhanorkar, and K. Linderman. 2015. "A competitive advantage from the implementation timing of ISO management standards." *Journal of Operations Management* 37: 31–44
- [40] Paulraj, A., and P.D. Jong. 2011. "The effect of ISO 14001 certification announcements on stock performance." *International Journal of Operation & Production Management* 31 (7): 765–788.
- [41] Testa, F., F. Iraldo, and T. Daddi. 2018. "The effectiveness of EMAS as a management tool: a key role for the internalization of environmental practices." *Organization and Environment* 31 (1): 48–69.

- [42] Curkovic, S., and R. Sroufe. 2011. "Using ISO 14001 to promote a sustainable supply chain strategy." *Business Strategy and the Environment* 20 (2): 71-93.
- [43] Nishitani, K. 2009. "An empirical study of the initial adoption of ISO 14001 in Japanese manufacturing firms." *Ecological Economics* 68 (3): 669-679.
- [44] Gomez, A., and M.A. Rodriguez. 2011. "The effect of ISO 14001 certification on toxic emissions: an analysis of industrial facilities in the north of Spain." *Journal of Cleaner Production* 19 (9): 1091-1095.
- [45] Vries, H.J.D, D.K. Bayramoglu, and T.V.D. Wiele. 2012. "Business and environmental impact of ISO 14001." *International Journal of Quality and Reliability Management* 29 (4): 425-435.
- [46] Del Brío, Já and B. Junquera. 2003. "Influence of the perception of the external environmental pressures on obtaining the ISO 14001 standard in Spanish industrial companies" *International Journal of Production Research*, 41 (2): 337–348
- [47] Tung, A, K. Baird, and U. Schoch. 2014. "The relationship between organisational factors and the effectiveness of environmental management." *Journal of Environmental Management* 144: 186–196.
- [48] Iatridis, K., and E. Kesidou. 2018. "What drives substantive versus symbolic implementation of ISO 14001 in a time of economic crisis insights from Greek manufacturing companies." *Journal of Business Ethics* 148 (4):859–77.
- [49] Berchicci, L., and A. King. 2007. "Postcards from the edge: a review of the business and environment literature." *Academy of Management Annals*, 1 (1): 513–547.
- [50] Jacobs, B.W., V. Singhal, and R. Subramanian. 2010. "An empirical investigation of environmental performance and the market value of the firm." *Journal of Operations Management*, 28 (5): 430–441.
- [51] Nishitani, K. 2011. An empirical analysis of the effects on firms' economic performance of implementing environmental management systems. *Environmental & Resource Economics*, 48(4): 569–586.
- [52] King, A.A., and M.J. Lenox. 2001. "Does it really pay to be green? An empirical study of firm environmental and financial performance." *Journal of Industrial Ecology* 5 (1): 105–116.
- [53] Darnall, N., and Y. Kim. 2012. "Which types of environmental management systems are related to greater environmental improvements?" *Public Administration Review* 72 (3):351–365.
- [54] De Jong, P., A. Paulraj, and C. Blome. 2014. "The financial impact of ISO 14001 certification: Top-Line, Bottom-Line, or Both?" *Journal of Business Ethics* 119 (1):131–149.
- [55] Degan, G. A., Lippiello, D., & Pinzari, M. (2009). Occupational health and safety management systems: Comparison between BS OHSAS 18001: 2007 and italian decree 81/2008. *Environmental Health Risk V*, 14, 401–409.
- [56] Bayram, M., Ungan, M. C., & Ardic, K. (2017). The relationships between OHS prevention costs, safety performance, employee satisfaction and accident costs. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 23(2), 285–296.
- [57] Granerud, R. L., & Rocha, R. S. (2011). Organisational learning and continuous improvement of health and safety in certified manufacturers. *Safety Science*, 49(7), 1030–1039.
- [58] Abad, J., Lafuente, E., & Vilajosana, J. (2013). An assessment of the OHSAS 18001 certification process: Objective drivers and consequences on safety performance and labour productivity. *Safety Science*, 60, 47–56.

- [59] Fernández-Muñiz, B., Montes-Peón, J. M., & Vázquez-Ordás, C. J. (2012b). Occupational risk management under the OHSAS 18001 standard: Analysis of perceptions and attitudes of certified firms. *Journal of Cleaner Production*, 24, 36–47.
- [60] Heras-Saizarbitoria, I., Ibarloza, A., & de Junguitu, A. D. (2017). Conflicts Arising in the Generation Process of the ISO 45001 Standard. *ISO 9001, ISO 14001, and New Management Standards* (pp. 177–191). Cham: Springer.
- [61] Ghahramani, A., & Summala, H. (2017). A study of the effect of OHSAS 18001 on the occupational injury rate in Iran. *International journal of injury control and safety promotion*, 24(1), 78–83.
- [62] Lo, C. K., Pagell, M., Fan, D., Wiengarten, F., & Yeung, A. C. (2014). OHSAS 18001 certification and operating performance: The role of complexity and coupling. *Journal of Operations Management*, 32(5), 268–280.
- [63] Vinodkumar, M. N., & Bhasi, M. (2011). A study on the impact of management system certification on safety management. *Safety Science*, 49(3), 498–507.
- [64] Haličková, K., Basovníková, M., & Pavlíková, E. A. (2016). The implementation of the occupational health and safety management at work and its influence on the economic performance of the company. *Acta Universitatis Bohemiae Meridionalis*, 19(2), 50–58.
- [65] Fan, D., & Lo, C. K. (2012). A tough pill to swallow? The impact of voluntary occupational health and safety management system on firms' financial performance in fashion and textiles industries. *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal*, 16(2), 128–140.
- [66] Khan, N., Ahmad, I., and Ilyas, M. 2018. Impact of Ethical Leadership on Organizational Safety Performance: The Mediating Role of Safety Culture and Safety Consciousness. *Journal of Ethics & Behavior*, 28(8), 628-643.
- [67] Mahmoudi, S., Ghasemi, F., Mohammadfam, I., and Soleimani, E. 2014. Framework for continuous assessment and improvement of occupational health and safety issues in construction companies. *Safety and Health at Work*, 5(3), 125–130.
- [68] Haslam, C., O'Hara, J., Kazi, A., Twumasi, R., and Haslam, R. 2016. Proactive occupational safety and health management: promoting good health and good business. *Safety Science*, 81, 99–108
- [69] Heras-Saizarbitoria, I., Arana, G., and Boiral, O. 2015. Exploring the dissemination of environmental certifications in high and low polluting industries. *Journal of Cleaner Production*, 89, 50–58.
- [70] ISO 45001, Occupational Health and Safety management systems - Requirements with guidance for use.
- [71] Levinson, William A. (2016). *Lean Management System LMS:2012: A Framework for Continual Lean Improvement*. CRC Press. p. 11. ISBN 9781466505384. Retrieved 5 May 2019.
- [72] Chiarini, A., Vagnoni, E., 2015. World-class manufacturing by Fiat. Comparison with Toyota Production System from a Strategic Management, Management Accounting, Operations Management and Performance Measurement dimension. *Int. J. Prod. Res.* 53, 590–606.
- [73] Chiarini, A., 2014. Sustainable manufacturing—greening processes using specific lean production tools: an empirical observation from European motorcycle component manufacturers. *J. Clean. Prod.* 85, 226–233.
- [74] Snee, R.D., 2004. The future of Six Sigma. *Six Sigma Forum Magazine*. www.asq.org/pub/sixsigma/past/vol3_issue4/ssfmv3i4youropinion.pdf (accessed 11 July 2015).
- [75] Linderman, K., Schroeder, R.G., Zaheer, S., Choo, A.S., 2003. Six Sigma: a goal-theoretic perspective. *J. Oper. Manag.* 21, 193–203.

- [76] Zu, X., Fredendall, L.D., Douglas, T.J., 2008. The evolving theory of quality management: the role of Six Sigma. *J. Operations Manag.* 26 (5), 630–650.
- [77] Antony, J., 2004. Some pros and cons of Six Sigma: an academic perspective. *TQM Mag.* 16 (4), 303–306.
- [78] Bergman, B., Klefsjö, B., 2003. *Quality from Customer Needs to Customer Satisfaction*, Studentlitteratur, Lund, Sweden.
- [79] Magnusson, K., Kroslid, D., Bergman, B., 2003. *Six Sigma– The Pragmatic Approach*. Studentlitteratur, Lund, Sweden.
- [80] Kuei, C.H., Madu, C.N., 2003. Customer-centric six sigma quality and reliability management. *Int. J. Qual. Reliability Manag.* 20 (8), 954–964.
- [81] Lucato, W.C., Vieira, J.M., Santos, J.C.d.S., 2015. Eco-Six Sigma: integration of environmental variables into the Six Sigma technique. *Prod. Plan. Control.* 26 (8), 605–616.
- [82] Timans, W., Ahaus, K., van Solingen, R., Kumar, M., & Antony, J. (2014). Implementation of continuous improvement based on Lean Six Sigma in small- and medium-sized enterprises. *Total Quality Management & Business Excellence*, 1–16.
- [83] George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed*. New York: McGraw-Hill.
- [84] Pepper, M., & Spedding, T. (2010). The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27, 138-155.
- [85] Cheng, C-Y & Chang, P-Y (2012). Implementation of the Lean Six Sigma framework in non-profit organizations: A case study. *Total Quality Management & Business Excellence*, 23, 431-447.
- [86] Qu, L., Ma, M., & Zhang, G. (2011). Waste Analysis of Lean Service. *International Conference on Management and Service Science (MASS 2011)*, 1-4.
- [87] Albliwi, S. A., Antony, J., & Lim, S. A. H. (2015). A systematic review of Lean Six Sigma for the manufacturing industry. *Business Process Management Journal*, 21(3), 665–691.
- [88] E.Lesure-Zajkowska . « Contribution à l’implantation de la méthode Lean Six Sigma des Petites et Moyennes Entreprises pour l’amélioration des processus » Thèse - PRES Université Lille Nord –de France-2012.
- [89] R. H. Hayes and S. C. Wheelwright, “Restoring Our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing,” Wiley, New York, 1984.
- [90] R. J. Schonberger, “The Vital Elements of World-Class Manufacturing,” *International Management*, Vol. 41, No. 5, 1986, pp. 76-78.
- [91] A. Escrig-Tena, “TQM as a Competitive Factor: A Theoretical and Empirical Analysis,” *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 21 No. 6, 2004, pp. 612-637.
- [92] B. B. Flynn, R. G. Schoroeder and E. G. Flynn, “World Class Manufacturing: An Investigation of Hayes and Wheelwright’s Foundation,” *Journal of Operation Management*, Vol. 17, No. 3, 1999, pp. 249-269.
- [93] I. S. Salaheldin and R. Eid, “The Implementation of World Class Manufacturing Techniques in Egyptian Manufacturing Firms: An Empirical Study,” *Journal of Industrial Management & Data Systems*, Vol. 107, No. 4, 2007, pp. 551-566.
- [94] M. Sharma and R. Kodali, “Development of a Framework for Manufacturing Excellence,” *Measuring Business Excellence*, Vol. 12, No. 4, 2008, pp. 55-60.
- [95] Yamashina, H. 1999. “Manufacturing Cost Deployment.” *Journal of the Japan Society for Precision Engineering* 65 (2): 260-266.
- [96] L. Massone, “Fiat Group Automobiles Production System: Manual do WCM, World Class Manufacturing: Towards Excellence Class Safety, Quality, Productivity and Delivery,” Ed. Fiat, Brazil, 2007.

- [97] Silva, L., J. Kovaleski, S. Gaia, M. Garcia and P. Júnior. 2013. "Cost Deployment Tool for Technological Innovation of World Class Manufacturing." *Journal of Transportation Technologies* 3 (1): 17-23.
- [98] TCHANKAM J.P. (1998), " Performance comparées des entreprises publiques et privées au Cameroun ", Thèse de doctorat en sciences de gestion, Bordeaux.
- [99] Marie-Hélène Delmond, Françoise Giraud, Olivier Saulpic, Gérard Naulleau, Pierre-Laurent Bescos. *Contrôle de gestion et pilotage de la performance*. Montchrestien - Gualino éditeur, pp.420, 2002.
- [100] A. Bourguignon, E. Chiapello, The role of criticism in the dynamics of performance evaluation systems, *Critical Perspectives on Accounting*, 16, 2005, pp. 665-700, cité dans [Folan, 2007].
- [101] Berrah, L., G. Mauris et F. Vernadat (2006). « Industrial performance measurement : an approach based on the aggregation of unipolar or bipolar expressions », *International Journal of Production Research*, vol. 44 (18), p. 4145-4158.
- [102] M. Movahdkhah, P. Barillot et D. Thiel, 'Modèle conceptuel causal de la performance de systèmes industriels', 6^{ème} Congrès Européen de science de systèmes, 2005
- [103] S. Sahraoui, 'Un système d'aide à la décision pour une amélioration optimisée de la performance industrielle ' thèse de doctorat, 2009.
- [104] H. Boisvert, 'La comptabilité de management : coût, décisions, gestion', Erpi
- [105] CAMUS, P. (2000). *Le contrôle de gestion : pour améliorer la performance de l'entreprise*. 3ème Edition., Paris : Editions d'organisations.
- [106] F. Giraud, O. Saulpic, C. Bonnier, F. Fourcade, *Contrôle de gestion et pilotage de la performance*, Gualino éditeur, 3ème édition, 2008.
- [107] Luzi Hail (2013) Financial reporting and firm valuation: relevance lost or relevance regained?, *Accounting and Business Research*, 43:4, 329-358, DOI: 10.1080/00014788.2013.799402.
- [108] Marco R. Di Tommaso, Mattia Tassinari, Stefano Bonnini & Marco Marozzi (2017) Industrial policy and manufacturing targeting in the US: new methodological tools for strategic policy-making, *International Review of Applied Economics*, 31:5, 681-703, DOI: 10.1080/02692171.2017.1303036.
- [109] V. Giard, *Gestion de production*, Collection Gestion, Economica, 2003.
- [110] J.H. Jacot, J.P. Micaelli, La question de la performance globale, dans *La performance économique en entreprise*, J.H. Jacot et J.P. Micaelli (eds), Hermès, 1996.
- [111] Berrah, L., G. Mauris et J. Montmain (2008). « Monitoring the improvement of an overall industrial performance based on a Choquet integral aggregation », *Omega (The International Journal of Management Science)*, vol. 36 (3), p. 340-351.
- [112] Shideh Saraeian, Babak Shirazi, Homayun Motameni (2019). Optimal autonomous architecture for uncertain processes management. *Information Sciences*, Volume 501, Pages 84-99, ISSN 0020-0255,
- [113] Disterheft, A., S.S.F.S. Caeiro, M.R. Ramos, and U.M.M. Azeiteiro. 2012. "Environmental Management Systems (EMS) implementation process and practices in European higher education institutions - top-down versus participatory approaches." *Journal of Cleaner Production* 31: 80-90.
- [114] Steven T. Tseng, Paul E. Levy, A multilevel leadership process framework of performance management (2019). *Human Resource Management Review*, Volume 29, Issue 4, 100668, ISSN 1053-4822.
- [115] Dolgui, A. et C. Prodhon (2007). « Supply planning under uncertainties in MRP environments : a state of the art », *Annual Reviews in Control*, vol. 31, p. 269-279
- [116] Daniel Frécher Jacques Ségot ,Philippe Tuzzolino (2003). *Les processus* .Afnor. ISBN-10 : 2124750658.

- [117] Reiman T, Pietikäinen E. (2012). Leading indicators of system safety monitoring and driving the organizational safety potential. *Saf Sci.* ;50(10):1993–2000
- [118] Hopkins A. Thinking about process safety indicators. (2009). *Saf Sci.* 47(4):460–465.
- [119] Lingard H, Hallowell M, Salas R, et al. (2017). Leading or lagging? Temporal analysis of safety indicators on a large infrastructure construction project. *Saf Sci.*; 91:206–220
- [120] Lingard H, Wakefield R, Cashin P. (2011). The development and testing of a hierarchical measure of project OHS performance. *Eng Constr Archit Manage* ;18 (1):30–49.
- [121] Tjandra SA, Shimko G. Key performance lagging and leading indicators for traffic safety improvement: case study of the city of edmonton, Alberta, Canada. *ITE J-Inst Transp Eng.* 2016 Apr;86(4):40–47
- [122] Tinmannsvik RK, Hovden J. Safety diagnosis criteria—development and testing. *Saf Sci.* 2003;41(7):575–590.
- [123] HOPE J. et FRASER R. (1999), "Beyond budgeting. Building a new management model for the information age", *Management accounting*, January, pp. 16-21
- [124] JENSEN M. C. (2001), " Corporate Budgeting is Broken: Let's Fix it ", *Harvard Business Review*, novembre, pp. 95-101.
- [125] Berland N., Simon F-X., 2010, *Le Contrôle de Gestion en mouvement*, Editions d'organisation, Paris, pp.11-14
- [126] CAUVIN E. (2000), " La gestion par les activités ", *Les Nouvelles Approches de la Gestion des Organisations*, Arregle J.-L., Cauvin E., Ghertman M., Grand B., Rousseau P., Economica.
- [127] Poksinska, B., Eklund, J. A., & Dahlgard, J. J. (2006). ISO 9001: 2000 in small organisations: Lost opportunities, benefits and influencing factors. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 23(5), 490-512.
- [128] Berland, N. (2000), "Fonctions du contrôle budgétaire et turbulence", *Actes de conférence* :
- [129] LORINO P. (2003), *Méthodes et pratiques de la performance*. Éditions d'Organisations. 3^e édition. Paris.
- [130] Andersson. E, Thollander.P. (2019). Key performance indicators for energy management in the Swedish pulp and paper industry *Scien. Direct. Volume 24*, April 2019, Pages 229-235
- [131] Yang M.G., Hong P., Modi S., 2011. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. *International Journal of Production Economics*, Volume 129, Issue 2, February, pp. 210–220.
- [132] DEGOS J-G. et OUVRARD S. (2012), *Analyse financière*, Ellipses, chapitre 5, L'analyse de la rentabilité de l'entreprise, pp. 93 – 123
- [133] Kaplan, R.S., and D.P. Norton. 2001. Transforming the Balanced Scorecard from performance measurement to strategic management: Part1. *Accounting Horizons* 15: 87-104.
- [134] Di Vaio, A., L. Varriale, and F. Alvino. 2018. "Key performance indicators for developing environmentally sustainable and energy efficient ports: Evidence from Italy." *Energy Policy* 122: 229–240.
- [135] Peral, J., A. Mate, and M. Marco. 2017. Application of Data Mining techniques to identify relevant Key Performance Indicators, *Journal of Computer Standards & Interfaces*, 50: 55-64.
- [136] Parmenter, D. 2015. *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. New Jersey: John Wiley & Sons Ed.
- [137] 10^{ème} Siminaire CONFERE,"6' Juillet 2003, Belfort –France ,pp.425-42

- [138] Garza-Reyes, J.A., 2015. Lean and Green – A systematic review of the state of the art literature. *J. Clean. Prod.* 102, 18–29
- [139] Banawi, A., and M. M. Bilec. 2014. “A Framework to Improve Construction Processes: Integrating Lean, Green and Six Sigma.” *International Journal of Construction Management* 14 (1): 45–55.
- [140] Klotz, L., M. Horman, and M. Bodenschatz. 2007. “A Lean Modeling Protocol for Evaluating Green Project Delivery.” *Lean Construction Journal* 3: 1–18.
- [141] Pampanelli ,A.B., Found, P., Bernardes, A.M., 2014. A lean & green model for a production cell. *J. Clean. Prod.* 85, 19-35.
- [142] Salah, S., Rahim, A., Carretero, J.A., 2010. The Integration of Six Sigma and Lean Management. *Inter.J.of Lean Six Sigma.* 1 (3), 249–274.
- [143] Gunaki, P. and N. Teli. 2015. Productivity Improvement by Value Stream Mapping in Die Casting Industry. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research* 2: 2049-2064.
- [144] Romero, L.F. and A. Arce. 2017. Applying Value Stream Mapping in manufacturing: a systematic literature review, *IFAC PapersOnLine* 50 (1): 1075-1086.
- [145] Carmignani G. 2017. “Scrap value stream mapping (S-VSM): a new approach to improve the supply scrap management process.” *International Journal of Production Research* 55 (12): 3559-3576.
- [146] Moreira, N. G., De Santa-Eulalia, L. A., Ait-Kadi, D., Wood-Harper, T., Wang, Y., 2015. A conceptual framework to develop Green textiles in the aeronautic completion industry: a case study in a large manufacturing company. *J. Clean. Prod.* 105, 371–385.
- [147] Macinati, M.S., S. Bozzi, and M.G. Rizzo. 2016. Budgetary participation and performance: The mediating effects of medical managers’ job engagement and self-efficacy, *Health Policy* 120 (9): 1017-1028.
- [148] Dunk, Alan S. 2011. Product innovation, budgetary control, and the financial performance of firms. *The British Accounting Review* 43 (2): 102-111.
- [149] Rother, M. and J. Shook. 1999. *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda.* 2nd ed. Brookline, MA: The Lean Enterprise Institute.
- [150] Johnson, M.A. (1995), "The development of measures of the cost of quality for an engineering unit", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 12 No. 2, pp. 86-100.
- [151] Juran on Quality by Design: The New Steps for Planning Quality into Goods and Services Hardcover – Illustrated, May 4, 1992.
- [152] Jeffrey Liker, 2004. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* Hardcover – January 7, 2004.
- [153] Jaouad Abisourour, Mohsine Hachkar, Badia Mounir & Abdelmajid Farchi (2019) Methodology for integrated management system improvement: combining costs deployment and value stream mapping, *International Journal of Production Research.*
- [154] Jaouad Abisourour, Mohsine Hachkar, Badia Mounir & Abdelmajid Farchi (2020) ISO 14001 combined to cost deployment (EMS-CD): a new financial vision, *International Journal of Production Research.*
- [155] Cao, Y., K. Zhao, J. Yang, and W. Xiong. 2015. Constructing the Integrated Strategic Performance Indicator System for Manufacturing Companies. *International Journal of Production Research* 53 (13): 4102–4116.
- [156] Sunk, A., P. Kuhlang, T. Edtmayr, and W. Sihn. 2016. Developments of Traditional Value Stream Mapping to Enhance Personal and Organizational System and Methods Competencies. *International Journal of Production Research* 55 (13): 3732-3746.

- [157] Nof, S. Y., J. Ceroni, W. Jeong, and M. Moghaddam. 2015. *Revolutionizing Collaboration through e-Work, e-Business and e-Service*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: Berlin.
- [158] Adwait Deshkar, Saily Kamle, Jayant Giri, Vivek Korde. 2018. Design and evaluation of a Lean Manufacturing framework using Value Stream Mapping (VSM) for a plastic bag manufacturing unit, *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 7668-7677.
- [159] Azma, F. 2010. Qualitative Indicators for the evaluation of universities performance. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 2 (2): 5408–5411.
- [160] Bauler, T. 2012. An analytical framework to discuss the usability of (environmental) indicators for policy. *Ecological Indicators* 17: 38–45.
- [161] Alam, M., J. Dupras, and C. Messier. 2016. A framework towards a composite indicator for urban ecosystem services. *Ecological Indicators* 60: 38–44.
- [162] Hermann, B. G., C. Kroeze, and W. Jawjit. 2007. Assessing environmental performance by combining life assessment, multi-criteria analysis and environmental performance indicators. *Journal of Cleaner Production* 15 (18): 1787–1796.
- [163] Kerzner, H. 2011. *Project management metrics, KPIs, and dashboards: a guide to measuring and monitoring project performance*. John Wiley & Sons Ed.
- [164] Abisourour, J., M. Hachkar, B. Mounir, and A. Farchi. 2019. “Methodology for Integrated Management System Improvement: Combining Cost Deployment and Value Stream Mapping.” *International Journal of Production Research* 58 ,2020: 3667–3685.
- [165] Pugliesi, E., J.C. Golçalves, C.D. Santiago, and M.L. Espinosa. 2016. Análise e Perspectivas de Integração de Sistemas de Gestão ISO 14001:c2015 e o Programa Responsible Care. *Esp* 16, 25.
- [166] Boiral, O., and J.F. Henri. 2012. Modelling the impact of ISO 14001 on environmental performance: a comparative approach. *Journal of Environmental Management* 99: 84–97.
- [167] Cary, J., and A. Roberts. 2013. “The limitations of environmental management systems in Australian agriculture.” *Journal of Environmental Management* 92 (3): 878-885.
- [168] Tuppura, A., A. Toppinen, and K. Puumalainen. 2016. “Forest certification and ISO 14001: Current state and motivation in Forest companies.” *Business Strategy and the Environment* 25 (5): 355–368.
- [169] Neves, F.O., E. G. Salgado, and L. A. Beijo. 2017. “Analysis of the environmental management system based on ISO 14001 on the American continent.” *Journal of Environmental Management* 199: 251–262.
- [170] Zhu, Q., J. Cordeiro, and J. Sarkis. 2012. “International and domestic pressures and responses of Chinese firms to greening.” *Ecological Economics* 83:144–153.
- [171] Montiel, I., B. W. Husted, and P. Christmann. 2012. Using private management standard certification to reduce information asymmetries in corrupt environments. *Strategic Management Journal* 33 (9):1103–13.
- [172] Teixeira, A. A., C. J. C. Jabbour, and A. B. L. de Sousa Jabbour. 2012. “Relationship between green management and environmental training in companies located in Brazil: a theoretical framework and case studies.” *International Journal of Production Economics* 140 (1): 318–329.
- [173] Husted, B. W., I. Montiel, and P. Christmann. 2016. “Effects of local legitimacy on certification decisions to global and national CSR standards by multinational subsidiaries and domestic firms.” *Journal of International Business Studies* 47 (3):382–397.
- [174] Pinto, L.C., and A. Tenera. 2013. “The DMAIC cycle applied to project management.” *Integrity, Reliability and Failure International Conference - IRF’03, Madeira Portugal*. Paper#4745.
- [175] Karthi, S., S.R. Devadasan, and R. Muruges. 2011. Integration of Lean Six-Sigma with ISO 9001:2008 standard. *International Journal of Lean Six Sigma* 2 (4): 309–331.

- [176] Bounabri, N., El Oumri, A.A., Elmadani, S., Zerrouk L., and Ibnlfassi, A. 2018. Barriers to ISO 9001 Implementation in Moroccan Organizations: Empirical Study. *Journal of Industrial Engineering Management*, 11(1): 34-56
- [177] Panopoulos GD. 2003. Economic aspects of safety in Greek construction industry [doctoral dissertation]. Aston: Aston University.
- [178] Behm, M., Veltri, A., and Kleinsorge IK. 2004, April. The cost of safety: cost analysis model helps build business case for safety. *Professional Safety*, April, 22–29.
- [179] Guide d'évaluation des coûts résultant de la non-qualité. 'NF X 50-126'. Publié par l'AFNOR en 1986.
- [180] Furterer, Sandra L. 2018. Applying Lean Six Sigma methods to reduce length of stay in a hospital's emergency department. *Journal Quality Engineering*, 30(3), 389-404.
- [181] Liang H., Zhang, S., and Su, Y. 2018. Using leading and lagging indicators to select safe contractors at the prequalification stage of construction projects. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 24(1-2), 61-74.
- [182] Robson, L. S., Speers, J.C., Kusiak, R.A., and Burns, B.B. 2007. Development of a performance measurement report for the Ontario prevention system. *Policy and Practice in Health and Safety*, 5(1), 3-18.
- [183] Jaafar, M.H., Arifin, K., Aiyub, K., Razman, M.R., Ishak, M.I.S., and Samsurijan, M.S. 2018. Occupational Safety and Health (Osh) Management In Construction Industry: A review. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 24(4), 493-506.
- [184] Paas, Õ., Reinhold, K., and Tint, P., 2015. Estimation of safety performance by MISHA method and the benefits of OHSAS18001 implementation in Estonian manufacturing industry. *Agronomy Research*, 13(3), 792-809.
- [185] Furci, J., and Sunindijo R. Y. 2020. Impacts of the WHS Act 2011 on safety management in small and medium construction companies. *International Journal of Construction Management*, 20(3), 196-206.