

# Mémoire d'Intelligence Méthodologique

---

## Amélioration de la productivité au sein des PME Lean Six Sigma

---

Encadré par :  
Arnaud DERATHE  
Benoit EYNARD  
Gilbert FARGES

Réalisé par :  
Aziza NEJMED-DINE  
Aymen NAJI  
Wenke BIAN  
Yasmina IDRISSE BOUYAHAOUI

<http://www.utc.fr/master-qualite>  
Puis « Travaux » « Qualité-Management » réf n°426

---

## Résumé

Le présent MIM a pour objet de donner une appréciation générale sur le déroulement d'un projet intitulé « Pilotage du Projet Lean Six Sigma » qui a été réalisé dans le cadre du module « Ingénierie de projet ». Le projet consiste à élaborer des solutions concrètes qui visent à aider les PME à mettre en place une démarche Lean Six Sigma. Ceci, à travers trois livrables : une cartographie de description des outils Lean Six Sigma, un guide d'accompagnement de mise en place des outils LSS et une boîte à outils opérationnelle qui simplifie la mise en place.

**Mots clés:** Lean Management, Six Sigma, DMAIC, Amélioration continue

## Abstract

This document provides the assessment of a project entitled "Lean Six Sigma Project Management" which was carried out as part of the "Project Engineering" module. The project consists of developing concrete solutions to help SMEs implement a Lean Six Sigma approach. This, through three outputs: LSS tools description, a guide to the implementation of LSS tools and an operational toolbox that simplifies implementation.

**Keywords:** Lean Management, Six Sigma, DMAIC, Continuous improvement

## Remerciements

Nous profitons par le biais de ce MIM, pour exprimer nos remerciements à toute personne contribuant de près ou de loin à l'élaboration de cet humble travail.

Nos vifs remerciements à notre tuteur de projet M. Benoit Eynard pour son accompagnement, ses conseils ainsi que son implication personnelle et ses efforts afin d'assurer le bon déroulement de ce projet.

Nous tenons également à remercier M. Gilbert FARGES qui nous a proposé le sujet et qui nous a attribué des consignes par rapport à l'élaboration de notre MIM. Ainsi que notre ancien tuteur M. Arnaud Derathé pour son temps, son suivi et ses précieux conseils sur la première partie du projet.

Nous remercions également Mme. Joanna Daaboul et M. Nassim Bendaoud, Enseignants à l'UTC, pour leur aide par rapport à nos recherches bibliographiques. Ainsi que nos collègues pour leurs remarques pertinentes sur notre travail.

---

## Glossaire

**Ateliers** : actions d'amélioration qui peuvent être menées dans la cadre ou en dehors des projets d'amélioration.

**Projet** : processus unique qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques, incluant les contraintes de délais, de coûts et de ressources [FD ISO 10006:2003].

**Projet de conception** : un projet de conception est entrepris dans le but de concevoir un nouveau produit ou un nouveau service ou afin de refondre la chaîne de valeur.

**Projet d'amélioration** : un projet d'amélioration est entrepris dans le but d'atteindre un objectif d'amélioration ou de résoudre un problème.

**Projet simple** : un projet simple est généralement mené par une équipe réduite, appartenant à un même périmètre fonctionnel et pouvant être facilement réunie pour des séances de travail. L'investissement en ressources humaines et financières sera limité et le chef de projet pourra n'y consacrer qu'une faible partie de son temps.

**Projet complexe** : est un projet qui va nécessiter des moyens importants, souvent une équipe large, pour résoudre le problème ciblé.

**Cycle de projet DMAIC** : Définir, Mesurer, Analyser, Innover/Améliorer, Contrôler.

**Atelier simple** : nécessite une préparation plus rapide d'une à deux semaines et s'étale sur une durée d'un à trois jours.

## Liste des sigles

**LSS** : Lean Six Sigma

**VSM** : Value Stream Mapping

**DMAIC** : Définir, Mesurer, Analyser, Innover/Améliorer, Contrôler

**TPS** : Toyota Production System

**TPM** : Maintenance Productive Totale

**GB** : Green Belt

**BB** : Black Belt

**PME** : Petite-Moyenne Entreprise

**TQM** : Total Quality Management

## Sommaire

<b>INTRODUCTION</b>	<b>9</b>
<b>CHAPITRE I : CONTEXTE, ENJEUX ET PROBLEMATIQUE</b>	<b>10</b>
1. LES ENTREPRISES VERS UNE EXCELLENCE OPERATIONNELLE A TRAVERS LE LEAN SIX SIGMA	11
2. POURQUOI LE LEAN SIX SIGMA	17
3. LA PROBLEMATIQUE DES PME FACE A LA MISE EN PLACE DE LA DEMARCHE	17
<b>CHAPITRE II : METHODE DE RESOLUTION</b>	<b>20</b>
1. ANALYSE DES ETUDES	21
2. L'EVOLUTION DES LIVRABLES PROPOSES	24
3. ANALYSE DES RISQUES	26
<b>CHAPITRE III : RESULTATS ET PERSPECTIVES</b>	<b>28</b>
1. RESULTATS ESCOMPTEES	29
2. PERSPECTIVES ET AXES D'AMELIORATIONS	38
<b>CONCLUSION</b>	<b>39</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>40</b>

## Liste des Figures

Figure 1 Principe de la méthode 6 Sigma [source : GOUSSEN Christian, RIPERT Fabien, GODIN Gilles-Hervé[1]].....	13
Figure 2 Historique du Lean Six Sigma [source : auteurs] .....	14
Figure 3 Les niveaux de certification Six Sigma [source : auteurs].....	16
Figure 4 Enjeux Lean et Six Sigma [source : auteurs] .....	17
Figure 5 QQQQCP [source : auteurs].....	20
Figure 6 Critères d'un projet [source : auteurs] .....	22
Figure 7 Besoins de l'entreprise [source : auteurs].....	30
Figure 8 Exemple de liste des outils selon le besoin [source : auteurs] .....	31
Figure 9 Exemple explication de l'outils [source : auteurs].....	31
Figure 10: Entête de fiche d'outil [source : auteurs].....	32
Figure 11: Fiche de diagramme Spaghetti [source : auteurs].....	33
Figure 12: Exemple fiche R&R [source : auteurs] .....	34
Figure 13: Exemple des champs à remplir [source : auteurs] .....	35
Figure 14 Exemple de page d'accueil de Boîte à outils [source : auteurs] .....	36
Figure 15 Exemple de trame des outils Lean [source : auteurs] .....	37
Figure 16 Exemple de fiche de calcul des outils Statistique [source : auteurs].....	37

## Liste des Tableaux

Tableau 1 Les Risques liés aux livrables[source : auteurs] ..... 27

---

## Introduction

Dans un souci de compétitivité dans un environnement éminemment concurrentiel, les organisations se trouvent obligées d'améliorer et d'optimiser continuellement leurs systèmes. C'est même une condition nécessaire pour assurer la pérennité et l'aptitude à répondre, dans les plus brefs des délais et au moindre coût, aux besoins des clients. Les entreprises industrielles, en particulier, se confrontent à des impératifs nouveaux, qui convergent vers la performance croissante de leurs systèmes de production.

Face à cette confrontation, les industries cherchent à suivre des démarches d'optimisation des ressources afin d'améliorer la qualité de leurs produits et d'éliminer les sources potentielles de perte, tout cela dans le but d'élargir leurs parts de marché. C'est par le biais d'une démarche Lean Six Sigma que ces entreprises peuvent atteindre leurs objectifs.

Dans cette optique, nous travaillons sur le pilotage d'un projet Lean Six Sigma visant à encourager les PME néophyte par rapport au Lean Six Sigma, d'entamer une démarche basée sur ce concept et ceci en conceptualisant une cartographie qui a pour but de définir les outils de la démarche LSS selon des besoins précis, une boîte à outils facilitant l'usage de ses outils et un guide qui explique clairement la mise en œuvre des outils LSS, tout ceci afin de garantir le succès de la démarche.

A cet effet, le présent Mémoire d'Intelligence Méthodologique contient trois chapitres, qui représentent la démarche que nous avons suivi en vue de la mise au point de cette mission. Le premier chapitre vise à cerner la problématique en précisant les différents enjeux que présente la démarche Lean Six Sigma ainsi que les objectifs du projet. Quant au deuxième chapitre, il traite la démarche adoptée pour répondre à la problématique et un troisième chapitre sur les différents résultats atteints et les perspectives.

## CHAPITRE I : Contexte, Enjeux et Problématique

## 1. Les entreprises vers une excellence opérationnelle à travers le Lean Six Sigma

Dans un milieu évolutif, les entreprises doivent s'adapter aux différents aspects imposés par le marché (qualité des produits, exigences clients, concurrence, etc.) pour pouvoir survivre dans un environnement concurrentiel. Ces différents organismes ont tendance d'améliorer les produits et les services pour être en phase avec les demandes diversifiées du marché. Pour ce faire, ils concentrent leurs efforts sur trois axes primordiaux à savoir ; l'efficacité des travaux réalisés, l'efficience ainsi que la qualité perçue. Pour être plus performante, l'entreprise réalise des travaux et applique des méthodes pour aboutir aux différents objectifs fixés (Efficacité), tout en optimisant les ressources et les investissements dépensés lors de ses travaux (Efficience). Ainsi, la qualité perçue est le fruit des deux premiers axes ayant comme conséquence la satisfaction des clients, d'où le rayonnement de l'entreprise et la poursuite de son existence. D'ailleurs, les entreprises mesurent l'efficacité dans l'évolution des travaux réalisés, l'efficience en observant les moyens et les ressources utilisés et la qualité perçue en évaluant les retours des clients. C'est dans cette optique de recherche d'amélioration de performance qu'on choisit d'adapter la méthodologie Lean Six Sigma pour répondre aux besoins des entreprises.

### ➤ C'est quoi le Lean Management ?

Le **Lean management** est considéré comme une philosophie de progrès et d'amélioration continue qui a été créée par Toyota. Elle s'appuie sur le gain en productivité en centrant l'activité sur la création de la valeur ajoutée depuis le fournisseur jusqu'au client final et en passant d'une culture de productivisme à une culture de flexibilité. On parle des « 3M : Muda, Muri, Mura » présentés par Toyota comme des formes de gaspillage, de surcharge et d'irrégularité. Le concept Lean management peut s'appliquer à l'aide de différents outils qualité (5S, VSM, Kanban...etc.) et ses grands principes sont :

- Définir la valeur et se poser la question : “quelles sont les attentes du client ?”;
- Identifier la chaîne de la valeur, c’est-à-dire l’ensemble des actions réalisées depuis la matière première jusqu’au produit final (exemple d’outil : VSM);
- Organiser l’activité en flux continu;
- Fonctionner par le système flux tiré, la production se programme à travers une commande du client;
- S’améliorer en permanence : faire évoluer sa vision, avancer par étapes et surtout améliorer progressivement les processus/ activités.

➤ C’est quoi le Six Sigma ?

Le **Six Sigma** vise à éliminer la variabilité et les dysfonctionnements du processus afin de garantir la qualité du produit. Il se base sur la méthodologie DMAIC (D : Définir, M : Mesurer, A : Analyser, I : Innover et C : Contrôler) pour tendre vers le Zéro Défaut. Le terme provient de la lettre grecque Sigma qui est l’écart type (la zone autour de la moyenne). Cet écart type est la dispersion du processus.

L’objectif de cette démarche est d’améliorer la satisfaction client en améliorant les processus et donc la qualité des produits. Elle est utilisée dans différents domaines, que ce soit dans l’industrie ou dans le service, à condition que les performances du processus soient mesurables. En pratique il est difficile d’atteindre le 6 sigma, on cherche souvent à aller jusqu’à 4 sigma.

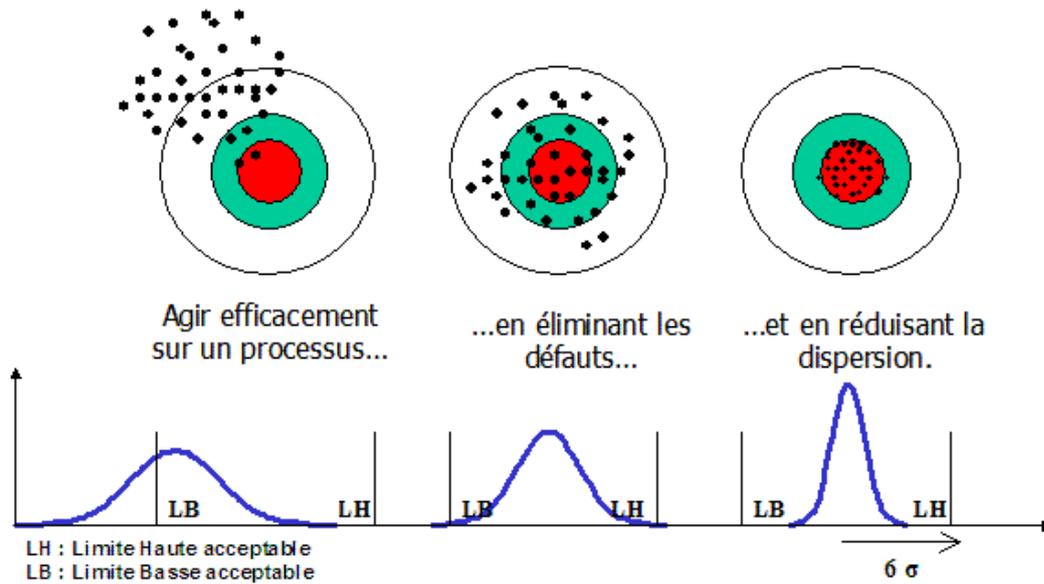


Figure 1 Principe de la méthode 6 Sigma [source : GOUSSEN Christian, RIPERT Fabien, GODIN Gilles-Hervé[1]]

Ce schéma montre que le 6 sigma est utilisé pour améliorer les processus, en les centrant sur la valeur cible. Un processus d'écart type 6 Sigma donne environ 99.8% de produits conformes au cahier de charge imposé par le client. [2]

➤ Historique du Lean et du Six Sigma :

Le schéma ci-après récapitule l'historique des deux démarches Lean et Six Sigma :

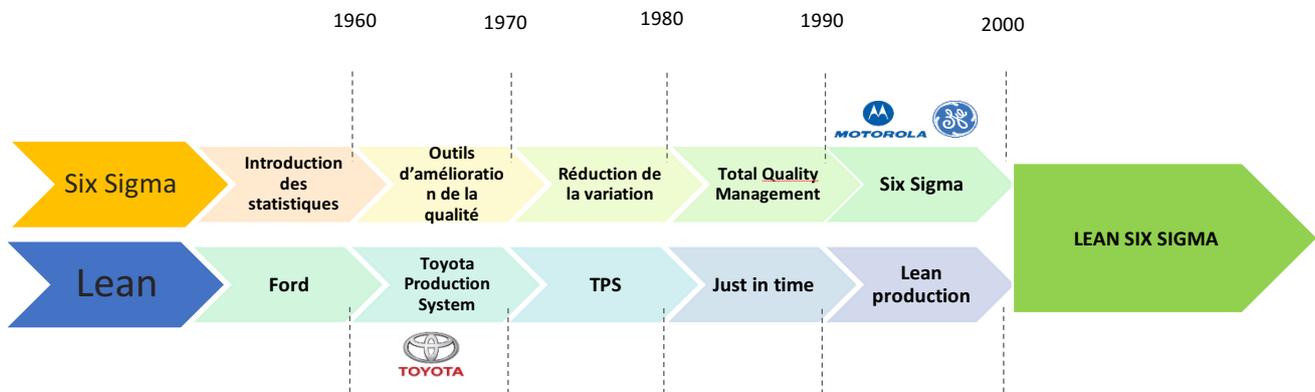


Figure 2 Historique du Lean Six Sigma [source : auteurs]

- Au début des années 1920, Walter Shewhart a introduit la notion des statistiques. Ensuite, Deming a abordé la notion de statistique en production, à savoir : les cartes de contrôle, contrôle par échantillonnage, etc. Ceci, a mené à penser à réduire la variabilité, ce qui a impliqué l'utilisation des outils statistiques comme le plan d'expériences Tagushi. Deming, au début des années 80 a mis en place la démarche TQM, qui consiste sur la gestion de la qualité. Elle vise l'implication forte du personnel. Enfin en 1986, Bill Smith introduit la notion de 6 Sigma. Et c'est Motorola qui était la première société à utiliser le 6 Sigma dans leur démarche d'amélioration continue.

- Début 1910, Ford a donné naissance au Lean Manufacturing, par la mise en place de chaînes de production avec un flux continu de pièces. La production a introduit la notion de Takt Time au sein d'une entreprise allemande. Toyota alors, avait mis en place le concept de Juste-à-temps s'appuyant sur la formation des collaborateurs et le partage de connaissances sur terrain. Ensuite, Ohno a amélioré le TPS, en incluant le contrôle visuel, les suggestions des employés la réduction de taille de lots et le Kanban.

- Début 2000, la notion de LSS est apparue, qui est effectivement le produit des deux grands concepts : Lean Management et le Six Sigma.[3]

➤ Qu'est-ce que le Lean Six Sigma ?

En général, les deux démarches : Lean et Six Sigma visent l'amélioration des processus afin de satisfaire le client. La fusion des deux méthodes est intéressante dans la mesure où ce sont deux méthodes complémentaires et compatibles. Cependant, il est plus pertinent pour l'entreprise de débiter une démarche Lean avant de mettre en place les outils adéquats pour le Six Sigma. [2]

➤ Le Lean Six Sigma, dans quel secteur ?

Malgré que cette étude se concentre sur l'élaboration de la démarche LSS dans les industries, qui y est associée naturellement. Il est important de mentionner que cette démarche est bien applicable dans les services, vu le nombre de processus généré par ce secteur. Il suffit d'adapter les outils LSS au service concerné.

➤ Niveaux de certifications Lean Six Sigma :

Les entreprises du monde entier reconnaissent la certification Six Sigma comme preuve qu'une personne dispose des connaissances et de la formation pour améliorer, réduire ou éliminer les coûts inutiles et rationaliser les processus métier qui favorisent la croissance future. Il existe 4 niveaux de certification :

- **Six Sigma White Belt** : Cette certification offre une introduction aux concepts Six Sigma
- **Six Sigma Yellow Belt** : À ce niveau, l'acteur découvre les détails de la façon dont Six Sigma fonctionne, comment les disciplines sont appliquées dans le lieu de travail et où concentrer son temps au mieux lorsqu'il comprend le processus
- **Six Sigma Green Belt** : Cette certification se concentre sur l'analyse avancée et la résolution des problèmes liés aux projets d'amélioration de la qualité. Green Belts peut mener et gérer des projets, tout en fournissant un soutien aux ceintures noires Six Sigma

- **Six Sigma Black Belt** : À ce niveau, L'acteur est un expert en philosophie et principes Six Sigma. Les Black Belts sont appelés agents de changement au sein d'une organisation qui dirige les équipes de projet.
- **Six Sigma Master Black Belt** : Un Master Black Belt représente le sommet de la structure de réalisation LSS. Ils ont une vaste expérience et sont des leaders dans leurs domaines.[4]

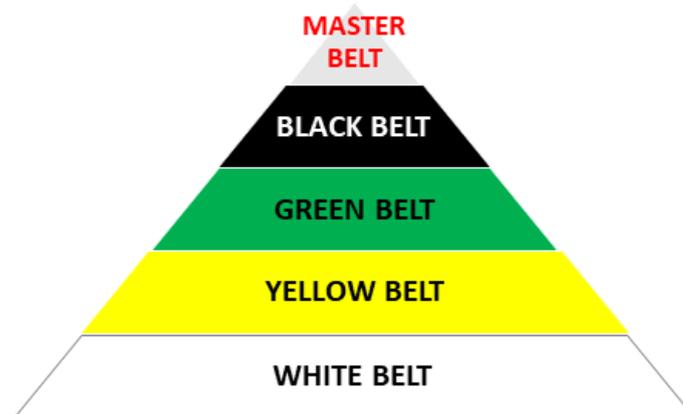


Figure 3 Les niveaux de certification Six Sigma [source : auteurs]

➤ La méthodologie DMAIC

La démarche LSS s'articule autour d'une démarche structurée DMAIC. C'est une méthode de résolution de problème qui vise à résoudre des problèmes complexes en équipe de projet. Chaque lettre de l'acronyme DMAIC est l'initiale d'une étape du cycle :

**D : Définir**

Définir le problème, les besoins des clients, cadrer le problème, étudier le périmètre et les objectifs à atteindre.

**M : Mesurer**

Collecter les données représentatives qui permettent d'évaluer la performance actuelle afin d'identifier les pistes d'améliorations.

**A : Analyser**

Etudier le problème et identifier les causes par des outils qualité/ statistique.

**I : Innover**

Définir les solutions d'amélioration et leur mise en œuvre.

### C : Contrôler

Suivre les solutions proposées et mettre en place un plan d'amélioration et de maintien qui répond aux attentes clients et engendre la satisfaction.

## 2. Pourquoi le Lean Six Sigma

### ➤ Enjeux du LSS

Le schéma ci-dessous décrit les principaux enjeux du Lean et du Six Sigma, ce qui affirme l'intérêt d'associer le Lean au Six Sigma.

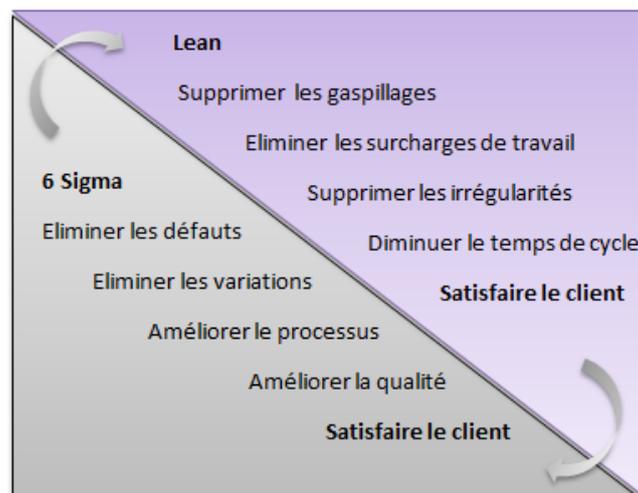


Figure 4 Enjeux Lean et Six Sigma [source : auteurs]

## 3. La problématique des PME face à la mise en place de la démarche

La méthodologie LSS a vocation à s'étendre à tout type d'entreprise, quel que soit leur volume de production et leur secteur d'activité.[5] D'après l'étude faite par Ibrahim

ALHURAISH, dans sa thèse [6], concernant 33 entreprises en France, dont 12 sont des PME, la méthodologie LSS a fait une progression significative au niveau des performances de l'entreprise, et cela concerne non seulement la performance opérationnelle, mais aussi la performance financière et la performance en innovation. Par conséquent, cette méthodologie est de plus en plus appliquée par les entreprises.

Bien que la démarche LSS s'adapte à tout type d'entreprise, son implantation requiert une série de changements qui dépendent de la taille de l'entreprise, c'est-à-dire l'impact de la méthodologie diffère d'une grande entreprise à une PME. Notamment dans les PME, la résistance aux changements est souvent délicate à surmonter. Plusieurs raisons conduisent à la résistance face à ce changement de culture, et probablement même de structure. Afin de lancer un projet LSS, les ressources matérielles, financières, ainsi que le support de direction d'entreprise sont nécessaires. À part ces raisons mentionnées, la difficulté prioritaire constatée dans les PME est la non connaissance des outils/méthodes de la démarche.

D'une part, la démarche Lean relève de décisions stratégiques, il n'y a pas de solution universelle et unique pour assurer la profitabilité de l'entreprise.[5] La mise en place de la démarche Lean permet à chaque entreprise d'analyser les situations concrètes et de trouver des solutions adaptées aux intérêts de l'entreprise elle-même. C'est l'enjeu, mais aussi l'obstacle à l'égard d'une entreprise qui n'a pas de connaissance ni d'expérience pratiques dans ce domaine. Sans une bonne compréhension de l'objectif et des étapes à mettre en œuvre, la méthode Lean ne pourra jamais être développée adéquatement.

D'autre part, l'esprit de Six Sigma introduit la notion de statistique dans l'entreprise, et sa mise en place nécessite une formation au préalable pour les personnes concernées. La solution souvent choisie par l'entreprise est l'intégration des experts statistiques. En revanche, il y a un fossé entre leurs compétences statistiques et le contexte technique c'est-à-dire que leurs interprétations des résultats sont purement « théoriques », qui n'est pas forcément adaptée au niveau pratique. D'ailleurs, cela pose des soucis au niveau de l'incompréhension des interprétations des résultats au sein d'une équipe de personne diversifiée. [7]

La méthodologie LSS est composée de la démarche Lean et la méthode Six Sigma, elles sont réciproquement complémentaires. Le niveau d'implantation devient plus haut quand la

démarche Lean et la méthode Six Sigma sont développées simultanément [6]. La difficulté trouvée par les entreprises, spécialement les PME, est de trouver un bon acheminement pour orienter et piloter la démarche Lean Six Sigma.

La problématique est cadrée ainsi :

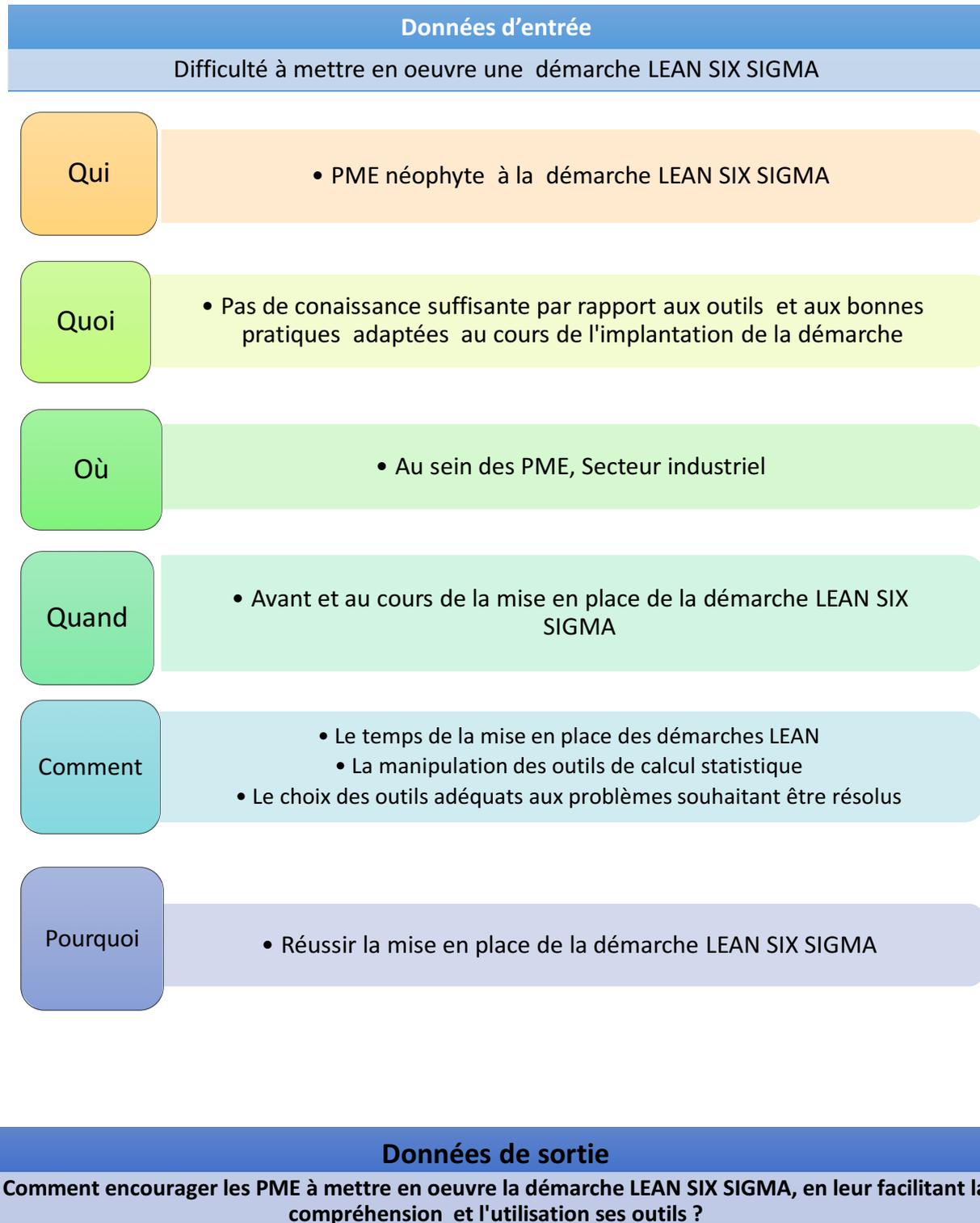


Figure 5 QQQQCP [source : auteurs]

## Chapitre II : Méthode de Résolution

## 1. Analyse des études

L'identification des causes principales qui découragent les PME à entamer ou continuer dans une démarche LSS, permet de focaliser l'étude sur les compétences que doit avoir chaque chef de projet et membre de l'équipe pour réussir la démarche LSS. Dans un premier temps, Il s'est avéré qu'il était pertinent d'établir un outil d'**autodiagnostic** afin de faciliter au chef de projet de connaître les compétences des différents membres de son équipe.

Par conséquent, pour établir cet outil, l'étude s'est portée sur la norme NF X06-091 « Démarches Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma - Exigences des compétences des chefs de projets d'amélioration et des animateurs d'atelier » vu que c'est la seule norme qui définit les exigences en termes de compétences des chefs de projets et des animateurs d'ateliers à piloter un projet simple ou complexe dans le cadre du LSS.

### ➤ Etude de la norme

La norme NF X06-091 a été créée en 2003 dans le but de vérifier les compétences dans la conduite de projets d'amélioration au sein des industries et des services. Elle définit et fixe les compétences nécessaires pour un chef de projet qui lui permettent de piloter des projets d'amélioration et animer des ateliers basés sur le Lean, Six Sigma ou LSS.

Cette norme peut être utilisée par plusieurs entités :

- Les organismes voulant optimiser leur performance, et définir les profils de compétences pour une démarche d'amélioration Lean, Six Sigma ou LSS.
- Les organismes voulant évaluer leur performance, ou les compétences des acteurs Lean, Six Sigma ou LSS.
- ❖ Pour ces organismes, La norme FD ISO 10006:2003 «*Systèmes de management de la qualité — Lignes directrices pour le management de la qualité dans les projets*» est indispensable pour l'application de la norme NFX06-91

- Les organismes formateurs des chefs de projet/animateurs atelier.
- ❖ Pour ces organismes, La norme NF EN ISO/CEI 17024:2003, Évaluation de la conformité — Exigences générales pour les organismes de certification procédant à la certification de personnes» est indispensable pour l'application de la norme NFX06-91.

Selon la norme, Il existe deux types de projets d'amélioration : projets simples et projets complexes. Le type de projet est défini à travers les différents critères de complexité d'un projet suivants :

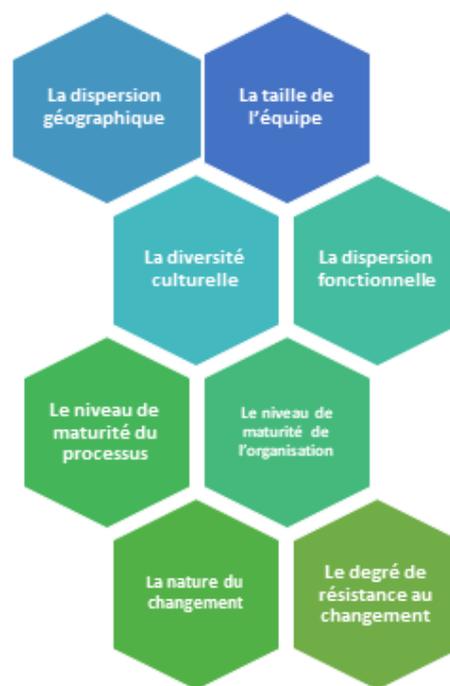


Figure 6 Critères d'un projet [source : auteurs]

Les ateliers sont également divisés en ateliers simples et complexes et cela selon la :

- Durée de préparation
- Durée de déroulement
- Durée de suivi

La norme traite également la méthodologie DMAIC qui permet de conduire un projet d'amélioration.

Les compétences à maîtriser par le chef d'un projet d'amélioration et d'animation d'un atelier ont été précisées selon leurs savoir-faire et savoir-être, que ce soit dans le service ou dans l'industrie. En effet quant au savoir-faire, un chef de projet/animateur atelier doit maîtriser un ensemble d'outils Lean et Six Sigma qui va lui permettre de contrôler le bon déroulement de son projet. De plus, son profil et ses aptitudes comportementaux constituent un réel atout pour assurer la continuité du projet.

La norme fait également référence aux notions Green Belt et Black Belt indiquées auparavant.[8]

La norme indiquée est peu connue dans le monde industriel. C'est pour cette raison qu'il a été décidé de créer une **Cartographie** qui permet de la mettre en évidence et la rendre plus claire et compréhensible par toute personne concernée par le projet LSS.

De ce fait, à cette étape de l'étude deux livrables ont été proposés :

- Une **Cartographie** qui résume toutes les notions indiquées dans la norme NF X06-091, visant à aider un responsable Lean à bien comprendre son contenu.
- Un **Outil autodiagnostic** qui va permettre au chef de projet d'évaluer les compétences des membres du groupe de projet et qui se basera sur le **chapitre 5** de la norme NF X06-091 car il distingue des niveaux de compétences « savoir-faire » en fonction de l'échelle suivante :

Niveau 0 :	Aucune connaissance requise
Niveau 1 :	Connaissance (formation + exercices)
Niveau 2 :	Savoir-faire standard (nominal) (a mis en pratique a minima sur une étude de cas mais n'est pas autonome)
Niveau 3 :	Savoir-faire autonome
Niveau 4 :	Savoir-faire avancé (est capable de transmettre l'outil, d'accompagner d'autres personnes)
Niveau 5 :	Expertise

## 2. L'évolution des livrables proposés

Suite à l'analyse des différents avantages et inconvénients des deux livrables proposés, il s'avère qu'il n'est pas pertinent d'établir un outil autodiagnostic vu que le contenu de la norme NF X06-091 :2011 est restreint d'une part, et d'autre part l'échelle des compétences définies par la norme ne précise pas clairement le niveau de maîtrise des outils. Cependant, la cartographie sera toujours proposée vu qu'elle permet de simplifier l'appropriation du contexte et surtout que c'est un outil puissant de communication en interne ce qui répond à la problématique mais cette fois-ci, ce deuxième livrable va plutôt se focaliser sur la démarche DMAIC qui est incontournable pour le lancement d'un projet LSS.[5] Le fait qu'un projet LSS soit bien piloté est un point clé de succès. C'est la raison pour laquelle la **cartographie** a été proposée de façon à être basée sur la démarche DMAIC. Les outils qui peuvent être appliqués seraient classés selon l'usage, dans chaque étape de la démarche. Afin de faciliter la compréhension et la sélection d'outils par le personnel concerné, une description qui contient la définition et l'objectif de chaque outil serait aussi incluse dans la cartographie.

Après avoir défini les outils à appliquer, l'entreprise irait les développer pour l'adapter par rapport à son processus. La formation des collaborateurs à chaque outil est coûteuse. C'est pourquoi le deuxième objectif du projet présent est d'accompagner le personnel concerné à bien maîtriser les outils et à savoir interpréter les différents résultats. Pour cela, une **boîte à outils** sera mise en place dans laquelle il y aura des trames prédéfinis des outils ainsi que leur mode opératoire.

Néanmoins, le projet LSS est un projet d'amélioration de performance, il est souvent orienté par son objectif final. En ce qui concerne les PME qui n'ont aucune connaissance sur la méthodologie LSS, la démarche DMAIC ne requiert pas seulement les outils LSS, mais aussi les outils de qualité basiques qui assurent le bon déroulement. Le développement de tous les outils donnerait une redondance dans la cartographie, et coûte plus de temps à trouver

l'outil le plus pertinent. En conséquence, la démarche DMAIC n'est pas la structure la plus pertinente pour la cartographie.

A travers la méthodologie de travail élaborée, la problématique et les besoins des PME qui envisagent de mettre en place une démarche LSS ont été identifiés. Le choix s'est porté sur trois principaux livrables qui vont permettre à ces entreprises de comprendre les outils en fonction de leurs enjeux et de bien choisir l'acheminement de leur démarche pour bien identifier les outils à mettre en œuvre.

#### ➤ Cartographie

La première étape pour une entreprise, qui n'a jamais mis en place une démarche d'amélioration, est de s'approprier les différents outils LSS et de comprendre l'objectif de chacun.

Comme indiqué auparavant, la cartographie ne serait plus basée sur la démarche DMAIC. Le choix s'est porté sur une cartographie full-web qui permet aux entreprises de retrouver facilement, en fonction de leurs besoins et leurs objectifs, les différents outils LSS. A travers des catégories liées aux besoins de l'utilisateur, il pourrait même découvrir des nouveaux besoins et apprendre plus sur les outils proposés.

#### ➤ Guide

Lorsque l'utilisateur comprend et identifie les différents outils qui pourront l'aider à mettre en place sa démarche. Il serait temps de savoir comment les appliquer. Ce qui n'est pas facile pour une personne qui ne connaissait pas ces outils.

La deuxième proposition est « un guide de bonnes pratiques » qui serait mis à disposition pour les entreprises. Son objectif est d'accompagner la personne qui voudrait utiliser des outils qui sont plus au moins complexes à mettre en place. Le guide sera sous forme d'indications, d'exemples, et de schémas simples.

Ce guide ne contient pas tous les outils mentionnés dans la cartographie mais uniquement ceux qui exigent une réflexion sur la préparation préalable, le déroulement et le suivi.

#### ➤ Boîte à outils

Dans les PME il est souvent difficile de définir la manière d'élaborer une démarche qui vise à améliorer la performance, notamment ce qui concerne les supports à utiliser.

Dans l'optique de faciliter la mise en place des outils LSS par les différents acteurs, une boîte à outils est proposée. Ce support pourrait être très intéressant vu qu'il va aider les entreprises à manipuler les outils. Ceci via les différentes trames, calculs automatiques, schémas qui le constitue et qui ont pour objectif de gagner en efficacité, en efficience et en qualité.

La boîte à outils est simple et interactive. Elle reprend les différentes catégories de la cartographie afin de faciliter la recherche et l'utilisation. Elle est sous forme de fichier Excel. Par conséquent, l'utilisateur pourrait travailler sur un seul fichier avec les différents outils qu'ils utilisent. Mais il pourrait toutefois, s'il y a besoin, extraire les parties dont il a besoin dans un autre fichier/format.

### 3. Analyse des risques

Afin d'assurer une fiabilité optimale des livrables : cartographie, boîte à outils et guide. Une analyse de risques a été réalisée pour chacun des livrables et ceci pour déterminer des actions alternatives à mettre en œuvre lors de l'élaboration des outils. Le tableau qui suit présente les différents risques liés au projet.

Livrable	Risque	Cause	Conséquence	Action préventive
Cartographie	Trop chargée	Trop d'outils	Confusion lors de sélection des outils	Caractériser les outils dans chaque catégorie
		Trop d'informations pour un outil	Lecture difficile / illisible	Sélectionner les informations clefs
	Manque de catégorie	Manque de connaissance sur les besoins d'entreprise	Abandon d'outil	Consulter les experts du domaine

	Mauvais positionnement des outils dans les catégories	Manque de connaissance sur les outils	Non atteinte de l'objectif souhaité	Consulter les experts du domaine
Guide	Démarche mal expliquée	Mal compréhension de la démarche	Mal implantation de la démarche	Ajout de référence : Norme/Ligne directrice/etc.
Boîte à outils	Modification/Suppression des formules lors de l'utilisation	Non verrouillage du fichier	Résultats incorrects	Protéger les fichiers par verrouillage
			Trame non utilisable	Mettre les coordonnées du service après-vente dans les fichiers (mail du groupe)
	Trames difficiles à remplir	Champs à remplir non définis	Abandon d'outil	L'ajout des commentaires explicatifs

Tableau 1 Risques liés aux livrable [source : auteurs]

## Chapitre III : Résultats et perspectives

## 1. Résultats escomptés – LSS Box

La mise en place de la démarche Lean Six Sigma requiert une connaissance de ses différentes composantes. Elle passe par plusieurs étapes principales : l'appropriation de ses différents outils grâce à une Cartographie « full-web », leur mise en œuvre par un Guide et surtout la dernière étape qui est primordiale : le suivi par une boîte à outils sur Excel®.

Le package **LSS Box** regroupe ces étapes pour faciliter l'implantation et l'accompagnement à la mise en œuvre :

1. Via la Cartographie, identifier les outils adaptables aux besoins ;
2. Via le Guide, comprendre toutes les étapes pour mettre en œuvre la démarche ;
3. Via la Boîte à outils, analyser et interpréter les résultats pour assurer l'amélioration.

### **Cartographie : les outils Lean Six Sigma selon le besoin**

La cartographie est accessible via le web, elle ne requiert aucune compétence spécifique en informatique pour l'utiliser. Sur le niveau ergonomique, elle est simple et conçue avec des indicateurs visuels pour faciliter l'identification du besoin de l'utilisateur. Elle est élaborée à l'aide du logiciel ScenariChain qui se caractérise par son interactivité avec l'humain.

La cartographie est constituée de 3 niveaux d'interface, ils sont listés ci-dessous respectivement :

- Page des besoins de l'entreprise



Figure 7 Besoins de l'entreprise [source : auteurs]

L'interface ci-dessus est la deuxième interface de la cartographie. Elle indique les 6 besoins identifiés de l'entreprise. Grâce à cette page, l'utilisateur va pouvoir choisir le type d'outil qu'il veut s'approprier, et ce en appuyant sur la case de son choix.

Voici les 6 besoins :

- Identifier les causes, solutions, et les risques des problèmes ;
- Schématiser les flux et les processus ;
- Améliorer au quotidien et développer le potentiel humain ;
- Optimiser l'efficacité au travail ;
- Maitriser la variabilité des processus ;
- Améliorer la relation client.

- Liste des outils par rapport à chaque besoin

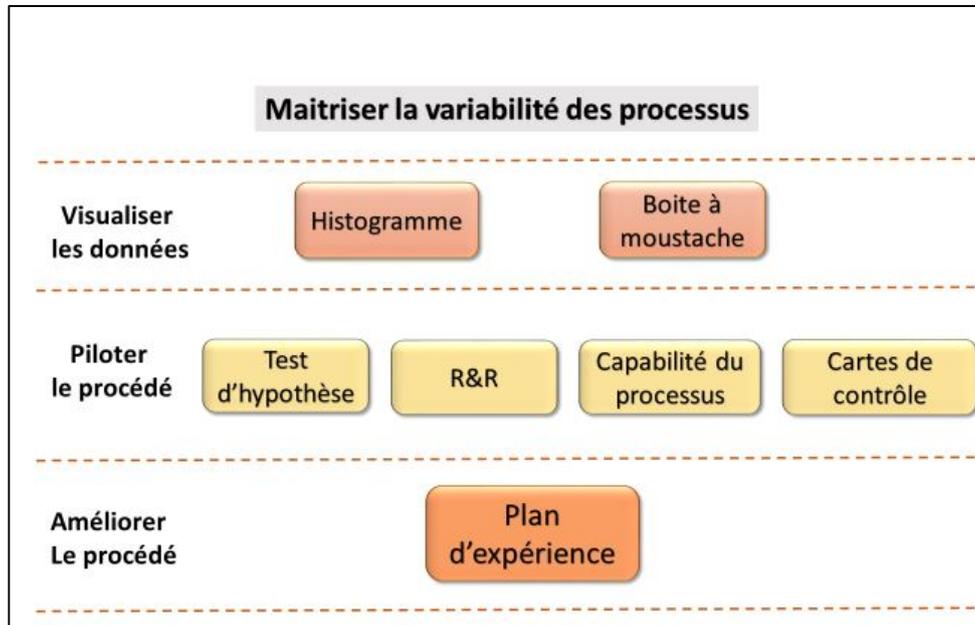


Figure 8 Exemple de liste des outils selon le besoin [source : auteurs]

Lorsque l'utilisateur identifie ce qu'il cherche et fait son choix, il accède à la page qui contient les outils choisis de cette catégorie. Dans cette page, différents outils sont affichés sous forme de sous-catégories pour faciliter encore le choix pour l'utilisateur.

- Explication de l'outil

Pilote : Niveau Intermédiaire

**Value Stream Mapping**

<b>Description</b>	Méthode qui permet de cartographier visuellement le flux des matériaux et de l'information depuis la matière première jusqu'au produit fini.
<b>Objectif</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Créer de la valeur</li> <li>Réduire le gaspillage</li> <li>Avoir une vision sur la relation Client/Fournisseur</li> </ul>
<b>Avantage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Démontrer les liens entre les flux de matière et d'informations</li> <li>Mettre sur une seule page la chaîne de production</li> <li>Fournir une base commune d'échange et d'amélioration globale</li> </ul>

Figure 9 Exemple explication de l'outils [source : auteurs]

La dernière interface correspond à l'explication de l'outil choisi. Elle contient 4 parties principales.

**Définition** : explication basique de l'outil pour permettre à l'utilisateur de comprendre à quoi l'outil en termes de représentation et contenu.

**Objectif** : Définir le but d'utiliser l'outil ;

**Avantage** : Expliquer pourquoi l'utilisation de cet outil serait un plus.

**Niveau de maîtrise** : Le niveau de connaissance pré-requise de manipulation diffère d'un outil à un autre. C'est pour cela que les outils ont été divisés en 3 niveaux :

- Débutant : Néant.
- Intermédiaire : Formation de l'outil.
- Expert : Formation de l'outil et Expérience sur le terrain.

### **Guide d'utilisation des outils Lean Six Sigma**

Le guide d'utilisation présente la mise en œuvre des différents outils étudiés lors de ce projet, en décrivant en détail les étapes à suivre pour bien se servir de la boîte à outils proposée. Les différents outils sont classés dans le guide selon les six catégories expliquées dans la cartographie, donc selon les besoins de l'entreprise.

Le guide est constitué des fiches outil, chaque fiche présente une brève description de l'outil, les différentes étapes de la mise en œuvre et un exemple rempli de trame (si existante dans la boîte à outils). Chaque fiche contient un entête où est défini le niveau de maîtrise requis par l'utilisateur (débutant, intermédiaire, Expert) et l'existence ou la non-existence de la trame dans la boîte à outils.

<b>Niveau requis</b>	xxxxxx	<b>Trame</b>	xxxxx
----------------------	--------	--------------	-------

Figure 10: Entête de fiche d'outil [source : auteurs]

On peut trouver aussi des illustrations (Image, Graphe...) pour assurer une explication plus claire sur la démarche à suivre.

Ci-dessous un exemple de fiche de l'outil du Diagramme spaghetti que vous pouvez trouver dans le guide.

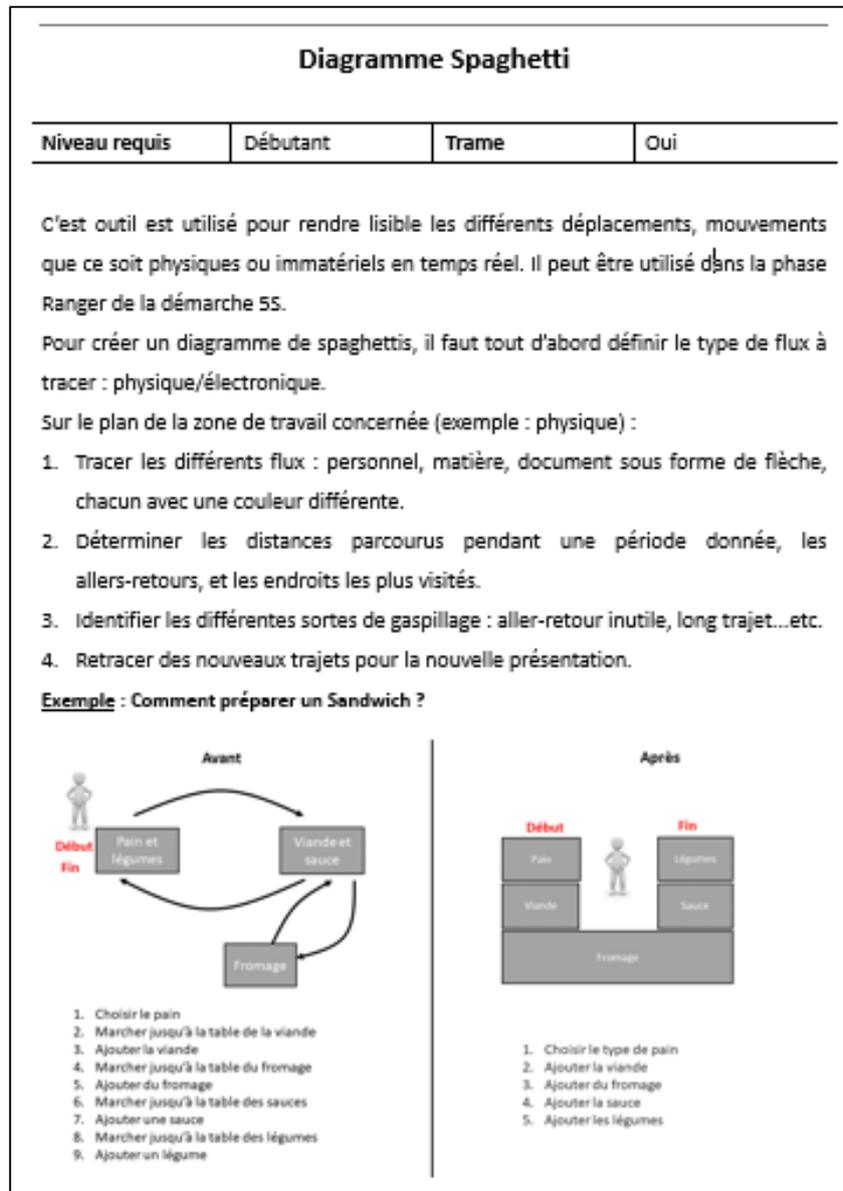


Figure 11: Fiche de diagramme Spaghetti [source : auteurs]

Pour les outils statistiques, une explication bien détaillée des termes spécifiques de chaque outil a été fourni ainsi que les différentes formules à utiliser pour réaliser les calculs

nécessaires. L'exemple de la fiche R&R, ci-dessous, présente les différentes formules nécessaires pour la réalisation des calculs.

Exemple depuis la fiche R&R :

**R&R complète :**

Principe : différencier les dispersions : répétabilité et reproductibilité

$$\sigma_{instrument}^2 = \sigma_{répétabilité}^2 + \sigma_{reproductibilité}^2$$

**Procédure**

Trois opérateurs mesurent 10 pièces, 2 ou 3 fois

Condition : Nombre d'opérateurs \* Nombre de pièces au moins égale à 15

**Analyse de la répétabilité :**

La dispersion de répétabilité est obtenue à partir des étendues moyennes des mesures pour un même opérateur :

$$\sigma_{répétabilité} = \frac{\text{Moyenne } \bar{R}}{d_2^*} \quad \text{t.q : } \text{Moyenne } \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{R}_i}{k}$$

avec k : nombre d'opérateurs

Conditions sur d<sub>2</sub><sup>\*</sup> :

d<sub>2</sub><sup>\*</sup> = d<sub>2</sub> si le nombre d'opérateurs fois le nombre de pièces est supérieur à 15

Sinon un facteur correction est nécessaire, une table est proposée.

Figure 12: Exemple fiche R&R [source : auteurs]

Des illustrations des exemples de trames ont été introduites dans le guide pour bien expliquer les différents champs à remplir.

**Exemple : (sur la boîte à outils)**

**Capabilité de moyen de mesure (R&R complète Charbonneau)**

Tolérance min		à définir
Tolérance max		
Sigma population		

Echantillon	Opérateur 1					Opérateur 2					Opérateur 3						
	Série 1	Série 2	Série 3	Moyenne	Etendue	Série 1	Série 2	Série 3	Moyenne	Etendue	Série 1	Série 2	Série 3	Moyenne	Etendue		
1				0.0					0.0					0.0			
2				0.0					0.0					0.0			
3				0.0					0.0					0.0			
4				0.0					0.0					0.0			
5				0.0					0.0					0.0			
6				0.0					0.0					0.0			
7				0.0					0.0					0.0			
8				0.0					0.0					0.0			
9				0.0					0.0					0.0			
10				0.0					0.0					0.0			
			Moyenne	#DIV/0!	0.0				Moyenne	#DIV/0!	0.0				Moyenne	#DIV/0!	0.0

sigma répétabilité	#DIV/0!
sigma opérateur	#DIV/0!
sigma repro	#DIV/0!
sigma instrument	#DIV/0!
Alpha	6.0
Cmc	#DIV/0!
Processus	#DIV/0!

Remarques

L'utilisateur doit définir les tolérances max, min et sigma population ainsi que les mesures des 10 pièces mesurées deux ou trois fois par trois opérateurs. (En général, on fixe alpha à 6.)

Les calculs du sigma répétabilité, sigma opérateur, sigma reproductibilité, sigma instrument et Cmc se font automatiquement selon les formules citées en dessus de l'exemple, pour enfin conclure la capabilité du moyen de mesure qui s'affiche sur l'onglet Processus.

Si l'utilisateur ne définit pas le même nombre d'échantillons de mesures ou le même nombre de pièce par opérateur des remarques s'affichent sur en dessous de "Remarques".

Figure 13: Exemple des champs à remplir [source : auteurs]

Le guide présente un référentiel qui regroupe les différents outils Lean Six Sigma, en détaillant les différentes étapes de la mise en œuvre de chaque outil.

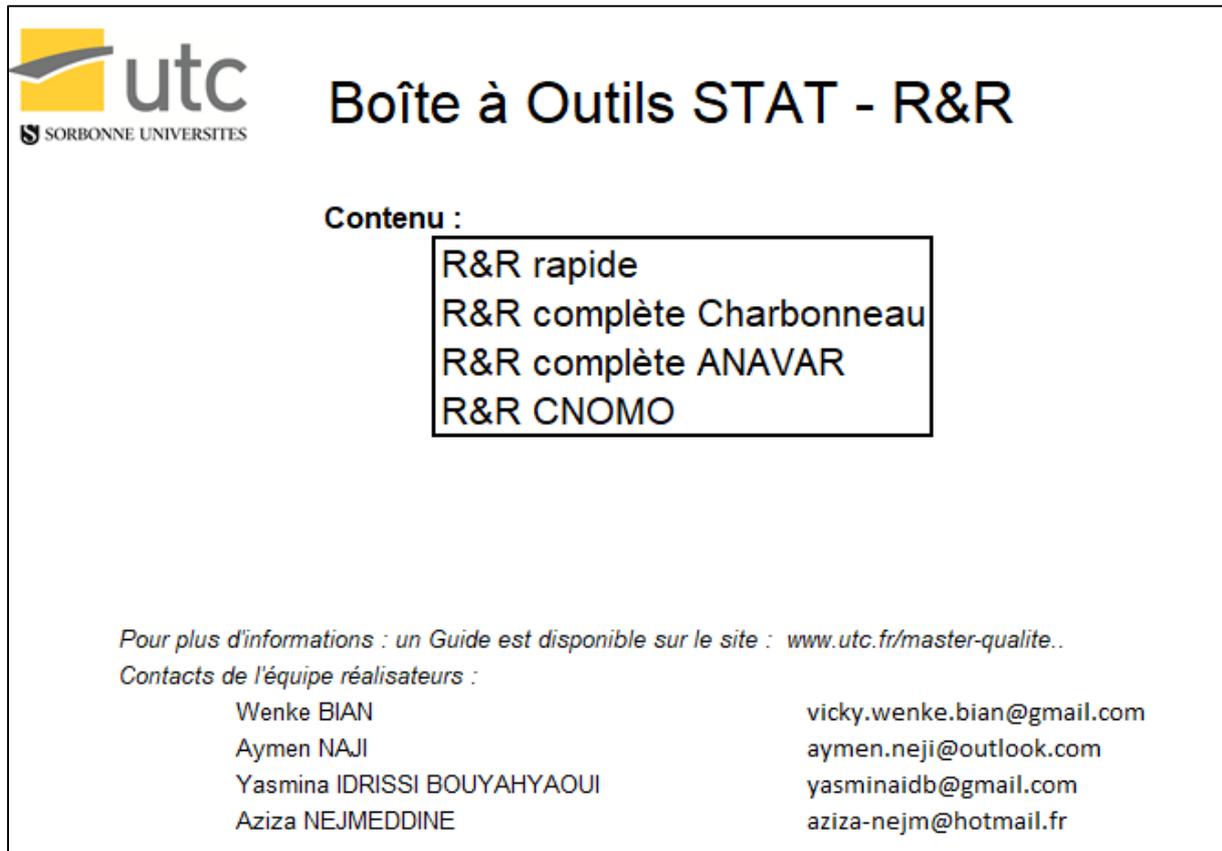
### **Boîte à outils**

La Boîte à outils est réalisée sous forme d'Excel, qui contient les trames de 23 outils. Elle est composée de 4 parties :

- Trames des outils Lean
- Fiches de calcul Statistique – R&R
- Fiches de calcul Statistique – Etude de Capabilité
- Fiches de calcul Statistique – Plan d'expériences

La Boîte à outils doit être utilisée en parallèle avec le Guide d'utilisation, vu que le mode d'emploi de chaque trame se trouve dans le Guide présenté auparavant.

- Page d'accueil



 **Boîte à Outils STAT - R&R**

**Contenu :**

- R&R rapide
- R&R complète Charbonneau
- R&R complète ANAVAR
- R&R CNOMO

*Pour plus d'informations : un Guide est disponible sur le site : [www.utc.fr/master-qualite..](http://www.utc.fr/master-qualite..)*

*Contacts de l'équipe réalisateurs :*

Wenke BIAN	<a href="mailto:vicky.wenke.bian@gmail.com">vicky.wenke.bian@gmail.com</a>
Aymen NAJI	<a href="mailto:aymen.neji@outlook.com">aymen.neji@outlook.com</a>
Yasmina IDRISSE BOUYAHYAOU	<a href="mailto:yasminaidb@gmail.com">yasminaidb@gmail.com</a>
Aziza NEJMEDDINE	<a href="mailto:aziza-nejm@hotmail.fr">aziza-nejm@hotmail.fr</a>

Figure 14 Exemple de page d'accueil de Boîte à outils [source : auteurs]

Dans chaque fichier de la Boîte à outils, on trouve un premier onglet : page d'accueil, sur laquelle sont indiquées les informations suivantes : les différentes trames qui se trouvent dans le fichier, le lien web accessible du projet ainsi que les coordonnées des membres de l'équipe, ils permettront à l'utilisateur de prendre contact avec les membres d'équipe en cas de besoin.

- Trames des outils Lean

Formulaire d'audit 5S									
Date :		Ilot :			Auditeur :				
Cotation	Nul 0	Faible 1	Passable 2	Bon 3	Réussi 4	Excellent 5	Note	Commentaires	Resultats
Supprimer l'inutile	Identification des objets inutilisés								
	Le <b>poste de travail est libre et n'est pas encombré d'objets inutiles</b> et la <b>circulation</b> au poste est efficace								
	Les <b>objets personnels</b> sont rangés dans un endroit prévu à cette fin								
	Il n'y a pas d' <b>accumulations</b> de matière ou d'outils inutiles								
ranger	Une place pour tout								
	<b>Rien n'est placé</b> sur les équipements, casiers, armoires et bureaux								
	La matière, l'information et les outils sont rangés et <b>bien identifiés</b>								
	Les aires de travail, postes de travail et zones de stockage sont <b>définis et respectés</b>								
Nettoyer	Le meilleur ménage c'est de ne pas avoir besoin de nettoyer								
	Le <b>matériel de nettoyage</b> est accessible et au bon endroit (balaie, porte poussière, nettoyeurs)								
	Équipements et <b>poste de travail</b> sont propre (huile, saleté, résidu, etc.)								
	Le <b>secteur</b> est propre (Allées, planchers, mur, corridor, etc)								

Figure 15 Exemple de trame des outils Lean [source : auteurs]

11 trames des outils Lean sont fournies dans la Boîte à outils. L'utilisateur peut suivre la démarche expliquée dans le Guide d'utilisation pour bien exploiter ces outils.

- Fiches de calcul Statistique

Capabilité de moyen de mesure (R&R complète Charbonneau)															
Tolérance min				à définir											
Tolérance max															
IT															
Sigma population															
Echantillon	Opérateur 1				Opérateur 2				Opérateur 3						
	Série 1	Série 2	Série 3	Moyenne	Etendue	Série 1	Série 2	Série 3	Moyenne	Etendue	Série 1	Série 2	Série 3	Moyenne	Etendue
1					0,0					0,0					0,0
2					0,0					0,0					0,0
3					0,0					0,0					0,0
4					0,0					0,0					0,0
5					0,0					0,0					0,0
6					0,0					0,0					0,0
7					0,0					0,0					0,0
8					0,0					0,0					0,0
9					0,0					0,0					0,0
10					0,0					0,0					0,0
				Moyenne	#DIV/0!	0,0					Moyenne	#DIV/0!	0,0		
sigma répéta		#DIV/0!		Remarques											
sigma opérateur		#DIV/0!													
sigma repro		#DIV/0!													
sigma instrument		#DIV/0!													
Alpha		6,0													
Cmc		#DIV/0!													
Processus		#DIV/0!													

Figure 16 Exemple de fiche de calcul des outils Statistique [source : auteurs]

Les fiches de calcul statistique permettent de faire le calcul de tous les facteurs automatiquement. En ayant des données d'entrée, l'utilisateur par le biais de ces fiches de calcul obtiendrait les résultats directement. Les cases à remplir sont colorées par la couleur

clair vert. Des remarques s'affichent en cas de non-respect des conditions de calcul. D'après les résultats de calcul, l'utilisateur trouvera aussi l'interprétation des résultats.

## 2. Perspectives et axes d'améliorations :

Pour la suite du projet, on propose de communiquer les livrables établies à quelques PME pour avoir leurs retours sur l'efficacité et la qualité des outils.

On souhaite aussi profiter de la journée d'AGORA afin de convaincre les personnes intéressées d'utiliser nos outils au sein de leurs stages par exemple, mais aussi de les tester au cours de la même journée, ce qui va nous permettre de noter leurs retours au fur et à mesure.

La boîte à outils qui traite les calculs statistiques a été déjà testée par un nombre d'étudiants ingénieurs filière *fiabilité et qualité industrielle* qui juge la boîte à outils simple d'utilisation, clair et pertinente du fait qu'on y trouve les différentes trames des outils qui s'utilisent fréquemment au sein de l'entreprise.

Pour que nos outils soient mieux propagés dans le milieu industriel, il serait intéressant de les publier sur des sites Web qui traitent les démarches et outils d'amélioration continue sous format PACK OUTILS LEAN SIX SIGMA, tout en ayant la possibilité de les télécharger gratuitement, ce qui est un avantage concurrentiel par rapport à ce qui existe sur le marché.

## Conclusion

La démarche Lean Six Sigma reste un enjeu majeur pour les entreprises. Cependant, les PME trouvent réellement des difficultés par rapport à la mise en œuvre de la démarche, ceci est dû principalement à la non maîtrise des outils. Ce travail, vise les PME néophyte au Lean Six Sigma souhaitant mettre en place la démarche.

Dans un premier temps, nous avons classifié les outils de la démarche Lean Six Sigma suivant les besoins réels de l'entreprise sous forme d'une cartographie simplifiée. Cette dernière, va permettre à toute entreprise de trouver facilement l'outil adéquat par rapport à un besoin précis en ayant une définition de l'outil, son objectif et ses avantages.

Dans un deuxième temps, nous avons élaboré une boîte à outils Lean Six Sigma. Elle comporte des trames de calcul statistique qui à partir des données d'entrées établis par l'utilisateur, visualise des résultats selon le type de calcul. Pour les trames des outils Lean, on propose une trame type pour chaque outil.

Dans un troisième temps, on a réalisé un Guide d'utilisation qui englobe tous les outils Lean Six Sigma. Il comporte les différents outils ainsi qu'une explication brève et simple de la démarche à suivre dans le cas où on veut mettre en place l'outil / la démarche. Sur ce même guide, on propose l'explication de l'utilisation des trames de la boîte à outils qui sont réalisées sur Excel.

Enfin, tout ce qui a été proposé a pour but d'encourager les entreprises à la mise en place de la démarche Lean Six Sigma.

## Bibliographie

- [1] Christian GOUSSEN, Fabien RIPERT, et Gilles-Hervé GODIN, « 6 Sigma: Principe de la méthode et perception de son usage », Mémoire d'Intelligence Méthodologique du projet d'intégration, <http://www.utc.fr/master-qualite>, puis « Travaux » « Qualité-Management » réf n°29.
- [2] R. D. SNEE, « Lean Six Sigma – getting better all the time », *Lean Six Sigma Journal*, vol. 1, n° 1, p. 9-29, mars 2010.
- [3] M. Pepper et T. Spedding, « The evolution of lean Six Sigma », *International Journal of Quality and Reliability Management, IJQRM, UK, www.emeraldinsight.com*, vol. 27, n° 2, p. 144, janv. 2010.
- [4] « Six Sigma Belt Levels and Certification Requirements Explained in Detail », *Project Manager Certification Training Courses PMP, Six Sigma & Agile*. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.projectmanagertraining.com/what-are-the-six-sigma-belts/>. [Consulté le: 08-oct-2017].
- [5] « 10 questions sur le lean | Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail ». ANACT, Lyon, 2016.
- [6] I. Alhuraish, « L'évaluation des performances des organisations implémentant les méthodes Lean Manufacturing et Six Sigma : Application aux industries françaises », 05-juill-2016. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.theses.fr/2016ANGE0018>. [Consulté le: 27-oct-2017].
- [7] N. Volck, *Déployer et exploiter Lean Six Sigma*, 1ère édition. Editions d'Organisation, 2009.
- [8] « NF X06-091 Démarches Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma - Exigences des compétences des chefs de projets d'amélioration et des animateurs d'ateliers (Tirage 2 ) ». Editions Afnor, Paris, [www.afnor.org](http://www.afnor.org), 01-avr-2011.