

UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID TLEMCEM



FACULTE DE TECHNOLOGIE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE ET ÉLECTRONIQUE

LABORATOIRE DE PRODUCTIQUE



Mémoire de Master

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Ingénierie de la production

Intitulé :

**Apport de la méthode Six Sigma au management
de la qualité de CERAM DIVINDUS Ghazaouet**

Présenté le 27 juin 2019

Par ABBAS Mohamed et DIB Mohammed Walid

Devant le jury :

M. KAHOUADJI Housseyn	Président	MCB
M. ALLAL Mohammed Amine	Encadrant	Professeur
M. BENSMAINE Abderrahmane	Examineur	MCB
Mme. BENACHENHOU Kamila	Examineur	MCB

Année universitaire : 2018 – 2019

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier en premier lieu ALLAH qui nous a gratifié de la persévérance, le courage, la santé, l'ouverture d'esprit et l'inspiration nécessaire dont nous avons besoin. Gloire et louange à Allah le miséricordieux.

Nous tenons aussi à adresser nos vifs remerciements avec nos plus profonds respects et notre plus large considération à notre encadreur, Monsieur « M. Amine ALLAL » Professeur à l'université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, qui n'a pas ménagé ses efforts et sa disponibilité à nous aider et à nous diriger dans notre travail, il nous a été d'une aide si précieuse et instructive.

Nous lui sommes très reconnaissants de nous avoir orienter, avec sa patience exemplaire et sa régularité dans ses contrôles et l'avancée de nos travaux.

Nous exprimons toutes nos gratitude à Monsieur « Fethi Zerouali » Directeur Général de l'entreprise « CERAM DIVINDUS-Ghazaouet » pour l'accueil et son approbation de concrétiser notre projet de fin d'étude au sein de l'entreprise. Nous nous adressons avec un remerciement particulier à notre respectueux maître de stage Monsieur « MEGHEBBAR Abdelghani » responsable de management de qualité qui a approuvé notre présence avec beaucoup patience et pour son énorme soutien et son assiduité régulière avec nous ; pour l'intérêt qu'il portait à notre projet. Nous remercions aussi sa bienveillance et sa disponibilité, car malgré ses occupations il a pu trouver le temps et l'énergie pour suivre de près le déroulement de notre travail.

Nous exprimons nos gratitude à Monsieur « MESSOUAF Yassine » responsable de bureau méthode pour toutes ses valeureuses remarques et ses conseils instructifs qu'ils a pu nous prodiguer, et qui nous a aidé à une meilleure finalisation du notre mémoire.

Nous remercions l'ensemble des employés de l'entreprise qui n'ont ménagé aucun repos pour toutes les idées et les informations données ayant contribuer de près ou de loin à la réalisation de ce projet.

Nous invitons les membres de jury avec un énorme respect à bien vouloir juger notre présent travail, espérant correspondre à leurs vives intentions et attentes avec nos sincères et vifs remerciements.

Nous exprimons toutes nos gratitude aux enseignants et personnels de département de génie électrique et électronique de Tlemcen pour leur soutien et leurs encouragements.

Enfin nous remercions aussi chaleureusement nos parents, nos frères, nos amis et nos collègues pour leurs aides durant tout notre parcours, pour les moments agréables qu'on a passés ensemble, pour leur soutien, leur encouragement et leur patience.

Dédicaces

Je dédie ce travail

À ma mère et mon père

À mes frères et sœurs

Et à tous mes Neveux

À toute la famille ABBAS

Et la famille BERRABAH

À mon ami BABERRIH Mohamed Ayoub

Et tous les amis

ABBAS Mohamed

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

À mes chers frères et sœur pour leur appui et leur encouragements permanent, et leur soutien moral.

À toute ma famille pour son soutien tout au long de mon parcours que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible. Merci d'être toujours présent pour moi.

Je dédie ce travail à tous mes professeurs de la filière Génie Industriel.

À tous mes amis (e).

À tous les étudiants de la filière génie industriel promotion 2014.

DIB Mohammed Walid

TABLE DES MATIERE

LISTE DES TABLEAUX.....	VII
LISTE DES FIGURES	VIII
ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS.....	X
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA METHODE SIX SIGMA.....	3
1.1 Introduction.....	4
1.2 Définition de la méthode Six Sigma	4
1.3 Historique de la méthode Six Sigma.....	5
1.4 Méthode Six Sigma et variabilité : Pourquoi ?	6
1.5 Les facteurs critique pour une implémentation réussissent de Six Sigma	8
1.6 La démarche Six Sigma (DMAIC)	9
1.6.1 L'étape définir.....	9
1.6.1.1 Les démarches de l'étape	10
1.6.1.1.1 Définition le projet	10
1.6.1.1.2 Identifier les CTQ.....	10
1.6.1.1.3 Cartographier le processus	12
1.6.1.1.4 Définir les limites de projet.....	14
1.6.1.1.5 Estimer les gains et les coûts de projet.....	14
1.6.1.1.6 La charte de projet	14
1.6.2 L'étape mesurer.....	15
1.6.2.1 Les démarches de l'étape	15
1.6.2.1.1 Mesure et analyse des entrés (X) et résultats (Y)	15
1.6.2.1.2 Calculer le z de processus	16
1.6.3 L'étape analyse	19
1.6.3.1 Les démarches de l'étape	20
1.6.3.1.1 Représentation graphique des données	20

1.6.3.1.2 Trouver les X potentiel	20
1.6.4 L'étape améliorer/innover	21
1.6.4.1 Les démarches de l'étape	21
1.6.4.1.1 Trouver des solutions	21
1.6.4.1.2 Analyse des risques	22
1.6.5 L'étape contrôler.....	23
1.6.5.1 Les démarches de l'étape	23
1.6.5.1.1 Détermination des tolérances.....	23
1.6.5.1.2 Contrôler le processus.....	23
1.6.5.1.3 Standardisation	24
1.7 Six Sigma est une stratégie innovante	24
1.8 Six Sigma dans un contexte ISO 9001	24
1.9 Quel est l'apport de l'intégration de la méthode Six Sigma dans une démarche de performance industrielle ?	25
1.10 Conclusion.....	26

**CHAPITRE 2 : PRESENTATION DE L'ORGANISME CERAM DIVINDUS (UNITE DE
GHAZAOUET) 27**

2.1 Introduction 28

2.2 Présentation de l'entreprise 28

2.3 Chaîne de production 30

 2.3.1 Réception et contrôle de matières premières 31

 2.3.2 Service Laboratoire 31

 2.3.3 Préparation barbotine 31

 2.3.3.1 Préparation jus de sable 31

 2.3.3.2 Préparation jus d'argile 31

 2.3.3.3 Préparation barbotine 32

 2.3.4 Préparation des émaux 32

 2.3.4.1 Broyage-phase 1 32

 2.3.4.2 Broyage-phase 2 32

 2.3.5 Modelage 32

 2.3.6 Réalisation du modèle en plâtre 33

 2.3.6.1 Réalisation de la matrice 33

 2.3.6.2 Réalisation des moules d'exploitation 33

 2.3.7 Le coulage 33

 2.3.7.1 Manuel et semi-automatique (Méthode traditionnelle) 33

 2.3.7.2 Mécanisé (Méthode coulage automatisé sous pression) 33

 2.3.8 Séchage 33

 2.3.9 Dépoussiérage Emaillage 34

 2.3.9.1 Structure contrôle et finition 34

 2.3.9.2 Structures émaillage 34

 2.3.10 Cuisson 35

 2.3.11 Tri contrôle et emballage 35

2.4 Le service commercial 36

2.5 La politique de qualité et environnementale de CERAM Divindus unité de Ghazaouet	37
2.6 Procédure écoute client.....	37
2.7 Procédure contrôle qualité et conformité des produits	38
2.7.1 Moule en plâtre :	38
2.7.2 Produit cru au niveau coulage	38
2.7.3 Produit cru au niveau dépoussiérage	38
2.7.4 Produit cru après émaillage.....	39
2.7.5 Produit émaillé au niveau enfournement.....	39
2.7.6 Produit cuit au niveau défournement.....	39
2.7.7 Produit fini (Pièces après triage).....	39
2.8 Conclusion.....	43

CHAPITRE 3 : TENTATIVE DE MISE EN ŒUVRE DE LA METHODE SIX SIGMA POUR LE TRAITEMENT DES REBUTS DE LA LIGNE DE PRODUCTION 44

3.1 Introduction 45

3.2 Étape Définir 45

 3.2.1 La performance de la chaine de production 45

 3.2.2 Cartographie de processus 46

 3.2.3 Formulation de problème par la méthode QQOQCP 47

 3.2.4 Estimation des gains 48

 3.2.5 La charte de projet 48

3.3 Étape Mesurer 49

 3.3.1 Calcul de z de processus 49

 3.3.2 Analyse des 5M 47

3.4 Étape Analyser 50

 3.4.1 La sélection des articles et défaut a traité 50

 3.4.2 Analyse des 5M de processus pour chaque défaut 58

 3.4.2.1 Les causes des fissures de base 58

 3.4.2.2 Les causes des fissures de démoulage 58

 3.4.2.3 Les causes des chocs avant cuisson 59

 3.4.2.4 Les causes des déformations 59

 3.4.3 Analyse de la densité 60

 3.4.4 Analyse de la viscosité 60

 3.4.5 Analyse de la thixotropie 61

3.5 Étape Améliorer 62

3.6 Étape Contrôler 64

 3.6.1 Contrôle de la viscosité 64

 3.6.2 Contrôle de la thixotropie 67

 3.6.3 Contrôle de la quantité de défauts 69

3.7 Conclusion 64

CONCLUSION GÉNÉRALE.....	72
BIBLIOGRAPHIE.....	74
LISTE DES RAPPORTS ET PROCÉDURES.....	75
ANNEXE 1 : POLITIQUE QUALITE ET ENVIRONNEMENT	77
ANNEXE 2 : RAPPORT DES DEFAUTS DE PRODUCTION MENSUEL	78
ANNEXE 3 : TABLE DE LA LOI NORMALE	101
ANNEXE 4 : PPM EN FONCTION DU Z DU PROCESSUS.....	103
ANNEXE 5 : PARAMETRES RHEOLOGIQUES ANNEE 2018	104
ANNEXE 6 : LISTE DE PRESENCE DE LA SEANCE DE BRAINSTORMING.....	108
ANNEXE 7 : TABLEAU DES CONSTANTES UTILISÉES DANS LES CARTES DE CONTRÔLE XBAR & R.....	109

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre 1

Tableau 1.1 : Niveau z de la qualité (PILLET, 2004).....	5
Tableau 1.2 : Modèle d'un diagramme CTQ	11
Tableau 1.3 : Charte de projet Six Sigma	15
Tableau 1.4 : Modèle d'une fiche de collecte	16
Tableau 1.5 : Table d'une analyse AMDEC	22

Chapitre 2

Tableau 2.1 : Rapport mensuel de production par phase (Janvier 2017)	41
Tableau 2.2 : Rapport annuel des défauts (année 2017)	42

Chapitre 3

Tableau 3.1 : La Production totale, le nombre de défaut et le taux de défaut en 2017 et 2018.....	46
Tableau 3.2 : Formulation de problème par un QQOQCP	48
Tableau 3.3 : La charte de projet	49
Tableau 3.4 : Totale des défauts par article en 2017 et 2018.....	50
Tableau 3.5 : Les produits prioritaires a traité	53
Tableau 3.6 : Nombre de défaut par type et par produits prioritaires	54
Tableau 3.7 : La concentration des défauts par article.	56
Tableau 3.8 : Résultats de la séance de brainstorming	62
Tableau 3.9 : Échantillonnage de la viscosité	65
Tableau 3.10 : Échantillonnage de la thixotropie	67
Tableau 3.11 : Échantillonnage de nombre de défauts.....	69

LISTE DES FIGURES

Chapitre 1

Figure 1.1 : Six Sigma et la réduction de la variabilité	7
Figure 1.2 : La démarche DMAIC de Six Sigma	9
Figure 1.3 : Le modèle de Kano (PILLET, 2004)	11
Figure 1.4 : La matrice QFD (maison de la qualité) (PILLET, 2004)	12
Figure 1.5 : Processus.....	13
Figure 1.6 : Représentation d'un diagramme SIPOC	13
Figure 1.7 : Diagramme d'Ishikawa.....	16
Figure 1.8 : Histogramme sous une loi normale	17
Figure 1.9 : Limites Supérieure et inférieure de la distribution	18
Figure 1.10 : Diagramme de Pareto	20
Figure 1.11 : Carte de contrôle	23

Chapitre 2

Figure 2.1 : Organigramme de l'entreprise CERAM DIVINDUS	29
Figure 2.2 : Chaîne de production	30
Figure 2.3 : Fiche de contrôle	40

Chapitre 3

Figure 3.1 : Nombre des défauts par mois en 2017 et 2018.....	45
Figure 3.2 : les éléments de process de la production.....	47
Figure 3.3 : Diagramme d'ishikawa de processus	47
Figure 3.4 : Diagramme de Pareto : défaut par article en 2017 et 2018.....	52
Figure 3.5 : Diagramme de Pareto totale des défauts des articles prioritaires	54
Figure 3.6 : Diagramme d'Ishikawa pour les Fissures de base	58
Figure 3.7 : Diagramme d'Ishikawa pour les Fissures démoulage	58
Figure 3.8 : Diagramme d'Ishikawa pour les chocs avant cuisson	59
Figure 3.9 : Diagramme d'Ishikawa pour les déformations	59
Figure 3.10 : Histogramme de la densité	60
Figure 3.11 : Histogramme de la viscosité	61
Figure 3.12 : Histogramme de la thixotropie	61

Figure 3.13 : Carte de contrôle des moyennes de la viscosité	66
Figure 3.14 : Carte de contrôle des étendues de la viscosité.....	66
Figure 3.15 : Carte de contrôle des moyennes de la thixotropie	68
Figure 3.16 : Carte de contrôle des étendues de la thixotropie.....	68
Figure 3.17 : Carte de contrôle des moyennes de nombre de défaut	70
Figure 3.18 : Carte de contrôle des étendues de nombre de défaut.....	70

ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

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

CTQ : critical-to-quality

PDCA : Plan Do Check Act

QFD : Quality function deployment

SIPOC : suppliers, inputs, process, outputs, customer

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

QQOQCCP : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ?

TRIZ : Théorie de Résolution des Problèmes Inventifs

TRS : Taux de rendement synthétique

R&R : répétabilité et reproductibilité

LIS : Limite inférieure de Spécification

LSS : Limite Supérieure de Spécification

DPMO : Défauts par million d'opportunités

DPU : Défauts par unité

DPO : Défauts par opportunité

ISO : The International Organization for Standardization

SH : Syphon horizontal

SV : Syphon vertical

GM : Grand modèle

PM : Petit modèle

STP : Sans tremplin

Kpf : K-Pb-feldspath

FISS DEMO : Fissure démoulage

FISS BASE : Fissure de base

CHOC.AV CUISSON : Chocs avant cuisson

DEFOR : Déformation

PR : Paramètres rhéologiques

g/ : gramme par litre

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Depuis plusieurs années, la mondialisation et l'ouverture des marchés ont défini une nouvelle vision industrielle pour les entreprises de production de biens. Dans le contexte de l'amélioration continue, les entreprises sont quotidiennement face à l'amélioration des performances de leur processus pour garantir leur compétitivité afin de satisfaire les exigences de consommateur qui sont de plus en plus en augmentation.

En effet la notion de la qualité est une obligation pour toute entreprise qui cherche à imposer son nom dans le marché, plusieurs normes qui régissent les entreprises dans le but de garantir la qualité de leurs produits et services et d'améliorer la performance aussi que d'augmenter la confiance de consommateur. La norme ISO 9001 de l'organisme international de normalisation est la norme relative à l'assurance qualité, c'est la norme la plus connue dans le monde notamment en Algérie.

Aujourd'hui, beaucoup d'entreprises Algériennes sont certifiées ISO 9001 (nouvelle version 2015) et ils sont toujours en amélioration continue et d'autres entreprises sont en train de faire un changement dans le système managérial de qualité pour bénéficier de cette certification.

Toutes les entreprises que ce soit certifiées ou non certifiées sont en face à la nécessité de la maîtrise des outils de la qualité où la démarche qualité propose plusieurs outils d'aide parmi ces outils ; la méthode Six Sigma c'est une méthode de management visant à l'amélioration permanente de la qualité, de manière simplifiée, c'est un cycle PDCA (Roue de Deming) en cinq étapes (DMAIC) son utilisation est pour la résolution des problèmes complexes où une grande quantité de données est disponible.

Le choix de cette méthode comme projet de fin d'étude est le résultat de notre motivation de changement vers le mieux dans l'organisme algérien, cette méthode a apporté beaucoup de succès chez beaucoup d'entreprise dans le monde entier.

Notre projet de fin d'étude est principalement sur l'application de la méthode Six Sigma, nous avons choisi la société de production et de commercialisation des produits céramiques sanitaires de CERAM DIVINDUS (située à Ghazaouet Tlemcen) comme un champ d'application.

Une des raisons qui nous a poussé à choisir CERAM DIVINDUS c'est qu'ils nous fournissaient toutes types de données nécessaires (quantité des produits rebutés, valeurs de rebuts, les défauts, nombre des pannes ...) dans toutes les périodes (journalière, mensuelle, annuelle), puisque la méthode Six Sigma nécessite la disponibilité de données, la deuxième raison c'est que la société est certifiée ISO 9001, elle suit une politique de management de la qualité intéressante.

Comme toutes les entreprises du monde, CERAM DIVINDUS a des difficultés en production qui influe le degré de qualité de produit, puisque dans la fabrication des produits céramique on rencontre toujours des problèmes de production notamment le rebut, ce qui prouve que d'être certifier n'est pas suffisant pour garder le niveau de qualité des produits ou service.

La problématique qui est posée chez CERAM DIVINDUS est les pertes de casse. En 2016, les données fournies par le département de la qualité de CERAM DIVINDUS en montrant que le taux des pièces rebutés est de 20.05 % ce qui a dépassé les limites supérieures déterminées de 18 %. Ces résultats nous montrent que le processus de production n'est pas bien maîtrisé et les causes de casse ne sont pas contrôlées par l'entreprise, et une intervention est nécessaire pour trouver des solutions et de régler les causes des pertes.

L'objectif de notre travail et par l'application de la démarche DMAIC est d'évaluer la performance de la chaîne de production pendant les années 2017 et 2018. Cette évaluation est suivie par la recherche des sources de la variabilité dans le processus de production, et de trouver les causes racines de rebut, et finalement de proposer les solutions appropriées pour diminuer le taux de rebut.

Dans ce contexte, les questions qui se posent sont :

- ❖ « Quel est l'impact de la mise en œuvre de la méthode Six Sigma au management de la qualité de CERAM DIVINDUS ? ».
- ❖ « Quelle est l'intérêt d'intégrer la méthode Six Sigma dans une entreprise certifiée ISO 9001 ? ».
- ❖ « Quelles sont les ressources nécessaires et les facteurs de critiques pour la mise en œuvre de la méthode Six Sigma ? ».

Notre travail est ainsi exposé dans ce mémoire sous la forme de trois chapitres. Le premier chapitre décrit une synthèse bibliographique sur la méthode Six Sigma, ainsi que les principaux outils et méthodes utilisés dans cette méthode. Dans le deuxième chapitre nous allons présenter l'entreprise CERAM DIVINDUS. Enfin, dans le troisième chapitre nous exposerons l'application industrielle de la démarche DMAIC dans l'entreprise CERAM DIVINDUS

Chapitre 1 : *Présentation de la méthode Six
Sigma*

1.1 Introduction

Depuis des années la démarche qualité a proposé des outils et méthodes. Aujourd'hui on a une pléthore d'outil qui facilite le travail que ce soit dans l'industrie ou dans le service. Ces outils sont de type méthode, analyse, statistique ou suivi contrôle.

Ce chapitre a pour objectif de présenter et identifier la méthode Six Sigma et l'intégration de la méthode pour la résolution d'un problème dans un processus de production. Ensuite, une présentation détaillée de La démarche DMAIC avec ces différents outils et leur intégration qui permet d'améliorer la qualité de la création de valeur.

1.2 Définition de la méthode Six Sigma

Six Sigma est une méthode rigoureuse, ciblée et très efficace dans l'implémentation des principes et techniques de la qualité (Pyzdek T et Keller P, 2010) la méthode vise une performance sans erreur.

La méthode Six Sigma emploie pour chaque étape des outils statistiques et managériaux (Bounazef, 2012) afin de regrouper le maximum de données mesurables (des données chiffrées, des rapports) et de données subjectives (problèmes, analyses et idées d'amélioration).

Six Sigma est une méthode de l'amélioration de la qualité des produit et services rendus aux consommateurs, il faut s'intéresser à ce que souhaite réellement le client, non pas à ce qu'on pense qu'il souhaite. Il faut être capable de déterminer les caractéristiques critiques pour la qualité (CTQ, pour Critical To Quality) afin de fixer une cible et une plage de tolérance (Azzabi, 2010).

Elle contribue à l'accroissement de la rentabilité de l'entreprise par la diminution des coûts de non qualité et l'amélioration de la performance (Mechenene H et Aouag A, 2014). Le principe est d'éliminer les variations et les défauts d'un processus de fabrication.

Cette méthode est aussi une culture qu'une entreprise doit faire adopter dans les différentes fonctions de son organisation, afin de sensibiliser tout le personnel des différentes niveaux hiérarchiques. Cette approche globale se décline de plusieurs façons. Six Sigma, c'est :

- Une certaine philosophie de la qualité tournée vers la satisfaction totale du client.
- Un indicateur de performance permettant de savoir où se situe l'entreprise en matière de qualité.
- Une méthode de résolution de problèmes en cinq étapes Définir, Mesurer, Analyser, Innover/Améliorer, Contrôler.
- Une approche qui permet de réduire la variabilité et d'atteindre la cible sur les produits ou dans les services.
- Une organisation des compétences et des responsabilités des hommes de l'entreprise.

- Un mode de management par la qualité qui s'appuie fortement sur une gestion par projet.

Sigma est une lettre de l'alphabet grec utilisée dans les statistiques pour mesurer la variabilité dans un processus. La performance d'une entreprise peut être mesurée par le niveau sigma de leur processus. Généralement, les entreprises acceptent le troisième ou quatrième niveau sigma de performance (PILLET, 2004) même si le processus génère entre 6.200 et 67.000 problèmes par million d'opportunités. Après le croisement des attentes des clients et la complexité des produits et des processus modernes, la méthode Six Sigma vise à améliorer la performance de processus pour diminuer le DPMO à 3,4 ce qui est le niveau six de sigma.

Mais comment mesurer la façon dont on atteint cet objectif ?

Un des principes de Six Sigma est que l'on ne connaît pas grand-chose d'un système si l'on ne sait pas le mesurer. C'est donc une des premières étapes que l'on devra franchir : mesurer le niveau à partir duquel les CTQ (*Critical To Quality*) atteignent leur objectif en mesurant le z du processus. Ce z, nous permettra de mesurer le degré de satisfaction des clients (Tableau 1.1). Plus le z est élevé, plus la satisfaction est grande.

Tableau 1.1 : Niveau z de la qualité (PILLET, 2004)

Niveau de qualité z	Nombre de non-conformité par million d'opportunités
1	697 672
2	308 770
3	66 811
4	6 210
5	233
6	3,4

1.3 Historique de la méthode Six Sigma

La méthode Six Sigma est présente dans la plupart des secteurs de business de nos jours, notamment dans le secteur d'industrie, où Six Sigma est arrivé à un point que cette méthode peut apporter de nombreux avantages pour toute organisation et elle a donné un plus pour la plupart des entreprises qui ont appliqué cette méthodologie. La méthode Six Sigma a été implémentée avec succès dans les grands groupes.

Six Sigma est non seulement une méthode, mais aussi un système de management centré sur une puissante méthodologie de résolution de problème et d'optimisation des processus. Développée par Mikel Harry chez Motorola au milieu des années 80, la méthodologie n'est devenue bien connue qu'après que Jack Welch, le président de General Electric, l'ait placée au cœur de sa stratégie d'entreprise en 1995. Depuis, de nombreuses entreprises ont fait connaître leur attachement à la démarche Six Sigma (Bounazef, 2012) :

- 1987 : Motorola (inventeur de la méthode) ;
- 1990 : IBM ;
- 1991 : Texas Instruments ;
- 1994 : Allied Signal (Honeywell) ;
- 1996 : Kodak, General Electric ;
- 1998 : Sony, 3M, Toshiba, Nokia, Ford, Dupont ;
- 2000 : Johnson Controls, Cameron, Pioneer Hi Bred International ;
- 2001 : Caterpillar, 3M, Schneider Electric, Delphi ;
- 2002 : Groupe AXA, RCI Banque (Renault), Nissan, Société générale, Textron, RCI, Ingram Micro ;
- 2003 : SFR, CHEP, Home Depot, Tyco Fire & Security, ADT, AXA Investment Managers, Freudenberg, Pitney Bowes, CALETEC, Hager, GC Partner ;
- 2004 : Xerox, Monsanto, Plasticomnium ;
- 2005 : BNP Paribas, MasterCard Worldwide, Nortel, Ineum Consulting ;
- 2006 : Orange -France Télécom Group, Eli Lilly, Merial ;
- 2007 : DHL et Groupe Deutsche Post ;
- 2008 : Burner System International, Freyssinet, SAFRAN, BELAMBRA ;
- 2009 : Faurecia, Zoomici SA, Renault ;
- 2010 : Groupama Banque, INSIDE Contactless, Metro Cash & Carry France.

La puissance de Six Sigma vient essentiellement de l'application d'outils statistiques dans le contexte d'une méthodologie structurée et relativement facile à mettre en œuvre. Ces outils, utilisés le plus souvent dans un environnement opérationnel de production, s'appliquent également à tous les processus, y compris administratifs.

1.4 Méthode Six Sigma et variabilité : Pourquoi ?

La méthode Six Sigma trouve une application pour tous type de variabilité (Aouadi, 2016), le but initial de la démarche et de diminuer la variabilité d'un processus observée dans une des données de ces sorties, et vise aussi l'amélioration de la qualité des produits et des services (PILLET, 2004) par le traitement des causes origines et sources des problèmes. Les outils de Six Sigma permettent d'aller au fond des choses (Aouadi, 2016).

Le but d'un projet Six Sigma est de trouver les bonnes solutions et adéquates pour éliminer les causes des défauts et non conformités.

Après l'application de la méthode, le processus doit être capable de fabriquer des produits non-rebutés, qui ont un impact sur le coût des produits (Aouadi, 2016), ce qui améliore directement la productivité de l'entreprise. L'un des forts points de la méthode, est qu'elle

exige la fabrication des produits qui répondent aux attentes du client (PILLET, 2004), puisqu'elle est fondée sur la réponse de la voix du client et sur des données mesurables et fiables (Aouadi, 2016).

La notion de qualité est étroitement liée à celle de variabilité. Or la lutte contre la variabilité est un des concepts de base de Six Sigma.

Aujourd'hui les entreprises sont face à des difficultés d'amélioration de leur qualité des produits et des services rendus aux clients. Aussi il est difficile pour une entreprise, qu'elle soit industrielle ou de service, d'ignorer Six Sigma.

L'objectif principal de Six Sigma est la réduction de la variabilité et l'insatisfaction d'un client résulte toujours d'un écart entre une situation attendue et une situation prévue, cet écart provient en grande partie de la variabilité des processus, qui trouve son origine, notamment, dans :

- Les variabilités sur les matériaux ;
- Les variabilités dans les procédures ;
- Les variabilités sur les conditions dans lesquelles évolue le processus ...

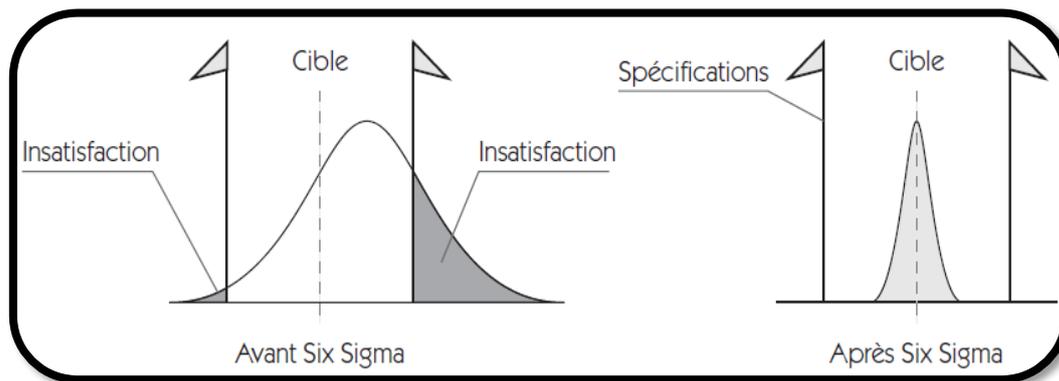


Figure 1.1 : Six Sigma et la réduction de la variabilité

Ces variabilités font partie des processus, on doit lutter contre ces incidences et cela nécessite un effort considérable et structuré. Pour atteindre cet objectif, on utilisera une démarche de résolution de problème bien cadrée.

La formalisation d'une démarche structurée à l'intérieur d'une entreprise offre plusieurs avantages :

- Permet de servir de guide dans l'avancement de la résolution du problème ;
- Permet de se doter d'un langage commun à tous les acteurs de l'entreprise ;
- Favorise la démultiplication des actions à un coût de formation réduit.

Cependant, le fait de mieux formaliser une démarche de résolution de problème ne suffit pas à créer une stratégie d'entreprise. Il faut être capable de démultiplier les chantiers pour atteindre l'aspect stratégique, Six Sigma intègre donc tous les aspects de cette démultiplication, au travers :

- Du rôle et de la formation des hommes ;
- De la formalisation de la démarche ;
- De la gestion de projets ;
- Des objectifs stratégiques qui seront fixés.

Six Sigma est une des stratégies les plus puissantes jamais développée pour accélérer les améliorations dans les processus, produits et services, pour réduire de manière radicale les coûts de production et d'administration, et pour améliorer la qualité. On y arrive par une incessante concentration sur l'élimination des gaspillages, sur la réduction des défauts et de la variabilité.

1.5 Les facteurs critique pour une implémentation réussissent de Six Sigma

Six Sigma est devenu une approche populaire dans de nombreuses organisations à ce jour. De nombreuses organisations ont signalé des avantages significatifs aujourd'hui à la suite de l'implémentation de Six Sigma. Cependant, toutes les entreprises ne peuvent prétendre avoir bénéficié des mêmes avantages. Ces résultats contrastés font de la mise en œuvre de Six Sigma basée sur des facteurs de succès critiques (Coronado R.B et Jiju A, 2002):

- Implication et engagement de la direction : les personnes au plus haut niveau de l'organisation doivent mener le projet Six Sigma ;
- Changement culturel : Six Sigma est considéré comme une stratégie de gestion révolutionnaire, car elle implique des ajustements aux valeurs et aux valeurs de l'entreprise ;
- Bonne infrastructure d'organisation : compétences de communication élevées, orientation / stratégie à long terme et travail d'équipe ; l'organisation devrait avoir suffisamment de ressources et d'investissements pour se lancer dans Six Sigma ;
- Communication : un bon système de communication est nécessaire pour impliquer le personnel dans le projet ;
- Relier Six Sigma à une stratégie d'affaires : il faut adhérer à toute une philosophie plutôt qu'à l'utilisation de quelques outils et techniques d'amélioration de la qualité ;
- Formation : c'est un facteur critique pour donner l'occasion aux gens d'améliorer leur niveau grâce à des cours de formation ;
- Relier Six Sigma au client : répondre aux exigences de client (CTQ) ;
- Relier Six Sigma aux ressources humaines ;
- Relier Six Sigma aux fournisseurs : un moyen de réduire la variabilité consiste à avoir peu de fournisseurs ;
- Compétences en gestion de projet ;
- Comprendre les outils et techniques de Six Sigma ;
- La priorisation et la sélection du projet : il est essentiel de prioriser le projet qui offre le maximum d'avantages.

1.6 La démarche Six Sigma (DMAIC)

Lorsqu'il s'agit de diminuer la variabilité et d'améliorer la performance (Pyzdek T et Keller P, 2010) d'un produit, d'un processus ou d'un service existant, la méthode Six Sigma se décline généralement en cinq étapes : Définir, Mesurer, Analyser, Innover (Improve) et Contrôler (Figure 1.2). D'une manière simple c'est la roue de Deming (PDCA) en cinq étapes, et dans certains cas on trouve que la démarche est de six étapes avec l'étape Standardiser/Suivre en supplémentaire. Le passage d'une étape a à une autre est conditionné par la validation de l'étape par de chef de projet (PILLET, 2004), qui porte le titre de champion de projet (Black Belt).

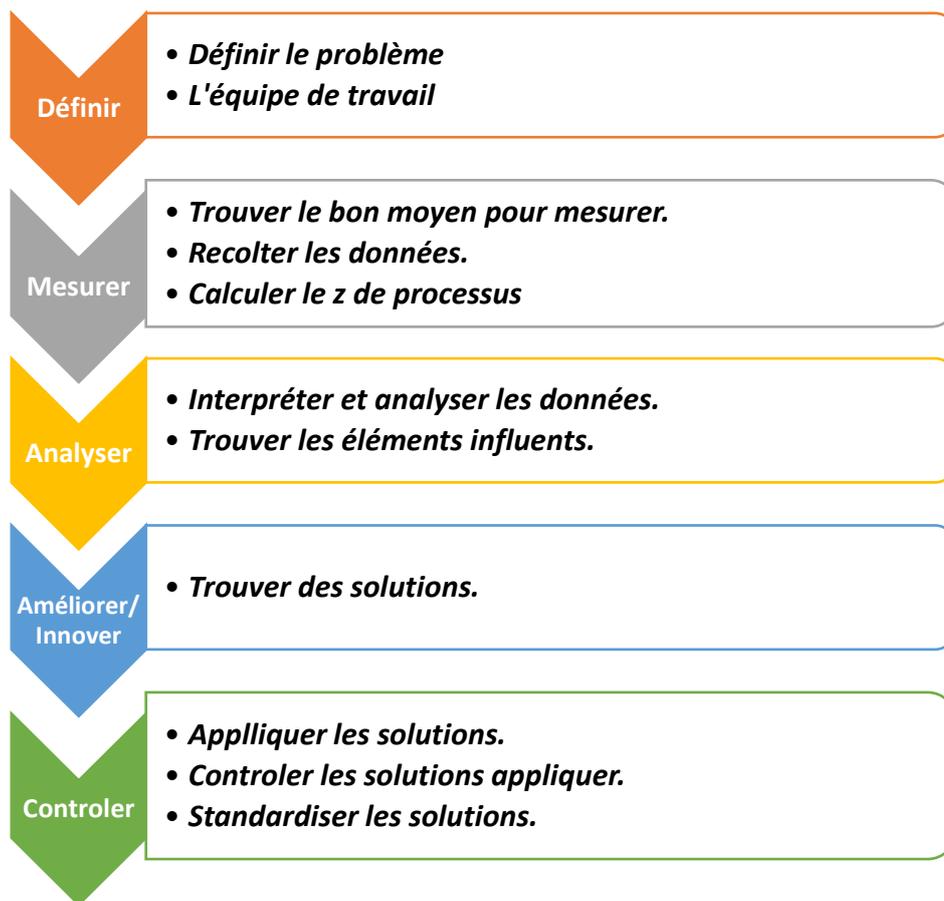


Figure 1.2 : La démarche DMAIC de Six Sigma

1.6.1 L'étape définir

L'étape de définition de problème est cruciale, l'importance de cette première étape est expliquée par le fait de définition de sujet que l'équipe de projet va traiter. La définition de problème est relative aux besoins des parties prenantes de l'entreprise (PILLET, 2004), que ce soit à l'intérieur de l'entreprise (directions, employés ...) ou en extérieur (Client, fournisseurs ...). L'étape définir vise premièrement à trouver tous les problèmes, puis les classer par ordre de priorité selon la vision stratégique de l'entreprise, après la sélection de sujet. Le deuxième

point critique est de bien définir le cadre de projet, et cela peut résumer en ces quatre sous étapes suivant :

- Exprimer l'objectif visé ;
- Déterminer le périmètre du projet ;
- Sélectionner les membres d'équipe de projet ;
- Réaliser un planning de projet.

1.6.1.1 Les démarches de l'étape

1.6.1.1.1 Définition le projet

Pour choisir le bon projet sur le quelle on va travailler, il faut identifier une vraie problématique qui peut être notable dans la performance où en trouve un écart entre les performance attendues et mesurées.

i Sélection de l'équipe de travail

C'est l'étape où la sélection des acteurs de projet est faite, chaque acteur est sous un grade (Pyzdek T et Keller P, 2010) :

- Le Sponsor organise le projet Six Sigma, généralement c'est un membre de la direction ;
- Le Champion c'est le directeur de projet qui peut fournir les ressources essentielles (données, formations...) ;
- Le Black Belt c'est la personne responsable de déploiement de projet Six Sigma et qui va prendre le conduit de projet ;
- Le propriétaire c'est la personne référence en ce qui concerne la connaissance opérationnelle ;
- Le Green Belt ou le chef de projet ;
- Le Yellow Belt la personne chargé de réaliser les mini projets, il utilise les outils de résolution (5M, Pareto, Ishikawa...).

1.6.1.1.2 Identifier les CTQ

Après avoir défini le projet et l'équipe de travail, il faut s'intéresser à définir la voix de client ou bien dite les caractéristiques critiques de client, les CTQ représentent les éléments essentiels et les plus sûrs en termes de satisfaction des clients et la situation actuelle et visée.

i Le diagramme CTQ

Le diagramme CTQ (Tableau 1.2) est un l'outil qui nous permettra à l'équipe de travail de visualiser les besoins des clients (Pyzdek T et Keller P, 2010) le but est de formuler ces caractéristiques en exigences mesurable par l'entreprise.

Tableau 1.2 : Modèle d'un diagramme CTQ

	Besoin de client	Exigence de client	Moyen de mesure des exigences
CTQ	Qualité, coût et délai	Trouver les exigences de client à partir des besoins	Trouver un moyen pour mesurer les exigences

ii Le modèle de Kano

Le diagramme de Noritak Kano est un outil qui nous aide à classer les différentes caractéristiques d'un produit ou services (PILLET, 2004), il illustre la relation entre la satisfaction de client et la qualité. Le modèle de Kano est composé de six catégories :

- Performance (P) : la satisfaction de client est directement proportionnelle à la performance de la caractéristique, la présence de la caractéristique va créer une satisfaction et vice versa ;
- Devrait être (D) : c'est la qualité basic où la présence de la caractéristique n'influe pas le degré de la satisfaction par contre si elle manquante le client sera insatisfait ;
- Séduction (S) : la satisfaction n'est pas proportionnelle à la performance de la caractéristique dans ce champ où l'absence de la caractéristique crée une indifférence, par contre la présence caractéristique va déclencher un sentiment de délice pour le client ;
- Indifférent (I) : la caractéristique n'intéresse pas le client ;
- Questionnable (Q) : les réponses des utilisateurs au questionnaire n'ont pas de sens ;
- Opposé (O) : les attendues trouver dans l'enquête sont opposés aux réponses des utilisateurs.

Chaque caractéristique est affectée dans une des six catégories (Figure 1.3) selon le croisement des questions sur la présence ou l'absence de la caractéristique.

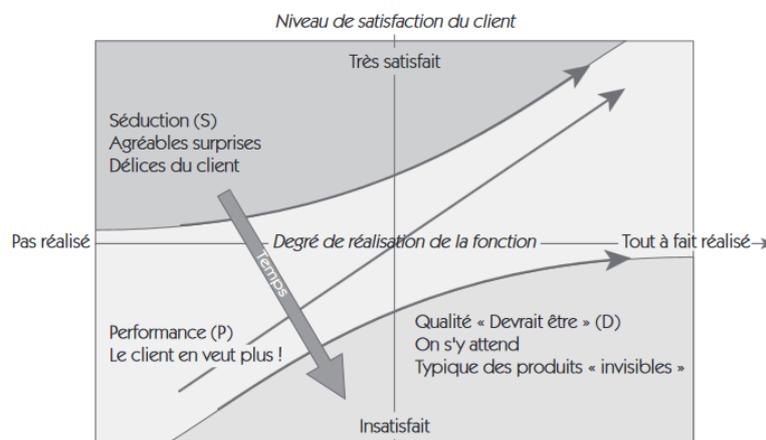
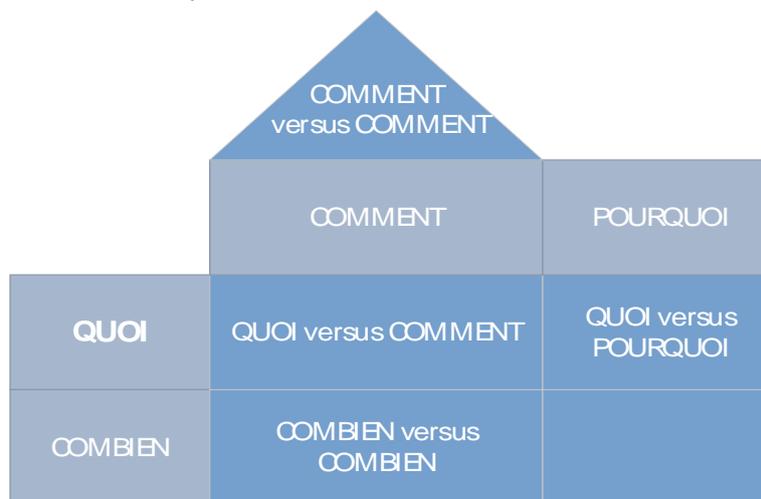


Figure 1.3 : Le modèle de Kano (PILLET, 2004)

iii La matrice QFD

La matrice de déploiement de la fonction qualité, et un des outils qui faire illustrer la relation entre les exigences de clients, et la qualité de produit (CTQ). L'objectif est de traduire les attentes des utilisateurs en spécifications internes de l'entreprise. La figure 1.4 montre la matrice de la maison de la qualité elle permet d'explicitier les exigences (CTQ) des parties prenantes formulées dans la rubrique Quoi sous forme de spécifications et de caractéristiques sur les produits, les services, les processus ou les entreprises Comment. Sachant que les Quoi sont les exigences et que les Comment sont les mesures de diagramme des CTQ, la case Combien est pour illustrer les spécifications.



**Figure 1.4 : La matrice QFD (maison de la qualité)
(PILLET, 2004)**

Le but est d'éliminer les corrélations négatives et très négatives identifiées dans la maison de la qualité. Les zones « Quoi versus Comment » et « Combien versus Comment » sont pour illustrer la corrélation entre les CTQ avec les spécifications et les caractéristiques. La case « Quoi versus Pourquoi » explique les raisons des problèmes. Les résultats obtenus montrent les paramètres qui influent sur les autres.

1.6.1.1.3 Cartographier le processus

La cartographie du processus est un moyen de réaliser une analyse de processus en illustrent les flux physiques et d'informations depuis les approvisionnements en matières premières jusqu'au client.

i Boite noire

La cartographie par la boîte noir (Figure 1.5) est un moyen pour montrer les variables d'entrée (les X), et les variables de sortie (les Y) et bien aussi les facteur bruits qui perturbent le processus et les facteurs de pilotage qui sont pour l'ajustassions des Y.

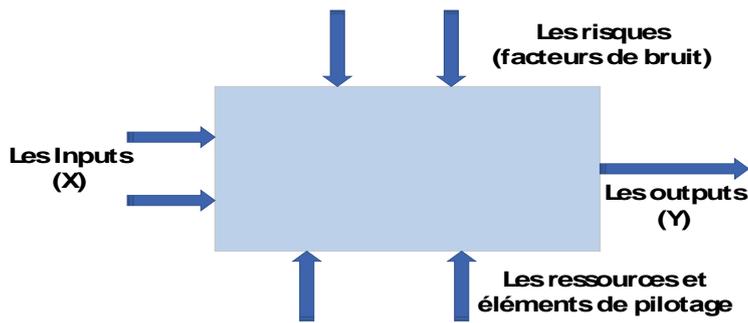


Figure 1.5 : Processus

ii Diagramme SIPOC

SIPOC pour Suppliers, Input, Process, Output et Customers (Pyzdek T et Keller P, 2010) et un diagramme utile pour illustrer clairement un processus on montre tous ces flux des matières premières et informations (Figure 1.6). Dans ce diagramme on trouve les réponses des questions suivants :

- Pour quelle partie prenante ce processus existe-t-il en premier lieu ?
- Quelle valeur crée-t-il ? Quelle est la production ?
- Qui est le propriétaire de ce processus ?
- Qui fournit les intrants à ce processus ?
- Quels sont les intrants ?
- Quelles sont les ressources utilisées par ce processus ?
- Quelles étapes créent la valeur ?
- Y a-t-il des sous-processus avec des points de départ et d'arrivée naturels ?

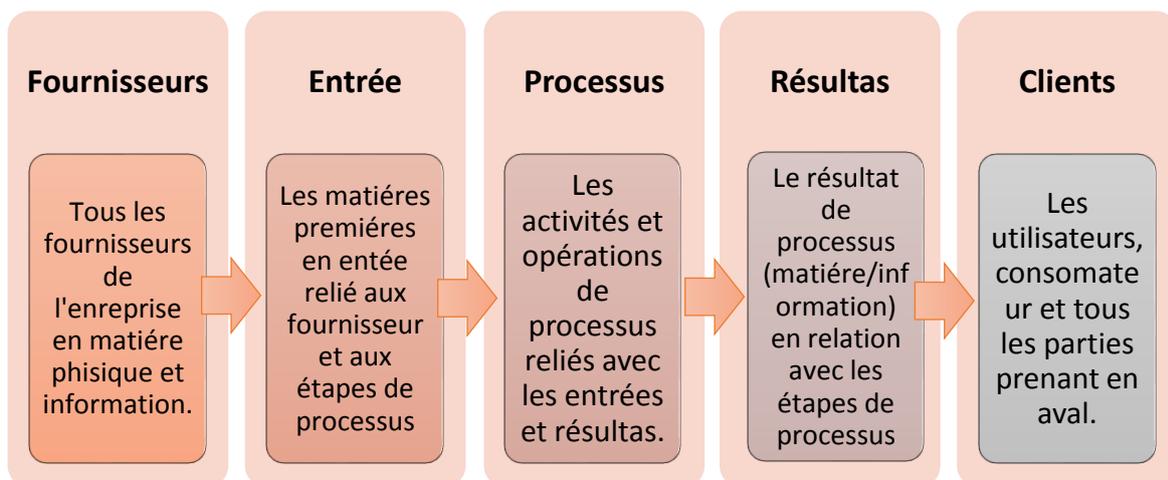


Figure 1.6 : Représentation d'un diagramme SIPOC

1.6.1.1.4 Définir les limites de projet

Avant d'aller à rechercher directement une solution, il faut positionner correctement le problème et de remonter aux causes racine du problème :

i Méthode des 5 pourquoi

Cette permet de déterminer de façon rigoureuse les causes à l'origine d'un problème et par conséquent de déterminer une solution adaptée et efficace.

ii Méthode QQQCCP

Cette méthode est très efficace pour cerner le plus possible un problème, une cause, une situation donnée. Son nom vient des questions auxquelles on doit répondre : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ?

1.6.1.1.5 Estimer les gains et les coûts de projet

L'estimation des coûts et les gains et pour raison de donner la motivation à l'équipe de travaille, et de voir si ce projet va donner un plus pour l'entreprise par rapport aux ressources qui vont être utiliser. Les gains peuvent être mesurable (PILLET, 2004) : Diminution de taux des rebuts, diminution des coûts de contrôle, amélioration du taux de rendement synthétique (TRS), ou non mesurable : Amélioration de la réputation de l'entreprise, augmentation du chiffre d'affaires, créer une ambiance de travail ...

1.6.1.1.6 La charte de projet

La charte de projet (Tableau 1.3) est le document qui résume tous l'étape Définir, on trouve tous les informations ce qui concerne : La définition de problème ; L'identification des gains mesurables et non mesurables ; Le client intéressé ; Le groupe de projet ; Le planning et la durée de projet ...

Tableau 1.3 : Charte de projet Six Sigma

Projet		
Client intéresser		
Gains mesurable et non mesurable		QOQCCP
Groupe de projet	Nom	Grade/Rôle
Planification de projet	Étape	Date
	Définir	De JJ/MM/AAAA Au JJ/MM/AAAA
	Mesurer	//
	Analyser	//
	Améliorer	//
	Contrôler	//

1.6.2 L'étape mesurer

L'étape « Mesurer » consiste à trouver un moyen et une procédure pour mesurer les CTQ, l'un des buts aussi et de déterminer :

- Le z de processus ;
- Les relations entre les Y et les X de processus.

1.6.2.1 Les démarches de l'étape

1.6.2.1.1 Mesure et analyse des entrées (X) et résultats (Y)

Le but initial de cette sous étape est de trouver le bon moyen pour mesurer les CTQ, afin de collecter les données sur les X et les Y en relation avec les CTQ.

i Analyse des 5M de processus

Dans cette partie on recherche tous les X qui ont l'influence sur les sorties de processus, cette analyse doit être la plus exhaustive possible où en retrouver toutes les sources de la variabilité. L'outil utilisé est le diagramme d'Ishikawa (Figure 1.7). Le diagramme de cause à effet est utile pour :

- La classification des causes en relation avec la variation sous cinq catégories (Main-d'œuvre, Moyens, Méthodes, Matières, Milieu) ;
- Visualiser la relation entre un problème (effet) et toutes ses causes possibles.

À partir de cette analyse, on doit identifier les éléments non maîtrisés qui ont l'influence sur la variabilité.

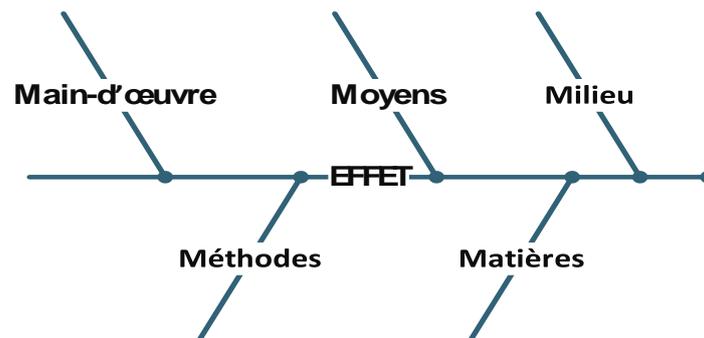


Figure 1.7 : Diagramme d'Ishikawa

ii Validation de procédure de mesure

Pour que les mesures soient fiables, il faut choisir le meilleur et garantir la maîtrise de ce moyen, cela avec une étude statistique qui s'appelle gage R&R (Pyzdek T et Keller P, 2010). Le gage R&R est un outil statistique son utilisation est pour la mesure de la fiabilité et la performance d'un système de mesure en termes de répétabilité et de reproductibilité. Cette étude permet de calculer un indicateur de la variation totale de la procédure de mesure. La valeur faible de pourcentage indique que le système de mesure est performant.

iii Mesurer le processus

Après avoir connu précisément les X qui cause la variabilité de paramètre Y, maintenant c'est la phase de collection des données de ces X (si on a plusieurs) sur une table de collecte de données (Tableau 1.4) ce dernier est un moyen efficace pour organiser les mesures collectées.

Tableau 1.4 : Modèle d'une fiche de collecte

	Valeur de X	Valeur de Y
X1		
X2		

1.6.2.1.2 Calculer le z de processus

L'intérêt de calculer le z de processus dans cette partie et pour avoir une référence pour comparer après avoir appliqué les solutions proposées dans l'étape Améliorer.

i Les critères mesurables

Pour les défauts qui peuvent être mesurés (Largeur, hauteur, poids, ...), on fait appel aux outils de la statistique descriptive (PILLET, 2004).

i.i Présentation des données sur un histogramme

L'historgramme est une représentation graphique, elle est utilisée pour représenter la répartition des données statistiques en les représentant avec des colonnes verticales. Pour construire un histogramme et suivre les étapes suivantes :

Étape 1 : calculer le nombre des classes K

$$K = \sqrt{N} \text{ (N est le nombre des valeurs)}$$

Étape 2 : calculer l'amplitude (A) de l'historgramme

$$A = \text{Valeur maximale} - \text{Valeur minimale}$$

Étape 3 : calculer l'amplitude de chaque classe H : $H = \frac{A}{K}$

Étape 4 : dessiner l'historgramme (Figure 1.8) en affectons chaque classe à une fréquence, cette fréquence correspond pour chaque rectangle au nombre d'observations dans la classe.

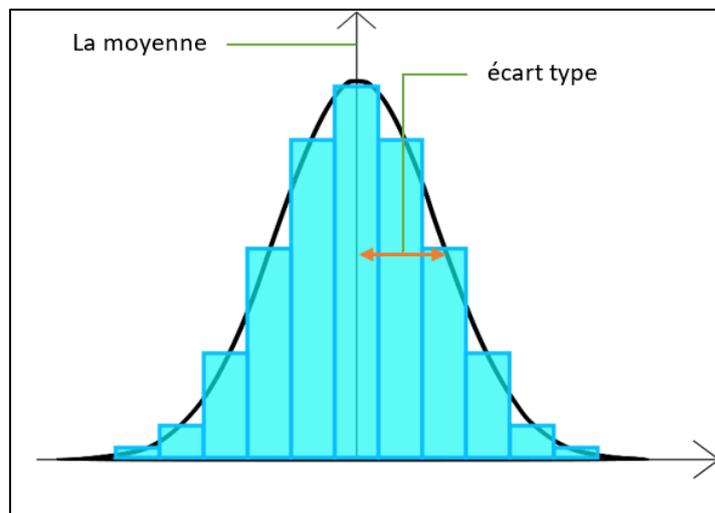


Figure 1.8 : Histogramme sous une loi normale

Après avoir présenté les données dans un histogramme, on calcule la moyenne et l'écart type par les équations suivantes :

❖ La moyenne

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

D'où n est la taille de la population (nombre de valeur).

❖ **L'écart type**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

D'où S est une estimation de l'écart type σ .

i.ii Tolérance de distribution

La zone de tolérance où chaque valeur de la distribution se trouver (Bounazef, 2012). Les valeurs dépassant les limites (valeur inférieure ou supérieure aux bornes) doivent être analysés et reconduites à l'intérieur de l'intervalle de tolérance.

L'objectif de Six Sigma est l'atteinte en moins d'une qualité de processus de 6 Sigma, donc les limites supérieure et inférieure (Figure 1.9) se situent à plus ou moins 3 sigma :

- Limite supérieure : appelée LSS (Limite Supérieure de Spécification) :

$$LSS = cible + 3\sigma$$

- Limite inférieure : appelée LIS (Limite inférieure de Spécification) :

$$LIS = cible - 3\sigma$$

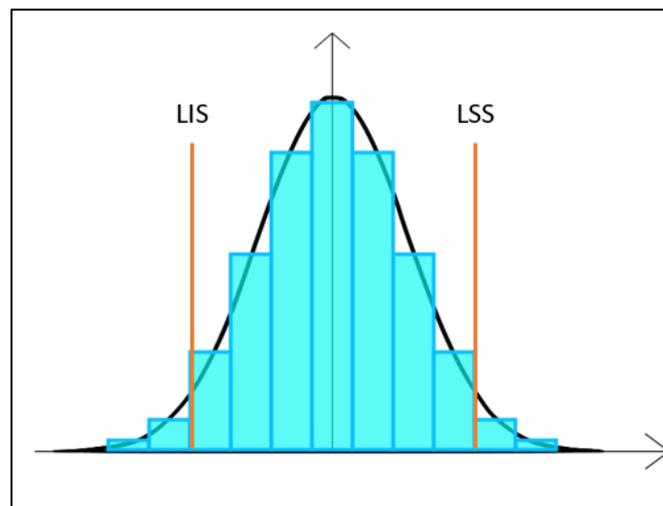


Figure 1.9 : Limites Supérieure et inférieure de la distribution

i.iii Calcul de z de processus

$$z = \frac{LSS - \bar{x}}{\sigma} = \frac{\bar{x} - LIS}{\sigma}$$

Dans le cas de la non normalités des données, on a d'autres solutions (PILLET, 2004) :

- Utiliser une autre loi (loi de Weibul, loi exponentielle...);

- Transformation mathématique des valeurs afin de la ramener à une loi normale.

Tous ces calculs statistiques sont simplifiés à l'aide des logiciels exemple :

- Excel ;
- Minitab ;
- Statistica ...

ii Les critères non mesurables

Dans l'autre cas où on ne peut donner une valeur pour la caractéristique (couleur, lisse, bon...) on utilise d'autres calculs.

ii.i Défaut par unité

Le calcul de z à partir de DPU est comme la suite (PILLET, 2004) :

- Nombre de défauts = D
- Nombre d'utilités = U
- $DPU = D/U$
- $Z_{\text{équivalent}} = z$ d'une loi normale $N(0,1)$ pour $p = DPU$ Donc $Z = Z_{\text{équivalent}} + 1,5$

ii.ii Défaut par opportunité

Dans le cas où on a des produits complexes où on s'intéresse au non confirmé de produit où on trouve dans ce dernier plus qu'une opportunité de défaut, le calcul de z se fait par le calcul de DPO (PILLET, 2004) :

- Nombre de défauts = D
- Nombre d'unités = U
- Opportunités pour un défaut = O
- Défaut par unité = $DPU = D/U$
- Défaut par opportunité = $DPO = DPU/O = D/(U \times O)$
- Défaut par million d'opportunités = $DPMO = DPO \times 10^6$
- Proportion d'unités défectueuses = $p' = 1 - e^{-DPO}$
- $Z_{\text{équivalent}} = z$ d'une loi normale $N(0,1)$ pour $p = 1 - e^{-DPO}$ (on prend cette valeur de la table de la loi normale)
- Donc $Z = Z_{\text{équivalent}} + 1,5$

1.6.3 L'étape analyse

Après l'observation de processus et la collection des données dans l'étape « Mesurer », il est nécessaire d'augmenter la connaissance de processus pour l'objectif de trouver : Les causes racines de la variabilité ; les X potentiels ; et les paramètres prioritaires pour être réglés.

1.6.3.1 Les démarches de l'étape

1.6.3.1.1 Représentation graphique des données

Les représentations graphiques sont nécessaires pour simplifier la visualisation de la réparation des données (Pyzdek T et Keller P, 2010) :

- Histogramme ;
- Diagramme des effets et diagramme des interactions ;
- Le diagramme multi-vari ;
- La boîte à moustache ...

1.6.3.1.2 Trouver les X potentiel

L'outil le plus simple et utile est le principe de Pareto (Figure 1.10), aussi appelé la règle de 80/20, où 20 % des critères sont la cause des 80 % des effets, cet outil est très utilisé dans la démarche contrôle qualité.

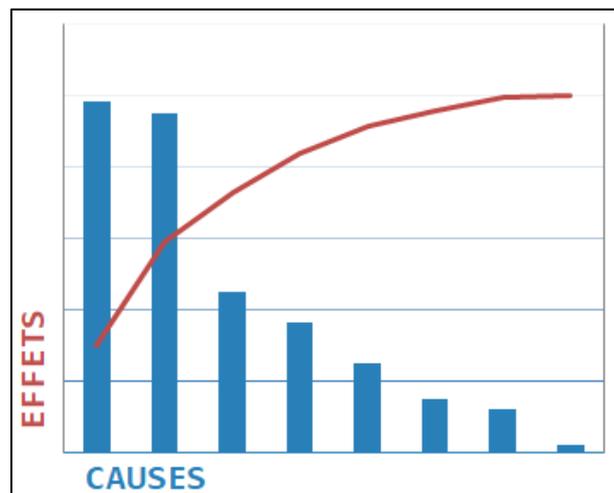


Figure 1.10 : Diagramme de Pareto

Construire un diagramme Pareto

Pour construire un diagramme de Pareto, on suit les étapes suivantes (Almamma W et Labadi R, 2017) :

- **Étape 1** : Bien choisir les données qu'on va utiliser (défectueux, défauts, activité, produits, dimensions, dégâts ...) ;
- **Étape 2** : Décider l'échelle de temps ;
- **Étape 3** : Totaliser la fréquence d'apparition de phénomène pour chaque type dans la période choisie ; Le total de chaque type sera illustré par la taille de la colonne ;
- **Étape 4** : Tracer le diagramme à l'aide d'un logiciel statistique (Excel par exemple). Après l'introduction des fréquences dans un tableau ; le logiciel va classer les colonnes par ordre décroissante ;

- **Étape 5** : Tracer une ligne montrant le total cumulé ;
- **Étape 6** : Projeter la valeur de 80% par une droite sur les colonnes pour déterminer les éléments à traiter.

1.6.4 L'étape améliorer/innover

Après la détermination des causes sources de la variation dans l'étape d'analyse, il s'agit maintenant de trouver les solutions pour améliorer le processus et de faire une analyse des risques avant de faire un changement dans le processus.

1.6.4.1 Les démarches de l'étape

1.6.4.1.1 Trouver des solutions

i Brainstorming

Une séance de brainstorming ou bien appelé déballage d'idée consiste à regrouper un nombre de personnels pour proposer des solutions sur un problème donné. On distingue trois phases dans un déballage d'idées :

- La définition de l'objectif : c'est la formulation claire de l'objectif souhaité ;
- Déballage : chaque membre de groupe donne toutes les idées et éléments concernant le sujet, et aussi leurs critiques sur les autres idées ;
- Classification : la classification des idées sous un diagramme d'Ishikawa ou un tableau pour regrouper les idées similaires.

ii Méthode de Taguchi

La méthode Taguchi est une méthode statistique pour réaliser des plans d'expériences elle est beaucoup appliquée dans le domaine industriel dans le cadre de l'amélioration de la qualité, elle a pour objectif :

- De minimiser les variations ;
- D'obtenir des produits, processus et systèmes robustes et résistant aux bruits et perturbations externes.

iii TRIZ

TRIZ (Théorie de Résolution de Problèmes Inventifs) est une méthode de résolution des problèmes principalement techniques, élaborées en 1946 par l'ingénieur russe Genrich Altshuller, cette méthode est considérée comme une approche heuristique avec 40 principes d'invention qui sert à la résolution d'un problème.

1.6.4.1.2 Analyse des risques

i AMDEC

Après avoir trouvé des solutions pour régler le problème, ces solutions sont des modifications qui peuvent toucher le processus en amont ou bien en aval cela implique un risque qui doit être détecté de façon préventive. Pour limiter les risques on réalise une analyse AMDEC des défaillances potentielles.

L'AMDEC (Tableau 1.5) ou Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité, c'est une méthode d'analyse préventive des risques potentiels en ajoutant des actions préventives ou curatives (PILLET, 2004). Son but est de :

- Détecter les défauts dans la phase de conception ou de planification ;
- Recenser les risques et les hiérarchiser en déterminant leur criticité ;
- La mise en place des actions préventives ou curatives pour les risques.

Tableau 1.5 : Table d'une analyse AMDEC

Opération	Défaillance potentiel	Effet de défaut	Cause de défaillance	Note				Responsable	Action corrective
				G	D	F	C		

- Note G : Gravité ou sévérité de l'effet du défaut ou de la défaillance.
- Note F : La fréquence d'apparition de la cause.
- Note D : Détection probabilité de non détection de la cause.

Pour chacun, on fixe une note de 1 à 10. La « Criticité » est le produit de ces trois notes. Il faut apporter une action corrective à toute défaillance potentielle ayant une criticité supérieure à 100.

ii Le Poka Yoké

Est un système d'alerte visant à éviter (yoke) les erreurs involontaires (poka) au niveau des opérateurs.

iii Arbre de défaillances

Un arbre de défaillances est une technique d'ingénierie utilisée dans les études de sécurité. Cette méthode consiste à représenter graphiquement les combinaisons possibles d'événements qui permettent la réalisation d'un événement indésirable prédéfini.

1.6.5 L'étape contrôler

Dans cette dernière étape, l'objectif est de contrôler le processus et d'assurer que les solutions trouver sont stables.

1.6.5.1 Les démarches de l'étape

1.6.5.1.1 Détermination des tolérances

La mise en place des seuils de tolérances permet de contrôler les X et les facteurs de pilotage sur le degré de satisfaction des parties prenantes.

1.6.5.1.2 Contrôler le processus

A l'aide de la présentation des données dans des carte de contrôle (Figure1.11), et après l'interprétation, en prend des conclusions sur le processus en termes de stabilité, si en note des valeurs qui dépassent les tolérances on lance des investigations sur les causes de cette instabilité pour trouver la solution.

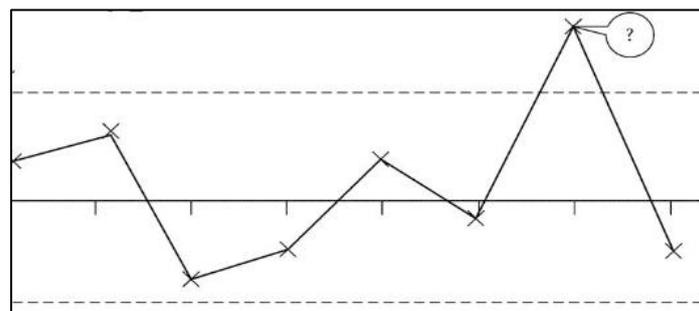


Figure 1.11 : Carte de contrôle

Les différentes cartes de contrôle

Les cartes de contrôle se présentent sous différentes formes (Kahouadji, 2018) :

Cartes aux valeurs (les échantillons comportent des mesures numériques) :

- **Carte en X et R** : on étudie la moyenne et l'étendue ;
- **Carte en X et S** : on étudie la moyenne et l'écart type ;
- Carte à la moyenne mobile (pour des échantillons de taille 1).

Cartes aux attributs (les jugements se limitent à Bon/Mauvais par des contrôles souvent visuels)

- Carte des proportions de non conformes ;
- Carte des nombres de non conformes ;
- Carte des nombres de défauts.

1.6.5.1.3 Standardisation

Dans certain cas la standardisation est considérée comme la sixième étape de la méthode Six Sigma. Cette étape consiste à faire pérenniser les améliorations à long terme en maintenant en place toutes les procédures appliquées précédemment (PILLET, 2004). La standardisation permet de faire un constat de l'évolution des différentes étapes de la méthode DMAIC, mais elle permet aussi de faire communiquer les résultats de la méthode à l'ensemble de l'entreprise

1.7 Six Sigma est une stratégie innovante

Le souci d'amélioration continue de l'efficacité et de l'efficience de l'ensemble des processus entre dans la politique d'excellence organisationnelle proposée par la méthode Six Sigma mais avant d'entreprendre une action, il faut se poser la question dans les termes suivants :

Est-ce que ça vaut le coup (coût) d'y aller ?

Six Sigma n'a pas pour vocation d'être un outil d'amélioration continue. D'autres approches telles que le Kaizen le font déjà très bien. Six Sigma doit permettre d'opérer une véritable percée.

L'introduction de Six Sigma traduit en partie cette évolution avec la volonté de changer de rythme dans l'amélioration de l'entreprise. L'amélioration continue est nécessaire, mais les logiques de l'amélioration continue ne permettent pas d'effectuer une percée ; pour cela, il faut procéder à une remise en cause plus fondamentale, il faut remettre à plat le processus, le produit ou les mentalités.

Cette percée n'implique pas forcément une révolution dans la manière de faire, ce peut aussi bien être la somme de petites actions résultant d'un changement dans la manière d'être. Par exemple, le strict respect des limitations de vitesse sur la route permettrait sans doute de faire une véritable percée en matière de nombre de tués sur les routes. Mais cela nécessite une rééducation complète de la plupart des automobilistes. C'est dans cette rééducation que réside la percée.

1.8 Six Sigma dans un contexte ISO 9001

En mettant en place une certification ISO 9001 version 2015, une entreprise est tenue de se poser les questions suivantes :

- Que souhaite réellement mon client ?
- Comment mesure-t-on ce niveau de satisfaction ?
- Comment notre organisation en place permet d'atteindre ce niveau de satisfaction ?

La mise en place de l'ISO donne une réponse un peu statique à ces questions en décrivant l'organisation des processus en place. Mais elle pose déjà la question plus dynamique qui concerne les

démarches qu'entreprend l'industriel pour améliorer la satisfaction des clients. En revanche, l'ISO ne propose pas et n'impose pas une démarche concrète qui permettrait de créer cette dynamique de progrès.

Six Sigma donne le moyen de créer cette dynamique. Il peut représenter le moteur de l'ISO : à savoir, améliorer les processus en partant du besoin du client. Pour ce faire, Six Sigma va s'appuyer sur la décomposition en processus de l'ISO 9001 version 2015, Six Sigma est une méthode capable de résoudre des problèmes ponctuels afin d'améliorer la satisfaction des clients. Son fondement même est la réduction de la variabilité dans les processus (PILLET, 2004).

En aucun cas, nous n'avons trouvé d'opposition entre ces deux approches qui nous semblent au contraire parfaitement complémentaires. La réduction de la variabilité passe par la description des processus et par le fait d'apporter la preuve que les écarts entre la description et les faits sont faibles. C'est le rôle de l'ISO 9001, c'est aussi le rôle de Six Sigma par une démarche volontaire et dynamique de progrès.

1.9 Quel est l'apport de l'intégration de la méthode Six Sigma dans une démarche de performance industrielle ?

On vient de voir que Six Sigma s'intègre parfaitement dans un environnement qualité, dans un environnement Lean Production et même dans un environnement Supply Chain. C'est donc un véritable outil de la performance industrielle !

Aujourd'hui, pour continuer à jouer son rôle, l'entreprise doit être sans cesse en mouvement, s'adapter aux conditions changeantes, améliorer son niveau de qualité. Elle doit s'attaquer aux problèmes majeurs, éteindre des incendies, préparer les produits de demain mais avec des ressources limitées.

Pour tenir ce pari Il faut améliorer la productivité dans la conduite d'actions de progrès.

- Comment résoudre rapidement tous ces problèmes qui se posent ?
- Comment gérer l'ensemble des projets qui sont conduits dans l'entreprise ?
- Comment coordonner tous ces projets afin qu'ils restent cohérents avec la stratégie de l'entreprise ?

Répondre à toutes ces questions, c'est précisément l'objectif de la mise en place d'un programme Six Sigma.

Mais pour réussir, il est important que les entreprises comprennent à quel point les valeurs et la philosophie de Six Sigma peuvent différer des croyances, valeurs et priorités sur lesquelles on met l'accent avant le déploiement de Six Sigma. Pour implémenter Six Sigma, il faut être ouvert, prêt au changement, avide d'apprendre.

On ne change pas la culture par des incantations : les valeurs reposent sur des croyances et pour changer les valeurs il faut changer les croyances.

Le cycle de changement commence par la mesure. Mikel Harry nous dit : « De nouvelles mesures apportent de nouvelles données, de nouvelles données apportent de nouvelles connaissances, de nouvelles connaissances apportent de nouvelles croyances et de nouvelles croyances apportent de nouvelles valeurs. ». C'est en se fondant sur ces nouvelles valeurs que l'on pourra créer les changements profonds capables de mettre l'entreprise sur le chemin de la performance industrielle (PILLET, 2004).

1.10 Conclusion

Le but principal de la méthode Six Sigma est la réduction des causes de la variabilité, l'application de Six Sigma puisse améliorer les processus dans le système de management de la qualité ISO 9001 en réduisant les causes de la variabilité de processus.

Ce chapitre a montré que la méthode Six Sigma s'articule en cinq grandes étapes, dans chaque étape on vise un but bien déterminé, par la suite de la conduite et par l'utilisation des outils dédiés pour chacune des cinq étapes.

Plusieurs recherches et projets réalisés depuis la première application à Motorola ont montré des résultats et solutions satisfaisantes, ce qui prouve que cette méthode est un bon choix pour la résolution des problèmes industriels.

Chapitre 2 : *Présentation de l'organisme*
CERAM DIVINDUS (unité de Ghazaouet)

2.1 Introduction

Après l'explication de la démarche Six Sigma en chapitre 1, nous allons présenter l'entreprise d'accueil et le champ d'application, avec le processus de production et sa politique de qualité.

Dans ce deuxième chapitre, Nous allons aussi analyser les données fournis par le département de la qualité et environnement en ce qui concerne la production et les défauts en 2017 et 2018 pour tirer une conclusion sur la performance de la chaîne de production.

2.2 Présentation de l'entreprise

CERAM DIVINDUS l'unité de production des produits céramique sanitaire, située à 5 km de port de Ghazaouet (wilaya de Tlemcen). L'entreprise a été construite par la société AGROB ANLAGENBAU GMBH et elle est entrée en production en janvier 1978, avec une capacité de production de 400 000 produits par an.

Les produits mis en marché par CERAM DIVINDUS sont de différentes gammes (8 gammes et 13 produits), la liste suivante montre tous les produits classés par gamme :

- **Keral Plus** : Lavabo, Colonne, Siège anglais SH/SV, Réservoir, Bidet, Tablette, Porte savon PM, Porte-savon GM ;
- **Ryma Prime** : Lavabo, Colonne, Siège anglais SH/SV, Réservoir, Bidet ;
- **Djawhara** : Lavabo, Colonne, Siège anglais SH/SV, Réservoir, Bidet ;
- **Saba** : Lavabo, Colonne, WC Anglais, Réservoir, Bidet, Tablette, Porte-savon PM, Porte-savon GM ;
- **Assala** : Lavabo PM, Colonne PM, Lavabo GM, Colonne GM, WC Anglais, Réservoir, Bidet, Tablette, Porte-savon PM, Porte-savon GM, Porte glace ;
- **Ichraf** : Lavabo, Cache siphon, WC Anglais, Bidet ;
- **Alia** : Lavabo, Cache siphon, WC Anglais, Bidet ;
- **Divers** : Receveur de douche, Evier de cuisine STP, Bac simple, Bac double, Siège anglais torrente, Bac à bain, Siège turc, Siège turc Plus, Lave-mains simple, Lave-main coin, Lave-main coquillage, Lavabo Vasque, Porte-glace.

Les directions et niveaux de responsabilité sont présentés par l'organigramme suivant (Figure 2.1).

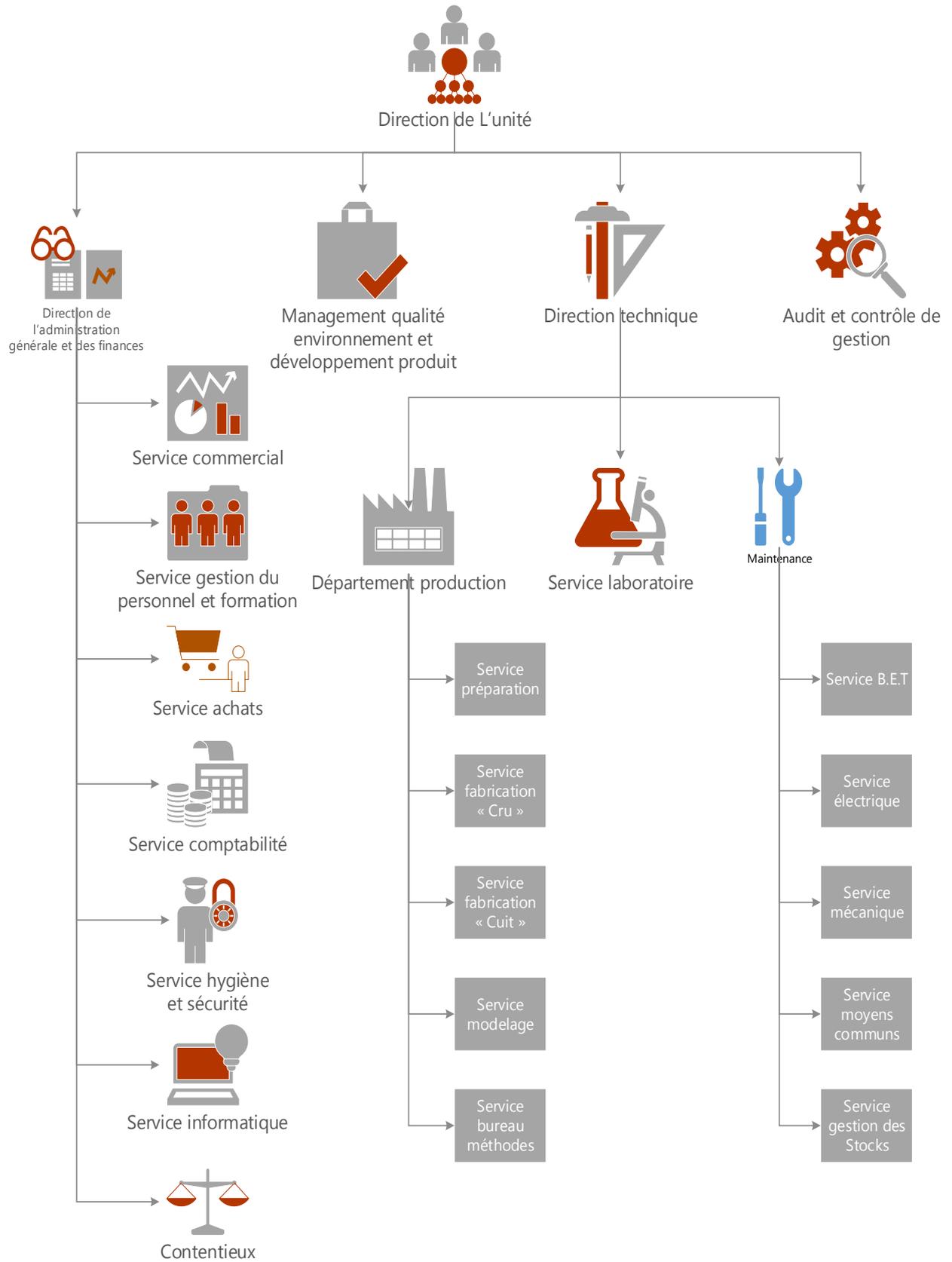


Figure 2.1 : Organigramme de l'entreprise CERAM DIVINDUS

2.3 Chaîne de production

La chaîne de production (Figure 2.2) possède 7 ateliers, service de laboratoire et service de commercialisation.

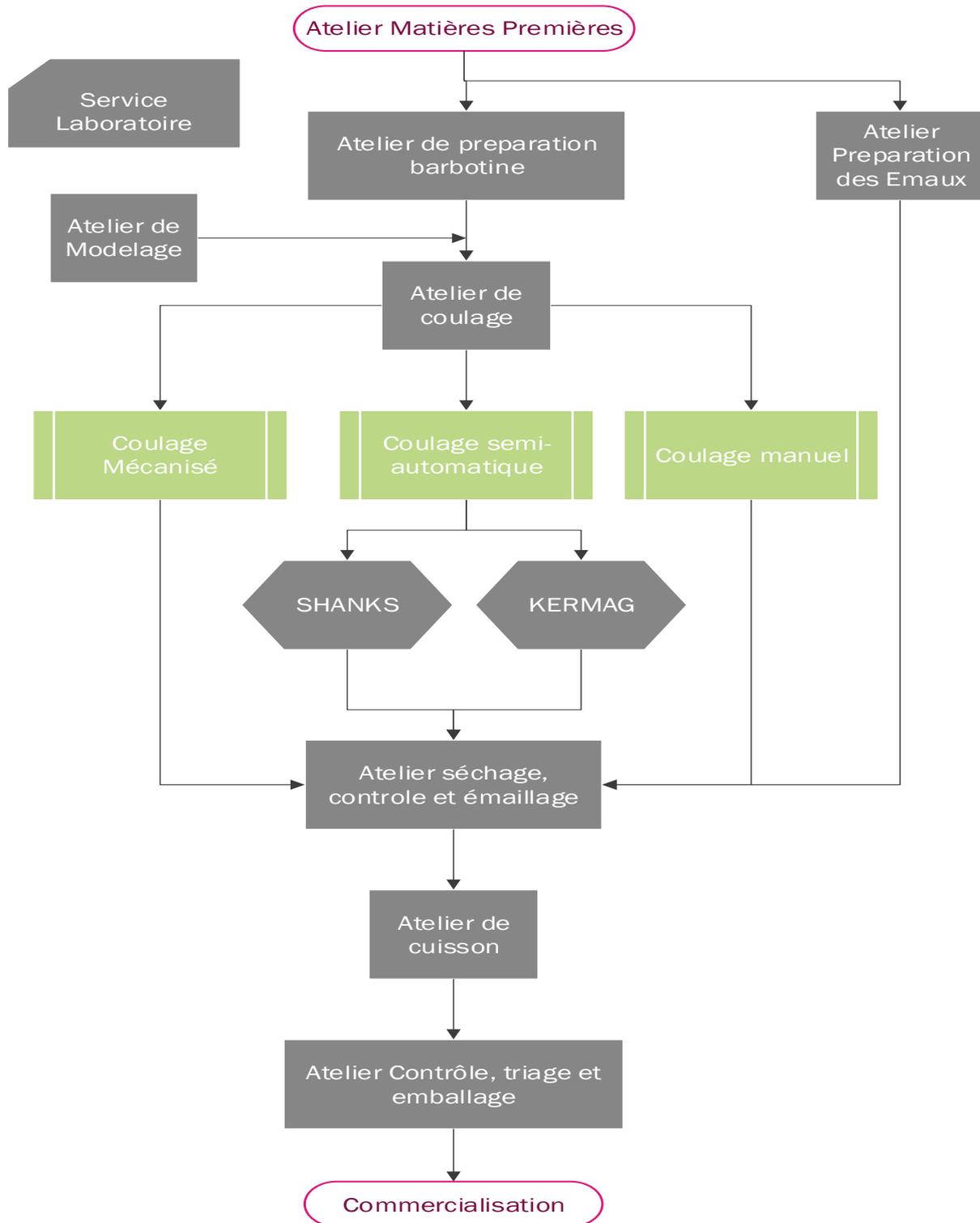


Figure 2.2 : Chaîne de production

2.3.1 Réception et contrôle de matières premières

La matière première et les auxiliaires sont contrôlés, le chef gestionnaire de stock est chargé par le contrôle quantitatif des matière réceptionnées, et le contrôle qualitatif et une mission de laboratoire.

2.3.2 Service Laboratoire

Ce service à plusieurs disciplines dans la chaine de production, l'équipe de laboratoire et responsable de faire des contrôle et vérification sur :

- Caractéristiques rhéologiques des barbotines pâtes et émaux en termes de : épaisseur 1 mm et épaisseur 2 mm, densité, viscosité, température, thixotropique ;
- Caractéristiques du plâtre ;
- Caractéristiques qualitatives des matières premières et auxiliaires.

Une des missions de ce service est de faire des essais et recherches des nouvelles compositions des pâtes et émaux, ces recherches peuvent aider l'entreprise en termes de réduction des frais et cout de production et aussi bien pour le but de l'amélioration de la qualité des produits.

2.3.3 Préparation barbotine

La préparation de la barbotine passe par trois phases :

- Préparation jus de sable ;
- Préparation jus d'argile ;
- Préparation barbotine.

2.3.3.1 Préparation jus de sable

Les matières premières nécessaires pour préparer le jus de sable sont le sable (90 %) et le kaolins LS (10 %), à l'aide d'un d'une pelle, les deux matières sont pesées, puis sont acheminées vers un moulin broyeur à l'aide d'un doseur linéaire par bandes. À l'intérieur de moulin broyeur existe des boulets en silex revêtu en alumine (30,40,50, et 60 mm de diamètre), et 4500 litres de l'eau traitée, 4.5 Kg de Dolaflex et 8 Kg de silicate de soude sont ajoutées. Ensuite, le broyage s'effectue pendant 15 heures à 8500 tours afin d'obtenir le jus de sable. Le rôle de laboratoire dans cette phase est de mesurer la densité pour faire des corrections si nécessaire avant de vider le broyeur et le transféré aux cuves de stockage sous agitation lente et permanente.

2.3.3.2 Préparation jus d'argile

5000 Kg d'argile avec 3100 litres d'eau traitée et 15 Dolaflex B sont mélangés dans des cuves de 40 m³, pendant 4 heures. Le mélange soumis sous agitation rapide, cette composition (jus d'argile) passe vers la station de tamisage grossier et transite par des cuves souterraines. Le jus est pompé vers le tamisage fin vibratoire.

Puisque cette composition contient du fer qui influe la qualité de jus d'argile, elle subit un déferrage magnétique pour enlever le fer. Le filtrat est stocké sous agitation lente et permanente

2.3.3.3 Préparation barbotine

Dans la sortie de cette étape on obtient la barbotine, et cela par mélange de plusieurs composants :

- Jus de sable ;
- Jus d'argile ;
- 1600 litres d'eau traitée ;
- 15 Kg de Silicate de soude ;
- 17 Kg Dolaflex B ;
- 5300 Kg de Kaolin CMO559B ;
- Felds path (Nm 1600 Kg, Kpf 2800 kg) ;
- 1400 Kg de Kaolin par kaolin.

2.3.4 Préparation des émaux

La préparation des émaux passe par deux phases de broyage en ajoutant dans la deuxième les défloculants et la colle, la préparation est sur la base de la formulation de laboratoire.

Les matières utilisées pour la préparation des émaux sont : Dolomie importée, Craie, Feldspath EX, Carbonate de baryum, oxyde de zinc, kaolin Chamotte, Quartz, Talc Q1 et Silicate de zirconium, Colle, Verre soluble, Formaldéhyde et Basonyl.

2.3.4.1 Broyage-phase 1

Après pesé les quantités des matières sont mélangées avec l'eau traité dans une moulin broyeur qui tourne à 1600 tours.

Le laboratoire assure les mesures techniques de la composition en termes de densité, résidu sur tamis 40 µm et la nuance couleur.

2.3.4.2 Broyage-phase 2

Après le contrôle de laboratoire, les matières auxiliaires (les défloculants et la colle) sont ajoutées au moulin broyeur en augmentant sa vitesse à 8000 tours.

Le laboratoire assure une autre fois les mesures techniques de la composition (densité, résidu, la nuance couleur, viscosité et nappage). L'émail est stocké dans des cuves munies d'une agitation permanente.

2.3.5 Modelage

Aussi appelé réalisation des moules qui sont utilisées pour la fabrication des produits sanitaires. Leur réalisation passe par trois étapes :

2.3.6 Réalisation du modèle en plâtre

Le modèle en plâtre est réalisé en dimension et formé par le modelleur afin d'obtenir la pièce en modèle désirée.

2.3.6.1 Réalisation de la matrice

- a. À partir du modèle en plâtre une matrice également en plâtre est confectionnée. Sa construction comprend la réalisation de la base des côtes et couvercle.
- b. Le moule de la matrice en plâtre est utilisé pour réaliser une matrice en résine. Elle est revêtue d'une épaisseur de 12 mm à l'aide d'un Duroshel flexible. Cette flexibilité capte le mouvement du plâtre lors de sa prise.

2.3.6.2 Réalisation des moules d'exploitation

Une équipe prépare le mélange de plâtre coulé dans les matrices en résine. Les moules extraites sont séchées par un séchoir pendant 5 à 6 jours à une température qui ne dépasse pas 50 °C.

Le service de laboratoire contrôle l'humidité d'un échantillon de ces moules, et sont stockés.

2.3.7 Le coulage

La barbotine préparée dans le premier atelier de préparation barbotine est coulée dans des moules. Le coulage barbotine à CERAM est effectué en deux modes :

2.3.7.1 Manuel et semi-automatique (Méthode traditionnelle)

Dans le coulage manuel, toutes les étapes se font manuellement par contre pour le coulage semi-automatique « SHANKS » sauf le démoulage se fait manuellement par des ouvriers, ces derniers versent la barbotine dans les moules, après 45 min les pièces sont démoulées et contrôlées.

2.3.7.2 Mécanisé (Méthode coulage automatisé sous pression)

Dans ce mode, le coulage et le démoulage sont automatisé à l'aide d'un bras manipulateur de démoulage programmé à partir d'un API Siemens. Le coulage mécanisé produit des pièces de WC Anglais dont la gamme est RYMA' et NOOR

La barbotine passe vers des réservoirs chauffage pour augmenter sa température jusqu'à 40°C, Les machines de coulage versent cette dernière dans des moules. Une machine peut traiter 4 à 5 articles à la fois pendant seulement 23 minutes en moyenne.

2.3.8 Séchage

Avant de procéder à la cuisson, il est nécessaire d'évacuer l'eau qui a servi au façonnage. Les pièces crues issues du coulage manuel, semi-automatique et du coulage mécanisé sont transportées vers les séchoirs à chambres (en nombre de 06) et de capacité (32 chariots),

subissent un cycle de séchage durant 20 heures et à une température de 80° selon la typologie du produit.

Le séchage s'effectue en deux phases :

- a. Première Phase : la perte d'eau apparaît à la surface, on effectue le séchage dans une atmosphère humide.
- b. Deuxième phase : L'air humide est retiré et remplacé par de l'air chaud, le séchage dure jusqu'à atteindre une humidité de 1% au maximum.

2.3.9 Dépoussiérage Emaillage

Les pièces admises au contrôle finition sont transférées dans des cabines d'émaillage où l'émailleur sous la supervision du chef d'équipe émaillage procède à l'application des couches d'émail sur ces pièces crues.

L'atelier de dépoussiérage et émaillage est composé de deux structures :

2.3.9.1 Structure contrôle et finition

Les produits sortants des séchoirs sont acheminés vers la zone de stockage des produits séchés. Le contrôleur commence par le dépoussiérage de la pièce en utilisant l'air comprimé puis procède à son contrôle visuel qui doit répondre aux critères de sélection (Absence de bulles d'air, absence de fissures, absence de déformations et des ébréchures et de particules de plâtre, perçage adéquat) et ceci pour la reprise d'éventuelles défauts ou fissures. Les articles présentant des défauts sont réparés.

Les pièces conformes passent à la finition puis au nettoyage à l'aide de l'air comprimé (pour éliminer tous les défauts), enfin le produit est essuyé avec une éponge humide, puis envoyé vers les cabines d'émaillage.

2.3.9.2 Structures émaillage

L'opération d'émaillage consiste à couvrir l'article (face, arrière et intérieur), d'une couche mince, généralement de 0,15 à 0,5 mm d'épaisseur, à l'aide d'un pistolet.

Les pièces conformes, doivent répondre aux critères suivants :

- Absence d'excès d'émail ;
- Absence de manque d'émail ;
- Absence d'ébréchures ;
- Pièces identifiées (N° D'émailleur) ;
- Control de saleté d'émail.

L'émaillage est une étape très importante du processus. Son rôle consiste à :

- Donner aux pièces un bel aspect ;
- Rendre la pièce utilisable et plus pratique ;

- Obtenir une surface dure, facilement lavable.

Durant la dernière phase le rectifieur doit essuyer la bouche du réservoir avec une éponge humide, appliquer de l'alumine à l'aide d'un pinceau sur la périphérie du couvercle du réservoir et aussi rectifier la base de WC Anglais avec une raclette.

2.3.10 Cuisson

La cuisson est un phénomène très important dans la fabrication des produits céramiques, cela revient à la réaction chimique et au phénomène de filtrage qui provoque une bonne microstructure des particules. Parmi les facteurs qui influent, on cite : la température de cuisson, le palier de la cuisson, la vitesse d'augmentation de la température, densité de changement.

La société CERAM DIVINDUS possède 2 fours automatique pour la cuisson un qui fonctionnent en continuité 24h avec une longueur de 105 m (9 m séchoir 96 m four), un four intermittent (pour la cuisson des pièces réparer). Le produit passe dans trois zones de cuisson : Le préchauffage, la cuisson (température jusqu'à 1200 °C), et le refroidissement qui passe par deux étapes ; rapide et lent.

Les pièces émaillées sont mises sur wagon par les enfourneurs/défourneurs sous la responsabilité du chef de quart et du chef d'atelier, puis au moyen de transbordeur, ces wagons sont en fourées dans des fours tunnels ou intermittent pour subir l'opération de cuisson.

A la sortie des fours, les pièces cuites sont défournées, retirées des wagons et remises à nouveau sur des chariots pour être transférées vers l'atelier choix et triage.

2.3.11 Tri contrôle et emballage

Les pièces défournées sont contrôlées suivant les plans de conformité, d'esthétique et de fonctionnalité. Les pièces jugées non conformes sont rebutées, celles jugées bonnes sont admises soit :

- En premier choix.
- En deuxième choix.

Un échantillonnage de pièces subit le test de l'essai hydraulique, d'autres feront l'objet d'un contrôle de poids.

L'opération de contrôle et tri est sous la responsabilité du chef d'équipe tri et conditionnement et du chef d'atelier choix et triage sous la supervision du chef de service fabrication cuite.

Les pièces cuites sont acheminées de la zone de stockage des pièces détournées vers les tables de contrôle. Le contrôleur procède au contrôle de la résonance de la pièce à l'aide d'un martelet métallique afin d'identifier les pièces qui possèdent des fissures. Les pièces jugées

rebutées, sont écartées dans un bac destiné à la casse, les pièces jugées à réparer subissent des corrections à l'aide d'un rectifieur et les bonnes pièces subissent ensuite un contrôle visuel de l'aspect de la surface. Pour le choix de la pièce destinée à l'emballage, il y'a des défauts qu'on peut tolérer (T face cachée de la pièce) et d'autres qu'on ne peut pas tolérer (NT). Ceci dépend du choix de la pièce (Premier choix et deuxième choix).

Les critères de sélection des produits intéressent généralement l'hygiène et l'aspect. En ce qui concerne les premiers on a :

- Fissures- Écaillages ;
- Tressailages ;
- Trous ;
- Manque d'émail ;
- Grain de chaux.

Pour les deuxièmes on a :

- Coulores d'émail ;
- Grain sous émail ;
- Grain sur émail ;
- Tâches franches ;
- Insuffisance d'émail ;
- Coups et ébréchures.

La section emballage reçoit toutes les pièces jugées bonnes et identifiées en premier et deuxième choix.

2.4 Le service commercial

Le service commercial est responsable de l'état des stocks et la mise en place de mécanismes permettant une meilleure gestion de la fonction commerciale ainsi qu'un suivi régulier des commandes des clients.

Les pièces emballées, sont stockées au niveau de l'aire de stockage des produits à commercialiser, sous la responsabilité du chef de section gestion des stocks produits finis.

Sur la demande du client, un bon de chargement est établi et transmis au magasinier dépôt pour enlèvement. La gestion du commercial repose surtout sur le marketing et la force de vente, jouant un rôle très important dans la mesure de la satisfaction du client, des traitements de réclamation, du recueil et validation des exigences du client et aussi pour la recherche des conventions de marchés avec différentes sociétés privées ou étatiques pour enfin programmer et préparer des commandes diverses.

La marchandise, livrée et chargée sur camion au moyen de chariot élévateur, ne quitte l'usine jamais qu'après établissement de la facture « Procédure de vente et livraison »

2.5 La politique de qualité et environnementale de CERAM Divindus unité de Ghazaouet

Le système de management de la qualité de CERAM Divindus à plusieurs discipline et application au sein et en externe de l'entreprise avec toutes les parties prenantes.

La bonne plateforme et la bonne maitrise des exigences en ce qui concerne le système de management de la qualité et environnement a permis de l'entreprise d'avoir les certification ISO 9001 et ISO 14001 versions 2015, cette maitrise a touché les pôles et activités de l'entreprise (Annexe 1).

En ce qui consiste la politique qualité, elle se traduit par l'adaptation d'une approche systématique de la gestion de la qualité adéquate avec la norme ISO 9001 2015. Tous les salariés de l'organisation participent au succès de l'entreprise, l'entreprise implique les employés dans la gestion de la qualité, cette ressource humaine est managée à l'aide des formations. Pour satisfaire les clients et les parties prenantes de l'entreprise, elle s'appuie toujours sur l'amélioration continue de la qualité ces produits et services et de son processus de la production.

Le deuxième point de la politique qui est l'environnement, CERAM Divindus adopte une approche systématique de la gestion de l'environnement adéquate avec la norme ISO 14001 2015 :

- Par le respecter les exigences environnementales, réglementaires et légales ;
- Réduction des impacts environnementaux liés aux activités, produits et services ;
- L'optimisation de la gestion des déchets etc.

2.6 Procédure écoute client

La procédure de l'écoute client par mesure de satisfaction et traitement des réclamations et pour l'objectif d'éliminer les causes des non-conformités, des défauts et tous les situations indésirables, cette procédure est aussi présente pour identifier les actions d'amélioration afin de satisfaire le client.

Cette procédure est appliquée avec les clients et le personnel de l'entreprise afin de garantir la fidélité des partie prenantes.

Après la collection des information (par des enquêtes, entretiens...) une partie de traitement de ces informations par le responsable marketing en termes de niveau de satisfaction des clients en ce qui concerne la qualité de produit, la livraison et le service client, ce traitement des réclamations est finalisé par une synthèse des suggestion client pour les actions correctifs ou amélioratifs.

2.7 Procédure contrôle qualité et conformité des produits

Cette procédure a pour but de décrire la méthode de libération du produit à toutes les étapes de la production, elle s'appuie au produit dans toutes les étapes de la production.

Dans chaque étape de la chaîne de production, une équipe est chargée de rédiger les informations sur la production en termes de tests de laboratoire, quantité produite de chaque produit semi finale et finale, nombre et type de pannes, nombre et type de défaut par produit...

La collection des données de processus sur les différents défauts et non conformités des produits est prise en charge par le département de management la qualité (Figure 2.3).

La collection des données à l'importance pour le but de l'amélioration continue, tous défauts et non-conformité et analysés pour offrir la bonne action corrective.

2.7.1 Moule en plâtre :

- Bonne finition du moule (à l'intérieur et à l'extérieur) ;
- Absence des bulles d'air à l'intérieur du moule ;
- Absence d'ébréchures ou fissures ;
- Etanche lors du coulage barbotine ;
- Respect des diamètres des tuyaux ;
- Moule bien identifié (N° couleur, date de coulage).

2.7.2 Produit cru au niveau coulage

- Absence de bulles d'air ;
- Absence de fissures (tous types de fissures) ;
- Absence de déformation ;
- Absence d'ébréchures (choc mécaniques) ;
- Absence de particules de plâtre ;
- Perçage adéquat ;
- Pièces bien identifiées (N° couleur, date de coulage).

2.7.3 Produit cru au niveau dépoussiérage

- Absence de bulles d'air,
- Absence de fissures (tous types de fissures) ;
- Absence de déformation ;
- Absence d'ébréchures (choc mécaniques) ;
- Absence de particules de plâtre ;
- Perçage adéquat ;
- Absence de chute de pièce ;
- Absence de poussière sur la pièce.

2.7.4 Produit cru après émaillage

- Absence de manque d'email ;
- Absence d'excès d'email ;
- Absence de chute de pièces ;
- Absence d'ébréchures ;
- Pièces bien identifiés (N° d'émailleur).

2.7.5 Produit émaillé au niveau enfournement

- Absence de chute de pièces ;
- Absence d'ébréchures ou de fissures ;
- Pièces bien dépoussiérées ;
- Pièces bien identifiés (N° d'équipe four).

2.7.6 Produit cuit au niveau défournement

- Pièces identifiées ;
- Absence de défauts visuels ;
- Charge respectée.

2.7.7 Produit fini (Pièces après triage)

- Contrôle de résonance de la pièce pour identifier les pièces présentent des chocs (thermique, à la mauvaise manutention ou au démoulage) ;
- Contrôle visuel de l'aspect de la surface de la pièce ;
- Contrôle géométrique des pièces (déformation ; ovalité des sorties de siphon et de différents perçages).

CERAM Divindus						Réf : FR.G.08.82
Unité de Ghazaouet	Fiche de contrôle produit					Date :
						Page :

Moule Produit cru au niveau coulage Produit cru au niveau dépoussiérage Produit après émaillage
 Produit émaillé au niveau enfournement Produit cuit au niveau défournement Produit fini

Echantillon à contrôlé			Résultats de contrôle				
Agent Contrôlé (N° pointage, N° pièce ou N° d'équipe) :	Articles	Nombre de pièces	Nombre de pièce contrôlée conforme	Nombre pièce contrôlée non conforme	Taux de non conformité	Causes de la non conformité	Décision

Visa des contrôleurs : Nom : Nom :
 Qualité : Qualité :

Figure 2.3 : Fiche de contrôle

L'un des missions de l'équipe de production est de remplir des rapports journalières, mensuel et annuel (Tableau 2.1 et 2.2), ces rapports contiennent des informations de type :

- Nombres des articles contrôlés ;
- Nombre de rebut ;
- Nombre des pièces produises par chaque employé ;
- Nombre de défaut par article et par employés ;
- Production par phase ...

Tableau 2.1 : Rapport mensuel de production par phase (Janvier 2017)

ARTICLE	COULAGE			DEPOUSSIERAGE			EMBALLAGE			CUISSON			TRIAGE			MODELAGE			CUMUL PRODUIT FIN	REB TOTAL	
	Prev	P.C	P.B	TAUX	Prev	P.C	P.B	TAUX	Prev	P.E	Prev	P.E	P.R	Prev	P.C	P.B	TAUX	P.C			Prev
RECEVEUR DE DOUCHE PLUS	1976	772	606	21.5	1906	608	541	11.02	1882	504	1682	476	6	1635	557	266	52.24	49	1300	266	20.46
RECEVEUR DE DOUCHE 700X700 PLAT	0	963	912	5.3	0	954	787	17.51	0	746	0	731	30	0	704	496	29.55	2	0	496	0
EVIER DE CUISINE	708	1234	1445	7.21	707	1233	1175	4.7	693	1221	693	1228	17	681	1056	801	24.15	42	600	801	133.5
BAC SIMPLE	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W.C ANGLAIS SH RYMA PRIME	3729	4748	4660	1.85	3626	4379	4012	8.38	3355	3948	3355	3408	88	3302	3394	3036	10.55	0	2800	3036	108.43
W.C ANGLAIS KERAL MECANISE SH	4797	4748	4567	3.81	4230	4203	3374	19.72	3470	3203	3470	2644	33	3446	3033	2679	11.67	0	2800	2679	32.63
W.C ANGLAIS KERAL PLUS SH	353	0	0	0	336	0	0	0	328	0	328	90	3	325	0	0	0	0	300	0	3.23
W.C ANGLAIS SH SABA	0	29	26	10.34	0	16	10	37.5	0	10	0	9	0	0	10	8	20	0	0	0	0
W.C TORRENTE SH PRIME	1155	1442	1016	11.03	997	927	862	7.01	848	829	848	754	9	843	777	670	13.77	0	700	670	95.71
W.C TORRENTE SV PRIME	358	941	714	24.12	287	692	580	16.18	241	476	241	545	8	240	556	448	19.42	27	200	448	224
W.C ANGLAIS SV RYMA PRIME	0	72	36	50	0	30	20	33.33	0	5	0	6	0	0	4	4	0	0	0	4	0
W.C ANGLAIS KERAL PLUS SV	1178	1851	1636	11.62	1156	1486	1289	13.26	1118	1189	1118	1244	12	1108	1121	682	39.16	24	1000	682	68.2
W.C ANGLAIS SV ASSALA	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W.C ANGLAIS SH SABA	0	16	8	50	0	2	1	50	0	1	0	2	0	0	3	1	66.67	0	0	1	0
RESERVOIR RYMA PRIME	3020	1080	1072	0.74	2979	912	861	5.59	2914	896	2914	854	21	2880	1658	935	11.63	0	2500	935	37.4
RESERVOIR SABA	0	51	51	0	0	45	36	20	0	35	0	34	0	32	21	34.38	0	0	0	21	0
RESERVOIR NOUR	2870	1080	1073	0.65	2863	882	849	1.51	2807	783	2807	1028	15	2770	1065	1013	4.88	0	2500	1013	40.52
BAC A BAIN	0	15	13	13.33	0	7	6	14.29	0	6	0	6	0	0	6	5	16.67	0	0	5	0
LAVABO KERAL MECANISE	2890	2484	2454	1.21	2441	2604	2361	9.33	2299	2385	2299	2397	32	2280	1817	1664	8.42	0	2000	1664	83.2
LAVABO KERAL	0	2079	2054	1.2	0	2031	1997	1.67	0	2335	0	2532	12	0	1619	1533	5.31	47	0	1533	0
LAVABO RYMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	7	12.5	60	0	7	0
LAVABO RYMA PRIME	2871	2484	2401	3.34	2396	2248	2062	8.72	2208	2043	2208	1470	22	2183	1454	1387	8.05	0	2000	1387	68.85
LAVABO SABA	0	51	31	39.22	0	22	18	18.18	0	20	0	0	0	0	5	3	40	0	0	3	0
LAVABO NOUR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
LAVABO ASSALA G.M	0	6	6	0	0	8	4	50	0	6	0	4	0	0	7	7	7	0	0	7	0
COLONNE KERAL MECANISEE	2837	3312	3265	1.42	2738	3152	3038	3.62	2700	3021	2700	2316	70	2658	2701	2682	1.44	0	2600	2682	102.38
COLONNE RYMA PRIME	2831	3312	3245	2.02	2797	3030	2956	2.44	2689	2973	2689	2796	40	2649	2633	2475	6	0	2600	2475	95.19
COLONNE SABA	0	12	10	16.67	0	8	7	12.5	0	5	0	5	0	0	5	5	0	0	0	5	0
COLONNE ASSALA G.M	0	2	2	0	0	4	4	0	0	6	0	4	0	0	14	14	0	0	0	14	0
W.C TURC GHAZAOUET	6849	9849	9714	1.37	6673	9715	9551	1.69	6590	9479	6590	8208	137	6487	9237	8588	7.03	0	6000	8588	143.13
W.C TURC PLUS	8412	9103	9026	0.85	8331	9002	8958	0.49	8301	8886	8301	9031	62	8240	9079	8547	5.86	9	8000	8547	106.84
W.C TURC AVEC RINÇAGE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0
LAVE MAINS COIN	0	90	87	3.33	0	62	60	3.23	0	70	0	75	0	0	48	46	4.17	0	0	46	0
LAVE MAINS COQUILLAGE	1460	1667	1789	4.18	1438	1604	1527	4.8	1421	1534	1421	1465	6	1416	1468	1368	7.94	67	1300	1368	105.23
VASQUE ICHRAF	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TABLETTE	667	198	195	1.52	598	297	226	23.91	538	229	538	212	0	529	241	231	4.15	59	500	231	46.2
TABLETTE ASSALA	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
PORTE SAVON P.M. SABA	0	0	0	0	0	8	4	50	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORTE SAVON P.M. ASSALA	0	40	40	0	0	25	21	16	0	14	0	16	0	0	12	12	0	0	0	12	0
PORTE SAVON P.M.	575	1750	1718	1.83	564	1801	1582	12.16	523	1557	523	1430	0	522	1440	1404	2.5	0	500	1404	280.8
PORTE GLACE ASSALA	0	3	3	0	0	2	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAUX	48736	55390	53581	3.27	47063	51983	48775	6.17	44725	48407	44725	45062	623	44194	45187	40973	9.33	386	40200	40973	101.92
																					#DNV/0
																					18331

Tableau 2.2 : Rapport annuel des défauts (année 2017)

DESIGNATION ARTICLE	TYPE DE DEFAUT	FISS	FISS	FISS	FISS	FISS	DEFOR	BULLE	PONTS	MAUIA	EMPRE	EMAIL	MANQUE	EGES	RETRAIT	COVER	SALETTE	CHOC.AV	DEFOUR	CH.PCES	CH.PCES	ALUM	FISSURE	PONTS	SALET.	EMBALL.	SUR	SOUS	DEFAU.	SALET.	FISS	TOTAL	
		BASE	DIAG	INTE	SYRH	DEMO	FLXA	DIAR	PLATRE	FINIT	EMAIL	COLLE	EMAIL	EMAIL	EMAIL	EMAIL	COLLE	EMAIL	CUSSION	MEMENT	AV.EMA.	AP.EMA.	REPROD	DE FER	FOUR	EMBALL.	SUR	SOUS	DEFAU.	SALET.	FISS	TOTAL	
RECEVEUR DE DOUCHE PLUS		220	0	375	1	955	0	22	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	32	12	1	25	3	173	0	41	6	0	0	0	1945		
RECEVEUR DE DOUCHE 700X700 PLAT		67	0	113	1	1676	0	18	4	0	14	0	2	0	0	0	0	64	5	1	12	1	387	0	44	3	0	0	0	0	2429		
EVIER DE CUISINE		18	0	1	0	1002	0	31	4	0	27	0	0	0	1	66	0	12	46	39	44	2	16	0	167	5	27	0	0	0	1512		
BACS SIMPLE		1	0	0	175	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	17	5	16	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	233	
W.C ANGLAIS SH RYMA PRIME		1606	0	0	110	911	1	484	21	0	64	0	188	0	13	5	0	18	593	94	9	141	0	14	0	59	6	0	0	0	4337		
W.C ANGLAIS KERAL MECANISE SH		1195	0	2	33	1086	26	67	10	0	22	0	82	6	2	11	0	18	219	39	2	102	0	3	0	81	0	0	0	0	3066		
W.C ANGLAIS KERAL PLUS SH		52	0	0	31	192	0	8	5	0	13	0	6	0	0	0	0	4	22	7	1	16	0	0	5	0	0	0	0	0	362		
W.C ANGLAIS SH ASSALA		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
W.C ANGLAIS NOUR SH		39	0	0	5	107	0	1	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	17	5	0	13	1	0	0	5	0	0	0	0	0	199	
W.C ANGLAIS SH SABA		1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
W.C TORRENTE SH PRIME		52	0	0	83	731	0	40	5	0	33	0	6	0	0	0	0	5	51	10	2	56	1	0	18	2	3	0	0	0	0	1100	
W.C TORRENTE SV PRIME		43	0	0	31	480	4	47	8	0	16	0	19	0	0	0	0	8	38	14	2	28	0	0	0	0	1	0	0	0	0	752	
W.C ANGLAIS SV RYMA PRIME		100	0	0	24	203	0	1	5	0	1	0	16	0	0	0	0	9	9	2	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	373	
W.C ANGLAIS KERAL PLUS SV		221	0	0	74	1107	0	9	17	0	53	0	88	0	0	0	0	3	89	25	1	58	1	3	0	67	1	5	0	0	1825		
W.C ANGLAIS SV ASSALA		1	0	0	0	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
W.C ANGLAIS SV SABA		3	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
RESEVIOIR RYMA PRIME		2	0	1	495	1959	3	24	18	0	53	0	9	0	0	0	0	10	135	28	5	20	3	0	0	2	1	0	0	0	0	2831	
RESEVIOIR SABA		0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11	
RESEVIOIR NOUR		4	0	0	298	1127	2	15	11	0	29	0	5	0	3	5	51	3	61	31	1	25	2	0	0	1	5	0	0	0	0	1679	
BAC.A BAIN		0	0	0	0	25	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	
BIDET KERAL		0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
BIDET RYMA		0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
LAVABO KERAL MECANISE		63	0	0	0	1516	0	197	6	0	28	0	117	0	0	0	0	24	124	38	2	19	0	3	0	13	2	0	0	0	0	2199	
LAVABO KERAL		18	0	0	0	193	0	87	144	0	31	0	15	0	12	8	0	5	42	21	1	21	0	10	0	7	7	1	0	0	0	606	
LAVABO RYMA		9	0	0	4	213	0	79	78	0	19	0	28	0	17	4	0	8	35	11	2	19	1	13	0	7	2	0	0	0	0	566	
LAVABO RYMA PRIME		44	0	0	2	525	0	28	13	0	36	0	141	4	20	13	0	34	310	66	2	26	0	7	0	23	17	0	0	0	0	1311	
LAVABO SABA		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
LAVABO NOUR		51	0	0	0	230	0	41	27	0	27	0	51	11	0	0	0	2	38	13	1	9	1	1	0	4	1	0	0	0	0	508	
LAVABO ASSALA GM		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
COLONNE S		0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
COLONNE KERAL MECANISEE		0	0	0	0	1194	0	0	1	0	10	0	4	1	10	0	0	2	79	48	0	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1354	
COLONNE RYMA PRIME		0	0	0	0	496	0	1	0	0	37	0	1	0	117	2	0	2	79	34	1	16	1	0	0	5	5	0	0	0	0	797	
COLONNE ASSALA GM		0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
COLONNE NOUR		0	0	0	0	28	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	1	9	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79
W.C TURC GHAZAOUET		541	0	0	0	1037	0	313	4	0	26	0	69	3	13	95	0	37	683	93	4	34	3	39	0	13	15	0	0	0	0	3042	
W.C TURC PLUS		127	0	0	4	1702	0	45	57	0	152	0	218	3	20	84	0	36	387	113	9	152	14	96	0	32	20	0	0	0	0	3271	
LAVE MAINS SIMPLE		0	0	0	0	124	0	0	5	0	2	0	2	5	7	0	0	3	24	6	1	20	4	0	0	7	2	0	0	0	0	212	
LAVE MAINS COIN		0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	
VASQUE CHR.F		0	0	0	1	1	0	0	0	0	12	0	18	7	68	18	0	14	73	28	6	24	1	0	0	23	5	0	0	0	0	824	
TABLETTE		0	0	0	0	67	0	0	2	0	12	0	0	0	0	0	0	4	48	14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	154	
PORTE SAVON P.M.		0	0	0	0	88	0	0	0	0	1	0	0	10	0	0	0	4	30	4	0	4	0	0	0	0	5	0	0	0	0	146	
T O T A U X		4479	0	492	1202	19754	36	1571	453	0	776	0	1087	47	353	413	102	288	3380	823	58	916	40	766	0	639	112	39	0	24	0	37810	

2.8 Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté l'entreprise CERAM Divindus (unité de Ghazaouet) et leurs produits finaux, avec tous les ateliers de l'unité de production et les processus de fabrication des articles sanitaires en céramique.

Après la présentation générale de l'entreprise et son processus de production, nous avons expliqué la politique de la qualité et l'environnementale de l'entreprise et ces engagements adéquats aux normes ISO 9001 et ISO 14001 versions 2015. Ensuite, on a clarifié la procédure d'écoute client et la procédure de contrôle qualité et conformité des produits.

Après cette étude générale sur l'entreprise, nous allons entamer l'application de la méthode dans le chapitre suivant.

Chapitre 3 : *Tentative de mise en œuvre de
la méthode Six Sigma pour le traitement des
rebuts de la ligne de production*

3.1 Introduction

Dans ce chapitre on va entamer l'application de la méthode Six Sigma au sein de l'entreprise CERAM Divindus (unité de Ghazaouet) en suivant la démarche DMAIC.

Après la définition de problème, nous allons attribuer les données que nous avons collectées et les analyser pour trouver des solutions afin de réduire la variabilité en tout point de processus et d'éviter tout gaspillage.

3.2 Étape Définir

3.2.1 La performance de la chaîne de production

Pour visualiser l'évolution des défauts de production des années 2017 et 2018 (Annexe 2), on implante les données fournies par le département de qualité sur un graphe de contrôle, comme illustré dans la figure 3.1 ci-dessous.

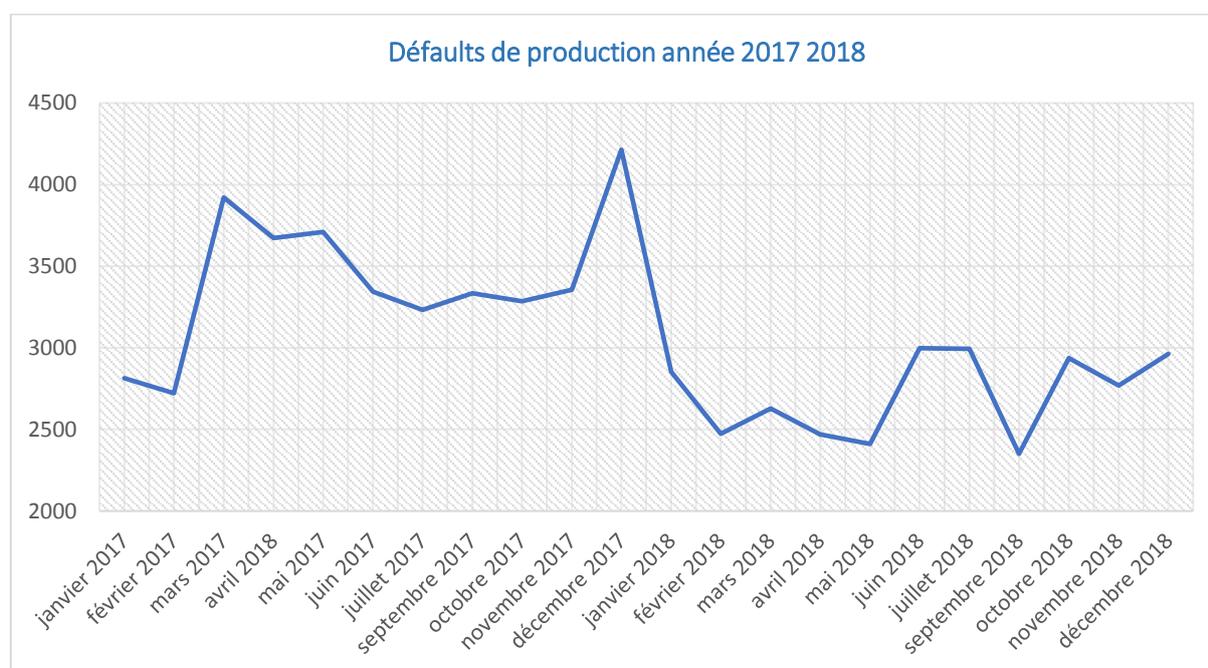


Figure 3.1 : Nombre des défauts par mois en 2017 et 2018

Interprétation de graphe :

Une première remarque sur le graphe, on note que le nombre de rebut a diminué en année 2018 par rapport au 2017, où en 2017 le nombre moyen de défaut est égale à 3418,8 pièces, et en 2018 la moyenne était de 2713,4 pièces.

Par comparaison des données de l'années 2017 avec celle de l'année 2016 où le taux de rebut était d'environ 20 % de la production. Cette diminution est due à l'installation des nouvelles équipements et machines, les nouveaux investissements de l'entreprise sont :

- Machine de coulage des WC Turc avec des moules en résine ;

- Nouveau séchoir ;
- L'émaillage robotisé ;
- Nouveau four tunnel (meilleure maîtrise de distribution de chaleur).

Ces nouvelles installations sont caractérisées par la bonne performance et rentabilité, la machine de coulage des WC Turc utilise des moules en résines. Cette caractéristique permet d'obtenir une meilleure qualité du produit et déminue le taux de rebut, le nouveau séchoir a une meilleure maîtrise de cycle de séchage.

Avec l'automatisation de l'opération de l'émaillage, en touche au facteur humain, où avant l'installation des nouveaux robots l'ouvrier émailleur réalise cette opération sur 250 pièces dans une journée, par contre à la nouvelle technologie qui a la capacité d'émailler plus et avec moins d'erreur ce qui cause la diminution de rebut.

Le nouveau four tunnel est caractérisé par la maîtrise de distribution de chaleur, cette fonction a permis de diminuer les défauts de type choc et casse à cause de la cuisson.

Cette situation de diminution de taux de rebut a continué jusqu'à mai 2018, où les rebuts ont monté jusqu'à 3000/mois, puis une diminution au mois d'arrêt d'août, puis elle continue au même niveau de 2800-3000 pièces/mois, la cause de cette augmentation de taux de rebut est due au changement d'une matière première qui est le défloculant Dolaflux par les Carbonate de Soudre, cette matière est retirée de la composition de barbotine après cette situation.

Le tableau 3.1 montre la production totale et le taux de défaut dans les deux années 2017 et 2018.

Tableau 3.1 : La Production totale, le nombre de défaut et le taux de défaut en 2017 et 2018

Année	Production (article)	Nombre de défaut	Taux de défaut (%)
2017	472391	37810	8,01
2018	497037	29847	6,01

3.2.2 Cartographie de processus

La représentation par la boîte noire nous aide à citer tous les éléments qui interviennent dans le process de production, ces éléments sont les entrées (toutes les matières premières pour préparer la barbotine), et les sorties qui sont les produit finis de production et déchets, dans cette représentation (Figure 3.2) on a donné les éléments de contrôle et les éléments de bruit qui influent la production :

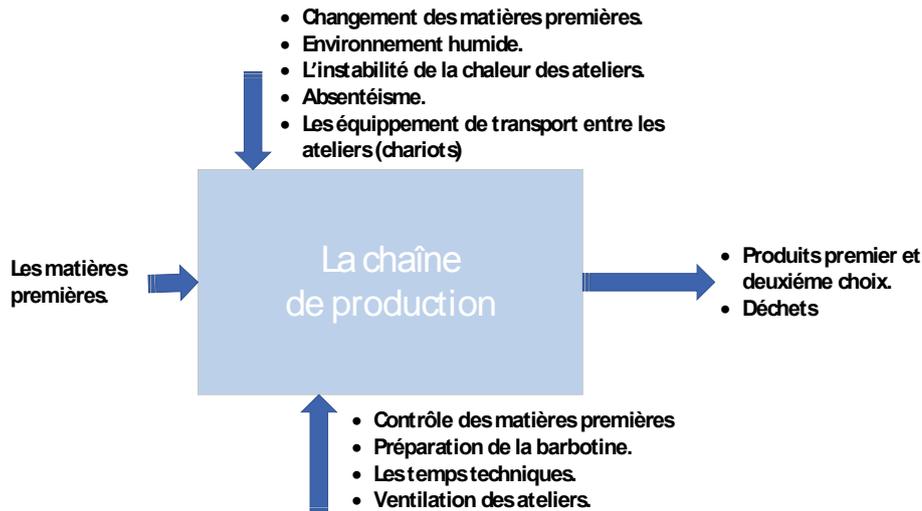


Figure 3.2 : les éléments de process de la production

3.2.3 Analyse des 5M

Après les visites de la chaîne de productions, et les questionnements des chefs d'ateliers, on a collecté des informations sur les causes de défauts qui sont représentées dans la figure 3.3. Ces sources de défaut sont classées sous cinq catégories (Main d'œuvre ; matière ; milieu ; moyens ; méthode).

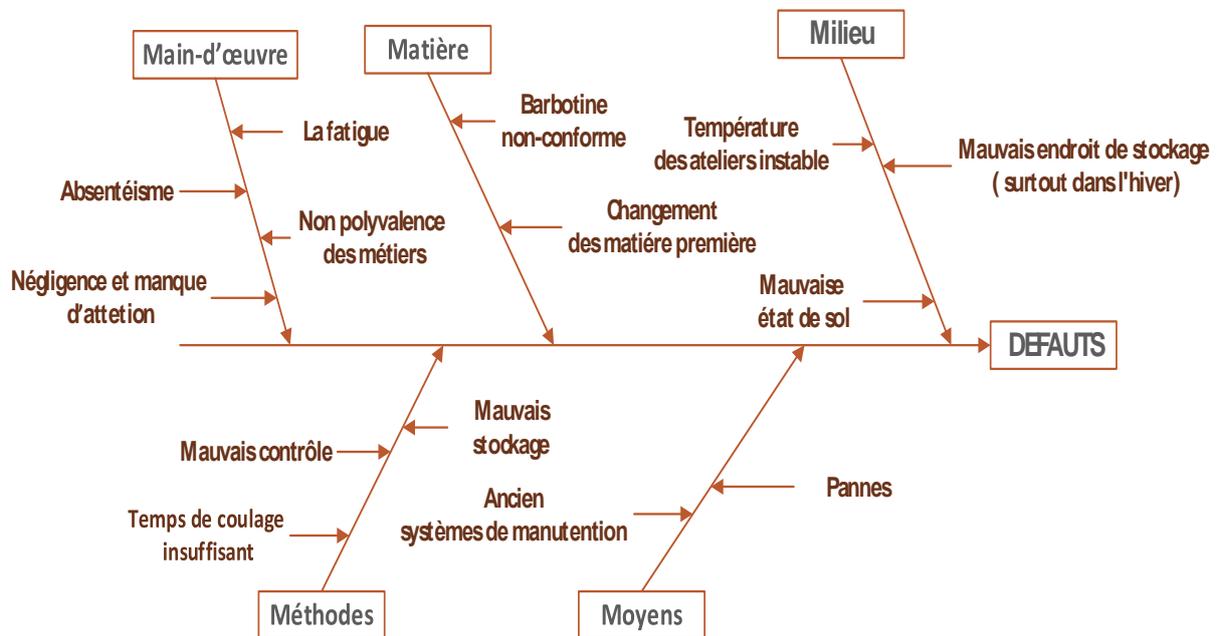


Figure 3.3 : Diagramme d'ishikawa de processus

3.2.4 Formulation de problème par la méthode QQQQCP

Pour positionner correctement le problème et de remonter aux causes racine on utilise la méthode QQQQCP qui est utile pour cerner le plus possible notre problème :

Tableau 3.2 : Formulation de problème par un QQQCP

Question	Réponse
Quoi	Les produits rebutés de la production
Qui	Les acteurs intéressés par ce problème sont le directeur, le responsable qualité, le responsable de la production, le bureau des méthodes et les exécutants de l'unité de production
Où	La chaîne de production de CERAM DIVINDUS unité de Ghazaouet
Quand	Le problème de rebut existe à tout moment
Comment	Pour connaître les causes réelles de rebut, notre analyse par la méthode Six Sigma va cibler les causes de rebut. Le but de cette analyse est de trouver des solutions afin d'optimiser la performance de la ligne de production et de réduire le taux des produits rebutés
Pourquoi	L'intérêt que porte CERAM DIVINDUS sur la réduction des taux de rebut entre dans sa politique qualité. La norme ISO 9001 2015 exige une amélioration continue de processus de production, et la norme l'ISO 14001 impose le respect de l'environnement (réduction du taux de déchet industriel)

3.2.5 Estimation des gains

A. Gains mesurables :

- Réduction de taux des produits rebutés ;
- Augmentation des gains financiers liés à la diminution de rebut ;
- Amélioration de la performance et processus.

B. Gains non mesurables :

- Amélioration de l'ambiance de travail liée à la réduction de problèmes ;
- Amélioration de la compétence des employés ;
- Maîtrise des éléments influant négativement la performance de processus ;
- Atteinte les objectifs de la politique qualité de l'entreprise, notamment la réduction de rebut (la protection de l'environnement : ISO 14001) et l'amélioration continue de processus (ISO 9001).

3.2.6 La charte de projet

Pour résumer la première étape (Définir) on a rédigé la charte de projet (Tableau 3.3) contenant les informations nécessaires de notre projet Six Sigma :

Tableau 3.3 : La charte de projet

Projet		La diminution de taux de rebut de la chaîne de production	
Client intéressé	Chef de département production et chef de département qualité		
Groupe de projet	Mr Meghebbar Abdelghani	Champion (Responsable qualité)	
	Abbas Mohamed	White belt	
	Dib Mohammed Walid	White belt	
Planification de projet	Étape	Date	
	Définir	De 24/02/2019 au 16/03/2019	
	Mesurer	De 17/03/2019 au 06/04/2019	
	Analyser	De 07/04/2019 au 27/04/2019	
	Améliorer	De 28/04/2019 au 18/05/2019	
	Contrôler	De 19/05/2019 au 31/05/2019	

3.3 Étape Mesurer

3.3.1 Calcul de z de processus

Les produits sanitaires en céramique sont des produits complexes les regardant par type de défauts, puisqu'un article rebuté peut contenir plusieurs défauts (Opportunité), le nombre des défauts possible est 23 (23 opportunités). En plus, ces derniers ne sont pas mesurables, idem pour la déformation d'un article ou bien une fissure etc. Pour ces raisons, on calcule le z de processus à partir de DPO.

Calcul de DPO

- Nombre totale des produits rebutés $D = 37810 + 29847 = 67657$
- Production totale $U = 472391 + 497037 = 969428$
- Opportunité pour un produit $O = 23$

Pour trouver le z dans ce cas, il faut déterminer le pourcentage d'unités défectueuses (DPO)

- $DPU = D/U = 67657/969428 = 0,0697$
- $DPO = DPU/O = 0,0697/23 = 0,00303$
- $DPMO = DPO \times 10^6 = 0,00303 \times 10^6 = 3030$

On calcule p' à partir de la loi de Poisson, La loi de Poisson décrit la probabilité qu'un événement se produise durant un intervalle de temps donné, en calculant e^{-DPO} la probabilité

d'avoir un produit ayant zéro défaut. La probabilité d'avoir un produit ayant un ou plusieurs défauts sera donc le complément p' :

- $p' = 1 - e^{-DPO} = p' = 1 - e^{-0,00303} = 0,00302$

Le z équivalent est déterminé par assimilation à une loi normale pour $p = p'$ (z d'une loi normale $N(0,1)$ pour $p = 1 - e^{-DPO}$, on prend cette valeur de l'annexe 3). Le z est calculé en ajoutant le décalage de 1,5 :

- z équivalent = 2,74
- Donc $z = z$ équivalent + 1,5 = 2,74 + 1,5 = 4,24

Le z de processus est égal à 4,24 ($z < 6$), ce qui correspond à 3000 défauts par million d'opportunités (Annexe 4). L'amélioration visée par la démarche Six Sigma sera de ramener ce nombre de défauts à moins de 3,4 défauts par million d'opportunités.

3.4 Étape Analyser

3.4.1 La sélection des articles et défaut a traité

Afin d'optimiser les résultats, on doit centrer les objectives par la recherche des articles qui ont les taux de rebut les plus élevés.

D'après les rapports de production des années 2017 et 2018, et à l'aide de logiciel Excel, nous avons calculé le nombre total des défauts pour chaque article dans les deux années (Tableau 3.4), puis nous avons calculer le cumule et pourcentage de chaque produit afin de tracer un diagramme de Pareto.

Tableau 3.4 : Totale des défauts par article en 2017 et 2018

Article	Nombre de défaut	Cumule	Pourcentage
W.C Anglais Sh Ryma Prime	8467	8467	0,125146
W.C Turc Ghazaouet	6743	15210	0,22481
W.C Anglais Keral Mecanise Sh	5742	20952	0,30968
Lavabo Keral Mecanise	4482	25434	0,375926
Receveur De Douche 700x700 Plat	4312	29746	0,439659
W.C Turc Plus	4214	33960	0,501944
Reservoir Ryma Prime	4091	38051	0,56241
Evier De Cuisine	3083	41134	0,607978

W.C Anglais Keral Plus Sv	2924	44058	0,651196
Receveur De Douche Plus	2807	46865	0,692
Lavabo Ryma Prime	2687	49552	0,732
Colonne Keral Mecanise	2012	51564	0,762
W.C. Torrente Sv Prime	1735	53299	0,787
Lave Mains Coquillage	1735	55034	0,813
W.C. Torrente Sh Prime	1699	56733	0,838
Reservoir Nour	1691	58424	0,863
Lavabo Keral	1595	60019	0,887
Reservoir Keral Plus	1454	61473	0,908
Colonne Ryma Prime	1258	62731	0,927
Lavabo Ryma	1033	63764	0,942
W.C Anglais Keral Plus Sh	541	64305	0,950
Bac Simple	509	64814	0,957
Lavabo Nour	508	65322	0,965
Tablette	418	65740	0,971
Lave Mains Simple	414	66154	0,977
W.C Anglais Sv Ryma Prime	409	66563	0,983
Porte Savon P.M.	271	66834	0,987
W.C Anglais Nour Sh	199	67033	0,990
W.C Anglais Alia Modifie	113	67146	0,992
Colonne Nour	79	67225	0,993
Bac A Bain	78	67303	0,994
Lave Mains Coin	71	67374	0,995
Lavabo Saba	54	67428	0,996
Bidet Ryma	43	67471	0,997
Bidet Keral	31	67502	0,9977

W.C Anglais Sv Assala	24	67526	0,998
Reservoir Saba	22	67548	0,9983
W.C Anglais Sv Saba	21	67569	0,9986
W.C Anglais Sh Saba	18	67587	0,9989
Colonne S	18	67605	0,999
Vasque Ichraf	18	67623	0,9994
Lavabo Assala G.M	9	67632	0,9996
Colonne Assala G.M	6	67638	0,9997
W.C Anglais Sh Assala	5	67643	0,99979
Colonne Saba	4	67647	0,9998
Lavabo Assala P.M	3	67650	0,99989
W.C Turc Avec Rinçage	3	67653	0,9999
Lavabo Rosa	2	67655	0,99997
Tablette Assala	2	67657	1

Pour chercher les produits qui ont la priorité à être traiter et à l'aide de tableau précédent, on obtient le diagramme de Pareto (Figure 3.7) :

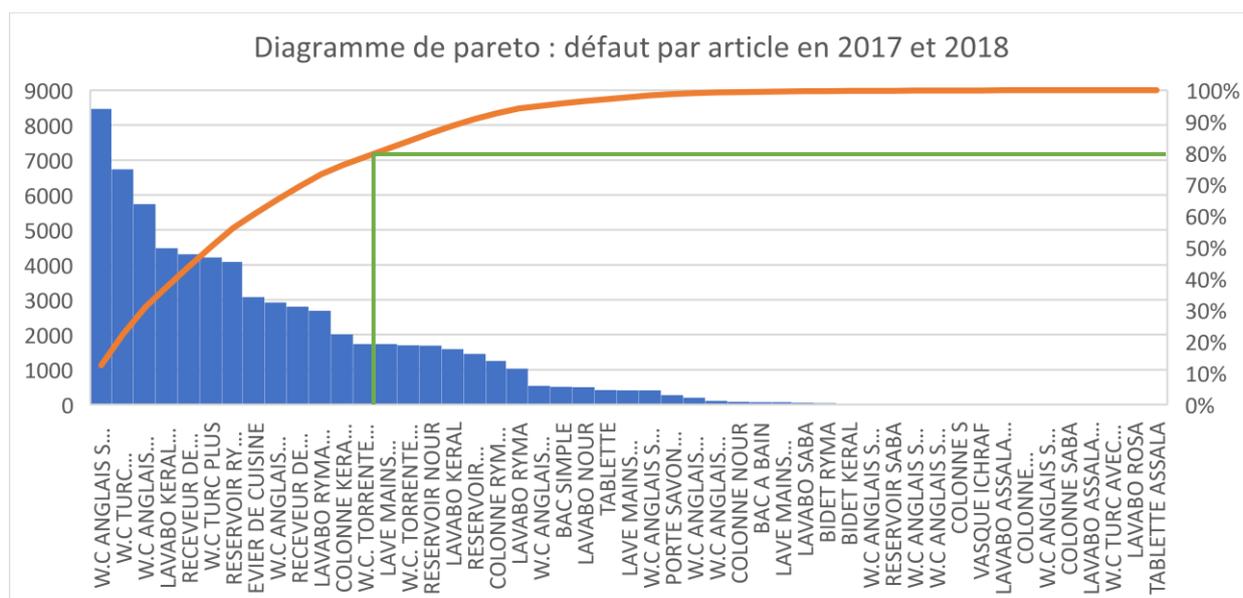


Figure 3.4 : Diagramme de Pareto : défaut par article en 2017 et 2018

Le diagramme de Pareto (Figure 3.7) nous donne 13 articles qui représentent 20 % de tous les produits, 80 % de la quantité rebuté en 2017 et 2018 sont des produits qui correspondent à ces 13 articles (Tableau 3.5).

Tableau 3.5 : Les produits prioritaires a traité

N°	Article	N°	Article
1	W.C Anglais Sh Ryma Prime	8	Evier De Cuisine
2	W.C Turc Ghazaouet	9	W.C Anglais Keral Plus Sv
3	W.C Anglais Keral Mecanise Sh	10	Receveur De Douche Plus
4	Lavabo Keral Mecanise	11	Lavabo Ryma Prime
5	Receveur De Douche 700x700 Plat	12	Colonne Keral Mecanisee
6	W.C Turc Plus	13	W.C. Torrente SH Prime
7	Reservoir Ryma Prime	/	/

Une deuxième interprétation des données de production permet d'analyser le nombre de défaut par type de ce dernier.

Le nombre des produits dans les années 2017 et 2018 est égale 49 produits avec déférente gamme et quantité de production, dans la chaine de production il y a 31 types de défaut possible, que 23 défauts ont apparu, pour trouver les défauts prioritaires pour chaque article nous avons interpréter les rapports annuels des défauts de production des années 2017 et 2018, les résultats sont illustrés dans le tableau suivant (Tableau 3.6).

Tableau 3.6 : Nombre de défaut par type et par produits prioritaires

Type de défaut	Priorité													
	Article	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	W.C ANGL RYMA PR	W.C TURC GHAZAOU	W.C ANGL MECANIS	LAVABO KE MECANIS	RECEVEUI 700X700 P	W.C TURC PLUS	RESERVOI PRIME	EVIER DE CUISINE	W.C ANGL KERAL PL	RECEVEUI DOUCHE	LAVABO R PRIME	COLONNE MECANIS	W.C TORRENTE SH PRIME	
FISS DEMO	1694	1558	1871	2468	3091	2053	2757	1834	1722	1348	810	1711	1123	
FISS BASE	3511	2548	2469	821	144	174	5	119	292	293	547	0	76	
CHOC.AV CUISSON	953	1136	405	232	131	492	197	104	178	55	571	145	82	
DEFOR	823	490	106	476	35	185	39	55	19	29	56	4	67	
EMAIL COLLE	447	152	216	162	3	252	24	0	178	2	222	5	15	
FISS SYPH	195	7	85	0	7	4	721	4	103	11	2	1	107	
DEFOUR NEMENT	212	250	76	76	12	170	36	98	46	24	127	85	15	
SALET. FOUR	144	63	120	39	96	49	2	327	109	78	66	1	30	
CH.PCES AP.EMA.	195	57	167	41	16	193	22	74	101	37	42	4	79	
FISSURE REFRROID	44	39	10	4	422	100	0	24	4	191	12	1	0	
MAUVA FINIT	92	38	50	45	27	176	57	40	88	26	77	15	70	
RETRAIT EMAIL	43	163	23	9	24	109	13	72	4	65	18	4	7	
SUR CUISS.	14	17	19	8	16	2	1	280	30	29	6	0	4	
SALETE EMAIL	27	56	26	42	9	52	10	13	8	10	52	5	8	
EXCES EMAIL	18	57	13	45	1	58	0	7	6	2	25	22	1	
BULLE D'AIR	25	35	18	6	7	86	20	5	21	4	16	1	7	
EMBAL.	12	46	6	5	6	28	4	12	2	6	32	1	2	
COUVER COLLE	0	0	0	0	0	0	160	0	0	0	0	0	0	
CH.PCES AV.EMA.	13	4	7	2	1	10	5	7	11	1	2	1	3	
FISS FIXA	4	0	44	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	
ALUM	1	4	2	0	1	15	3	6	1	11	0	1	1	
MANQUE EMAIL	0	0	7	1	0	6	8	1	0	0	4	5	0	
DEFAU. SIGLE	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Le tableau 3.6 montre le nombre et type des défaut pour les 13 articles prioritaires sélectionnés précédemment, pour l'article prioritaire numéro 1 (W.C ANGLAIS SH RYMA PRIME) on remarque que 3511 des défauts sont de type FISS BASE ce qui représente 41 % des défauts de ce produit, et 1694 des défauts sont de type FISS DEMO environ 20 % des défaut. Dans le cas de WC TURC GHAZAOUET, 38 % des défauts sont de type FISS BASE et 23 % des défauts sont de type FISS DEMO.

Pour trouver les types des défauts prioritaires pour tous les 13 articles sélectionnés, nous avons utilisé la classification de Pareto (Figure 3.8).

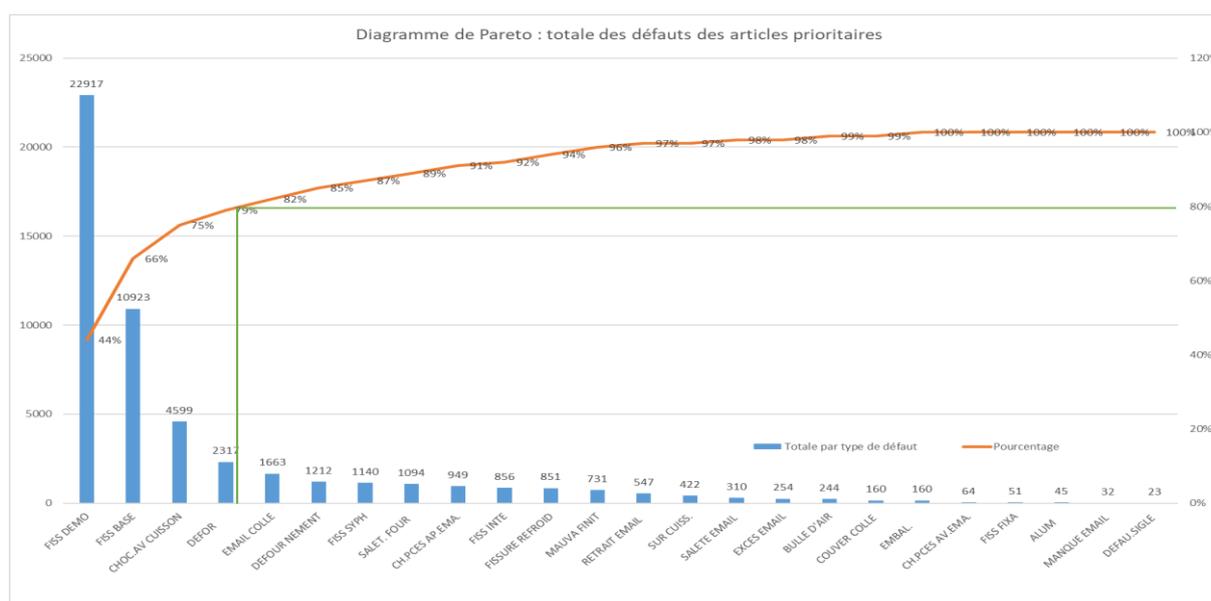


Figure 3.5 : Diagramme de Pareto totale des défauts des articles prioritaires

Le diagramme de Pareto nous a fait sortir 4 défauts prioritaires, D'où 80 % des défauts des articles sélectionnés sont de ces 4 types (20 %) :

1. **FISS DEMO**: Fissure démoulage;
2. **FISS BASE** : Fissure de base ;
3. **CHOC.AV CUISSON** : Chocs avant cuisson ;
4. **DEFOR** : Déformation.

Nous avons décidé de traiter les articles W.C ANGLAIS SH RYMA PRIME et LAVABO KERAL MECANISE puisque les deux articles sont prioritaires et parce que le produit sont produises dans l'atelier de coulage mécanisé, par cette décision, on estime d'optimiser les résultats puisque la production de l'usine est principalement basée sur l'atelier mécaniser.

Pour collecter plus d'informations, nous avons visité le département de tirage et le département de bureau des méthodes pour consulter les défauts et les articles sélectionné (Tableau 3.7), et aussi de réaliser une investigation sur les sources des rebuts et les ateliers concernés.

Tableau 3.7 : La concentration des défauts par article.

Défaut	Articles	Figure	Commentaire
Fissure démoulage	W.C ANGLAIS SH RYMA PRIME		Ces fissures peuvent être partout dans l'article.
	LAVABO KERAL MECANISE		
Fissure de base	W.C ANGLAIS SH RYMA PRIME		Les fissures de base sont toujours dans la base et les côtés de la base.
	LAVABO KERAL MECANISE		

<p><i>Chocs avant cuisson</i></p>	<p>W.C ANGLAIS SH RYMA PRIME</p>		<p>Ce choc est généralement sur la base de produit, et les cotés de produit.</p>
	<p>LAVABO KERAL MECANISE</p>		
<p><i>Déformation</i></p>	<p>W.C ANGLAIS SH RYMA PRIME</p>		<p>Une déformation peut être partout dans le produit</p>
	<p>LAVABO KERAL MECANISE</p>		

3.4.2 Analyse des 5M de processus pour chaque défaut

Après une investigation sur les défauts en général et les défauts prioritaires en particulier, on a obtenu les informations illustrées dans les figures suivantes qui sont des diagrammes d'Ishikawa. Ces diagrammes contiennent tous les causes pertinentes des défauts :

3.4.2.1 Les causes des fissures de base

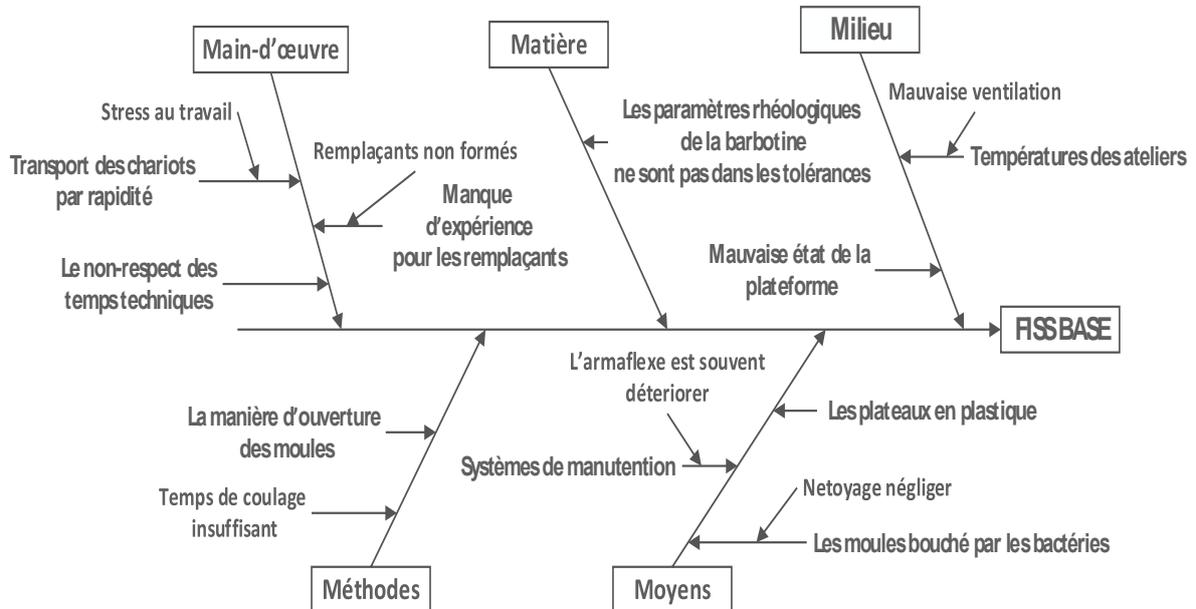


Figure 3.6 : Diagramme d'Ishikawa pour les Fissures de base

3.4.2.2 Les causes des fissures de démoulage

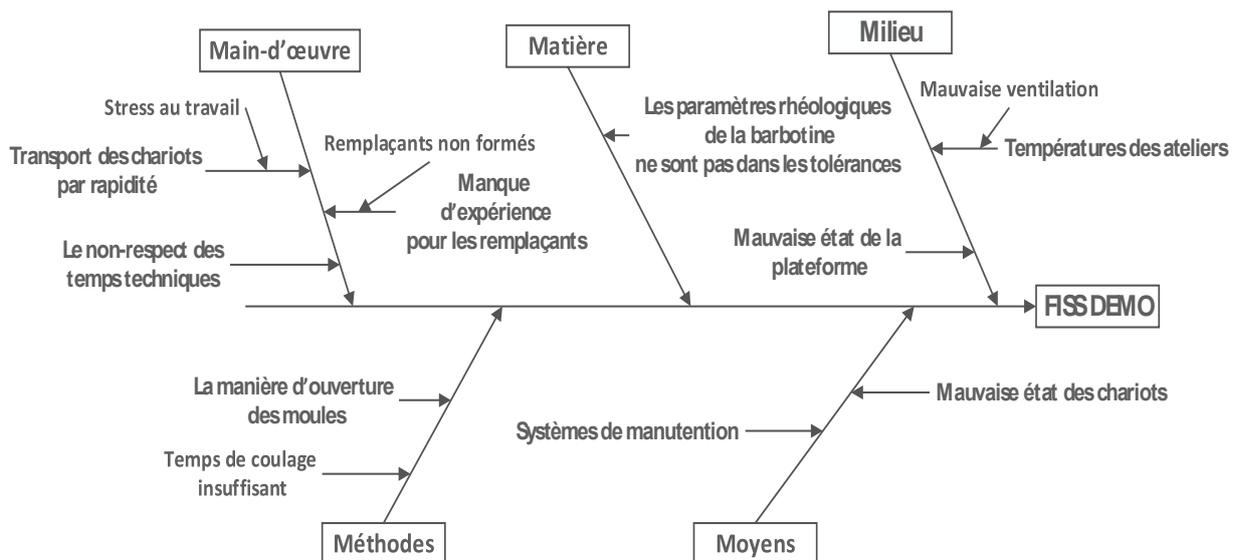


Figure 3.7 : Diagramme d'Ishikawa pour les Fissures démoulage

3.4.2.3 Les causes des chocs avant cuisson

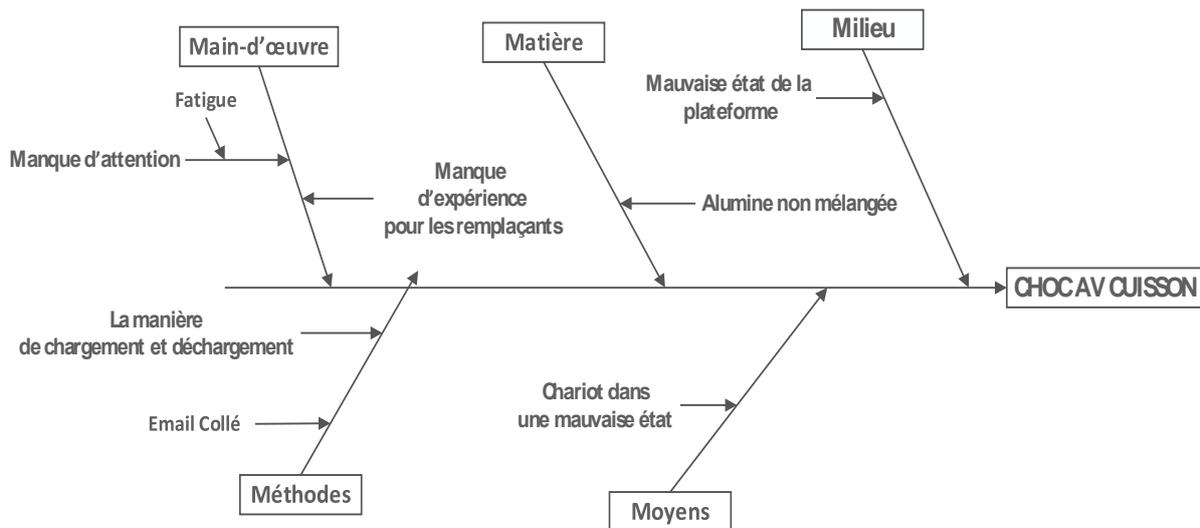


Figure 3.8 : Diagramme d'Ishikawa pour les chocs avant cuisson

3.4.2.4 Les causes des déformations

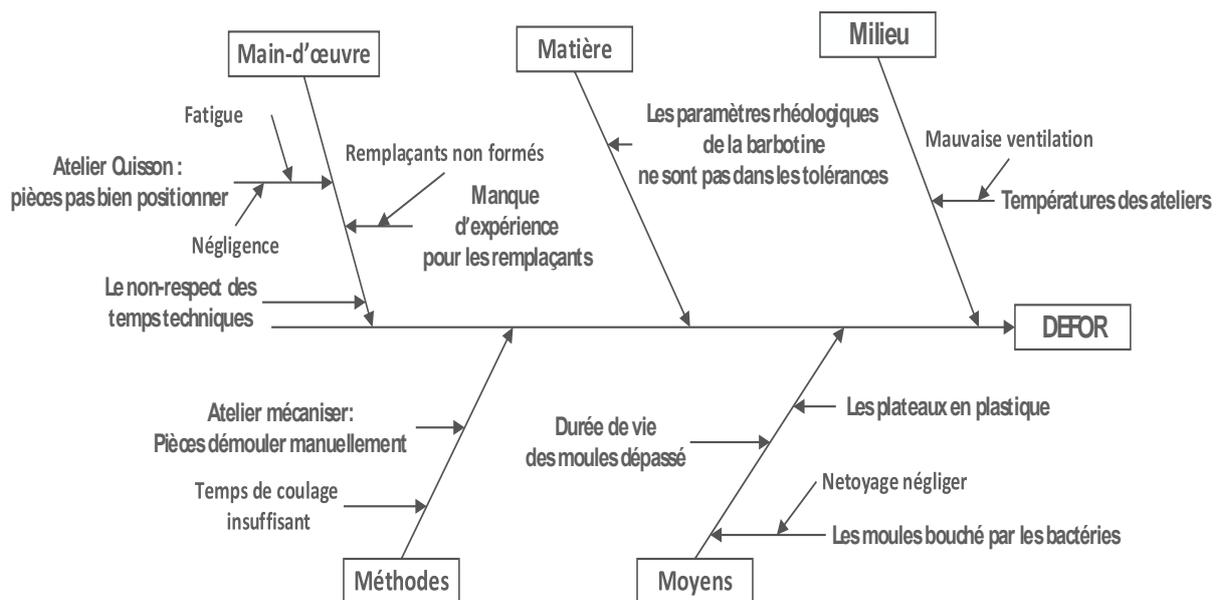


Figure 3.9 : Diagramme d'Ishikawa pour les déformations

Interprétation des diagrammes :

Après cette investigation sur les défauts de production et leurs causes, les sources de ces défauts sont parfois dues à la composition de la barbotine : mauvais dosage des matières premières ; temps de broyage non suffisant etc., ou bien la technique de coulage où parfois l'employer ne respecte pas les temps techniques où ces derniers sont mal calculés. Dans certain cas les conditions de milieu de travail ne sont pas conformes (température et ventilation) cette situation peut causer la fatigue des employés. Le moule de coulage, les

chariots de transport entre les ateliers et d'autres équipements peuvent être la source de défaut.

La mauvaise composition de la barbotine et les erreurs humains sont considérées comme étant les premiers facteurs de causabilité des défauts, et moins probable dus aux autres événements, ce qui signifie que la quantité de rebut dus aux premiers facteurs est théoriquement plus grand. Dans ce qui suit, nous présenterons une analyse sur les PR de la barbotine dans l'atelier de coulage mécaniser. Nous avons décidé de vérifier les données de mai jusqu'à décembre 2018 (Annexe 5).

3.4.3 Analyse de la densité

Le service de laboratoire a fixé un intervalle de données pour chaque paramètre, pour la densité l'intervalle d'acceptance est entre 1815 et 1830 g/l, l'histogramme suivant (Figure3.10) montre que les valeurs sont dans les tolérances. La moyenne de ces valeurs est de 1824 g/l.

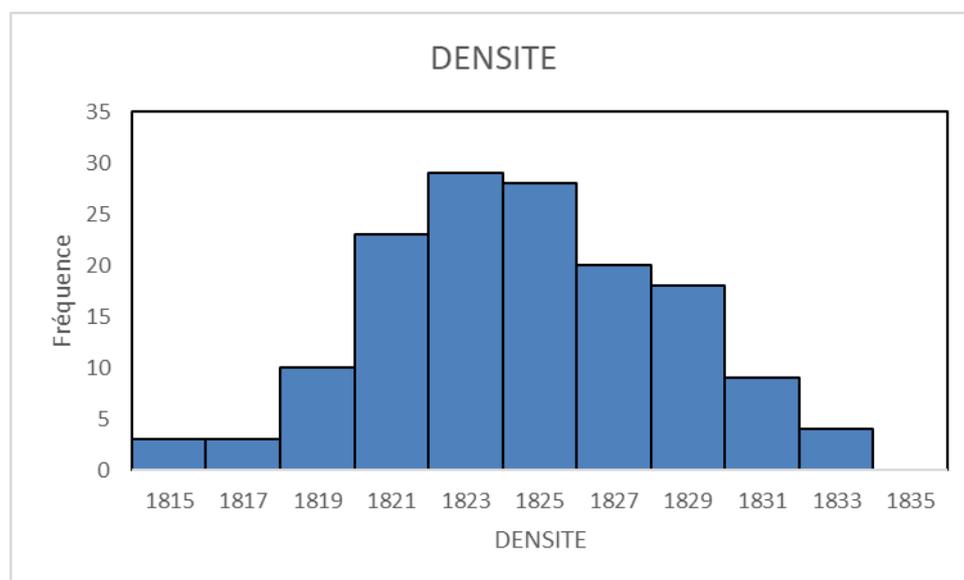


Figure 3.10 : Histogramme de la densité

3.4.4 Analyse de la viscosité

Comme montrer dans la figure 3.11, plusieurs valeurs de la viscosité dépassent la limite supérieure de 80 sec. On remarque aussi que les valeur 90 jusqu'à 100 ont des fréquences importantes.

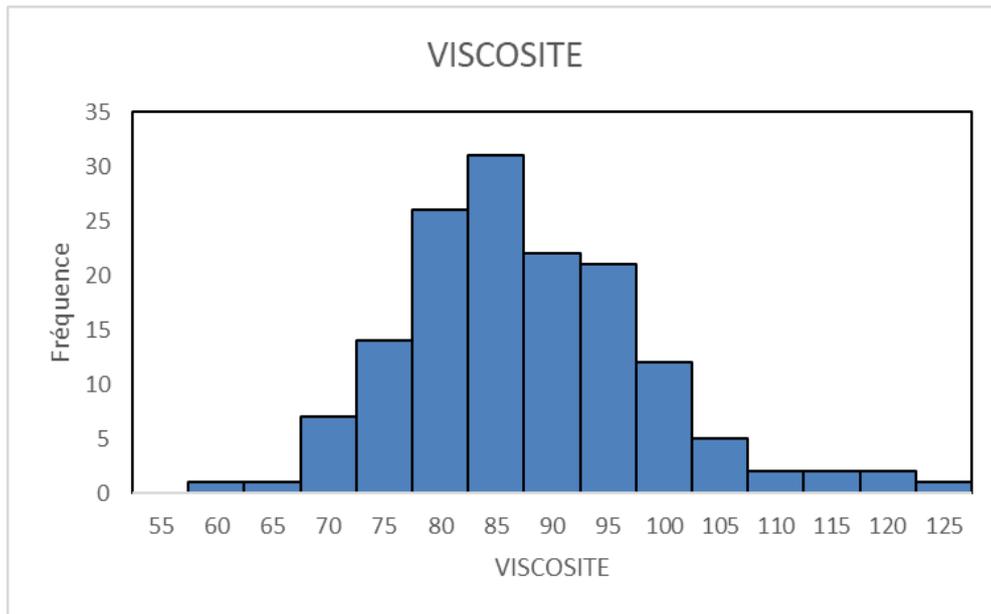


Figure 3.11 : Histogramme de la viscosité

3.4.5 Analyse de la thixotropie

L'intervalle de la thixotropie accepté par laboratoire est de 10 à 25 sec, il est constaté qu'il y a plusieurs valeurs qui dépassent la limite supérieure, par exemple : thixotropie 29 sec fréquence 20.

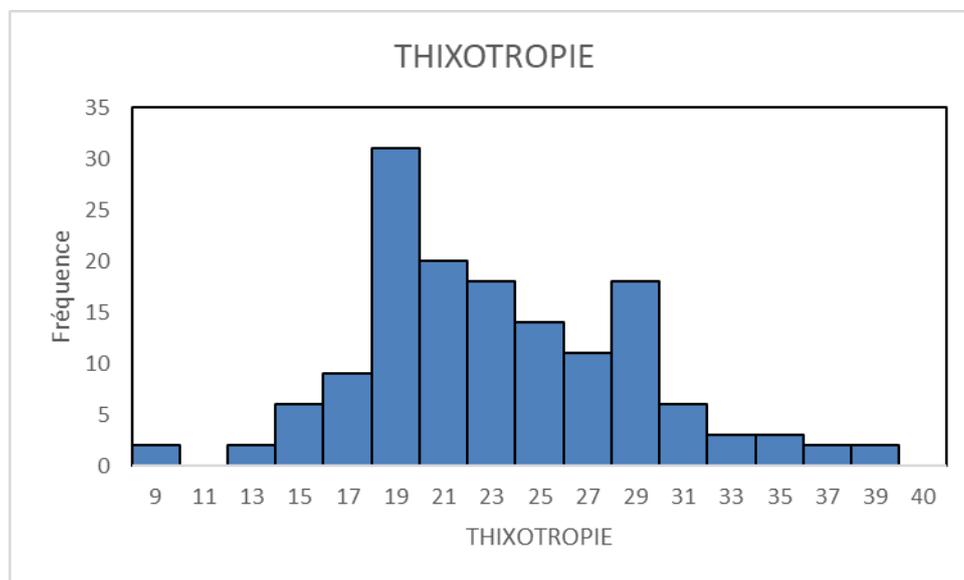


Figure 3.12 : Histogramme de la thixotropie

Interprétation

L'analyse des PR nous montre que la viscosité et la thixotropie de la barbotine n'est pas stable, il est donc aussi constaté que plusieurs valeurs de ces paramètres dépassent les limites, ce qui donne un risque d'avoir une mauvaise qualité de la barbotine, ce qui peut provoquer les différents types de rebuts.

3.5 Étape Améliorer

Pour trouver les solutions les plus pertinentes pour les problèmes trouvés dans la chaîne de production, nous avons réalisé une séance de Brainstorming (Annexe 6). Le résultat de Brainstorming avec les dirigeants se résume dans le tableau 3.8.

Tableau 3.8 : Résultats de la séance de brainstorming

<i>Non-conformité</i>	<i>Cause</i>	<i>Action</i>
<i>Les paramètres rhéologiques de la barbotine se dépassent la tolérance, exemple : le mois de Décembre 2018 la moyenne de la viscosité est 100 sec au lieu de 60 à 80 sec. Donc il y a un risque de mal formation d'épaisseur d'où risque de Déformation des pièces et aussi les Fissures de démoulage.</i>	Lors des corrections de la barbotine soit par l'ajout de l'eau ou les défloculants, cette opération se fait manuellement ! ce qui donne un grand risque d'erreur.	Installation des débitmètres au niveau préparation.
<i>Lors de la vérification des poids des articles il a été constaté des écarts en poids important d'un article à un autre (exemple : WC Ryma de 15,3 à 16.6 kg, 1 kg d'écart) ce qui provoque un risque de présence des Fissures démoulage et les pièces seront sensible aux chocs.</i>	Généralement les pièces crues sont pesées au niveau coulage, mais dans certains cas l'opérateur néglige cette opération, avant que les pièces passent par le prochain atelier.	Instaurer des fiches de contrôle des poids au niveau coulage.
<i>Au moment de coulage des pièces, on utilise des plateaux de moulage</i>	L'utilisation de l'Elastodure dans la fabrication des plateaux facilite la	Réaliser des plateaux en plâtre ou bien on combine

<p><i>fabriqué par une matière plastique « Elastodure » où il a été constaté dans plusieurs cas que ces plateaux ne permettent pas d'absorber l'eau des pièces, ce qui donne un risque que les pièces seront fissurées dans la base.</i></p>	<p>réalisation de ces derniers, permet d'utiliser les plateaux plusieurs fois, et moins lourd.</p>	<p>entre la platre et élastrodure.</p>
<p><i>Des chariots sont utilisés pour transporter les pièces entre les ateliers. Il a été constaté que la matière utilisée sur les chariots pour absorber les choc « Armaflexe » est souvent détérioré ce qui provoque le risque des chocs et fissures.</i></p>	<p>Avec le temps cette matière « Armaflexe » se détériore.</p>	<p>Faire un planning d'entretien des chariots :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Remplacement de l'Armaflexe. ✓ Dépoussiérage des chariots.
<p><i>Il a été constaté que plusieurs pièces présentent des fissures dues au choc au niveau Coulage et Dépoussiérage.</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Chariot dans un mauvais état. 2) Etat de sol. 3) Travail accélérer des agents. 	<p>Installation des convoyeurs.</p>
<p><i>Après l'émaillage des produits une opération est nécessaire : rectification des pièces éviter l'écoulement d'email. Toutefois, dans certains cas cette opération n'est pas réalisée ce qui peut causer les chocs des pièces (les pièces sont collées dans les wagon).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Absentéisme. 2) Remplaçants non spécialisés. 	<p>Faire des formations pour augmenter la polyvalence des agents aux différents postes de travail.</p>
<p><i>Avant l'enfournement, on utilise une matière « Alumine » sur les wagons pour éviter le problème des pièces collées sur les</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) L'agent oublie cette opération. 2) Quantité non suffisante. 3) Mauvaise préparation de l'Alumine. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Sensibilisation et plus de contrôle. 2) Installation d'un agitateur.

<p>wagons. Toutefois, il a été constaté que dans certains cas l'agent oublie de faire cette opération, et dans autre cas le liquide n'est pas mélangé : risques chocs des pièces et fissures.</p>		
<p>Les paramètres de la production change en continu (P.R de la barbotine, température ...). Les opérateurs des machines sont demandés d'être vigilants, mais dans certains cas l'opérateur n'est pas réceptif à ces changements : risque des déformations, fissures, chocs etc.</p>	<p>1) Manque de formation des opérateurs. 2) Manque de responsabilité pour certains opérateurs.</p>	<p>1) Généraliser les formations pour augmenter la compétence. 2) Sensibilisation.</p>

3.6 Étape Contrôler

N.B. Les cartes de contrôle sont faites en estimation car on n'a pas pu appliquer quelques solutions dans l'entreprise pour des raisons d'autorisation, du temps, budget etc.

Lors de cette étape, on vérifie les résultats des actions d'amélioration mises en œuvre au stade précédent, en observant comment les caractéristiques choisies comme indicateurs des résultats qui sont évalués depuis l'introduction des solutions.

On a utilisé 3 types de contrôles :

- La viscosité ;
- Thixotropie ;
- Le nombre de défaut.

3.6.1 Contrôle de la viscosité

Carte de contrôle Xbar et R

Pour chaque échantillon on calcule sa valeur moyenne et son étendue.

Tableau 3.9 : Échantillonnage de la viscosité

Échantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	
Viscosité (sec)	61	82	72	74	71	70	68	73	
	60	79	74	72	67	72	64	77	
	75	77	78	66	79	64	75	67	
	66	64	60	63	62	61	79	63	MOY
Moyenne \bar{X}	65.5	75	71	68.75	69.75	66.75	71.5	70	69.78
Étendue R	15	16	18	11	17	11	15	14	14.62

On calcule la moyenne des moyennes et la moyenne des étendues

- $\bar{X} = 69.78$
- $R = 14.62$

LIMITES DE CONTRÔLES DES MOYENNES

- Limite inférieure : $LICx = \bar{X} - A2 * R = 69.78 - 0,729 * 14.62 = 59.11$
- Limite supérieure : $LSCx = \bar{X} + A2 * R = 69.78 + 0,729 * 14.62 = 80.44$

$A2 = 0.729$ (ANNEXE 7)

LIMITES DE CONTRÔLE DES ÉTENDUES

$A2$ est un paramètre pré-calculés qui dépendent de la taille des échantillons.

- Limite inférieure : $LIC(r) = D3 * R = 0 * 14.62 = 0$
- Limite supérieure : $LSC(r) = D4 * R = 2,282 * 14.62 = 33.37$

$D3 = 0, D4 = 2.282$ (ANNEXE 7)

Pour faciliter le tracé des graphiques avec un tableur, on rajoute des lignes comportant les constantes (moyennes et limites) qui apparaîtront sous forme de ligne horizontale dans le graphique.

On trace alors 2 graphiques :

- Le graphique des moyennes (avec les valeurs des moyennes des échantillons, la moyenne générale et les limites inférieure et supérieure)
- Le graphique des étendues (avec les valeurs des étendues, l'étendue moyenne et les limites inférieure et supérieure).

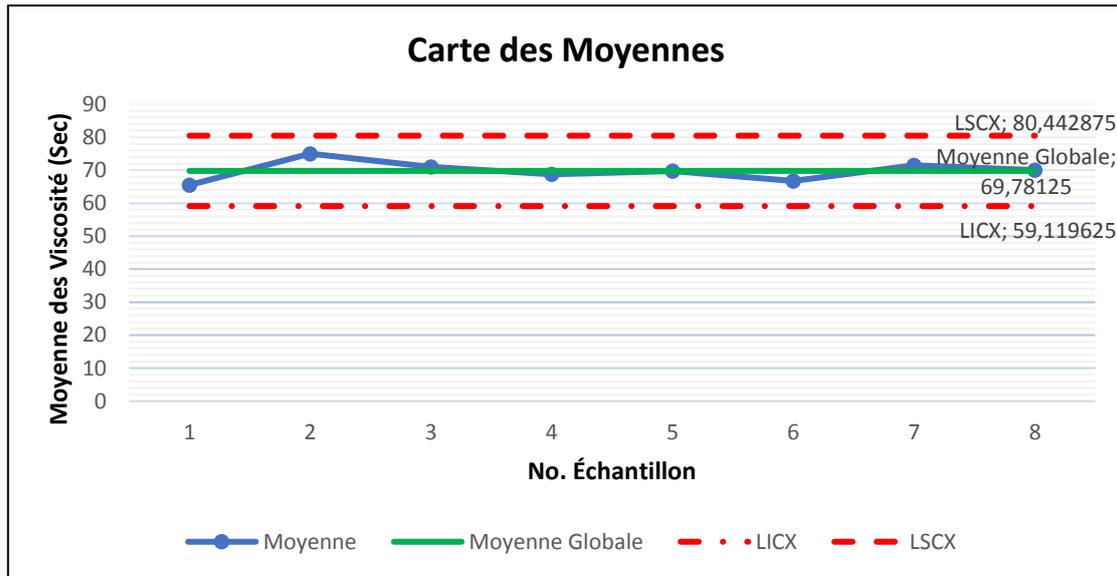


Figure 3.13 : Carte de contrôle des moyennes de la viscosité

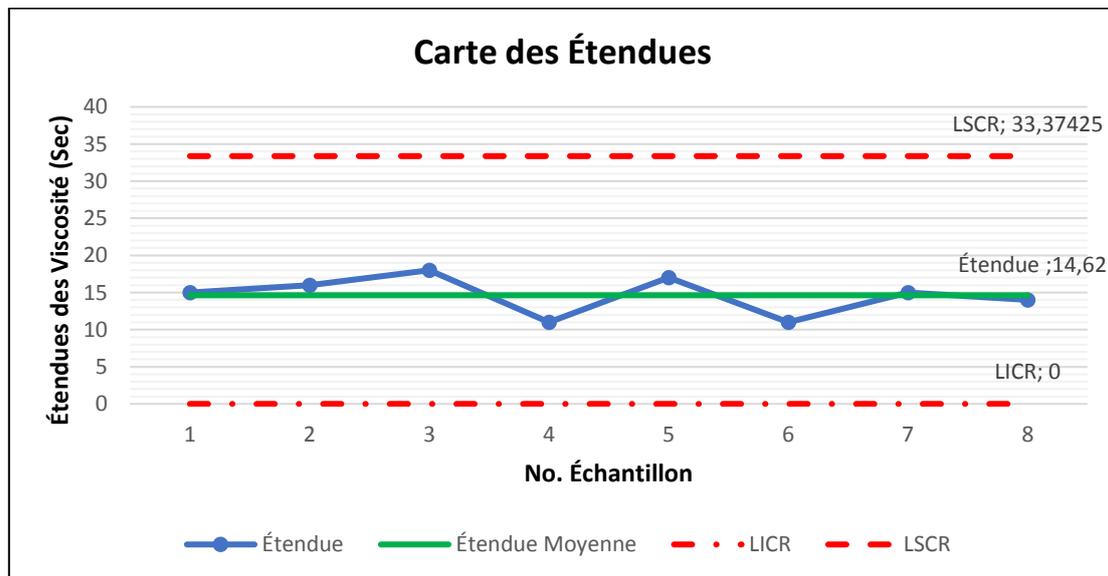


Figure 3.14 : Carte de contrôle des étendues de la viscosité

Interprétation et l'analyse :

Dans ces deux cartes de contrôles on voit que la courbe des X et R oscillent autour de la moyenne globale, en plus la plupart des points sont dans le tiers central des cartes il n'y a pas de grande variation de la moyenne et de l'étendue, ainsi il n'existe aucun point hors limite. Donc on peut dire que le processus est stable et sous contrôle, pas de correction à envisager. Mais cela ne nous empêche pas d'améliorer les moyens et les outils pour la bonne mesure de la viscosité.

3.6.2 Contrôle de la thixotropie

Carte de contrôle Xbar et R

Pour chaque échantillon on calcule sa valeur moyenne et son étendue

Tableau 3.10 : Échantillonnage de la thixotropie

Échantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	
Thixotropie (sec)	15	22	23	18	17	11	14	19	
	22	16	14	20	19	20	23	12	
	10	13	19	11	25	25	20	15	
	19	22	10	19	16	16	17	18	MOY
Moyenne \bar{X}	16.5	18.25	16.5	17	19.25	18	18.5	16	17.5
Étendue R	12	9	13	9	9	14	9	7	10.25

On calcule la moyenne des moyennes et la moyenne des étendues

- $\bar{X} = 17.5$
- $R = 10.25$

LIMITES DE CONTRÔLES DES MOYENNES

- Limite inférieure : $LICx = \bar{X} - A2 * R = 17.5 - 0,729 * 10.25 = 10.02$
- Limite supérieure : $LSCx = \bar{X} + A2 * R = 17.5 + 0,729 * 10.25 = 24.97$

$A2 = 0.729$ (ANNEXE 7)

LIMITES DE CONTRÔLE DES ÉTENDUES

$A2$ est un paramètre pré-calculés qui dépendent de la taille des échantillons.

- Limite inférieure : $LIC(r) = D3 * R = 0 * 4.525 = 0$
- Limite supérieure : $LSC(r) = D4 * R = 2,282 * 10.25 = 23.39$

$D3 = 0, D4 = 2.282$ (ANNEXE 7)

Pour faciliter le tracé des graphiques avec un tableur, on rajoute des lignes comportant les constantes (moyennes et limites) qui apparaîtront sous forme de ligne horizontale dans le graphique.

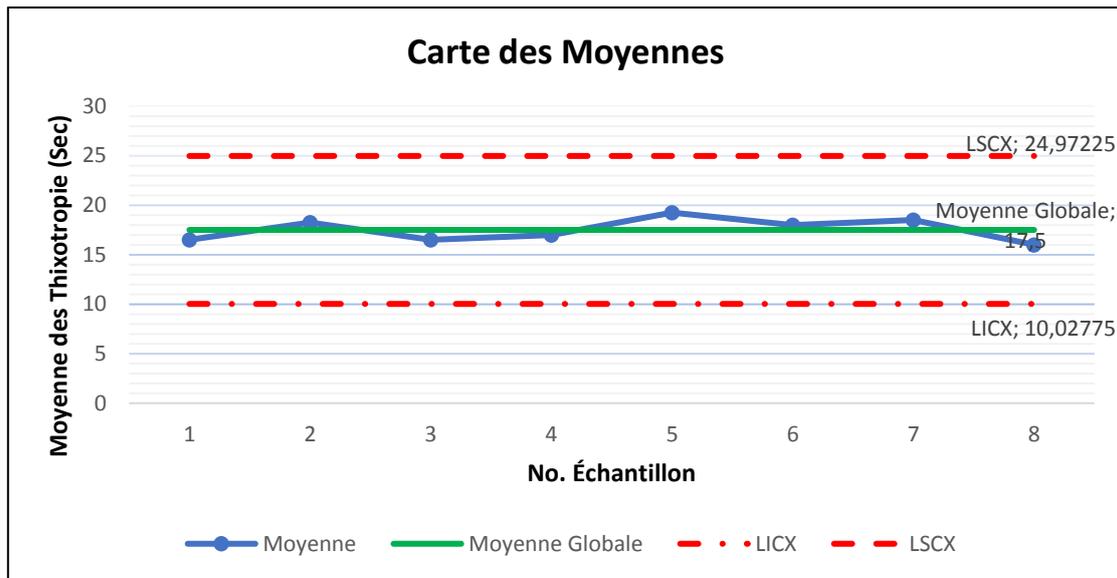


Figure 3.15 : Carte de contrôle des moyennes de la thixotropie

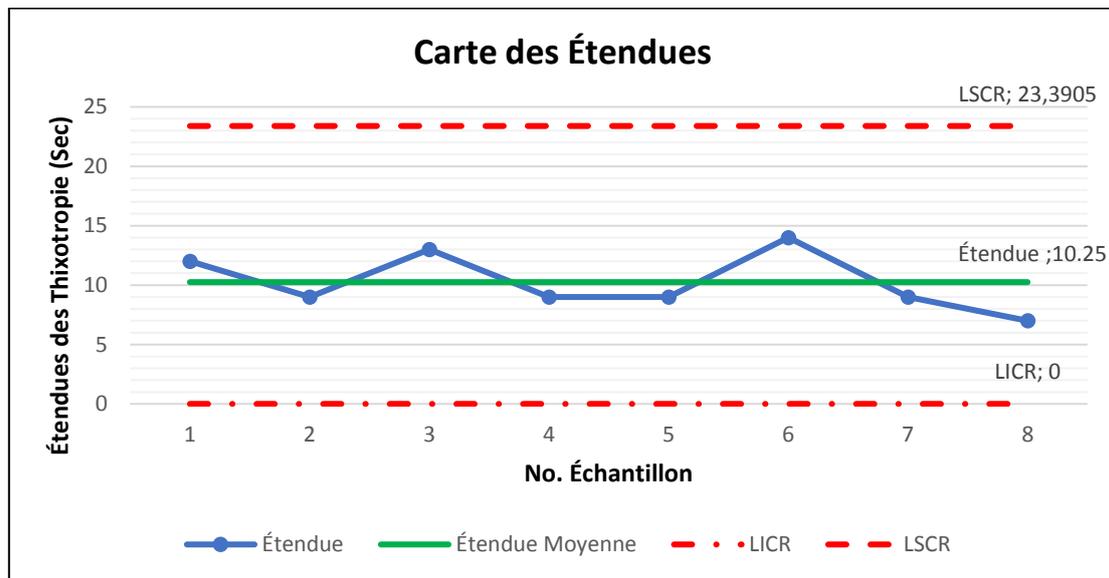


Figure 3.16 : Carte de contrôle des étendues de la thixotropie

Interprétation et l'analyse :

Pour les deux cartes on décrit que le processus est stable et sous contrôle car les courbes X et R oscillent de chaque côté de la moyenne et l'étendue, en plus 2/3 des points sont dans le tiers central des cartes, aussi aucun point est hors limite et il n'y a pas de grande variation de la moyenne et de l'étendue, il n'existe donc aucun point hors limite donc ce processus est stable, d'où pas de correction à envisager. Mais cela ne nous empêche pas d'améliorer les moyens et les outils pour la bonne mesure de la thixotropie.

3.6.3 Contrôle de la quantité de défauts

Carte de contrôle Xbar et R

Pour chaque échantillon on calcule sa valeur moyenne et son étendue

Tableau 3.11 : Échantillonnage de nombre de défauts

Échantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	
Nombre de défauts	2	6	3	4	4	2	0	2	
	4	0	1	4	1	4	2	1	
	0	2	4	3	1	3	0	3	
	1	7	4	6	1	4	1	0	MOY
Moyenne \bar{X}	1.75	3.75	3	4.25	1.75	3.25	0.75	1.5	2.5
Étendue R	4	7	3	3	3	2	2	2	3.375

On calcule la moyenne des moyennes et la moyenne des étendues

- $\bar{X} = 2.5$
- $R = 3.375$

LIMITES DE CONTRÔLES DES MOYENNES

- Limite inférieure : $LICx = \bar{X} - A2 * R = 2.5 - 0,729 * 3.375 = 0.03$
- Limite supérieure : $LSCx = \bar{X} + A2 * R = 2.5 + 0,729 * 3.375 = 4.96$

$A2 = 0.729$ (ANNEXE 7)

LIMITES DE CONTRÔLE DES ÉTENDUES

$A2$ est un paramètre pré-calculés qui dépendent de la taille des échantillons.

- Limite inférieure : $LIC(r) = D3 * R = 0 * 4.525 = 0$
- Limite supérieure : $LSC(r) = D4 * R = 2,282 * 3.375 = 7.70$

$D3 = 0$, $D4 = 2.282$ (ANNEXE 7)

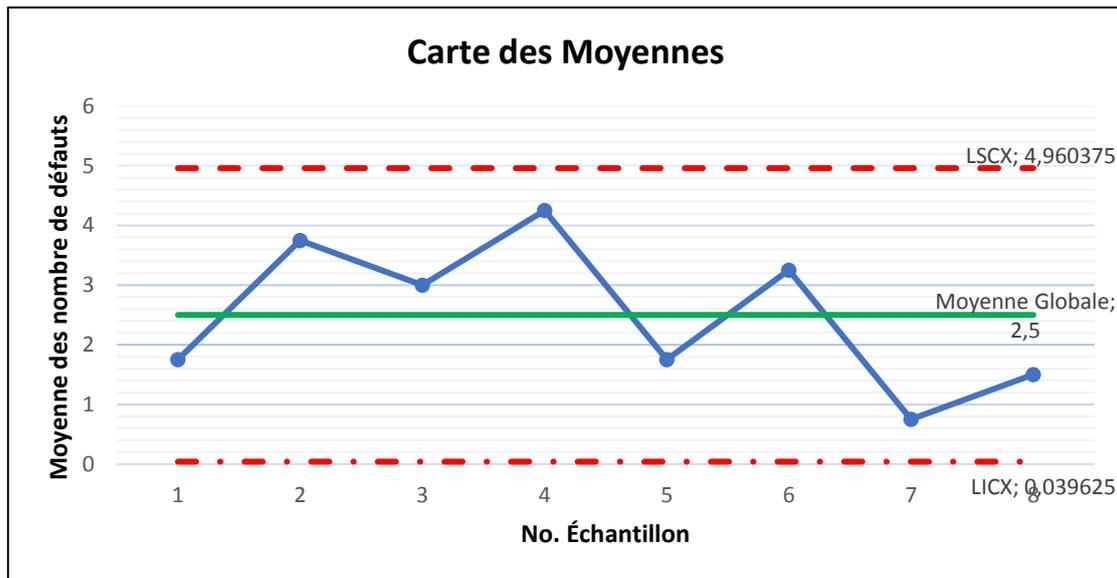


Figure 3.17 : Carte de contrôle des moyennes de nombre de défaut

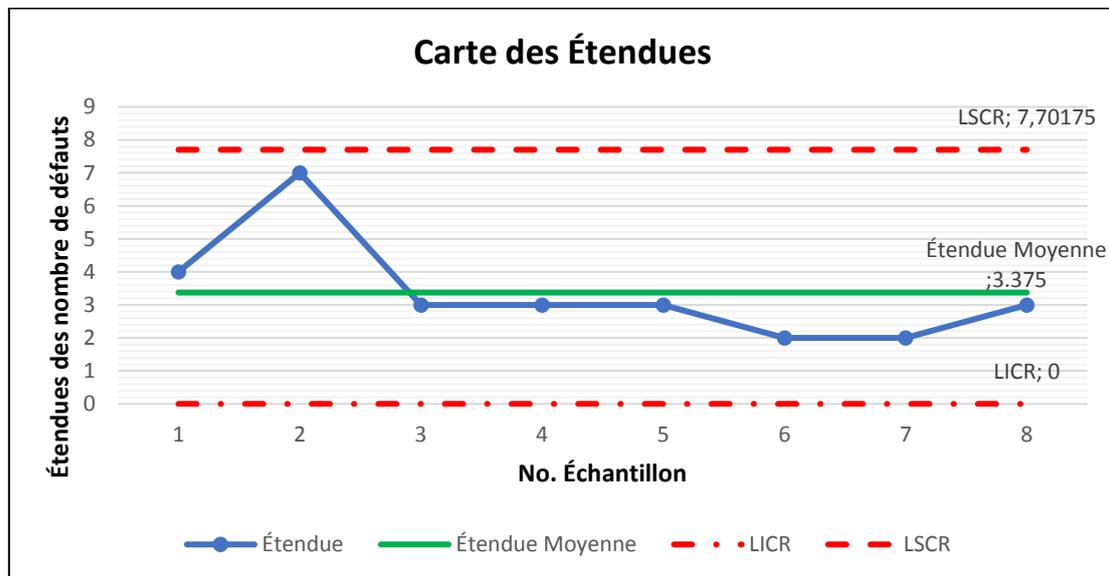


Figure 3.18 : Carte de contrôle des étendues de nombre de défaut

Interprétation et l'analyse :

Pour la cartes R on remarque qu'il existe un glissement qui envisage un réglage d'un paramètre qui est le système de manutention basé sur les chariots qu'il faut le remplacer par un système de manutention basé sur les convoyeurs à tapie et il existe le facteur Humain dans la manutention (Manuelle et brusquement) des produits , mais en voit que la courbe X oscille de chaque côté de la moyenne, en plus 2/3 des points sont dans le tiers central des cartes, et il n'y a pas de grande variation de la moyenne, en plus il n'existe aucun point hors limite dans les deux cartes de contrôles. On peut dire que le processus est sous contrôle, mais ça n'empêche pas d'investir dans les convoyeurs à tapie et une bonne formation des ouvriers pour que le processus devient plus stable.

3.7 Conclusion

Dans ce chapitre on a réalisé l'analyse des données de production des années 2017 et 2018 cette analyse nous a aider à définir le problème présenter par un taux élevé de rebut de quelques produits, puis on a mesure le z de processus qui est de 4,24 ($z < 6$). Pour améliorer ce niveau z, on a commencé la sélection des articles prioritaires et les défauts qui sont apparu le plus souvent. Pour optimiser les résultats, on a décidé de traiter les produits W.C Anglais SH Ryma Prime, Lavabo Keral Mécanisé puisque ces deux articles sont produits dans l'atelier de coulage mécanisé. En ce qui concerne les défauts, nous constatons que les fissures de démoulage, fissure de base, choc avant cuisson et les déformations se sont les défauts qui génèrent une grande quantité de rebuts.

Par ces résultats, on a établi des diagrammes d'Ishikawa pour chaque type de défauts pour cibler les causes qui peuvent générer ces derniers dans l'atelier de coulage mécanisé. Ces diagrammes nous ont permis d'identifier que les causes majeures sont la composition de la barbotine, les erreurs humaines, et puis les autres facteurs comme l'état de sol et la ventilation des ateliers. Par la suite, nous avons analysé les paramètres rhéologiques de la barbotine, pour dire que les valeurs de la viscosité et la thixotropie ne sont pas stables et dans plusieurs cas ces valeurs dépassent largement la limite supérieure définit par laboratoire.

Sur la base de ces résultats nous avons décidé de faire une séance de brainstorming avec les dirigeants et les chefs d'ateliers afin de trouver les solutions les plus pertinentes pour régler toutes les sources de défauts et d'améliorer le taux de rebuts vers le mieux. Ces solutions touchent plusieurs facteurs introduits dans la chaîne de production.

Enfin une estimation des résultats obtenus par l'application de ces solutions à l'aide des cartes de contrôles permet de piloter les variables clés et conserver les résultats obtenus par la méthode Six Sigma.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le travail effectué dans ce mémoire a porté sur l'application de la méthode Six Sigma au sein de l'entreprise CERAM DIVINDUS unité de Ghazaouet afin d'améliorer sa performance et la robustesse des différents systèmes.

L'objectif de ce travail était d'évaluer et mesurer les données de l'entreprise pendant les années 2017 et 2018, afin de réduire le taux de rebut, cela est fait par l'analyse profonde de différents types de données de production pour déterminer et cibler les causes majeures des non-conformités et les facteurs nuisibles qui dégradent le rendement de l'entreprise.

Dans le premier chapitre, on a montré toutes les informations liées à la méthode Six Sigma. Dans ce chapitre on a montré la relation entre Six Sigma et la variabilité ou la lutte contre celle-ci est un des concepts de base de Six Sigma, qui a un objectif principal de réduire au maximum la variabilité. Dans ce chapitre on a présenté la démarche DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer et Contrôler) avec la définition et la manière de faire de chaque étape établie. On a parlé aussi de Six Sigma dans un contexte ISO 9001, cette norme montre les exigences et Six Sigma répond efficacement à ces exigences.

Dans le deuxième chapitre en intégrant notre champ d'étude, au sein de l'entreprise CERAM DIVINDUS, sise à Ghazaouet on a présenté le processus de production et les différentes procédures de fabrication et la politique de qualité et environnementale de l'entreprise qui suit une approche systématique d'une gestion de qualité adaptée à la norme ISO 9001 version 2015. On a clarifié le processus écoute client de l'entreprise ainsi que le processus de contrôle qualité des produits.

Dans le troisième chapitre on a entamé notre travail par l'application pratique de la méthode Six Sigma au sein de l'entreprise CERAM DIVINDUS-Ghazaouet. Dans la deuxième étape de la méthode, on a trouvé que le niveau z de processus est de 4.25 ($z < 6$). Par-là, on a ciblé de l'améliorer ce niveau z . L'analyse profonde des données de production des années 2017 et 2018 nous a permis de cibler les produits qui génèrent le plus haut taux de rebut à l'aide du diagramme de Pareto. Pour optimiser les résultats, on a cherché les défauts qui apparaissent le plus dans les produits, par cette analyse des données de production qui a été faite dans l'étape Analyser de la démarche DMAIC on a trouvé 13 produits et 4 défauts prioritaires, nous avons ciblé à traiter 2 produits prioritaires qui sont W.C ANGLAIS SH RYMA PRIME et LAVABO KERAL MECANISE, ces deux produits sont produits dans l'atelier de coulage mécanisé, où la production de l'entreprise est principalement basée sur cet atelier.

Après une investigation sur les produits et les défauts sélectionnés, on a conclu que la qualité de la barbotine est considérée comme source initiale des défauts. Par-là, nous avons analysé les paramètres rhéologiques de la barbotine préparée pour le coulage mécanisé, et on a trouvé que la viscosité et la thixotropie ne sont pas stables et beaucoup de valeurs dépassent les limites fixées par le service laboratoire. Afin de trouver les solutions les plus pertinentes pour

toutes les sources des défauts, nous avons réuni avec les dirigeants et les chefs d'atelier dans une séance de brainstorming, et nous avons proposé plusieurs solutions qui peuvent aider à diminuer les causes de rebuts. Pour finir notre application, on a donné des estimations sur la qualité de la barbotine et le nombre de défauts après la mise en œuvre de ces solutions.

Les résultats trouvés dans ce chapitre démontrent que Six Sigma est un outil qui traite avec excellence les cause des défauts des produits, elle détecte presque toutes les anomalies et ça qu'on a vu et sentier dans ce chapitre.

En dernier lieu, nous espérons que ce travail aura aidé l'entreprise dans sa politique d'amélioration continue, et qu'il soit une motivation aux autres entreprises algériennes pour s'intéresser sur la mise en œuvre de la méthode Six Sigma.

BIBLIOGRAPHIE

- ✚ Almamma W et Labadi R. (2017). *L'impact de la mise-en place des outils de la qualité sur la performance de l'entreprise : Cas de CERAMIG DIVINDUS GHAZAOUET*. Tlemcen, Algérie: Université Abou-Bekr Belkaid.
- ✚ Aouadi, H. (2016). Pratique de Mise en place de la méthode Six Sigma pour la maîtrise d'un processus de production Cas d'entreprise. *Revue de Gestion et d'Économie, Vol 4*, 169-187. Récupéré sur <https://revues.imist.ma/index.php?journal=jbe&page=article&op=view&path%5B%5D=6460>
- ✚ Azzabi, L. (2010). *CONTRIBUTION A L'AMELIORATION D'UN SYSTEME DE PRODUCTION : INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA ET APPROCHE MULTICRITERE D'AIDE A LA DECISION DANS SIDELEC INTERNATIONALE. Méthodes et statistiques*. Université d'Angers.
- ✚ Bounazef, D. (2012). *Application de la méthode Six Sigma sur un Système de Management Intégré QSE Étude de cas : Chiali Tubes*. Alger, Algérie: École des Hautes Études Commerciales.
- ✚ Coronado R.B et Jiju A. (2002). Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations. *The TQM Magazine, Vol 14* (Issue 2), 92-99. Récupéré sur <https://doi.org/10.1108/09544780210416702>
- ✚ Kahouadji, H. (2018). *Cours Lean Six Sigma*. Tlemcen, Algérie: Université Abou-Bekr Belkaid.
- ✚ Mechenene H et Aouag A. (2014). *L'amélioration du processus de fabrication d'une entreprise par le niveau Sigma : cas de l'entreprise BAG (Batna)*. Algérie: Université de Batna.
- ✚ PILLET, M. (2004). *SIX SIGMA Comment l'appliquer*. Paris: Organisation.
- ✚ Pyzdek T et Keller P. (2010). *Six Sigma Handbook. A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels*. New York, États-Unis: Mc Graw Hill.

LISTE DES RAPPORTS ET PROCÉDURES

- ✚ Rapport de Production par Phase Année 2017.
- ✚ Rapport de Production par Phase Année 2018.
- ✚ Rapport des Défauts de Production Année 2017.
- ✚ Rapport des Défauts de Production Année 2018.
- ✚ Rapport des Défauts de Production par Article et par Opérateur Année 2017.
- ✚ Rapport des Défauts de Production par Article et par Opérateur Année 2018.
- ✚ Procédure de conformité de produit fini PR.G.08.16 (Version V1) Mr LACENE NECER ABDERRAHIM (2017).
- ✚ Procédure de mesure de la satisfaction client et traitement des réclamations client (Version V4), Mr MEHDAOUI MORAD (2017).
- ✚ Manuel qualité et environnement V14 MR MEGHEBBAR ABDELGHANI (2018).
- ✚ Catalogue des produits, Mr MEZOUAR F (2009).

WEBOGRAPHIE

- ✚ Six Sigma: Define and Measure (mooc) : <https://courses.edx.org/courses/course-v1:TUMx+QPLS1x+2T2018/course/> (Mai 2019).
- ✚ Six Sigma: Analyze, Improve, Control (mooc) : <https://courses.edx.org/courses/course-v1:TUMx+QPLS2x+2T2018a/course/> (Mai 2019).

ANNEXE 1 : POLITIQUE QUALITE ET ENVIRONNEMENT

 CERAM Divindus Unité de Ghazaouet	MANUEL QUALITE et ENVIRONNEMENT	Réf : MQE.G.04.01 Version : V14 Date : 26/11/2018 Page : 8/25
---	--	--

0 . POLITIQUE QUALITE ET ENVIRONNEMENT

Le savoir-faire et le professionnalisme dans la fabrication des produits céramiques ont permis à l'unité de Ghazaouet CERAM DIVINDUS d'occuper une place privilégiée sur le marché national.

Les soucis permanents de comprendre les besoins et les attentes des parties intéressées et de s'adapter aux mutations économiques, environnementales, culturelles et sociales conduisent CERAM DIVINDUS à baser sa politique qualité et environnementale sur :

- ⇒ Une meilleure compréhension des enjeux externes et internes permettant de fournir et d'améliorer en permanence ses produits et services conformes aux exigences de ses parties intéressées.
- ⇒ Un label pour sa production reconnue sur le plan national et, à terme, international,
- ⇒ La préservation de l'environnement et le respect de la réglementation environnementale.

Cette politique qualité et environnementale se traduit par les engagements suivants :

Qualité :

- ⇒ Adopter une approche systématique de la gestion de la qualité en adéquation avec la norme ISO 9001 dans sa version 2015,
- ⇒ Impliquer les employés à tous les niveaux de l'organisation dans la gestion de la qualité et les encourager à se fixer à des objectifs opérationnels grandioses pour que chacun des salariés participe au succès de l'entreprise,
- ⇒ Satisfaire nos parties intéressées par l'amélioration en continu de la qualité des produits et services,
- ⇒ Traiter efficacement les risques et les opportunités par la mise en œuvre d'un plan d'actions,
- ⇒ Améliorer en continue les processus de production par la mise en œuvre du plan d'investissement et ainsi rehausser le niveau technologique,
- ⇒ Manager le capital humain par l'adéquation du niveau de compétence avec des besoins techniques en s'appuyant sur des actions de formation continue,
- ⇒ Prévenir les risques en adoptant l'approche d'analyse des risques.

Environnement:

- ⇒ Adopter une approche systématique de la gestion de l'environnement en adéquation avec la norme ISO 14001 dans sa version 2015,
- ⇒ Respecter les exigences environnementales, réglementaires et légales auxquelles nous souscrivons,
- ⇒ Privilégier des achats respectueux de l'environnement et rationaliser les consommations,
- ⇒ Réduire les impacts environnementaux liés aux activités, produits et services,
- ⇒ Optimiser la gestion de nos déchets en réduisant, autant que possible, les quantités en maintenant les bonnes pratiques de tri et privilégiant la valorisation de nos déchets,
- ⇒ Respecter la propreté du site et des équipements.

En tant que Directeur de l'unité de Ghazaouet CERAM DIVINDUS, je m'engage, pour cela, à fournir les moyens et les ressources nécessaires pour la mise en œuvre et la tenue de cette politique et surtout, l'amélioration continue de notre système de management intégré suivant une démarche menée dans le respect et la convivialité et pilotée par le groupe de travail en favorisant l'échange des idées à tous les niveaux dans l'entreprise.

La date : 02 Octobre 2017

Le Directeur de l'unité
F. ZEROUALI

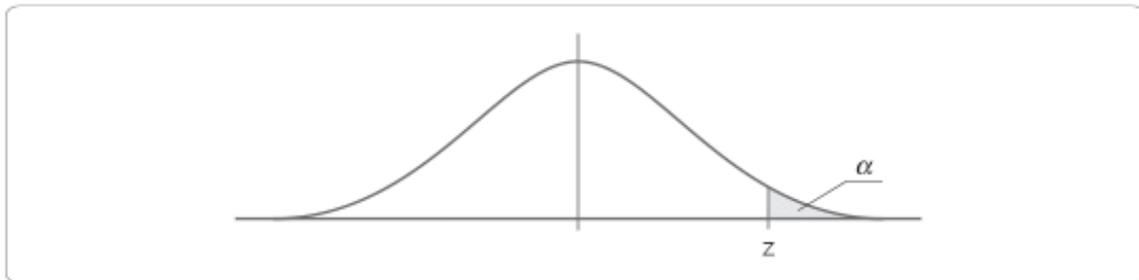
RAPPORT DES DEFAUTS DE PRODUCTION																																
PERIODE DU 01/01/2018 AU 31/01/2018																																
TYPE DE DEFAUT		FISS	FISS	FISS	EXCES	RETRAIT	COUVER	SALETE	CHOC	AV	DEFOUR	CH.PCES	CH.PCES	ALUMI	FISSURE	POINTS	SALET.	EMBAL.	SUR	SOUS	DEFAU.	SALET.	FISS.	TOTAL								
DESIGNATION	ARTICLE	BASE	DIAG	INTE	SYPH	DEMO	FIXA	D'AIR	PLATRE	FINIT	EMAIL	COLLE	EMAIL	EMAIL	EMAIL	EMAIL	COLLE	EMAIL	EMAIL	EMAIL	AP.EMA.	REFROID	DEFER	FOUR	CUISS.	CUISS.	SIGLE	DECAL.	PASTI.			
10700RDP00	RECEVEUR DE DOUCHE PLUS	12	0	5	0	68	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	0	0	0	10	0	1	0	0	0	0	106			
10700RPL00	RECEVEUR DE DOUCHE 700X700 PLAT	2	0	0	0	116	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	1	0	21	0	3	0	0	0	0	150			
11600ECG00	EVEUR DE CUISINE	0	0	0	0	136	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	9	0	0	0	24	0	5	0	0	185			
20655RYP00	W.C ANGLAIS SH RYMA PRIME	139	0	0	10	80	0	16	0	0	3	0	15	0	0	0	41	16	0	8	0	1	0	28	1	0	0	0	368			
20690KEA00	W.C ANGLAIS KERAL MECANISE SH	96	0	0	1	68	0	3	0	0	4	0	6	0	0	0	1	17	3	0	11	0	0	5	1	0	0	0	216			
21470TPR00	W.C TORRENTE SH PRIME	2	0	0	5	58	0	1	0	0	8	0	0	0	0	0	1	4	3	0	3	0	0	7	0	0	0	0	93			
22470TPR00	W.C TORRENTE SV PRIME	5	0	0	16	35	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	2	4	0	0	0	0	0	3	0	0	75			
24645KEP00	W.C ANGLAIS KERAL PLUS SV	11	0	0	10	191	0	1	0	0	5	0	4	0	0	0	19	4	5	9	0	0	0	12	0	1	0	0	272			
30360KEP00	RESERVOIR KERAL PLUS	0	0	0	7	43	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	2	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	66			
30360RYP00	RESERVOIR RYMA PRIME	0	0	0	4	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29			
30400SAB00	RESERVOIR SABA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2			
31435ECG00	BAC A BAIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
40690KEA00	LAVABO KERAL MECANISE	2	0	0	0	71	0	53	0	0	0	0	22	0	0	0	2	11	4	0	2	0	0	3	0	0	0	0	170			
40690KER00	LAVABO KERAL	4	0	0	0	41	0	1	0	0	0	0	4	0	0	1	0	5	25	3	0	2	0	2	2	0	0	0	92			
40690RYG00	LAVABO RYMA	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3			
40690RYP00	LAVABO RYMA PRIME	1	0	0	0	54	0	3	0	0	12	0	19	0	0	0	5	47	9	0	4	0	1	0	7	0	0	0	162			
40665SAB00	LAVABO SABA	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3			
41160KEA00	COLONIE KERAL MECANISEE	0	0	0	0	83	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	1	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0	102			
41180RYP00	COLONIE RYMA PRIME	0	0	0	0	43	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	1	8	3	0	2	0	0	0	4	1	0	0	69			
43500TRM00	W.C TURC GHAZOJET	160	0	0	0	54	0	2	15	0	0	0	7	0	5	0	4	73	19	0	1	0	0	0	1	6	1	0	0	363		
43630TRC00	W.C TURC PLUS	15	0	0	0	133	0	1	12	0	8	0	12	0	1	0	0	5	19	6	1	15	0	0	2	1	0	0	0	231		
43730TRR00	W.C TURC AVEC RINGAGE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
46490CON00	LAVE MAINS COON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
46490ECG00	LAVE MAINS COQUILLAGE	0	0	0	0	58	1	1	0	0	3	0	2	0	5	0	7	8	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	92		
50500ANT00	TABLETTE	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9		
53190ECG00	PORTE SAVON P.M.	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	17		
TOTAL X		449	0	5	53	1371	1	94	31	0	56	0	92	0	13	9	2	32	316	89	9	75	0	35	0	100	12	10	0	0	0	2854

RAPPORT DES DEFAUTS DE PRODUCTION																															
PERIODE DU 01/05/2018 AU 31/05/2018																															
DESIGNATION ARTICLE	TYPE DE DEFAUT	FISS	FISS	FISS	FISS	FISS	DEFOR	BULLE	POINTS	MAUVA	EMPRE	EMAIL	MANQUE	EXCES	RETRAIT	COUVER	SALETE	CHOC.AV	DEFOUR	CH.PCES	ALUM.	FISSURE	POINTS	SALET.	EMBAL.	SUR	SOUS	DEFAUT	FISS.	TOTAL	
		BASE	DIAG	INTE	SYPH	DEMO	FIXA	DAIR	PLATRE	FINIT	EMAIL	COLLE	EMAIL	EMAIL	EMAIL	COLLE	EMAIL	EMAIL	CUSSION	NEUMENT	AV.EMA.	AP.EMA.	REFROID	DE FER	FOUR	CUISS.	CUISS.	SIGLE	DECAL.	PASTI.	
1070RDP00	RECEVEUR DE DOUCHE PLUS	2	0	25	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	54
1070RPL00	RECEVEUR DE DOUCHE 700X700 PLAT	6	0	30	0	184	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	239
1180DEC300	EVEIER DE CUISINE	1	0	0	0	71	0	2	1	0	1	0	0	0	0	3	0	1	7	7	0	0	0	0	4	0	47	0	0	145	
1350IEC300	BAC SIMPLE	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
2063RYP00	W.C ANGLAIS SH RYMA PRIME	171	0	0	0	77	0	23	0	0	0	0	18	0	0	14	0	0	42	7	0	3	1	1	0	3	0	6	0	366	
2064KEA00	W.C ANGLAIS KERAL MECANISE SH	98	0	0	2	74	3	3	0	0	1	0	8	0	1	4	0	0	33	7	0	4	1	0	0	1	0	7	0	247	
2064KEP00	W.C ANGLAIS KERAL PLUS SH	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	5	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	34	
2066ASL00	W.C ANGLAIS SH ASSALA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	3	
2066SAB00	W.C ANGLAIS SH SABA	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	
21470TP00	W.C. TORRENTE SH PRIME	1	0	0	1	32	0	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	
22470TP00	W.C. TORRENTE SV PRIME	3	0	0	2	60	0	34	0	0	1	0	3	0	0	3	0	0	7	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	119	
2463RYP00	W.C ANGLAIS SV RYMA PRIME	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	
2464KEP00	W.C ANGLAIS KERAL PLUS SV	4	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	15	2	0	4	0	0	1	0	1	0	0	62	
2466SAB00	W.C ANGLAIS SV SABA	3	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
30350KEP00	RESERVOIR KERAL PLUS	0	0	0	12	46	0	2	1	0	1	0	1	0	0	0	7	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	
3036RYP00	RESERVOIR RYMA PRIME	0	0	0	8	34	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	9	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	
3040SAB00	RESERVOIR SABA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
3143SEC00	BAC A BAIN	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
4060KEA00	LAVABO KERAL MECANISE	54	0	0	0	77	0	22	0	0	0	0	2	0	1	3	0	3	16	6	0	0	0	0	2	1	2	0	0	189	
4060KER00	LAVABO KERAL	2	0	0	0	22	0	7	41	0	3	0	4	0	1	4	0	5	22	2	1	4	0	0	0	4	0	0	0	122	
4060RYG00	LAVABO RYMA	2	0	0	0	29	0	2	3	0	1	0	0	0	0	1	0	5	6	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	54	
4060RYP00	LAVABO RYMA PRIME	7	0	0	0	19	0	1	1	0	0	0	5	0	0	2	0	1	36	5	0	2	0	0	0	2	0	0	0	81	
4064ASL00	LAVABO ASSALA P.M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
4075ASL00	LAVABO ASSALA G.M	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
41160KEA00	COLONNE KERAL MECANISEE	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
41180RYP00	COLONNE RYMA PRIME	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	
43530TRM00	W.C TURC GHAZAJUET	129	0	0	1	52	0	23	8	0	0	0	9	0	0	1	0	2	60	15	0	0	1	0	0	1	1	0	0	304	
43630TRM00	W.C TURC PLUS	4	0	0	0	10	0	1	0	0	0	0	2	0	10	1	0	1	10	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	46	
44470IC00	LAVE MAINS SIMPLE	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	19	
4649CC00	LAVE MAINS CON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4649ECG00	LAVE MAINS COUILLAGE	0	0	0	0	28	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	
47680ROS00	LAVABO ROSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
50500ANT00	TABLETTE	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	18	
53190ECG00	PORTE SAVON P.M	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	
	TOTAL	488	0	55	26	978	3	123	57	0	13	0	61	2	15	38	16	23	289	71	1	30	3	2	0	21	7	78	0	0	2410

RAPPORT DES DEFAUTS DE PRODUCTION																						TOTAL													
PERIODE DU 07/10/2018 AU 31/10/2018																																			
DESIGNATION ARTICLE	TYPE DE DEFAUT	FISS	FISS	FISS	FISS	FISS	DEFOR	BULLE	POINTS	MAUVA	EMPRE	EMAIL	MANQUE	EXCES	RETRAIT	COUVER	SALETE	CHOC	AV	DEFOUR	CH.PCES	CH.PCES	ALUMI	FISSURE	POINTS	SALET.	ENBAL.	SUR	SOUS	DEFAU.	SALET.	FISS.	TOTAL		
		BASE	DIAG	INTE	SYPH	DEMO	FIXA	D'AIR	PLATRE	FINIT	EMAIL	COLLE	EMAIL	MANQUE	EXCES	RETRAIT	COUVER	SALETE	CHOC	AV	DEFOUR	CH.PCES	CH.PCES	ALUMI	FISSURE	POINTS	SALET.	ENBAL.	SUR	SOUS	DEFAU.	SALET.	FISS.	TOTAL	
		EMAIL	COLLE	EMAIL	EMAIL	AP.EMA	REFROID	DE FER	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR	FOUR
10700RDP00	RECEVEUR DE DOUCHE PLUS	1	0	2	0	25	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	34
10700RPL00	RECEVEUR DE DOUCHE 700X700 PLAT	12	0	5	0	125	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	151
11800ECG00	EVIER DE CUISINE	1	0	0	2	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	11	1	8	0	0	0	94	
13300ECG00	BAC SIMPLE	0	0	0	0	11	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	43	
20600ALA01	W.C-ANGLAIS ALIA MODIFE	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
20635RYP00	W.C-ANGLAIS SH RYMA PRIME	154	0	0	10	56	0	19	0	0	1	0	32	0	0	0	0	0	21	10	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	313	
20640KEA00	W.C-ANGLAIS KERAL MECANISE SH	191	0	0	3	91	0	4	1	0	1	0	25	0	0	0	0	0	1	7	4	0	0	0	0	0	1	0	8	1	0	0	0	342	
20640KEP00	W.C-ANGLAIS KERAL PLUS SH	2	0	0	2	11	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	
21470TPR00	W.C. TORRENTE SH PRIME	2	0	0	8	61	0	4	2	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	
22470TPR00	W.C. TORRENTE SV PRIME	4	0	0	40	63	0	4	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	129	
24645KEP00	W.C-ANGLAIS KERAL PLUS SV	10	0	0	1	53	0	0	0	0	3	0	15	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	99	
30350KEP00	RESERVOIR KERAL PLUS	0	0	0	24	170	0	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	11	0	4	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	222	
30360RYP00	RESERVOIR RYMA PRIME	1	0	0	60	154	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	237	
31435ECG00	BAC A BAIN	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
32355KER00	BIDET KERAL	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
33350RYG00	BIDET RYMA	1	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	
40600KEA00	LAVABO KERAL MECANISE	67	0	0	0	108	0	11	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	198	
40600KER00	LAVABO KERAL	6	0	0	0	30	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	49	
40600RYG00	LAVABO RYMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
40600RYP00	LAVABO RYMA PRIME	51	0	0	0	27	0	1	0	0	3	0	9	0	0	0	0	0	12	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	107	
40665SAB00	LAVABO SABA	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	
41160KEA00	COLONNE KERAL MECANISEE	0	0	0	1	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	
41180RYP00	COLONNE RYMA PRIME	0	0	0	0	84	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	
43330TRM00	W.C TURC GHAZAOUET	160	0	0	1	69	0	3	1	0	2	0	3	0	0	0	0	0	39	9	0	0	0	0	0	0	0	20	1	0	0	0	0	318	
43330TRC00	W.C TURC PLUS	7	0	0	0	31	0	15	6	0	3	0	2	0	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	91	
44470CC00	LAVE MAINS SIMPLE	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	
46480CON00	LAVE MAINS CON	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
46490ECG00	LAVE MAINS COUILLAGE	0	0	0	0	65	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	
50500ANT00	TABLETTE	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	
53190ECG00	PORTE SAVON P.M.	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	10	
	TOTAUX	670	0	7	152	1450	2	88	10	0	23	0	111	0	12	39	23	8	139	55	1	26	1	20	1	20	0	77	10	13	0	0	0	2937	

RAPPORT DES DEFAUTS DE PRODUCTION																																
PERIODE DU 01/11/2018 AU 30/11/2018																																
DESIGNATION ARTICLE	TYPE DE DEFAUT	FISS	FISS	FISS	FISS	FISS	DEFOR	BILLE	POINTS	MAUVA	EMPRE	EMAIL	MANQUE	EXCES	RETRAIT	COUVER	SALETE	CHOC.AV	CH.PCES	CH.PCES	ALUM	FISSURE	POINTS	SALET.	EMBAL.	SUR	SOUS	DEFAU.	SALET.	FISS.	TOTAL	
		BASE	DJAG	INTE	SYPH	DEMO	FIXA	D'AIR	PLATRE	FINIT	EMAIL	COLLE	EMAIL	EMAIL	EMAIL	EMAIL	COLLE	EMAIL	EMAIL	CUSSION	NEMENT	AVEMA.	AP.EMA.	REFROID	DE FER	FOUR	CUSS.	CUSS.	SIGLE	DECAL.	PASTI.	
1070URDP00	RECEVEUR DE DOUCHE PLUS	6	0	11	0	30	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	2	8	2	0	6	0	12	0	0	0	82
1070URPL00	RECEVEUR DE DOUCHE 700X700 PLAT	8	0	6	0	111	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	134
1180UECC00	EVIER DE CUISINE	11	0	0	1	73	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	3	5	0	4	0	31	0	0	0	136
1330UECG00	BAC SIMPLE	0	0	0	0	20	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	34
2060DALA01	W.C ANGLAIS ALIA MODIFIE	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
20635RYP00	W.C ANGLAIS SH RYMA PRIME	167	0	0	12	67	0	15	0	0	3	0	27	0	0	1	0	0	25	17	0	4	0	1	0	2	1	0	0	0	0	342
2064UKEA00	W.C ANGLAIS KERAL MECANISE SH	159	0	0	16	85	0	7	0	0	8	0	12	1	0	0	0	0	15	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	307
2064UKEP00	W.C ANGLAIS KERAL PLUS SH	5	0	0	2	22	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
21470TR000	W.C. TORRENTE SH PRIME	3	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
22470TR000	W.C. TORRENTE S/ PRIME	9	0	0	28	26	0	0	1	0	5	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
24645KEP00	W.C ANGLAIS KERAL PLUS SV	5	0	0	5	39	0	0	0	0	3	0	19	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	80
30330KEP00	RESERVOIR KERAL PLUS	1	0	0	15	172	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	7	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	206
30380RYP00	RESERVOIR RYMA PRIME	2	0	3	49	142	0	5	0	0	3	0	1	8	0	0	0	27	0	13	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	255
3040USAB00	RESERVOIR SABA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
30660NR000	RESERVOIR INOUR	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
31435ECG00	BAC A BAIN	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
32555KER00	BIDET KERAL	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
33530RYG00	BIDET RYMA	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
40600KEA00	LAVABO KERAL MECANISE	67	0	0	0	68	0	24	0	0	2	0	1	0	0	0	0	2	9	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	177
40600KER00	LAVABO KERAL	0	0	0	0	9	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
40600RYP00	LAVABO RYMA PRIME	80	0	0	0	32	0	1	0	0	3	0	5	0	0	0	0	0	11	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134
40665SAB00	LAVABO SABA	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
41160KEA00	COLONNE KERAL MECANISEE	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
41180RYP00	COLONNE RYMA PRIME	0	0	0	0	26	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
41195SAB00	COLONNE SABA	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4
43530TRM00	W.C TURC GHAZAQUET	281	0	0	4	57	0	4	0	0	1	0	3	0	0	6	0	0	32	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	401
43630TRC00	W.C TURC PLUS	3	0	0	0	31	0	12	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	67
44700CIC00	LAVE MAINS SIMPLE	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
46400C0M00	LAVE MAINS COIN	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
46400ECG00	LAVE MAINS COQUILLAGE	0	0	0	0	41	0	0	1	0	0	0	1	0	0	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	56
50500ANT00	TABLETTE	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
53190UECG00	PORTES AVON P.M.	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	21
	TOTAUX	809	0	20	132	1170	0	88	2	0	39	0	81	12	16	36	34	7	148	58	0	15	11	15	0	27	4	45	0	0	0	2769

ANNEXE 3 : TABLE DE LA LOI NORMALE



z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,1776
0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0708	0,0694	0,0681
1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,00964	0,00939	0,00914	0,00889	0,00866	0,00842
2,4	0,00820	0,00798	0,00776	0,00755	0,00734	0,00714	0,00695	0,00676	0,00657	0,00639
2,5	0,00621	0,00604	0,00587	0,00570	0,00554	0,00539	0,00523	0,00508	0,00494	0,00480
2,6	0,00466	0,00453	0,00440	0,00427	0,00415	0,00402	0,00391	0,00379	0,00368	0,00357
2,7	0,00347	0,00336	0,00326	0,00317	0,00307	0,00298	0,00289	0,00280	0,00272	0,00264
2,8	0,00256	0,00248	0,00240	0,00233	0,00226	0,00219	0,00212	0,00205	0,00199	0,00193
2,9	0,00187	0,00181	0,00175	0,00169	0,00164	0,00159	0,00154	0,00149	0,00144	0,00139
3,0	0,00135	0,00131	0,00126	0,00122	0,00118	0,00114	0,00111	0,00107	0,00104	0,00100
3,1	0,00097	0,00094	0,00090	0,00087	0,00085	0,00082	0,00079	0,00076	0,00074	0,00071
3,2	0,00069	0,00066	0,00064	0,00062	0,00060	0,00058	0,00056	0,00054	0,00052	0,00050
3,3	0,00048	0,00047	0,00045	0,00043	0,00042	0,00040	0,00039	0,00038	0,00036	0,00035
3,4	0,00034	0,00033	0,00031	0,00030	0,00029	0,00028	0,00027	0,00026	0,00025	0,00024
3,5	0,00023	0,00022	0,00022	0,00021	0,00020	0,00019	0,00019	0,00018	0,00017	0,00017
3,6	0,00016	0,00015	0,00015	0,00014	0,00014	0,00013	0,00013	0,00012	0,00012	0,00011
3,7	0,00011	0,00010	0,00010	9,6 E-5	9,2 E-5	8,8 E-5	8,5 E-5	8,2 E-5	7,8 E-5	7,5 E-5
3,8	7,2 E-5	6,9 E-5	6,7 E-5	6,4 E-5	6,2 E-5	5,9 E-5	5,7 E-5	5,4 E-5	5,2 E-5	5,0 E-5
3,9	4,8 E-5	4,6 E-5	4,4 E-5	4,2 E-5	4,1 E-5	3,9 E-5	3,7 E-5	3,6 E-5	3,4 E-5	3,3 E-5
z	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
4	3,17 E-5	2,07 E-5	1,33 E-5	8,54 E-6	5,41 E-6	3,40 E-6	2,11 E-6	1,30 E-6	7,93 E-7	4,79 E-7
5	2,87 E-7	1,70 E-7	9,96 E-8	5,79 E-8	3,33 E-8	1,90 E-8	1,07 E-8	5,99 E-9	3,32 E-9	1,82 E-9
6	9,87 E-10	5,30 E-10	2,82 E-10	1,49 E-10	7,77 E-11	4,02 E-11	2,06 E-11	1,04 E-11	5,23 E-12	2,60 E-12

ANNEXE 4 : PPM EN FONCTION DU Z DU PROCESSUS

z	ppm centré dans les tolérances	ppm avec un décalage de 1,5
1	317310,52	697672,15
1,2	230139,46	621378,38
1,4	161513,42	541693,78
1,6	109598,58	461139,78
1,8	71860,53	382572,13
2	45500,12	308770,21
2,2	27806,80	242071,41
2,4	16395,06	184108,21
2,6	9322,44	135686,77
2,8	5110,38	96809,10
3	2699,93	66810,63
3,2	1374,40	44566,73
3,4	673,96	28716,97
3,6	318,29	17864,53
3,8	144,74	10724,14
4	63,37	6209,70
4,2	26,71	3467,03
4,4	10,83	1865,88
4,6	4,23	967,67
4,8	1,59	483,48
5	0,57	232,67
5,2	0,20	107,83
5,4	0,07	48,12
5,6	0,02	20,67
5,8	0,01	8,55
6	0,00	3,40
6,2	0,00	1,30
6,4	0,00	0,48
6,6	0,00	0,17
6,8	0,00	0,06
7	0,00	0,02

ANNEXE 5 : PARAMETRES RHEOLOGIQUES ANNEE 2018

DATES	COULAGE MECANISE						COULAGE MANUEL		
	CUVE: Bbc1			CUVE: WCT			CUVE:BC		
	DENSITE (g/l) (1815-1830)	VISCOSITE (sec) (60-80)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)	DENSITE (g/l) (1815-1830)	VISCOSITE (sec) (60-80)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)	DENSITE (g/l) (1790-1820)	VISCOSITE (sec) (30-60)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)
5/2/2018	1828	86	18	1826	74	21	1805	38	12
5/3/2018	1825	80	20	1820	84	25	1800	40	12
5/6/2018	1821	82	17	1824	82	20	1800	40	14
5/7/2018	1825	82	18	1823	76	20	1806	37	12
5/8/2018	1823	75	18	1826	83	20	1800	40	12
5/9/2018	1827	80	17	1825	73	19	1803	38	11
5/10/2018	1824	82	18	1828	75	18	1805	41	12
5/13/2018	1821	80	18	1816	72	21	1804	38	14
5/14/2018	1828	78	16	1822	71	16	1802	40	13
5/15/2018	1826	72	16	1820	69	16	1800	40	12
5/16/2018	1822	90	20	1818	89	20	1803	39	11
5/17/2018	1824	81	18	1822	87	24	1804	38	12
5/20/2018	1822	87	18	1820	79	24	1801	40	12
5/21/2018	1816	80	17	1820	73	23	1804	41	12
5/22/2018	1825	77	17	1818	75	21	1801	40	12
5/23/2018	1824	93	18	1818	94	22	1802	38	12
5/24/2018	1820	83	22	1821	80	25	1802	37	11
5/27/2018	1820	77	24	1818	89	16	1797	40	11
5/28/2018	1821	98	26	1823	82	24	1802	39	11
5/29/2018	1822	95	18	1821	81	26	1800	37	11
5/30/2018	1818	78	22	1821	77	23	1798	43	11
5/31/2018	1820	84	18	1822	80	24	1795	36	10
moyenne	1823	83	19	1821	79	21	1802	39	12

DATES	COULAGE MECANISE						COULAGE MANUEL		
	CUVE: Bbc1			CUVE: WCT			CUVE:BC		
	DENSITE (g/l) (1815-1830)	VISCOSITE (sec) (60-80)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)	DENSITE (g/l) (1815-1830)	VISCOSITE (sec) (60-80)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)	DENSITE (g/l) (1790-1820)	VISCOSITE (sec) (30-60)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)
6/3/2018	1824	87	23	1823	90	20	1798	37	10
6/4/2018	1826	84	19	1824	74	22	1796	37	10
6/5/2018	1822	82	18	1822	97	22	1796	35	10
6/6/2018	1819	82	22	1822	85	26	1795	37	9
6/7/2018	1823	82	20	1823	87	19	1795	33	11
6/10/2018	1824	84	18	1824	82	22	1798	34	10
6/11/2018	1828	92	18	1820	79	24	1800	40	10
6/12/2018	1818	84	23	1823	84	18	1797	34	11
6/13/2018	1825	86	20	1820	78	23	1790	37	11
6/14/2018	1823	80	18	1825	72	22	1791	46	13
6/17/2018	1820	80	20	1822	79	23	1800	43	13
6/18/2018	1823	83	22	1822	80	18	1802	45	14
6/19/2018	1824	89	23	1827	74	23	1802	43	12
6/20/2018	1816	90	20	1826	99	21	1800	40	10
6/21/2018	1828	83	25	1820	80	20	1803	39	13
6/24/2018	1827	88	21	1823	78	18	1802	35	10
6/25/2018	1828	92	24	1830	79	23	1800	38	11
6/26/2018	1825	92	28	1822	73	21	1805	35	12
6/27/2018	1824	83	23	1823	90	19	1806	36	12
6/28/2018	1825	90	19	1823	73	22	1802	33	12
moyenne	1824	86	21	1823	82	21	1799	38	11

DATES	COULAGE MECANISE						COULAGE MANUEL		
	CUVE: Bbc1			CUVE: WCT			CUVE:BC		
	DENSITE (g/l) (1815-1830)	VISCOSITE (sec) (60-80)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)	DENSITE (g/l) (1815-1830)	VISCOSITE (sec) (60-80)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)	DENSITE (g/l) (1790-1820)	VISCOSITE (sec) (30-60)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)
7/1/2018	1825	85	18	1825	65	20	1802	33	11
7/2/2018	1828	70	20	1825	83	23	1801	32	12
7/3/2018	1827	88	23	1824	74	19	1802	35	11
7/4/2018	1825	85	21	1822	75	22	1800	36	12
7/8/2018	1827	75	18	1818	64	17	1802	38	12
7/9/2018	1823	78	18	1823	75	20	1804	34	10
7/10/2018	1823	73	18	1823	75	18	1802	34	11
7/11/2018	1818	92	19	1822	83	19	1802	34	10
7/12/2018	1820	83	18	1815	76	22	1803	34	12
7/15/2018	1821	80	16	1823	90	23	1802	38	11
7/16/2018	1824	80	18	1821	74	24	1800	36	11
7/17/2018	1822	75	28	1818	67	18	1800	35	10
7/18/2018	1815	78	22	1823	74	18	1797	32	10
7/19/2018	1815	70	20	1819	79	21	1795	35	10
7/22/2018	1818	68	17	1820	30	7	1797	35	10
7/23/2018	1816	80	24	1822	84	28	1798	33	10
7/24/2018	1815	74	15	1817	83	19	1796	32	10
7/25/2018	1820	75	16	1820	75	16	1796	36	10
7/26/2018	1821	78	15	1819	84	20	1799	33	10
7/29/2018	1827	77	20	1829	83	18	1795	30	10
7/30/2018	1829	70	19	1830	82	21	1800	31	10
7/31/2018	1826	84	19	1829	79	22	1800	32	10
moyenne	1822	78	19	1822	75	20	1800	34	11

DATES	COULAGE MECANISE						COULAGE MANUEL		
	CUVE: Bbc1			CUVE: WCT			CUVE:BC		
	DENSITE (g/l) (1815-1830)	VISCOSITE (sec) (60-80)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)	DENSITE (g/l) (1815-1830)	VISCOSITE (sec) (60-80)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)	DENSITE (g/l) (1790-1820)	VISCOSITE (sec) (30-60)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)
9/2/2018	1824	68	9	1824	53	9	1790	28	6
9/3/2018	1823	58	9	1815	58	11	1795	31	7
9/4/2018	1830	68	14	1788	30	5	1800	37	9
9/5/2018	1825	74	15	1825	65	15	1809	45	16
9/6/2018	1832	72	12	1825	61	13	1807	38	14
9/9/2018	1828	62	15	1820	67	18	1806	40	14
9/10/2018	1829	71	18	1834	70	19	1810	38	14
9/12/2018	1820	68	13	1823	72	20	1802	41	15
9/13/2018	1826	75	15	1826	74	15	1805	38	13
9/16/2018	1827	77	23	1829	74	24	1803	38	10
9/17/2018	1823	85	27	1824	82	18	1810	41	11
9/18/2018	1823	77	24	1824	78	22	1805	40	10
9/19/2018	1827	74	24	1828	78	18	1810	35	13
9/23/2018	1826	74	21	1826	78	20	1810	40	13
9/24/2018	1820	81	18	1822	78	22	1808	42	12
9/25/2018	1820	78	24	1821	83	18	1803	42	12
9/26/2018	1824	92	26	1826	95	26	1806	42	12
9/27/2018	1825	85	20	1825	96	20	1810	42	12
9/30/2018	1823	98	20	1828	93	27	1810	41	14
moyenne	1825	76	18	1823	73	18	1805	39	12

DATES	COULAGE MECANISE						COULAGE MANUEL		
	CUVE: Bbc1			CUVE: WCT			CUVE:BC		
	DENSITE (g/l) (1815-1830)	VISCOSITE (sec) (60-80)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)	DENSITE (g/l) (1815-1830)	VISCOSITE (sec) (60-80)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)	DENSITE (g/l) (1790-1820)	VISCOSITE (sec) (30-60)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)
10/1/2018	1822	106	29	1826	92	29	1807	39	12
10/2/2018	1822	87	19	1827	89	22	1806	43	13
10/3/2018	1819	85	29	1824	93	31	1806	39	13
10/4/2018	1821	82	28	1826	98	29	1806	46	12
10/7/2018	1823	74	22	1823	76	20	1807	43	12
10/8/2018	1821	84	23	1830	85	28	1805	39	12
10/9/2018	1828	90	28	1823	89	29	1805	42	13
10/10/2018	1823	85	28	1828	89	30	1810	42	13
10/11/2018	1822	94	30	1820	84	30	1805	39	13
10/14/2018	1822	85	30	1828	86	29	1806	41	13
10/15/2018	1824	91	28	1828	86	23	1807	10	13
10/16/2018	1821	84	20	1821	86	24	1804	45	14
10/17/2018	1821	89	32	1827	88	20	1806	39	13
10/18/2018	1818	95	20	1824	82	23	1800	38	11
10/21/2018	1820	80	25	1821	94	26	1800	37	12
10/22/2018	1821	89	19	1818	80	23	1797	36	12
10/23/2018	1818	77	20	1817	92	25	1797	37	11
10/24/2018	1829	96	33	1831	91	29	1802	40	14
10/25/2018	1820	100	26	1823	96	28	1800	44	14
10/28/2018	1826	90	30	1829	103	36	1805	49	16
10/29/2018	1828	96	28	1828	96	28	1807	45	16
10/30/2018	1826	100	28	1828	91	29	1810	46	16
10/31/2018	1827	94	23	1823	90	28	1809	43	17
moyenne	1823	89	26	1825	89	27	1805	40	13

DATES	COULAGE MECANISE						COULAGE MANUEL		
	CUVE: Bbc1			CUVE: WCT			CUVE:BC		
	DENSITE (g/l) (1815-1830)	VISCOSITE (sec) (60-80)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)	DENSITE (g/l) (1815-1830)	VISCOSITE (sec) (60-80)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)	DENSITE (g/l) (1790-1820)	VISCOSITE (sec) (30-60)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)
11/4/2018	1822	78	20	1826	78	18	1808	43	17
11/5/2018	1828	112	28	1825	87	22	1808	41	13
11/6/2018	1826	105	35	1829	101	33	1808	43	14
11/7/2018	1830	102	35	1827	102	32	1807	40	13
11/8/2018	1823	93	32	1818	94	25	1809	45	14
11/11/2018	1824	88	29	1826	91	26	1809	45	12
11/12/2018	1830	93	27	1828	91	29	1808	44	13
11/13/2018	1824	86	19	1824	93	27	1808	42	14
11/14/2018	1823	82	23	1820	95	21	1807	48	13
11/15/2018	1823	83	19	1824	93	26	1808	48	13
11/18/2018	1818	80	22	1825	80	25	1810	43	13
11/19/2018	1822	82	21	1819	79	23	1810	42	13
11/21/2018	1825	80	25	1824	88	30	1811	42	13
11/22/2018	1822	90	29	1823	89	30	1812	42	13
11/25/2018	1833	88	28	1831	90	30	1812	45	14
11/26/2018	1830	92	26	1828	89	27	1811	41	13
11/27/2018	1829	88	22	1822	92	24	1808	45	16
11/28/2018	1829	94	23	1825	86	28	1810	44	14
11/29/2018	1833	95	26	1829	96	27	1807	48	14
moyenne	1826	90	26	1825	90	26	1809	44	14

DATES	COULAGE MECANISE						COULAGE MANUEL		
	CUVE: Bbc1			CUVE: WCT			CUVE:BC		
	DENSITE (g/l) (1815-1830)	VISCOSITE (sec) (60-80)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)	DENSITE (g/l) (1815-1830)	VISCOSITE (sec) (60-80)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)	DENSITE (g/l) (1790-1820)	VISCOSITE (sec) (30-60)	THIXOTROPIE (sec) (10-25)
12/2/2018	1833	92	24	1832	87	26	1807	42	14
12/3/2018	1830	97	26	1828	88	26	1808	42	14
12/4/2018	1828	90	31	1826	97	26	1808	39	13
12/5/2018	1830	92	29	1829	96	30	1808	41	13
12/6/2018	1831	91	29	1830	90	29	1805	43	12
12/9/2018	1830	100	30	1830	112	32	1804	42	13
12/10/2018	1825	105	25	1830	108	27	1798	32	10
12/11/2018	1829	98	27	1830	95	26	1800	50	14
12/12/2018	1826	100	25	1823	110	27	1804	44	14
12/13/2018	1823	96	28	1826	97	26	1807	48	16
12/16/2018	1827	93	25	1829	103	26	1818	50	22
12/17/2018	1827	118	37	1825	110	35	1810	46	16
12/18/2018	1830	115	38	1826	101	33	1812	51	22
12/19/2018	1829	121	37	1819	110	39	1810	44	14
12/20/2018	1826	118	38	1826	117	34	1809	48	16
12/23/2018	1823	103	29	1830	120	28	1810	45	16
12/24/2018	1825	102	31	1829	121	30	1810	49	13
12/25/2018	1824	106	35	1832	130	38	1811	45	13
12/26/2018	1821	90	26	1827	108	35	1809	50	15
12/27/2018	1825	93	24	1825	97	32	1809	46	14
12/30/2018	1820	77	20	1822	96	24	1809	45	14
12/31/2018	1818	99	27	1826	96	24	1811	44	14
moyenne	1826	100	29	1827	104	30	1808	45	15

ANNEXE 6 : LISTE DE PRESENCE DE LA SEANCE DE BRAINSTORMING



وحدة الخزف الصحي بالغزوات
CERAM DIVINDUS
 Unité Ghazaouet
 Groupe GIL DIVINDUS



Liste de présence

Date : Dimanche le 26/05/2019

Nom	Prénoms	Fonction	Emargements
MEGHEBBAR	Abdelghani	R.M.Q	
Djouis	Me Lakr	chef service cuisson	
MEZEOUAR	Fayçal	charge d'écude	
MESSOUAF	Yacine	charge d'étude	
HADJA DJ	Bachir	chef service F. crue	
BENALI	Nordine	chef service B.M	
LACEN NECER	A/Rahim	chef Département	
ABBAS	Mohamed	Étudiant	
DI B	Mohammed Walid	Étudiant	

**ANNEXE 7 : TABLEAU DES CONSTANTES UTILISÉES DANS LES CARTES DE
CONTRÔLE XBAR & R**

Sample Size = m	A ₂	A ₃	d ₂	D ₃	D ₄
2	1.880	2.659	1.128	0	3.267
3	1.023	1.954	1.693	0	2.574
4	0.729	1.628	2.059	0	2.282
5	0.577	1.427	2.326	0	2.114
6	0.483	1.287	2.534	0	2.004
7	0.419	1.182	2.704	0.076	1.924
8	0.373	1.099	2.847	0.136	1.864
9	0.337	1.032	2.970	0.184	1.816
10	0.308	0.975	3.078	0.223	1.777
11	0.285	0.927	3.173	0.256	1.744
12	0.266	0.886	3.258	0.283	1.717
13	0.249	0.850	3.336	0.307	1.693
14	0.235	0.817	3.407	0.328	1.672
15	0.223	0.789	3.472	0.347	1.653
16	0.212	0.763	3.532	0.363	1.637
17	0.203	0.739	3.588	0.378	1.622
18	0.194	0.718	3.640	0.391	1.608
19	0.187	0.698	3.689	0.403	1.597
20	0.180	0.680	3.735	0.415	1.585
21	0.173	0.663	3.778	0.425	1.575
22	0.167	0.647	3.819	0.434	1.566
23	0.162	0.633	3.858	0.443	1.557
24	0.157	0.619	3.895	0.451	1.548
25	0.153	0.606	3.931	0.459	1.541

Résumé

Ces dernières années, les entreprises algériennes s'intéressent de plus en plus à appliquer des méthodes de contrôle qualité au sein de leur entreprise pour améliorer et assurer la qualité de leurs produits. Ainsi, il nous a semblé utile de mesurer l'impact de la mise en place de la méthode Six Sigma pour l'amélioration de la performance de l'entreprise. Dans ce travail, nous avons mis en place la méthode Six Sigma au sein de l'entreprise « CERAM DIVINDUS unité de Ghazaouet ». Notre objectif consiste à diminuer le taux de rebut. Par la suite nous avons appliqué la démarche DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser Améliorer et Contrôler) de la méthode Six Sigma pour définir le problème. Nous avons constaté que le problème majeur chez l'entreprise est les produits non conformes aux normes de l'entreprise. Ensuite nous avons commencé à mesurer le z du processus et les causes des rejets, Dans la suite nous avons analysé les données et comment les défauts se produisent. Ensuite, nous proposons des différents types des solutions pour réduire le taux de rebut et s'assurer de l'amélioration continue. Finalement nous faisons un contrôle pour piloter les variables clés et pour conserver les résultats obtenus par la méthode Six Sigma.

Mots clé : Six Sigma, démarche DMAIC, DPO, DPMO, z de processus, variabilité, Diagramme d'Ishikawa, Diagramme de Pareto.

الملخص

في السنوات الأخيرة، أصبحت الشركات الجزائرية مهتمة بشكل متزايد بتطبيق طرق جديدة داخل شركتها لتحسين وضمان جودة منتجاتها. وبالتالي، بدأ من المفيد قياس تأثير تنفيذ طريقة 6 سيجما لتحسين أداء الشركة، في مشروع نهاية الدراسة هذا، طبقنا طريقة Six Sigma داخل شركة «وحدة الخزف الصحي بالجزائر». هدفنا هو تقليل معدل النفايات. بعد ذلك، قمنا بتطبيق هذه الطريقة نهج DMAIC (تحديد، قياس، تحليل تحسين، مراقبة) لتحديد المشكلة. لقد وجدنا أن المشكل الأكبر في هذه الشركة هو وجود نسبة معتبرة من المنتجات الغير المطابقة لمعايير المحددة من الشركة. بعد ذلك، بدأنا في قياس قدرة خط الإنتاج وأسباب وجود النفايات، فيما يلي قمنا بتحليل البيانات وكيف تحدث العيوب في المنتجات. بعدها، إقترحنا أنواعاً مختلفة من الحلول لتقليل معدل النفايات وضمان التحسين المستمر. وأخيراً، قمنا بمرحلة مراقبة المتغيرات الرئيسية للحفاظ على النتائج التي تم الحصول عليها بواسطة طريقة Six Sigma.

الكلمات المفتاحية: Six Sigma، نهج DMAIC، DPO، DPMO، قدرة خط الإنتاج، تقلب، مخطط إيشيكوا، مخطط باريتو.

Abstract

In recent years, Algerian companies are increasingly interested in applying quality control methods within their company to improve and ensure the quality of their products. Thus, it seemed useful to measure the impact of the implementation of the Six Sigma method for the improvement of the performance of the company. In this work, we set up the Six Sigma method within the company "CERAM DIVINDUS-Ghazaouet". Our goal is to reduce the scrap rate. Subsequently, we applied the Six Sigma method (Define, Measure, Analyze Improve and Control) to define the problem. We found that the major problem at the company is the non-compliant products to the company standards. Then We began to measure the process capability and the causes of the scrap, In the following we analyzed the data and how the defects occur. Next, we propose different types of solutions to reduce the scrap rate and ensure continuous improvement. Finally, we make a control to follow up the key variables and to keep the results obtained by the Six Sigma method.

Key words: Six Sigma, DMAIC approach, DPO, DPMO, Process Capability, Variability, Ishikawa Diagram, Pareto Diagram.