

TABLE DE MATIERE

Remerciement.....	1
Résumé.....	2
LISTES DES FIGURES.....	8
LISTE DES TABLEAUX.....	10
Liste des Abréviations.....	11
Glossaire.....	12
Introduction générale.....	15
Chapitre 1 : Contexte général du projet	16
Introduction.....	17
I. Présentation de l'organisme d'accueil.....	17
1) Aperçu sur le secteur aéronautique au Maroc.....	17
2) Présentation du Groupe LISI.....	17
3) Société LISI AEROSPACE.....	19
4) Présentation de LISI Casablanca.....	21
a) Présentation de LACMA.....	21
b) Fiche signalétique de LACMA.....	22
5) Produits et processus de fabrication de LACMA.....	22
a) UAP Usinage Chaudronnerie Profilés.....	22
b) UAP Pièces Primaires et Assemblage.....	24
c) UAP Traitement de Surface.....	24
II. Présentation du projet.....	26
1) Problématiques du projet.....	26
2) Missions et objectifs.....	27
3) choix de la méthodologie.....	28
4) Déroulement du projet.....	29
a) Intégration et planification du projet :.....	29

b)	Analyse et l'étude de l'état actuel :.....	30
c)	Traitement des informations obtenues et mise en place des améliorations:	30
d)	Contrôle et suivi des améliorations :	30
5)	Développement de la charte de projet	30
6)	Identification des parties prenantes	30
III.	Bibliographie du projet.....	32
1)	La méthode DMAIC.....	32
a)	Définir	32
b)	Mesurer	33
c)	Analyser.....	33
d)	Innover	33
e)	Contrôler.....	33
2)	La méthode PDCA	33
a)	Plan :.....	33
b)	Do.....	34
c)	Check.....	34
d)	Act :.....	34
	Conclusion.....	34
Chapitre 2 :	Mise en place (Application de la planification).....	35
	Introduction.....	36
I.	Plan de gestion du contenu	36
1)	Recueil des exigences	36
2)	Structure de décomposition du projet.....	37
II.	Plan de management de l'échéancier du projet.....	38
1)	Séquencement des tâches	39
2)	Planification du projet.....	39
II.	Plan de gestion des ressources humaines.....	40
1)	Personnel de travail.....	40

2)	Acteurs de projet.....	41
3)	Equipe du projet.....	42
IV.	Plan de gestion de la Qualité.....	42
1)	Concept du Lean Six sigma.....	43
2)	Spécificités du Lean 6 Sigma.....	43
3)	Caractéristiques qualité de tubes rectangulaire et de chenaux	44
4)	Processus et moyens de contrôle de la qualité	44
e)	Critères de conformité.....	45
V.	Plan de gestion de la stratégie du projet.....	45
1)	Analyse interne et externe de la stratégie du projet.....	46
2)	Analyse des risques du projet.....	47
VI.	Plan de gestion de la communication	47
	Conclusion.....	48
	Chapitre 3 : Mesure et Analyse des causes et opportunités d'amélioration	49
	Introduction.....	50
I.	Mesure de la performance de l'état actuel.....	50
1)	Outil de contrôle	50
2)	Taux de Retouches	50
a)	Taux de retouches de tubes rectangulaire	51
b)	Description de la famille tube rectangulaire	52
c)	Les défauts causaux :	52
d)	Recensement de causes de retouches	53
3)	L'ordre de fabrication de chenaux.....	54
a)	Taux de retouche de chenaux	54
b)	Description de la famille de chenaux	54
c)	Les défauts causaux.....	59
3)	Le temps de changements de séries.....	59
a)	Description de la machine	59

b)	Le temps de changement de séries actuel	60
I.	Analyse des causes et des effets :	61
1)	Tube rectangulaire.....	61
a)	Le diagramme d'ISHIKAWA tubes rectangulaires.....	61
b)	Classification des causes par ordre de pondération	62
c)	Méthodes de 5 Pourquoi pour les tubes rectangulaires	62
2)	Les chenaux.....	63
a)	Le diagramme d'ISHIKAWA les chenaux.....	63
b)	Méthodes de 5 Pourquoi pour les chenaux.....	64
3)	Analyse de temps de changements de séries	64
	Conclusion.....	65
	Chapitre 4 : Elaboration et déploiement des actions amélioratrices	66
	Introduction	67
I.	Amélioration de la performance qualité de l'UAP UCP :	67
1)	Action d'amélioration pour diminuer le taux de retouches.....	69
2)	Action d'amélioration pour diminuer le temps de changement de séries	69
II.	Contrôler.....	71
1)	Réalisation et contrôle de la procédure	71
a)	Tubes rectangulaire	71
b)	Chenaux	72
c)	Temps de changement de série	73
III.	Etude technico-économique.....	74
1)	Estimation des coûts d'investissement du « taux de retouche»	75
2)	Calcul des gains	76
	Conclusion.....	76
	Conclusion et perspectives	77

LISTES DES FIGURES

Figure 1 : Logo du groupe LISI	18
Figure 2 : Secteurs du groupe LISI	18
Figure 3 : Répartition des usines LISI dans le monde.....	19
Figure 4 : Répartition du chiffre d'affaire en 2013.....	19
Figure 5 : Emplacement de quelques composants en structure.....	20
Figure 6 : Logo de la société LACMA.....	21
Figure 7 : Logos des sociétés Creuzet Maroc et Indraero Maroc.....	21
Figure 8 : Exemples de produits Cleat AIRBUS.....	23
Figure 9 : Exemples de produits chaudronnés	24
Figure 10: Pièces primaires et assemblés	24
Figure 11: Atelier de traitement de surface et de peinture	25
Figure 12: Cabine de ressuage et pièces peintes	25
Figure 13: Structure de décomposition du projet	38
Figure 14: Diagramme GANTT du projet.....	40
Figure 15: Organigramme de l'unité de travail du projet	41
Figure 16: Outil de mesure.....	50
Figure 17: Evolution du taux de retouche de tubes rectangulaire	51
Figure 18: Taux de retouches par famille d'article.....	51
Figure 19: L'ordre de fabrication des tubes rectangulaire	52
Figure 20: Pareto des défauts tube rectangulaire	53
Figure 20: Taux de retouches des chenaux	54
Figure 21: Montage de chenaux	54
Figure 23: Ponçage actuel des chenaux.....	55
Figure22: Pièces fines chenaux	55
Figure 25: Operation de Pliage.....	56
Figure 26 :Operation de Etirage 1	57
Figure 27: Operation de Trempe	57

Figure 29: Chaudronnage	58
Figure 30: Ajustage	58
Figure 31: Pareto de types de retouches	59
Figure 32: La machine d'étirage	60
Figure 33: Les interventions.....	60
Figure 34: Sondage sur les tubes.....	62
Figure 35: Sondage sur les chenaux	64
Figure 37: Image de ponçage après ajustage.....	72
Figure 38: Image de chenaux après peinture.....	72
Figure 39: Mors d'étirage des F7x	70
Figure 40 : Mors d'étirage de Crj.....	71

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Fiche signalétique de LACMA	22
Tableau 2 : Produits kits Airbus	23
Tableau 3 : L'outil QQQQCP	26
Tableau 4 : Indicateurs étudiés.....	27
Tableau 5 : Objectifs du projet.....	27
Tableau 6 : Comparaison de méthode d'amélioration	29
Tableau 7 : Parties prenantes du projet	31
Tableau 8 : Exigences des différentes parties prenantes	37
Tableau 9 : Planning du projet	39
Tableau 10 : Acteur du projet.....	41
Tableau 11 : Equipe du projet	42
Tableau 12 : Horaire de travail.....	42
Tableau 13 : Défauts des tubes rectangulaire.....	45
Tableau 14 : Matrice FFOM.....	47
Tableau 15 : Rubriques utilisées dans la gestion du risque.....	47
Tableau 16 : Processus de fabrication des chenaux et le pourcentage de rayures	55
Tableau 17 : Ishikawa retouches de tubes rectangulaire	61
Tableau 18 : La méthode des 5 Pourquoi	63
Tableau 19 : Ishikawa retouches des chenaux	63
Tableau 20 : Actions d'amélioration.....	68
Tableau 21 : Action amélioratrice	69
Tableau 22 : Calcul des gains économiques.....	76

Liste des Abréviations

LACMA : Lisi Aerospace Creuzet Maroc.

UAP : Unité Autonome de Production.

GAP : Groupe Autonome de production.

DMAIC: Define, Measure, Analyse, Improve, Control.

PDCA : Plan, Do, Check, Act.

SIPOC: Supplier, Input, Process, Output, Customer.

UCP : Usinage Chaudronnerie Profilés.

TS : Traitement de surface.

FCI : Fiche de Contrôle Intégrée.

CNOMO : Comité de Normalisation des MOyens de production

FNCI : Fiche de Non-Conformité Interne.

OF: Ordre de Fabrication.

TTH : Traitement Thermique.

FFOM : Forces, Faiblesse, Opportunités et Menace

CRJ Canadair Regional Jet

F7X : est une pièce d'avion d'affaires Falcon 7X

Glossaire

- **Diagramme de Pareto** : Le diagramme de Pareto permet de hiérarchiser les problèmes en fonction du nombre d'occurrences et ainsi de définir des priorités dans le traitement des problèmes. Nommé aussi le diagramme du 80/20 il met en évidence les 20% de causes sur lesquelles il faut agir pour résoudre 80 % du problème. Il sera utile pour déterminer sur quels leviers on doit agir en priorité pour améliorer de façon significative la situation.
- **La performance** : La notion de performance au sein d'une entreprise intrigue et soulève pas mal de questionnements tout en générant des définitions diverses. La conception de la performance ayant évolué avec le temps, on peut plus ou moins dire que la performance se fonde sur le rapport valeur-coût que l'entreprise tend à optimiser.
- **Indicateurs de performance** : Un indicateur est une information ou un ensemble d'informations contribuant à l'appréciation d'une situation par le décideur ou le responsable.
- **Charte de projet** : La charte de projet est un document qui définit et autorise formellement un projet. Son contenu permet d'enlever toute ambiguïté aux différents acteurs du projet. Ce document sert à clarifier les différents axes du projet :
 - Description du projet : nom, but et livrables, justification liée au contexte, périmètre, voire retour sur investissement.
 - Attentes et besoins du client, sponsor ou autre acteur.
 - Dates principales du projet.
 - Résumé du budget et des ressources.
 - Hypothèses et contraintes.
- **Diagramme SIPOC** : Cet outil consiste à cartographier le processus que l'on souhaite améliorer en reprenant l'ensemble du flux depuis les entrées du fournisseur jusqu'aux sorties du Client. Au fur et à mesure qu'on déroule le flux, le fournisseur (Supplier) fournit une Entrée (Input) qui alimente le processus (Process). De ce Processus, résulte un Livrable (Output) adressé aux Clients (Customer). Il convient donc de représenter sur le diagramme SIPOC les éléments ci-dessous :
 - **Le Fournisseur (Supplier)** : Fournisseur du processus. Il peut être interne ou externe à l'entreprise.

- **L'Entrée (Input)** : Entrées du Processus (informations, matières premières, équipes, etc....).
- **Le Processus (Process)** : Le flux dans sa globalité.
- **Les Livrables (Output)** : Sorties du Processus (Produits, Informations, Services, etc....).
- **Le Client (Customer)** : Clients du processus, il ne s'agit pas forcément des Clients finaux d'un produit.

8 Mudras : Un Muda est une activité improductive, qui n'apporte pas de valeur aux yeux du client. Mais tout le monde accepte et pratique cette activité, sans la remettre en question. Néanmoins certaines tâches sans valeur ajoutée sont obligatoires. En effet, aujourd'hui on distingue 8 formes de Mudras :

- La Surproduction
- Les Surstocks
- Transports inutiles
- Surprocessing ou traitement inutile
- Mouvements inutiles
- Erreur, défaut et rebut
- Temps d'attente et délais
- Sous-utilisation des compétences

- **QOQOCP**

La méthode QOQOCP permet sur toutes les dimensions du problème d'analyser une activité, décrire une situation en adoptant une attitude interrogative systématique en posant les questions : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? (voire Combien ?). Chaque réponse à chacune de ces questions peut être soumise à l'interrogation supplémentaire: Pourquoi ?

Ces questions élémentaires sont très commodes pour mettre de l'ordre dans les idées. Elles sont utilisées à différents moments dans la démarche de résolution de problème :

- pour poser un problème ;
- pour rassembler des informations et les mettre en forme ;
- pour chercher des idées de causes possibles ainsi que de solutions possibles ;
- pour préparer un plan d'action.
- **Les 5M : « Méthode d'Ishikawa »** : La méthode d'Ishikawa est une méthode d'analyse qui sert à rechercher et à représenter de manière synthétique les différentes causes possibles d'un problème. Elle fut créée par le professeur Kaoru Ishikawa (1915-1989) d'où son appellation. Cette méthode utilise une représentation graphique sous forme de poisson pour matérialiser de manière structurée le lien entre les causes

et leur effet (défaut, panne, dysfonctionnement...). Aujourd'hui on parle des 7M à savoir : Matières, Milieu, Méthodes, Matériels, Matière grise (Personnel).

- **Analyses 8D** : L'analyse 8D est une méthode, en 8 étapes, d'organisation et de résolution des problématiques d'une organisation, notamment de la qualité, tout en maintenant les activités. La démarche consiste à intégrer pour tous les acteurs un principe d'éradication systématique des dysfonctionnements y compris par le travail collaboratif pour conduire à l'amélioration continue. Ses étapes sont :
 - D1: Constitution de l'équipe et nomination du pilote
 - D2: Caractérisation et quantification du problème
 - D3: Raisons de la non-détection
 - D4: Action de la sécurisation immédiate
 - D5: Recherche, priorisation et vérification des causes
 - D6: Plan d'actions définitif
 - D7: Confirmation de l'efficacité des actions
 - D8:Capitalisation

Introduction générale

Dans un domaine aussi délicat que l'aéronautique et devant la concurrence aigue, les crises économiques du marché et les exigences du client, l'instauration d'une culture d'amélioration continue et l'augmentation de la performance qualité et productivité devient une nécessité évidente pour le maintien de la compétitivité au sein du marché marocain.

Dans cette optique la société **LISI AEROSPACE CREUZET MAROC** s'est engagée dans une démarche d'amélioration et de réorganisation globales, visant à atteindre l'excellence industrielle en termes de qualité et productivité. Notre projet de fin d'étude s'inscrit dans ce cadre et a pour objectif l'amélioration de la performance qualité et de la productivité d'UAP usinage chaudronnerie profilé.

Le présent rapport expose le travail réalisé dans le cadre de notre projet selon le plan suivant :

- Le premier chapitre comprendra une présentation de l'organisme d'accueil, de la problématique traitée au cours de ce projet de fin d'études et les objectifs fixés par l'UAP UCP et l'équipe de travail.
- Le deuxième chapitre sera dédié à la planification de notre projet à travers la gestion des grands groupes de processus commençant par l'élaboration du registre des exigences des parties prenantes et terminant par le plan de gestion de communication.
- Le troisième chapitre constitue un chapitre analytique de deux volets liés:
 - ✓ Mesurer la performance de l'état actuel du taux de retouches des tubes rectangulaire et chenaux, ainsi que le temps de changements de séries actuel.
 - ✓ Le deuxième volet de notre Projet de Fin d'Etude est l'analyse de l'état des tubes rectangulaire et les chenaux et le temps de changement de séries au sein de l'UAP Chaudronnerie Profilé pour pouvoir générer les causes racine de chaque problème (présence de rayures, cotes hors tolérance,) .
- Le quatrième chapitre, représente le fruit de nos analyses, les solutions que nous avons élaborées et mise en place d'un plan d'actions amélioratrice de la performance de processus de UAP Chaudronnerie Profile.

Chapitre 1 : Contexte général du projet



Introduction

Ce premier chapitre est une mise en situation dans le contexte général de projet. Il se compose de deux grandes parties. Dans la première partie nous exposerons une présentation du groupe d'accueil, ses principales missions, et ses différents secteurs d'activités. Ensuite nous allons procéder à une description des différents produits et procédés de fabrication rencontrés au cours de notre projet de fin d'étude.

La deuxième partie sera consacrée à une présentation générale du projet, ses objectifs, son intégration au sein de la société et la planification de son déroulement.

I. Présentation de l'organisme d'accueil

1) Aperçu sur le secteur aéronautique au Maroc

Au cours de ces dix dernières années, le Maroc a su développer une plateforme aéronautique de qualité, dans des conditions de compétitivité internationale.

Identifié comme secteur stratégique par le Plan Emergence et considéré comme métier mondial du Maroc, l'aéronautique présente aujourd'hui un potentiel de croissance énorme et des avantages concurrentiels hautement compétitifs.

En 2013, le Maroc s'affirme aussi comme la destination de choix des opérateurs du secteur aéronautique dans le monde.

Cette base connaît un véritable essor avec la consolidation de la culture industrielle aéronautique au Maroc et le développement de nouveaux centres d'excellence couvrant la palette des métiers du secteur aéronautique : production et assemblage de pièces, d'équipements, et de systèmes, câblage, électronique, traitement de surface et chaudronnerie, usinage et mécanique de précision, maintenance moteur et avions, études et ingénierie... ainsi que divers services d'accompagnement.

D'une autre part le secteur aéronautique marocain, crédibilisée par la présence de plus de 100 opérateurs internationale, connaît une nouvelle phase dans son développement avec l'arrivée de nouveaux métiers ainsi que l'intégration davantage de technologies et de valeur ajoutée. (el-Andaloussi, 2014)

2) Présentation du Groupe LISI

Le Groupe LISI est un leader international dans l'industrie aéronautique dont l'activité est centrée sur la conception et la fabrication de solutions d'assemblage à forte valeur ajoutée. Sa dimension internationale, sa capacité à innover et surtout la performance de son outil industriel lui permettent d'apporter des réponses adaptées aux besoins de ses grands clients.



Figure 1: logo du groupe LISI

Le Groupe développe ses solutions partout où les problématiques sont complexes et porteuses de valeur ajoutée et d'innovation. Ainsi, au fil des années, LISI a gagné des positions de leader reconnu dans ses 3 domaines d'activité : l'aéronautique, l'automobile et le médical.

D'un chiffre d'affaire de 1306 M€ le Groupe LISI exerce son activité en direction de trois grands marchés (figure 2): l'aéronautique, pour lequel le Groupe produit des fixations et des composants d'assemblage de structures ; l'automobile, pour lequel LISI produit des fixations et des composants d'assemblage et de sécurité et enfin le secteur médical, pour lequel LISI fabrique des implants médicaux et des ancillaires.



Figure 2: secteurs du groupe LISI

Lors de sa création en 1777, le groupe LISI était destiné à la fabrication de mouvement d'horlogerie par son créateur Frédéric JAPY. Aujourd'hui LISI concentre plus de deux cents ans d'expansion et d'adaptation réussie à l'évolution des marchés sur lesquels il est implanté. Débutant par la fabrication de montre passant par la visserie puis écrous et boulons l'entreprise est devenue une société globale, dont la taille lui permet d'accompagner ses grands clients sur les marchés en croissance, partout dans le monde.

Aujourd'hui le Groupe LISI est présent dans 12 pays dans le monde et réalise 65 % de son chiffre d'affaires à l'exportation. La zone Europe concentre plus de 70 % des activités du Groupe, dont plus du tiers en France.



Figure 3 : répartition des usines LISI dans le monde

Le groupe a réalisé en 2013 plus de 57% de son chiffre d'affaires dans le domaine aéronautique contre 55% en 2012. Les activités automobiles ne représentent plus que 37% contre 39% en 2012. LISI MEDICAL se maintient à environ 6% du chiffre d'affaire consolidé. (Mohammed, 2015) La répartition du chiffre d'affaire en 2013 est représentée sur la figure 4 :

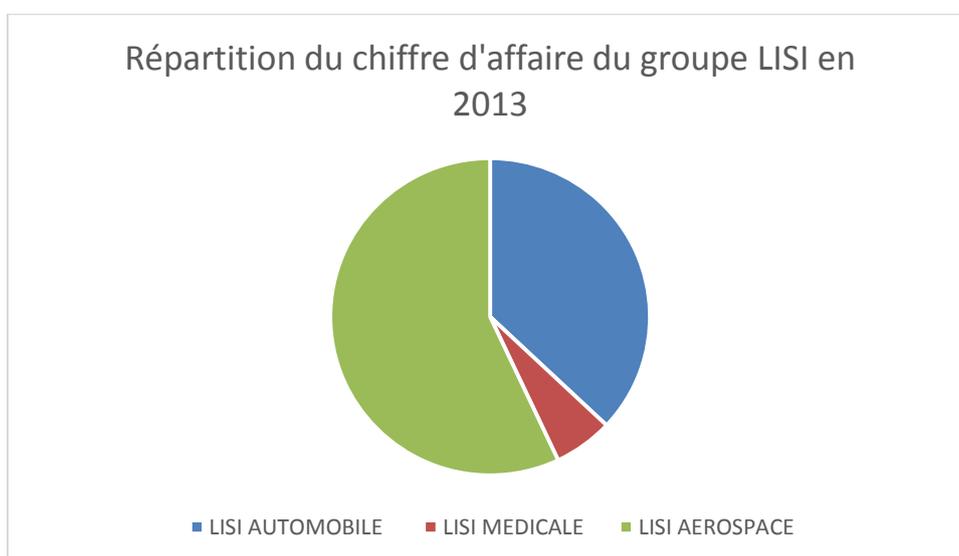


Figure 4: répartition du chiffre d'affaire en 2013

3) Société LISI AEROSPACE

LISI AEROSPACE possède 57% du chiffre d'affaire du groupe, soit 663,9 M€ et compte 5604 collaborateurs. En 2013, LISI AEROSPACE a investi plus de 52,3 M€. Les activités principales sont les fixations et les composants d'assemblage et de structure pour l'aéronautique. Ses principaux clients sont : Airbus, Boeing, Bombardier, Dassault, CFAN, EADS, Embraer, Eurocopter, Finmeccanica, GEAE, Pratt & Whitney, Rolls Royce, Safran, Spirit, les écuries de Formule 1 et Nascar pour la partie R, Alu racing.

Les principaux concurrents de LISI AEROSPACE sont : ACB, Alcoa Fastening Systems, Alu Menzinken, BreezeEastern, Dembiermont, Doncaster, Figeac Aero, Firth Rixson, Forge Ital,

Karlton-PCC, Lauak, Macstarlite, Manoir Aerospace, Mettis, MIFA, On Board, PFW, Potez, PrecisionCastpartCorp, TECT.

Les produits phares –Figure 5- se composent en :

- Cellule : Fixations de structure principalement en titane vis et écrous de plusieurs types.
- Moteur : Fixations moteurs, insert et goujons, écrous d'arbre.
- Pièce Spéciales : Fixation spéciales non structurales, verrous, broche à bille, outillage de pose.
- Racing : Fixations et composants pour la compétition automobile. Autres fixations pour l'automobile haut de gamme.
- Composants de structure : Pièce primaires chaudronnées ou formées et pièce composite de structure, sous-ensembles assemblés, intégrés à la cellule ou au moteur de l'avion, équipements intérieurs d'avion et délesteurs pour hélicoptères

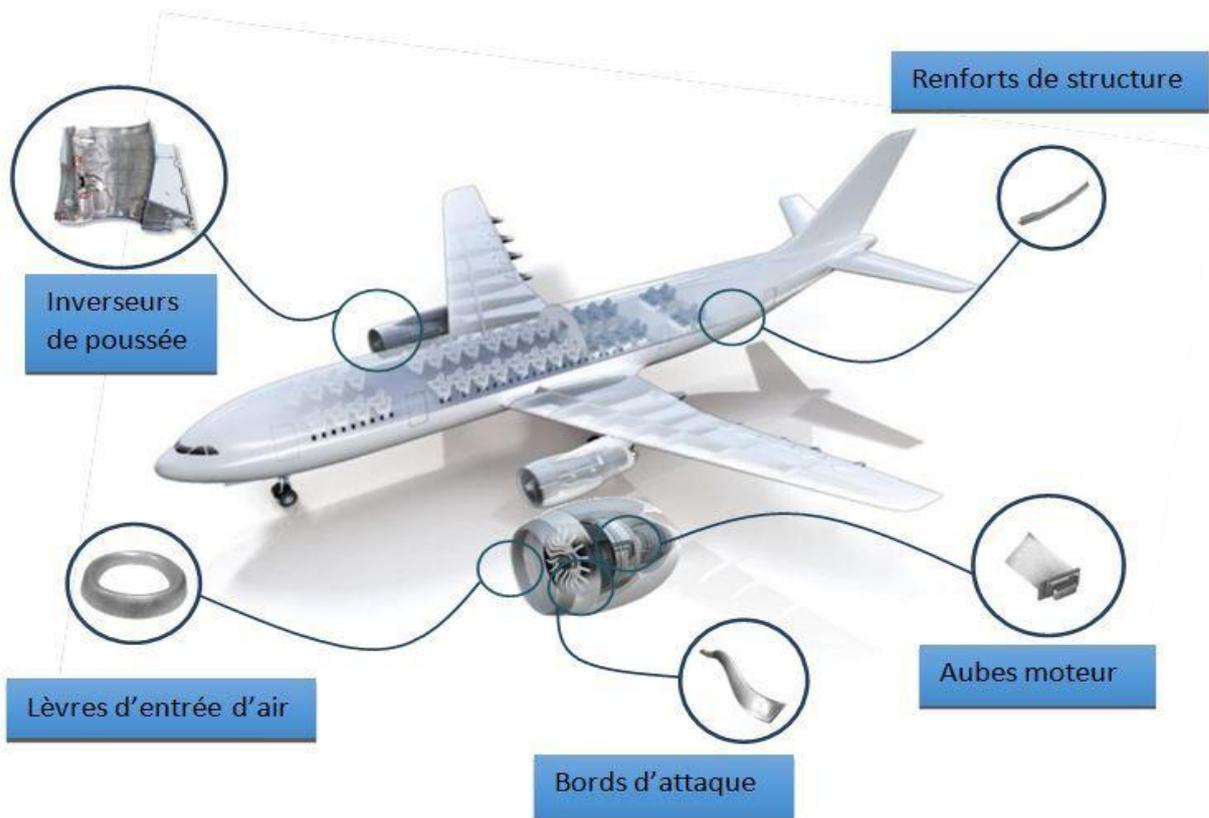


Figure 5: Emplacement de quelques composants en structure

4) Présentation de LISI Casablanca

a) Présentation de LACMA

LISI AEROSPACE CREUZET MAROC est la filiale de LISI AEROSPACE CREUZET spécialisée dans la production des pièces aéronautiques, elle s'est installée à Casablanca près de l'aéroport Mohamed V en 2004. Cette entreprise compte à son effectif 209 personnes, et est spécialisée dans la chaudronnerie, le formage à froid, l'usinage, la peinture et l'assemblage des composants de structure d'aéronef pour répondre aux demandes spécifiques des clients.



Figure 6: Logo de la société LACMA

La société LACMA a eu naissance en 2012 grâce à la fusion de CREUZET MAROC et la société INDRAERO MAROC.

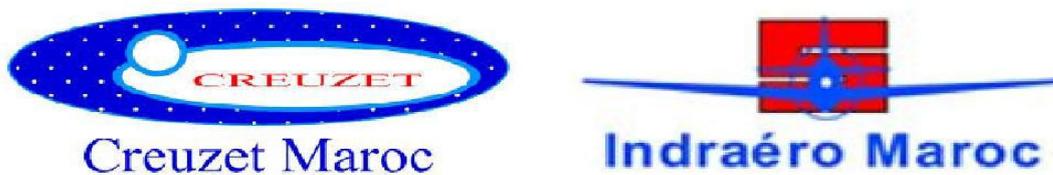


Figure 7: Logos des sociétés Creuzet Maroc et Indraero Maroc

b) Fiche signalétique de LACMA

Création	2005
Raison sociale	LISI AEROSPACE CREUZET MAROC
Forme juridique	Société Anonyme soumise à la législation Marocaine (Dahir du 11 Août 1922).
Actionnariat	LE GROUPE LISI CONFIRME LA FINALISATION DE L'ACQUISITION DE 100 % DES TITRES DES SOCIÉTÉS CREUZET AÉRONAUTIQUE ET INDRAERO-SIREN
Activités	Industrie aéronautique
Siège social	Zone Aéroportuaire Technopole Nouaceur – Nouaceur
Capital	8 225 800 Dirhams
Patente	32090016
Identifiant fiscal	2261098
Registre de commerce Casablanca	144797
CNSS	7089213
Chiffre d'affaire en 2012	67 003 959,80 MAD
Effectif	221
Superficie 36 000 m ²	36 000 m ²
Tel	05-22-53-60-90 / 05-22-53-86-48
Fax	05-22-53-92-85

Tableau 1: Fiche signalétique de LACMA

5) Produits et processus de fabrication de LACMA

LISI AEROSPACE CREUZET MAROC est organisée sous formes d'unités de production autonomes, qui contiennent plusieurs expertises différentes et travaillant plusieurs types de procédés de transformation afin de s'adapter à toutes les demandes des clients et satisfaire ses besoins spécifiques : la chaudronnerie, l'usinage et le formage, le traitement de surface et enfin la peinture. LISI respecte toutefois l'aspect environnemental et s'engage dans le contexte de la protection de l'environnement à travers des unités de traitement des effluents et de la déminéralisation de l'eau.

a) UAP Usinage Chaudronnerie Profilés

Cette Unité autonome de - à l'usinage des pièces et la forge des profilés elle se divise en deux Groupe Autonome de production (GAP) qui sont :

- **GAP usinage** : Groupe Autonome de Production dédié à la fabrication (usinage, détournage, perçage) des pièces KIT AIRBUS dans des machines à commandes numériques 4 axes. Les KIT AIRBUS comprennent trois familles d'articles (figure

8) : les Box Cleat, les ButterflyCleat et les FittingsCleat présentés sur le tableau ci-dessous. Ces articles se différencient par les dimensions des côtes.

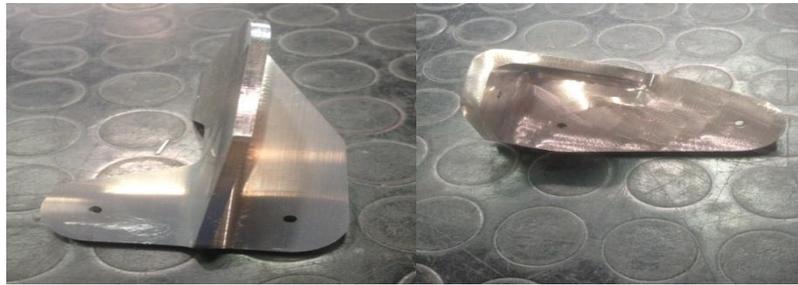


Figure 8: exemples de produits Cleat AIRBUS

Kits Airbus	
Famille d'articles	Nombre de types d'articles
Box Cleat	128
ButterflyCleat	205
Fitting	38

Tableau 2:Produits kits Airbus

- **GAP Chaudronnerie profilés** : spécialisé dans la forge des profilés après un traitement thermique de trempe ou recuit pour deux grandes familles d'articles (figure 9)s'y trouvent :
 - Les lisses : comprenant les articles semelles, les F7X, CRJ et ERJ (passent par un revenu)
 - Les programmes : les appuis joints, les supports, les supports joints, les doubler...



Figure 9: exemples de produits chaudronnés

Le GAP est spécialisé dans les procédés : pliage, formage à froid, rivetage découpage, tondage et le travail manuel de la tôle, 2 machines à commande numérique 4 axes ont pour but le détourage et le perçage des pièces forger dans le GAP.

b) UAP Pièces Primaires et Assemblage

Cette Unité autonome de production fabrique des pièces de moyennes grandeurs. Tout comme le GAP chaudronnerie profilés, cette unité est spécialisée dans la production des pièces après un traitement thermique de trempe. Par la suite, ces pièces sont chaudronnées, usinées, et contrôle au sein de l'UAP. L'UAP PP Assemblage assure aussi l'assemblage des pièces (figure 10) par les procédés de rivetage principalement.

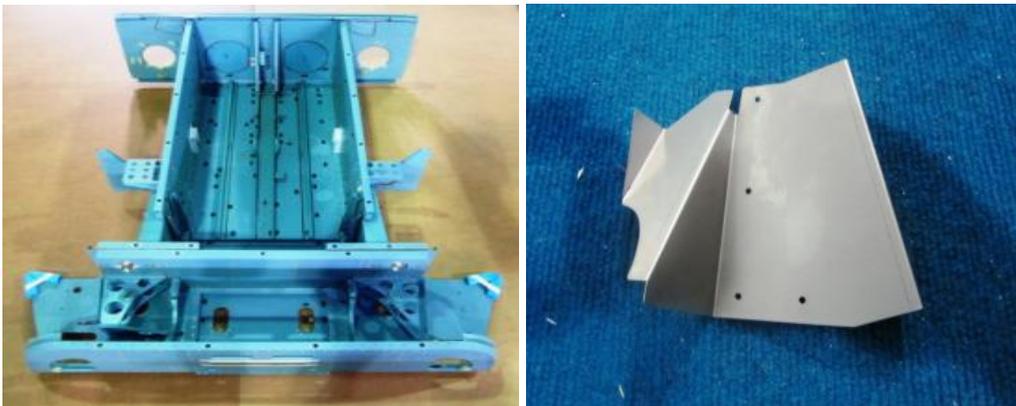


Figure 10: pièces primaires et assemblés

c) UAP Traitement de Surface

L'UAP TS est destinée à traiter les surfaces des pièces provenant de l'UAP UCP et l'UAP PP, à travers les procédés suivant :

- La peinture : Peinture par polyuréthane, époxy, hydrodiluable.



Figure 11: Atelier de traitement de surface et de peinture

- Le traitement de surface et le ressuage : Préparation de surface, Chromic Acid Anodising (OAC), Sulfuric Acid Anodising (OAS), Chromate conversion Coating (Alodine 1200), Inox Passivation, Tartaric Sulphuric Anodising (TSA), ressuage par trempe, ressuage par test électrostatique

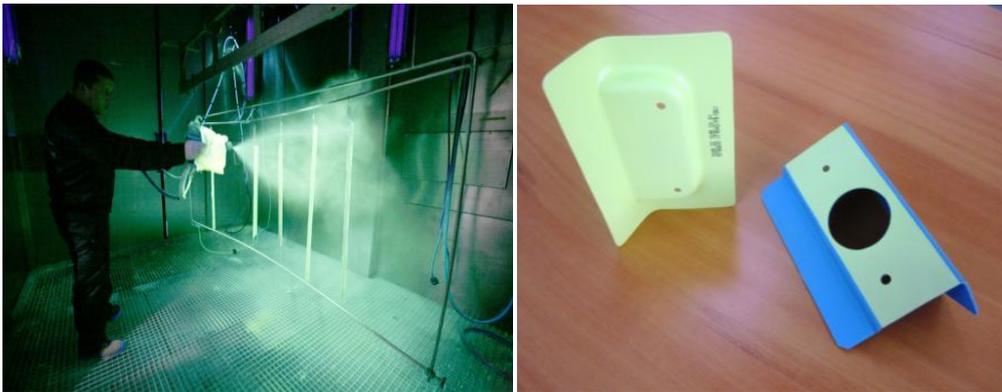


Figure 12: Cabine de ressuage et pièces peintes

- Laboratoire d'analyse : Brouillard salin, le chrome et le fer photomètre, PH-mètre, Conductimètre.
- Le traitement des effluents et la déminéralisation de l'eau : Réservoir de déchromatation, coagulation et de neutralisation. Adoucisseur, lampe à rayons ultraviolets contre la contamination bactérienne, réservoir de stockage.

II. Présentation du projet

1) Problématiques du projet

L'amélioration de la performance de production des tubes rectangulaire et des chenaux est un projet qui s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue de la société LISI Aerospace.

Le taux de retouche étant un indicateur important de performance de la qualité et de production nous permettra d'évaluer le processus de production et suivre l'évolution de la qualité.

D'autre part le temps de changement d'outils de machine est considéré comme un paramètre très important qui impose le nombre de pièces à livrer par unité de temps, leur optimisation permet d'améliorer la productivité et de réaliser un gain économique.

Afin de bien identifier le périmètre de notre projet, nous avons utilisé l'outil QQQQCP présenté dans le tableau ci-dessous :

Problème 1 : Présence de rayures sur les chenaux

Problème 2 : le temps de changement de séries

Problème 3 : Retouche de tube rectangulaire

	Question	Réponse	Problèmes		
Quoi	-Que fait-on ?	- <u>produits chaudronnés</u>	1	2	3
	-C'est quoi le problème ?	-Présence de rayures sur les chenaux	1		
		-le temps de changement de séries	2		
		-Retouche de tube rectangulaire	3		
Qui	-Qui est concerné ?	-Client et Personnel d'UAP et TS	1	2	3
Où ?	-Ou est-ce que le problème apparaît ?	- Chaudronnerie des profils	1		
		-Chaudronnerie des profils	2		
		-Chaudronnerie des profils	3		
Quand	-Depuis quand le problème apparaît-il ?	- depuis le début de fabrication	1		
		-Quand on change les outils de machine	2		
		-Après tondage et avant contrôle DIM	3		
Comment	-Comment le constate-t-on ?	-Visual	1		
		-Calcul de temps de changement de séries	2		
		-A travers l'indicateur de taux de retouches	3		
Pourquoi	-Pourquoi faire le projet ?	-Améliorer la productivité.	1	2	3
		-Améliorer la performance qualité			

Tableau 3 : l'outil QQQQCP

LACMA a enregistré durant les 10 mois de 2016 un taux de retouche moyen de **57.76%** dans les tubes rectangulaire et de 63% pour le taux de rayures :

Indicateur et facteur	Définition / Méthode de calcul	Niveau actuel
Taux de présence de rayures	Proportion des pièces retouchées	63%
Taux de retouche de tubes rectangulaire	Proportion des pièces retouchées par rapport à la production totale	57.76%
Temps de changement d'outils	Temps consacré à l'opération de chaudronnerie	92min

Tableau 4: indicateurs étudiés

Pour le GAP chaudronneries profilés la société a enregistré en 2016 un taux de rebut de 1,84%, cet indicateur est estimé acceptable devant le taux de retouche qui a atteint 27,89%. D'une autre part, et vue l'importance des produits forgés au sein du GAP chaudronnerie, le temps d'ajustage des articles reste à améliorer.

Ces indicateurs sont jugé globalement trop élevés par rapport aux objectifs fixés par l'UAP chaudronneries profilés, qui a jugé important de lancer ce projet de fin d'étude intitulé « **Amélioration de la performance des processus de production de l'UAP** »

2) Missions et objectifs

La finalité de notre projet est de minimiser le taux de rebut de LACMA et améliorer la productivité par la diminution du temps d'ajustage ou de chaudronnage ou de changement de série, pour ce il nous a été confié des missions pour l'atteinte des objectifs présenté dans le tableau ci-dessous.

indicateur et facteur	Définition / méthode de calcul	Taux actuel	Niveau désiré
Taux de présence de rayures	Proportion des pièces retouchées	63%	0%
Taux de retouche de tubes rectangulaire	Proportion des pièces retouchées par rapport à la production totale	57.76%	25%
Temps de changement d'outils	Temps consacré à l'opération de chaudronnerie	92min	49min

Tableau 5: Objectifs du projet

Pour aboutir à notre objectif nous avons défini les sous-objectifs suivants :

- Comprendre le processus de fabrication de chaudronneries profilés
- Rechercher les causes racines responsables de l'augmentation du taux de retouche de chaudronnerie
- Rechercher et éliminer les opérations inutiles pendant la phase de changement de séries
- Elaborer et mettre en place des actions d'améliorations.
- Contrôler et mesurer les résultats obtenus.

3) choix de la méthodologie

Afin de résoudre la problématique de ce projet, nous avons adopté des méthodes d'amélioration continue et de résolution de problème pour atteindre les objectifs fixés dans la charte. Les fameuses démarches sont :

- PDCA: Plan - Do - Check - Act.
- DMAIC: Define – Measure – Analyze – Innovate – Control
- SMED : single minute exchange of die(s)

Avant d'appliquer ces démarches amélioratrices, nous avons réalisé une analyse comparative faisant appel aux spécificités et le contexte d'utilisation de chaque méthode comme présenté dans le tableau suivant :

Méthode	Etapes	Utilisation
PDCA	Planifier, Déployer, Contrôler, Aller plus loin	Comme le PDCA est un outil d'amélioration de produit, d'œuvre, de processus, il est possible de l'utiliser dans tout projet de conception ou de reconception de produit. Il est également utilisé dans certains cas dans de démarches de contrôle de qualité.
SMED	Single Minute Exchange of Die(s)	la préparation de la machine, du poste de travail, des outillages ; la vérification de la matière et des instruments de mesures ; le démontage / montage de

		l'outillage ; le réglage des cotes de fabrication ; la réalisation et le contrôle des pièces d'essai ; le nettoyage ; le rangement du poste de travail ;
DMAIC	Définir, Mesurer, Analyser, Implémenter, Contrôler, Standardiser	Utilisée lorsqu'un produit ou un processus existant au sein d'une entreprise, donne des résultats mesurables. De plus, celui-ci ne doit pas être en adéquation avec les spécifications du client ou ne doit pas fonctionner correctement.

Tableau 3: comparaison de méthode d'amélioration

En nous basant sur l'étude comparative ci-dessus, nous concluons que la démarche DMAIC peut être appliquée dans le premier axe de ce projet où il s'agit de résoudre la problématique du taux de retouche avec des facteurs et des indicateurs d'étude qui donnent des résultats mesurables .

Par ailleurs nous allons adopter la méthode Ishikawa pour savoir les causes racines du problème de rayures observées sur la surface de la pièce.

D'autre part nous allons utiliser la méthode SMED pour calculer et diminuer le temps de changement de séries pour augmenter le rendement de machines.

4) Déroulement du projet

Le projet a commencé le 03 aout 2016, il s'est étalé sur une période de 4 mois. Le planning de déroulement de notre projet sera présenté par la suite. Et en voici les principales étapes :

a) Intégration et planification du projet :

L'intégration du projet est la première phase dans son cycle de vie. Cette phase est importante car il permet dans un premier temps d'autoriser formellement le projet pour pouvoir, par la suite, documenter les exigences initiales qui doivent satisfaire aux besoins et aux attentes des parties prenantes.

La planification est une phase clé pour la réussite du projet, elle permet de bien comprendre les objectifs du projet et de planifier la gestion des domaines de connaissances

dont : le contenu du projet : cerner le périmètre et les livrables à réaliser ; les parties prenantes, la qualité, les risques, les ressources, les livrables, mais aussi de définir les activités à accomplir pour chaque phase et élaborer un planning chronologique du projet. Dans cette phase nous allons donc sortir avec un plan de management du projet qui se compose des plans de gestion des domaines de connaissances cités.

b) Analyse et l'étude de l'état actuel :

Cette phase est une étude analytique qui consiste à identifier les différentes anomalies qui ont un impact direct sur l'augmentation du taux de retouches et le temps de changement de séries. Nous commençons par une analyse globale au niveau de GAP, afin de collecter et d'identifier les différentes causes possibles des problèmes.

c) Traitement des informations obtenues et mise en place des améliorations:

Cette phase consiste à déterminer les causes racines par un traitement analytique et graphique des données collectées à l'aide des outils mathématiques et statistiques afin de déterminer les actions d'amélioration à apporter au niveau opérationnel et organisationnel pour atteindre l'objectif.

d) Contrôle et suivi des améliorations :

Cette étape est consacrée à assurer le suivi des améliorations mise en place en contrôlant continuellement les indicateurs et les facteurs étudiés, afin de formaliser les modes opératoires et puis par l'élaboration d'outils et stratégies pour le maintien des améliorations.

5) Développement de la charte de projet

La charte de projet est le document qui définit et autorise formellement le début d'un projet. Son contenu permet d'enlever toute ambiguïté aux différents acteurs du projet. La charte contient les phases principales du cycle de vie du projet. Elle doit être validée par le sponsor du projet.

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

6) Identification des parties prenantes

Une partie prenante est toute entité influencée ou pouvant être influencé par un projet, et dont les attentes font l'objet de considérations importantes dans le cadre du projet.

Après avoir fixé l'objectif de ce projet, la prise en considération des attentes de ses parties prenantes opérationnelles durant toutes les phases du projet permettra d'obtenir des

connaissances et des informations plus approfondies sur les décisions à prendre et évite les problèmes inutiles qui pourront survenir.

Dans le tableau ci-dessous, nous allons identifier toutes les parties prenantes intervenantes dans notre projet, pour pouvoir par la suite les impliquées, identifier leurs besoins.

SPOC single point of contact	Position/partie prenante	Rôle	Influence
Saad Lahdyi	Responsable UAP Usinage Chaudronnerie Profilés	Directeur du projet et influenceur de prise de décisions	Elevée
Romain Blouin	Responsable qualité fournisseur Lisi Marmande	L'utilisateur final des pièces	Elevée
SAY Mounir	Superviseur de production Usinage	Pilote de projet dans le GAP usinage	Elevée
BAKRI Azzedine	Superviseur de production Chaudronnerie profilés	Pilote de projet dans le GAP chaudronnerie	Elevée
DIWANI Mohamed	Coordinateur qualité UAP Usinage Chaudronnerie profilés	Validation des essais Validation les nouvelles procédures	Elevée
SOUKRI Adil/BAHLOUL Moncef	Coordinateur Méthode UAP Usinage Chaudronnerie profilés	Assistant de la gestion des actions et support technique	Elevée
MAYIZI Mohamed	Coordinateur logistique UAP Usinage Chaudronnerie profilés	Gérer la priorité et faire de coordination entre le processus débit et l'usinage	Elevée

Tableau 4: parties prenantes du projet

L'identification des parties prenantes et de leurs besoins est un atout incontournable dans la planification du processus de collecte des besoins. Nous allons, dans le chapitre qui suit, à travers l'analyse et la validation de ces besoins, élaborer l'ensemble des activités qui vont mener à bien la réalisation de notre projet.

III. Bibliographie du projet

Le présent projet s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue de l'usine de LISI Aerospace Creuzet Maroc. L'étude portera principalement sur un processus de production, qui est le chaudronnage. Le premier volet de ce projet étant l'amélioration de la performance de production et de qualité des chaudronneries s'inscrit dans une démarche de résolution du problème dont le but est de diminuer le taux de retouche de pièces chaudronnées. Cette amélioration affectera d'une manière considérable et positive et Le deuxième volet de ce projet étant de diminuer le temps de changement de séries.

Pour la réalisation des différentes attentes du projet d'amélioration de la performance qualité de production des pièces chaudronnée nous allons cadrer ce dernier dans le périmètre de l'UAP UCP dans les deux volets : minimisation du taux de retouche des chaudronnées et de temps de changement de séries. Nous allons donc traiter ces deux axes du projet se baser respectivement sur deux grandes méthodes d'amélioration « DMAIC » et « SMED » avec lesquelles nous traiterons successivement le premier volet de diminution du taux de retouche et le deuxième volet de minimisation de temps de changement de séries. Durant notre analyse nous avons utilisé plusieurs outils et démarches que nous présenterons succinctement comme suit:

1) La méthode DMAIC

Cette méthodes tructurant la résolution des problèmes par la démarche Lean Six sigma, est un acronyme signifiant 5 étapes dont chacune propose l'utilisation d'outils différents inscrits tous dans une démarche cohérente. Cette méthode structurée s'effectue généralement en cinq étapes principales qui se regroupent sous les initiales « DMAIC », ce qui signifie :



a) Définir

Dans cette étape, on définit toutes les composantes du projet pour bien assimiler son fonctionnement, on précise clairement l'amélioration souhaité et on liste les attentes des clients, pour ce faire on utilise plusieurs outils :

- Charte de projet
- QQQQCP
- Diagramme SIPOC

b) Mesurer

Cette étape consiste à caractériser le problème par des mesures et par une collecte de données, elle est essentielle dans la mesure où elle nous permet, par l'intermédiaire des mesures appropriées, de situer la performance actuelle du processus par rapport aux exigences des clients.

Parmi les outils utilisés :

- Diagramme de Pareto
- Indicateurs de performance

c) Analyser

Après la collecte de données, cette étape consiste à "faire parler" les mesures ainsi on analyse les données recueillies pour partir des anomalies décelées jusqu'aux causes racines qui sont à l'origine du dysfonctionnement. Les moyens conventionnellement mis en place lors de cette étape sont :

- Brainstorming
- Diagramme d'ISHIKAWA
- Vote pondéré

d) Innover

Dans cette phase, on propose les actions d'amélioration capables de résoudre et éliminer les causes racines qu'on a identifiées dans l'étape précédente. L'amélioration se fait par le biais d'un certain nombre de moyens notamment :

- Plans d'actions PDCA : Plan, Do, Check, Act.

e) Contrôler

A ce stade, on met en place un système d'actions permettant d'assurer la pérennité et la continuité des solutions d'amélioration afin d'éviter le retour à la situation initiale. Nous allons pour ce mettre en place des standards pour les postes étudiés, des formations des personnels sur ces nouveaux documents et processus, et suivre la mise en place de ces derniers.

2) La méthode PDCA

Vu la corrélation majeure entre le processus d'ajustage et le processus antérieur de fabrication, et avec un état d'esprit d'amélioration et de chasse au gaspillage, nous avons réalisé ce projet d'amélioration de la qualité obtenue par le processus d'ajustage dans le cadre de la méthode de roue de Deming PDCA (Plan-Do-Check-Act) qui se résume comme suit :

a) Plan :

Préparer, planifier : Consiste à Planifier les tâches d'exécution du projet, définir son objectif, mesurer et analyser la performance de l'état actuel.

b) Do

Développer, réaliser, mettre en œuvre : C'est l'étape d'exécution du projet et des différentes tâches programmées dans la phase de planification, on faisant appels à des essais.

c) Check

Contrôler, vérifier : La phase de contrôle et suivi des différentes activités du projet dans le but de valider les essais et relever les écarts.

d) Act :

Agir, ajuster ou réagir: Consiste à corriger les défauts qu'on a relevés et rechercher des pistes d'amélioration et réexécuter les essais afin de trouver le meilleurs compromis Qualité-productivité.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons défini le cadre général du projet par une bref présentation de la société d'accueil LISI Aerospace Creuzet Maroc, nous avons ensuite réalisé une description générale du projet en élaborant une charte de projet dont laquelle nous avons déterminé différents paramètres de notre projet commençant par le périmètre, les principaux acteurs et risques et finalisant par une planification chronologique des grandes phases du déroulement du projet. Nous avons ensuite élaboré la bibliographie du projet qui représente une description du périmètre du projet et des différentes méthodes et outils qui y seront utilisées pour atteindre l'objectif.

Dans le chapitre suivant nous allons procéder à une planification détaillée de notre projet. En effet, pour réussir tout projet une planification réussite s'impose. Pour planifier à la réalisation de notre projet nous nous sommes basés sur la démarche PMP « Project Management Professionnel » de l'Institut américain de Management de Projet qui propose une démarche structurée de planification du projet.



Chapitre 2 : Mise en place (Application de la planification)

Introduction

Ce chapitre consiste à définir, à préparer, et à coordonner tous les domaines de connaissances qui interviennent dans le déroulement de notre projet. La méthode de planification de notre projet sera celle du « Project Management Professionnel » qui propose d'élaborer des plans de gestion de chacun des domaines de connaissances qui pourront être utilisés dans le projet.

En effet, pour planifier la façon dont le projet sera exécuté, surveillé, maîtrisé et enfin clos, nous allons élaborer un ensemble de plans subsidiaires de management qui renforceront notre projet et constitueront une base pour la gestion de notre projet. Cette base de la totalité du travail du projet est définie préalablement et son exécution dépendra du champ d'application du projet ainsi que de sa complexité. Le projet sera donc géré à travers des plans de management qui seront élaborés dans cette première partie.

I. Plan de gestion du contenu

D'après des réunions programmées avec les parties prenantes, on a réussi de collecter l'ensemble des exigences dans un tableau qu'on utilisera pour découper le projet à plusieurs tâches ou sous-projet à l'aide de la méthode de structure de projet appelé aussi la WBS (Work Breakdown Structure).

1) Recueil des exigences

La collecte des exigences vise à déterminer et à documenter les exigences des parties pérennantes, dans le but d'atteindre l'objectif du projet. L'intérêt principal de ce processus réside dans le fait qu'il fournit la base pour définir et gérer le contenu du projet, le tableau suivant montre les exigences des différentes parties prenantes.

Exigences		Partie prenante
Améliorer la performance de l'UAP -Diminuer le taux de retouches		Responsable UAP
-Optimiser le temps de changement de séries		Responsable UAP
Livrer la commande conforme qualitativement et quantitativement à temps.		LISI Marmande-Client
Fournir aux Chaudronniers les moyens conformes	Programme	Superviseur Chaudronnerie
	Les plans	
	Les machines, les instruments de mesure	
Chaque modification au niveau de programme doit être validée par un FAI- First article Inspection		Coordinateur Méthode
Le respect des standards, produire des pièces conforme.		Coordinateur Qualité
Respecter les conditions du stage et représenter l'école dans l'industrie		FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES - FES

Tableau 5: exigences des différentes parties prenantes

Ces exigences seront des entrées d'un processus qui consiste à définir le périmètre et le contenu afin de bien structurer notre projet.

2) Structure de décomposition du projet

La structure de décomposition du projet est une décomposition hiérarchique du projet, qui définit le travail que l'équipe doit réaliser pour atteindre les objectifs du projet. Chaque niveau inférieur de la décomposition représente un niveau de détail accru de la définition du travail du projet. Le séquençage de ces travaux définissent les phases élémentaires de notre projet qui sont : Définir Mesurer Analyser Innover et Contrôler. Ces activités représenteront donc le programme de notre projet à partir duquel nous élaborerons notre planning en affectant à chaque activité une date début et une durée.

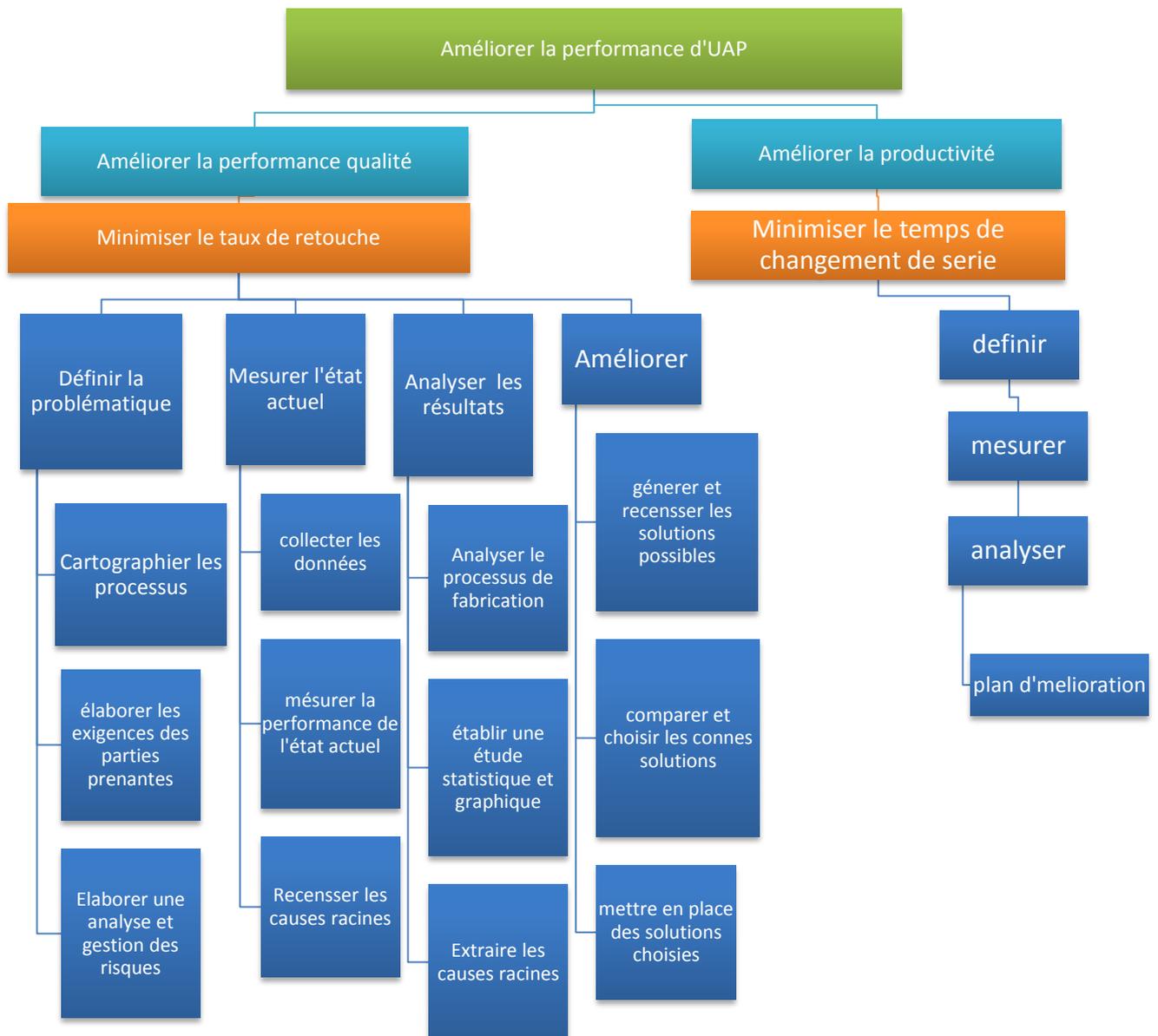


Figure 13: Structure de décomposition du projet

II. Plan de management de l'échéancier du projet

En se basant sur les besoins de notre projet nous allons définir les provisions de délais permettant de gérer l'achèvement du projet dans le temps voulu. Il est implicite dans la planification des activités de l'échéancier la considération des points de communication où nous avons géré une bonne communication du projet ses livrables et son avancement aux différents membres de l'équipe.

Le planning élaborer a subi plusieurs mises à jour comme il a été réalisé à partir de la structure de décomposition du projet.

1) Séquencement des tâches

A partir des tâches qui ont été générées après décomposition du projet nous allons procéder à un séquencement des activités selon les grandes étapes de la méthode Lean Six Sigma de résolution des problèmes DMAIC : Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler que nous allons détaillées par la suite dans le plan de gestion de la qualité.

Etape	Tâches	Date de début	Date de fin	Durée de la tâche
Définir	Cartographier les processus	S5	S6	1
	Collecter les exigences des parties prenantes	S6	S7	1
	Elaborer une analyse et gestion des risques	S7	S8	1
Mesurer	Collecter les données	S8	S9	1
	Mesurer la performance de l'état actuel	S9	S10	2
	Recenser les causes possibles	S9	S11	3
Analyser	Analyser le processus de fabrication	S10	S13	3
	Etablir une étude statistique et graphique	S11	S14	3
	Extraire les causes racines	S11	S15	4
Innover	Générer et recenser les solutions possibles	S15	S16	1
	Comparer et choisir les bonnes solutions	S16	S17	1
	Mise en place des solutions choisies	S17	S19	2
Contrôler	Mesurer la performance des solutions appliquées	S19	S21	2
	Valider les solutions	S20	S21	1
	Elaborer les nouvelles procédures et fiches d'instruction	S20	S21	1

Tableau 6: planning du projet

2) Planification du projet

La planification du projet est importante dans la mesure où elle permet d'estimer les tâches qui ont le plus d'impact sur l'avancement du projet et dont le retard affectera la date d'achèvement du projet. Ces tâches déterminent le déroulement du projet et ses principales activités. Nous exposons dans la figure ci-dessous le diagramme GANTT de notre projet pour une présentation plus élaborée nous référons à l'annexe.

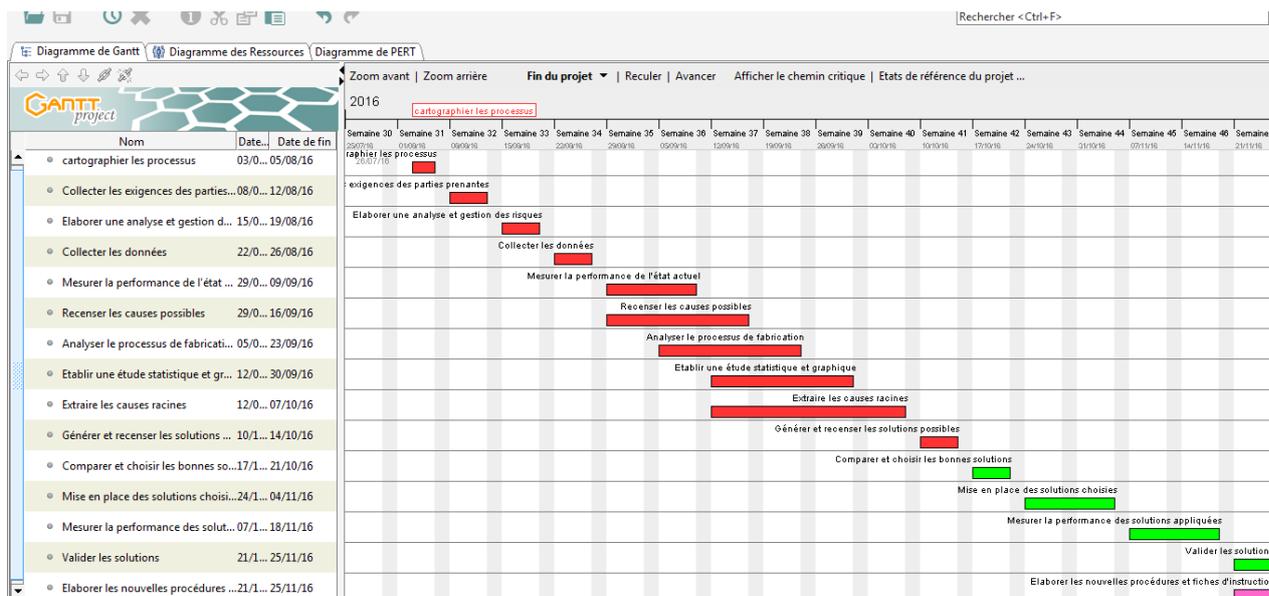


Figure 14: diagramme GANTT du projet

II. Plan de gestion des ressources humaines

Dans cette partie nous allons définir la totalité des ressources humaines qui ont intervenu dans la réalisation de ce projet, ainsi que les horaires de travail dans l'usine.

1) Personnel de travail

L'organisation de l'unité autonome de production usinage se dresse comme suit :

- **Responsable Unité Autonome de Production** : il gère la production de l'unité de production, anime l'atelier, distribue les tâches et coordonne avec les autres services.
- **Superviseur de production** : il mène les équipes de travail, assure le bon déroulement des opérations sur les postes de charges et essaie de résoudre les difficultés rencontrées par les opérateurs.
- **Leaders** : ce sont des opérateurs particuliers qui s'occupent des postes de charges et qui gèrent les travaux des autres opérateurs dans leurs postes de travail.
- **Opérateurs** : exécutent les opérations demandées dans l'OF sur les postes de travail.
- **Coordinateur méthode** : traite les non-conformités rencontrées sur les outillages.
- **Coordinateur logistique** : prépare les listes de maîtrise (liste des priorités) des OFs et fait l'étude charge-capacité.
- **Coordinateur qualité** : traite les non-conformités sur les pièces.
- **Technicien maintenance** : s'occupe de la maintenance corrective de l'unité.

L'organigramme partiel mettant en évidence le personnel de l'UAP est le suivant :

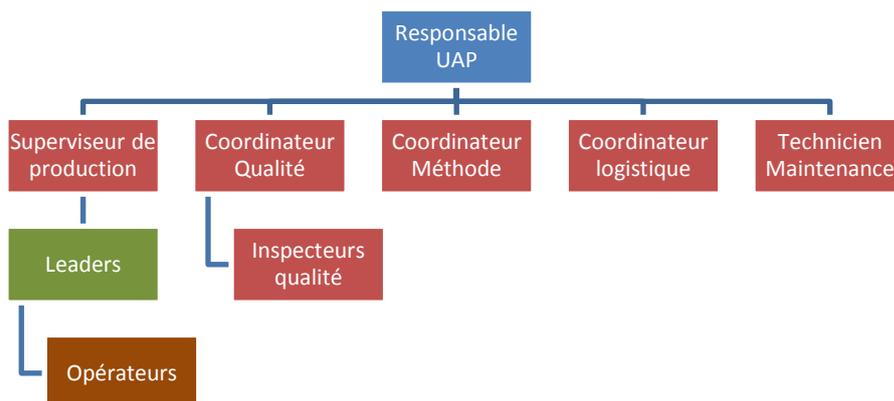


Figure 14: organigramme de l'unité de travail du projet

2) Acteurs de projet

Les acteurs du projet sont les entités principales qui interviennent durant le déroulement du projet : la direction, l'UAP chaudronnerie et profilés, l'FST, les opérationnels exécutants et les clients dont les responsabilités sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

Acteur	Rôle dans le projet
La direction	<ul style="list-style-type: none"> - Lancer le projet ; - Mobiliser les ressources ; - Communiquer les objectifs ; - Communiquer les résultats.
chaudronnerie et profilés	<ul style="list-style-type: none"> - Concevoir le projet ; - Réaliser le projet ; - Suivre le projet.
Les opérationnels exécutants	<ul style="list-style-type: none"> - Participer à l'autocontrôle ; - Recueillir les données, - Contribuer au projet dans le cadre de leur savoir-faire spécifique.
Les clients	<ul style="list-style-type: none"> - Contribuer à l'amélioration continue (retour client).
FST-FES	<ul style="list-style-type: none"> - Contribuer à l'avancement du projet - Mener à la réussite du projet

Tableau 7: acteur du projet

3) Equipe du projet

L'équipe de projet présentée dans le tableau ci-dessous se définit comme l'ensemble des membres actifs du projet : planificateur, influenceur de prise de décisions, exécuter des tâches, des supports, et suiveur de l'avancement du projet.

Rôle	Nom
Responsable UAP UCP- Pilote du projet	SAAD Lahdyi
Superviseur de production Chaudronnerie profilés	BAKRI Azzedine
Coordinateur qualité UAP Usinage Chaudronnerie profilés	DIWANI Mohamed
Coordinateur Méthode UAP Usinage Chaudronnerie profilés	SOUKRI Adil/BAHLOUL Moncef
Coordinateur logistique UAP Chaudronnerie profilés	MAYIZI Mohamed
Leader et opérateurs du GAP d'usinage	Equipe d'usinage
Leader et opérateurs du GAP chaudronnerie profilés	Equipe de chaudronnerie

Tableau 8: Equipe du projet

4) Horaires de travail

Le planning des équipes est réparti sur les cinq jours de la semaine, trois équipes se répartissent les plages horaires sur la journée: l'équipe normale, l'équipe du matin et l'équipe du soir. Le tableau ci-dessous montre les horaires de travail de chaque équipe :

Equipes	Horaires	Pause
Equipe normale	08h00-18h00 (du lundi au vendredi)	1 h15 (du lundi au jeudi) 1 h45min (le vendredi)
Equipe Shift 3*8	06h00-14h/14h-20h/ 20h-06h (du lundi au vendredi)	30 min (du lundi au jeudi) 1 h30min (le vendredi)
Equipe Shift 2*9	06h-15h30/15h30 -01h00 (Du Lundi au vendredi)	30 min (du lundi au vendredi) 1 h30min (le vendredi)

Tableau 9: Horaire de travail

IV. Plan de gestion de la Qualité

La gestion de la qualité présentée à travers le plan de notre projet réside dans l'atteinte de la satisfaction en termes d'exigences de différentes parties prenantes avec efficacité. Combinant entre deux grandes notions, la production et la qualité, elle s'inscrit dans les grands principes de « Lean Six Sigma ». Dans ce cadre, notre projet s'articule autour de l'élimination des Mudas par la minimisation du taux de retouches de tube rectangulaire et Mudas « tâches » à travers la suppression des tâches inutiles dans l'opération de de chaudronnage

1) Concept du Lean Six sigma

Le Lean six sigma est une combinaison de Six Sigma : méthode qui vise à diminuer la variabilité observée dans une des données de sortie d'un processus ; et de l'approche Lean : méthode qui vise à éliminer les « gaspillages » : temps d'attente ; rebuts ; retouches ; sur-qualité ; surproduction ; déplacements ; transport ; inventaires, et donc à diminuer le temps de cycle d'un processus. (VOLCK, 2009)

Lean Six Sigma permet donc d'améliorer tout processus, soit en diminuant la variabilité observée dans les données de sortie, soit en rendant le processus plus rapide, plus fluide. (Ernoul, 2010)

La méthode Lean fut mise au point au sein des usines Toyota au cours des années 70 afin d'améliorer les délais, introduire le Juste à Temps et réduire les coûts. Tandis que la méthode 6 Sigma née aux usines MOTOROLA, en 1986 est une méthode de management globale plaçant la limitation drastique de la variabilité au centre des préoccupations.

Les deux méthodes, Lean et Six Sigma, sont orientées perception du client. Lorsqu'elles sont mises en œuvre avec circonspection, les avantages délivrés par les deux démarches sont tout à fait compatibles et complémentaires. La juxtaposition de ces deux approches, toutes deux orientées processus, permet justement de piloter globalement la démarche d'amélioration en tenant compte de l'ensemble des attentes clients en matière de qualité, de délais et de coûts. (VOLCK, 2009)

Les activités à l'origine des déficiences qualité au sens du client, tout comme les retards (les retouches, retours et rebuts étant des causes majeures de ralentissement) pénalisant les processus, sont quelque part les principales sources d'opportunités pour améliorer la qualité, les délais, les coûts de revient et la part bénéficiaire. En partant de ce postulat, le Lean six sigma peut alors être envisagé comme une incontournable démarche d'amélioration du service au client et de la rentabilité globale.

2) Spécificités du Lean 6 Sigma

La méthode du Lean six Sigma se distingue des autres approches par trois grands traits majeurs:

- Une organisation dédiée :

Lean six sigma est caractérisé par une organisation de gestion de projet bien structurée, composé d'un black Belt (ceinture noire) qui anime le projet et qui est à plein temps sur de tels projets, et des green belts (ceintures vertes) qui ont moins d'expérience que le black Belt et qui ne consacrent que 25% de leurs temps à des projets Lean six sigma.

- Une culture de la mesure :

Comme nous l'avons dit, sigma fait référence à l'écart type permettant de calculer la probabilité de l'erreur dans un processus, Lean six sigma se base à l'origine sur la mise en place des mesures, puis une maîtrise statistique des processus à travers ces mesures suivie d'une analyse objective permettant de déceler des dysfonctionnements et pistes d'amélioration non susceptibles d'être identifiés autrement.

- Une méthodologie étape par étape :

L'approche destinée à véhiculer la résolution des problèmes par le Lean six sigma: DMAIC (voir section III.1 du chapitre 1)

3) Caractéristiques qualité de tubes rectangulaire et de chenaux

La satisfaction des exigences produit est un atout indispensable pour l'atteinte de l'objectif de notre projet. En se basant sur les caractéristiques qualité de tubes rectangulaires et de chenaux étudiés nous allons définir un ensemble de critères d'« *acceptance* » de produits ainsi que les différents moyens et processus adoptés afin de pouvoir planifier la mise en œuvre de l'obtention de la qualité et la maîtrise de la conformité des pièces étudiées

4) Processus et moyens de contrôle de la qualité

L'autocontrôle : est une opération de contrôle systématique prescrite par la gamme de fabrication pour toutes les opérations du processus. L'autocontrôle est régi par une fiche de contrôle intégrée (FCI) qui prescrit la fréquence de contrôle ainsi que les contraintes dimensionnelles et d'état de surface à vérifier.

Les postes de contrôle : sont au nombre de trois et sont respectivement : le contrôle forme, le contrôle Dimensionnel et le contrôle final. Ils sont subordonnés directement au coordinateur qualité de l'UAP UCP et UAP TS.

- Le poste contrôle dimensionnel est composé d'une équipe de trois inspecteurs qualité qui contrôlent l'intégralité des pièces chaudronnées. Le travail de ces trois personnes consiste en le contrôle des côtes suivant le plan. Les moyens de contrôle principal sont principalement tampon et les maquettes et piedacoulise pour les pièces profilées de chaudronnerie. Si les deux postes cités antérieurement ne dépendent que du coordinateur qualité de chaudronnerie, le contrôle final, lui, dépend du coordinateur qualité de l'UAP traitement de surface.
- Le poste contrôle final est le miroir de la performance qualité tout au long les processus de production et traitement de surface, qui réalise un contrôle global commençant par l'aspect et la peinture et finalisant par les cotes à l'aide d'un nouveau poste ce qu'on a appelé le mur de contrôle qui a pour objectif de refaire le contrôle Dim et vérifier état de surface. La fréquence

des pièces contrôlées est 100%, effectivement cette valeur peut paraître excessive mais elle est due d'une part à la criticité du domaine Aérospatial, et d'autre part aux réclamations du client qui devient jour après jour très exigeant.

e) Critères de conformité

L'ensemble des critères de conformité des produits est consigné dans une Défauthèque une « bibliothèque de défauts », qui constitue un recueil de toutes les « non-satisfactions à une exigence, relatives à une utilisation prévue ou spécifiée », pouvant être identifiées. Autrement dit, il s'agit comme sur le tableau ci-dessous d'un recueil de défauts.

Défaut	Illustration	Spécifications
Longueur non conforme		Cotes hors champ de tolérance fixé à $\pm 0,4$ mm
Largueur non conforme		Cotes hors champ de tolérance fixé à $\pm 0,1$ mm
Aspect non conforme		Présence d'impact et de rayures

Tableau 10: Défauthèque des tubes rectangulaire

V. Plan de gestion de la stratégie du projet

Pour réussir, on doit s'engager à traiter le management stratégique d'une façon proactive et cohérente tout au long du projet. En premier lieu, nous allons identifier les Forces et les faiblesses de notre projet ainsi que les différents opportunités et menaces, aussi bien internes qu'externes, pouvant affecter notre projet et ce en utilisant l'analyse FFOM ou la matrice SWOT. Par la suite

on va faire une analyse qualitative et quantitative des risques en documentant leurs caractéristiques, définissant l'ordre de priorité des risques par évolution et combinaison de leur probabilité et de leur impact en planifiant les réponses à chaque risque. Le but en est de réduire les menaces et d'augmenter les opportunités relatives aux objectives de notre projet.

1) Analyse interne et externe de la stratégie du projet

Cette analyse permet d'étudier le projet sous chacun des aspects : Forces, Faiblesses, Opportunités et Menace (FFOM) afin d'élargir l'étendu des risques identifiés. Elle commence par l'identification des forces et faiblesses de l'organisation en se concentrant soit sur le projet ou l'organisme.

Cette analyse nous permet d'identifier, pour le projet toutes les opportunités et toutes les menaces provenant respectivement des forces et faiblesses de l'organisation.

Forces	Faiblesses
<p>Une équipe de travail expérimentée et très compétente, jeune, motivée pour améliorer l'état actuel et ouverte au changement.</p> <p>Responsable d'UAP : expérimenté, compétent, certifié Green Belt, interactif. Il nous a impliqués rapidement.</p> <p>Encadrant Académique : Professeur de la mécanique et production</p> <p>Superviseur chaudronnerie : motivé avec 8ans d'expérience</p> <p>Coordinateur qualité : motivé, exigeant avec 10ans d'expérience</p> <p>Coordinateur logistique : motivé avec 5ans d'expérience</p> <p>Coordinateurs méthode : motivés, compétents avec 10ans d'expérience</p> <p>Les leaders : 8ans d'expérience sont ouverts eu changements</p> <p>Les opérateurs : partagent l'expérience et</p>	<p>- Manque de quelques suivis qui peuvent nous aider (comme le taux de retouches pour chaque machine,...)</p> <p>- Les demandes de modifications des procédures et la prise des décisions se fait à travers le service centralisé de méthodes de LISI Casa en interaction avec le service Méthode de LISI Marmande, ce qui ralentit la mise en place des améliorations vu que les réponses du groupe Lisi Aerospace(France) sont relativement tardives.</p> <p>-Plusieurs facteurs qui interagissent : par exemple l'aspect humain est un facteur indispensable et joue un rôle très important dans le comportement des indicateurs.¹</p>

l'information, jeunes, possèdent un sens d'analyse et un retour d'expérience. Projet : motivant, et prioritaire pour l'équipe de travail.	
Opportunités	Menaces
-L'entreprise d'accueil est certifiée EN9100, ISO14001 -L'entreprise subit un audit de renouvellement des normes chaque année. -L'Entreprise subit des audits client Airbus périodiquement. -Les exigences de chaque étape sont détaillées dans les normes d'Airbus qui sont accessibles. -Augmentation du besoin d'utilisation des tubes rectangulaire. - Disponibilité de l'information et de l'équipe du projet -Maitrise des coûts, délais et spécifications.	-La possibilité de disparition de quelques familles de produits étudiés -Perte de marché -La concurrence du marché

Tableau 11: Matrice FFOM

2) Analyse des risques du projet

Pour gérer les risques du projet nous avons planifié une analyse des risques du projet dans laquelle nous allons recenser tous les risques qui pourront atteindre notre projet et planifier les actions à mettre en place pour traiter, éviter ou diminuer de la criticité de l'impact de chaque risque sur notre projet.

Risque		Evaluation				Action préventive ou raison d'obsolescence	Pilote de l'action
Libellé du risque	Impact	Occurrence	DéTECTABILITÉ	Gravité	Criticité		

Tableau 12: rubriques utilisées dans la gestion du risque

VI. Plan de gestion de la communication

Au sein de LisiAerospace, plusieurs formats de communication sont adoptés : les documents d'enregistrement, les réunions journalières, mensuelles...etc. Nous citerons dans cette partie les principaux outils planifiés pour la gestion de la communication du projet.

1) Les réunions journalières

Pour une communication efficace, Lisi Aerospace adopte la méthode PSM (Problem Solving Management) qui est une réunion de suivi journalière servant à faire remonter les informations. Ils existent trois formes de réunions PSM: PSM1, PSM2 et PSM3 :

- PSM1 8h—8h30: Se fait entre les opérateurs et le leader, son but est de remonter les problèmes et extraire les écarts.
- PSM2 10h00—10h30: Se fait entre les leaders des équipes, les superviseurs de production et les coordinateurs de chaque service, piloté par le responsable d'UAP, où les leaders remontent les problèmes extraits du PSM1 et l'état d'avancement de leurs équipes.
- PSM3 11h—11h30: Se fait entre les responsables de chaque UAP, le responsable de chaque service de la société, et le directeur général où chaque responsable remonte l'état d'avancement du travail de son équipe et les différents problèmes qui pourront être résolus à ce niveau.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit la phase la plus critique dans la durée de vie d'un projet, et qui accompagne le projet depuis son initiation jusqu'à sa clôture. Il s'agit de la phase de planification qui représente une phase dynamique et anticipé de l'exécution du projet. Dans cette planification nous avons mis en place les différents moyens, outils, et ressources qui mèneront à bon l'exécution du présent projet. Par la suite, une étude de la stratégie du projet liée à l'atteinte des objectifs du projet a été réalisée comme nous avons recensé toutes les opportunités et menaces, internes et externes qui peuvent interagir et influencer notre projet ou dévier le cahier des charges initial.

Chapitre 3 : Mesure et Analyse des causes et opportunités d'amélioration

Introduction

A la suite de l'élaboration de la planification du projet, nous allons procéder à une analyse des caractéristiques de mesure, nous entamons une analyse approfondie par le biais de laquelle nous détecterons les causes racines de la non performance actuelle.

Afin d'exploiter méthodiquement les résultats de la phase « Mesurer », nous nous baserons sur plusieurs outils, dont l'outil Pareto et le plan d'expérience. L'analyse que nous mènerons concernera dans la première partie l'indicateur de performance qualité « taux de retouches ».

I. Mesure de la performance de l'état actuel

1) Outil de contrôle

Actuellement les opérateurs utilisent les tampons comme outil de mesure.

Ces tampons possèdent des mesures standards Maxi et Mini permettant de rester dans l'intervalle de tolérance.



Figure 16 : outil de mesure

2) Taux de Retouches

Dans une optique d'amélioration de la **productivité** des tubes rectangulaire nous allons dans un premier temps opter pour une analyse de l'indicateur caractérisant le taux de pièces retouchées au sein de l'UAP UCP et autour duquel s'articule l'objectif du projet : le *Taux de retouches*.

Le taux de retouche est un indicateur performant qui nous permet d'évaluer la politique de production et de la qualité au sein de l'entreprise, il reflète la performance de la production dans l'usine. Le taux de retouches est défini comme suivant :

$$\text{Taux de retouche en nombre de pièces} = \frac{\text{Nombre des pièces retouchees}}{\text{Quantité de production lancée}}$$

Le taux de retouche permet à l'entreprise d'évaluer et de suivre sa performance qualité. Son calcul est réalisé par l'équipe du service qualité. L'évolution du taux de retouche durant la fin de l'année 2015 et le premier trimestre de 2016 se présente comme sur la figure ci-dessous.

a) Taux de retouches de tubes rectangulaire

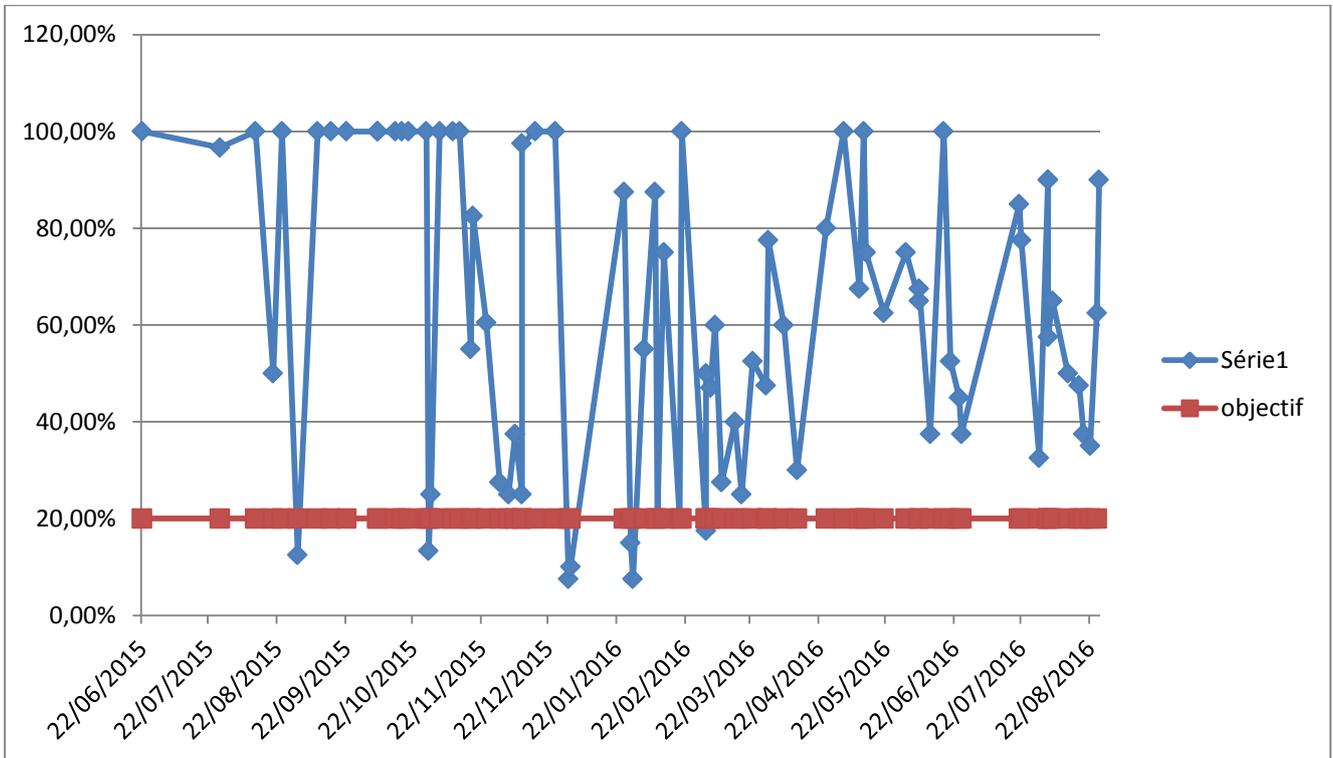


Figure 17: évolution du taux de retouche de tubes rectangulaire

D'après ce graphe on remarque que le taux de retouche n'a jamais atteint l'objectif de 20% fixé par l'UAP UCP, en revanche il y'a une grande marge entre l'objectif et le taux réel, cette marge est générée par plusieurs causes qu'on va citer et analyser afin d'en extraire les causes racines.

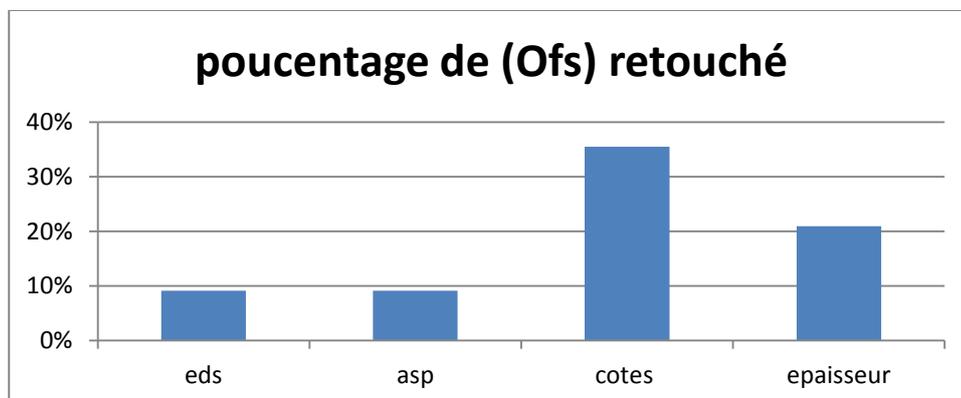


Figure 18: taux de retouches par famille d'article

D'après le diagramme ci-dessus nous remarquons que les cotes présentent la phase la plus critique au niveau du taux de retouche.

L'analyse de ce diagramme nous oriente vers une analyse de la retouche de cotes. De ce fait toutes les analyses qui viennent par la suite seront concentrées sur les cotes.

b) Description de la famille tube rectangulaire

Avant d'entamer une analyse détaillée du taux de retouche de la famille tube rectangulaire nous allons commencer par une modélisation de la pièce dans le but de définir l'ensemble des caractéristiques qui seront étudiées, les différents défauts qui pourront être constatés sur la pièce après le processus de fabrication

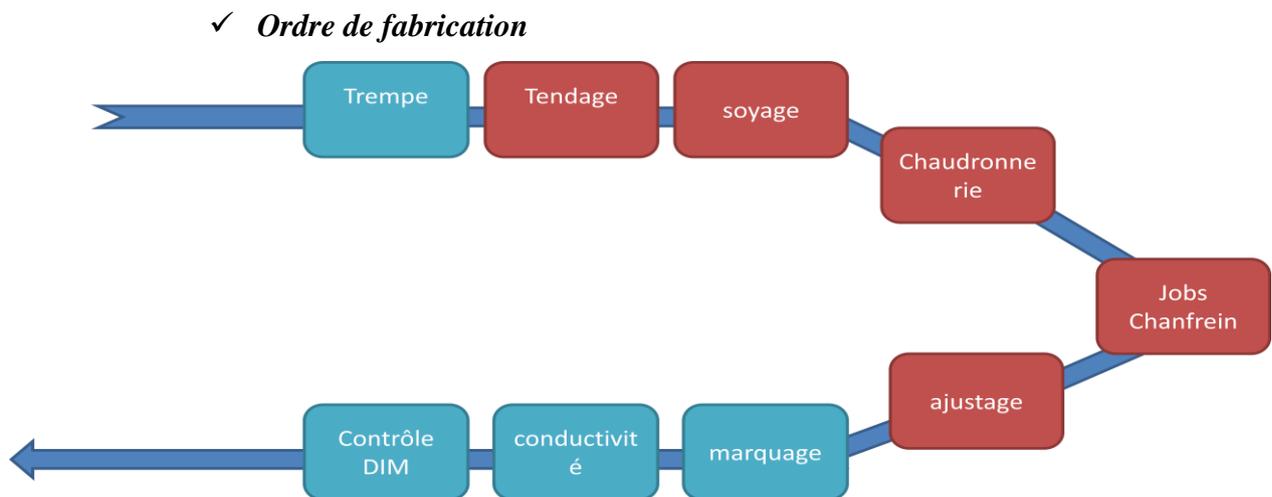


Figure 19: l'ordre de fabrication des tubes rectangulaire

c) Les défauts causaux :

A l'aide de l'historique de la retouche archivée par les fiches de non-conformité interne FNCI nous avons pu dans un premier temps, extraire les défauts causaux de retouche, ces derniers (comme il est schématisé sur la figure 26) sont catégorisés par type de défaut.

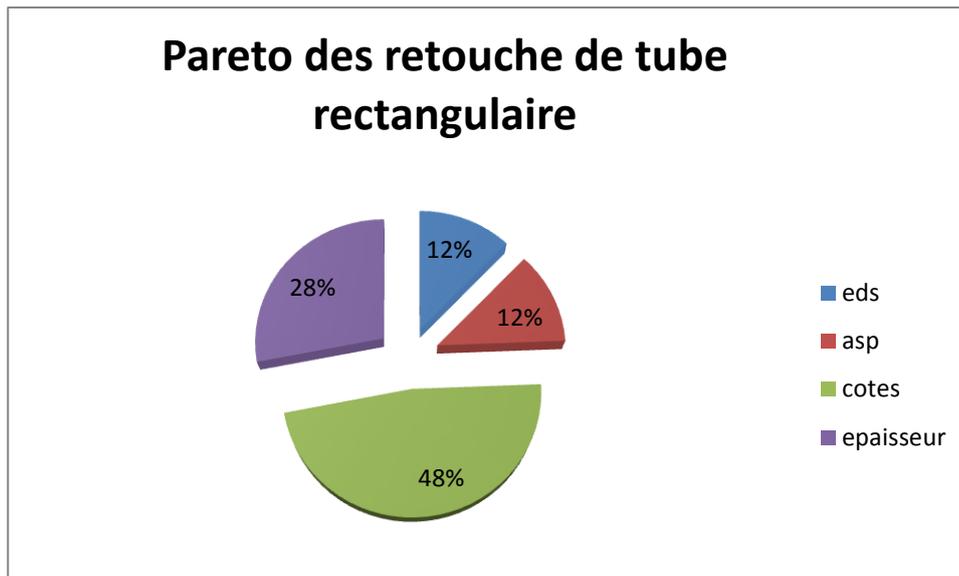


Figure 20: Pareto des défauts tube rectangulaire

Nous remarquons d'après ce diagramme Pareto que 76 % des pièces retouchées sont générées par deux écarts majeurs dont :

- 48% sont retouchées des cotes.
- 28% sont retouchées d'épaisseur.

Dans ce qui suit, l'analyse du taux de retouche va se baser sur ces deux écarts de forme : épaisseur et cotes. Ces défauts étant détectables et aussi mesurables, seront étudiés de façon à atteindre l'objectif principal de notre projet industriel de fin d'étude. Pour ce, il est indispensable dans notre démarche la résolution de problème DMAIC d' « analyser » les causes générant la retouche pour en extraire les causes racines et les traiter en mettant en place des solutions applicables et durables.

d) Recensement de causes de retouches

Dans le but de recenser toutes les causes responsables sur le taux de retouche des pièces tubes rectangulaires, des observations concentrées « terrain » sont indispensables. En effet, nous avons assisté d'une manière régulière sur le terrain pendant les 40 premiers jours, en animant en parallèle des réunions de Brainstorming avec l'équipe de travail, spécialement: le chef d'équipe, les leaders et les opérateurs. L'outil utilisé pour cette analyse regroupe toutes les causes possibles qui génèrent les non-conformités de la famille tubes, ainsi par la suite nous allons nous concentrer que sur les causes ayant probablement une grande gravité sur la pièce finale.

3) L'ordre de fabrication de chenaux

a) Taux de retouche de chenaux

Le taux de retouches de chenaux est défini comme suivant :

$$\text{Taux de retouche en nombre de pièces} = \frac{\text{Nombre des pièces retouchees}}{\text{Quantité de production lancée}}$$

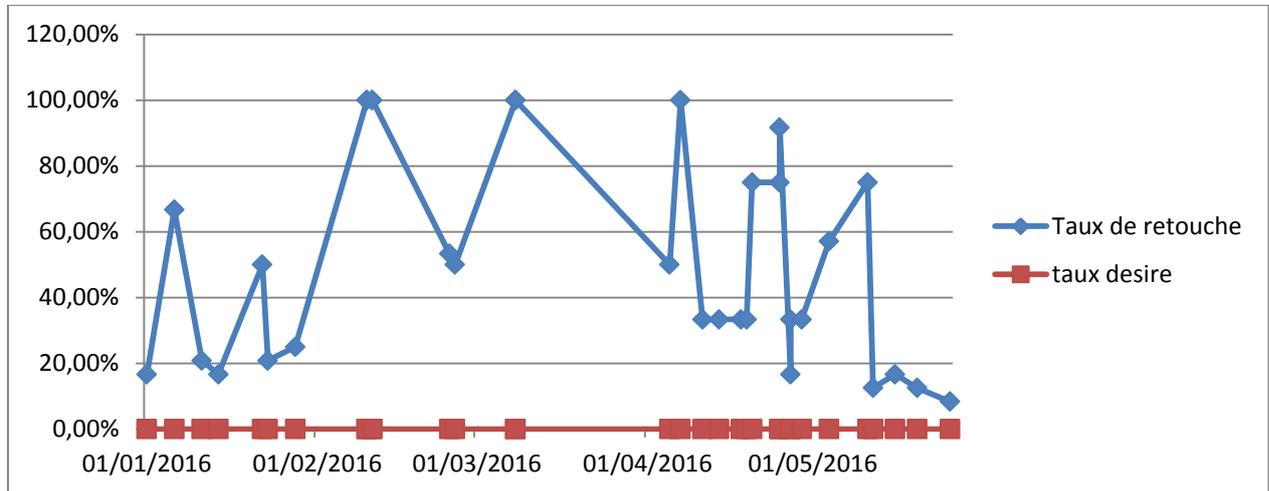


Figure 20: taux de retouches des chenaux

b) Description de la famille de chenaux

Les chenaux sont des pièces fabriquées pour être assembler avec d'autres pièces au niveau de la porte d'avion comme il est illustré dans la figure ci-dessous:

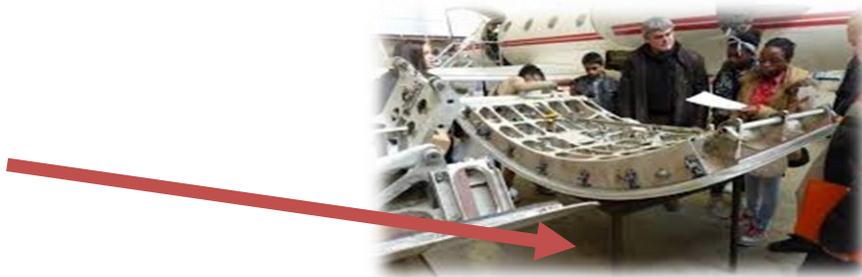


Figure 21: montage de chenaux

L'opération d'ajustage est la phase qui précède le processus de Traitement de surface et qui suit le processus de chaudronnerie, comme il est décrit sur le diagramme de cartographie de flux de production SIPOC dans le GAP Chaudronnerie profilés ,elle est considérée comme une opération clé dans le processus de fabrication de LISI, pendant laquelle on peut détecter les écarts générés par la chaudronnerie et les rectifier.

D'une autre part, « les chenaux », constituent un article chaudronné dont la surface est importante représentent l'article dont le temps de ponçage est le plus élevé. Les images ci-dessous présentent un dessin à l'aide de Catia V5 des pièces finies chenaux :



Figure22: Pièces fines chenaux

Les images ci-dessous décrivent la procédure classique de ponçage des chenaux qui consiste en un ponçage normal de la pièce.



Figure 23 : ponçage actuel des chenaux

Les opérations et le taux de rayures à une pièce pendant chacune des opérations sont comme sur le tableau ci-dessous :

Opération	Pourcentage de rayures
Recuit	30%
Ebavurage	50%
Pliage	58%
Tendage 1er passe	63%
Trempe	81%
Tendage 2eme passe	85%
Réglage (Chaudronnage)	95%
Ajustage	95%
Ponçage	10%
Moyenne	63%

Tableau 16: processus de fabrication des chenaux et le pourcentage de rayures

✓ **Ordre de fabrication**

L'ordre de fabrication des chenaux passe par plusieurs postes, les images suivantes peuvent donner une idée claire sur la fabrication de ces pièces.

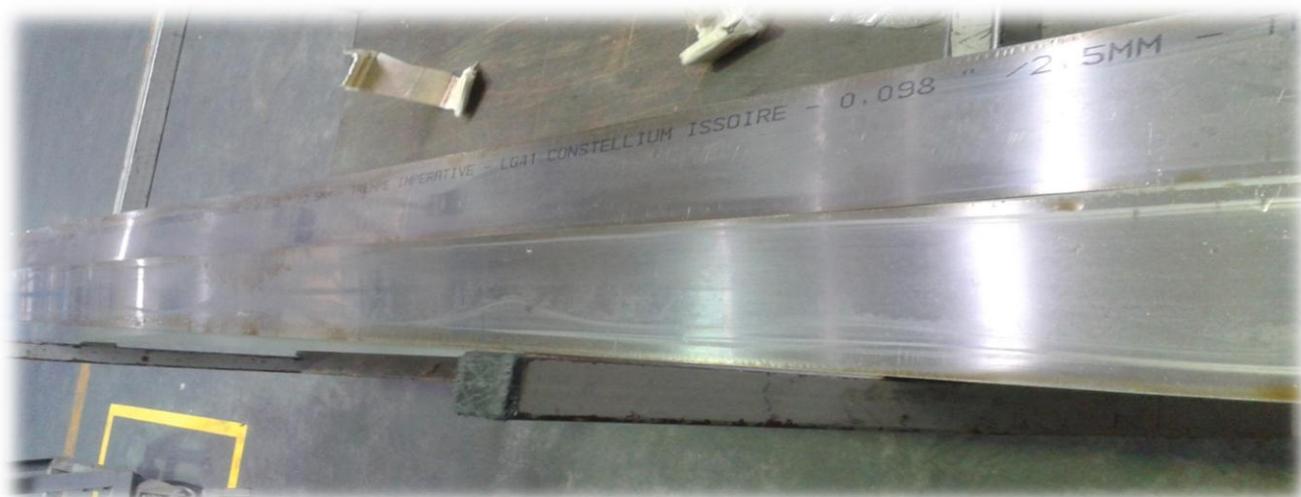


Figure 24 Ebavurage et recuit



Figure 25 : Pliage



Figure 26 Etirage 1



Figure 27 Trempe



Figure 28 Etirage 2



Figure 29 Chaudronnage



Figure 30 : ajustage

c) Les défauts causaux

Après des recherches basées sur l'historique de la retouche archivée par les fiches de non-conformité interne FNCI nous avons pu dans un premier temps, extraire les défauts causaux de retouche, ces derniers, comme il est schématisé sur la figure :

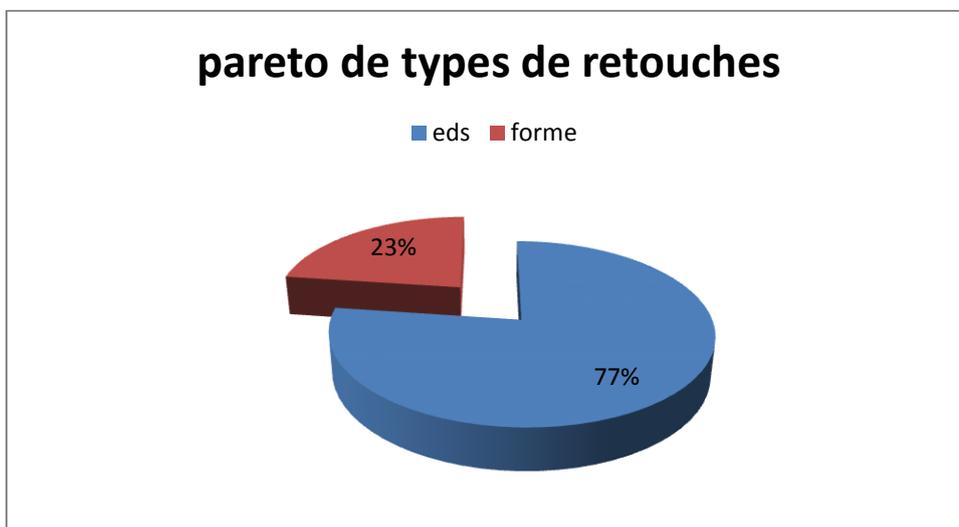


Figure 31 :pareto de types de retouches

Après avoir trouvé les résultats montrés par le diagramme Pareto nous avons remarqué que 80% des retouches sont trouvées dans l'état de surface des chenaux.

Dans ce qui suit, l'analyse du taux de retouche va se baser sur des défauts détectables. Pour ce, il est indispensable dans notre démarche de résolution de problème DMAIC d'« analyser » les causes générant la retouche pour en extraire les causes racines et les traiter en mettant en place des solutions applicables et durables.

3) Le temps de changements de séries

Durant la préparation et le travail de machine on a remarqué un grand gaspillage de temps pour cela on a appliqué un chantier SMED pour savoir les opérations internes et externes et pour intervenir par la suite avec des solutions qui permettent de diminuer le temps de changement de série pour améliorer la productivité de cette machine.

a) Description de la machine

La machine concernée est une machine d'étirage manuelle contrôlée par un operateur son rôle est d'étirer les pièces de famille de semelle et F7x et autres pièces, la figure montre l'image de cette machine



Figure 32 : la machine d'étirage

b) Le temps de changement de séries actuel

Après avoir suivi et chronométré le travail de l'opérateur nous avons noté toutes les étapes réalisées pour étirer un OF et pouvoir intervenir par la suite.

Les opérations :

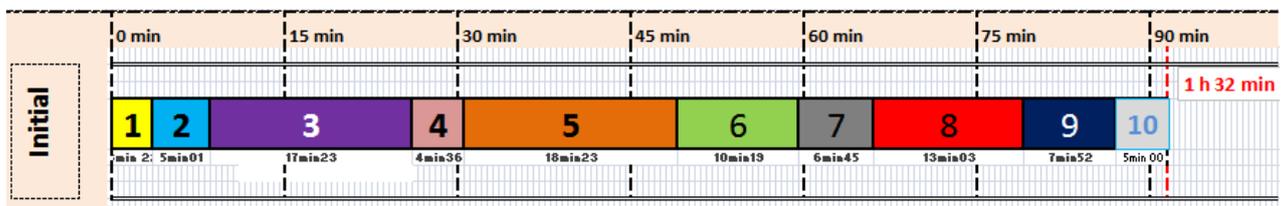
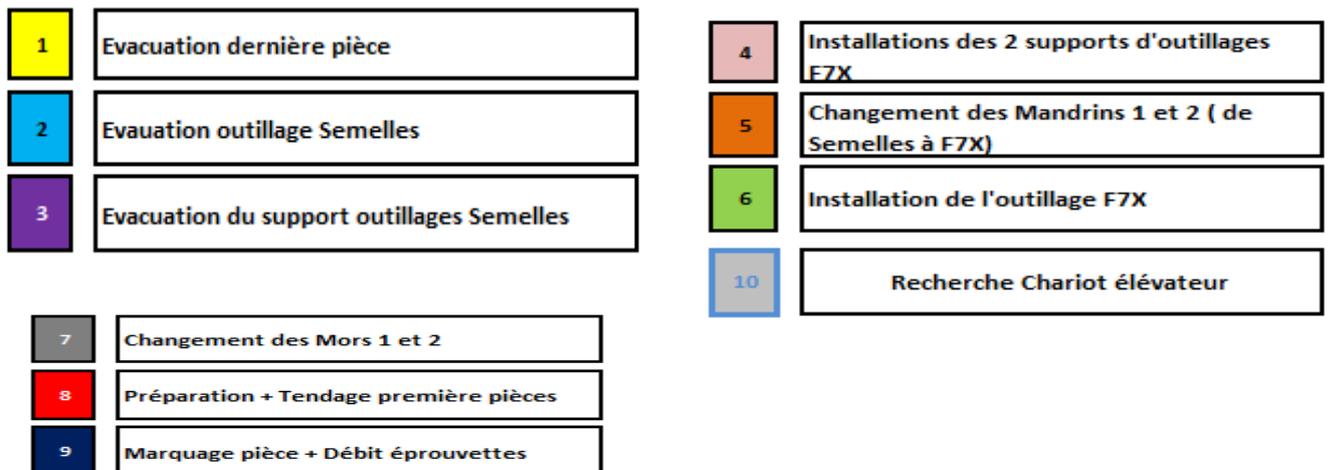


Figure 33 : les interventions

I. Analyse des causes et des effets :

Afin d'identifier les causes du problème du taux de retouche auquel nous avons fait face, et devant l'existence de plusieurs facteurs influençant les indicateurs de production, nous allons suivre un raisonnement par élimination à travers un plan d'essais. Ce dernier contient l'ensemble d'expériences à réaliser afin d'assurer la conformité de tous les paramètres, et ce dans le but de détecter toutes les causes possibles, les résultats obtenus par chaque essai seront présentés par la suite.

Durant chaque essai de tous les paramètres : machine, réglage, opérateur, outil, brut d'article, montage, sont fixés mise à part la variable de l'essai. Cette analyse permet de détecter si une variable est responsable de non conformité.

1) Tube rectangulaire

a) Le diagramme d'ISHIKAWA tubes rectangulaires

Nous avons utilisé comme outil d'analyse des causes le diagramme cause-effet. Pour ce faire, nous avons élaboré les cinq causes sous forme de tableau dans lequel nous avons recensé les causes et leurs effets. Ce diagramme est le résultat d'un travail subjectif et qualitatif basé sur :

- Les réunions de Brainstorming avec les leaders, les chefs d'équipe et l'équipe qualité
- Les outils Pareto des défauts présentant les causes d'évolution de la retouche des dernières semaines
- Le suivi des retouches élaboré par le coordinateurs qualité de l'UAP UCP
- Le retour d'expérience des différents membres de l'équipe.

Famille de cause	N	Cause	Effet
Matière	1	Les dimensions de l'aluminium peuvent être changées lors de changement de température	Epaisseur et cotes non Conforme
Méthode	2	Méthode de contrôle de pièce en cours de fabrication inadaptée	
Matière grise	3	Mauvais réglage de la pièce	
Machine	4	L'outil de mesure non-conforme	
Milieu	5	Milieu en désordre ou les conditions ne sont pas favorables	
	6	Le changement de température peut influencer sur la pièce	

Tableau 17: Ishikawa retouches de tubes rectangulaire

Pour classifier les causes qui sont étudiées lors de ce projet, nous nous sommes basés d'une part sur l'expérience de l'équipe de travail par un vote pondéré de chaque cause, et d'autre part d'un brainstorming avec les leaders de chaudronnage

Donc nous avons trouvé que les causes les plus existantes sont :
 Utilisation de tamponne non-conforme.
 Le changement de température peut influencer sur la pièce.

b) Classification des causes par ordre de pondération

Afin d'identifier le problème, nous avons vérifié les 5M correspondants à la problématique étudiée par une recherche et priorisation des causes à l'aide d'un vote pondéré des membres d'équipe du projet. Les causes ayant les pondérations les plus élevées seront analysées par la suite.

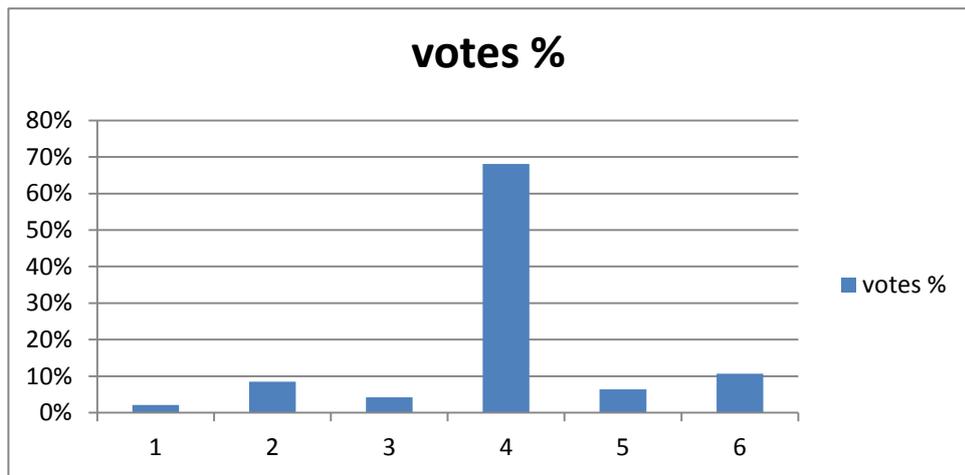


Figure 34: sondage sur les tubes

Pour classier les causes qui sont étudiées lors de ce projet, nous nous sommes basés sur l'expérience de l'équipe de travail

c) Méthodes de 5 Pourquoi pour les tubes rectangulaires

Pour savoir d'où vient le problème des la non-conformité de l'outil de mesure nous avons utilisé la méthode de 5 pourquoi :

L'outil de mesures non conforme
Pourquoi ?
les tampons peuvent être usés pendant l'utilisation

Pourquoi ?
Les tampons utilisés plusieurs fois et restent toujours en contact avec la pièce

Tableau 18 : la méthode des 5 Pourquoi

2) Les chenaux

Nous avons utilisé comme outil d'analyse des causes le diagramme cause-effet. Ce diagramme est le résultat d'un travail subjectif et qualitatif basé sur :

- Le traitement de l'historique des Fiches de Non Conformités Internes
- Les réunions de Brainstorming avec les leaders, les chefs d'équipe et l'équipe qualité
- Les outils Pareto des défauts présentant les causes d'évolution de la retouche des dernières semaines
- Le suivi des retouches élaboré par le coordinateurs qualité de l'UAP UCP
- Le retour d'expérience des différents membres de l'équipe.

a) Le diagramme d'ISHIKAWA les chenaux

Famille de cause	N	Cause	Effet
Matière	1	L'existence des rayures sur la matière première	l'existence de rayures
	2	le papier utilisé pour poncer est inadapté	
Méthode	3	L'accumulation des pièces	
	4	Contact entre la pièce et l'outil de travail	
Machine	5	Manque d'outils de travail	

Tableau 19 : Ishikawa retouches des chenaux

Après avoir suivi un OF des chenaux et grâce à un vote basé sur l'expérience des opérateurs, nous avons trouvé les causes 1 et 2 les plus pondérées.

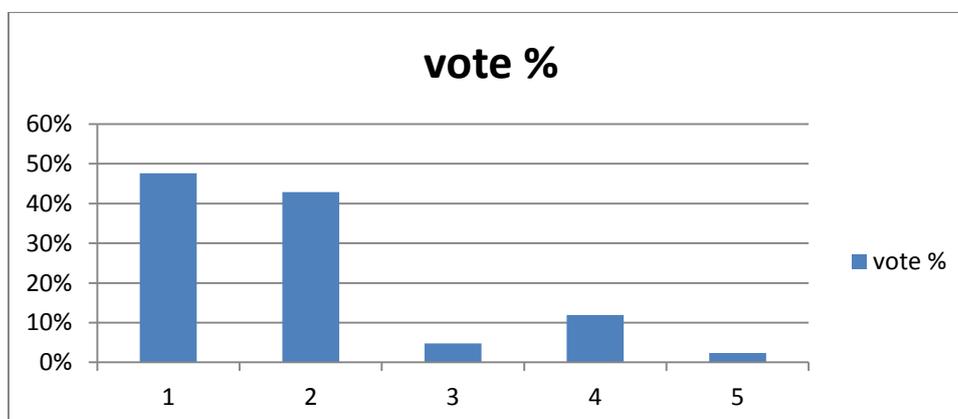


Figure 35 : sondage sur les chenaux

b) Méthodes de 5 Pourquoi pour les chenaux

Pour savoir d'où vient le problème de l'existence des rayures nous avons utilisé la méthode de 5 pourquoi :

Concernant la première cause nous avons réclamé au fournisseur pour faire un emballage qui va nous aider pour éviter les contacts qui génèrent les rayures dans le transport.

Pour la deuxième cause nous avons appliqué la méthode de 5 pourquoi.

Le taux de retouche après cette opération ne change pas
Pourquoi ?
le moyen utilisé pour poncer n'est pas efficace
Pourquoi ?
Le type de papier est inadapté

3) Analyse de temps de changements de séries

a) Suivi de la fabrication

Pour faire une analyse détaillée sur le fonctionnement de la machine nous avons fait un suivi du début fabrication de la pièce F7X jusqu'à le début de fabrication de CRJ et nous avons noté le temps de fabrication ainsi que les opérations pendant la fabrication et nous avons trouvé les résultats suivantes :

Opérations	temps
Evacuation dernière pièce	3min22
Evacuation outillage Semelles	5min01
Evacuation du support outillages Semelles	17min23
Installations des 2 supports d'outillages F7X	4min36
Changement des Mandrins 1 et 2 (de Semelles à F7X)	18min23
Installation de l'outillage F7X	10min19
Changement des Mors 1 et 2	6min45

Préparation + Tendage première pièces	13min03
Marquage pièce + Débit éprouvettes	7min52
Recherche Chariot élévateur	5min00

Conclusion

Le travail présenté résume le fruit de l'analyse des opportunités d'amélioration de la performance qualité et productivité de l'UAP. Nous avons entamé ce chapitre avec la présentation d'une analyse approfondie des dysfonctionnements du GAP, affinée par un Plan d'expérience confirmant notre analyse. Ceci nous a menés à l'étape « Innover » de la démarche suivie pour remédier aux problèmes de retouche de tube rectangulaire.

Et nous avons continué le travail par un calcul du temps de changement de série actuel grâce à la méthode SMED. Par la suite, nous avons finalisé le chapitre avec une mesure et une analyse de l'état actuel des processus de fabrication des Chenaux qui nous permettront de rentrer dans une boucle d'amélioration de ce processus à l'aide de la méthode PDCA.

Chapitre 4 : Elaboration et déploiement des actions amélioratrices

Introduction

Le chapitre présent résume l'ensemble des actions amélioratrices proposées et présente toutes les procédures mises en place. Nous allons présenter dans ce chapitre les différentes actions qui ont eu lieu pour améliorer les processus étudiés. Nous allons présenter dans un premier temps le plan d'action élaboré à l'aide de l'outil PDCA. Par la suite, et après une étude technico-économique du projet, nous allons finaliser avec l'ensemble des standards qui ont été mise en place à l'UAP pour éviter le retour en arrière de ces améliorations.

I. Amélioration de la performance qualité de l'UAP UCP :

Les étapes antécédentes au projet nous ont permis de définir, comprendre et analyser le problème de la non-qualité des tubes rectangulaire Ainsi soit-il, l'étape « Innover » représente le point d'inflexion du projet où nous essayerons d'apporter des changements sur le système corrigeant partiellement ou totalement les problèmes cités dans l'étape « Analyser » afin d'améliorer la qualité des tubes rectangulaire. Pour cela, il faut:

- Choisir les actions adéquates
- Mettre en place le plan d'action

L'analyse explicitée dans le chapitre 3 traite chacune des causes séparément dans le but de justifier l'ensemble des écarts générés qui provoque la retouche des tubes rectangulaire et chenaux.

Des réunions avec l'équipe de travail ont porté sur l'élaboration d'un plan d'actions amélioratrices inspirées de chacune des causes extraites. Parmi ces actions, quelque'une déjà mise en place, d'autres sont en cours de réalisation, et quelques actions ne se sont pas encore lancées. Le tableau ci-dessous résume l'ensemble de ces actions :

Problèmes	Actions	Pilote	Nature	Date de réalisation			
				P	D	C	A
Outils de contrôle Inadaptés	Commencer le contrôle avec le pied-à-coulisse	Superviseur Chaudronnage	Méthode	S09	S11	S14	S15
L'état de surface non conforme (Les rayures)	Elaborer un ponçage avec un scotch Bright	Superviseur Chaudronnage	Méthode	S11	S12	S15	S19

Tableau 13: actions d'amélioration

N°	Actions d'amélioration	Nature	Pilote	P	D	C	A
1	Achat clé à molette ou clé dynamométrique (pour assurer couple de serrage toujours identique)	Achat	B.Azzedine	S08	S09	S10	S10
2	Standardisation des mors pour éliminer l'opération de "montage/démontage" des mandrins (Plan d'actions spécifique à mettre en place)	Méthodes	B.Mouncif/B.Azzedine	S08	S09	S13	S15
3	Achat stylo vibrant + Installation d'une source pneumatique à proximité de la table	Achat/Maintenance	B.Azzedine/ C.Ilyas	S08	S09	S10	S10
4	Mettre en place des repères sur la table du banc pour le positionnement des différents supports	5S	Salem + Opérateur	S08	S09	S10	S11
5	Mettre en place un support de Fiches suiveuses à proximité de la machine	5S	Souhaib/Azzedine	S08	S10	S11	S12
6	Mettre en place un pulvérisateur pour lubrifier les outillage et pièces	5S	Leader	S08	S09	-	-
7	Mettre en place identification des pièces stockées au frigo (étiquettes pour identifier chaque lot ou si possibilité d'avoir 1 lot par niveau, mettre 1 ardoise à l'extérieur du frigo avec le repérage des OFs sur chaque niveau)	5S	B.Azzedine/ B. EL Mdari	S08	S09	S10	S12
8	Réparation du démarreur du chariot élévateur	Maintenance	I.Chikeb	S08	S09	S09	S10
9	Mettre en place une planification pour assurer la disponibilité du chariot	Organisation	B.Azzedine/ B. EL Mdari	S08	S09	S09	S11
10	Mettre en place une boîte à outils pour le rangement du matériel sécurisée	5S	B. EL Mdari	S08	S09	S09	S10
11	Modifier la hauteur pour le démontage des mandrins en descendant le banc au maximum (1,5m)	HSE	Leader	S08	S09	S11	S13

12	Modifier l'estrade avec des roulettes + système de verrouillage pour éviter d'utiliser le charriot élévateur	HSE	B.Azzedine/ H.Abdessela m	S08	S10	-	-
13	Changer les système d'accroche des supports F7X pour avoir des profilés carrés plus adaptés aux pales de l'élévateur	HSE	H.Abdessela m/B.Mounci f	S08	S10	S11	S11
14	Changer les raccords hydrauliques par des raccords à 90 degrés pour éviter d'écraser les flexibles	HSE	I.Chikeb	S08	S10	S11	S12
15	Remplacer les flexibles hydrauliques endommagés	HSE / MAIN TENA NCE	I.Chikeb	S08	S10	S11	S12
16	Réparer le vérin du banc qui se replie tout seul (Potentiomètre à remplacer?)	HSE / MAIN TENA NCE	I.Chikeb	S08	S12	S13	S15
17	Reprendre et mettre à jour le plan de maintenance préventive de la machine	MAIN TENA NCE	B. EL Mdari	S08	S10	S11	S12
19	Mettre à disposition une table élévatrice pour maintenir la coiffe pendant le changement de mors	HSE	B.Azzedine/ B. EL Mdari/H.Abde sselam	S08	S09	-	-
20	Scinder les fiche d'instruction des semelles pour les mettre à disposition au poste (communes avec le TTH aujourd'hui)	ORGA NISAT ION	B.Azzedine/ B.Mouncif	S08	S11	S12	S13

Tableau 21 : action amélioratrice

1) Action d'amélioration pour diminuer le taux de retouches

Dans cette partie nous avons explicité les actions mises en place pour diminuer la retouche des tubes rectangulaires. D'une part nous avons mis en place une procédure pour recevoir une méthode de mesure acceptable pour les tubes rectangulaires, et d'autre part nous avons proposé un changement de papier de ponçage pour les chenaux.

Le nombre d'essai qui ont été réalisé est de vingt-trois, dans le but de mesurer d'une manière significative les temps réalisés dans cette opération avec la nouvelle procédure. Les essais réalisés ont pour but de tester la faisabilité de diminuer le ponçage excessif des pièces.

2) Action d'amélioration pour diminuer le temps de changement de séries

Après avoir analysé les différentes étapes réaliser durant la fabrication de semelle et F7X nous avons proposé deux scénarios :

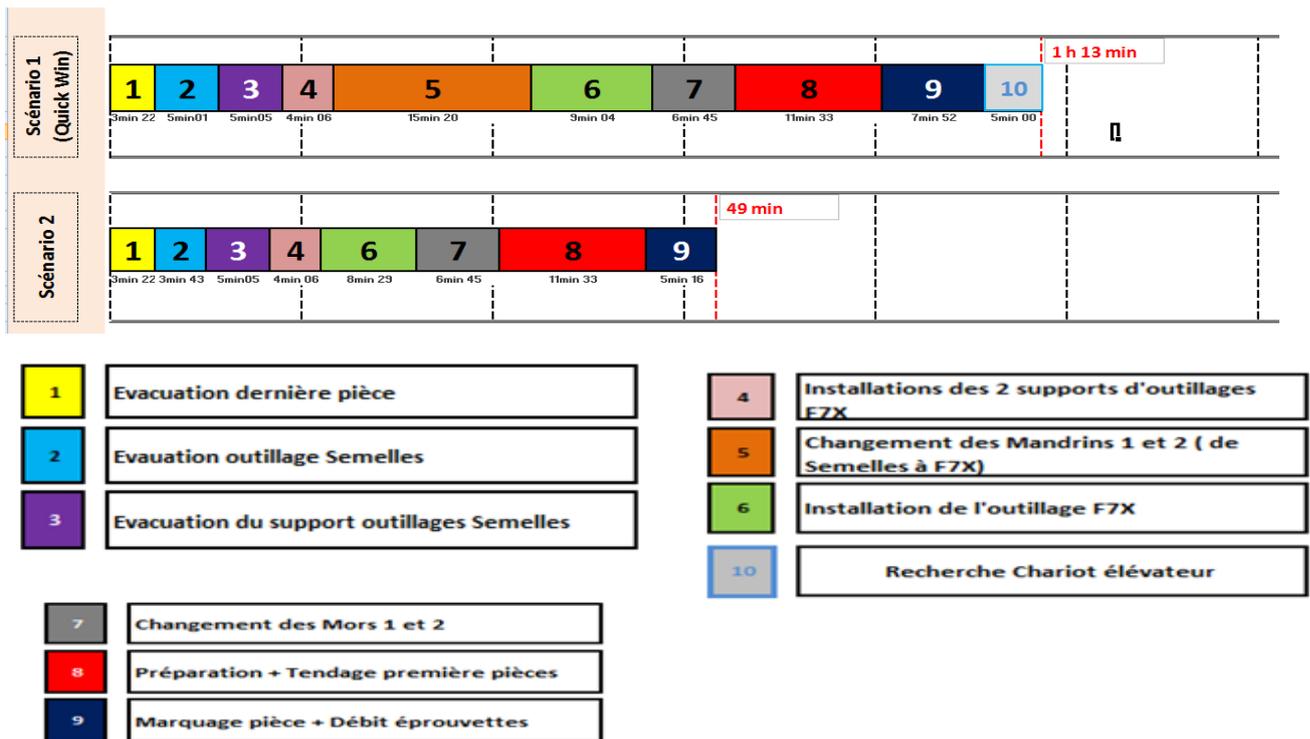


Figure 36 : Les scénarios désirés

1^{er} scénarios est de diminuer le temps d'évacuation du support outillages Semelles et Installations des 2 supports d'outillages F7X et Changement des Mandrins 1 et 2 (de Semelles à F7X) et Installation de l'outillage F7X et Préparation et le Tendage de première pièces .

2^{ème} scénarios est d'éliminer la phase de changement de mandrins en standardisant les mors et aussi de diminuer le temps d'évacuation du support outillages ainsi que l'installation de l'outillage F7X trouvés dans le scénario 1

Pour les actions d'amélioration utilisées sur cette partie nous avons effectué plusieurs interventions (tableau N°21), dans le but de gagner du temps lors du changement de séries parmi ces interventions nous avons proposé la standardisation des mors après avoir faire une conception sous la plateforme catiaV5 (voir les annexes) pur valider la fabrication de ces mors.

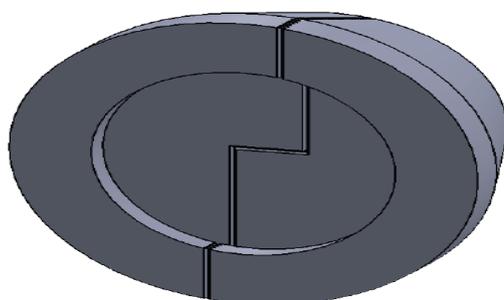


Figure 39 : mors d'étirage des F7x

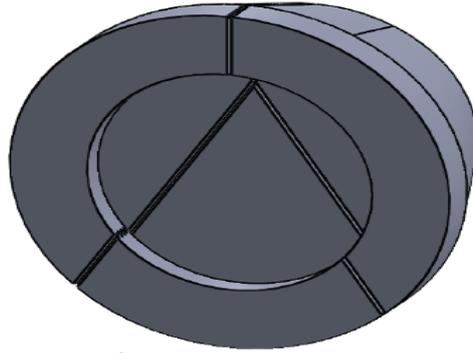


Figure 40 : mors d'étirage de Crj

Avant la fabrication nous avons lancé des essais sur des mors déjà fabriqués pour tester le fonctionnement de ces mors.

II. Contrôler

1) Réalisation et contrôle de la procédure

a) Tubes rectangulaire

Pour les tubes rectangulaires nous avons réussi de convaincre le client pour utiliser les pied-a-coulisse comme un outil de contrôle au lieu d'utiliser les tampons en montrant les risques d'utilisation des tampons.

Cette procédure a été mise en place à la fin du mois octobre. Dans le cadre d'une démarche PDCA nous avons pu pendant un mois et demi contrôler et suivre la procédure mise en place.

Les mesures relevées de cet essai donnent des cotes qui sont dans les tolérances exigées par le fournisseur. Nous pouvons dire que l'action mise en place est bien efficace et sa fiabilité est considérable.

Après l'application de cette procédure nous avons gagné le temps de retouche par la diminution du taux de retouche vers 0% ce qui nous a donné une disponibilité de l'opérateur pour faire autres travail,

La moyenne des temps de réglage d'une série de 40 pièces est de = 18h = 1080min,

La moyenne de temps pour retoucher un OF de 40 pièces est de = 180 min

La moyenne de temps pour retoucher une pièce est de = 4.5 min

La moyenne de temps pour fabriquer une pièce est de = 27 min

Le temps gagné après 0% retouche de cotes = 4.5

$$\frac{\text{Temps gagné}}{\text{Temps de fabrication normale}} = 16.6\%$$

b) Chenaux

Pour améliorer le processus de ponçage du processus final d'ajustage nous avons ajouté une opération de ponçage avec « scotch Bright» après recuit qui a pour but de diminuer les rayures. Cette opération de ponçage avant pliage dure en moyenne 5 minutes. Chaque pièce est poncée d'une manière légère sur la surface externe. Cette nouvelle procédure consiste en un :

- Repérage des rayures présentes
- Ponçage superficiel de la surface externe avec un disque de 150µm.
- Ponçage superficiel avec un scotch Bright.



Figure 37: image de ponçage après ajustage

Après un suivi rigoureux des essais dans toutes les étapes à valeur ajoutée nous avons pu assister au contrôle final des pièces. En effet, pour valider cette nouvelle procédure, les pièces doivent être contrôlées avec exigence pour d'une part valider la procédure d'ajustage avec assurance et d'une autre part éviter toute réclamation client.



Figure 38: image de chenaux après peinture

Les essais ont été contrôlés avec exigence dans le respect des normes de contrôle du service contrôle de l'UAP TS et a été validé en terme d'état de surface de tous les essais : absence de rayures et impact, absence de peau d'orange, homogénéité de peinture et d'autre critère de contrôle relatif aux autres procédés.

Cette innovation nous a permis de augmenter la qualité de pièces et de réaliser l'opération sur 4 min au lieu de 5min ce qui nous a donné un gain de 20% du temps de ponçage.

Temps normale = 5min

Temps après l'innovation = 4min

Temps gagné= 1min

$$\text{Le gain} = \frac{\text{Temps gagné}}{\text{Temps normale}} = 20\%$$

c) Temps de changement de série

Après avoir validé les essais sur des mors de grande taille au lieu d'utiliser des mors de petite taille pour valider la standardisation, nous avons lancé la fabrication des nouveaux mors illustrés sur Les figures 39 et 40

Les essais ont été contrôlés avec exigence dans le respect des normes de contrôle du service contrôle de l'UAP et a été validé.

N° Action	Avancement	Commentaires
1	100%	Changement pour du SIX PANS
2	100%	Plan d'actions spécifique à mettre en place
3	100%	Stylo vibrant disponible/Manque bec à voir au niveau du magasin. Demande d'intervention maintenance pour l'installation pneumatique
4	100%	pour lundi
5	100%	
6	0%	
7	100%	
8	100%	
9	100%	Note de service visé par le DG qui organise la gestion de la flotte chariot élévateur
10	100%	
11	100%	

12	0%	Point à programmer en S46
13	100%	Point à programmer en S16
14	100%	Bon d'intervention
15	100%	Bon d'intervention
16	100%	
17	100%	
18	100%	Voir la possibilité de mettre en place un système avec câble
19	0%	

Après avoir réalisé 84% des actions d'amélioration nous avons réussi de gagner 54.83% du temps de travail normale.

Temps normale = 93min

Temps après l'innovation = 51

Temps gagné = 93-51=42

Pourcentage du temps gagné = $\frac{\text{Temps gagné}}{\text{Temps normale}} = 45.16\%$

III. Etude technico-économique

Avant de valider tout projet, il est nécessaire de définir le coût d'investissement de l'ensemble du projet et de déterminer la rentabilité de ce dernier. En effet, l'entreprise attend de tout projet qu'il se révèle comme nouvelle source de revenu, à plus ou moins brèves échéances, un revenu allant au-delà de la couverture des frais d'investissement. Pour cela, l'entreprise donne beaucoup d'importance aux décisions stratégiques.

Le management des coûts du projet porte principalement sur les coûts nécessaires à l'achèvement des activités du projet. Il doit également prendre en considération l'effet des décisions du projet sur les coûts récurrents ultérieurs d'utilisation, d'entretien, et de support de produit, du service ou du résultat du projet.

1) Estimation des coûts d'investissement du « taux de retouche»

Chaque projet a besoin d'un budget d'investissement pour atteindre ses objectifs. Dans cette partie nous allons estimer les ressources monétaires nécessaires à l'accomplissement des activités du projet.

Au fur et à mesure que les informations exactes sur le projet deviennent disponibles, nous allons présenter les provisions pour la réalisation des activités du projet en résumé, comprenant entre autre, la main d'œuvre directe, la matière première, l'équipement et les services.

Coût d'investissement = 968€/semaine

✓ **Les tubes rectangulaires**

AVANT

La moyenne des temps de réglage d'une série de 40 pièces est de = 18h
= 1080min,

La moyenne de temps pour retoucher un OF de 40 pièces est de = 180 min

APRES

La moyenne des temps de réglage d'une série de 40 pièces est de = =
900min,

un gain de 16.6% du temps de fabrication

Vu que le prix d'une pièce arrivée à la phase de chaudronnage est de 9.6€/h, sachant que la production hebdomadaire est de 100 pièces de type tubes rectangulaire et les opérateurs travaillent 44h/semaine, donc le gain de la diminution du taux de retouche à 0% est aussi le temps de retouche gagné et qui présente 16% du temps de fabrication :

Le gain de la retouche : $0.166 * 18 * 9.6 * 2 * 5 = 288 \text{ €/semaine}$

✓ **Les chenaux**

Vu que le processus de ponçage est impacté potentiellement par les améliorations réalisées sur le processus antérieur de chaudronnage, on peut calculer le gain économique généré par la mise en place de la nouvelle procédure de ponçage par « scotch Bright» d'un taux horaire de 21€/Heure des chenaux qui provient d'un gain au niveau de l'opération de chaudronnage de 1min par pièce, ce qui donne 40min par OF

Soit :

$40 \text{ min} = 0.66\text{h}$

$0.66 * 21 * 10 * 5 = 693\text{€/semaine}$

$1 \text{ min/pièce} \rightarrow 40\text{min}/\text{OF} \rightarrow 693\text{€/semaine}$

✓ **Le poste de l'étirage**

le temps de changement de serie avant l'optimisation est = 93 Min,

le temps de changement de serie après l'optimisation est = 51Min,

Pour calculer le gain économique généré par l'optimisation du temps de changement de séries on doit multiplier le temps gagné par le taux horaire 21€/Heure et on trouve :

$$93 - 49 = 42\text{Min} = 0.7h$$

$$0.7 * 21 * 8 * 5 = 588\text{€/semaine}$$

Soit la somme des gains hebdomadaire apportés sur de :

$$\text{Retour d'investissement} = 588 + 693 + 288 = 1569\text{€}$$

Le gain net de l'ensemble des améliorations sera :

$$\text{Retour d'investissement} - \text{le coût d'investissement}$$

$$2595 - 968 = 601\text{€ /semaine}$$

Le gain annuel provenant des améliorations proposées sur les retouches sont donc de **28848€**

Les couts de fabrication des mors : 6000 €

Le gain net annuel provenant des améliorations proposées sur les retouches sont donc de

$$28848 - 6000 = 22848\text{€}$$

2) Calcul des gains

Les solutions optimisées d'une manière considérable entraînent des gains importants. Le tableau suivant présente les gains calculés suite à la mise en place de ces procédures :

Pièces		Taux horaires en €/heure	Gains temporels	Gain en € par semaine
Changement de séries		21€/heure	42min	588
Retouches	Tubes rect	9.6€/heure	4.5min	693
	Chenaux	21€/heure	1min	288

Tableau 14: calcul des gains économiques

Conclusion

L'ensemble des actions mises en place pour remédier au problème des retouches des tubes rectangulaires et chenaux ont été présentés dans ce dernier chapitre. Les améliorations du temps de changement de série apportées à l'UAP pour les 3 types d'article étudiés ont été synthétisées et chiffrées par un gain économique. Au terme du chapitre, nous avons réalisé une étude budgétaire qui a pour but d'analyser le coût d'investissement mis en place pour atteindre l'objectif du taux de retouche et le gain généré par nos solutions. Nous avons ensuite clôturé par l'ensemble des standardisations qui ont eu lieu pour éviter le retour en arrière des améliorations apportées.

Conclusion et perspectives

A terme de ce travail, il nous a été difficile d'assigner une fin à cette étude d'amélioration de l'UAP UCP : de minimisation du taux de retouche, et des actions d'amélioration sur le temps de changement de séries, du moment qu'elle a ouvert plus de pistes qu'elle n'en a fermé.

Le présent document détaille le fruit d'un long travail que nous avons réalisé grâce à une équipe de travail dynamique et jeune qui possède une envie intense d'améliorer la performance actuelle d'UAP UCP. Le projet présente une étude globale depuis la gestion du projet commençant par l'initiation et la planification passant par l'exécution et le contrôle, et finalisant par la clôture du projet, en élaborant les plans subsidiaires de management qui ont renforcé la gestion de ce projet et constituent une base pour l'atteinte des objectifs du Projet de Fin d'Etude.

Au moment où cette conclusion est rédigée, les actions amélioratrices qu'on a proposées sont déjà mise en place, et nous ont permis d'atteindre les objectifs fixés par l'UAP UCP où nous avons diminué le taux de retouche à 0% pour les tubes rectangulaire et de 20% pour les Chenaux, et le temps changement de série diminuer d'une moyenne de 45.16% pour la machine d'étirage.

Ce travail a permis en premier lieu d'adopter la démarche DMAIC pour améliorer la performance de la qualité et la productivité des tubes chenaux et tubes rectangulaires et le chantier SMED pour diminuer le temps de changements de séries de la machine de l'étirage à travers des plans d'actions amélioratrices qui rassemblent plusieurs domaines : fabrication mécanique, production industrielle et méthodologie, maintenance et management.

Comme perspectives notre vision est de diminuer le taux de retouche des chenaux vers 0% et de lancer un chantier 5S pour la fabrication des tubes rectangulaires et Crj et semelle et f7x et aussi appliquer la méthode hinkaten pour aider les responsable de détecter le fonctionnement de chaque machine ainsi que la disponibilité des opérateurs et machine.

BIBLIOGRAPHIE

(VOLCK, 2009) FRANCE

GARNIER, D. (2010). FRANCE

IMS Health. (2012). USA

Javier Santos, R. A. (2006). *Improving Production with Lean Thinking*. Wiley. US

(el-Andaloussi, 2014) Maroc

La pratique du SMED.(2008). Groupe Eyrolles. FRANCE

Michael George, J. M. (2004). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to 70 Tools for Improving Quality and Speed*. McGraw Hill Professional. USA

Rother, M. (1999). *Learning to See*. Lean Enterprise Institute. US

Shaffie, S. (2012). *The McGraw-Hill 36-Hour Course: Lean Six Sigma*. McGraw Hill Professional. USA

