

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Supérieure de Management
Koléa



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
المدرسة الوطنية العليا للمناجمت
القليعة

MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention d'un Master Académique
En « Management par la qualité »

Six sigma: optimisation du processus exploitation aviation en
réduisant les délais de livraison

CAS : NAFTAL

Élaboré par :
ZOBIRI Anaïs

Encadré par :
Dr. BEDAIDA Imad Eddine.
Dr. NEDIL Lamia.

Année universitaire 2024-2025

RESUMÉ

Dans le secteur des hydrocarbures, l'optimisation des processus internes est devenue une priorité pour améliorer la performance globale des activités et répondre efficacement aux exigences du marché. Ce mémoire a pour objectif d'appliquer la méthode Six Sigma, à travers le cycle DMAIC, afin d'optimiser le processus exploitation aviation au sein de l'entreprise NAFTAL branche carburant.

Pour ce faire, la méthodologie que nous avons adoptée repose sur une approche qualitative, combinant plusieurs entretiens avec le responsable de la direction aviation et une analyse documentaire.

Les principaux résultats obtenus ont permis d'évaluer la performance actuelle du processus, d'identifier les principales causes des retards dans les délais de livraison des carburants et de proposer un plan d'actions correctives. Ce travail met en évidence aussi l'intérêt d'intégrer une démarche structurée de Six Sigma dans les activités de service, afin de réduire les variabilités et d'améliorer durablement la qualité.

Mots clés : Performance, six sigma, DMAIC, délais de livraisons, variabilités.

Abstract:

In the hydrocarbon sector, optimizing internal processes has become a top priority to enhance overall operational performance and respond effectively to market demands. This thesis aims to apply the Six Sigma methodology, using the DMAIC cycle, to improve the aviation operations process within NAFTAL's Fuel Branch.

To achieve this, we adopted a qualitative approach that combines multiple interviews with the aviation department manager and a thorough analysis of relevant documentation.

The main results allowed us to assess the current performance of the process, identify the root causes of delivery delays in fuel distribution, and propose a corrective action plan. This work also highlights the importance of integrating a structured Six Sigma approach in service activities to reduce variability and sustainably improve quality.

Keywords: Performance, Six Sigma, DMAIC, delivery delays, variability.

ملخص :

في قطاع المحروقات، أصبحت عملية تحسين الأداء الداخلي من الأولويات الأساسية لتحسين الأداء العام للأنشطة، والاستجابة بفعالية لمتطلبات السوق المتغيرة. يهدف هذا البحث إلى تطبيق منهجية Six Sigma من خلال دورة DMAIC بهدف تحسين عملية الاستغلال في نشاط الطيران ضمن شركة نפטال – فرع الوقود.

واعتمدنا في هذا العمل على منهجية نوعية، جمعت بين إجراء مقابلات متعددة مع مسؤول مديرية الطيران، وتحليل الوثائق المتعلقة بسير العملية.

وقد مكّنتنا النتائج الرئيسية من تقييم الأداء الحالي للعملية، وتحديد الأسباب الجوهرية للتأخيرات المسجلة في آجال تسليم الوقود، واقتراح خطة عمل تتضمن إجراءات تصحيحية مناسبة. كما يُبرز هذا العمل أهمية تبني منهجية Six Sigma كمسار منظم داخل أنشطة الخدمات، من أجل تقليص التفاوتات وتحسين الجودة بشكل مستدام.

الكلمات المفتاحية: الأداء، Six sigma، DMAIC، آجال التسليم، التفاوتات.

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude envers Dieu, qui m'a donné la volonté, la patience et la force nécessaires pour mener à bien ce travail.

J'adresse ensuite mes remerciements les plus sincères à mes encadrants, Dr. BEDAIDA Imad Eddine et Dr. NEDIL Lamia, pour leur accompagnement tout au long de cette recherche. Leur expertise, leur disponibilité constante, leurs conseils ont grandement enrichi ce travail.

Je souhaite également remercier chaleureusement les employés de NAFTAL, pour leur accueil, leur coopération et leur précieuse contribution. Un remerciement tout particulier à Monsieur IFTICENE Mouloud et Monsieur MZALA Nassim, qui m'ont guidée avec patience, m'ont accordé de leur temps et ont partagé avec moi des informations essentielles à la compréhension du terrain. Leur implication a été déterminante pour la réussite de cette étude.

Je remercie aussi mes chers parents pour leur soutien indéfectible durant tout mon parcours scolaire, et pour avoir toujours cru en moi. Leurs encouragements ont été mon refuge et ma motivation durant tout le parcours académique.

Je remercie également ma sœur Amina et mon frère Yanis pour leur encouragement, leur présence et leur soutien tout au long de ce travail. Leur accompagnement m'a été précieux pendant toute cette étape.

Enfin, je remercie toutes les personnes, de près ou de loin, qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire, par un conseil, un mot d'encouragement ou un simple geste de soutien.

Table des matières

RESUMÉ	I
REMERCIEMENTS	IV
Table des matières	V
LISTE DES TABLEAUX	VIII
LISTE DES FIGURES	IX
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES	X
INTRODUCTION GENERALE	1
1.Contexte de l'étude	4
2.Question de la recherche	5
2.1 Les sous questions.....	5
3.Les objectifs de l'étude	5
4.Raisons du choix du thème	5
4.1 Raisons objectives.....	5
4.2 Raisons subjectives	6
5.Posture épistémologique	6
5.1 La posture épistémologique	6
5.2 Méthodologie adoptée.....	7
6.Lieu de stage	7
7.Le plan du mémoire	7
CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE	5
Section 01 : Revue de littérature	7
1.L'application de la méthode six sigma	7
1.1Six sigma dans l'industrie manufacturière.....	7
1.2 Six sigma dans le domaine de la santé.....	9
1.3 Six sigma dans les services bancaires	10
1.4 Six sigma dans l'agroalimentaire	11
1.5 Six sigma dans la logistique et la distribution	11
1.6 Six sigma dans les hydrocarbures	12
2. Les facteurs de succès de la méthode six sigma	16
3.Les limites de la méthodologie six sigma	18
4.Analyse et critique des études.....	19
5.Le positionnement.....	20

Section 02 :	21
1.L'amélioration des processus.....	21
2.Le Lean management.....	21
3.Le six sigma	22
3.1 Historique et évolution.....	23
3.2Le principe de sigma	23
3.3 Les caractéristiques de six sigma	24
3.4 Les conditions de réussite d'une démarche six sigma	25
3.5 Les avantages de la démarche six sigma.....	26
4.Le lean six sigma	26
4.1 Les différentes méthodes du Lean six sigma	27
5.La démarche DMAIC pour la mise en place du six sigma	30
5.1 La phase définir.....	30
5.2 La phase mesurer	33
5.3 La phase analyser	34
5.4La phase innover	36
5.5La phase contrôler.....	37
CHAPITRE II : CADRE METHODOLOGIQUE	39
Section 01: l'approche méthodologique	40
1.L'approche qualitative	40
2.Les méthodes et outils de collecte de données.....	41
2.1 L'analyse documentaire	41
2.2 Les entretiens	42
2.2.1 Le guide d'entretien	42
2.2.2 L'échantillon de l'étude.....	43
2.2.3 Traitement des données.....	43
2.3 Le brainstorming.....	43
Section 02 : présentation de l'organisme d'accueil	46
1. Présentation de NAFTAL.....	46
2.Les missions de NAFTAL.....	47
3.NAFTAL branche carburant	48
4.La direction aviation	49
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	51

Section 01 : présentation et analyse des résultats	52
1. La phase définir.....	53
1.1 Le QQQQCP.....	53
1.2 Le diagramme CTQ	54
1.3 Le SIPOC	55
1.4 La charte de projet	56
2. La phase mesurer	57
2.1 Le plan de collecte de données	57
2.2 L'étude de la capabilité.....	59
3. La phase analyser.....	66
3.1 Le diagramme d'ISHIKAWA.....	66
3.2 Le Pareto	67
4. La phase innover	69
4.1 Le plan d'action	70
5. La phase contrôler.....	73
5.1 Plan de control	73
Section 02 : discussion des résultats	69
CONCLUSION GENERALE.....	69
BIBLIOGRAPHIE.....	72
Bibliographie.....	73
LES ANNEXES	79
ANNEX A.....	80
ANNEX B.....	82
ANNEXE C	84

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:l'impact de la méthodologie six sigma	9
Tableau 2: Impact du Lean six sigma	12
Tableau 3: Résultats avant et après Six Sigma.....	15
Tableau 4: Comparaison entre DMAIC et DMDAV	28
Tableau 5: Présentation du diagramme CTQ	31
Tableau 6: Récapitulatif des documents fournis par l'entreprise	41
Tableau 7 : récapitulatif des séances de brainstorming effectuées.....	43
Tableau 8: outils utilisés pour l'implémentation de six sigmas.....	44
Tableau 9:Types d'écart généré par les FTEA, durant l'exercice 2023	52
Tableau 10: Le QQQQCP	53
Tableau 11: Le diagramme CTQ.....	54
Tableau 12: Présentation du SIPOC	55
Tableau 13: Plan de collecte de données.....	58
Tableau 14: Résultats du test de normalité	60
Tableau 15: Analyse de capacité.....	63
Tableau 16:le nombre de répétitions des causes	67
Tableau 17: Plan d'action	70

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Complémentarité entre Lean et Six Sigma	27
Figure 2: Le diagramme d'Ishikawa.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 3: Le diagramme de Pareto.....	36
Figure 4: Organigramme général de NAFTAL.....	48
Figure 5: Le diagramme d'ISHIKAWA	67
Figure 6: Diagramme de Pareto	69

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité

Cp: Capability Process

CTQ: Critical To Quality

DMAIC : Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler

DMADV: Define, Measure, Analyze, Design, Verify

DFSS : Design For Six Sigma

DPMO : Défauts Par Million d'Opportunités

FTEA : Fiche de Traitement des Écarts et Amélioration

GAB: Guichet Automatique Bancaire

GLSS: Green lean six sigma

HIRADC: Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control

HSE: Health, Safety and Environment

IoT: Internet of Things

KPI: Key Performance Indicator

LSS: Lean Six Sigma

MSA: Measurement System Analysis

PIB: Produit Intérieur Brut

PME: Petites et moyennes entreprises

Ppk: Process Performance Index adjusted for centering

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

RH: Ressources Humaines

SIPOC: Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers

SOP: Standard Operating Procedure

VSM: Value Stream Mapping



INTRODUCTION

Dans le contexte actuel des entreprises, la qualité des produits et des services, le respect des délais de livraison et la maîtrise des coûts constituent trois leviers fondamentaux de compétitivité. Ces dimensions doivent être gérées de manière cohérente pour garantir la performance et la pérennité des organisations, en particulier dans des secteurs sensibles et stratégiques comme celui des hydrocarbures.

Selon (Juran, 1992) l'un des principes fondamentaux du management de la qualité consiste à optimiser les processus tout en respectant les exigences de coûts et de délais. (Deming) Renforce cette idée en affirmant que la qualité repose avant tout sur une maîtrise rigoureuse des processus. Cela implique une gestion structurée des activités et une attention particulière au respect des délais, condition indispensable à la réduction des gaspillages et à la satisfaction des clients.

Le délai est un élément clé dans l'industrie des hydrocarbures. Les retards dans la livraison des carburants, notamment dans les activités logistiques et d'approvisionnement, peuvent perturber l'ensemble des activités opérationnelles et impacter la satisfaction des clients finaux, le respect des délais constitue non seulement un indicateur de performance opérationnelle, mais aussi un levier stratégique de création de valeur et de maintien de l'avantage concurrentiel. Comme le soulignent (Nigel Slack, Robert Johnston, & Stuart Chambers), dans les environnements industriels et de services, le respect des délais ne constitue pas uniquement une obligation contractuelle, mais représente également un levier stratégique majeur pour garantir la satisfaction des clients et renforcer la compétitivité de l'entreprise. Ainsi, tout retard peut engendrer des déséquilibres dans la planification, une augmentation des coûts logistiques, et une infidélité des clients.

Face à ces enjeux, il devient essentiel d'engager une démarche d'amélioration continue orientée vers l'optimisation des délais. Cela nécessite une analyse détaillée des processus existants afin d'identifier les causes profondes des dysfonctionnements et de mettre en œuvre des actions correctives durables.

C'est dans cette perspective que s'inscrit le Six Sigma. Elle se définit comme une méthode qui vise à améliorer l'efficacité et l'efficience des processus en se basant sur les besoins du client, elle repose sur l'analyse des données pour optimiser les performances, des produits ou des services. ((Patel & Chudgar, 2020)

Le Six Sigma repose sur l'approche DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler) qui permet d'identifier le problème à résoudre, d'évaluer l'état actuel du processus, d'analyser les causes des dysfonctionnements, de proposer des solutions et de garantir leur pérennité sur le long terme.

1.Contexte de l'étude

La satisfaction client représente un enjeu fondamental dans la réussite des entreprises, un aspect crucial pour garantir leur compétitivité et leur pérennité. Selon une étude menée par (Safaa, 2022), la capacité d'une organisation à répondre efficacement aux attentes de ses clients en termes de qualité, coûts et délais est une stratégie primordiale pour fidéliser la clientèle, améliorer l'image de marque et se différencier sur un marché de plus en plus concurrentiel. Cette approche devient encore plus déterminante dans un environnement économique où les exigences des consommateurs sont en constante évolution.

L'industrie pétrolière et gazière, secteur stratégique au niveau mondial, est particulièrement sensible aux enjeux de performances et de compétitivité, depuis des siècles, le pétrole, souvent qualifié de « nerf de la guerre », joue un rôle central dans l'économie mondiale. En Algérie, ce secteur revêt une importance capitale, car il constitue une part essentielle du Produit Intérieur Brut (PIB), des exportations et des recettes budgétaires. Selon la banque mondiale, le secteur des hydrocarbures a représenté 14 % du PIB, 86 % des exportations et 47 % des recettes budgétaires entre 2019 et 2023, ce qui souligne la dépendance de l'économie nationale vis-à-vis des revenus générés par cette industrie. Dans ce contexte, optimiser les processus et services dans le domaine pétrolier et gazier devient une priorité pour assurer la compétitivité et la stabilité économique du pays.

C'est dans cette dynamique que NAFTAL cherche à améliorer ses performances en optimisant ses opérations, notamment celles liées à l'activité aviation. Une analyse préliminaire a montré que le processus d'exploitation aviation présente certains écarts, notamment au niveau des délais de livraison. Ces retards affectent l'efficacité du processus et ne répondent pas aux attentes des clients aériens en termes de délais.

Face à ce constat, l'adoption de méthodologies telles que Six Sigma constitue une approche stratégique essentielle pour optimiser le processus d'exploitation aviation de NAFTAL. Cette méthode permet d'identifier les sources de variabilité dans le processus, d'analyser les données de manière rigoureuse et de mettre en place des solutions concrètes pour réduire les délais de livraison.

2.Question de la recherche

La branche Carburants de l'entreprise NAFTAL est responsable des activités d'approvisionnement, de stockage et de distribution des carburants pour les secteurs terrestres, aérien et maritime. Toutefois, des retards fréquents dans les livraisons, notamment dans l'activité aviation, ont conduit à un nombre élevé de réclamations de la part des clients. Face à cette situation, notre étude vise à répondre à la question suivante :

Comment l'application de l'approche Six Sigma peut-elle permettre d'optimiser le processus exploitation, en réduisant les délais de livraison des carburants ?

Cette recherche analysera de manière approfondie les différentes étapes du projet d'optimisation, en mettant particulièrement l'accent sur la réduction des délais de livraison.

2.1 Les sous questions

1. Quelles sont les principales causes des retards dans l'activité de livraison ?
2. Quel est l'état de capacité du processus d'exploitation aviation ?
3. Quelles solutions in peuvent être proposées pour réduire les délais de livraison de manière durable ?

3.Les objectifs de l'étude

Notre étude vise à améliorer le fonctionnement du processus exploitation aviation de manière efficace, pour cela, plusieurs objectifs ont été fixés :

- Optimiser le processus en appliquant la méthode Six Sigma afin de réduire les réclamations liées aux délais de livraison.
- L'identification des causes des retards et la mise en place des solutions adaptées ;
- Mettre en place des indicateurs pour suivre les performances du processus au fil du temps.

4.Raisons du choix du thème

4.1 Raisons objectives

Ce mémoire s'inscrit dans une démarche visant à optimiser les performances du secteur des services, en particulier celui de l'exploitation pétrolière. L'application de la méthode Six Sigma a été choisie comme axe de recherche, en raison de son potentiel sous-exploité dans le domaine des services, malgré ses apports reconnus en termes de qualité, de gestion des processus et de réduction des dysfonctionnements.

De plus, l'intérêt marqué par notre tuteur de stage pour l'intégration de Six Sigma dans le processus d'exploitation aviation a constitué un levier décisif pour la mise en œuvre de cette méthode. Cette volonté de tester et d'appliquer Six Sigma dans un cadre réel a créé un environnement propice à son déploiement, permettant ainsi une analyse approfondie de ses effets sur les performances du processus ciblé.

4.2 Raisons subjectives

Ce choix est également motivé par un intérêt personnel marqué pour les démarches d'amélioration continue et les outils liés à la gestion de la qualité, que nous percevons comme des leviers concrets et efficaces pour résoudre des enjeux opérationnels complexes. Au-delà de l'approche méthodologique, notre motivation résidait dans la volonté de réaliser un travail de fin d'études qui dépasse le cadre purement théorique, en visant un impact tangible sur le terrain. Ainsi, notre objectif était d'apporter une contribution significative à l'optimisation d'un processus existant.

5. Posture épistémologique

L'épistémologie de cette recherche se compose de deux volets : la posture épistémologique et la méthode de recherche

5.1 La posture épistémologique

La posture épistémologique est essentielle en sciences de gestion, car elle guide la manière dont les connaissances sont construites et justifiées. Elle permet de choisir un cadre méthodologique adapté, ce qui assure que la démarche reste rigoureuse et pertinente. Cela garantit ainsi la validité et la fiabilité des résultats, en accord avec les objectifs de la recherche et les normes scientifiques. (Marie-José Avenier & Catherine Thomas, 2012)

L'objectif de notre étude est d'analyser et de comprendre l'activité de livraison dans le processus exploitation aviation au sein de Naftal, afin de réduire les délais. De ce fait notre recherche s'inscrit dans une démarche positiviste inductive.

Le positivisme est un paradigme épistémologique qui considère qu'une réalité objective existe, indépendante du chercheur, et qu'elle peut être appréhendée à travers des faits mesurables. Il repose sur une approche scientifique, privilégiant la vérification empirique et la rationalité. Ce paradigme se concentre sur l'analyse du "comment" des phénomènes, en appliquant des

méthodes rigoureuses pour garantir la fiabilité des connaissances produites. (Rachid Mhenna & Youssef Jamal, 2020)

Cette posture épistémologique nous permet de recueillir des données précises et de les analyser de manière approfondie afin de proposer des recommandations basées sur des faits concrets. Elle garantit une évaluation objective et rigoureuse des performances actuelles du processus.

L'adoption de cette posture épistémologique nous permet de collecter des données fiables et de procéder à une analyse approfondie, afin de formuler des recommandations basées sur des faits concrets.

5.2 Méthodologie adoptée

Dans le cadre de notre recherche, nous avons choisi d'adopter une méthodologie de recherche qualitative pour analyser l'optimisation des délais de livraison dans le processus d'exploitation aviation de NAFTAL en utilisant la démarche Six Sigma. Cette approche nous permettra d'examiner en détail les causes et les mécanismes qui expliquent les retards de livraison. Comme le soulignent (Renée Pinard, Pierre Potvin , & Romain Rousseau), la recherche qualitative est essentielle pour explorer les facteurs organisationnels et humains qui influencent un processus, et elle permet de mieux comprendre les enjeux profonds des phénomènes complexes.

6.Lieu de stage

Notre étude est réalisée au sein de l'entreprise NAFTAL branche carburant, sous la supervision de la Direction Qualité, dans le cadre de la mise en œuvre d'un projet Six Sigma visant à optimiser le processus d'exploitation aviation en réduisant les délais de livraison.

7.Le plan du mémoire

Notre mémoire vise à examiner de manière approfondie l'application de la démarche Six Sigma pour l'optimisation des délais de livraison dans le processus d'exploitation aviation au sein de l'entreprise Naftal. Cette étude est structurée autour de trois chapitres principaux, chacun traitant d'une dimension essentielle de la problématique étudiée :

Chapitre I :

Dans ce premier chapitre, nous entreprenons une analyse approfondie de la littérature existante sur la démarche Six Sigma, en examinant les travaux antérieurs relatifs à son application, ainsi que les facteurs clés de succès et les barrières potentielles à son implémentation. Cette analyse nous permettra de mieux comprendre les principes fondamentaux de Six Sigma, ses outils et techniques spécifiques, ainsi que leurs diverses applications dans des secteurs variés. En offrant une vision complète de ces éléments, ce chapitre constitue la base théorique indispensable pour aborder l'application de Six Sigma dans l'optimisation des délais de livraison au sein du processus d'exploitation aviation de Naftal.

Chapitre II :

Dans ce deuxième chapitre, nous exposons la démarche méthodologique adoptée pour la réalisation de notre étude. Nous détaillons l'approche méthodologique suivie, ainsi que les méthodes de collecte et d'analyse des données. Cette section met également en lumière l'organisme d'accueil, Naftal, en fournissant des informations sur sa structure organisationnelle, ses activités principales et processus exploitation aviation.

Chapitre III:

Dans le troisième chapitre, nous nous concentrons sur l'application pratique de la démarche Six Sigma en vue d'optimiser les délais de livraison dans le processus d'exploitation aviation de Naftal. Nous présentons de manière détaillée les différentes phases de la méthodologie DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer, Contrôler) que nous avons suivies, en précisant les outils et techniques spécifiques employés à chaque étape. En outre, nous analysons en profondeur les résultats obtenus, en mettant en évidence les améliorations apportées aux délais de livraison et l'impact de ces changements sur la performance globale du processus.

CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE

Ce chapitre se divise en deux sections principales. La première repose sur les recherches précédentes concernant l'application de la méthode Six Sigma. Elle examine trois aspects essentiels : son utilisation dans les différentes fonctions de l'entreprise, les facteurs clés de réussite, ainsi que les obstacles rencontrés lors de sa mise en place. La deuxième section présente le cadre conceptuel en expliquant l'évolution vers le Lean Six Sigma, puis en décrivant les cinq étapes de la démarche DMAIC, avec les outils et techniques de gestion de la qualité associés à chacune.

Section 01 : Revue de littérature

Aujourd'hui les entreprises doivent sans cesse chercher à s'améliorer pour rester compétitives face à une concurrence de plus en plus forte.

Les méthodes classiques de gestion de la qualité, comme le Total Quality Management, ont certes apporté des résultats positifs, mais elles montrent parfois leurs limites, notamment en termes de rentabilité et d'efficacité à grandes échelles. C'est dans ce contexte que des approches plus structurées, comme les six sigmas se sont imposées. (K. Srinivasan, S. Muthu , S.R. Devadasan , & C. Sugumaran, 2016).

1.L'application de la méthode six sigma

Dans le cadre de leur étude menée en 2023, (Fatima Ezzahra Achibat, Ahmed Lebkiri, & El mahjoub Aouane, 2023) se sont penchés sur l'influence des démarches Six Sigma et Lean Manufacturing sur la performance globale des entreprises. En adoptant une méthodologie quantitative appuyée par des analyses statistiques réalisées via le logiciel SPSS, les auteurs ont examiné un échantillon composé de 45 entreprises marocaines opérant dans des secteurs variés, dont l'automobile (38 %), le textile (23 %), l'agroalimentaire (9 %), l'aéronautique (5 %) ainsi que d'autres domaines tels que la santé, le bâtiment et la logistique (25 %). Les résultats obtenus mettent clairement en évidence que les organisations ayant intégré les approches Six Sigma et Lean Manufacturing présentent des niveaux de performance nettement supérieurs, tant sur le plan financier qu'opérationnel, comparativement à celles n'ayant recours qu'à l'une de ces méthodes, voire à aucune. L'étude révèle par ailleurs une corrélation significative entre l'adoption de ces outils d'amélioration continue et plusieurs leviers clés de la compétitivité : amélioration de la qualité des processus.

1.1Six sigma dans l'industrie manufacturière

Dans un environnement industriel de plus en plus compétitif, l'amélioration continue est un enjeu majeur pour les entreprises manufacturières. Le Six Sigma, méthodologie centrée sur

la réduction des défauts et la minimisation de la variabilité des processus, s'impose comme un levier puissant pour améliorer la qualité, réduire les coûts et optimiser la productivité. Son efficacité est démontrée par plusieurs études. L'analyse menée par (Jiju Antony, Martin Brace, & Ricardo Banuelas, *An Application of Six Sigma to Reduce Waste*, 2005) au sein des usines 3M, spécialisées dans les adhésifs et matériaux industriels, offre un exemple complet d'implémentation réussie. Les chercheurs se sont concentrés sur une ligne de production spécifique confrontée à des problèmes récurrents d'arrêts machines (11 interruptions hebdomadaires en moyenne) et à un taux de défauts préoccupant (11,5%). L'équipe Six Sigma a appliqué rigoureusement la démarche DMAIC. Lors de la phase de définition, les outils utilisés incluaient des diagrammes Pareto, des matrices causes-effets et un diagramme CTQ. En phase de mesure, la cartographie du processus, les tests d'hypothèse, les analyses de capacité et le Gauge R&R ont permis de quantifier la performance initiale. L'analyse s'est appuyée sur des diagrammes d'effets principaux, des graphiques multi-variés et des analyses statistiques pour identifier les variables critiques. L'étape d'amélioration a mobilisé une analyse de tolérance statistique, un diagramme vectoriel et des tests de normalité pour optimiser le réglage du système. Enfin, la phase de contrôle a intégré un plan de contrôle documenté et une solution Poka-Yoke assurant la pérennité des gains. Les solutions implémentées ont permis des améliorations spectaculaires : réduction de 73% des arrêts machines (passant à seulement 3 par semaine), diminution de 81% du taux de défauts (atteignant 2,13%), et augmentation significative du rendement de première passe (de 88,5% à 97,87%). Ces gains se sont traduits par des économies substantielles, avec une réduction des pertes financières de 58 080€ à 10 763€ annuellement.

Une confirmation est apportée par la recherche de (Jiju Antony, E.V. Gijo, & Stephen J. Childe, *Case study in Six Sigma methodology: manufacturing quality improvement and guidance for managers*, 2012) a été réalisée au sein d'une entreprise indienne spécialisée dans la fabrication de pompes d'injection de carburant pour moteurs diesel, avec pour objectif d'améliorer la qualité du processus de production à travers l'implémentation de la méthodologie Six Sigma DMAIC. L'étude visait à réduire les défauts de fabrication et optimiser le rendement de première passe en identifiant et en corrigeant les principales sources de variabilité du processus. L'analyse a mis en évidence plusieurs problèmes majeurs, notamment des écarts de tolérance dans l'usinage, des paramètres machines non optimisés et des contrôles qualité insuffisants, qui impactaient directement la performance globale de la production. Lors de l'implémentation de la méthode DMAIC, plusieurs outils

qualité ont été mobilisés, en phase de définition, des cartes SIPOC, diagrammes de Pareto et chartes projets ont permis de structurer le problème. La phase de mesure s'est appuyée sur le Gauge R&R, l'analyse de capabilité et les tests de normalité, l'analyse des causes a été conduite à l'aide de régressions multiples, les arbres de décision et les diagrammes d'Ishikawa, les chercheurs ont ensuite eu recours à des plans d'expériences et à des solutions Poka-Yoke intégrées à un plan de contrôle pour stabiliser durablement les améliorations obtenues.

Grâce à l'application de Six Sigma, des améliorations significatives ont été obtenues, notamment en termes de réduction des défauts, d'optimisation du temps de cycle et d'augmentation du rendement, comme le montrent les résultats présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1:l'impact de la méthodologie six sigma

Indicateur	Avant six sigma	Après six sigma
Rendement de première passe (%)	85	99,4
Taux de défauts (DPMO)	157 972	5 715
Temps de cycle de production (s)	47	42
Économie annuelle (\$)	0	70 000

Source : élaboré par nous même

Ce tableau illustre l'impact de Six Sigma sur plusieurs indicateurs. Le rendement de première passe est passé de 85 % à 99,4 %, et les défauts ont été réduits de 157 972 à 5 715 DPMO. Le temps de cycle a diminué de 47 à 42 secondes, entraînant des économies annuelles de 70 000 \$.

1.2 Six sigma dans le domaine de la santé

Dans le domaine de la santé où chaque erreur peut avoir des conséquences graves, le Six Sigma offre une approche pratique pour améliorer continuellement la qualité des soins. Cette méthode a fait ses preuves comme le montre l'étude de (Giovanni Improta , et al., 2020) a été menée au sein de l'hôpital pédiatrique Santobono en Italie, afin d'optimiser l'accès aux soins et de réduire l'absentéisme des patients grâce à l'application de la méthodologie lean

Six Sigma. L'objectif était d'améliorer la gestion des listes d'attente et de minimiser le nombre de patients absents aux rendez-vous médicaux. L'étude s'est appuyée sur une approche quantitative, utilisant le cycle DMAIC et des outils d'analyse comme la simulation d'événements discrets pour modéliser les processus hospitaliers et tester différentes stratégies de gestion des rendez-vous.

Les résultats ont montré des améliorations significatives, notamment une réduction du taux d'absentéisme des patients de 38 % à 13 % dans certains services, ainsi qu'une diminution du temps d'attente moyen de 208 à 16 jours pour certaines spécialités. L'application de l'overbooking contrôlé a permis d'optimiser l'utilisation des ressources médicales tout en garantissant un accès plus équitable aux soins. Selon les auteurs, l'intégration de Six Sigma et de l'approche lean représente une solution efficace pour améliorer la gestion hospitalière en réduisant les inefficacités et en assurant une prise en charge plus rapide des patients. L'étude conclut que l'utilisation de cette méthodologie peut être élargie à d'autres services de santé afin de maximiser l'efficacité et d'améliorer l'expérience des patients.

1.3 Six sigma dans les services bancaires

Lorsque les distributeurs automatiques tombent en panne, cela crée de véritables désagréments pour les clients et peut nuire à l'image de l'institution bancaire. L'étude (Badr Bentalha , Rtel Bennani, & Bentaleb Adil, 2022) illustre parfaitement cette problématique à travers une analyse approfondie de 720 agences bancaires marocaines entre 2017 et 2020, réparties sur 8 régions et 14 zones du réseau bancaire. Elle met en évidence deux facteurs clés influençant la qualité du service bancaire : la disponibilité des liquidités et l'état du matériel des GAB. L'approche proposée permet d'optimiser le fonctionnement de ces distributeurs et d'améliorer la satisfaction des clients en limitant les erreurs opérationnelles. Bien que certaines régions, comme Casa Sud (10.6 %), Marrakech (10.75 %) et Rabat (9.46 %), aient presque atteint l'objectif fixé, d'autres, notamment le Grand Sud (19.2 %) et le Nord Med (22.3 %), enregistrent encore des taux d'indisponibilité élevés. Cela souligne une optimisation encore inégale sur l'ensemble du réseau, nécessitant des ajustements complémentaires, notamment en matière de gestion des stocks de liquidités et de maintenance des équipements. En conclusion, l'étude recommande de faire appel à des experts en Six Sigma, de renforcer la formation des cadres bancaires et d'étendre cette approche à d'autres secteurs des services financiers afin d'améliorer durablement l'efficacité opérationnelle.

1.4 Six sigma dans l'agroalimentaire

Dans l'industrie agroalimentaire, les défauts de production représentent un vrai défi, car ils impactent directement la qualité des produits. La méthode Six Sigma, à travers son approche structurée DMAIC, permet de détecter ces problèmes à la source et d'y apporter des solutions concrètes et durables. À titre d'exemple l'étude de (Ivana Tita Bella Widiwati, Surya Danusaputro Liman, & Filscha Neurprihatin, 2024) a été menée au sein d'une industrie agroalimentaire en Indonésie, afin de réduire les déchets générés lors du processus de fabrication en appliquant la méthodologie Lean Six Sigma. L'objectif était d'optimiser l'efficacité du processus de production de gâteaux de lune en identifiant et en éliminant les sources de gaspillage. L'étude a adopté une approche quantitative, en utilisant le cycle DMAIC et des outils tels que VSM, cartes de contrôle, diagramme de Pareto, DPMO, diagramme d'Ishikawa et l'analyse AMDEC.

Les résultats ont montré une réduction du temps de production de 491 à 479 minutes, une amélioration du Process Cycle Efficiency de 66,19 % à 70,98 %, ainsi qu'une diminution du nombre de produits perdus à cause des déchets, passant de 25 146 à 12 508 unités. L'application de mesures préventives et correctives a permis d'éliminer plusieurs sources d'inefficacité, notamment en réduisant les temps d'attente dus aux pannes de machines et en optimisant la gestion des stocks. L'étude conclut que l'intégration de Lean Six Sigma constitue une approche efficace pour minimiser le gaspillage dans l'industrie agroalimentaire, améliorer la productivité et accroître la rentabilité de l'entreprise.

1.5 Six sigma dans la logistique et la distribution

Les retards logistiques et les dysfonctionnements dans la distribution représentent des obstacles majeurs à la performance opérationnelle des entreprises, tout en impactant négativement la satisfaction et la fidélité des clients. Pour faire face à ces défis, la méthodologie Six Sigma et plus particulièrement son intégration avec les principes Lean apparaît comme une solution à fort potentiel. Une étude menée en 2023 par (Arman Maulana Akbar, Efta Dhartikasari Priyana, & Yanuar Pandu Negoro, 2023), au sein de l'entreprise indonésienne PT. AMA, spécialisée dans la distribution de marchandises, illustre parfaitement cette approche. L'objectif de ce projet était d'optimiser les délais de livraison en identifiant les principales causes de retard, puis en mettant en œuvre des actions ciblées pour améliorer l'efficacité logistique et la qualité du service client.

L'analyse a permis de mettre en évidence plusieurs facteurs responsables des retards, notamment des défaillances humaines, des limites techniques, des problèmes organisationnels ainsi que des contraintes liées à l'environnement externe. L'application rigoureuse de la démarche Lean Six Sigma a conduit à des résultats significatifs : les retards de commande ont été réduits de 68,05 %, et les activités sans valeur ajoutée ont diminué de 22,16 %. Selon les auteurs, cette approche constitue un levier stratégique majeur pour rationaliser les opérations logistiques, éliminer les inefficacités et garantir des livraisons plus rapides et fiables. En définitive, l'adoption du Lean Six Sigma permet non seulement d'améliorer la compétitivité de l'entreprise, mais aussi de réduire les pertes et de renforcer la satisfaction des clients.

1.6 Six sigma dans les hydrocarbures

Les études de cas réalisées dans l'industrie des hydrocarbures montrent l'efficacité de l'approche Lean Six Sigma (LSS) pour améliorer la qualité, la productivité et la gestion des processus. Par exemple, l'étude de (Kholil, 2023) menée au sein d'une entreprise indonésienne spécialisée dans la fabrication de tuyaux en polyéthylène pour le transport du gaz a révélé que, avant l'implémentation de LSS, l'entreprise enregistrait un taux de défauts de 10,1 %, bien au-dessus de son objectif de 2 %, et un temps de cycle de production de 390 minutes.

Dans cette étude, les auteurs ont utilisé plusieurs outils qualité pour accompagner l'amélioration du processus. Le CTQ leur a permis d'identifier les exigences critiques du client, tandis qu'ils ont mesuré la performance grâce au DPMO, au niveau sigma et au yield. Pour approfondir l'analyse des défauts, ils se sont appuyés sur les diagrammes de Pareto et d'Ishikawa. Ils ont ensuite défini des actions correctives et pour assurer la pérennité des résultats ils ont proposé des check-lists et des procédures standardisées

Tableau 2: Impact du Lean six sigma

Indicateur	Avant Lean Six Sigma	Après Lean Six Sigma
Taux de défauts (%)	10,1 %	2 %
Temps de cycle de production (min)	390	245
Marquage (min)	60	30
Découpe (min)	30	15

Détection des défauts ultrasoniques (min)	60	30
Soudure (min)	90	60
Test radiographique (min)	60	50
Peinture (min)	90	60

Source : élaboré par nous même

Ce tableau présente les résultats significatifs obtenus par l'implémentation de Lean Six Sigma. Le taux de défauts a diminué de 10,1 % à 2 %, tandis que le temps de cycle de production a été réduit de 390 minutes à 245 minutes. De plus, des étapes spécifiques de production comme le marquage, la découpe et la soudure ont vu leurs durées de traitement diminuer de manière significative. Cela démontre des améliorations en termes de qualité et d'efficacité grâce à l'intégration du Lean Six Sigma

En parallèle, la recherche de (Atanas J.P, Rodrigues C.C, & Simmons R.J, 2016) réalisée dans l'industrie pétrolière et gazière des Émirats arabes unis, examine l'application du Lean Six Sigma (LSS) pour optimiser les opérations de déplacement des plateformes de forage et la gestion des stocks dans la chaîne d'approvisionnement. Son objectif était d'améliorer la productivité, la sécurité et la qualité des processus tout en réduisant les inefficacités. L'analyse a révélé des améliorations significatives, notamment une réduction de 61 % du temps de transfert des plateformes de forage, permettant un gain de 258 jours de production pétrolière en un an, ainsi qu'une optimisation de la gestion des stocks, avec une diminution de 50 % des erreurs d'inventaire sur deux ans. Ces résultats ont contribué à une meilleure maîtrise des processus, une amélioration de la qualité des services et une augmentation de la rentabilité. L'approche DMAIC a été déployée à travers des outils adaptés à chaque étape clé du projet. Dans un premier temps, la phase « définir » a permis de cadrer le projet grâce aux outils SIPOC et Project Charter, définissant clairement les frontières et les objectifs. Ensuite, la phase « mesurer » a évalué la performance initiale du processus en s'appuyant sur le DPMO et le calcul du niveau Sigma, fournissant une base quantitative pour mesurer les progrès futurs. La phase « analyser » a ensuite approfondi la compréhension des dysfonctionnements via la cartographie des processus et le diagramme d'Ishikawa, identifiant ainsi les causes racines à traiter. Suite à cette analyse, les chercheurs ont élaboré un plan d'action structuré, accompagné d'une nouvelle cartographie optimisée des processus pour mieux répondre aux exigences du projet. Enfin, la phase « contrôler » a instauré des

mécanismes de suivi, notamment le comptage cyclique, afin d'assurer la durabilité des améliorations apportées.

D'autre part, (Alkubaisi, 2013) a affirmé la nécessité d'utiliser la méthode six sigma pour améliorer le processus de production au sein de la Kuwait Petroleum Company, l'approche adoptée reposait sur une méthode quantitative, consistant à analyser les données de production sur une période de trois jours, avec un total de 60 observations, soit 20 par jour. L'outil principal utilisé était un graphique X-Bar pour évaluer la capacité du processus. Les résultats ont révélé que les indices Cp et Cpk étaient inférieurs à 1, ce qui signifiait que le processus ne répondait pas aux spécifications requises. Bien que des mesures correctives aient été proposées pour diminuer la variation du processus, les analyses ont montré que plusieurs points dépassaient encore les limites de contrôle, mettant en évidence la nécessité d'une optimisation supplémentaire pour aligner le processus avec les standards de qualité définis.

Par ailleurs, l'étude de (Ramadytio Fadhli Prayogio & Adirizal Nizar , 2021), se concentre sur l'optimisation de la gestion des risques associés au transport des hydrocarbures dans l'industrie pétrolière et gazière. L'objectif principal était de réduire les pertes financières dues aux accidents de circulation, aux erreurs lors des opérations de chargement et déchargement, ainsi qu'aux dommages aux produits pétroliers. Pour ce faire, les auteurs ont adopté une approche mixte combinant une méthode quantitative. L'objectif principal était de réduire les pertes financières causées par les accidents de circulation, les erreurs lors des opérations de chargement et déchargement, ainsi que les dommages aux produits pétroliers. Pour cela, les auteurs ont adopté une approche mixte combinant une méthode quantitative, reposant sur 55 questionnaires distribués aux employés, et une méthode qualitative, intégrant des entretiens. Dans ce cadre, des outils qualité spécifiques ont été mobilisés à chaque phase de la méthode DMAIC. Lors de la phase « définir », les auteurs ont utilisé le diagramme SIPOC, la matrice de risques et le diagramme de Pareto pour identifier et hiérarchiser les problèmes. La phase « mesurer » s'est appuyée sur l'analyse des pertes financières, ainsi que la méthode HIRADC pour évaluer les risques. En phase « analyser », les causes profondes ont été déterminées grâce aux diagrammes d'Ishikawa. La phase « innover » a permis de mettre en œuvre en ensembles d'actions correctives telles que l'amélioration des procédures (SOP), la montée en compétence du personnel et la calibration des équipements. Enfin, la phase « contrôler » a intégré des dispositifs de suivi, de documentation standardisée et un plan d'amélioration continue afin de pérenniser les résultats obtenus.

Tableau 3: Résultats avant et après Six Sigma

Indicateur	Avant Six Sigma	Après Six Sigma
Pertes dues aux accidents de transport (\$)	174 707,97 \$	96 438,30 \$
Pertes liées aux opérations de chargement et déchargement (\$)	83 286,18 \$	39 240,75 \$
Pertes sur le produit MESRAN MIN 40 (\$)	60 811,24 \$	28 904,62 \$
Pertes sur le produit RORED EPA MIN 90 (\$)	49 369,53 \$	22 187,29 \$
Nombre d'accidents de circulation	76	38
Nombre de formations pour les chauffeurs	20	34

Source : élaboré par nous même

Ce tableau met en évidence les réductions des pertes financières après l'implémentation de Six Sigma, notamment celles liées aux accidents, au chargement et déchargement, ainsi qu'aux produits. Par ailleurs, il y a eu une diminution du nombre d'accidents de circulation et une augmentation des formations pour les chauffeurs.

L'auteur conclut que l'intégration de Six Sigma dans la gestion des risques liés au transport pétrolier et gazier est une approche efficace permettant d'identifier et d'éliminer les causes profondes des inefficacités, de réduire les coûts liés aux accidents et aux pertes de produits, et d'améliorer la fiabilité et la sécurité des opérations. Cette méthodologie a donc eu un impact positif significatif, optimisant la performance de l'entreprise tout en renforçant la prévention des risques.

En outre, (Buell & Turnipseed, 2004), ont cherché à examiner l'application de la méthode Lean Six Sigma dans les opérations pétrolières, dans le but d'améliorer les résultats commerciaux des champs pétroliers situés en Amérique du Nord et en Asie. Cette recherche repose sur une approche quantitative, en utilisant des outils statistiques et des techniques d'analyse des données, comme les tests d'hypothèses et l'analyse du système de mesure (MSA). Les auteurs présentent plusieurs études de cas, sans préciser une taille d'échantillon unique, en couvrant diverses opérations pétrolières.

Les résultats obtenus sont remarquables : pour les tests de puits, la précision avant l'application de Lean Six Sigma était inférieure, avec une surévaluation de la production de 30 %. Après l'amélioration, la précision a augmenté de 22 %, et le nombre de tests a été multiplié par 1,5, atteignant une fréquence d'un test par puits chaque semaine. Concernant la réparation des pompes à tiges, avant l'optimisation, il y avait 36 modèles de pompes et un inventaire de 320 pompes. Après les améliorations, le nombre de modèles a été réduit à 14 et l'inventaire à 65 pompes. Pour le traitement de l'eau, avant les changements, l'huile dans l'effluent était élevée, mais après les modifications, elle a été réduite de moitié. De même, pour le traitement du pétrole, l'huile « slop » était présente en grande quantité avant l'intervention, mais a été réduite de 50 % après. Enfin, dans la stimulation des puits de production, les méthodes précédentes donnaient des résultats moins constants, mais après les ajustements, la production de pétrole a augmenté grâce à une meilleure application de l'acide. D'un point de vue financier, chaque projet Lean Six Sigma a généré en moyenne 500 000 \$ en Amérique du Nord et 1 000 000 \$ en Asie du Sud-Est.

(Pasquale Carotenutoa, Stefano Giordan, & Alessandro Zaccarob, 2014) confirment l'efficacité de la méthode Six Sigma dans la gestion des chaînes d'approvisionnement dans le secteur pétrolier. Leur étude, centrée sur la diminution de la variabilité des niveaux de stock et l'impact des processus de transport maritime, a montré que l'application de l'approche DMAIC permettait de contrôler et de réduire les sources de variabilité, telles que les retards dans le transport maritime, assurant ainsi une meilleure stabilité des stocks dans les dépôts côtiers. Les données collectées à partir des analyses statistiques des différents processus du transport maritime, comme les délais et les temps de chargement et déchargement, ont confirmé l'efficacité de cette approche. La variance des stocks a ainsi été réduite de 2 000 tonnes, et les coûts de déurrage ont baissé de manière significative grâce à l'ouverture des jetées 24h/24 à Milazzo.

2. Les facteurs de succès de la méthode six sigma

Depuis son développement chez Motorola dans les années 1980, Six Sigma s'est imposé comme une méthodologie structurée, reposant sur des principes éprouvés. Les décennies d'application en entreprise ont permis d'identifier les facteurs clés garantissant son succès, toujours pertinents aujourd'hui, Comme le démontre l'étude de (Sahoum Aljazzazen & Roland Schmuck , 2022) réalisée dans le secteur des services en Jordanie, et qui examine les facteurs clés de succès pour une mise en œuvre réussie de Lean Six Sigma dans des domaines

comme la santé et l'éducation. Son objectif était d'identifier ces facteurs essentiels afin d'aider les organisations à adopter LSS pour améliorer leurs activités. L'analyse, basée sur une méthode quantitative avec un questionnaire envoyé à 207 managers de moyennes et grandes organisations entre décembre 2020 et janvier 2021, a révélé que les dix facteurs étudiés (l'engagement et l'implication de la direction, la formation adéquate à LSS, la liaison de LSS au système de récompenses RH, le choix des employés les plus talentueux, la communication informelle et les discussions ouvertes, l'alignement de LSS sur la stratégie d'entreprise, la connaissance des outils LSS, la rétention élevée des employés, une infrastructure organisationnelle suffisante, et la sensibilisation aux bénéfices de LSS) sont tous importants, mais avec des priorités différentes : choisir les employés les plus talentueux arrive en tête, suivi de l'engagement de la direction et de la rétention des employés. Tous ont un impact élevé, sauf l'infrastructure organisationnelle qui a un effet moyen.

Par ailleurs, L'article, rédigé par (Rano Khan Wassan, et al., 2022), a pour objectif d'identifier et de classer les facteurs de succès critiques pour l'implémentation des pratiques Green, Lean et Six Sigma dans les PME pakistanaïses. La méthode utilisée est qualitative, reposant sur 27 entretiens structurés réalisés avec des experts académiques et professionnels travaillant directement ou indirectement avec des PME à Karachi. Les résultats montrent que les facteurs les plus importants pour réussir l'implémentation des pratiques GLSS dans les PME de Karachi sont, en premier lieu, la participation et le soutien de la direction (93 % d'accord), suivis de la formation et de l'éducation (87 % d'accord), du leadership pour GLSS (87 % d'accord), de l'infrastructure organisationnelle, de la compréhension des méthodologies GLSS et de la mise à niveau technologique (73 % d'accord). Ces résultats soulignent l'importance d'un engagement fort de la direction et d'une préparation adéquate des employés pour garantir le succès de l'implémentation de GLSS dans les PME.

(Albayatey, 2023) S'est concentrée aussi sur l'identification et la mesure des facteurs critiques de succès (FCS) pour l'application de Six Sigma dans les industries transformantes en Irak. L'objectif principal de l'étude est de comprendre les éléments essentiels nécessaires pour assurer la réussite de la mise en œuvre de Six Sigma dans ces industries. La méthode utilisée est quantitative, et un questionnaire a été distribué à un échantillon de 97 cadres supérieurs d'entreprises irakiennes ayant une expérience préalable dans l'implémentation de Six Sigma, en particulier des projets réussis, et ayant suivi des formations de niveau Green Belt ou Black Belt. Ce questionnaire, composé de 22 questions portant sur les FCS de l'implémentation de Six Sigma, a permis aux participants d'évaluer l'importance de chaque

facteur sur une échelle de Likert à cinq points, allant de "pas important" à "très important". Ces entreprises étaient issues de différents secteurs, notamment l'industrie pétrolière, électrique et des batteries. Les données collectées ont été analysées à l'aide d'une analyse factorielle avec le logiciel SPSS. L'analyse a permis de regrouper les 22 facteurs en cinq facteurs principaux. Ces cinq facteurs sont : la relation avec les clients et la motivation des employés, l'intégration de Six Sigma dans la stratégie organisationnelle et la gestion de la qualité, la création d'équipes multidisciplinaires et la gestion des ressources, le développement des capacités des fournisseurs ainsi que la formation des employés, la gestion de l'information et de la communication tout au long des projets, couplée à la résolution créative de problèmes, et l'engagement de la direction et la gestion de l'innovation dans les projets. De son côté, (Aída López-Guerrero, Jesús Andrés Hernández-Gómez, Karla Isabel Velázquez-Victorica, & Luz del Consuelo Olivares-Fong, 2019) ont identifié six facteurs critiques de succès pour une mise en œuvre réussie de Six Sigma dans divers secteurs tels que la fabrication, les services et l'environnement. Ces facteurs sont : le soutien et l'engagement de la gestion, la relation avec les clients, la culture organisationnelle, l'éducation et la formation, l'infrastructure organisationnelle, et la communication.

3. Les limites de la méthodologie six sigma

Bien que Six Sigma représente une méthodologie éprouvée pour l'amélioration des processus, son déploiement rencontre des contraintes opérationnelles dans certains contextes, comme le soulignent (Behnam Nakhai & Joao S. Neves, 2009), qui ont mis en lumière plusieurs défis majeurs dans l'application de Six Sigma pour améliorer la qualité des services. D'abord, la méthode tend à standardiser les processus, ce qui peut rendre difficile l'adaptation aux besoins spécifiques de chaque client. De plus, certaines entreprises ont des attentes trop élevées, pensant que Six Sigma aura le même impact dans les services que dans la production, alors que le secteur des services est plus complexe et moins facile à standardiser. En outre, la variabilité dans les services, souvent influencée par des facteurs humains et émotionnels, est plus difficile à contrôler que dans un environnement de production. Six Sigma se concentre principalement sur des critères mesurables, ce qui le rend moins efficace pour traiter les aspects émotionnels et relationnels. (ABDELHAMID, 2019) Rejoint les observations de (Behnam Nakhai & Joao S. Neves, 2009) et identifie plusieurs défis similaires dans l'application de Six Sigma dans le secteur de la construction. Un des obstacles majeurs réside dans la difficulté d'intégration de Six Sigma dans des environnements complexes tels que la construction, où les processus sont souvent variables

et difficiles à standardiser. L'application de Six Sigma nécessite également des adaptations substantielles des processus existants, ce qui peut être coûteux et difficile à mettre en œuvre, particulièrement dans des projets de grande envergure. Bien que Six Sigma soit conçu pour réduire la variabilité, cela peut entrer en conflit avec la nécessité de flexibilité dans des projets de construction, qui varient en fonction des spécificités de chaque site ou tâche. De plus, tout comme dans le secteur des services, les entreprises de construction peuvent avoir des attentes irréalistes concernant l'efficacité de Six Sigma, pensant qu'il peut résoudre tous les types de problèmes de manière uniforme, sans prendre en compte les particularités de chaque situation.

4. Analyse et critique des études

Six Sigma est souvent perçu comme un outil puissant pour optimiser la qualité des processus et diminuer les variations au sein des entreprises. Pourtant, malgré ses nombreux succès dans divers domaines, son adoption n'est pas sans soulever certaines réserves. En effet, bien que cette méthodologie ait fait ses preuves, plusieurs critiques émergent quant à sa mise en œuvre et à son efficacité dans des contextes spécifiques. L'étude de (Olutade, Adekanmi M Adeyinka , & Olamide Durodola, 2023) aborde plusieurs critiques concernant l'implémentation de Lean Six Sigma. L'une des principales difficultés identifiées est la résistance au changement, qui peut être un obstacle majeur dans les organisations où la culture ne favorise pas l'innovation ou l'amélioration continue. De plus, le manque de formation adéquate constitue un défi important, car la mise en œuvre de Lean Six Sigma nécessite des compétences spécifiques que de nombreuses entreprises n'ont pas en interne. L'étude souligne également les difficultés d'adaptation de ces méthodologies aux contextes spécifiques de certaines industries, ce qui peut limiter leur efficacité. Enfin, la mise en œuvre de Lean Six Sigma peut se heurter à des barrières organisationnelles, telles que des problèmes de leadership ou un manque d'engagement de la part de la direction, rendant la durabilité des changements plus difficile à assurer.

Sur le même point, (Michael Sony, Jiju Antony, Sung Park, & Michael Mutingi) incluent également des critiques importantes telles que le taux élevé d'échec des initiatives Six Sigma, avec environ 60 à 70 % des projets échouant à long terme, ce qui réduit la motivation des entreprises à poursuivre ces initiatives. Ils mentionnent aussi le coût initial élevé d'implémentation, qui représente un frein pour de nombreuses petites et moyennes entreprises en raison des investissements nécessaires pour la formation et la mise en place de la structure Six Sigma.

(Maneesh Kumar , Jiju Antony , Christian N Madu, Douglas C. Montgomery, & Sung H. Park , 2008) Ajoutent que Six Sigma est principalement axé sur les statistiques, ce qui peut entraîner une négligence de l'aspect humain, en particulier la culture organisationnelle et l'engagement de tous les employés dans l'amélioration continue. De plus, la méthodologie est souvent perçue comme étant adaptée uniquement aux entreprises manufacturières, ce qui crée une impression qu'elle ne peut pas être efficacement appliquée dans des secteurs tels que les services ou les petites entreprises. D'autres critiques soulignent que Six Sigma semble être mieux adapté aux grandes entreprises disposant de ressources abondantes. Enfin, l'investissement nécessaire pour former des Black Belts et Green Belts est souvent vu comme un frein à l'adoption, de même que l'absence de retours sur investissement rapides dans les premiers stades de l'implémentation.

5.Le positionnement

Les études sur l'application de Six Sigma ont montré des résultats généralement positifs, surtout dans des secteurs comme l'industrie, la banque et la santé, où des gains en qualité, productivité et réduction des défauts ont été observés. Cependant, plusieurs obstacles demeurent, tels que la résistance au changement au sein des entreprises et les coûts élevés nécessaires pour mettre en place cette méthode. Ces défis peuvent représenter un frein, notamment pour les petites et moyennes entreprises, qui manquent souvent des ressources nécessaires pour une mise en œuvre efficace.

Section 02 :

Dans cette section, nous commencerons par la définition de l'amélioration des processus, avant d'aborder le Lean Management, puis la méthode Six Sigma à travers son historique, son évolution, ses caractéristiques, les conditions de réussite de sa mise en œuvre ainsi que ses avantages. Nous poursuivrons ensuite avec le Lean Six Sigma et les différentes méthodes issues du Lean, pour enfin détailler la démarche DMAIC, en expliquant chacune de ses étapes et les outils qui y sont associés.

1.L'amélioration des processus

L'amélioration des processus est une démarche qui vise à rendre les activités de l'organisation plus efficaces et plus performantes. Elle implique la participation de tous les employés, quel que soit leur niveau, afin d'atteindre les objectifs fixés. Cette amélioration peut se faire de deux manières : soit de façon progressive et continue, en apportant régulièrement de petits changements, soit de manière plus radicale, en repensant complètement les processus existants. L'objectif principal est d'améliorer la qualité, de réduire les coûts et d'augmenter la productivité. (Semrau, 2024)

De leur part, (Adnan Rashid & Ahmad) définissent l'amélioration des processus comme une approche structurée visant à optimiser les activités opérationnelles d'une organisation dans le but d'améliorer la qualité des produits et services proposés aux clients. Cette démarche repose sur l'utilisation de méthodologies, d'outils et de techniques spécifiques, permettant d'accroître la performance des processus, de mieux répondre aux attentes des clients et de renforcer la compétitivité des entreprises dans un environnement en constante évolution.

Donc l'amélioration des processus correspond à une démarche structurée qui vise à analyser les activités internes d'une organisation afin de les rendre plus efficaces, cohérentes et adaptées aux objectifs stratégiques.

2.Le Lean management

Issu du système de production de Toyota, Le Lean management est une approche managériale centrée sur l'élimination des gaspillages et l'amélioration continue des processus, visant à accroître l'efficacité et la qualité au sein d'une organisation. Cette méthode se caractérise par l'identification et la suppression des activités sans valeur ajoutée, en optimisant les processus pour répondre au mieux aux besoins des clients tout en minimisant les ressources utilisées. (Khalida Mohammed Belkebir & Medani Fatma Zohra, 2021). De sa part, (Hanane Ellioua & Hind Benamer, 2023) souligne que le Lean

management est une démarche axée sur la chasse aux gaspillages et la création de valeur, mettant le facteur humain au cœur de sa philosophie.

En ce qui concerne le gaspillage, (Ohno, 1988) le définit comme toute activité ou utilisation de ressources qui n'ajoute aucune valeur pour le client final. Son approche vise à repérer et à éliminer ces inefficacités pour optimiser les processus de production. Ohno distingue trois formes majeures de gaspillage qui nuisent à l'efficacité des organisations :

MUDA : Cela englobe toutes les actions qui utilisent des ressources sans apporter de valeur. Cette catégorie se divise en sept types principaux :

- Surproduction : Produire plus/trop tôt que la demande, générant stocks et coûts inutiles.
- Temps d'attente : Temps d'inactivité dû à des pannes, ruptures de stock ou désorganisation.
- Transport : Déplacements inutiles de matières ou produits, augmentant les coûts et risques.
- Stocks excessifs : Accumulation de matières ou produits finis, liée à une mauvaise gestion des flux.
- Processus inutiles : Opérations superflues n'apportant pas de valeur au client.
- Mouvements excessifs : Gestes ou déplacements inefficaces au poste de travail.
- Défauts : Non-conformités entraînant retouches, rebuts et perte de qualité

MURA : il fait référence aux variations et incohérences dans les processus de production, ce qui entraîne des inefficacités, des délais mal maîtrisés et une mauvaise répartition des tâches.

MURI : il désigne la surcharge des ressources (machines, employés, équipements), ce qui peut provoquer de la fatigue, des erreurs accrues et augmenter les risques de pannes ou d'accidents.

3.Le six sigma

Six Sigma est une méthode qui aide les entreprises à améliorer leurs processus métier. Son objectif est de limiter autant que possible la variabilité d'un processus afin de réduire le nombre de défauts rencontrés au niveau du produit final.

3.1 Historique et évolution

L'évolution de Six Sigma a traversé plusieurs étapes majeures. Initialement, la méthode se concentrait principalement sur l'amélioration des processus de fabrication, en réduisant les défauts dans les produits électroniques chez Motorola. Lors de son introduction dans les années 1980, Motorola faisait face à une concurrence accrue et cherchait à améliorer la qualité de ses produits tout en réduisant les coûts liés aux défauts de fabrication. Six Sigma a été utilisé pour fixer un objectif de réduction des défauts à un niveau très bas de 3,4 défauts par million d'opportunités (DPMO). Ce niveau a permis à Motorola de cibler des aspects spécifiques de ses processus de production, tels que la précision des tolérances des produits, l'uniformité des délais de production et l'élimination des variabilités susceptibles de provoquer des erreurs. L'application de Six Sigma a impliqué le recours à des pratiques statistiques avancées, telles que le contrôle statistique des processus afin de mesurer, d'analyser et d'améliorer les processus actuels. Cette approche a conduit à des économies substantielles et a permis à Motorola de remporter le Malcolm Baldrige National Quality Award. Par la suite, Six Sigma s'est élargie pour intégrer une dimension plus large, centrée sur la satisfaction client, en passant de la simple amélioration de la production à une optimisation de tous les processus affectant le client, y compris la conception des produits et les opérations commerciales. Une autre étape importante a été la mise en avant de la réduction de la variabilité des processus plutôt que sur l'amélioration des moyennes, car la constance dans la performance est devenue plus cruciale pour l'expérience client. Ce changement a conduit au développement du Design for Six Sigma, qui vise à concevoir des produits et services en intégrant directement les standards Six Sigma dès leur création. En parallèle, l'axe fiabilité a été intégré à la méthode, avec un focus sur la durabilité des produits tout au long de leur cycle de vie. Cette évolution a permis à Six Sigma de se transformer en une méthode profondément ancrée dans la culture d'entreprise, impactant non seulement la production mais aussi les services et les processus commerciaux. (Gerald J. Hahn & Necip Doganaksoy, 2000)

3.2 Le principe de sigma

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

De leur côté (Gerald J. Hahn & Necip Doganaksoy, 2000) ajoute que le terme « Sigma » fait référence à l'écart-type, une statistique de la variation dans un processus. En d'autres termes, plus un processus est stable et prévisible, plus il est proche de Six Sigma.

3.3 Les caractéristiques de six sigma

Six Sigma est une méthodologie reconnue pour son efficacité à améliorer la qualité, réduire les défauts et optimiser les processus dans divers secteurs industriels, (B Tjahjono, P Ball, V I Vitanov, & C Scorzafave, 2010)détaillent plusieurs caractéristiques essentielles qui rendent cette approche si puissante :

- Réduction des défauts et des variations : L'une des principales caractéristiques de Six Sigma est son objectif de réduire les défauts à un niveau de 3,4 par million d'opportunités. Cela est rendu possible grâce à la réduction des variations dans les processus. En maîtrisant ces variations, Six Sigma garantit une qualité constante et fiable des produits et services, ce qui est essentiel pour répondre aux attentes élevées des clients.
- Méthodologie structurée : Une autre caractéristique de Six Sigma est sa méthodologie bien définie, notamment à travers les approches DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer, Contrôler) et DFSS (Design for Six Sigma). Ces méthodologies permettent d'améliorer les processus existants ou de concevoir de nouveaux produits ou processus de manière optimale.
- Prise de décisions fondée sur des données : Six Sigma repose sur une analyse statistique approfondie des données pour identifier les causes sous-jacentes des défauts et des variations. Cette approche permet de baser les décisions sur des faits concrets plutôt que sur des hypothèses, ce qui rend l'amélioration des processus plus objective et plus efficace.
- Orientation client : Six Sigma place les besoins du client au cœur de son approche. En s'assurant que les produits ou services répondent aux exigences spécifiques des réductions des défauts et l'amélioration continue de la qualité, ce qui renforce la fidélité des clients et leur confiance envers l'organisation.
- Engagement de la direction et culture organisationnelle : Enfin, Six Sigma ne peut réussir sans l'engagement de la direction. (B Tjahjono, P Ball, V I Vitanov, & C Scorzafave, 2010)Soulignent que le soutien actif des dirigeants est essentiel

pour fournir les ressources nécessaires et promouvoir une culture d'amélioration continue.

3.4 Les conditions de réussite d'une démarche six sigma

Pour garantir le succès de la mise en œuvre de Six Sigma, (Setter, 2018) met en lumière plusieurs facteurs essentiels qui jouent un rôle crucial dans l'efficacité et la pérennité de cette démarche au sein de l'entreprise :

- L'implication de la direction : Le soutien constant des dirigeants est essentiel pour le bon déroulement de Six Sigma. Leur engagement actif permet de s'assurer que les initiatives d'amélioration sont alignées avec les objectifs stratégiques de l'entreprise, ce qui garantit la cohérence et la pérennité de la démarche.
- La formation du personnel : Un autre élément fondamental est la formation continue des employés. Pour que Six Sigma soit mis en œuvre efficacement et de manière durable, il est crucial que le personnel maîtrise les outils, techniques et méthodologies associés. Une bonne formation permet aux équipes de participer activement à l'amélioration des processus.
- Le choix des projets : Il est primordial de sélectionner les projets ayant un réel impact sur la performance globale et la satisfaction client. En optant pour des projets stratégiques et mesurables, l'organisation maximise l'efficacité de la démarche et optimise les résultats attendus.
- L'utilisation des données pour la prise de décision : La prise de décision doit reposer sur une analyse rigoureuse des données. L'exploitation des statistiques et des informations factuelles permet d'identifier les sources exactes des dysfonctionnements et d'évaluer avec précision les améliorations mises en place, assurant ainsi l'efficacité des actions entreprises.
- La communication transparente : Enfin, une communication claire et régulière est essentielle pour maintenir l'adhésion des équipes. En informant fréquemment les collaborateurs sur les objectifs, les progrès réalisés et les résultats obtenus, l'organisation renforce leur engagement et leur implication dans la démarche Six Sigma.

3.5 Les avantages de la démarche six sigma

(Murilo Riyuzo Vendrame Takao, Jason Woldt , & Iris Bento da Silva, 2017) Explore les avantages de la méthodologie Six Sigma pour les petites et moyennes entreprises :

- Réduction des coûts et augmentation de la rentabilité : Six Sigma permet de diminuer les défauts et la variabilité des processus, ce qui conduit à une réduction des coûts de production et à une amélioration de la rentabilité.
- Amélioration continue de la qualité et satisfaction client : En optimisant la qualité des produits et services, Six Sigma favorise une expérience client améliorée et une fidélisation accrue.
- Optimisation des processus internes : L'application de Six Sigma aide à améliorer l'efficacité des processus de production, à gérer les capacités et à réduire les délais de livraison, renforçant ainsi la compétitivité de l'entreprise.
- Résolution des problèmes basée sur des données probantes : Contrairement à d'autres approches moins rigoureuses, Six Sigma utilise des analyses statistiques approfondies pour identifier et traiter les causes profondes des problèmes, assurant une gestion plus efficace des processus.
- Changement culturel et amélioration durable : L'implémentation de Six Sigma induit un changement culturel durable au sein de l'entreprise, garantissant l'intégration des améliorations dans les pratiques quotidiennes pour des résultats à long terme.

4.Le lean six sigma

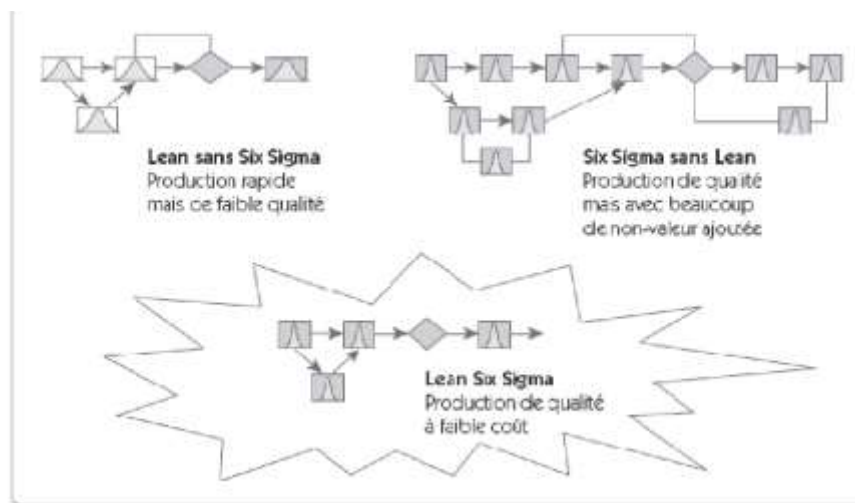
Lean Six Sigma (LSS) est une méthodologie qui combine les principes du Six Sigma et du Lean Management. Tandis que Six Sigma se focalise sur la réduction de la variabilité des processus et leur standardisation, Lean Management cherche principalement à éliminer les gaspillages pour rendre les processus plus efficaces. En combinant ces deux approches, Lean Six Sigma permet d'améliorer la qualité, de réduire les coûts et d'augmenter l'efficacité globale des opérations, en s'appuyant sur une analyse de données approfondie et une gestion rigoureuse des performances. Cela offre aux entreprises une méthode complète pour améliorer continuellement leurs processus.

Le Lean Six Sigma associe l'accent mis par Lean Management sur la réduction des gaspillages à la capacité de Six Sigma à éliminer les défauts, dans le but d'optimiser la qualité. Cette fusion permet non seulement d'améliorer les performances des processus mais

aussi de réduire les coûts tout en augmentant la qualité dans une multitude de secteurs. (Souraj Salah & Abdur Rahim , 2019)

Ainsi, Lean Six Sigma devient une approche complète et efficace pour maximiser la productivité et la qualité tout en minimisant les inefficacités et les défauts, comme l'expliquent (G. Arcidiacono & A. Pieroni, 2018).

Figure 1: Complémentarité entre Lean et Six Sigma



Source (Maurice, 2004)

4.1 Les différentes méthodes du Lean six sigma

Plusieurs méthodes permettent d'implémenter la démarche Lean Six Sigma, chacune ayant pour objectif d'optimiser un processus, qu'il soit nouveau ou déjà existant, afin de le rendre plus performant et efficace. Parmi ces approches, les deux plus répandues sont la méthode DMAIC et la méthode DMADV, qui sont largement utilisées pour améliorer la qualité et la fiabilité des processus en entreprise.

Selon (K Selvi & Rana Majumdar, 2014), les méthodologies DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer, Contrôler) et DMADV (Définir, Mesurer, Analyser, Concevoir, Vérifier) sont deux approches essentielles du Six Sigma, chacune étant destinée à des objectifs différents.

La méthode DMAIC est un processus structuré qui vise à optimiser et améliorer les processus déjà existants. Elle se divise en cinq étapes clés :

- Définir : Clarifier le problème, déterminer les objectifs du projet et définir les attentes des clients.
 - Mesurer : Recueillir des données et évaluer la performance actuelle des processus.
 - Analyser : Identifier les causes profondes des écarts et des défauts présents dans le processus.
 - Améliorer : Concevoir et mettre en œuvre des solutions pour éliminer les causes identifiées et améliorer le processus.
 - Contrôler : Assurer le suivi afin de maintenir les améliorations sur le long terme.
- En revanche, la méthode DMADV est particulièrement utilisée pour la création de nouveaux processus ou produits, ou encore pour l'amélioration de produits existants qui ne répondent pas encore pleinement aux attentes des clients. Elle comprend également cinq étapes distinctes :
- Définir : Identifier les besoins des clients ainsi que les objectifs du projet.
 - Mesurer : Collecter des données et définir les spécifications nécessaires pour la création du produit ou du processus.
 - Analyser : Examiner les différentes options de conception et sélectionner les solutions les plus appropriées.
 - Concevoir : Développer un design détaillé et établir un plan de contrôle pour le produit ou le processus.
 - Vérifier : Tester le design à l'aide de pilotes et ajuster les processus avant la mise en production à grande échelle.

Tableau 4: Comparaison entre DMAIC et DMADV

Caractéristiques	Démarche DMAIC	Démarche DMADV
Signification de l'acronyme	D : Définir M : Mesurer A : Analyser I : Innover C : Contrôler	D: Définir M : Mesurer A : Analyser D : Designer V : Vérifier

But principal	Améliorer un processus existant	Concevoir un nouveau processus ou un nouveau produit
Utilisation courante	Résolution de problème et amélioration continue	Conception de nouveaux produits , services ou processus
Point de départ	Un problème ou un processus existant nécessitant des améliorations	Un besoin ou une opportunité de créer un nouveau produit ou personne
Étapes d'un projet	<ol style="list-style-type: none"> 1. Définir le problème 2. Mesurer la performance actuelle 3. Analyser les causes racines 4. Améliorer le processus 5. Contrôler et maintenir les améliorations 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Définir le besoin ou les spécifications 2. Mesurer les exigences et les objectifs 3. Analyser les options de conception 4. Concevoir la solution 5. Vérifier la conformité aux spécifications
Objectif de l'analyse	Identifier les causes racines des problèmes rencontrés , et réduire la variabilité	Concevoir une solution qui répond et satisfait aux spécifications , et aux besoins du client

Source : <https://www.reussirsesprojets.com/dmaic-vs-dmadv/> ,

Consulté le 08/04/2025

Ce tableau présente une étude comparative entre deux méthodologies clés du Six Sigma : DMAIC sert à améliorer les processus existants en identifiant et corrigeant leurs défauts pour

réduire la variabilité, tandis que DMADV est dédiée à la conception de nouveaux produits ou processus.

5. La démarche DMAIC pour la mise en place du six sigma

La méthode DMAIC propose une approche structurée pour identifier et résoudre les inefficacités opérationnelles à travers ses cinq phases distinctes.

5.1 La phase définir

Selon (Maurice, 2004) Cette étape se divise en deux sous-étapes essentielles. La première consiste à identifier le sujet de travail le plus pertinent en accord avec la stratégie de l'entreprise. Une fois ce sujet défini, la seconde sous-étape vise à établir un état des lieux en répondant à plusieurs questions fondamentales :

- Quel objectif souhaite-t-on atteindre ?
- Quel est le périmètre du projet ?
- Qui sont les acteurs impliqués dans ce projet ?
- Quel est le planning prévu pour sa mise en œuvre ?

Cette étape doit aboutir à la rédaction de la charte du projet, précisant de manière claire les parties prenantes, le périmètre du projet ainsi que les objectifs à atteindre.

Les outils les plus couramment utilisés à cette étape sont :

➤ Le QQQQCP :

Selon (Pourrat, 2017) le QQQQCP est un outil essentiel dans la gestion de projet, permettant de structurer l'analyse d'un problème. Il aide à :

- Définir l'objectif du projet (quoi)
- Identifier les parties prenantes (qui)
- Déterminer l'environnement d'application (où)
- Fixer des délais pour les actions (quand)
- Définir les méthodes à utiliser pour la mise en œuvre (comment)
- Justifier l'importance du projet et ses objectifs (pourquoi)

Cet outil aide à structurer les informations de manière optimale et à concevoir un plan d'action précis, assurant ainsi la bonne mise en œuvre et la réussite du projet.

➤ **Le diagramme CTQ :**

(Maurice, 2004, pp. 74 - 77) Met en évidence l'importance de bien comprendre et répondre aux besoins des clients dans le cadre de la méthode Six Sigma. L'objectif fondamental de cette approche est d'assurer la satisfaction du client, ce qui conduit à une meilleure performance économique pour l'entreprise. Pour atteindre cet objectif, il est essentiel d'écouter activement la voix du client à travers des études de marché approfondies.

Selon l'auteur, voici les étapes clés pour identifier les Critical To Quality (CTQ), autrement dit, les critères essentiels de qualité qui guideront le projet :

1. **Écouter la voix du client** : Cela implique d'identifier les différents groupes de clients, d'analyser les produits offerts par l'entreprise ainsi que par ses concurrents, et de recueillir les retours des clients via des méthodes telles que les sondages, les interviews ou les groupes de discussion.
2. **Analyser les attentes des clients** : Il s'agit de repérer les innovations qu'ils attendent, de hiérarchiser leurs besoins et de dresser une liste des améliorations potentielles à apporter aux produits existants.
3. **Utiliser le diagramme CTQ** : Cet outil permet de convertir les besoins du client en exigences concrètes telles que la qualité, les coûts et les délais. Ces exigences peuvent ensuite être mesurées et suivies à l'aide d'objectifs et de spécifications bien définis, facilitant ainsi le contrôle et l'amélioration continue.

Tableau 5: Présentation du diagramme CTQ

Client	Besoin	Exigences	Caractéristiques	Spécifications
	Ce qui amené le client a utiliser le processus	Ce qui permet au client d'être satisfait	Comment mesure-t-on que le client est satisfait	Quelles sont les spécifications sur la mesure

Source : (NEDIL, 2024)

Ce tableau illustre le diagramme CTQ en détaillant les besoins des clients et les exigences associées. Il présente ce qui amène le client à utiliser le processus, les

critères qui permettent de satisfaire le client, ainsi que les caractéristiques mesurables de satisfaction. Enfin, il précise les spécifications de mesure, garantissant que les exigences du client sont respectées de manière mesurable.

➤ **Le SIPOC :**

Le SIPOC est un outil clé pour cartographier et analyser les processus dans le cadre de Six Sigma. Selon l'article de (Pratima Mishra & Rajiv Kumar Sharma , 2014).

Chaque composant du SIPOC est défini comme suit :

- **Suppliers (Fournisseurs) :** Ce sont les entités ou organisations qui fournissent les ressources nécessaires, comme les matières premières ou d'autres intrants essentiels.
- **Inputs (Entrées) :** Il s'agit des éléments nécessaires au processus, tels que les matériaux, les informations ou les produits qui sont utilisés dans les étapes de production.
- **Process (Processus) :** C'est l'ensemble des opérations ou activités qui transforment les entrées en sorties, dans un ordre spécifique, pour créer un produit ou un service.
- **Outputs (Sorties) :** Les produits ou services finis générés par le processus, évalués selon des critères tels que la qualité, le coût ou la capacité du processus.
- **Customers (Clients) :** Ce sont les personnes ou organisations qui reçoivent les produits ou services créés par le processus, et pour lesquelles les attentes doivent être respectées.

➤ **La charte de projet :**

La Charte du projet est un document rédigé à l'issue de la revue finale de la première étape de la démarche Six Sigma (DMAIC), qui vise à définir le projet. Elle récapitule le bilan de cette étape, définit le projet et fixe son déroulement. Élaborée par un groupe de travail sous la responsabilité d'un Black Belt, elle formalise les objectifs, le cadre et le plan d'action du projet Six Sigma. (Maurice, 2004, pp. 100 - 101).

5.2 La phase mesurer

La première étape du projet Six Sigma consiste à définir clairement le cadre et à identifier les paramètres critiques pour la qualité perçue par le client (CTQ). L'objectif de l'étape suivante est de mettre en place un système de mesure continu pour évaluer la performance du processus, en veillant à ce que la variabilité du système de mesure soit faible par rapport à celle du processus. La mesure, fondamentale en Six Sigma, permet de caractériser non seulement le produit, mais aussi le processus dans son ensemble. Elle permet de relier la satisfaction client (CTQ) aux performances du processus, en identifiant les facteurs ayant un impact significatif sur la performance, ce qui conduit à des actions basées sur des données objectives. Les mesures concernent les sorties du processus (Y), les entrées influençant ces sorties (X), et les variables permettant de mesurer la performance du processus. (Maurice, 2004, p. 104).

➤ La collecte des données :

La collecte des données est une étape clé pour évaluer les performances du processus et identifier les problèmes. Cette phase consiste à recueillir des informations sur le fonctionnement actuel du processus. Les données sont collectées par différents moyens, comme l'observation et l'analyse de documents, afin de mieux comprendre le processus et repérer les défauts. Ces informations permettent ensuite d'analyser les types et la fréquence des défauts, offrant ainsi une base solide pour comprendre les problèmes et améliorer le processus. (AOUADI, 2022)

➤ Le test de normalité :

Le test de normalité est une étape essentielle en analyse Six Sigma, car il permet de vérifier si les données suivent une distribution normale, condition nécessaire avant de mesurer la capacité d'un processus. En effet, les calculs des indicateurs tels que le Ppk, le DPMO ou le niveau sigma reposent sur l'hypothèse de normalité afin de garantir des résultats fiables et représentatifs. L'interprétation du test repose sur la valeur de p : si $p > 0,05$, on considère que les données sont normalement distribuées, et l'analyse peut se poursuivre ; si $p \leq 0,05$, la normalité est rejetée, ce qui remet en question la validité des indicateurs standards. Ainsi, réaliser un test de normalité avant toute évaluation de performance est indispensable pour assurer la fiabilité des résultats obtenus. (Mustafid, Yulvia, Ispriyanti, & Haki, 2020).

➤ **L'étude de la capabilité**

La capabilité d'un processus se définit comme la capacité de ce dernier à produire de manière constante des résultats conformes aux spécifications techniques définies par le client. Elle s'évalue à travers des indices statistiques appelés indices de capabilité, qui permettent de résumer en une seule valeur la performance du processus par rapport à ses tolérances. Parmi ces indices, le Cpk (Process Capability Index) est utilisé lorsque le processus est stable, car il se base uniquement sur la variabilité intra-sous-groupes. En revanche, le Ppk (Process Performance Index) intègre l'ensemble de la variabilité, y compris la variabilité entre sous-groupes, ce qui le rend plus représentatif de la performance réelle du processus, en particulier lorsqu'il est instable ou non parfaitement centré, un indice $Ppk \geq 1,67$ indique un processus capable de répondre aux exigences clients, tandis qu'une valeur inférieure à 1,33 traduit une capabilité insuffisante nécessitant des actions correctives

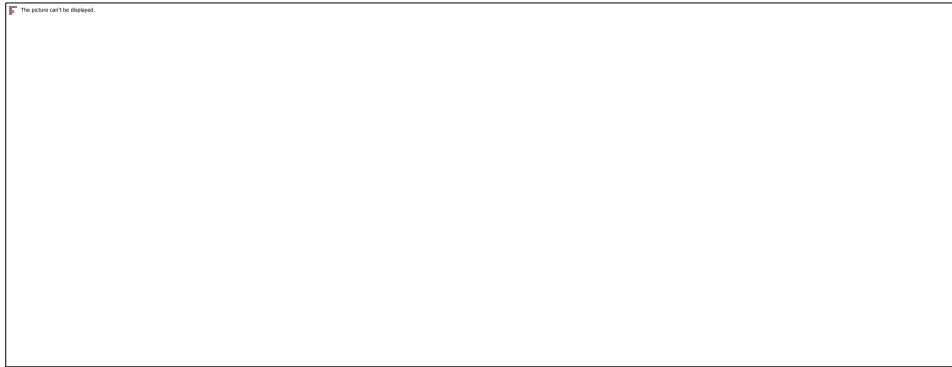
5.3 La phase analyser

L'étape « Analyser » vise à approfondir la compréhension du processus afin d'identifier les causes fondamentales de la variabilité. Elle permet de cibler avec précision les sources d'insatisfaction et les paramètres à ajuster pour atteindre le niveau de performance souhaité.

➤ **Le diagramme d'Ishikawa**

Le diagramme d'Ishikawa, également appelé diagramme de causes et effets ou diagramme en arêtes de poisson, est un outil essentiel en gestion de la qualité permettant d'identifier, d'organiser et de visualiser les causes potentielles d'un problème affectant un processus. En structurant ces causes selon des catégories pertinentes (Milieu, Méthode, Main-d'œuvre, Matière, Matériel et Mesure), cet outil facilite l'analyse des écarts de performance et permet de remonter aux causes racines. Selon (Ishikawa, 1986), « le diagramme de causes et effets est une approche méthodique permettant de cartographier les facteurs influençant la qualité d'un processus, afin d'identifier avec précision les sources de non-conformité et d'améliorer la maîtrise des processus. »

Figure 2: le diagramme d'ISHIKAWA



Source : <https://www.certification-qse.com/methode-5m-ou-diagramme-dishikawa>.

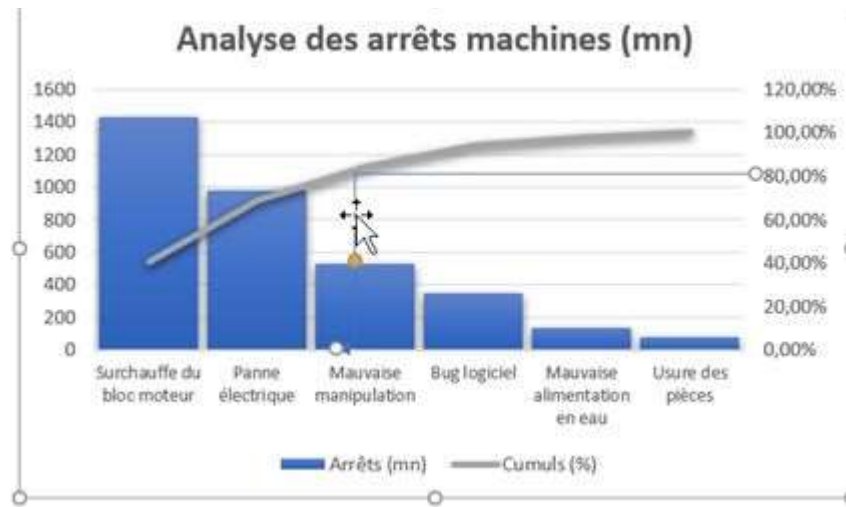
Consulté le : 11/04/2025

La figure 2 présente un diagramme d'Ishikawa qui analyse les causes possibles d'un problème spécifique. Ce diagramme structure les différentes causes en catégories telles que la main-d'œuvre, les méthodes, le matériel, le milieu et les mesures, permettant ainsi de visualiser et d'identifier les facteurs contribuant à l'effet observé. Cette analyse aide à mieux comprendre les sources du problème et à cibler les actions correctives appropriées.

➤ **Le diagramme de Pareto :**

Le diagramme de Pareto est un outil clé qui permet d'analyser et de classer les causes d'un problème en fonction de leur impact ou de leur fréquence, en appliquant le principe des 80/20, selon lequel 80 % des effets proviennent souvent de 20 % des causes. Selon (Juran J. M., 1951), le diagramme de Pareto est un outil visuel qui permet d'ordonner et de hiérarchiser les problèmes en fonction de leur occurrence ou de leur importance, afin de concentrer les efforts sur les causes ayant le plus grand impact.

Visuellement, il se présente sous forme d'un histogramme ordonné, où les causes sont triées de la plus fréquente à la moins fréquente.

Figure 3:Le diagramme de Pareto

Source : <https://www.excelformation.fr/diagramme-pareto-excel.html> .

Consulté le 11/04/2025.

La figure présente un diagramme de Pareto, qui met en évidence les principales causes d'un problème en les classant par ordre décroissant d'importance. En suivant le principe des 80/20, ce diagramme montre que 80 % des effets proviennent de 20 % des causes, permettant ainsi de prioriser les actions correctives

5.4 La phase innover

Lors de la phase « Improve » dans la méthodologie Six Sigma, l'objectif principal est de développer des solutions permettant d'optimiser le processus en éliminant les défauts. Comme l'indiquent (B. RADHA KRISHNAN & K. ARUN PRASATH, 2013), après avoir analysé les données et identifié les causes sous-jacentes du problème, l'équipe se concentre sur la création de solutions potentielles.

L'innovation prend ici toute son importance, en offrant la possibilité de proposer des solutions à la fois originales et efficaces souvent testées à travers des projets pilotes avant d'être mises en œuvre à plus grande échelle.

➤ Le plan d'action

Le plan d'action est un outil clé pour structurer, organiser et suivre l'exécution des actions nécessaires à l'atteinte d'un objectif précis, notamment dans le cadre d'un projet Six Sigma. Il permet de détailler les tâches à accomplir, de définir les responsabilités, de préciser les ressources à mobiliser, ainsi que les délais à respecter, assurant ainsi une mise en œuvre

efficace et coordonnée. Comme l'expliquent (Gillet-Goinard & Bernard Seno, 2020, pp. 46 - 49), le plan d'action formalise qui est responsable de quoi, à quel moment et avec quels moyens, dans le but d'atteindre les objectifs fixés par la direction.

5.5 La phase contrôler

La phase de contrôle, dernière étape de la méthodologie Six Sigma, joue un rôle essentiel pour assurer la pérennité des améliorations apportées au processus. Selon (Bikram Jit Singh & Dinesh Khanduja, 2014), cette phase vise à garantir que les progrès réalisés lors de la phase d'innovation soient maintenus à long terme. Elle repose sur des actions clés telles que la surveillance continue des performances du processus à l'aide d'outils statistiques, notamment les cartes de contrôle, les graphiques cumulatifs et les plans de contrôle.

Donc la démarche six sigma repose essentiellement sur la méthode DMAIC, un cadre structuré particulièrement adapté à l'optimisation de processus déjà en place. Cette méthode se décline en cinq phases interdépendantes qui permettent une amélioration progressive et durable. Tout commence par l'étape de définition, où l'on cerne avec précision le problème à résoudre, les objectifs visés, ainsi que les attentes des parties prenantes. Ensuite, la phase de mesure s'attache à collecter des données fiables sur le fonctionnement actuel afin d'évaluer les performances et de poser un diagnostic objectif. Vient alors l'étape d'analyse, qui permet d'examiner en profondeur les causes fondamentales des défaillances ou des variations observées à l'aide d'outils comme le diagramme de Pareto. Sur cette base, la phase d'innovation vise à développer des solutions concrètes, à les tester et à les ajuster avant de les déployer à plus grande échelle. Enfin, la phase de contrôle instaure un système de suivi rigoureux pour s'assurer que les progrès obtenus sont bien maintenus dans le temps.

En conclusion, ce premier chapitre nous a permis d'établir une synthèse des travaux antérieurs ayant exploré l'application de la démarche Six Sigma dans différents secteurs, en mettant en évidence ses facteurs clés de succès, ses limites, ainsi que les méthodologies mobilisées et les résultats obtenus.

Ensuite, nous avons défini le concept d'amélioration des processus comme levier essentiel du management par la qualité. Cela nous a conduit à présenter le Lean Management, en exposant son origine, ses principes fondamentaux et sa finalité centrée sur la réduction des gaspillages et la création de valeur. Nous avons également introduit la démarche Six Sigma, en retraçant son historique, en décrivant ses caractéristiques clés, ses conditions de réussite, ainsi que les différentes approches qui en découlent. Enfin, l'approche intégrée Lean Six Sigma a été abordée, avec une attention particulière portée à la méthode DMAIC, dont nous avons détaillé chacune des phases ainsi que les outils méthodologiques adaptés à chaque étape.

CHAPITRE II : CADRE METHODOLOGIQUE

Dans ce deuxième chapitre, nous allons présenter la méthodologie que nous avons choisie pour mener notre recherche, qui repose sur une approche qualitative. Ensuite, nous expliquerons les différentes méthodes et outils que nous avons utilisés pour collecter les données. Enfin, nous ferons une présentation de l'entreprise d'accueil NAFTAL, en mettant l'accent sur la branche Carburants et la direction Aviation, afin de situer le cadre organisationnel de notre étude.

Section 01: l'approche méthodologique

Cette section présente la méthodologie adoptée pour la mise en œuvre de la démarche DMAIC, en précisant le type d'approche retenue, ainsi que les méthodes et outils utilisés pour la collecte des données.

1.L'approche qualitative

Dans notre étude, nous avons choisi une méthodologie qualitative, car elle offre plusieurs avantages essentiels pour notre travail.

D'abord, elle permet de décrire en détail et d'analyser en profondeur les processus, ce qui correspond parfaitement à notre besoin, puisque notre recherche repose sur la compréhension et la description des retards de livraisons. Ensuite, cette approche nous donne la flexibilité nécessaire pour explorer à fond les phénomènes étudiés, en nous adaptant aux réalités du terrain et en étant en contact direct avec les personnes concernées, ce qui nous permet de recueillir des informations précises et riches de sens.

L'approche qualitative, telle que décrite par (SAMLAK, 2020), se définit comme une démarche qui évite toute quantification pour se consacrer à l'exploration des significations, qu'elles soient explicites ou implicites, en contraste avec les méthodes quantitatives centrées sur le dénombrement. Fondée sur une logique rationnelle, elle cherche à approfondir la compréhension des phénomènes en collectant des données riches en sens, souvent par une proximité avec les enquêtés, permettant de révéler des aspects dissimulés et de généraliser à partir d'éléments qualitatifs pertinents. Cette approche s'appuie sur des outils comme l'observation et les entretiens directifs ou semi-directifs, privilégiant un contact direct avec les acteurs pour capturer des données contextualisées, issues d'interactions spontanées et d'analyses approfondies des discours et comportements.

2. Les méthodes et outils de collecte de données

Pour répondre à notre problématique, nous avons choisi de privilégier les entretiens semi-directifs, le brainstorming et l'analyse documentaire comme outils principaux de collecte de données, en raison de leur capacité à générer des informations détaillées tout en favorisant des échanges dynamiques et une exploration approfondie des sources existantes. Ces méthodes ont été sélectionnées parmi diverses options, en fonction de leur pertinence et de leur adéquation avec le cas étudié.

2.1 L'analyse documentaire

Le lancement du projet s'est fondé principalement sur une revue documentaire, à partir de laquelle nous avons extrait un maximum de données.

L'analyse documentaire est décrite comme une activité où le chercheur examine des documents, correspondant à une action spécifique d'exploration de matériaux empiriques. Cette méthode implique l'étude de sources écrites pour en extraire des informations pertinentes, intégrée dans une démarche qualitative visant à comprendre la réalité à partir de traces existantes. (Royer, 2007).

Pour approfondir notre compréhension du processus d'exploitation aviation, plusieurs documents nous ont été transmis, notamment la fiche processus exploitation aviation, la procédure de livraison, une fiche FTEA (Fiche de Traitement des Écarts et Améliorations), ainsi qu'un fichier Excel recensant les doléances des clients aériens. En nous appuyant sur ces références, nous avons conduit des entretiens semi-directifs avec les acteurs concernés, afin d'obtenir des clarifications sur les pratiques actuelles.

Tableau 6: Récapitulatif des documents fournis par l'entreprise

Documents	Objectifs
Fiche FTEA	Identifier les écarts afin de cibler les éléments à traiter .
Fiche processus exploitation aviation	Comprendre en profondeur le fonctionnement de notre processus
Procédure de livraison	Identifier toutes les étapes clés de la livraison pour élaborer le SIPOC .

Fiche des doléances	Identifier les besoins et les exigences des clients aériens pour établir le diagramme CTQ .
---------------------	---

Source : Élaboré par nous-même.

Ce tableau présente les documents fournis par l'entreprise ainsi que l'utilité de chacun dans le cadre de notre étude.

2.2 Les entretiens

L'entretien, en tant qu'outil méthodologique qualitatif, constitue une approche centrale pour la collecte de données, permettant d'explorer en profondeur les attitudes, opinions et motivations des acteurs étudiés (SAMLAK, 2020), cette méthode repose sur une interaction dynamique entre l'enquêteur et l'informateur, visant à contextualiser des résultats préalablement obtenus par observation ou documentation, tout en révélant des dimensions implicites des pratiques sociales. Trois typologies principales structurent son application :

- L'entretien non-directif : caractérisé par une flexibilité maximale et une absence de guide prédéfini, favorise l'expression libre de l'interviewé, notamment pour des sujets sensibles ou émotionnellement chargés. (SAMLAK, 2020)
- L'entretien directif : il s'appuie sur un guide orientant les échanges vers des thèmes spécifiques, adoptant une démarche « en entonnoir » pour passer progressivement du général au particulier. (SAMLAK, 2020)
- L'entretien semi-directif : il se caractérise par une structuration méthodique, articulant des questions ouvertes, préalablement définies selon des axes thématiques clés. Cette approche méthodologique assure une rigueur analytique tout en conservant une flexibilité nécessaire pour intégrer les réponses émergentes des participants, optimisant ainsi la richesse des données recueillies. (SAMLAK, 2020)

Pour cette étude, nous avons choisi de réaliser des entretiens semi-directifs. Cette méthode nous a permis de poser des questions ciblées sur l'état du processus exploitation aviation, tout en laissant aux interviewés la liberté d'exprimer leurs réponses.

2.2.1 Le guide d'entretien

Afin d'effectuer une analyse détaillée, un guide d'entretien semi-directif a été élaboré, il regroupe trois axes : la compréhension détaillée du fonctionnement du processus ainsi que l'activité de livraison, et l'identification des causes racines des dysfonctionnements.

2.2.2 L'échantillon de l'étude

L'échantillon de cette étude se limite à un seul répondant, en raison de la non-disponibilité du reste de l'équipe aviation, qui était en mission pendant la période de collecte de données. Notre interviewé se charge de tout le processus et possède des connaissances vraiment approfondies qui permettent de répondre avec pertinence à nos questions. Deux entretiens ont été réalisés avec lui : le premier, d'une durée de 20 minutes, visait à obtenir une vision globale du processus, le second, d'une durée d'une heure, avait pour objectif d'approfondir certains points spécifiques identifiés lors de l'analyse.

2.2.3 Traitement des données

Afin d'analyser de manière détaillée les données issues des entretiens, nous avons mis en œuvre une démarche structurée en trois étapes. Dans un premier temps, les entretiens menés avec les acteurs concernés ont été enregistrés. Nous avons ensuite écouté les enregistrements afin de retranscrire les échanges avec précision, dans le but de conserver la fiabilité des informations. Cette étape a permis de poser une base solide pour la suite de l'analyse. Par la suite, une lecture approfondie des transcriptions a été réalisée afin de repérer les idées générales. Les éléments identifiés ont ensuite été classés selon des axes thématiques préétablis.

2.3 Le brainstorming

Le brainstorming est une méthode structurée de génération collective d'idées, visant à résoudre des problèmes ou explorer des solutions innovantes. (Paul Paulus & Vicky Putman, 2009).

Tableau 7 : récapitulatif des séances de brainstorming effectuées

Numéro du brainstorming	Objectif
1	Les discussions portent sur l'analyse de différents écarts liés à divers processus, avant de se focaliser sur celui de l'exploitation aviation.
2	Définir l'objectif du projet afin d'élaborer le QQQQCP et la charte de projet
3	Identifier et analyser les causes des retards de livraison

4	Élaborer des actions correctives afin de traiter les causes responsables des retards de livraison.
---	--

Source : élaboré par nous même

Ce tableau présente les séances de brainstorming réalisées, ainsi que les points abordés dans chaque séance.

Les entretiens, l'analyse des documents fournis et les séances de brainstorming ont été des sources essentielles pour recueillir les informations nécessaires à la réussite de notre projet d'intégration de Six Sigma, en particulier l'outil DMAIC.

Le tableau ci-dessous résume les différents outils de la qualité utilisés dans chacune des phases de la méthode DMAIC.

Tableau 8: outils utilisés pour l'implémentation de six sigma

Phases de DMAIC	Outils utilisés
Définir	Le QQQQCP
	Le diagramme CTQ
	Le SIPOC
	La charte de projet
Mesurer	Le plan de collecte de données
	Le test de normalité
	L'étude de capabilité
Analyser	L'ISHIKAWA
	Le diagramme Pareto
Innover	Plan d'action
Contrôler	Plan de contrôle

Source : élaboré par nous même

Dans la phase de définition du projet, nous avons d'abord utilisé le QQQQCP pour définir le problème à résoudre, ensuite un diagramme CTQ nous a permis d'identifier les attentes et les exigences des clients aériens, le processus a ensuite été visualisé à l'aide d'un SIPOC ce qui nous a donné une vue d'ensemble des étapes du processus, des intrants, des extrants.

Et enfin pour cadrer le projet nous avons établi une charte de projet qui définit les objectifs, les délais, et les membres d'équipe.

Pour la phase « mesurer » nous avons d'abord élaboré un plan de collecte de données, ensuite à l'aide du logiciel Minitab, nous avons réalisé un test de normalité afin de vérifier la distribution des données et d'assurer leur conformité avec les hypothèses de notre analyse statistique, Et enfin on a effectué une étude de capabilité pour mesurer la performance du procédé.

- Le Minitab est un logiciel statistique simple et efficace qui aide à mieux comprendre les données. Les entreprises l'utilisent pour repérer des tendances, améliorer leurs décisions et rendre leurs activités plus efficaces. Il propose des outils pratiques et une interface facile à prendre en main, ce qui rend l'analyse plus rapide et plus claire. Minitab permet aussi de présenter les résultats de façon claire, ce qui facilite leur compréhension et leur partage. (Javier Rossette García, Diego Arturo Soto Monterrubio, & Gabriela Clemente Martínez, 2024)

Dans la phase suivante « analyser », nous avons élaboré un diagramme d'Ishikawa afin d'identifier les causes des retards de livraison, ensuite nous avons tracer un diagramme de Pareto pour repérer les 20% des causes responsables à l'aide du logiciel Minitab.

Pour la phase d'amélioration, nous avons proposé des solutions sous la forme d'un plan d'action regroupant les actions correctives, leurs délais, les responsables assignés ainsi que la ressource nécessaire à leur mise en œuvre.

Dans la dernière phase « contrôler », nous avons élaboré un plan de contrôle, combinant les améliorations mises en places à chaque étape du processus, les KPI associés, ainsi que la méthode de contrôle à adopter pour assurer le suivi des résultats.

Section 02 : présentation de l'organisme d'accueil

Cette section vise à présenter l'organisme d'accueil NAFTAL, en tant qu'acteur stratégique dans le domaine de la distribution des produits pétroliers en Algérie. Elle détaille son historique, ses principales missions et ses activités. Par la suite, nous présenterons la branche Carburants de Naftal, ainsi que la Direction Aviation, en mettant en avant leurs missions spécifiques.

1. Présentation de NAFTAL

NAFTAL, est une entreprise nationale de commercialisation et de distribution des produits pétroliers, qui est depuis 18-04-1998, une société par action (SPA), dont les activités sont détenues intégralement par le groupe SONATRACH, elle a toujours fonctionné sur le plan régional en unité de distribution. Issue de SANATRACH, a été créée par le décret N° 80-101 du 09-04-1980, comme elle est aussi chargée de l'industrie du raffinage et de la distribution des produits pétroliers (ERDP). Elle a été constituée par le transfert des structures moyennes, détenues gérées auparavant par SONATRACH, elle rentre en activité le 01-01- 1982, alors que le raffinage est séparé de l'activité distribution, donc la raison sociale de l'entreprise change, suite `à cette séparation des activités. Le décret N0 80-187 du 27-08-1987 et qui s'est concrétisé par la création des deux entreprises qui sont : NAFTAC : est chargé du raffinage du pétrole, NAFTAL : est chargé dans le cadre du plan national de développement économique et la société de commercialisation et de distribution des produits pétroliers. L'appellation NAFTAL provient de :

- NAFT : pétrole
- AL : Algérie.

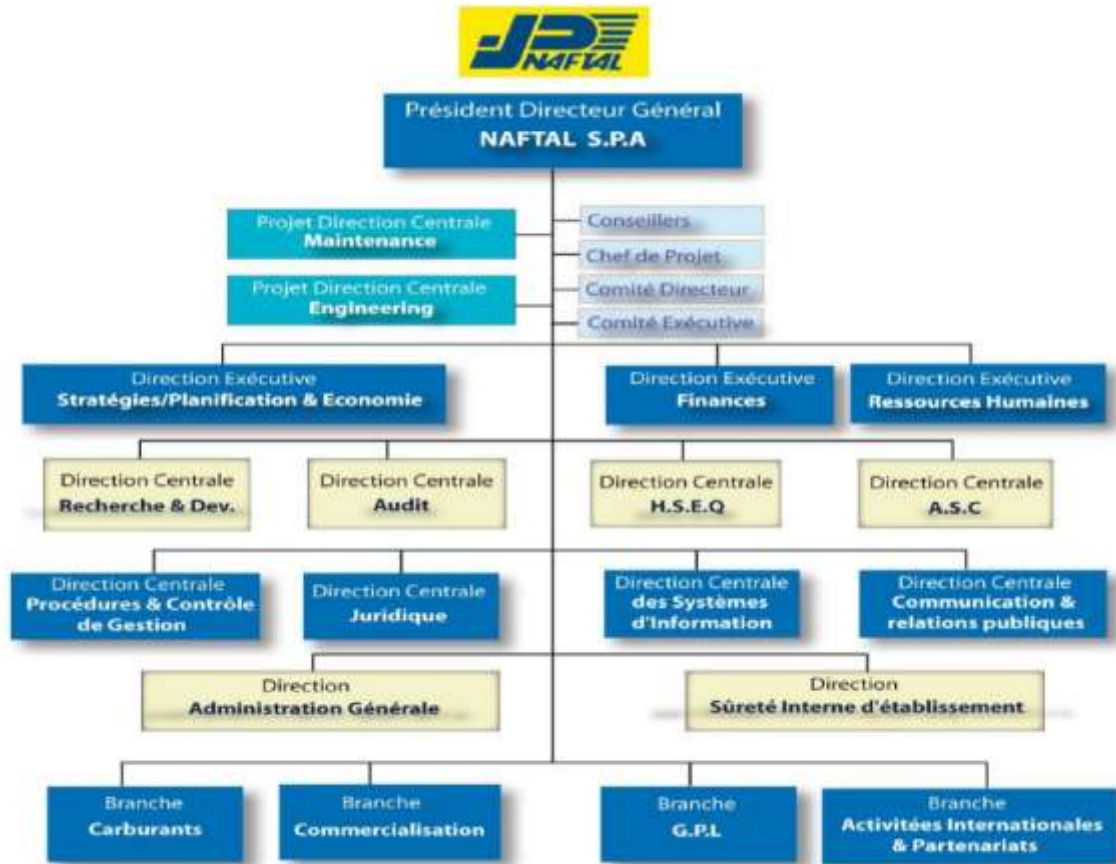
À partir de 1998, NAFTAL change de statut et devient filiale à 100% de SANATRACH avec un capital de 6,5 milliards de dinars qui est évalué à nos jour `à 15,65 milliards de dinars. Elle s'est réorganisée sur ses principaux métiers de base qui sont désormais : La distribution et la commercialisation des produits carburants et GPL.

2. Les missions de NAFTAL

NAFTAL est chargée de la commercialisation et la distribution des produits pétroliers y compris ceux destinés à l'aviation, à la marine, le GPL, les combustibles, les lubrifiants, les bitumes et pneumatiques. Les activités de NAFTAL consistent à commercialiser les produits pétroliers à travers l'organisation et la gestion d'un réseau de distribution sur l'ensemble du territoire national. Ces principales missions sont :

- Organiser et développer l'activité de commercialisation et de distribution des produits pétroliers et dérivés.
- Stocker et transporter tout produit pétrolier commercialisé sur le territoire national.
- Veiller à l'application et au respect des mesures relatives à la sécurité industrielle, la sauvegarde et la protection de l'environnement en relation avec les organismes concernés.
- Procéder à une étude du marché en matière d'utilisation et de consommation des produits pétroliers.
- Définir et développer une politique en matière d'Audit, concevoir et mettre en œuvre des systèmes intégrés d'informations.
- Développer et mettre en œuvre les actions visant à une utilisation optimale et rationnelle des infrastructures.
- Veiller à l'application et au respect des mesures liées à la sécurité interne de la société conformément à la réglementation.

Figure 4: Organigramme général de NAFTAL



Source : direction « SPE » NAFTAL

3.NAFTAL branche carburant

NAFTAL / Branche Carburants est chargée des activités d'approvisionnement, de stockage et de distribution des carburants terre, aviation et marine.

Elle a pour missions :

- Approvisionnement et ravitaillement en Carburants des Centres et Dépôts Carburants Terre, Aviation et Marine à partir des raffineries
- Gestion, exploitation et maintenance des moyens de ravitaillement, de stockage et de transport par canalisation
- Développement des infrastructures de stockage et de transport par canalisation
- Acquisition de moyens de ravitaillement

- Importation des produits Aviation et Marine (Avgas 100LL, Fuels Bunker C et Lubrifiants)
- Commercialisation des produits Aviations et Marine
- Satisfaction aux exigences de la clientèle par des prestations de qualité et des produits conformes aux standards internationaux

4.La direction aviation

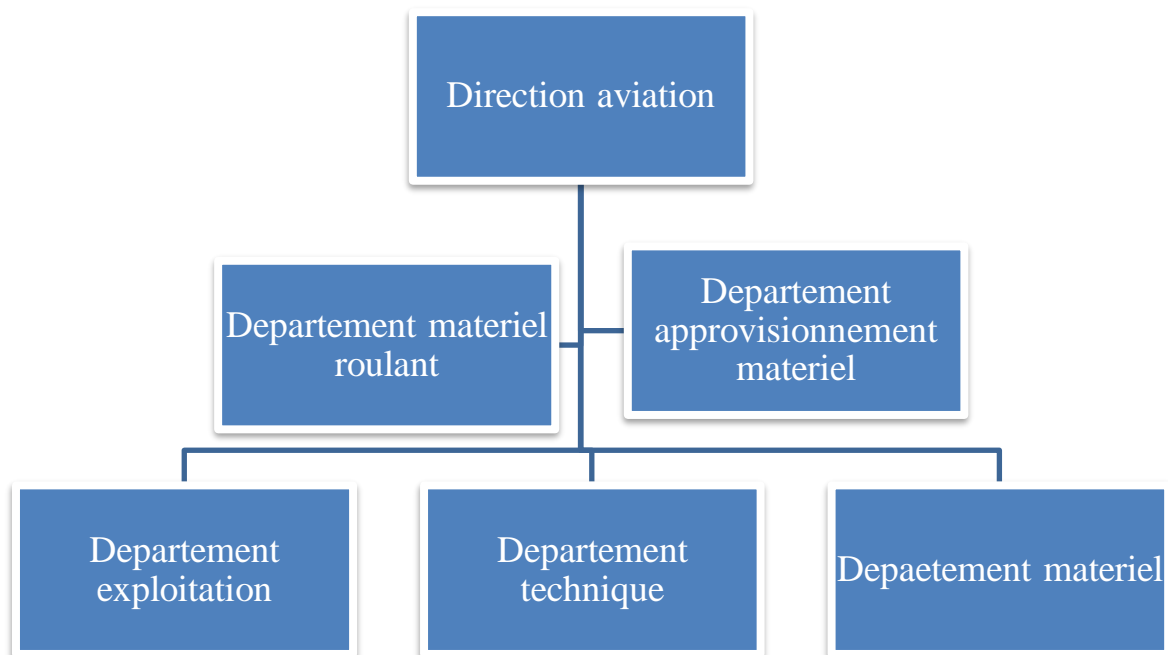
La direction aviation s'occupe du stockage, transport, et distribution des produits aviation, qui sont : carburéacteur JET A1, AVGAS 100LL, METHMIX, lubrifiants aviation.

Elle a pour mission :

- Définir le schéma de flux optimum d'approvisionnement et de ravitaillement des centres et dépôts Aviation et en assurer l'exécution
- Coordonner les opérations de régulation du flux produits et des stocks au niveau des dépôts Aviation
- Élaborer les plans de maintenance préventive et curative des équipements et installations fixes et suivre leurs concrétisations
- Élaborer les procédures relatives à la maintenance préventive et périodique des équipements et installations fixes
- Maintenir en bon état de fonctionnement les équipements et les infrastructures des centres et dépôts
- Effectuer le suivi du planning de contrôle des instruments de mesure et le barémage des installations de stockage
- Participer à l'élaboration de la politique de maintenance matériel roulant et équipement au niveau de la Société
- Élaborer et mettre en œuvre un système de gestion de la maintenance du parc matériel roulant des dépôts Aviation
- Élaborer les plans et budget d'investissement et fonctionnement de la direction
- Élaborer tous les cahiers des charges liés à son activité
- Élaborer les plans d'actions SST, AE (aspect environnementaux) réglementation liée au volet HSE.

En conclusion, ce chapitre a présenté la méthodologie que nous avons suivie pour mener notre étude, dont l'objectif principal est d'optimiser le processus exploitation de la direction Aviation, notamment en réduisant les délais de livraison. Nous avons adopté une approche qualitative, qui nous a permis d'explorer en profondeur le fonctionnement actuel du processus. Dans ce cadre, nous avons recueilli les données à travers des entretiens, des séances de brainstorming, ainsi qu'une analyse des documents internes fournis par l'entreprise. Cette combinaison d'outils qualitatifs nous a permis de comprendre les pratiques en place, d'identifier les dysfonctionnements existants et de proposer des pistes d'amélioration concrètes. Enfin, nous avons présenté l'entreprise NAFTAL, en mettant l'accent sur la branche Carburants et la direction Aviation, afin de situer clairement le contexte organisationnel de notre recherche.

Figure 5: Organigramme de la direction aviation



Source : direction aviation / NAFTAL branche carburant

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

Dans ce chapitre, nous expliquons comment la méthode Six Sigma a été utilisée pour améliorer le processus d'exploitation Aviation au sein de la branche Carburants de NAFTAL. Cette démarche vise principalement à réduire les délais de livraison et à renforcer la qualité du service fourni. Pour atteindre ces objectifs, nous avons appliqué la méthode DMAIC, qui constitue le cœur de l'approche Six Sigma. Cette démarche structurée nous a permis, dans un premier temps, d'analyser en détail la situation actuelle du processus, puis d'identifier les causes profondes des retards constatés. Enfin, sur la base de ces analyses, nous avons proposé et mis en œuvre des actions correctives adaptées, en lien direct avec les dysfonctionnements identifiés.

Section 01 : présentation et analyse des résultats

Pour assurer l'efficacité de son système de management de la qualité, NAFTAL, comme toute entreprise certifiée, procède à des revues de direction annuelles. Ces revues ont pour objectif d'évaluer la pertinence des objectifs, l'adéquation des processus aux besoins et l'alignement du système avec la stratégie globale de l'entreprise. Elles permettent également d'identifier les événements indésirables, les non-conformités et de définir les actions correctives nécessaires. C'est dans ce contexte que, pour l'année 2023, NAFTAL a relevé les écarts présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9:Types d'écart généré par les FTEA, durant l'exercice 2023

Écart \ Activité	Aviation	Carburant terre	Marine	Structure de soutien	Total
Retard de livraison	210	0	16	0	226
Documentation	32	65	43	17	157
Fonctionnement	35	60	37	11	143
Qualité produit	0	58	9	2	69
Règlementation	14	26	0	1	41
Accident / incident	5	28	2	2	37
Moyens matériel	6	5	11	2	24
Quantité produit	2	2	12	0	16
Personnel	3	4	3	4	14
Amélioration	1	4	0	8	13

Équipement de contrôle et de mesure et d'essai	4	2	4	0	10
Non réception de la commande	1	1	6	0	8
Fuite produit	1	0	0	0	1
Total	314	225	143	47	759

Source : Élaboré par nous-même, à l'aide des données de l'entreprise

Ce tableau présente l'ensemble des écarts enregistrés au cours de l'exercice 2023 pour les trois activités de l'entreprise : Aviation, Maritime et Carburant Terrestre. Notre étude s'est focalisée sur l'activité Aviation, qui a enregistré le plus grand nombre d'écarts (314), dont une majorité concerne les livraisons, avec un total de 226 écarts.

1. La phase définir

La phase « Définir » constitue le point de départ essentiel de la méthodologie DMAIC, où l'on précise le problème à résoudre, le processus concerné et les attentes clients tout en délimitant le cadre du projet. Pour ce faire, nous allons utiliser successivement le QOOQCP pour analyser le problème sous tous ses aspects, le diagramme SIPOC pour visualiser le processus dans son ensemble, puis les CTQ pour traduire les besoins clients en exigences mesurables, avant de finaliser par une charte de projet qui synthétise l'ensemble de ces éléments

1.1 Le QOOQCP

Le premier outil dans notre projet c'est le QOOQCP, qui vise à structurer et clarifier le problème.

Tableau 10: Le QOOQCP

Qui	Équipe exploitation aviation
Quoi	Retards dans la livraison des carburants
Où	Direction exploitation aviation
Quand	Depuis 2023

Comment	En analysant le tableau des FTEA, nous avons remarqué que le nombre des réclamations liées aux retards de livraisons dans l'activité d'aviation est important.
Pourquoi	Dans le but de réduire les retards de livraison et satisfaire les clients aériens.

Source : élaboré par nous même

Ce tableau, construit selon la méthode QQQQCP, met en évidence les retards de livraison de carburant constatés depuis 2023 au sein de la direction Exploitation Aviation. L'analyse des données FTEA révèle un volume important de réclamations, soulignant la nécessité de réduire ces retards pour améliorer la satisfaction des clients aériens.

1.2 Le diagramme CTQ

Le diagramme CTQ constitue une étape clé de notre analyse, permettant de transformer les besoins clients en exigences mesurables. Cet outil identifie les éléments critiques du processus à maîtriser pour répondre aux attentes clients. Il a été élaboré lors d'une séance de brainstorming, à l'aide d'une fiche de doléances des clients aériens. Nous avons trié les réclamations reçues et, à partir de ce tri, nous avons pu identifier et comprendre les besoins ainsi que les attentes spécifiques des clients.

Tableau 11: Le diagramme CTQ

Besoins	Exigences	Caractéristiques	Spécifications
Livraison à temps	Respect des délais de livraison	Temps moyen de livraison	Moins de 20 min
Quantité exacte	Respect des quantités commandées	Taux d'écart entre la quantité livrée et commandée	Taux = 0
Bon fonctionnement	Absence de dysfonctionnement	Le nombre d'incident opérationnels signales	Le nombre = 0

Sources : élaboré par nous même

Ce tableau, élaboré selon le diagramme CTQ, met en évidence les attentes prioritaires des clients en matière de livraison de carburant. Il fait ressortir trois besoins essentiels : le respect

des délais, la conformité des volumes livrés et le bon fonctionnement du service. Chacun de ces besoins est associé à des exigences précises et des indicateurs mesurables, tels qu'un temps moyen de livraison inférieur à 20 minutes, un écart nul entre la quantité commandée et livrée, ainsi qu'une absence totale d'incidents signalés.

1.3 Le SIPOC

Avec les CTQ et le QOQCCP validés, on passe à l'élaboration du diagramme SIPOC pour une vue d'ensemble du processus.

Tableau 12: Présentation du SIPOC

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
<ul style="list-style-type: none"> • Sonatrach • Laboratoire Naftal • Chauffeurs avitailleurs • Centre Naftal • Centre Naftal • Centre Naftal 	<ul style="list-style-type: none"> • Produit pétrolier • Revue des exigences, bulletin d'analyse • Rapport journalier de véhicule • Plan prévisionnel de ravitaillement • Plan de transport • Planning de livraison 	<ul style="list-style-type: none"> • Réception, stockage et préservation du produit. • Préparation de produit. • Test et contrôle des camions • Chargement des camions • Transfert dépôt-parking • Livraison 	<ul style="list-style-type: none"> • Produit stocké • Produit conforme • Fiche de contrôle • Camions chargés • Camions positionnés au parking • Produit pétrolier livré 	<ul style="list-style-type: none"> • Clients aériens

Source : élaboré par nous même

Ce tableau SIPOC décrit l'activité de livraison de carburant. Il identifie les principaux fournisseurs, les intrants nécessaires, les étapes clés du processus, ainsi que les livrables destinés aux clients finaux.

1.4 La charte de projet

L'outil final de cette phase initiale est la charte de projet, document synthétique formalisant l'étape Définir ainsi que la planification globale du projet Lean Six Sigma. Cette charte intègre les éléments suivants : la problématique identifiée, les objectifs cibles, les indicateurs clés de performance (KPI), la composition de l'équipe projet, les ressources mobilisées ainsi que le planning détaillé des phases du DMAIC.

	Charte de projet Lean six sigma	Reference :01
Date de début : 15/03/2025	Date de fin :02/05/2025	
Département :	Aviation	
Processus :	Exploitation aviation	
Objectif :	Optimiser le processus en améliorant les délais de livraison	
Description de problèmes :	En analysant le tableau des FTEA, nous avons remarqué que le nombre des réclamations liées aux retards de livraisons dans l'activité d'aviation est important	
Situation visée :	Réduire le taux de réclamations liées au retards de livraisons de 97%	
Indicateur clé :	<ul style="list-style-type: none"> • Taux de livraison conformes • Taux de respect des délais de livraison 	
Équipe de projet :	Responsable du projet	IFTICENE Mouloud
	Membre d'équipe :	<ul style="list-style-type: none"> • ZOBIRI Anais • MZALA Nassim
Ressources :	Documents internes et entretiens	
Risques potentiels	Résistance aux changements	
Bénéfices attendus	Amélioration de la satisfaction client et de l'image de NAFTAL	

Planification		
DMAIC	Outils utilisés	Échéances
Définir	QOOQCP, SIPOC, CTQ, charte de projet	15 jours
Mesurer	Carte de contrôle , étude de capabilité	15 jours
Analyser	Diagramme d'Ishikawa, le Pareto	7 jours
Innover	Plan d'action	5 jours
Contrôler	Plan de contrôle	3 jours

Source : élaboré par nous-même

2.La phase mesurer

Après avoir défini le problème et identifié les besoins des clients, nous entrerons dans la deuxième étape de notre projet, à savoir l'étape de mesure. À cette phase, l'objectif sera de quantifier le problème et de le traduire en paramètres mesurables, afin de positionner notre processus par rapport à son état normal. Cette étape nous fournira également une base de référence pour le suivi continu de la performance du processus. Elle constituera un point de départ essentiel pour évaluer les écarts et identifier les zones d'amélioration.

2.1 Le plan de collecte de données

Dans le cadre de ce projet, la collecte de données représente une étape clé pour évaluer la performance du processus exploitation aviation et identifier les leviers d'amélioration.

Le plan de collecte des données qui suit a pour objectif de spécifier les informations nécessaires à recueillir, ainsi que les méthodes et les outils qui seront utilisés pour assurer un suivi systématique et rigoureux. Ce plan garantit que les données seront collectées de manière cohérente et fiable, fournissant ainsi une base solide pour l'analyse des performances actuelles.

Tableau 13: Plan de collecte de données

Données collectées	Description	Source de la donnée	Types de données	Période
Nom des compagnies aériennes	Liste des compagnies aériennes opérant dans le centre aviation DAR EL BEIDA.	Processus informatique	Qualitative	Données collectées pour 7 jours d'opérations
Désignation du centre aviation	Le centre où les opérations d'avitaillement ont été réalisées. DAR EL BEIDA (A23)	Processus informatique	Qualitative	Données collectées pour 7 jours d'opérations.
Date d'avitaillement	Date à laquelle chaque opération d'avitaillement a eu lieu.	Processus informatique	Quantitative	Données collectées pour 7 jours d'opérations.
Heure de début d'opération	Heure exacte de début de chaque opération d'avitaillement	Processus informatique	Quantitative	Données collectées pour 7 jours d'opérations
Heure de fin d'opération	Heure exacte de fin de chaque opération d'avitaillement.	Processus informatique	Quantitative	Données collectées pour 7 jours d'opérations
Durée d'avitaillement	Durée totale de chaque opération d'avitaillement, calculée entre l'heure de début et de fin.	Processus informatique	Quantitative	Données collectées pour 7 jours d'opérations.
Nombre d'opérations réalisées	Nombre total d'opérations d'avitaillement	Processus informatique	Quantitative	Données collectées pour 7 jours d'opérations.

Source : élaboré par nous-même

Le plan de collecte de données, présenté dans ce tableau, a pour objectif de recueillir les informations nécessaires à l'analyse de l'activité de livraison. Les données collectées incluent les noms des compagnies, les dates d'avitaillement, la durée et le nombre d'opérations réalisées. Ces informations proviennent du processus informatique. Il s'agit de données à la fois quantitatives et qualitatives, recueillies pendant la période allant de janvier à décembre 2023.

2.2 L'étude de la capabilité

Dans le cadre de l'évaluation de la performance du processus, l'étape suivante consiste à mener une étude de capabilité, conformément au plan de collecte de données préalablement défini. Cette analyse vise à évaluer la capacité du processus à générer des résultats stables et conformes aux spécifications établies, en adéquation avec les exigences clients. L'objectif est de vérifier si le procédé répond aux critères de maîtrise statistique.

Pour ce faire, un essai sur une période de 7 jours a été conduit, en commençant par un test de normalité d'Anderson-Darling pour vérifier si les données suivent une distribution normale.

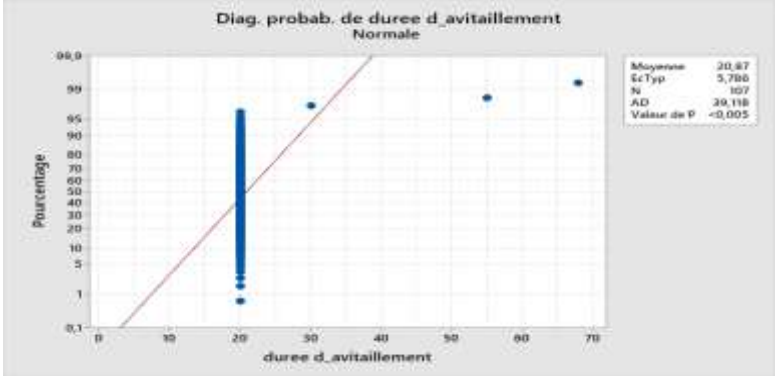
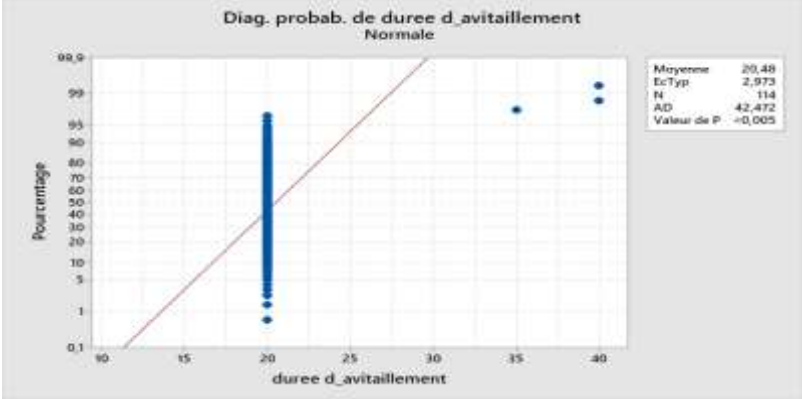
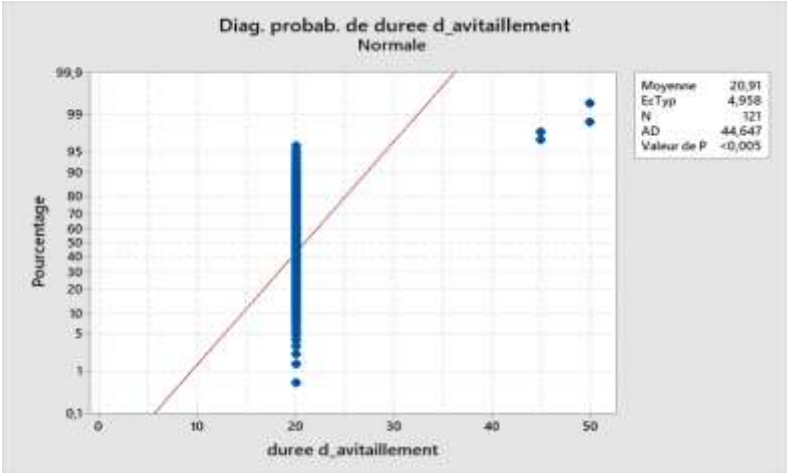
Le test repose sur les hypothèses suivantes :

H0 : les données suivent une distribution normale.

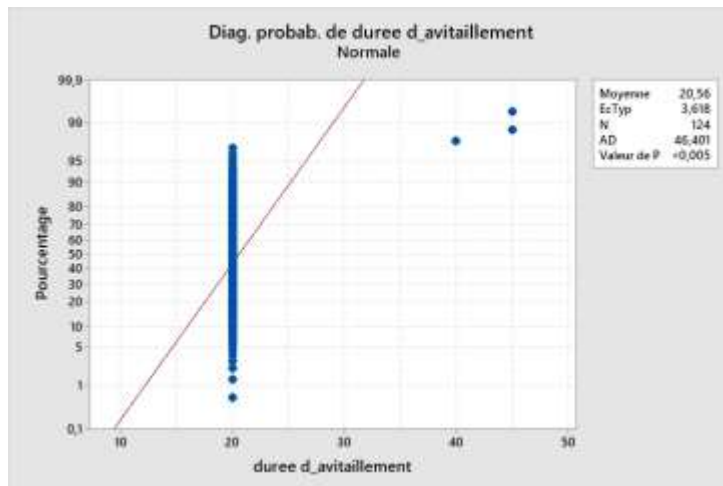
H1 : les données ne suivent pas une distribution normale.

Les résultats de ce test sont présentés ci-dessous :

Tableau 14: Résultats du test de normalité

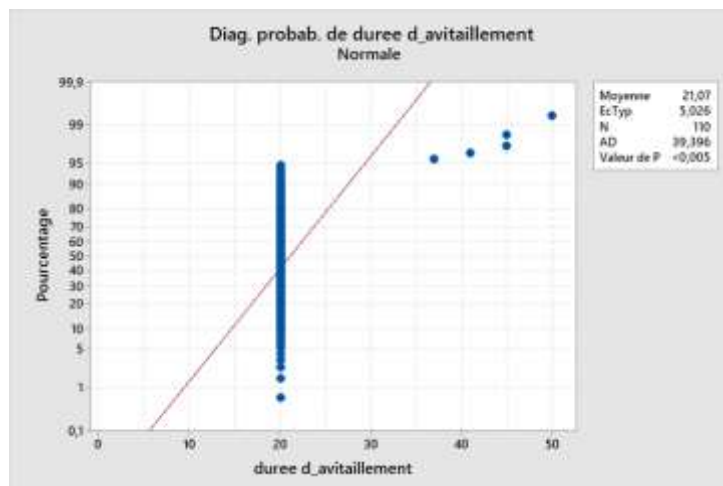
Résultats	Interprétation
<p>Jour 1 :</p> 	<p>$P < 0,005$ donc les données ne suivent pas une distribution normale</p>
<p>Jour 2 :</p> 	<p>$P < 0,005$ donc les données ne suivent pas une distribution normale</p>
<p>Jour 3</p> 	<p>$P < 0,005$ donc les données ne suivent pas une distribution normale</p>

Jour 4 :



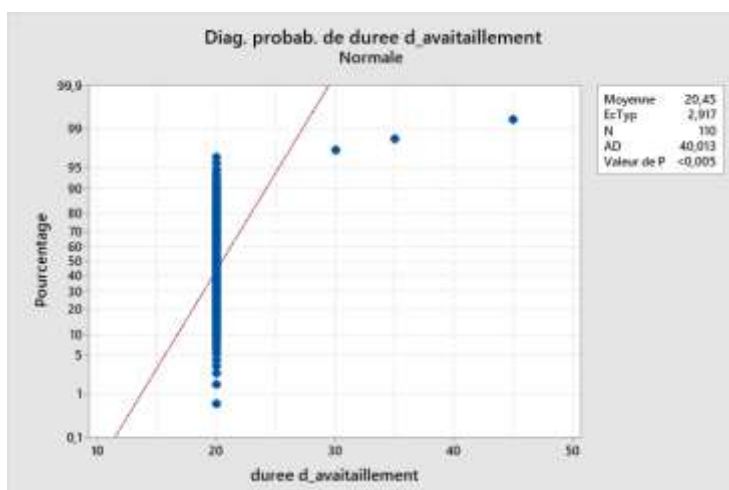
$P < 0,005$ donc les données ne suivent pas une distribution normale

Jour 5 :



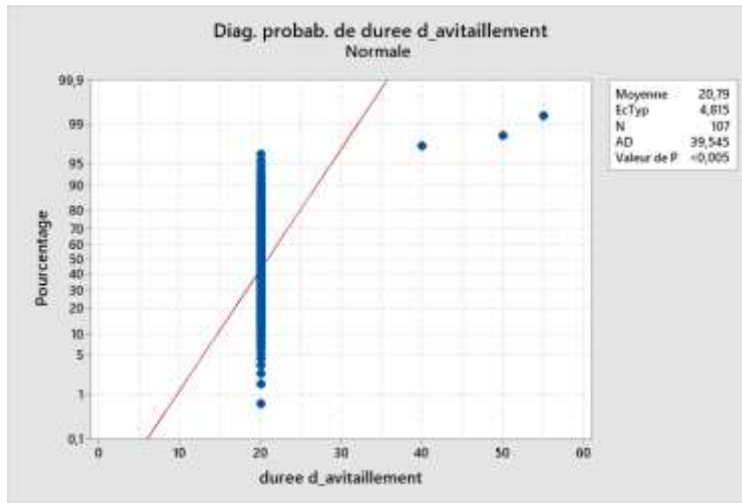
$P < 0,005$ donc les données ne suivent pas une distribution normale

Jour6 :



$P < 0,005$ donc les données ne suivent pas une distribution normale

Jour 7 :



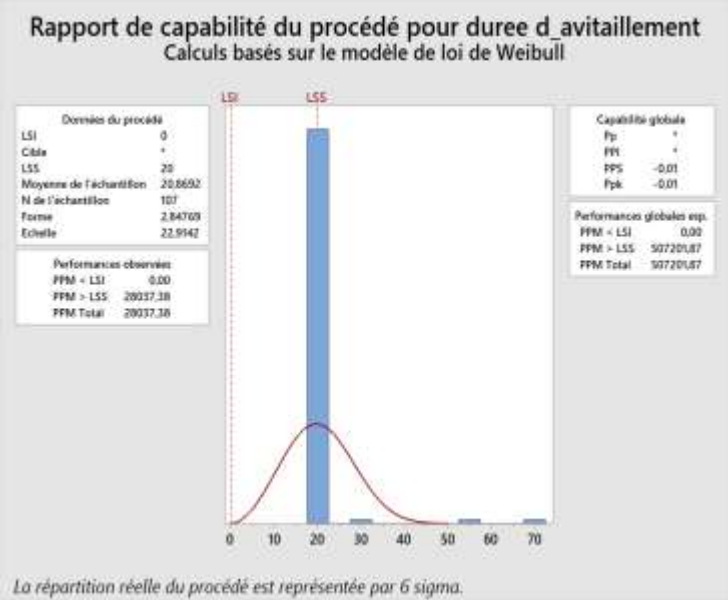
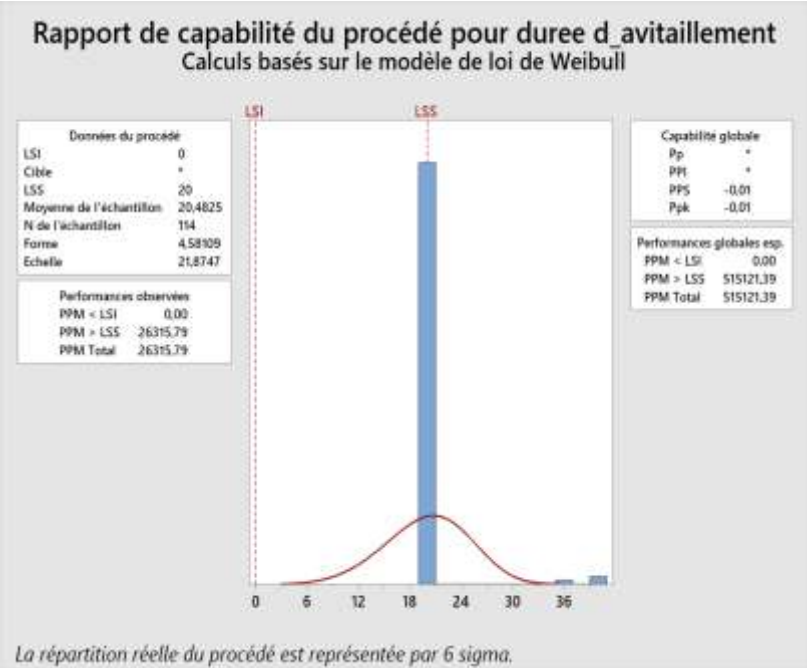
$P < 0,005$ donc les données ne suivent pas une distribution normale

Source : réalisé par nous-même à l'aide du logiciel Minitab

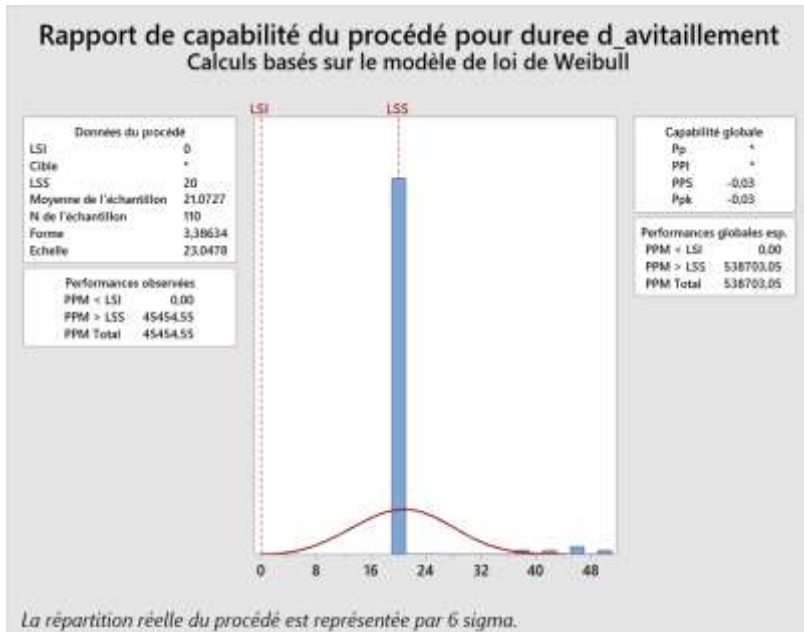
Les résultats du test d'Anderson indiquent que sur l'ensemble des 7 jours d'essai, les données ne suivent pas une distribution normale car la valeur P est inférieure à 0,05.

L'étape suivante consiste à analyser la capabilité du processus :

Tableau 15: Analyse de capabilité

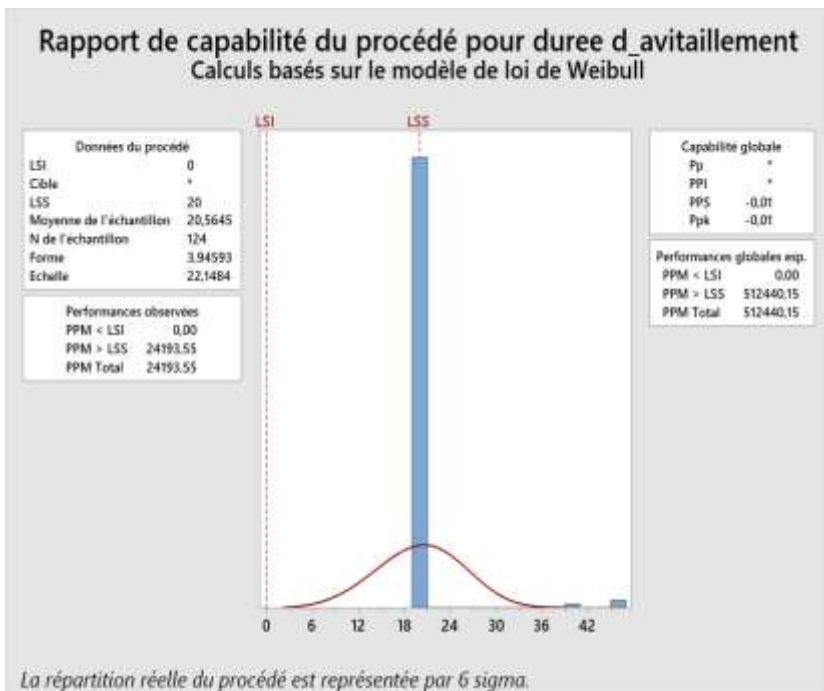
Résultats	Interprétation
<p>Jour 1 :</p>  <p>La répartition réelle du procédé est représentée par 6 sigma.</p>	<p>On a PPS = Ppk = -0,01 ce qui confirme que le processus est mal centré par rapport aux limites de spécifications. En effet, cela indique une capacité insuffisante à respecter les délais d'avitaillement.</p>
<p>Jour 2 :</p>  <p>La répartition réelle du procédé est représentée par 6 sigma.</p>	<p>Les résultats indiquent que le procédé présente des lacunes significatives. Les indices PPS et Ppk, tous deux à (- 0,01), reflètent une faible performance du système actuel, un processus mal centré suggérant une incapacité à respecter de manière fiable les délais requis.</p>

Jour 3 :



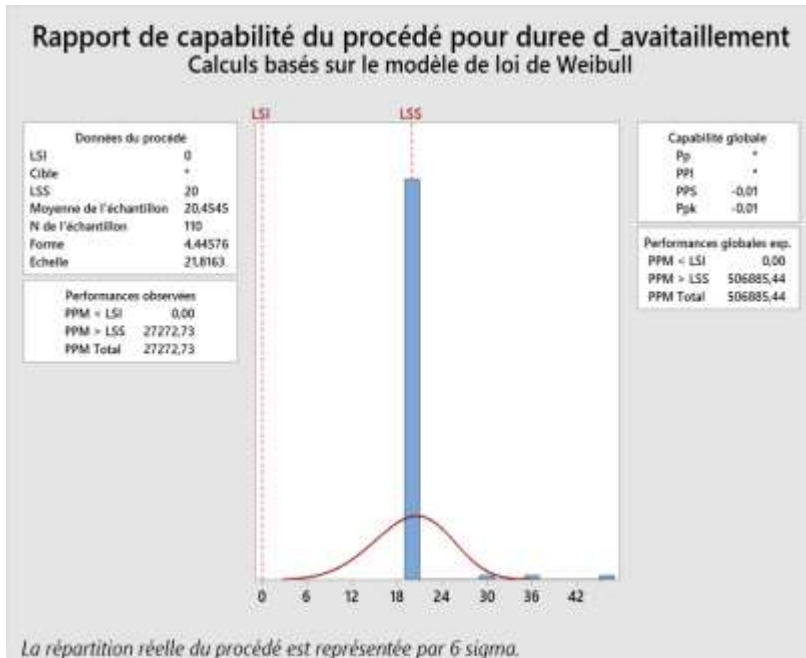
Cette analyse révèle une non-conformité significative vis-à-vis des délais cibles. En effet, les indices de capacité PPS et Ppk, tous deux égaux à $(-0,03)$, traduisent une incapacité du procédé à respecter les spécifications. Les valeurs négatives de Ppk et PPS indiquent un mauvais centrage du processus par rapport à la limite spécifiée.

Jour 4 :



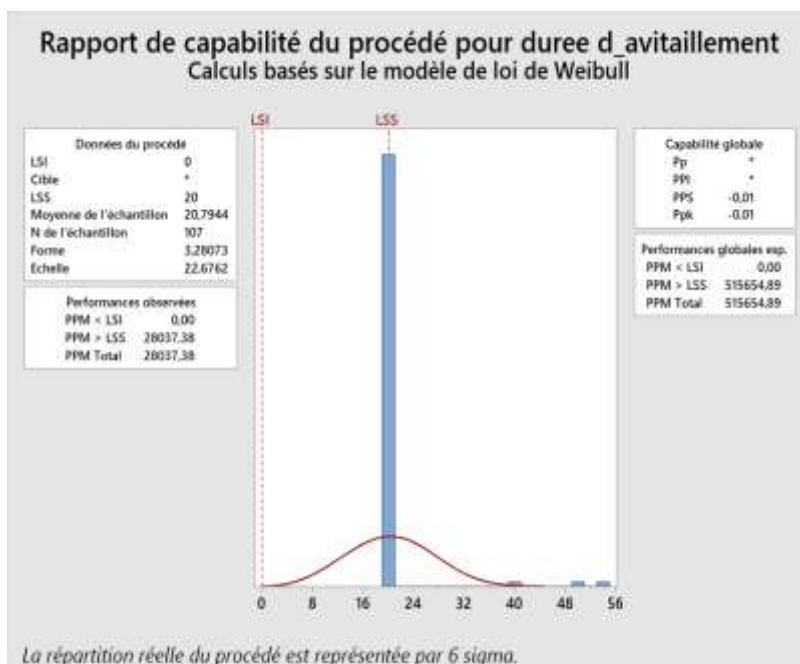
Les résultats montrent que le procédé n'est pas performant. Les indices PPS et Ppk, tous deux à $(-0,01)$, indiquent que le processus présente une trop grande variabilité et qu'il n'est pas bien ajusté par rapport aux spécifications. Cela signifie que le processus ne respecte pas les délais d'avitaillement de manière fiable, avec une grande partie des valeurs dépassant la limite supérieure définie.

Jour 5 :



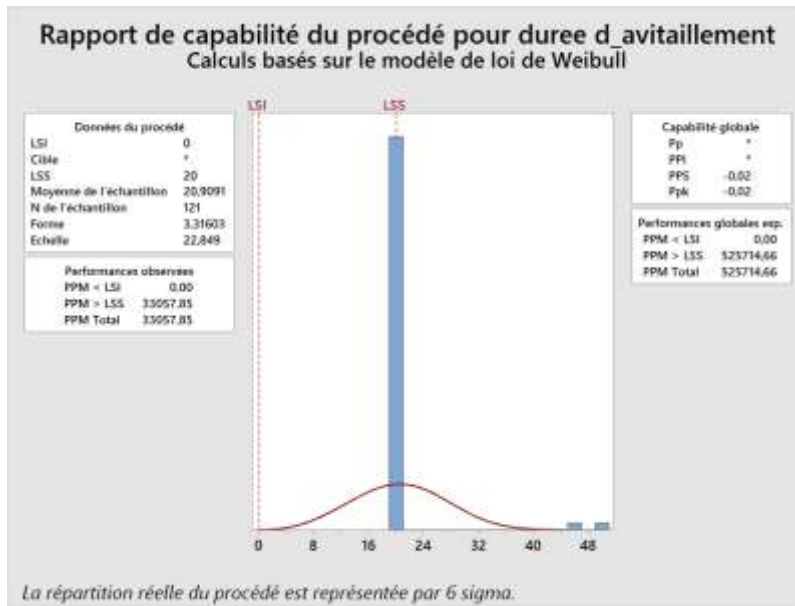
Les résultats du rapport de capacité montrent que le procédé n'est pas performant. Les indices PPS et Ppk, tous deux à (-0,01), indiquent que le processus présente une trop grande variabilité et qu'il n'est pas bien ajusté par rapport aux spécifications..

Jour 6 :



Les indices PPS et Ppk de (-0,01) indiquent une grande variabilité, ce qui suggère que le processus n'est pas stable ni bien ajusté pour respecter les délais attendus.

Jour 7 :



Les indices PPS et Ppk (-0,02), montrent qu'il existe une grande variabilité dans le processus, ce qui empêche de respecter les délais de manière fiable. En outre, les performances globales indiquent qu'une grande partie dépasse la limite supérieure de spécification.

Source : élaboré par nous même

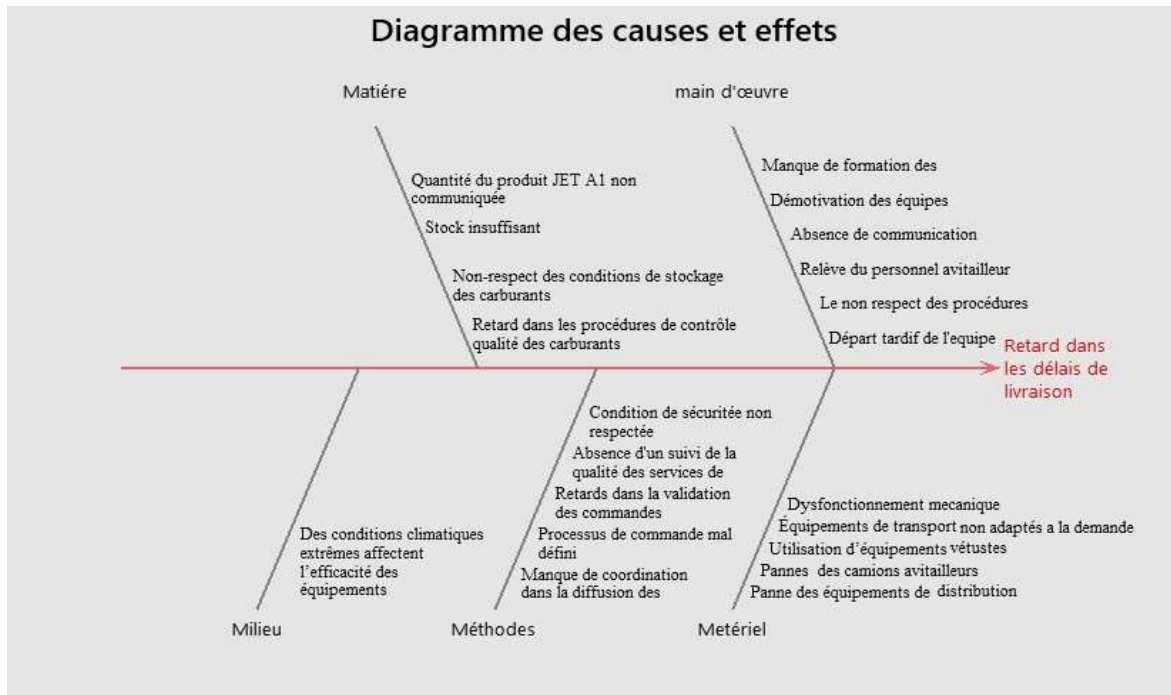
3.La phase analyser

À l'issue de la phase Mesurer, qui a permis de caractériser l'état actuel du procédé d'avitaillement, la démarche se poursuit par la phase Analyser, dont l'objectif est d'identifier de manière structurée les causes principales des écarts constatés.

3.1Le diagramme d'ISHIKAWA

Après avoir identifié le problème à analyser, nous avons utilisé le diagramme d'Ishikawa pour mieux visualiser les causes possibles. Cet outil nous a permis de lister les défauts dans le processus qui sont à l'origine du problème, en nous offrant une vue d'ensemble des facteurs en jeu. Grâce à ce diagramme, nous avons pu mieux comprendre les causes sous-jacentes et ainsi orienter nos actions pour résoudre efficacement le problème.

Figure 6: Le diagramme d'ISHIKAWA



Source : élaboré par nous-même à l'aide du logiciel Minitab

3.2 Le Pareto

Le diagramme de Pareto est utilisé pour classer les causes en fonction de leur fréquence et de leur impact sur les effets. Grâce à cet outil, nous avons pu identifier les 20 % des causes qui contribuent à 80 % des effets négatifs. Ces causes majeures nécessitent une intervention rapide pour résoudre efficacement les problèmes et apporter des améliorations notables.

Avant de passer à l'action, nous avons préparé un tableau ci-dessous, qui présente le nombre de répétitions de chaque cause

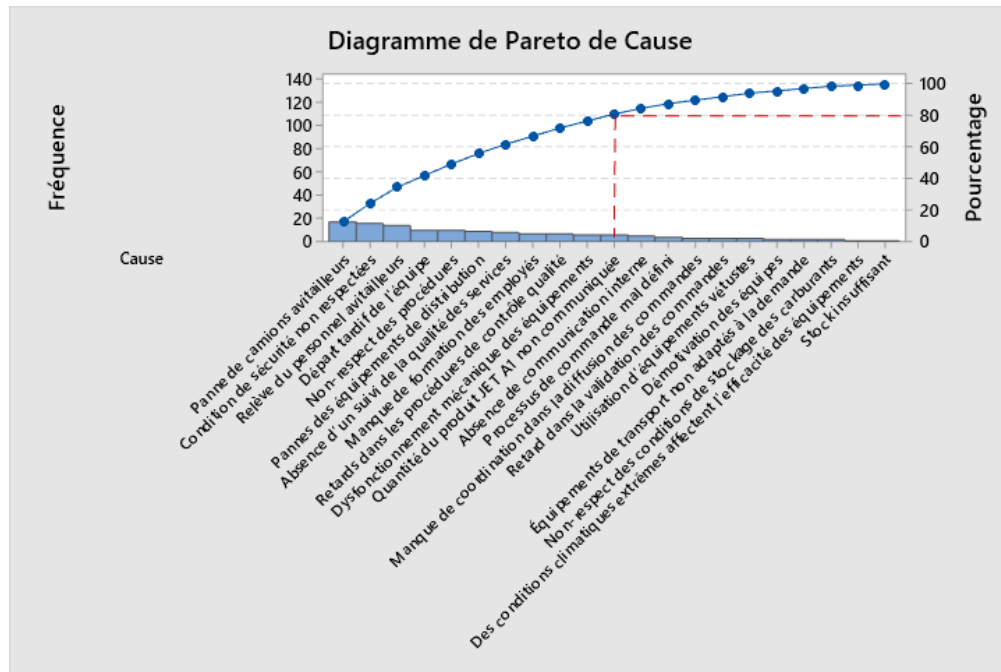
Tableau 16:le nombre de répétitions des causes

Cause	Fréquence
Départ tardif de l'équipe	10
Panne de camions aviateurs	17
Condition de sécurité non respectées	16
Retards dans les procédures de contrôle qualité	7
Relève du personnel aviateurs	14
Stock insuffisant	1

Absence d'un suivi de la qualité des services	8
Quantité du produit JET A1 non communiquée	6
Non-respect des conditions de stockage des carburants	2
Des conditions climatiques extrêmes affectent l'efficacité des équipements	1
Manque de formation des employés	7
Démotivation des équipes	2
Absence de communication interne	5
Non-respect des procédures	10
Manque de coordination dans la diffusion des commandes	3
Dysfonctionnement mécanique des équipements	6
Équipements de transport non adaptés à la demande	2
Utilisation d'équipements vétustes	3
Pannes des équipements de distribution	9
Retard dans la validation des commandes	3
Processus de commande mal défini	4

Source : élaboré par nous même

Figure 7: Diagramme de Pareto



Source : élaboré par nous-même à l'aide du logiciel Minitab

Le diagramme montre que les 20% des causes en questions sont :

- Les pannes des camions avitailleurs
- Les conditions de sécurité non respectées
- La relève du personnel avitailleurs
- Les départs tardifs de l'équipe
- Le non-respect des procédures
- Les pannes des équipements de distribution
- L'absence d'un suivi de la qualité des services
- Le manque de formations des employés
- Les retards dans les procédures de contrôle qualité
- Le dysfonctionnement mécanique des équipements
- Quantité du produit JET A1 non communiquée

4. La phase innover

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

4.1 Le plan d'action

Nous avons élaboré un tableau pour mettre en place un plan d'action. Il présente l'action corrective optimale de chaque défaillance, ses responsables et la durée de chaque action.

Tableau 17: Plan d'action

Défaillance	Actions Correctives	Département Responsable	Ressources Nécessaires	Échéances
Pannes des camions avitailleurs	La mise en œuvre d'un programme de maintenance préventive pourrait contribuer à réduire significativement les incidents de panne sur les camions avitailleurs. En procédant à l'installation de capteurs connectés (IoT) sur les camions, il devient possible de surveiller en temps réel l'état de divers composants tels que le moteur ou les freins. Dès qu'un indicateur de dysfonctionnement se manifeste, tel qu'une température anormale, des vibrations inhabituelles ou une perte de pression, une alerte est automatiquement activée.	Maintenance, informatique	Techniciens, Capteurs IoT, Programmes de formation pour les opérateurs sur l'utilisation des capteurs, Budget pour l'installations des capteurs	3 mois
Conditions de sécurité non respectées	Renforcer la formation continue en matière de sécurité,	HSE, Qualité	Formateurs spécialisés	Immédiatement

	Effectuer des audits réguliers pour vérifier les conditions de sécurité sur le terrain.(annexe C)			
Relève du personnel avitailleurs	Développement d'un plan de relève structuré pour garantir la continuité des opérations en désignant des remplaçants pour chaque fonction	RH	Outils de gestion RH	Immédiatement
Départ tardif de l'équipe avitailleuse	Sensibiliser l'équipe à l'importance de la ponctualité et de l'efficacité dans la gestion des délais.	Aviation	Affiches dans les espaces de travail pour rappeler les objectifs de ponctualité et d'efficacité.	Immédiatement
Non-respect des procédures	Réunions périodiques pour rappeler l'importance des procédures (sensibilisation du personnel), Audits internes réguliers pour vérifier que les procédures sont respectées	Responsable Qualité	Auditeurs internes, outils de contrôle qualité	Immédiatement
Pannes des équipements de distribution	Mettre en place une maintenance régulière et des équipements de distribution. Cela permet de s'assurer qu'ils sont toujours en bon état de fonctionnement et de	Maintenance	Techniciens, budget pour l'achat de nouveaux équipements	1 à 2 mois

	réduire le risque de pannes imprévues.			
Absence d'un suivi de la qualité des services	Mise en place de KPI pour mesurer la qualité, des services.	Aviation	Outils de gestion de la performance,	15 jours
Manque de formation des employés	Conception d'un programme de formation continue, identification des lacunes de compétence, organisation de formations ciblées.	RH	Formateurs, ressources pédagogiques	1 mois
Retards dans les procédures de contrôle qualité	Optimisation des processus de contrôle qualité	Contrôle qualité	Personnel qualifié,	Immédiatement à quelques mois
Dysfonctionnement mécanique des équipements	Vérifications régulières des équipements	Maintenance	Outils de diagnostic, équipe de maintenance spécialisée	Immédiatement
Quantité du produit JET A1 non communiquée	Créer un formulaire de commande en ligne qui permet au client de préciser la quantité de JET A1 qu'il souhaite commander. Ce formulaire pourrait offrir deux options : soit le client entre directement la quantité désirée, soit il choisit une quantité suggérée basée sur des recommandations automatiques. Ces recommandations pourraient	Informatique, Aviation	Systèmes informatiques	2 à 4 semaines

	<p>être générées à partir des commandes passées précédemment ou des prévisions de consommation pour la période à venir. Cela permettrait au client de commander plus facilement et de s'assurer que la quantité demandée est adaptée à ses besoins réels. (annexe B)</p>			
--	--	--	--	--

Source : élaboré par nous même

5. La phase contrôler

Dans la phase "Contrôle" d'un projet d'amélioration, l'objectif est de s'assurer que les solutions proposées pendant la phase "Améliorer" sont bien mises en place et qu'elles restent efficaces à long terme. Pour ce faire, un plan de contrôle a été conçu pour suivre de manière régulière et structurée l'implémentation de ces actions.

Nous avons élaboré le plan de contrôle en collaboration avec un responsable de la direction aviation. Nous avons d'abord défini pour chaque étapes clés du processus un critère de performance qui permet de mesurer son bon fonctionnement. Nous avons fixé un objectif clair pour chaque critère afin de guider les actions à mettre en place, les améliorations intégrées dans ce plan viennent directement de la phase « Innover », où nous avons proposé des solutions pour traiter les causes des retards. Pour évaluer les résultats, nous avons choisi des indicateurs clés de performance (KPI) et précisé une méthode de calcul pour chacun. Nous avons aussi défini une méthode de contrôle adaptée à chaque indicateur

5.1 Plan de control

N° du plan de contrôle : PC-AVIA-001

Équipe principale : équipe aviation

Référence projet : DMAIC-AVIA-2025

Date d'approbation : 02 /05/2025

Étape du processus	Critère de performance	Objectif	Amélioration mise en place	KPI associé	Méthode de calcul	Méthode de contrôle
Réception, stockage et préservation du produit	Maintien qualité	Produit conforme	Optimisation du processus contrôle qualité	Taux de conformité des produits	(Quantité de produit conforme / quantité totale) *100	Surveillance quotidienne
Préparation du produit	Quantité exacte + qualité	Écart = 0	Optimisation du processus contrôle qualité	Taux de conformité des produits préparés	(Nb de préparations sans erreurs / total préparations) *100	Contrôles des volumes
Test et contrôle des camions	Équipement fonctionnel	0 anomalie	Maintenance préventive	Nombre de camions conformes	—	Contrôle avant mission

Chargement des camions	Quantité exacte	Écart = 0	Maintenance des équipements de distribution	Taux d'erreur de changement	(Nb de chargement avec erreur / total chargement) *100	Contrôle avant mission
Transfert au parking	Bon fonctionnement	0 incident	Vérifications régulières des équipements	Taux d'incidents	(Nb d'incident /Nb de jours) * 100	Contrôle quotidien
Livraison	Livraisons à temps	Délais < 20 minutes	Sensibilisation + plan de relève	Taux de livraisons à temps	(Nb de livraisons à temps /nb total de livraison) *100	Observation

Source : élaboré par nous-même en collaboration avec le tuteur en entreprise

Section 02 : discussion des résultats

Suite à l'application de la méthode DMAIC dans le cadre de l'approche Six Sigma, nous avons pu identifier les principales causes des retards constatés dans les délais de livraison du processus exploitation aviation au sein de NAFTAL branche carburant. L'analyse de ces causes a permis de proposer un plan d'action structuré, intégrant un ensemble d'actions correctives ciblées, visant à améliorer durablement la performance du processus.

Notre travail a commencé par une analyse des fiches de traitement des écarts et améliorations, ce qui nous a permis d'identifier les points à améliorer.

Nous avons ensuite suivi la démarche DMAIC, qui se compose de cinq phases, la phase « Définir » a débuté par une structuration claire du problème grâce à l'utilisation du QQQQCP, du diagramme SIPOC et du CTQ, et s'est conclue par la rédaction d'une charte de projet. L'utilisation de ces outils est validée par (Jiju Antony, Mrtin Brace, & Ricardo Banuelas , *An Application of Six Sigma to Reduce Waste*, 2005), ainsi que par (Jiju Antony, E.V. Gijo , & Stephen J. Childe , *Case study in Six Sigma methodology: manufacturing quality improvement and guidance for managers*, 2012), qui confirment l'efficacité de ces outils pour structurer les projets Six Sigma dès leur phase initiale. Par contre, ces auteurs ont également utilisé le diagramme de Pareto dès cette étape pour prioriser les dysfonctionnements à traiter. Dans notre cas, la priorisation s'est faite à travers l'analyse des fiches d'écarts et des propositions d'amélioration recensées lors des revues de direction, ce qui nous a permis de cibler directement les retards de livraison comme axe prioritaire à traiter.

Dans la phase « Mesurer », nous avons collecté des données pendant sept jours, puis on les a structurées dans un plan de collecte, comme l'ont fait (Jiju Antony, Mrtin Brace, & Ricardo Banuelas , *An Application of Six Sigma to Reduce Waste*, 2005)) et (Jiju Antony, E.V. Gijo , & Stephen J. Childe , *Case study in Six Sigma methodology: manufacturing quality improvement and guidance for managers*, 2012) dans leurs études. Nous avons ensuite réalisé un test de normalité d'Anderson-Darling, qui a révélé que les données ne suivaient pas une loi normale. Cette étape rejoint les démarches de (Buell & Turnipseed, 2004), qui insistent sur l'importance de cette vérification avant toute analyse statistique. Sur la base des résultats du test, nous avons mené une analyse de capacité à l'aide du logiciel Minitab, en calculant les indices Pp et Ppk, adaptés aux distributions non normales. Les valeurs négatives obtenues ont confirmé que le processus est mal centré, avec une variabilité importante, ce qui montre qu'il ne respecte pas les spécifications définies. Cette analyse rejoint les travaux de (Alkubaisi, 2013), qui a identifié

une faible capacité de processus à travers les indices Cp et Cpk, bien qu'il n'ait pas vérifié la normalité des données, et contrairement à (Ivana Tita Bella Widiwati, Surya Danusaputro Liman, & Filscha Neurprihatin, 2024), nous n'avons pas utilisé les cartes de contrôle dans cette phase, car notre objectif portait exclusivement sur l'évaluation de la performance du processus, de plus nous n'avons pas calculé les DPMO, étant donné que la distribution de nos données n'est pas normale.

Dans la phase « Analyser », l'identification des causes profondes a été réalisée à travers un brainstorming qui a permis de recueillir un large éventail de causes potentielles. Nous avons ensuite attribué une fréquence à chaque cause identifiée afin de hiérarchiser leur importance et pour structurer ces causes, nous avons utilisé le diagramme d'Ishikawa conformément aux travaux de (Ramadytio Fadhli Prayogio & Adirizal Nizar, 2021), (Kholil, 2023), et (Arman Maulana Akbar, Efta Dhartikasari Priyana, & Yanuar Pandu Negoro, 2023). Nous avons également utilisé un diagramme de Pareto, basé sur la règle des 20/80, comme le recommandent (Jiju Antony, Martin Brace, & Ricardo Banuelas, An Application of Six Sigma to Reduce Waste, 2005) et (Ramadytio Fadhli Prayogio & Adirizal Nizar, 2021). Par ailleurs, bien que (Ivana Tita Bella Widiwati, Surya Danusaputro Liman, & Filscha Neurprihatin, 2024) aient souvent complété l'Ishikawa par une analyse AMDEC, nous avons jugé que cet outil est inadapté à notre objectif qui est centré seulement sur l'identification des causes racines.

Dans la phase « Innover », nous avons élaboré un plan d'action structuré, en définissant les responsabilités, les ressources nécessaires et les délais de mise en œuvre pour chaque action corrective. Cette démarche rejoint celles adoptées par (Alkubaisi, 2013), (Ivana Tita Bella Widiwati, Surya Danusaputro Liman, & Filscha Neurprihatin, 2024), (Arman Maulana Akbar, Efta Dhartikasari Priyana, & Yanuar Pandu Negoro, 2023) ainsi que (Ramadytio Fadhli Prayogio & Adirizal Nizar, 2021) qui ont tous établi un plan d'action structuré à ce stade de leur projet Six Sigma afin de traiter les causes racines identifiées lors de la phase d'analyse.

Enfin, lors de la phase « Contrôler », nous avons proposé un plan de contrôle afin de garantir le maintien des améliorations apportées au processus exploitation aviation. Ce plan regroupe les principales actions correctives mises en œuvre, ainsi que les indicateurs de performance retenus pour en mesurer l'efficacité. Il précise également les méthodes de suivi prévues. Contrairement à d'autres études, telles que celle menée par (Ivana Tita Bella Widiwati, Surya Danusaputro Liman, & Filscha Neurprihatin, 2024) qui ont utilisé principalement des cartes de contrôle pour surveiller la stabilité du processus, notre démarche repose davantage sur un

pilotage par indicateurs clés. Par ailleurs, dans l'étude de (Ramadytio Fadhli Prayogio & Adirizal Nizar , 2021), les auteurs ont intégré un dispositif de documentation standardisée et un plan d'amélioration continue, ce qui rejoint notre logique de formalisation du suivi.



CONCLUSION

Ce mémoire a pour principal objectif d'appliquer la méthode Six Sigma au sein de la Branche Carburants de NAFTAL, afin d'optimiser le processus exploitation aviation. Notre travail vise à répondre à la problématique suivante : **Comment l'application de l'approche Six Sigma peut-elle permettre d'optimiser le processus exploitation aviation, en réduisant les délais de livraison des carburants ?**

Pour répondre à cette problématique, nous avons adopté une approche qualitative visant à mieux comprendre le fonctionnement réel du processus, en particulier les causes des retards dans la livraison des carburants. Deux entretiens individuels ont été réalisés avec un responsable, ce qui nous a permis d'identifier les principales contraintes rencontrées sur le terrain, ainsi que des pistes d'amélioration. Cette démarche a été appuyée par une analyse documentaire des procédures internes existantes.

Nous avons débuté notre travail par l'analyse des fiches de traitement des écarts et d'amélioration (FTEA), ce qui nous a permis de repérer les premiers éléments à améliorer. Sur cette base, nous avons ensuite structuré notre démarche en suivant les étapes de la méthode DMAIC, afin d'apporter des améliorations concrètes et progressives au processus étudié.

La phase de définition a constitué une étape clé dans la clarification du problème, en permettant une délimitation précise des objectifs à travers l'utilisation d'outils tels que le QQQQCP, le diagramme CTQ et le SIPOC. Lors de la phase de mesure, nous avons procédé à la collecte de données, suivie d'un test de normalité et d'une étude de capacité via le logiciel Minitab, afin d'évaluer la performance du processus en regard des critères statistiques définis. La phase d'analyse a permis d'identifier les causes des retards, en utilisant des outils d'analyse tels que le diagramme d'Ishikawa et le diagramme de Pareto. En phase d'amélioration, un plan d'action détaillant les actions correctives, les responsabilités et les ressources nécessaires a été élaboré pour répondre aux enjeux identifiés. Enfin, la phase de contrôle a permis de formaliser un plan de suivi, comprenant des indicateurs de performance clés (KPI), visant à assurer la pérennité des améliorations et à garantir un suivi rigoureux des résultats.

Parmi les limites rencontrées dans ce travail, on peut citer d'abord, le fait de ne pas pouvoir interagir directement avec les clients a restreint notre compréhension de leurs attentes réelles, ce qui a limité la portée de l'analyse des besoins à des données internes. De plus, le temps imparti pour la réalisation du projet ne nous a pas permis d'observer concrètement l'impact des

solutions proposées sur le terrain. Enfin, bien que nous ayons appliqué la démarche Six Sigma pour structurer notre travail, celle-ci n'est pas encore formellement adoptée par l'entreprise, ce qui pourrait limiter la continuité des actions engagées.

Pour améliorer davantage le processus, il serait utile d'envisager l'utilisation d'outils numériques comme des capteurs connectés, afin de suivre les opérations en temps réel et réagir plus rapidement aux écarts. Il serait aussi intéressant de renforcer la culture d'amélioration continue au sein de l'entreprise, en organisant régulièrement des formations, en réalisant des audits internes et en encourageant la participation active du personnel aux démarches qualité.

En conclusion, ce travail ouvre plusieurs perspectives pour l'avenir. Tout d'abord, il serait pertinent d'étendre l'application de la méthodologie Six Sigma à d'autres processus au sein de NAFTAL. En effet, cette approche, souvent associée à l'industrie et à la production, pourrait également avoir un impact significatif sur l'optimisation des processus dans le secteur des services, en améliorant leur efficacité et en réduisant les variations. De plus, il serait intéressant d'explorer davantage l'utilisation de Six Sigma dans d'autres secteurs, afin de mieux comprendre son efficacité dans des environnements différents.



BIBLIOGRAPIE

Bibliographie

Gillet-Goinard , & Bernard Seno. (2020). *La boîte à outils de la qualité*.

ABDELHAMID, T. S. (2019). SIX-SIGMA IN LEAN CONSTRUCTON SYSTEMS.

doi:<https://doi.org/10.5703/1288284312927>

Adnan Rashid, O., & Ahmad, M. (s.d.). Business Process Improvement Methodologies: An Overview. *JOURNAL OF INFORMATION SYSTEMS RESEARCH AND INNOVATION* , 45–53.

Aída López-Guerrero , Jesús Andrés Hernández-Gómez, Karla Isabel Velázquez-Victorica, & Luz del Consuelo Olivares-Fong. (2019). Six Sigma as a competitive strategy: main applications, implementation areas and critical success factors (CSF). *86(209)*, 160-169. doi:<https://doi.org/10.15446/dyna.v86n209.76994>

Albayatey, A. S. (2023). CRITICAL SUCCESS FACTORS FOR APPLYING SIX SIGMA IN TRANSFORMATIVE. *Inernational journal of professional business review*.

Alkubaisi, M. (2013). Statistical Quality Control (SQC) and Six Sigma Methodology: An Application of X-Bar Chart on Kuwait Petroleum Company. *International Journal of Business Administration*, *4(3)*, 61-72. doi:<https://doi.org/10.5430/ijba.v4n3p61>

AOUADI, H. (2022). Pratique de Mise en place de la méthode Six Sigma pour lamaîtrise d'un processus de production. *4(2)*, 169-180.

Arman Maulana Akbar, Efta Dhartikasari Priyana, & Yanuar Pandu Negoro. (2023). Integration of The Lean Six Sigma Model in The Distribution of Goods to Minimize Delivery Delays at PT. AMA. *7(2)*, 1-12. doi:<https://doi.org/10.28926/jdr.v7i2.346>

Atanas J.P, Rodrigues C.C, & Simmons R.J. (2016). Lean Six Sigma Applications in Oil and Gas Industry: Case Studies. *International Journal of Scientific and Research Publications* , *6(5)*, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1109/ICIEA.2016.7498232>

- B Tjahjono, P Ball, V I Vitanov, & C Scorzafave. (2010). Six Sigma: a literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(3), 216-233.
doi:<https://doi.org/10.1108/20401461011075017>
- B. RADHA KRISHNAN , & K. ARUN PRASATH. (2013). SIX SIGMA CONCEPT AND DMAIC IMPLEMENTATION. *International Journal of Business*, 3(2), 113.
- Badr Bentalha , Rtel Bennani, & Bentaleb Adil. (2022). Optimisation du service bancaire : Etude empirique par l'approche six sigma et la régression polynomiale. 4(1), 1-21.
doi:<https://doi.org/10.48374/IMIST.PRSM/ame-v4i1.30459>
- Behnam Nakhai, & Joao S. Neves. (2009). The challenges of six sigma in. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 26(7), 663-684.
- Bikram Jit Singh, & Dinesh Khanduja. (2014). Perspectives of control phase to manage Six Sigma implements: An empirical study. *International Journal of Business Excellence*, 3(2), 88-111. doi:<https://doi.org/10.1504/IJBEX.2014.057860>
- Buell, S., & Turnipseed, S. (2004). Application of Lean Six Sigma in Oilfield Operations. 19(4), 201-208.
- Deming, W. E. (s.d.). *Out of the Crisis*. 1986.
- Fatima Ezzahra Achibat, Ahmed Lebkiri, & El mahjoub Aouane. (2023). *Analysis of the Impact of Six Sigma and Lean Manufacturing on the Performance of Companies*.
Récupéré sur
https://www.researchgate.net/publication/370542833_Analysis_of_the_Impact_of_Six_Sigma_and_Lean_Manufacturing_on_the_Performance_of_Companies
- G. Arcidiacono, & A. Pieroni. (2018). The Revolution Lean Six Sigma. *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology*, 8(1), 141-149.
- Gerald J. Hahn , & Necip Doganaksoy. (2000). *THE EVOLUTION OF SIX SIGMA* (Vol. 12).

- Giovanni Improta , Guido Guizzi , Carlo Ricci, Vincenzo Giordano , Alfonso Maria Ponsiglione , Giuseppe Converso , & Maria Triass. (2020). Agile Six Sigma in Healthcare: Case Study at Santobono Pediatric Hospital. *International Journal of Environmental Research and Public Health (IJERPH)*, 17(3).
doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph17031052>
- Hanane Ellioua, & Hind Benamer. (2023). Lean management : Systematic literature review. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 2(3), 358-374. doi:<https://www.ijafame.org/index.php/ijafame/article/view/210>
- Ishikawa, K. (1986). *Guide to Quality Control*.
- Ivana Tita Bella Widiwati, Surya Danusaputro Liman, & Filscha Neurprihatin. (2024). The Implementation of Lean Six Sigma Approach to Minimize Waste at a Food Manufacturing Industry. *I2(1)*, 1-16. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jer.2024.01.022>
- Javier Rossette García, Diego Arturo Soto Monterrubio, & Gabriela Clemente Martínez. (2024). MINITAB AS A DIDACTIC RESOURCE FOR TEACHING STATISTICS AT HIGHER EDUCATION LEVEL. *I8*. doi: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n4-197>
- Jiju Antony, E.V. Gijo , & Stephen J. Childe . (2012). Case study in Six Sigma methodology: manufacturing quality improvement and guidance for managers. *23*, 624-640.
- Jiju Antony, Mrtin Brace, & Ricardo Banuelas . (2005). An Application of Six Sigma to Reduce Waste. *Quality and Reliability Engineering*, 21(6), 553-570.
doi:<https://doi.org/10.1002/qre.669>
- Juran. (1992). *Juran on Quality by Design: The New Steps for Planning Quality into Goods and Services*. .
- Juran, J. M. (1951). *Quality control handbook*.
- K Selvi, & Rana Majumdar. (2014). Six Sigma- Overview of DMAIC and DMADV. *International Journal of Innovative Science and Modern Engineering*, 2(5), 16-19.

- K. Srinivasan, S. Muthu , S.R. Devadasan , & C. Sugumaran. (2016). Six Sigma through DMAIC phases: a literature review. *Productivity and Quality Management*, 17(2), 236-257.
- Khalida Mohammed Belkebir, & Medani Fatma Zohra. (2021). LE LEAN MANAGEMENT : UNE NOUVELLE APPROCHE POUR LE DEVELOPPEMENT DE L'ORGANISATION. 12(2), 148-167. doi:<https://www.asjp.cerist.dz/en/article/143022>
- Kholil, M. (2023). Implementation of Lean Manufacturing for Improvement of Gas Pipe. *International Journal of Scientific and Academic Research (IJSAR)*, 3(6), 29-37. doi:<https://doi.org/10.54756/IJSAR.2023.V3.6.4>
- Maneesh Kumar , Jiju Antony , Christian N Madu, Douglas C. Montgomery, & Sung H. Park . (2008). Common Myths of Six Sigma Demystified. *International Journal of Quality and Reliability*, 25(8), 878-895.
- Marie-José Avenier , & Catherine Thomas. (2012). A quoi sert l'épistémologie dans la recherche en sciences de gestion? 8(4), 13-27.
- Maurice, P. (2004). *Six Sigma comment l'appliquer*.
- Michael Sony, Jiju Antony, Sung Park, & Michael Mutingi. (s.d.). Key Criticisms of Six Sigma: A Systematic Literature Review. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(3), 950 - 962.
- Murilo Riyuzo Vendrame Takao, Jason Woldt , & Iris Bento da Silva. (2017). Six Sigma methodology advantages for small- and medium-sized enterprises. 9(10).
- Mustafid, Yulvia, Ispriyanti, & Haki. (2020). The use of statistical transformation in six sigma analysis. *Journal of Physics*. doi:<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1943/1/012156>
- NEDIL. (2024).
- Nigel Slack, Robert Johnston, & Stuart Chambers. (s.d.). *OperatiOns ManageMent*.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*.

- Olutade, O., Adekanmi M Adeyinka , & Olamide Durodola. (2023). Exploring lean six sigma: A comprehensive review of methodology and its role in business improvement. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, 4(6), 939-974. doi:<https://doi.org/10.54660/IJMRGE.2023.4.6.939-947>
- Pasquale Carotenutoa, Stefano Giordan, & Alessandro Zaccarob. (2014). A simulation based approach for evaluating the impact of maritime transport on the inventory levels of an oil supply chain. . 710-719.
- Patel , & Chudgar. (2020). Understanding basics of six sigma. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 6.
- Paul Paulus, & Vicky Putman. (2009). Brainstorming Rules and Decisions Making. *The Journal of Creative Behavior*, 43(1), 29-40.
- Pourrat, F. (2017). Gestion de projet en odontologie.
- Pratima Mishra , & Rajiv Kumar Sharma . (2014). A hybrid framework based on SIPOC and Six Sigma DMAIC for improving process dimensions in supply chain network.
- Rachid Mhenna , & Youssef Jamal. (2020). LE CADRE EPISTEMOLOGIQUE :PIERRE ANGULAIRE DE TOUTE RECHERCHE EN SCIENCE DE GESTION. *Revue Économie, Gestion et Société*, 1.
- Ramadytio Fadhli Prayogio, & Adirizal Nizar . (2021). Application of DMAIC Method on Transportation Risk Management in Oil and Gas Industry. 4(12).
doi:<https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V4-i12-24>
- Rano Khan Wassan, Shakeel Ahmed Shaikh, Imran Khan Shaikh, Muhammad Saad Memon, Abdul Rahman, & Syed Feroz Hussain Shah. (2022). INITIAL SCREENING OF CRITICAL SUCCESS FACTORS FORGREEN, LEAN AND SIX SIGMA IMPLEMENTATION INPAKISTANI SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES.

- Journal of Applied Engineering Science*, 20(3). doi: <https://doi.org/10.5937/jaes0-36162>
- Renée Pinard, Pierre Potvin , & Romain Rousseau. (s.d.). Le choix d'une approche méthodologique mixte de recherche en éducation. *24*, 58-82.
- Royer, C. (2007). Peut-on fixer une typologie des méthodes qualitatives? 82-98.
- Safaa, F. (2022). La contribution du management par la qualité totale à la performance.
- Sahoum Aljazzazen , & Roland Schmuck . (2022). Critical Success Factors for Successful Lean Six Sigma Implementation in the service organization. *23(188)*, 76-85.
doi:<https://doi.org/10.47750/QAS/23.188.11>
- SAMLAK, N. (2020). L'APPROCHE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DANS L'ENQUÊTE DU TERRAIN : L'OBSERVATION, L'ENTRETIEN ET LE QUESTIONNAIRE.
- Semrau, J. (2024). Process Improvement: A Key Element of Effective Organization Management. 435–447.
- Setter, C. J. (2018). *A Complete Step-by-Step Guide*.
- Souraj Salah, & Abdur Rahim . (2019). An Integrated Company-Wide Management System: Combining Lean Six with Process Improvement. *10*, 978.
- Volck, N. (s.d.). *Deployer et exploiter lean six sigma*.

LES ANNEXES

ANNEX A

I. Présentation de l'entretien :

Bonjour, je m'appelle ZOBIRI Anais, je suis étudiante à l'école nationale supérieure de management en management par la qualité. Dans le cadre de mon mémoire de fin d'étude, je travaille sur l'optimisation du processus d'exploitation aviation en appliquant la méthodologie six sigma, avec un accent particulier sur la réduction des délais de livraison. Mon objectif est d'analyser comment ce processus fonctionne, et en particulier l'activité de livraison pour proposer des améliorations.

Je vous remercie de prendre le temps d'échanger avec moi.

II. Informations personnelles

Nom :

Prénom :

Poste occupé :

Date et durée de l'entretien :

III. Les questions

- Décrivez moi votre processus
- Pouvez-vous décrire étape par étape comment se déroule l'activité de livraison
- Pouvez-vous me citer les entrées et les fournisseurs pour chaque étape décrite
- Pouvez-vous me citer les sorties et les clients de chaque étape décrite
- Quelles sont les causes des retard

ANNEX B

	Formulaire de commande en ligne	Reference :
---	---------------------------------	-------------

1. Identification du client :

Nom de la compagnie aérienne :

Téléphone professionnel :

Adresse e-mail :

2. Information sur l'avitaillement :

Date prévue de l'avitaillement :

Heure souhaitée :

Type et immatriculation de l'aéronef :

3. Type et quantité de carburant requis :

Le carburéacteur JET A1 : L


L'essence AVGAS 100LL :L

Autre carburant :L

4. Validation de la commande:

La compagnie aérienne confirme que les informations fournies dans ce formulaire sont exactes et s'engage à respecter les conditions liées à l'avitaillement. En cas de changement, elle s'engage à en informer l'entreprise dans un délai raisonnable afin de garantir le bon déroulement de l'opération.

ANNEXE C

	Checklist d'audit Sécurité		Date :
Critères d'évaluation	Conforme (C)	Non conforme(NC)	Observation
L'accès au site est bien contrôlé (personnes autorisées uniquement)			
Le personnel porte les équipements de protection individuelle (EPI) requis			
La maintenance préventive des camions est effectuée selon le plan établi			
Une vérification du bon fonctionnement des équipements a été faite avant l'opération			
Le sol de la zone d'avitaillement est propre			
Le matériel de sécurité est fonctionnel et facilement accessible			
Le personnel intervenant est formé aux procédures HSE			
Un rappel de consignes est fait avant chaque intervention			
Les documents de suivi (fiche de contrôle...) sont toujours remplis			

Aucune fuite n'est constatée dans la zone d'opération			
Une personne est désignée pour superviser la sécurité pendant l'opération			
Si un problème a eu lieu, il est bien suivi			
Un protocole d'intervention en cas de d'incident est connu du personnel			
Un registre des incidents est accessible et mis à jour			
Aucun téléphone portable ou appareil non sécurisé est utilisé sur site			
Une bonne communication entre l'équipe			