

Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Département de Génie Industriel



MST en Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes

**Elaboration d'un manuel de pilotage pour
une ligne de production A340**

Lieu : Labinal Maroc

Référence : .../13 GI

Préparée par :

Mlle Mariyam MOUMEN

Soutenu le 18 Juin 2013 devant le jury composé de :

- Pr Hassane KABBAJ (Encadrant FST)
- Pr Anas CHAFI (Examinateur)
- Pr Nabih EL OUAZZANI (Examinateur)

Avant propos

« Agir d'abord, rectifier ensuite s'il y a lieu, reprendre tout à zéro s'il le faut, mais ne jamais rester inactif à la recherche du parfait ».

Jean Cocteau

Table des matières

REMERCIEMENT

DEDICADE

INTRODUCTION 1

Chapitre 1 : Présentation de L'organisme d'accueil

I. Le groupe SAFRAN 2

1. Introduction 2

2. Fiche signalétique..... 3

3. Les activités du groupe Safran 4

3.1 Propulsion aéronautique et spatiale 4

3.2 Equipements aéronautiques 4

3.3 Défense Sécurité 5

4. Implantation mondiale du groupe Safran 5

II. Labinal Maroc..... 6

1. Présentation et infrastructure de l'entreprise..... 6

2. Fiche signalétique..... 7

3. Les ressources humaines 7

4. Système qualité de Labinal Maroc 7

5. Organigramme général de l'entreprise 8

6. Les programmes de cablage Labinal Maroc 9

7. Activité de l'entreprise 9

III. Processus de fabrication 10

1. Auto-soudeur..... 10

2. Blindage 10

3. Dénudage 11

4. Sertissage 11

5. Enfichage 12

6. Cheminement 12

Chapitre 2 : Problématique

1. Introduction	13
2. Contexte	13
3. Démarche à adopter	14
4. Contraintes	14
5. Actions clés	15
6. Impacts	16
7. Missions	16
8. Planning de projet	17

Chapitre 3 : Manuel de pilotage Airbus WP4004

I. Présentation du Manuel de pilotage	19
1. Définition	19
2. Objectif.....	19
3. Description	19
II. Représentation des flux physiques WP4004 : « LAYOUT »	25
1. Définition	25
2. Objectif.....	25
3. Implantation détaillée du programme WP4004	25
III. Cartographie de flux physique : Value Stream Mapping « VSM »	27
1. Définition	27
2. La place du VSM Dans le Lean Manufacturing.....	27
3. Comment commencer la réalisation d'un VSM	27
4. Les règles de représentation d'un VSM.....	28
5. Élaboration de la VSM du programme WP4004	31
IV. Cartographie des processus de fabrication : « Flowchart manufacturing »	33
1. Concepts théoriques	33
1.1 Définition	33
1.1 Objectif.....	33
2. Flowchart du Programme Airbus WP4004	34
3. Elaboration du Flowchart du programme WP4004	34
3.1 Identification des Processus	37
3.2 Interaction des Processus	40
V. Présentation du plan de contrôle Process « PCP »	43
1. Concepts théoriques	43

1.1	Le contrôle qualité	43
1.2	Définition	44
1.3	Objectif	44
2.	Méthodologie de la création d'un plan de contrôle.....	44
1.1	Identification des points de contrôle	45
1.2	Identification de l'objet de contrôle	45
1.3	Détermination des paramètres à contrôler	45
1.4	Référence des instructions de contrôle.....	45
1.5	Détermination des critères d'acceptation	46
1.6	Méthode et fréquence de contrôle	46
1.7	Type de contrôle.....	46
1.8	Méthode d'évaluation ou Moyen de contrôle	46
1.9	Position de contrôle.....	46
1.10	Le responsable de contrôle.....	47
1.11	Les enregistrements de contrôle.....	47
1.12	Les Compétences requises sur poste.....	47
1.13	Plan de réaction	48
3.	Plan de contrôle du programme Airbus WP4004	49
4.	Plans de réaction	56

Chapitre 4 : Présentation d'une étude AMDEC

1.	Introduction.....	58
2.	Objectif	59
3.	Types d'AMDEC	59
4.	Deux aspects de la méthode AMDEC	59
5.	Elaboration de l'étude AMDEC-Process.....	60
5.1	La constitution d'un groupe de travail	60
5.2	L'étude qualitative et quantitative des défaillances	60
5.3	La hiérarchisation.....	61
5.4	La recherche des actions préventives/correctives	62
5.5	La présentation des résultats	62

CONCLUSION GENERALE

BIBLIOGRAPHIE

WEBOGRAPHIE

Introduction

Dans un environnement de plus en plus évolutif, le secteur aéronautique a connu un développement rapide et stable, s'adaptant aux besoins du marché et à l'innovation technologique. L'amélioration continue et le management de la qualité sont devenus prioritaires pour être compétitif dans un domaine où la gestion des risques est obligatoire.

Une demande accrue, un risque élevé et une volonté à rester au niveau de la concurrence mondiale sont les facteurs qui poussent SAFRAN Labinal à assurer une amélioration constante de la qualité de ses produits, dans le but de satisfaire la clientèle.

Le projet de fin d'études que j'ai effectuée à Labinal Maroc est axé sur la qualité, et l'amélioration du système de management de la qualité. En effet, ma mission consistait à La création d'un manuel de pilotage d'un système de production, en introduisant un certain nombre d'outils à savoir : La VSM dont le but est de donner une image globale du flux physique et de mettre en lumière le temps de défilement du produit, le Flowchart, dont le but est de cartographier les processus de fabrication, le Process Control Plan, qui permet de

synthétiser les opérations de contrôle et de détecter les faiblesses à ce niveau et enfin une Etude AMDEC dont le but de détecter les défaillances d'un processus, 'é »& leurs effets et définir des actions à entreprendre pour éliminer ces défaillances.

Le présent rapport détaille le travail effectué, les études et les actions établies.

I. Le groupe SAFRAN

1. Introduction

Safran est un équipementier international de haute technologie, leader en aéronautique, défense et sécurité. Présent sur tous les continents, dont le siège est situé à Paris (France).

Le Groupe emploie **62 500 personnes** et a réalisé en 2012 un chiffre d'affaires de **13,560 milliards d'euros**.

Sa dimension internationale permet au Groupe de bâtir des relations industrielles et commerciales avec les plus grands maîtres d'œuvre et opérateurs mondiaux, tout en offrant des services de proximité réactifs. Composé de nombreuses sociétés, Safran occupe, seul ou en partenariat, des positions de premier plan mondial ou européen sur ses marchés.

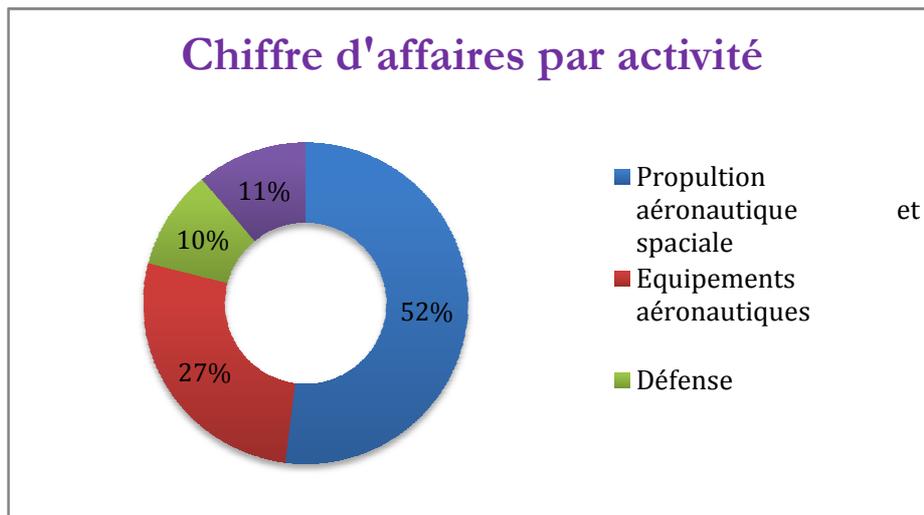


Figure 1: Répartition du chiffre d'affaire du groupe SAFRAN en 2012

2. Fiche signalétique :

Raison Social :	Groupe SAFRAN
Création :	11 Mai 2005 (Fusion de Snecma et Sagem)
Forme juridique :	S.A Société Anonyme à conseil d'administration
Action :	NYSE Euronext Paris SAF
Siège social :	Paris (France)
Direction :	Jean- Paul Herteman, président- directeur général ¹
Actionnaires :	Public : 57,5 % État français : 27,1 % Salariés : 15,4 %

	Auto détention/ autocontrôle : 0,2 %. (en décembre 2012) ²
Activité :	Concepteur et producteur de moteurs d'avions, d'hélicoptères et de fusées et d'équipements aéronautiques, de défense et de sécurité.
Filiales :	Snecma , Turbomeca , Herakles , Techspace Aero , Messier-Bugatti-Dowty , Aircelle , Labinal , Hispano-Suiza , Sagem Défense Sécurité , Morpho .
Effectif :	62 500 ³
Site Web :	www.safran-group.com
Chiffres d'Affaires :	13 560 millions € (2012) ⁴
Résultat Net :	1 467 millions € (2012) ⁵ + 52%

Tableau 1 : Fiche signalétique du groupe SAFRAN

3. Les activités du groupe Safran :

Les activités de Safran, centrées sur les secteurs stratégiques de l'aérospatial, de la défense et de la sécurité, sont regroupées en trois grands métiers :

- ✓ Propulsion aéronautique et spatiale

¹ [Accueil > Groupe > Gouvernance d'entreprise > Conseil d'administration](#) sur safran-groupe.com. Consulté le 29/04/2013.

² Accueil > Finance > L'action Safran > Structure du capital et droits de vote sur safran-groupe.com. Consulté le 29/04/2013.

³ Accueil > Groupe > sur safran-groupe.com. Consulté le 29/04/2013.

⁴ Air&Cosmos, 21 février 2013, « Bonne performance en 2012 pour Safran ».

⁵ Les Echos, 21 février 2013

- ✓ Equipements aéronautiques
- ✓ Défense - Sécurité

Les principales sociétés du Groupe sont réparties dans l'un des ces trois métiers selon leur domaine d'activité.

3.1 Propulsion aéronautique et spatiale

La branche Propulsion aérospatiale du Groupe SAFRAN rassemble toutes les activités liées aux systèmes de propulsion des avions, hélicoptères, missiles et lanceurs, sur les marchés civils, militaires et spatiaux : conception, production, commercialisation, essais, maintenance et réparation. Seules ou en coopération, les sociétés de la branche Propulsion aérospatiale interviennent sur les plus grands programmes aéronautiques et spatiaux nationaux, européens ou transatlantiques.

Principales sociétés : **Snecma, Turbomeca, Microturbo, Techspace Aero**

3.2 Equipements aéronautiques

La branche Equipements aéronautiques du Groupe SAFRAN rassemble toutes les activités de conception, production, commercialisation, maintenance et réparation des systèmes et équipements destinés aux avions et aux hélicoptères civils et militaires. Seules ou en coopération, les sociétés de la branche Equipements aéronautiques interviennent sur les plus grands programmes aéronautiques nationaux, européens ou transatlantiques.

Principales sociétés : **Messier - Dowty, Messier - Bugatti, Labinal, Sofrance, Hispano - Suiza, Teuchos, Aircelle.**

3.3 Défense Sécurité

La Branche Défense Sécurité du Groupe SAFRAN est présente sur les marchés civils, militaires et spatiaux. Ses activités s'exercent dans les domaines suivants : équipements de navigation et de guidage inertiels, équipements et systèmes optroniques, systèmes d'avionique, systèmes de drones, équipements et systèmes aéroterrestres, systèmes biométriques d'identification, terminaux de transactions sécurisées et cartes à puce.

Principales sociétés : **SAGEM Défense et Sécurité**, à travers les trois branches : **Navigation et Systèmes Aéronautiques, Optronique et Systèmes Aéroterrestres et Sécurité.**

4. Implantation mondiale du groupe safran

Safran est présent sur tous les continents : Europe, Amériques, Afrique et Asie - Océanie. Cette dimension internationale lui permet d'optimiser sa compétitivité et d'établir des relations commerciales et industrielles avec les plus grands maîtres d'œuvre et opérateurs dans le monde. Sa stratégie de développement à l'international reflète la volonté de proposer à ses clients une offre de services réactifs et de proximité.

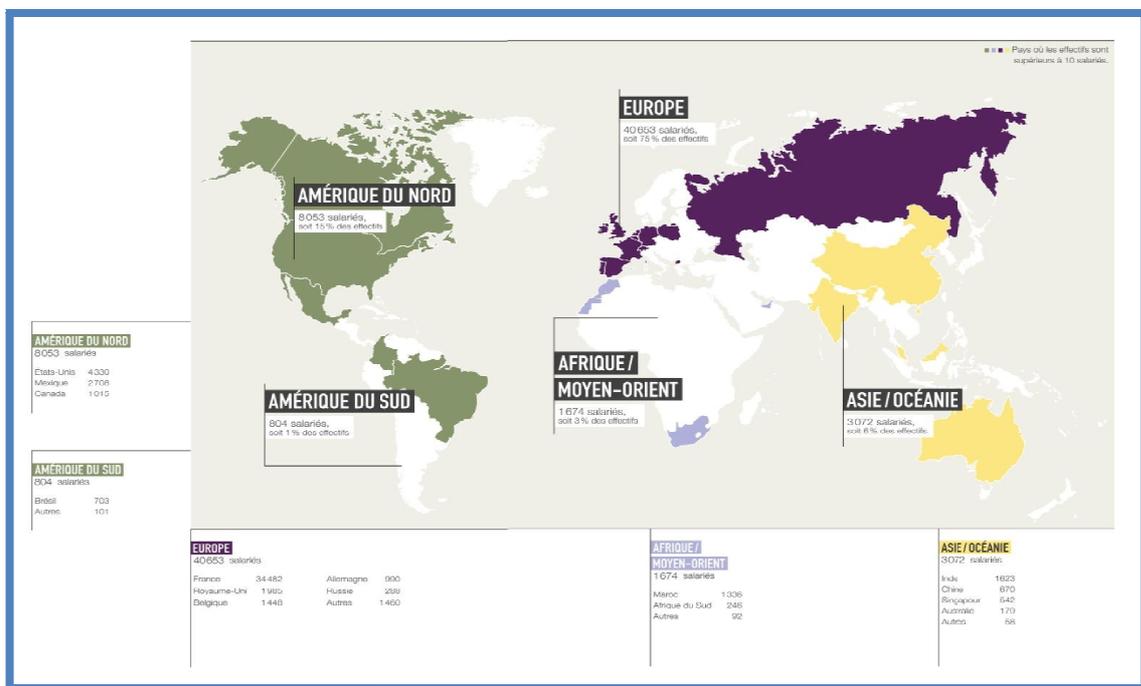


Figure 2 : implantation mondiale du groupe SAFRAN

II. Labinal Maroc

1. Présentation et infrastructure de l'entreprise

Créée en septembre 2004, la société LABINAL MAROC est une filiale de la société française LABINAL, elle-même filiale du groupe SAFRAN (regroupement de SAGEM-SNECMA). Déjà présente au Maroc en coopération avec BOEING et ROYAL AIR

MAROC au sein de la société MATIS Aerospace, LABINAL Maroc doit permettre à LABINAL de satisfaire les fortes augmentations de besoins prévus par ses clients avionneurs dès 2005, en s'appuyant sur des structures et du personnel supplémentaires.

LABINAL Maroc a démarré son activité en 2004. Afin d'augmenter les capacités existantes de production et de disposer d'une usine performante, moderne conjuguant savoir-faire, expertise et technologie, la société a emménagé dans une nouvelle unité industrielle à AIN ATIG, d'une superficie d'environ 10.850m², en 2006.

Cette usine fait l'objet de la Convention d'investissement signée avec le Gouvernement Marocain le 23 février 2005. Au travers de ce contrat, LABINAL Maroc bénéficie depuis le 12 Mai 2005 du statut d'Entrepôt Industriel Franc. Ce régime préférentiel s'est accompagné de la signature d'une convention de gestion personnalisée avec l'Administration des Douanes et Impôts Indirect, facilitant les procédures de déclaration des opérations d'importation et d'exportation de la société.

La convention d'Investissement prévoit aussi que LABINAL Maroc « bénéficie des avantages de l'article 17 de la charte de l'investissement pour une prise en charge partielle par l'Etat, notamment des coûts liés aux frais de la formation professionnels ».

2. Fiche Signalétique :

Raison Sociale :	Labinal Maroc Groupe SAFRAN
Adresse :	Route RHOUBLA AIN ATIG Témara Maroc
Boîte Postale :	5110 Témara-Centre
Forme juridique :	S.A « Société Anonyme »
Date de création :	2004

Date d'inauguration :	17 Juin 2006
Activité :	Fabrication du câblage aéronautique
Investissement :	100 millions Dh
Effectifs :	421 personnes
N° CNSS :	6816401
RC :	N° 133981
Tel :	(+212)37 61 58 00
Fax :	(+212)37 61 61 81

Tableau 2 : Fiche Signalétique de Labinal Maroc

3. Les ressources humaines :

L'effectif actuel de la société est de 421 personnes, soit 11 cadres, 23 techniciens et agents de maîtrise et 387 opératrices. Le profil général de cet effectif se présente de la façon suivante :

- **94 % de personnel féminin :** (100% chez les opératrices, en raison de l'exigence de dextérité manuelle et de méticulosité liée au métier de câbleur)
- **29 ans de moyenne d'âge**
- **4 ans d'ancienneté moyenne**
- **formation minimum à l'embauche :** les opératrices ont au minimum le niveau « bac » et nombreuses sont celles qui ont plus, bac + 2, voir un niveau supérieur.

4. Système qualité de Labinal Maroc :

Le groupe Labinal est dans une démarche constante de progrès conduite dans un souci d'optimisation de la performance industrielle. C'est dans ce cadre et pour répondre aux exigences de ses clients, que Labinal Maroc place la qualité au cœur de ses préoccupations, qu'il s'agisse de la qualité de ses produits ou de la qualité de son organisation.

En termes de qualité du produit, qui englobe tout le processus industriel de production, Labinal Maroc répond à tous les critères exigés par les certifications. Ainsi, les agréments et les certifications reçus sont les suivants :

- ❖ **ISO 9001 V2000 délivré par le BVQI**
- ❖ **EN 9100 délivré par le BVQI**
- ❖ **PART 21 délivré par la Direction Générale de l'Aviation Civile**

En termes de qualité d'organisation, le contrôle interne est déployé à partir de 2007 sur les fonctions, achats, ventes, clôture des comptes, paie, trésorerie, immobilisations, stocks et programmes. Cette démarche s'inscrit dans le cadre de la Loi de Sécurité Financière et vise à garantir vis-à-vis des partenaires de la société, la fiabilité des informations comptables et financières et à prévenir les risques de mauvaise gestion.

5. Organigramme général de l'entreprise :

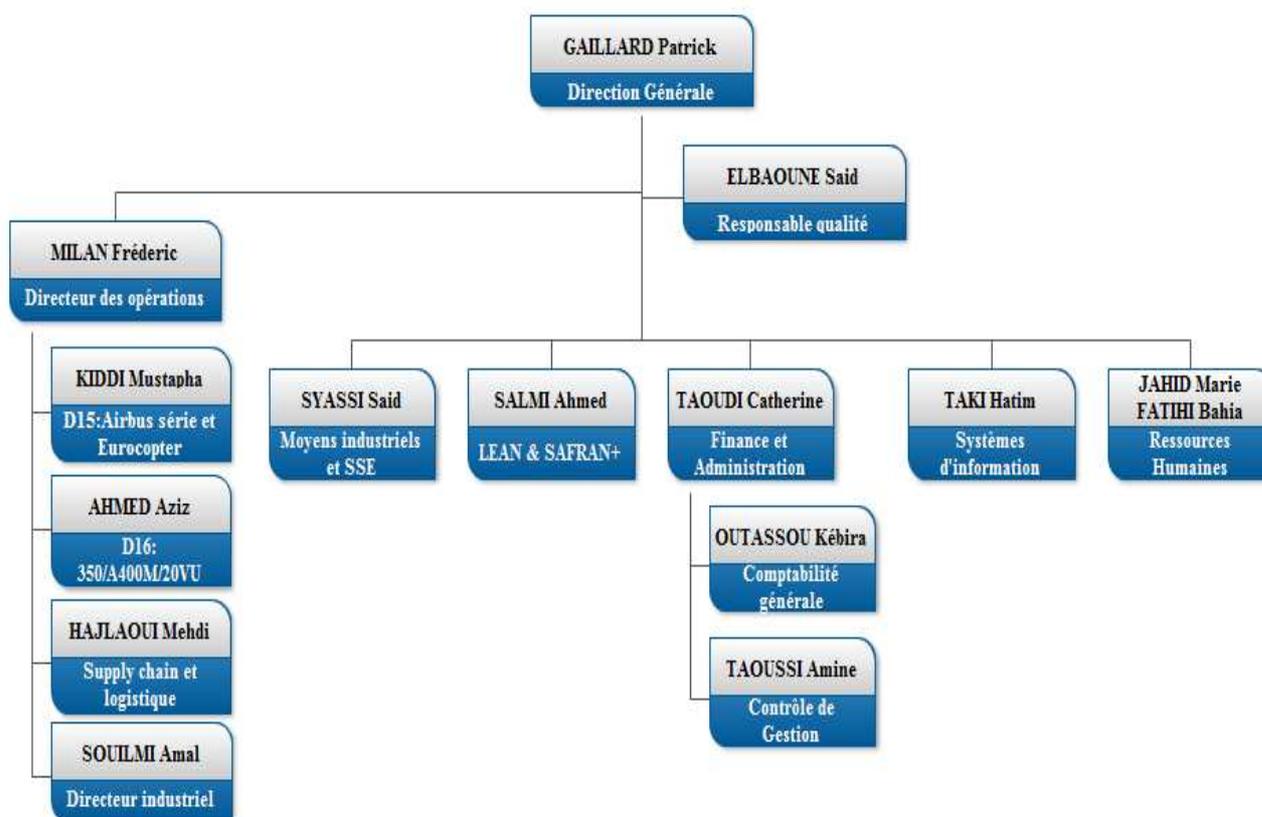


Figure 3 : Organigramme générale de l'entreprise

6. Les programmes de câblage Labinal Maroc :

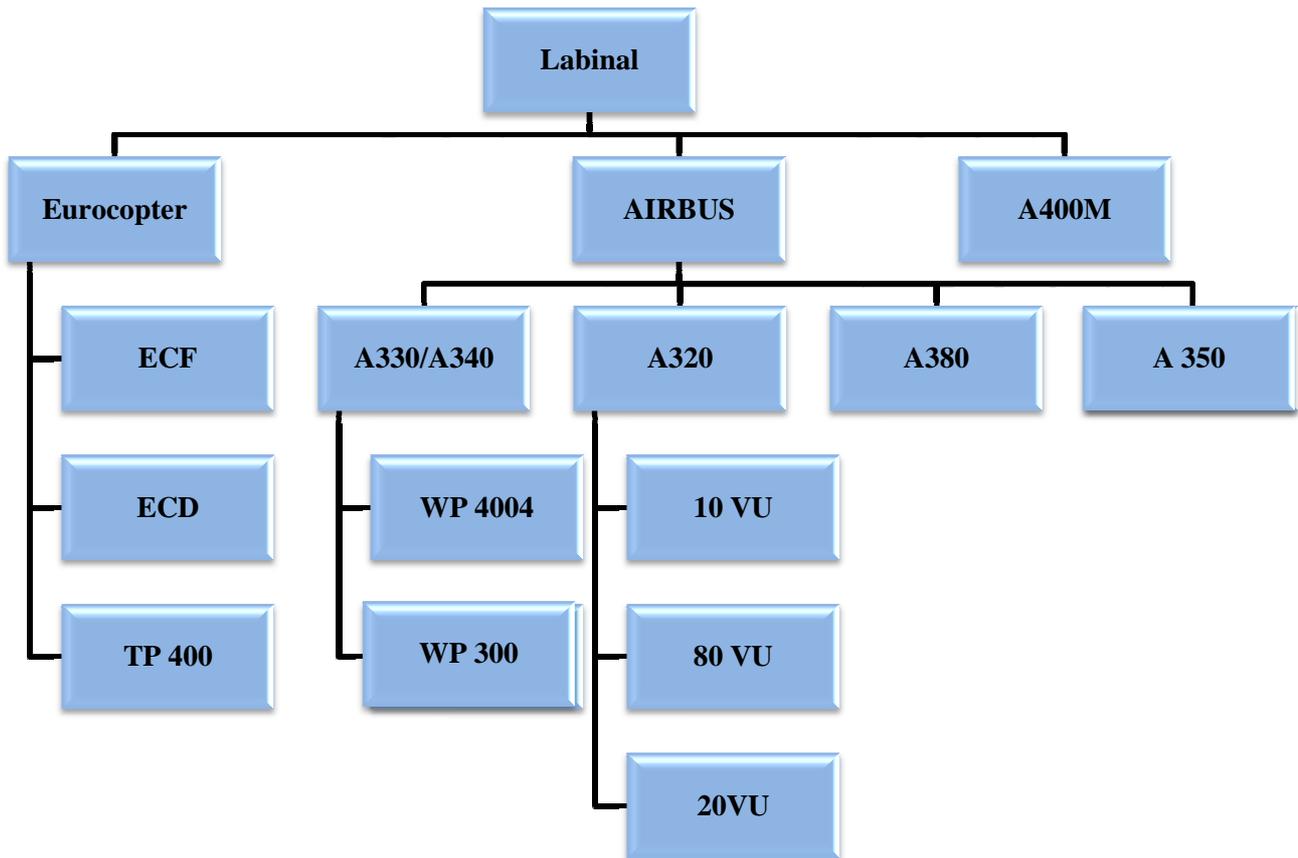


Figure 4 : les programmes de câblage Labinal Maroc.

7. Activité de l'entreprise :

Le produit final de chaque programme est dit « harnais », c'est un ensemble de prises et de faisceaux de câbles regroupés et qui sont destinés à être directement intégrés dans l'avion.

Le processus de production est organisé selon les critères du « lean manufacturing », outil d'optimisation de l'organisation de la production, qui s'inscrit dans la démarche de progrès permanent mise en œuvre par le groupe SAFRAN.

Ainsi, les ateliers de chaque produit sont implantés de façon à optimiser l'ergonomie et la productivité du poste de travail.

III. Processus de fabrication :

1. Auto-soudeur :

C'est un composant avec lequel on peut réaliser une ou plusieurs reprise de blindage, il se compose d'un anneau ou préforme de soudure avec flux incorporé, inséré dans un manchon thermo rétractable transparent, Plus une ou deux bagues d'étanchéité.

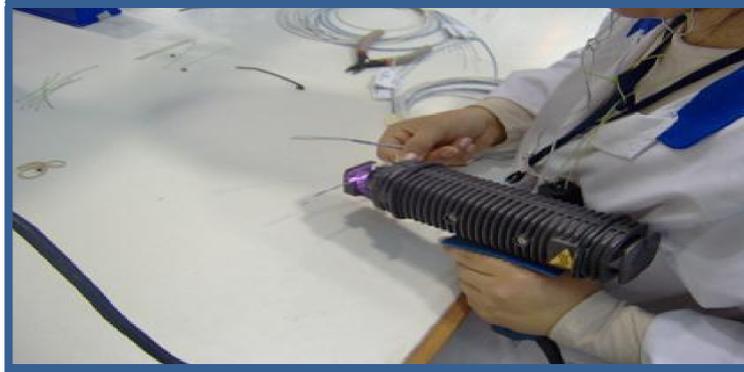


Figure 5 : Opération d'auto- soudeur

2. Le blindage

S'emploie dans tout les cas où l'on désire une bonne qualité de transmission. Son rôle est de réduire au maximum l'action parasite (perturbations d'ordre électromagnétique) entre les différents circuits.

L'opération de reprise de blindage consiste à Récupérer des rayonnements parasites dans le blindage pour les évacuer à la masse en réalisant une liaison électrique entre la tresse du câble blindé et l'âme d'un câble de reprise grâce à un manchon autosoudeur. Il peut être réalisé en bout ou en fenêtré



Figure 6 : Reprise de blindage

3. Le dénudage

Consiste à retirer localement l'isolant protégeant l'âme conductrice du câble sur une longueur avec une tolérance définie, pour permettre le raccordement à un élément d'extrémité.

Cette opération ne doit pas provoquer de cassures ni d'amorces de rupture sur les brins de l'âme ou du blindage.

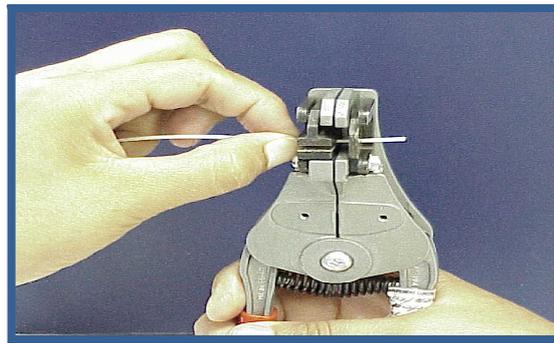


Figure 7: Opération de dénudage

Le contact est un organe de liaison entre les câbles et les connecteurs, il peut être mâle ou femelle. Il est conçu pour être serti une seule fois sur l'âme du câble préalablement dénudé



Figure 8: les différents types des contacts

4. Sertissage

Le sertissage est l'action de fixer par écrasement l'élément d'extrémité sur un câble préalablement dénudé, afin d'assurer une tenue mécanique et électrique.

La cote de dénudage correspond à l'enfoncement de l'âme du conducteur à l'intérieur du fût du contact, la cote de dénudage est exprimée en mm sur les documents de travail.



Figure 9 : Opération de sertissage

5. Enfichage

C'est une opération de mise en place d'un contact serti dans l'alvéole correspondante par rapport à la position indiquée sur l'étiquette.

Le contact est maintenu en position par clipsage.

Positionner le contact dans le connecteur de façon à enficher et tirer.



Figure 10 : Opération d'enfichage

6. Cheminement :

Il consiste à réaliser un câblage sur une planche suivant les indications qui sont sur la planche et l'étiquette du câble



Figure 11: Opération de cheminement

1. Introduction

Le présent chapitre est consacré pour décrire les missions qui nous ont été confié tout au long de la période de notre stage suivi par une planification. Ensuite nous allons exposer le cadre général dans lequel s'est déroulé notre projet de fin d'étude.

2. Contexte

Labinal Maroc est une jeune société en pleine croissance, puisque le nombre de programmes sous-traités chez cette dernière est en constante augmentation. Cependant, et afin de poursuivre sur cette voie de développement, la société se doit de garder une bonne image de marque, préserver la confiance de ses clients et constamment prouver qu'elle est capable d'élargir son activité tout en répondant aux exigences spécifiques du domaine du câblage aéronautique, et aux normes qualité de ses clients.

Les principaux clients de Labinal Maroc, à savoir Airbus et Eurocopter, effectuent fréquemment des audits afin de constater sur le terrain la méthode de travail, l'organisation, ainsi que le système de management de la qualité. Ce dernier point fait l'objet d'une attention toute particulière lors des audits clients. En effet, la maîtrise de tout élément pouvant détériorer la qualité du produit est primordiale, car un problème survenant au niveau d'un harnais (produit final), et donc du système nerveux d'un avion, peut entraîner de graves conséquences sur la sécurité du vol et des passagers.

La société s'est donc engagée sur une voie de certification, puisqu'elle s'est vu délivrer les certifications ISO 9001 version 2000 et l'EN 9100 par le BVQ et le PART 21 délivré par la Direction Générale de l'Aviation Civile. L'EN 9100 par exemple est une norme qualité qui englobe la norme ISO 9001, et la complète par des éléments spécifiques au domaine de l'aéronautique. Cette norme met l'accent sur plusieurs concepts dont on peut citer : l'approche processus, la maîtrise du produit non conforme, l'amélioration continue etc. Nous verrons plus loin (cf : Fondements théoriques et norme EN 9100) une introduction à ces concepts ainsi que leurs objectifs.

Comme il a été cité plus haut, Labinal Maroc a pour objectif d'étendre son activité en persuadant les constructeurs aéronautiques de sous-traiter chez elle la fabrication des harnais constituant leurs avions et hélicoptères. Cependant, la concurrence dans ce domaine est rude, et elle est menée non seulement par les autres filiales de Labinal, mais aussi plusieurs autres sociétés dans le monde. Labinal Maroc pourrait donc perdre des contrats de sous-traitance, et par conséquent d'énormes parts de marché, si les constructeurs aéronautiques trouvent plus intéressants de sous-traiter la réalisation de leurs harnais chez les concurrents, ce qui freinera inévitablement la croissance de la société. De plus, la concurrence asiatique est toujours à

l'affût, agitant le drapeau des faibles coûts de production. Des pays comme la Chine pourront devenir les destinations favorites des sociétés de câblages aéronautiques désirant délocaliser leurs industries vers des pays où les coûts d'implantation et de fonctionnement sont plus attrayants. Il suffit pour cela que la qualité de travail de la main d'œuvre asiatique soit au rendez vous. Labinal Maroc doit donc se préparer à affronter des concurrents du monde entier, en optimisant ses processus de production, en réduisant les pertes et en haussant le niveau de qualité.

Le contexte général peut donc être résumé en trois points essentiels :

- Intention d'étendre les activités et augmenter le volume de production.
- Souci de gagner la confiance des clients.
- Souci d'être mieux préparé à la concurrence extérieure.

3. Démarche à adopter

Afin d'atteindre ces objectifs, il est nécessaire d'adopter une démarche méthodologique ciblée.

Celle-ci doit réaliser les objectifs suivants :

- maîtriser les processus de production.
- maîtriser la qualité du produit.
- mener à bien les audits clients et les audits internes.
- entamer une démarche d'amélioration continue.

4. Contraintes

Le succès de la démarche décrite plus haut passe par l'élimination de plusieurs contraintes relatives à la méthode de travail à Labinal Maroc.

La première contrainte est relative aux opérations de production. En effet, l'élément clé qui permet de produire un harnais est une simple étiquette collée sur les extrémités des câbles juste après la coupe au niveau du CMP (Centre de Coupe Marquage et Préparation). Cette étiquette contient les informations essentielles sur le câble lui-même, les opérations à effectuer sur chacune de ses extrémités, la route qu'il doit emprunter au niveau du gabarit de cheminement etc. Si cette méthode de travail a l'avantage d'être pratique et rapide, elle ne permet pas d'avoir une vision globale sur le processus de production, vu la complexité de ce dernier et l'absence de documents décrivant l'enchaînement des opérations. La maîtrise d'un processus de production est donc synonyme de longues heures à passer sur le terrain auprès des responsables de production, des responsables de programmes et même des opératrices.

En ce qui concerne les opérations de contrôle, celles-ci sont aussi décrites séparément dans des instructions spécifiques. Ces instructions renseignent sur la méthode de contrôle, les critères

d'acceptation et de rejet, la fréquence de contrôle, l'outil de contrôle... Ces instructions sont bien entendu nécessaires pour décrire les opérations de contrôle, mais ne sont pas très efficaces quand il s'agit de présenter le plan de contrôle lors d'un audit, de documenter le plan qualité de l'entreprise, ou tout simplement de fournir à toute personne intéressée un aperçu global et rapide sur les contrôles effectués (ex : contrôleuses, techniciens et responsables qualité...).

Le but des contrôles est de détecter les non-conformités générées lors des opérations de production, et de remonter grâce à la traçabilité au composant, à l'outil et à l'opératrice responsable afin de prendre les mesures nécessaires. La multiplication et la répartition de ces derniers tout au long du processus de production permet de détecter et de corriger les non-conformités en amont, et donc d'en réduire les coûts et de livrer un produit conforme aux exigences du client. Cependant, les contrôles ne sont pas effectués dans le cadre d'une démarche de maîtrise statistique des procédés, démarche qui pourrait évaluer les processus en terme de capabilité, établir un suivi de la performance de ces derniers et diagnostiquer la nature des problèmes rencontrés.

Toutes les contraintes citées précédemment compliquent l'identification des pertes, des causes de non-conformité, des opérations sans réelle valeur ajoutée, des goulots d'étranglement etc. et constituent en plus de cela un obstacle à toute démarche d'amélioration et à l'intégration des nouvelles recrues.

5. Actions clés

Au niveau opérationnel, plusieurs actions sont à mettre en place afin de réaliser les objectifs précédemment cités.

Premièrement, il s'agit de donner une image globale qui amène un produit d'un état initial à un état final et de mettre en lumière le temps de défilement de chaque opération effectuée sur le produit.

Deuxièmement, il s'agit d'élaborer des documents synthétiques décrivant les processus de production en mettant en évidence :

- les opérations de production : enchaînement, interaction, valeurs ajoutées, éléments d'entrée, éléments de sortie, impact sur la qualité du produit...
- les opérations de contrôle : fréquence, critères d'acceptation et de rejet, personnes habilitées à effectuer le contrôle, plan de réaction...

Pour cela nous avons utilisé la VSM, le Flow Chart afin de cartographier les processus de production, et le Plan Control Process (PCP) ou plan de contrôle des processus afin d'avoir une vision globale exhaustive sur les opérations de contrôle.

Troisièmement, il s'agit d'utiliser ces documents afin d'identifier les pertes au niveau de la production, déterminer leurs origines.

6. Impacts

L'exécution des actions précédemment citées est un premier pas vers la réalisation des objectifs à long terme de la société, mais aura aussi un impact direct au niveau opérationnel. En effet, la société bénéficiera d'une vision globale de ses processus de production, ce qui lui confèrera une meilleure approche dans ses démarches d'amélioration et d'identification des origines des pertes et des non-conformités. Ceci facilitera aussi la présentation des processus de production et des opérations de contrôle lors des audits, qu'il s'agisse des audits internes, externes ou audits clients. Les chefs d'équipe, les responsables de programme, les responsables et techniciens qualités nouvellement recrutés pourront s'adapter plus facilement, et devenir opérationnels à cent pour cent dans un temps minimal.

7. Mission

Comme il a été cité dans la partie consacrée à la présentation de l'entreprise, l'activité de Labinal Maroc est organisée en plusieurs programmes de réalisation d'harnais pour le compte d'Airbus et d'Eurocopter.

La mission qui nous a été attribuée dans le cadre de notre projet de fin d'études consiste en un premier temps à l'élaboration d'un manuel de pilotage à partir d'un standard suivi par le groupe SAFRAN qui a pour but de :

Faciliter la présentation des processus de production, assurer une bonne vision des flux de matières et des flux informationnels circulant dans la ligne de production, et de mettre en lumière le temps de défilement du produit, ainsi de présenter le plan de contrôle lors d'un audit, de documenter et de formaliser le plan qualité de l'entreprise, ou tout simplement de fournir à toute personne intéressée un aperçu global et rapide sur les différentes activités réalisées dans une ligne de production.

Ce manuel de pilotage contient :

- ❖ Une cartographie des flux physique : « Layout » qui permet de représenter l'implantation des différentes postes de travail.
- ❖ Une VSM (value stream mapping) c'est une méthode qui permet de cartographier visuellement le flux de matières et de l'information allant de la matière première jusqu'au produit fini (bonne vue d'ensemble) et de mettre en avant les tâches à valeur ajoutée et d'identifier les différents types de gaspillages comme les stocks et en-cours.
- ❖ Un flowchart c'est une représentation schématique des processus qui permet de faire une description des processus et macro-processus de fabrication dont le but est de représenter l'activité globale de l'entreprise.
- ❖ un plan de contrôle qui permet de renforcer le contrôle et de s'assurer que le produit est conforme aux exigences clients.
- ❖ proposer des actions d'amélioration continue des processus opérationnels suivant une Analyse AMDEC

8. Planification du projet :

La planification du projet est parmi les phases d'avant projet. Elle consiste à prévoir le déroulement du stage

Le tableau suivant présente sommairement le planning des étapes du déroulement de mon stage :

Durée du projet	16 Semaines
Nombre de jours travaillés	80 Jours
Début du travail	Le 19 .02.2013
Fin du travail	Le 06.06.2013

<i>Légende</i>	
<i>Couleurs</i>	<i>signification</i>
	<i>Planifié</i>
	<i>Réalisé</i>

Taches	Durée	Fév	Fév	Mars	Mars	Mars	Mars	Avril	Avril	Avril	Avril	Mai	Mai	Mai	Mai	Jun	Jun
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
Intégration et Découverte		■															
Mise à jour d'un manuel de pilotage de la ligne A340 Airbus WP300		■															
Description du produit fabriqué et du processus de fabrication (Collecte de données)			■	■													
Cartographie du flux physique (VSM)			■	■		■	■										
Création d'un flowchart manufacturing					■	■		■	■								
Initiation AMDEC A340								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Création d'un plan de contrôle									■	■							
Mise à d'un manuel de pilotage de la ligne A340 Airbus WP4004																	
Description du produit fabriqué et du processus de fabrication (Collecte de données)											■						
Cartographie du flux physique (VSM)											■	■					
Création d'un flowchart manufacturing												■	■				
Création d'un plan de contrôle													■	■			
Présentation finale du travail																■	

Ce planning était un fil conducteur tout au long du stage. Il nous a permis d'ajuster les dérives et de maîtriser la gestion du temps alloué pour la réalisation du projet

Introduction

Un manuel de pilotage a pour but de faciliter la présentation des processus de production, de donner une cartographie sur la ligne de production, ainsi de présenter le plan de contrôle lors d'un audit, de documenter et de formaliser le plan qualité de l'entreprise, ou tout simplement de fournir à toute personne intéressée un aperçu global et rapide sur les différentes activités réalisées dans une ligne de production.

I. Présentation d'un manuel de pilotage :

1. Définition :

Un cahier de pilotage de ligne de production a pour vocation de décrire la ligne selon ses principaux aspects organisationnels. Il doit permettre d'acquérir une vision globale du fonctionnement de la ligne, de son aménagement et des axes principaux de pilotage.

2. Objectif :

- Disposer d'une vision globale et transparente des activités au sein de la ligne de production.
- Mettre en évidence les activités de production, de contrôle et autres.
- Etre mieux préparé aux audits internes et externes.
- Faciliter l'intégration du personnel récemment recruté.

3. Description :

❖ Nature du contenu :

Un cahier de pilotage apporte principalement des informations sur :

- La ligne en général et les produits/ kits fabriqués
 - ✓ Le nombre de produits réalisés sur la ligne et leur référence.
 - ✓ Leur nature, leur localisation et leur fonction dans les appareils.
- L'implantation et les flux matériels
 - ✓ L'identification et la localisation de la ligne sur les sites (programme UAP concernées).
 - ✓ Les flux matériels entre postes et zones d'en-cours.
 - ✓ La cadence client, la capacité de la ligne, l'organisation du travail.
- Les processus de fabrication
 - ✓ La description des opérations et l'identification de leur nature.
 - ✓ Les goulots d'étranglements, les opérations spécifiques et les mesures de performance.

- ✓ Les temps de cycle, les quantités de stockage et les rendements détaillés
- ✓ Les procédés qualifiés client et les critères d'acceptation
- Les moyens de mise en œuvre :
 - ✓ L'aménagement des postes de travail
 - ✓ La liste des outils et composants utilisés par poste
 - ✓ Les plans de maintenance spécifiques
 - ✓ Les principaux éléments du plan de contrôle
 - ✓ Le tableau des compétences requises
- La modélisation étendue des flux informationnels et décisionnels au niveau Supply Chain
- Le lien avec l'AMDEC ligne
- Les recommandations générales et spécifiques de pilotage

❖ Plan d'un cahier de pilotage :

Un cahier de pilotage est décomposé de 9 chapitres hors page de garde, comme le montre le tableau suivant :

Indice	Titre	Pages
A	CHAPITRE 1 : Descriptif des produits	1
A	CHAPITRE 2 : Localisation	2
A	CHAPITRE 3 : Représentation des flux physiques « LAYOUT »	3
A	CHAPITRE 4 : Cartographie des flux physiques « VSM »	4
A	CHAPITRE 5 : Cartographie des processus de fabrication	6
A	CHAPITRE 6 : Compétences requises sur poste	11
A	CHAPITRE 7 : Plan de contrôle	12
A	CHAPITRE 8 : Gestion des fournitures de responsabilité client	18
A	CHAPITRE 9 : Historique des éditions	19
A	ANNEXE 1 : Recommandations	20
A	ANNEXE 2 : Descriptif des opérations de fabrication	21

Tableau 3 : Table de matières du manuel de pilotage

Le nombre de pages associé à chaque chapitre n'est pas prédéfini. Il s'adapte à la quantité d'informations nécessaire.

Les annexes sont laissés libres en fonction des informations qui peuvent être associées au cahier de pilotage.

Chapitre 1 : DESCRIPTIF DES PRODUITS

Ce chapitre doit permettre de prendre connaissance du type de produit fabriqué sur la ligne ainsi que de la liste des références de produit. Sans entrer dans le détail technique, il doit comporter :

- Informations générales :
 - ✓ Nom de l'UAP du programme.
 - ✓ Section d'avion concerné.
 - ✓ Type de produit (harnais, meuble, baie).
 - ✓ Fonction du produit dans l'avion.
 - ✓ Autres sites Labinal, fournisseurs ou sous-traitant importants concernés.

Comme le montre le tableau suivant :

UAP	A340
Programmes	WP4004
Type	Harnais

- Description Technique :

Cette partie doit donner des informations sur la situation des produits et/ ou leurs caractéristiques techniques principales suivant ce tableau :

DESCRIPTIF FONCTIONNEL
<p>Le programme WP4004 est un câblage composé de 26 VB, de 4766 Extrémités, constitué par des câbles de diamètres et de longueurs différents, qui seront répartis dans l'avion, et permettant de distribuer des courants de fortes puissances.</p>

- Listing des références :

Tableau permettant de lister les produits fabriqués sur la ligne avec leur référence et si besoin :

- ✓ La section concernée
- ✓ L'ensemble associé
- ✓ Etc...

Le tableau suivant montre un Extrait du produit fabriqué :

Sous Ensembles	VB	Référence sur GABARIT
Pavillon: Câbles Simples	1501	F92915010001
	1502	F92915020001
		F92915020000
	1503	F92915030001
		F92915030000
	1504	F92915040001
		F92915040000

- Illustrations :

Le chapitre peut comporter une représentation réelle des produits.

Chaque photo doit être accompagnée d'une légende. Les vues doivent être le plus représentatives possible de la variété de produits fabriqués.

Chapitre 2 : LOCALISATION

Ce chapitre permet de faire une localisation de la ligne de production ou de la zone au sein de l'entreprise.

Chapitre 3 : REPRESENTATION DES FLUX PHYSIQUES

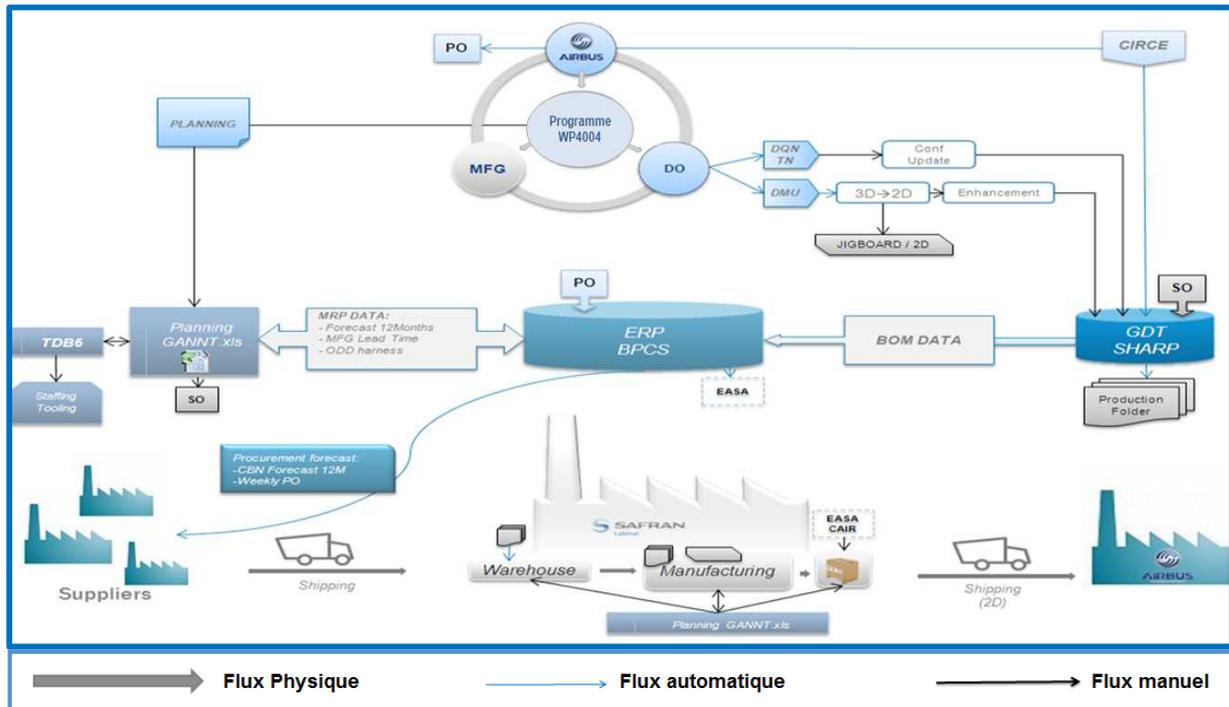
Une schématisation permet d'acquérir une vision globale des mouvements de matières, de l'agencement entre postes de travail et de la répartition des ressources.

Une présentation détaillée des flux matériels principaux entre les différentes zones de travail associée par une Légende. (Voir la partie II.3 page 42)

Chapitre 4: Cartographie des flux physique : « VSM »

Ce chapitre expose :

- La modélisation des flux informationnels entre les clients/fournisseurs et les système de gestion internes (informatiques et physiques). Comme le montre cette image :



- Une cartographie descriptive des flux dans le processus étudié, recense l'ensemble des activités (à valeur ajoutée et sans valeur ajoutée), nécessaires à la transformation des matières et informations en produit acheté par le client. **(Voir la partie III.5 page 47)**
Value Stream Mapping signifie littéralement: « **cartographie du flux de la valeur** ».

Chapitre 5: Cartographie des processus de fabrication « Flow Chart »

Ce FLOW CHART doit apporter au lecteur une vision précise du processus de fabrication de la ligne en macro-opérations et des informations principales caractérisant les différentes phases. Le processus est décrit verticalement, de façon linéaire, composé de rectangles pour les activités et des flèches pour les transitions. A chaque opération sont associées différentes informations : **(Voir la partie IV.3 page 51)**

- ✓ Numéro d'incrément d'étape.
- ✓ Nature de l'opération (symboles).
- ✓ Puits Kanban associés aux UAP.
- ✓ Mesures de performances (IVP).

- ✓ Loi E/S (STS, Kanban, FIFO, Flux tiré).
- ✓ Indiquer le procédé concerné, sa référence Labinal.
- ✓ Associer tous les critères d'acceptation applicables pour chaque opération.

Chapitre 6 : COMPETENCE REQUISES SUR POSTE

Ce chapitre comprend un tableau de compétences aux données du système informatique SKILL. (Voir partie V.2 page : 63)

Le profil de compétences est une liste « détaillée » des compétences qui sont requises par l'opératrice pour exceller dans un poste, sur le verso des budgets de chaque opératrice on trouve une liste des compétences sur lesquelles elle est formée.

Chapitre 7 : PLAN DE CONTROLE

Le plan de contrôle est construit suivant le déroulement des opérations réalisées dans la ligne de production. (Voir la Partie V. 3 page : 65)

Ce plan de contrôle peut évoluer en fonction des non-conformités rencontrées chez les clients. et suivant les conclusions de l'AMDEC ligne produit.

Chapitre 8 : GESTION DES FOURNITURES DE RESPONSABILITE CLIENT

Répertorier l'ensemble des références de fournitures de responsabilité client (1) et indiquer les quantités par produit (2) en mentionnant la source de ces informations (3). Ce chapitre doit aussi présenter le contact client supervisant les approvisionnements de ces fournitures (4). Enfin, en décrire succinctement le mode d'approvisionnement (5)

Notre démarche va porter sur une étude détaillée des chapitres suivant : 4, 5,6 et 7

Ce manuel de pilotage est accompagné d'une Etude AMDEC-Process, qui présente une conclusion de l'étude et la démarche suivie pendant la résolution des problèmes traités sur le plan de contrôle.

II. Représentation des flux physiques WP4004 : « LAYOUT »

1. Définition :

Le Layout est une implantation détaillée qui représente le mouvement de biens ou de services concrets, bien réels, entre les différents poste de travail, de la matière première au produit fini .

2. Objectif :

La présentation du Layout Permet :

- De cartographier la ligne de production et de définir l'emplacement de chaque poste de travail.
- La clarté des flux,
- La réduction des tâches de manutention,
- La simplification du suivi de fabrication ...

3. Implantation détaillée du programme WP4004 :

La figure suivante présente le flux physique du programme WP4004

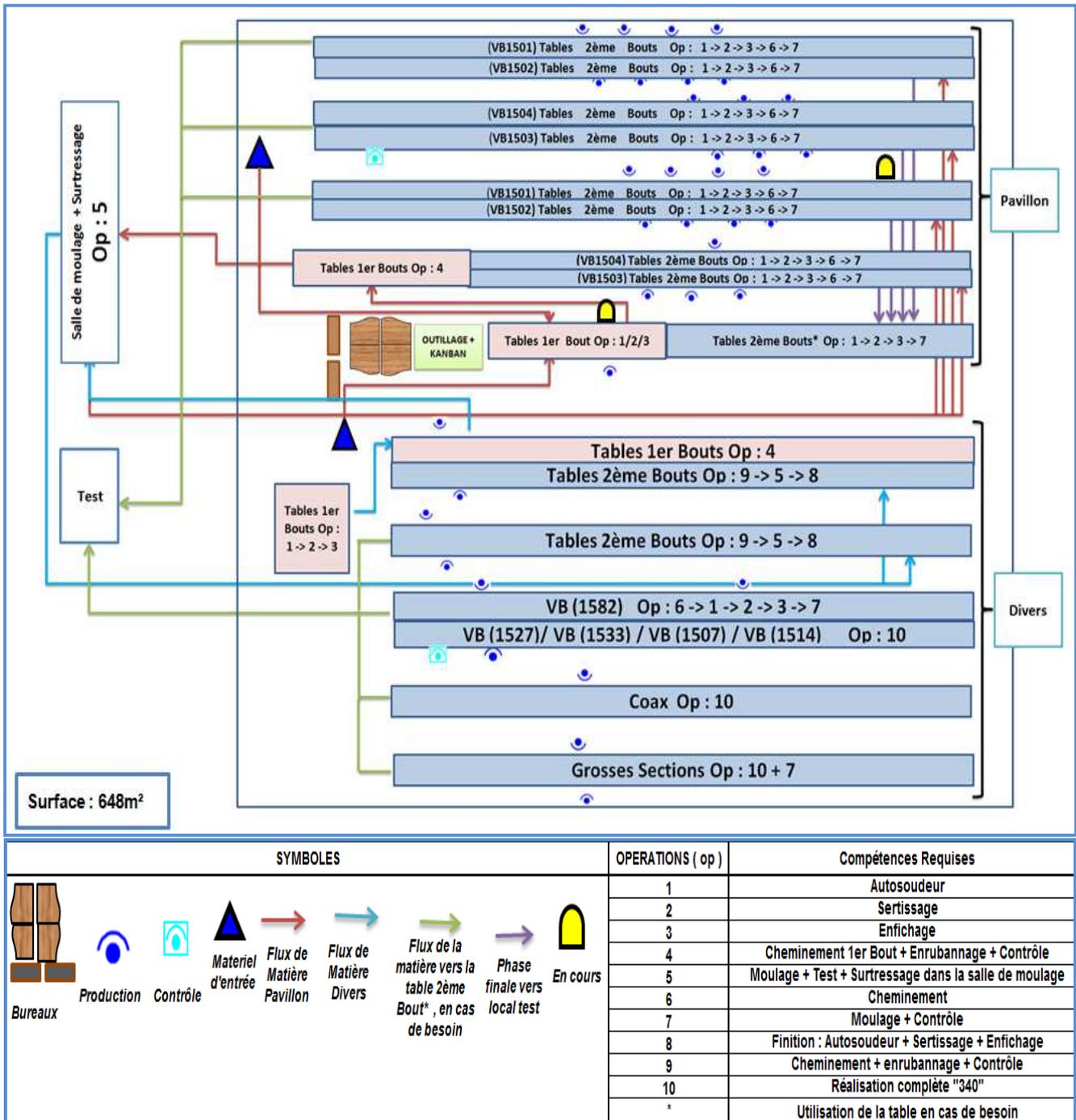


Figure 12 : Implantation détaillée du programme WP4004

III. Cartographie des flux physiques : value stream mapping « VSM »

1. Définition :

Le Value Stream Mapping ou VSM est un outil regroupant toutes les actions (à valeur ajoutée et à non valeur ajoutée) qui amènent un produit d'un état initial à un état final. Cet outil s'attache à travailler sur un ensemble et non une partie. Sur une ligne de production, le VSM ne s'attaque pas à une machine de la ligne en particulier mais à l'ensemble de celle-ci. Le but de cette cartographie est d'arriver à obtenir une vision simple et claire d'un processus. La plupart du temps le VSM se limite à l'entreprise même, mais il est peut-être bon d'incorporer l'approvisionnement en amont et la livraison aux clients en aval. Le but ultime du Value Stream Mapping est d'avoir une représentation du temps de défilement du produit choisi. L'analyse amènera ensuite des améliorations qui porteront sur la globalité du processus.

2. La place du VSM Dans le lean Manufacturing

Le VSM est un outil fondamental dans une démarche Lean. C'est le meilleur moyen de pouvoir visualiser les différents flux au sein d'une production (matière et information). Il est facile de mettre en avant les tâches à valeur ajoutée et d'identifier les différents types de gaspillages comme les [stocks](#) et en-cours. C'est un outil qui, s'il est bien utilisé, est compréhensible par tous et offre la possibilité d'amener différentes personnes à s'investir pour améliorer l'état actuel.

3. Comment commencer la réalisation d'un VSM

Le VSM demande à ce que l'on collecte des informations fiables et au plus proche de l'état actuel du processus. Différentes notions sont décrites dans cet outil, comme :

- ❖ les différentes tâches qui composent le processus.
- ❖ les différents stocks et en-cours.
- ❖ les flux d'informations et de matières.
- ❖ les tailles de lots de transfert.
- ❖ les temps de cycle, de changement de série, les temps d'attente.
- ❖ les capacités machines.
- ❖ le TRS ([taux de rendement synthétique](#)).

Cette liste est non exhaustive et il vous appartient de vous approprier cet outil et d'intégrer ou supprimer certaines informations. Il ne faut pas oublier l'objectif du VSM qui est de se donner une image globale du processus et de mettre en lumière le temps de défilement du produit choisi.

4. Les règles de représentation d'un VSM

❖ Pictogrammes

Le VSM est devenu un langage international et chaque personne ayant travaillé dessus est capable de comprendre la cartographie d'un autre et tout cela grâce à des pictogrammes et autres règles d'illustration.

Comme le montre la figure suivante :

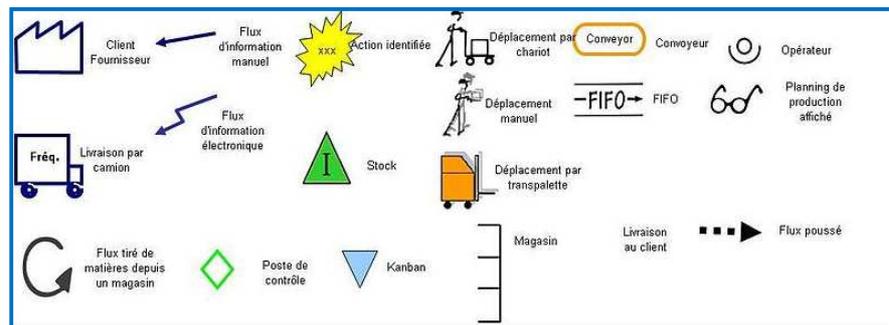


Figure 13: Pictogrammes utilisés dans la VSM

❖ L'approvisionnement

La figure suivante nous permet de voir comment le processus se fait livrer, par qui, en fréquence et en quantité :

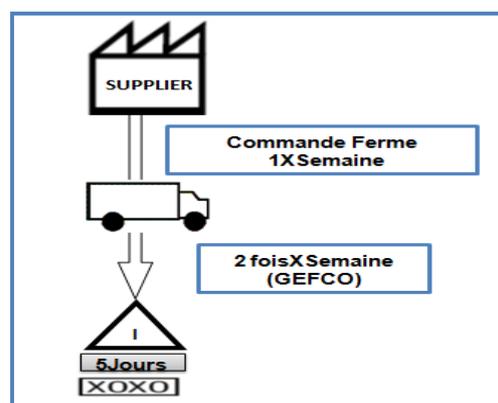


Figure 14 : Représentation d'un fournisseur

❖ *Le processus*

Cette partie comprend toutes les tâches à accomplir par des machines, des personnes ou autres. On y retrouve un certains nombre d'information évoquées juste avant.

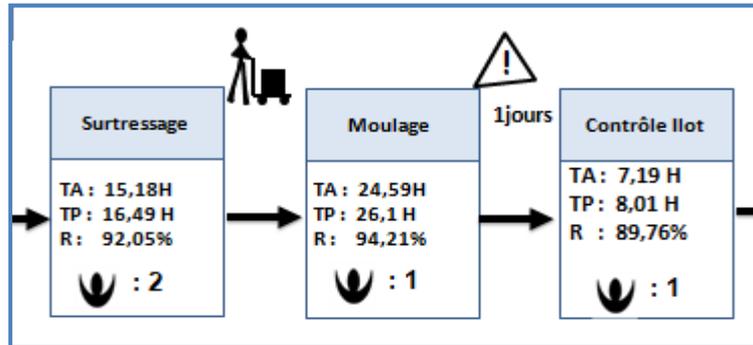


Figure 15 : Représentation d'un processus

❖ *Le flux d'information*

Le flux d'information est modélisé sur le haut du VSM. On peut y retrouver le type de planification (MRP et autre planification des ressources de production), le temps de planification, le temps de commande, etc.

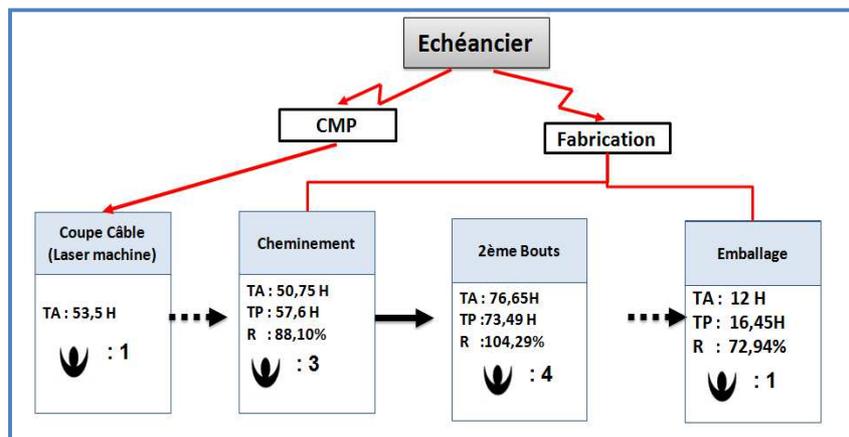


Figure 16 : Représentation du flux d'information

❖ *Vue globale*

Voici un aperçu simplifié d'un VSM, qui en montre la mise en page.

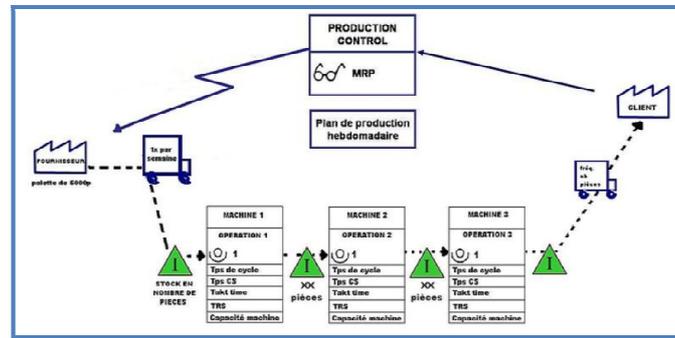


Figure 17: Vue globale d'une VSM

❖ *Dernière étape*

Une fois le VSM est complété, il ne reste plus qu'à faire la part entre les temps à valeur ajoutée et ceux à non valeur ajoutée et en déduire le temps de défilement. Comme il est présenté sur la figure suivante :

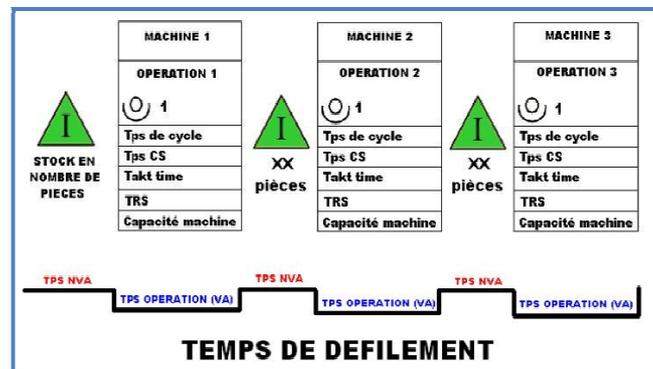


Figure 18: Représentation du temps de défilement sur un VSM

L'utilité du VSM, permet de faciliter, de mettre en avant les points noirs, d'aider à savoir où concentrer les efforts : surproduction, stocks importants. Il sera aussi possible d'identifier le(s) goulot(s) du processus et d'organiser la production au mieux.

5. Élaboration de la VSM du programme WP4004

En se focalisant sur le flux physique de chaque étape de fabrication et grâce aussi à des séances de brainstorming avec les opératrices, et les chefs de production, nous avons pu déterminer le flux de la matière entre les postes de travail au sein de l'atelier et le temps de cycle de chaque poste, pour aboutir à la fin à la cartographie du processus de fabrication .

Nous avons élaboré une cartographie des processus, visualisant les flux de matières et d'informations depuis l'arrivée des commandes clients, en passant par les étapes de fabrication, jusqu'à la livraison des produits finis aux Clients.

Pour pouvoir représenter les cartographies des flux, nous avons collecté les données correspondant au temps et à la nature des flux, ce qui nous a permis de déterminer :

Des flux d'informations : ce sont des documents qui circulent durant le processus de production et qui servent à identifier les produits. Par exemple l'ordre de fabrication sur lequel on trouve toutes les données nécessaires, les opérations à effectuer, les planifications soit pour la production ou pour la logistique.

Des flux physiques : ce sont la matière première (les câbles, les prises, des shunts,...), les harnais semi-fini circulant le long du processus de fabrication et de livraison. La circulation de ces flux est assurée par des chariots...

Nombre d'opérateurs : c'est le nombre d'opératrices qui interviennent au niveau d'une opération du processus de production.

Taille du lot : c'est la quantité pour laquelle on a calculé le temps et délais du processus.

Les en-cours : se sont les stocks en attente de production, Nous utilisons un icône "triangle" pour désigner l'emplacement et la quantité des stocks.

Le goulot d'étranglement : est un point d'un système limitant les performances globales d'un flux de production d'une entreprise.

❖ Analyse des temps :

▪ **Le temps de cycle** : (T_c) est le temps maximal accordé à chaque poste de travail pour l'achèvement d'un ensemble de tâches. Il est décomposé en deux types de temps :

Temps élémentaire (temps alloué) : ce sont des durées obtenues à partir du chronométrage, c'est le temps dans lequel l'opératrice effectue des opérations à valeur ajoutée. Par exemple le temps consacré pour le cheminement.

Temps de déplacement : c'est le temps dans lequel l'opératrice effectue des opérations à valeur non ajoutée (gaspillage). Par exemple le temps de déplacement des opératrices en cherchant les matériaux.

▪ **Temps passé :** ce sont les durées des tâches qui accompagnent la réalisation du processus, ces délais représentent les durées écoulées entre le début d'une opération jusqu'à sa fin.

On peut calculer le temps de cycle par la formule suivante :

Temps de cycle = Temps élémentaire + Temps de déplacement

Ou

Temps de cycle = (Temps de travail disponible / Demande de client)

❖ **Qu'est ce que la valeur ajoutée et Non valeur ajoutée :**

Valeur Ajoutée :

Toute opération qui change la nature, forme ou caractéristique du produit, selon ce que veut le

Non Valeur Ajoutée Tout travail réalisé qui n'augmente pas la valeur ajoutée tels que l'inspection, le changement d'outil etc

Gaspillage :

Toute autre activité non nécessaire et n'ajoutant pas de valeur au produit telles que les attentes, surproduction.

Définition de valeur ajoutée, non valeur ajoutée et gaspillage.

Le rendement de chaque processus se calcule comme suit :

$$R = \text{Rendement} = \frac{TA}{TP} \times 100$$

Le rendement de fabrication total qu'on appelle aussi indice des tensions des flux est égale à :

$$\text{Indice des tensions des flux} = \text{Rendement de fabrication} = \frac{\sum TVA}{\sum TVA + \sum TNVA} \times 100$$

Avec :

TA : Temps Alloué ;

TP : Temps passé ;

TVA : Temps à valeur ajoutée ;

TNVA : Temps à non valeur ajoutée.

Elle utilise des symboles (pictogrammes) simples dont la connaissance permet une lecture aisée, une compréhension du processus et l'identification immédiate des points à améliorer. Elle offre la possibilité aux participants de différents services d'une entreprise de partager la vision et la compréhension de l'ensemble des flux d'informations et flux physiques.

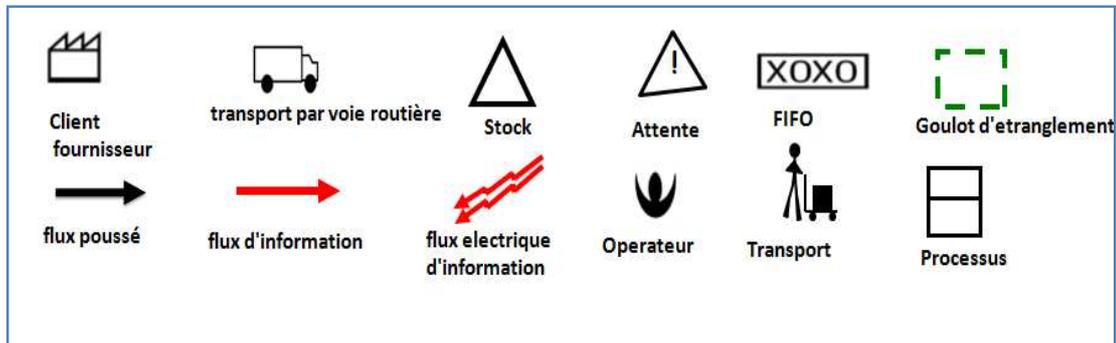


Figure 19 : Pictogrammes utilisés dans la VSM WP4004

IV. Cartographie des processus de fabrication : « Flowchart manufacturing »

1. Concepts théoriques

1.1 Définition

Le Flow Chart est une modélisation sous forme de représentation schématique des processus de l'entreprise couvrant son périmètre fonctionnel en tenant compte de leur enchaînement logique et chronologique et de leurs interactions.

1.2 Objectifs

Le Flow Chart est une philosophie nouvelle à Labinal Maroc. Compte tenu des contraintes liées à la constante croissance des activités générant une multitude de flux de matière dans l'atelier, les objectifs escomptés du Flow Chart du programme Airbus WP4004 se résument comme suit :

- Disposer d'une vision globale et transparente des opérations au sein du programme
- Mettre en évidence les opérations à valeur ajoutée et les opérations affectant la qualité
- Mettre en évidence les opérations de contrôle

- Créer des possibilités d'action pour des initiatives d'amélioration continue ciblées selon des priorités
- Etre mieux préparé aux audits internes et externes ainsi qu'aux audits client
- Avoir un gage de confiance pour les clients et d'autres parties intéressées quant à la constance des performances et la maîtrise du savoir-faire au sein du programme.
- Faciliter l'intégration des responsables et des techniciens récemment recrutés

En plus de ces objectifs, le Flow Chart s'inscrit dans le cadre du management visuel de la qualité. En effet, le Flow Chart est un outil dont l'une des destinations est l'atelier de câblage, où il sera affiché et mis à la disposition des responsables qualité, des responsables production, des techniciens ainsi que les auditeurs internes et externes et les clients.

2. Flowchart du Programme Airbus WP4004

- Mission

Le Flow Chart est sensé inclure un niveau de détails suffisant pour fournir une vision exhaustive, concise et approfondie du programme et permettre une analyse poussée du flux de matière. Il a fallu se poser la question suivante : Quels processus opérationnels inclure?

Les processus à inclure sont les processus élémentaires générant une valeur ajoutée ainsi que les processus liés à la qualité du produit (Contrôle ou processus pouvant affecter la qualité du produit).

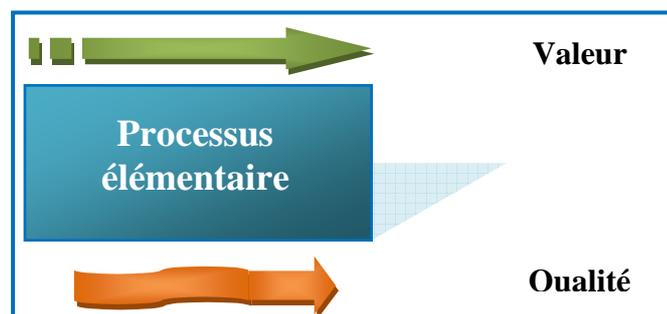


Figure 20: Processus élémentaires à valeur ajoutée et affectant la qualité

3. Elaboration du Flow Chart du programme WP4004 :

Comme cité ci-dessus, en se basant sur des réunions avec l'équipe de fabrication, nous avons pu déterminer les flux physiques et les flux d'informations de chaque processus ainsi que les

interrelations existant entre les processus. Ceci nous a permis, dans un premier lieu, d'élaborer la cartographie des macro-processus, ainsi que la cartographie du processus de fabrication. Nous avons extrait toutes les données nécessaires pour mettre les processus sous les critères cités sous forme d'un tableau. (**Voir Manuel de pilotage chapitre 5 page 7**)

STEP	FABRICATION	TRANSPORT	STOCKAGE	CONTRÔLE	Puits Kanban	Mesure de perf.	Loi E/S	Libellé de l'activité/ transition	Descriptions des opérations	Procédés qualifiés / Référence Labinal	Critères d'acceptation
------	-------------	-----------	----------	----------	--------------	-----------------	---------	-----------------------------------	-----------------------------	--	------------------------

Tableau 4 : Représentation du flowchart

On classe donc chaque processus selon ces descriptions suivantes :

- **Définir le Numéro d'incrément d'étape de fabrication**
- **Définir la Nature de l'opération : fabrication, transport, contrôle, stockage ... (symboles)**
- **Déterminer les lois d'Entrées/Sorties : Puits kanban, kitting ...**
- **Indiquer le procédé concerné, sa référence Labinal**
- **Associer tous les CA applicables pour chaque opération.**
- **Décrire l'activité du processus :**

- Que fait le processus, Un descriptif illustré pour chaque processus élémentaires de réalisation, et des moyens de réalisation indiquant sa finalité
- Les ressources d'entrée associées a chaque processus (ressource : matérielles, et informatiques nécessaires)
- Quels sont les contrôles, mesures, indicateurs pendant et à la fin du processus
- Quels sont les critères d'acceptation, les références et les spécifications associées à chaque processus.
- Quel est le résultat du processus.

Une légende ou clé du Flow chart, comprenant tous les symboles et les représentations logiques.

La légende	
symbole	signification
	Opérations "goulots"
	Autocontrôle
	Lovage
	Délovage
	Panneau IVP (Indicateurs Visuels de Performance) propre à une UAP complète
	Opération nécessitant une gamme de travail spécifique
	Opération de fabrication
	Opération de transport
	Opération de contrôle
	Opération de stockage
	Arrivée de matériels (stockage initial)
	Symbole de l'existence d'un puits kanban
Tcy	Temps de cycle
Qté	Quantité de stockages maîtrisés
	Clé caractéristique
	Lien vers les compétences liées à l'opération. Si noir, alors pas de compétence dédiée à l'opération.

Tableau 5 : La légende des symboles associés au flowchart

Du point de vue pratique, une grande capacité d'écoute et un bon esprit d'analyse sont les meilleurs outils que l'on puisse utiliser pour mener à bien la phase d'investigation à ce niveau comme pour les autres niveaux de cartographie. Les démarches liées à l'identification

et à l'agencement des processus passent en effet par une approche complètement participative faisant appel à plusieurs acteurs et intervenants à savoir :

- Le responsable qualité
- Les techniciens qualité
- Les responsables fabrication
- Les opératrices
- Les contrôleuses

La réalisation du Flowchart va nous permettre de renvoyer suffisamment d'informations pour comprendre le flux général des processus au sein du programme Airbus WP4004 avec un minimum de détail.

3.1. Identification des Processus

Les Processus à identifier sont les suivants : CMP, 1^{er} Bout, Grosse Section, COAX, Cheminement, 2^{ème} Bout, Test et Emballage final.

Les appellations internes des Processus à l'atelier ont été gardées afin de pouvoir se repérer facilement dans le processus de production.

- ❖ **CMP** : Le centre de Coupe Marquage et Préparation est un Processus commun à tous les programmes à Labinal Maroc. Néanmoins il convient de l'inclure dans le Macro-Processus Airbus WP4004 puisque la production de l'harnais commence à ce stade.

Processus de réalisation CMP	
Input	Bobines de câble, pièces mécaniques, étiquettes
Output	Câbles Coupés, étiquettes imprimées et marquées, supports mécaniques
Finalité	Préparation des câbles, impression des étiquettes, montage des pièces mécaniques.
Intitulé	CMP (Coupe Marquage et Préparation)

Tableau 6 : Identification du Processus CMP

❖ 1^{er} Bout :

Processus de réalisation 1er bout	
Input	Câbles, kits, composants, supports mécaniques
Output	Harnais semi-fini
Finalité	Travail de la première extrémité pour certains câbles. Travail des deux extrémités pour d'autres câbles
Intitulé	1 ^{er} bout

Tableau 7: Identification du Processus 1^{er} Bout

❖ Grosses Sections :

Processus de réalisation Grosses sections	
Input	Bobines de Câble grosse section, kits, composants.
Output	Harnais (produit fini) assemblés
Finalité	Transformation et assemblage de câbles
Intitulé	Grosses Sections

Tableau 8: Identification du Processus Grosse section

❖ COAX :

Processus de réalisation COAX	
Input	Bobines de Câbles coaxiaux, kits, composants.
Output	Câbles coaxiaux assemblés et emballés
Finalité	Transformation et assemblage de câbles coaxiaux
Intitulé	COAX

Tableau 9 : Identification du Processus COAX

❖ Cheminement

Processus de réalisation Cheminement	
Input	Pièces mécaniques, Attaches Câbles, harnais semi-fini
Output	Harnais semi-fini cheminé
Finalité	Fixation des pièces mécaniques, cheminement des câbles
Intitulé	Cheminement

Tableau 10: Identification du Processus Cheminement

❖ 2ème Bout

Processus de réalisation 2 eme bout	
Input	Faisceau de câbles (harnais semi-fini), shunt, kits, composants, bull pack
Output	Harnais
Finalité	Travail de la 2eme extrémité des câbles, préemballage
Intitulé	2eme bout

Tableau 11 : Identification du Processus 2eme bout

❖ TEST

Processus de réalisation Test	
Input	Harnais fini
Output	Harnais Testé (produit conforme)
Finalité	Harnais Testé
Intitulé	Test

Tableau 12: Identification du Processus TEST

❖ Emballage final

Processus de réalisation Emballage Final	
Input	Harnais fini semi-emballé, bull pack (plastique d'emballage)
Output	Harnais fini emballé mis en caisse
Finalité	Emballage et mise en caisse
Intitulé	Emballage final

Tableau 13 : Identification du Processus Emballage final

3.2. Interaction des Processus

La succession logique et chronologique des Processus est obtenue via le tableau d'interaction des processus. Les entrées externes sont les entrées magasin. Elles sont soit sous forme de *Kitting* (système d'approvisionnement par Kits pour la matière noble) ou sous forme de *Kanban* (approvisionnement libre depuis des bacs disposés dans l'atelier).

N°	Processus	E/S Internes		Entrée externe
		Processus Amont	Processus Aval	
1	CMP	-	2-3-4-5-6	Kitting
2	1 ^{er} bout	1	5	kanban
3	COAX	1	6-7-8	Kitting-kanban
4	Grosses sections	1	6-7-8	Kitting-kanban
5	Cheminement	1-2	6	kanban
6	2eme bout	1-5	7-8	Kitting-kanban
7	Test	6	8	Kitting
8	Emballage	7	-	Kitting

Tableau 14 : Interaction des Processus

Les processus du programme Airbus WP4004 sont globalement connus, il s'agit maintenant d'affiner l'étude en précisant les Processus élémentaires de réalisation (tâches, opérations, actions...), le séquencèrent dans leur exécution, et de décrire les ressources qu'ils mobilisent et le flux de matière qu'ils génèrent et traitent, les documents qualité associés au produit.

a. Typologie et caractérisation des Processus élémentaires de réalisation

❖ Processus de transformation :

Les processus de transformation sont les processus engendrant une modification physique du câble, de son aspect ou de la structure morpho-dimensionnelle de l'harnais final. Tous ces processus sont à valeur ajoutée et peuvent affecter la qualité du produit.

Dans notre étude, deux catégories de Processus de transformation sont identifiées :

Les opérations Op/Outil, Op/Machine : Ce sont les opérations de transformation mobilisant des outils ou des machines dans leur exécution

Exemple : dénudage, sertissage, surtressage, enrubannage ...

Les opérations manuelles : Ce sont les opérations qui ne requièrent aucun outil de travail.

Exemple : Montage des plaquettes d'identification, cheminement des câbles, Enfichage, ...

Etant donné que la traçabilité est un facteur vital dans les opérations de câblage, l'émission des éléments d'identification et de traçabilité sont à prendre en considération (impression des étiquettes, des plaquettes et des manchons). De ce fait les opérations assurant la production de ces «documents » seront incluses.

❖ Processus auxiliaires :

Ce sont les processus sans valeur ajoutée, mais pouvant affecter la qualité du produit. On retrouve parmi ces processus les opérations facilitant la fabrication de l'harnais.

❖ Processus de contrôle :

On distingue 3 catégories de processus de contrôle :

- Autocontrôle : L'opératrice contrôle son propre travail, et se charge de la mise en conformité du produit en cas de détection d'un défaut. Toutes les opérations de transformation sont suivies d'un autocontrôle.

- Contrôle : Cette opération est effectuée par la contrôleuse. Pour certaines opérations de transformation, le contrôle vient immédiatement après l'exécution. Pour d'autres, le contrôle est reporté à une phase ultérieure en vue d'examiner simultanément le résultat de plusieurs opérations de transformation.

- Contrôle final : On retrouve ce contrôle vers la fin de l'exécution des sous-Processus de réalisation. Il englobe le contrôle de plusieurs opérations ainsi que le contrôle morpho-dimensionnel lié à l'aspect général du produit.

❖ **Processus de transport :**

Le transport est une opération à prendre en considération puisque plusieurs non-conformités en sont à l'origine (Eraflures, fissure des supports mécaniques, blessure du câble etc.). Le transport est souvent assuré entre les Processus de réalisation.

❖ **Processus d'entreposage :**

Tout comme le transport, l'entreposage peut également affecter la qualité du produit. On retrouve souvent cette opération entre deux Processus.

V. Présentation du plan de contrôle Process « PCP »

1. Concepts théoriques

1.1 Le contrôle qualité

L'ancienne norme ISO 8402 définit le contrôle qualité comme suit :

«Contrôle : activités telles que mesurer examiner, essayer ou passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'une entité et comparer les résultats aux exigences spécifiées en vue de déterminer si la conformité est obtenue pour chacune des caractéristiques. »

A la base des normes ISO 9001 : 2000 et ISO 14001 : 2004, le contrôle est l'un des quatre éléments de la boucle d'amélioration continue PDCA (*Plan, Do, Check, Act*). C'est l'un des éléments indispensables au fonctionnement d'un système de gestion de la qualité.

On peut considérer le contrôle comme un processus dont les entrées sont : le produit à contrôler, les dispositions préétablies, la qualification et la formation des personnes qui effectuent le contrôle. Les sorties du processus de contrôle sont : le produit contrôlé, les enregistrements du contrôle et les informations destinées à l'amélioration.

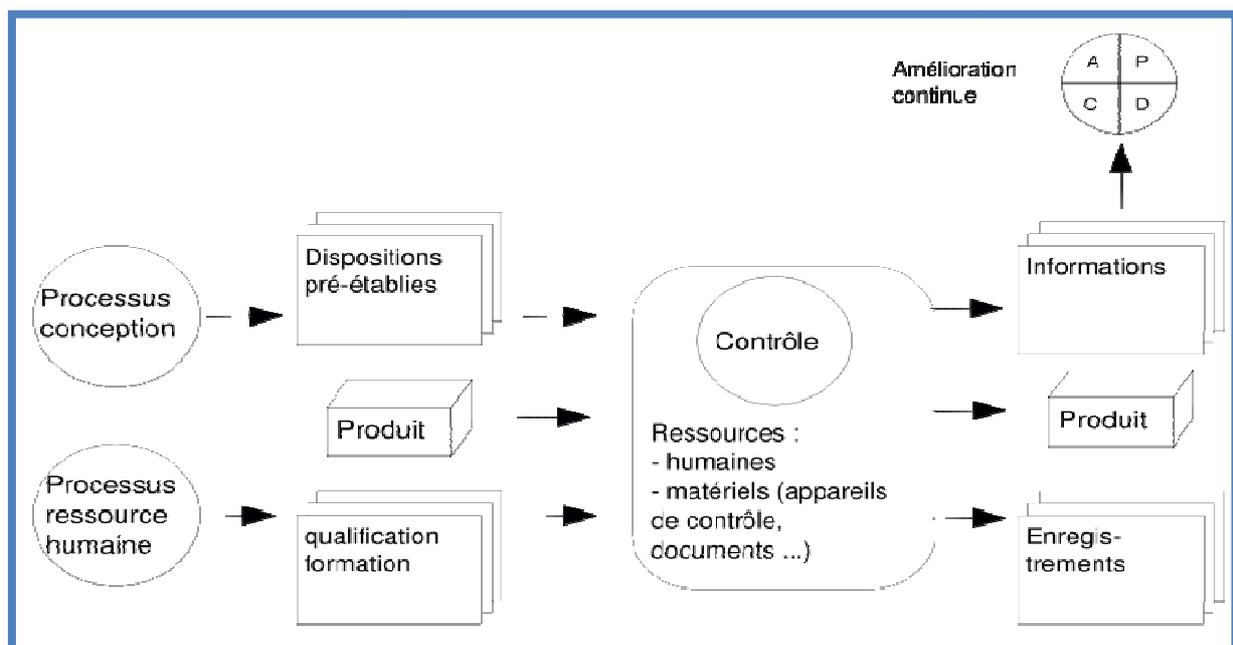


Figure 21 : Processus de contrôle

Comme le préconise la norme ISO 9001, toute non-conformité doit être maîtrisée. Il faut s'assurer que tous les processus affectant la qualité du produit sont formellement contrôlés. Si les contrôles qualité ne sont pas formalisés dans leur ensemble et ne figurent pas dans le plan qualité, ceci peut être un handicap pour l'entreprise face à un audit.

1.2 Définition

Le Process Control Plan [Plan de Contrôle des Processus] dit PCP est un plan formel visant à définir les éléments nécessaires pour contrôler les caractéristiques principales d'un processus. Ces caractéristiques sont appelées *Caractéristiques Critiques pour la Qualité (CCQ)*.

Le Plan représente la lettre C du processus générique : DMAIIC (*Define Measure Analyse Improve Implement Control*) constituant les étapes principales de la méthodologie moderne pour améliorer la qualité des processus connue sous le nom de *Six Sigma*.

1.3 Objectifs

Le plan a pour objectif de s'assurer si le produit est conforme aux exigences (spécifications) et de supporter l'effort d'amélioration continue des processus opérationnels.

Le PCP permet également de :

- S'assurer que les processus affectant la qualité sont contrôlés.
- Documenter et formaliser les activités de contrôle des processus.
- Définir et formaliser le plan de réaction pour chaque processus.

Dans un autre sens, le PCP est un outil complémentaire au Flowchart. Les opérations de contrôle des processus critiques renvoient vers le PCP associé au processus en question.

2. Méthodologie pour la création d'un PCP

Le PCP est spécifique à chaque processus/pièce/composant. Comme il s'agit d'un plan, il permet de répondre aux questions :

- Où ?
- Quoi ?
- Qui ?
- Quand ?
- Comment ?

La création d'un PCP passe par plusieurs étapes décrites ci-après :

2.1 Identification des points de contrôle

Comme indiqué dans le chapitre concernant « l'approche processus », le Macro-Processus englobe un ensemble de sous-Processus qui eux aussi comportent des Processus élémentaires. La phase d'identification des points de contrôle consiste à identifier les Processus élémentaires critiques (génèrent des pertes pour la société, retiennent l'attention du client, le client accorde de l'importance à la qualité de ces processus)

2.2 Identification de l'objet de contrôle

Une fois le point de contrôle (processus élémentaire critique) identifié, il va falloir identifier les éléments, les pièces ou les composants qui font l'objet du contrôle qualité dans les processus critiques.

2.3 Détermination des paramètres à contrôler

Chaque objet de contrôle a des paramètres ou des caractéristiques critiques qui doivent être contrôlés. Les paramètres critiques peuvent être déterminés par le client ou par l'entreprise même. Dans certains cas, l'AMDEC (*Analyse de Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité*) conduit rigoureusement à la détermination de ces caractéristiques critiques. Cependant le bon sens s'avère parfois suffisant quand les exigences qualité sont bien déterminées.

Les paramètres ou les caractéristiques à contrôler se présentent sous forme d'indicateurs et de variables en relation avec la qualité (Q), le coût (C) ou la livraison (L). Les données peuvent être soit des mesures (longueur, angle, largeur, volume, durée, temps de cycle, poids), soit des comptages (nombre de défauts) ou encore des attributs (présence d'une non-conformité).

Les paramètres à contrôler peuvent être soit des paramètres Input (le contrôle est effectué avant le démarrage du processus) ou des paramètres Output (leur contrôle est effectué après l'exécution du processus).

2.4 Référence des instructions de contrôle

Ces instructions font référence aux procédures de contrôle et aux consignes élaborées par le client ou en interne. Elles comportent généralement les modes opératoires, les comparatifs des non-conformités etc.

2.5 Détermination des critères d'acceptation

Les critères d'acceptation sont des tolérances qui se présentent soit sous la forme : Nominal $\pm\Delta$ (mesures) ou encore comme des standards visuels (comptage et attributs).

2.6 Méthode et fréquence de contrôle

Le contrôle qualité peut être effectué de plusieurs façons différentes à savoir :

- Contrôle par échantillonnage : Dans ce cas il va falloir déterminer la taille de l'échantillon à prélever (5 pièces à l'heure, 10 dans chaque lot...)
- Contrôle par 100%
- A chaque interruption.
- Etc.

Si le contrôle est effectué de manière systématique sur la totalité des produits (Contrôle à 100%), il permet d'éliminer directement les non-conformités, la méthode est néanmoins longue et coûteuse.

Le contrôle par prélèvement a plutôt pour objectif de détecter une dérive de la fabrication. Les méthodes peuvent être empiriques, dans ce cas on choisit une fréquence et une taille de prélèvement (« x produits toutes les heures », « x produits par lot »).

2.7 Type de contrôle

Certains contrôles peuvent être effectués sans détériorer le produit ou l'ensemble à contrôler. Ce sont des contrôles dits **non destructifs** (mesures dimensionnelles, mesures électriques etc.).

Dans d'autres cas, il est impossible de mesurer une caractéristique d'un processus ou d'une entité sans détruire le produit à contrôler. Ce contrôle destructif (test de dureté, test d'élasticité etc.) ne peut donc concerner qu'un nombre limité de produits.

2.8 Méthode d'évaluation ou Moyen de contrôle

La détermination du moyen de contrôle est très importante puisqu'elle est étroitement liée à la question du « bon résultat », à la capacité du moyen de mesure et aux incertitudes des mesures. Le choix de la méthode d'évaluation est une décision technique et économique à la fois. Le contrôle peut se faire par le biais d'une inspection visuelle, d'une traction manuelle, de l'utilisation d'un instrument de contrôle (pied à coulisse, micromètre, multimètre...) etc.

2.9 Position de contrôle

Il existe 3 types de contrôles on se basant sur la position du contrôle au sein d'une succession de processus :

- **Le contrôle à la réception :** Le contrôle à la réception concerne les matières premières qui seront utilisées dans la fabrication. Généralement le fournisseur se charge en grande partie d'effectuer le contrôle sur son produit. Ceci dit, une inspection peut être effectuée lors de la réception du produit par le client.
- **Le contrôle en cours de réalisation :** Le contrôle en cours de fabrication a pour objectif d'éliminer les non-conformités au niveau des produits, de détecter les dérives de fabrication. Ce contrôle répond à un impératif économique et technique : plus le produit non conforme est détecté tôt à la production, moins la valeur ajoutée est importante. Aussi, la détection de certaines non-conformités est-elle impossible quand le produit est finalisé.
- **Le contrôle final :** Ce contrôle est en principe effectué lorsque le produit est complètement ou partiellement terminé (contrôle après une succession de processus élémentaires, contrôle entre deux processus etc.).

2.10 Le responsable de contrôle

Pour que le contrôle soit réalisé dans de bonnes conditions, il doit être effectué par un personnel formé et qualifié. Il est nécessaire de préciser le responsable de contrôle (opérateur de fabrication, opérateur de contrôle, machine de test etc.).

2.11 Les enregistrements de contrôle

Les enregistrements de contrôle ou la traçabilité doivent être assurés pour une parfaite intégration dans le système de gestion de la qualité au sens de l'ISO 9001 : 2000. Ces enregistrements se présentent comme des garants de la conformité du produit dans certains cas. Dans d'autres cas ils sont traités et analysés en vue de générer des actions correctives ou préventives. Ce traitement a pour but d'améliorer la qualité de la production dans une optique d'amélioration continue.

Les supports d'enregistrement assurant la traçabilité du contrôle qualité peuvent être des dossiers de fabrication, des dossiers de contrôle une base de donnée informatique etc.

2.12 Les Compétences requises sur poste

La compétence est une connaissance (savoir, savoir-faire, savoir-être) mobilisable, tirée généralement de l'expérience et nécessaire à l'exercice d'une activité. Toutes les opératrices

suivent une formation générale sur tous les opérations et tous les postes de travail, ainsi que chaque opératrice doit avoir une autre formation spécifique pour chaque poste défini, c'est pour cela avant qu'elle commence de travailler sur une tel opération elle doit nécessairement avoir une habilité  sur ce poste.

Le profil de compétences est une liste « détaillée » des compétences, qui sont requises par l'opératrice pour exceller dans un poste, et qui sont présentes sur le verso des badges de chaque opératrice. Le tableau ci-dessous montre un extrait des compétences pour chaque opération.

<u>Référence</u>	<u>Les Opérations</u>
WS001	Sensibilisation Facteurs Humains
WS003	SSE
WS237	Autocontrôle
WS007	Denudage manuel
WS008	Sertissage des cosses
WS009	Sertissage des contacts
WS010	Montage connecteurs
WS011	Ergotage
WS012	Enfichage
WP025	Cheminement
WS017	Lecture des gabarits
WS019	Lecture Etiquettes simples et Etiquettes Blindées
WS154	Préparateur Mécanique

Tableau 15 : Extrait de la liste des compétences

2.13 Plan de réaction

Le plan de réaction, ou comme le veut l'appellation anglophone OCAP (Out of Control Action Plan) est un ensemble d'actions à adopter lorsqu'une non-conformité est détectée lors d'un contrôle. Ces mesures peuvent être correctives ou préventives et sont spécifiques à chaque processus élémentaire de production. Les irrégularités au niveau de la production sont analysées afin d'en déduire la source et mener les actions adéquates (Aviser le chef d'équipe, contacter le fournisseur, effectuer une retouche sur le produit, vérifier les encours, organiser une réunion etc.).

Le plan de réaction se présente sous forme d'un ensemble d'actions pouvant faire appel aux différents acteurs au niveau de la production, ou encore sous forme d'un logigramme présentant une arborescence d'actions et de décisions. Comme le montre la figure 22.

3. Process Control Plan du Programme Airbus WP4004

3.1 Détermination des processus critiques

Les processus critiques du programme Airbus WP4004 sont déterminés selon la rigueur des contrôles et l'attention portée par les clients. La qualité de ces processus élémentaires a généralement un impact très important sur la fiabilité de la fonction de l'harnais final.

Le service qualité à Labinal Maroc désigne les processus élémentaires suivants comme étant critiques:

- Coupe et marquage laser
- Dégainage
- Reprise de blindage
- Dénudage
- Sertissage
- Enfichage

A l'exception du marquage laser, tous les processus possèdent un plan de réaction commun.

3.2 PCP du Processus de coupe et marquage laser

Le PCP du Processus élémentaire de coupe et marquage Laser présent dans le Processus CMP se présente comme suit :

Step	Critères à vérifier	Compétences	Machine, Dispositif, Outils de fabrication	Référentiel	Type de vérification	Taille	Fréquence	Auto contrôle	Intervenant	Spécifications	Plan d'action
Coupe & marquage du câble	Coupe, Marquage & Préparation										
	Etat de la bobine (Propreté)	WS019 WS020	Machine de Coupe et marquage Laser Machine d'autocoupe	IQLM09-003 IQLM09-018	visuelle	100%	Chaque changement de	Oui	Op. qualifié	Etat de la bobine	Voir plan de réaction
	Etat du fil (Sans blessures sans nœuds)				visuelle	100%	Chaque changement de	Oui	Op. qualifié	Etat du fil	
	Tolérance de la Longueur est de +0 à 20mm pour les câbles < 4m et de +0 à +0.5% pour les câbles > 4m.				mètre	100%	1 fois / 2 jours.	Oui	Op. qualifié	Longueur	
	Section Coupe franche sans bavure perpendiculaire à l'axe du câble.				visuelle	100%	1 fois / 2 jours.	Oui	Op. qualifié	Section	
	Marquage Laser Tous les chiffres doivent être complets, avoir la même couleur et la même épaisseur de trait et un contraste supérieur à 50%.				visuelle	100%	1 fois / 2 jours.	Oui	Op. qualifié	Marquage Laser	
	Température de la salle des machines $22^{\circ} \leq T \leq 26^{\circ}$				Thermomètre	100%	1 fois / 2 jours.	Oui	Op. qualifié	Température	
	Hygrométrie Taux maximal $\leq 80\%$.				hygromètre	100%	1 fois / 2 jours.	Oui	Op. qualifié	Hygrométrie	
	Marquage Laser Contraste $\geq 50\%$.				Marquage Laser	100%	1 fois / semaine	Oui	Op. qualifié	Marquage Laser	

Tableau 16 : PCP du Processus de coupe et marquage laser

3.3 PCP du processus de déguipage

Step	Critères à vérifier	Compétences	Machine, Dispositif, Outils de fabrication	Référentiel	Type de vérification	Taille	Fréquence	Auto contrôle	Intervenant	Spécifications	Plan d'action
Déguipage	Longueur tresse dénudée correcte.	WS045 WS057	scalpel	CA-DCSE-007	Visuelle	100%	Chaque opération	Oui	Op. qualifié	Conformité	Retouche opérateur
	Etat de la tresse : tresse non marquée, non entaillée, non déchirée, absence de résidus de gaine				Visuelle	100%	Chaque semaine	Oui	Op. qualifié	Etat	Changement
	coupe franche de la gaine (absence de blessure sur la gaine)				Visuelle	100%	Chaque opération	Oui	Op. qualifié	Absence de marques/détériorations	Retouche opérateur
	Etat des brins de tresse (pas d'entaille sur les brins de tresse)				Visuelle	200%	Chaque opération	Oui	Op. qualifié + contrôleur	Aspect	Retouche opérateur

Tableau 17 : PCP du Processus de déguipage

3.4 PCP du Processus de reprise de blindage

Step	Critères à vérifier	Compétences	Machine, Dispositif, Outils de fabrication	Référentiel	Type de vérification	Taille	Fréquence	Auto contrôle	Intervenant	Spécifications	Plan d'action
Auto-Soudeur	La soudure doit être complètement fondue (pas de boule de soudure)	WS044	Dossier de fabrication Hot Weezer Scalpel Mini Ray	CA-DCSE-001 FI-VR1118	Visuelle	200%	Chaque opération	Oui	Opérateur qualifié + contrôleur	Aspect	Retouche opérateur
	Le filet de soudure doit être visible le long du câble de reprise et de la tresse				Visuelle	200%	Chaque opération	Oui	Opérateur qualifié + contrôleur	Aspect	Retouche opérateur
	Le manchon doit être complètement rétreint, les bagues d'étanchéité complètement fondues sans couler sur la tresse de blindage (pas de fuite d'étain)				Visuelle	200%	Chaque opération	Oui	Opérateur qualifié + contrôleur	Aspect + étanchéité	Retouche opérateur
	La longueur de la partie dénudée du fil de reprise est INFÉRIEURE à la fenêtre + fil de reprise étamé				Visuelle	200%	Chaque opération	Oui	Opérateur qualifié + contrôleur	Longueurs	Retouche opérateur
	L'autosoudeur ne doit pas être endommagé				Visuelle	200%	Chaque opération	Oui	Opérateur qualifié + contrôleur	Aspect	Retouche opérateur
	Aucune trace de brunissement ne doit apparaître				Visuelle	200%	Chaque opération	Oui	Opérateur qualifié + contrôleur	Aspect	Retouche opérateur
	L'auto-soudeur doit être centré et dans le bon sens				Visuelle	200%	Chaque opération	Oui	Opérateur qualifié + contrôleur	Aspect du montage	Retouche opérateur
	Le fil de reprise doit être centré dans la soudure de l'auto soudeur				Visuelle	200%	Chaque opération	Oui	Opérateur qualifié + contrôleur	Aspect du montage	Retouche opérateur

Tableau 18: PCP du Processus de reprise de blindage

3.5 PCP du processus de dénudage

Step	Critères à vérifier	Compétences	Machine, Dispositif, Outils de fabrication	Référentiel	Type de vérification	Taille	Fréquence	Auto contrôle	Intervenant	Spécifications	Plan d'action
Dénudage	Aspect outillage (usure couteaux ok, réglage correct,...)	WS007 WS045	Pince à dénuder	IQLM09-001	Visuelle	100%	A chaque interruption	Oui	Opérateur qualifié	Aspect	Changement outillage
	Validité outillage				Visuelle	100%	A chaque interruption	Oui	Opérateur qualifié	Date fin de validité	Changement outillage
	Utilisation de la bonne pince et des bons couteaux par rapport au type de câble (Petites Sections)				Visuelle	100%	A chaque type de câble	Oui	Opérateur qualifié	Matériel	Changement outillage
	Bon état de l'âme (Petites sections)				Visuelle	100%	Chaque opération	Oui	Opérateur qualifié	Aspect	Retouche opérateur
	Bon état de l'âme : aucun brin abîmé avec le scalpel (Grosses sections)				Visuelle	200%	Chaque opération	Oui	Opérateur qualifié + contrôleur	Aspect	Retouche
	Coupe correcte de l'isolant				Visuelle	100%	Chaque opération	Oui	Opérateur qualifié	Aspect	Retouche opérateur
	Bonne longueur de dénudage				Mesure	100%	Chaque opération	Oui	Opérateur qualifié	Longueur dénudage	Retouche opérateur
	Isolant non endommagé				Visuelle	100%	Chaque opération	Oui	Opérateur qualifié	Aspect	Retouche opérateur

Tableau 19 : PCP du Processus de dénudage

3.6 PCP du processus de sertissage

Step	Critères à vérifier	Compétences	Machine, Dispositif, Outils de fabrication	Référentiel	Type de vérification	Taille	Fréquence	Auto contrôle	Intervenant	Spécifications	Plan d'action
Sertissage	Aspect de la pince à sertir (galette + positionneur pour Grosses Sections)	WS008 WS009	Pièces à sertir	CA-DCSE-004	Visuelle	100%	A chaque interruption	Oui	Op. qualifié	Aspect	Changement outillage
	Réglage et positionnement sélecteur correct (Petites Sections)				Visuelle	100%	Chaque opération	Oui	Op. qualifié	Réglage	Reglage
	Vérification conformité contact				Visuelle	100%	Chaque opération	Oui	Op. qualifié	Référence dossier de fab, CA	Rebu et échange
	Maintien de l'âme dans le contact				Visuelle	200%	Chaque opération	Oui	Op. qualifié + contrôleur	Solidité	Retouche opérateur
	Etat des brins (pas de brin coupé, brin visible dans le trou de visite, aucun brin ne sort du trou de visite)				Visuelle	200%	Chaque opération	Oui	Op. qualifié + contrôleur	Ame câble visible/Trou libre	Retouche opérateur
	Etat du contact(Empreinte centrée, pas de double sertissage)				Visuelle	200%	Chaque opération	Oui	Op. qualifié + contrôleur	Empreinte conforme	Retouche opérateur

Tableau 20 : PCP du Processus de sertissage

3.7 PCP du processus d'enfichage

Step	Critères à vérifier	Compétences	Machine, Dispositif, Outils de fabrication	Référentiel	Type de vérification	Taille	Fréquence	Auto contrôle	Intervenant	Spécifications	Plan d'action
Enfichage	Contact enfiché au bon niveau.	WS012	Outil d'insertion / extraction	FI-DCSE-003	Visuelle	100%	A chaque interruption	Oui	Op. qualifié	Bon état	Changement outillage
	Plume adaptée au câble				Visuelle	100%	A chaque interruption	Oui	Op. qualifié	Plume associée	Changement outillage
	Contact verouillé. Contact reste enfiché après traction.				Essai manuel	100%	Chaque opération	Oui	Op. qualifié	Contact reste en place	Retouche opérateur
	Contact reste enfiché après piquage				Visuelle	200%	Chaque opération	Oui	Op. qualifié + contrôleur	En places	Retouche opérateur

Tableau 21 : PCP du Processus d'enfichage

4. Plans de réaction

Le logigramme suivant montre l'ensemble d'actions à adopter lorsqu'une non-conformité est détectée lors d'un contrôle :

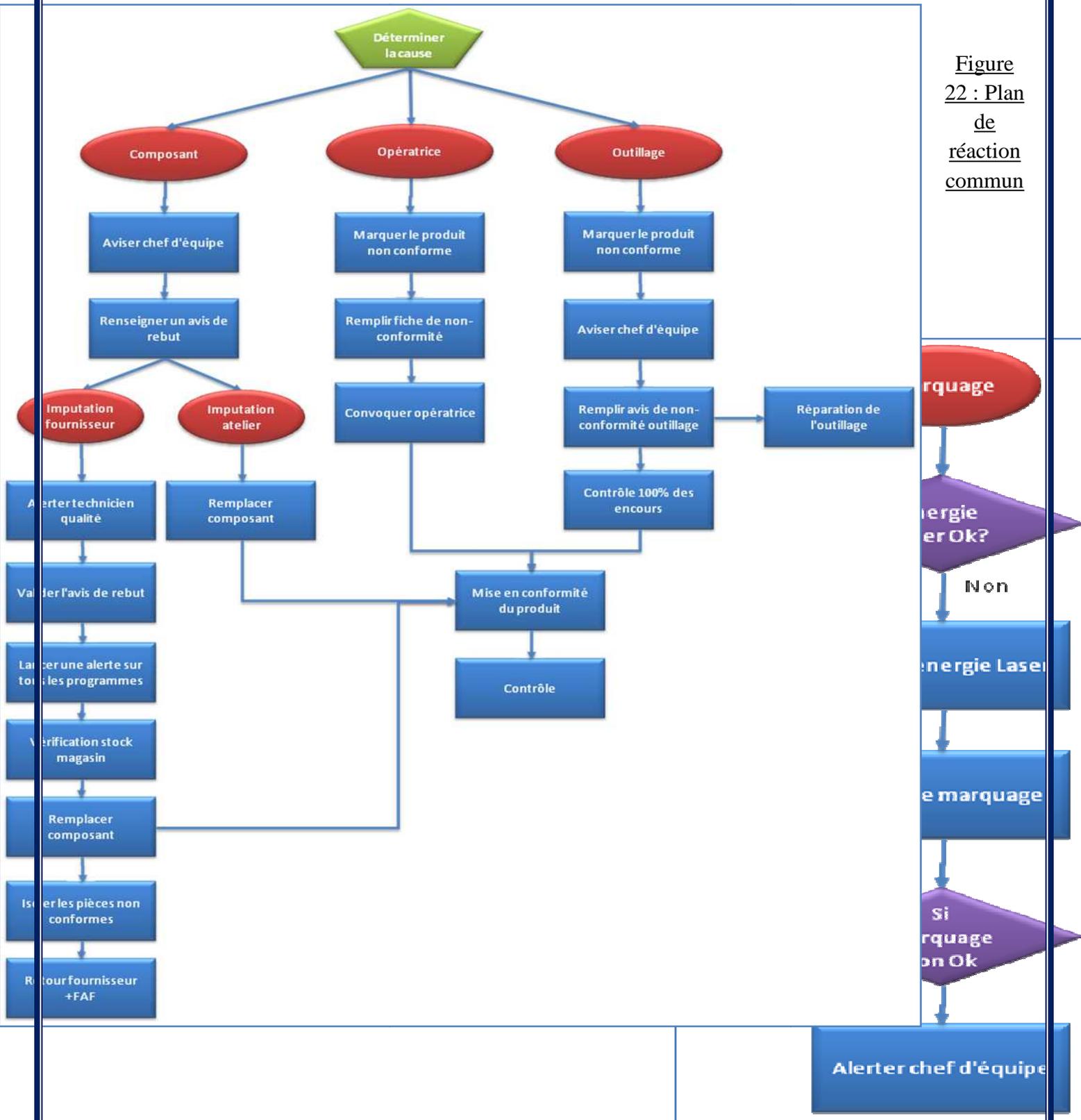


Figure 22 : Plan de réaction commun

Figure 23: Plan de réaction du processus marquage laser

1. Introduction

Les approches telles que l'inspection et le contrôle du produit ainsi que le contrôle statistique des procédés sont insuffisantes pour résoudre, prévenir et éviter les problèmes qui peuvent apparaître ultérieurement dans les différents systèmes du processus d'affaires d'une entreprise. Parmi les outils et techniques de prévention des problèmes potentiels, la méthode AMDEC s'avère une méthode simple et très efficace. AMDEC est l'acronyme de «Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et leur criticité» (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA).

Cette technique a pour but d'étudier, de prévenir ou au moins de réduire les risques de défaillances d'un système, d'un processus, d'un produit.

La méthode consiste à examiner méthodiquement les défaillances potentielles des systèmes (analyse des modes de défaillance), leurs causes et leurs conséquences sur le fonctionnement de l'ensemble (les effets).

Après une hiérarchisation des défaillances potentielles, basée sur l'estimation du niveau de risque de défaillance, soit la criticité, des actions prioritaires sont déclenchées et suivies.

❖ **Le mode de défaillance** : est la façon dont un produit, un composant, un ensemble, un processus ou une organisation manifeste une défaillance ou s'écarte des spécifications.

Exemple :

Déformation, vibration; coincement, desserrage, corrosion, fuite, perte de performance, court-circuit, flambage....

❖ **Une cause de défaillance** : est évidemment ce qui conduit à une défaillance. On définit et on décrit les causes de chaque mode de défaillance considérée comme possible pour pouvoir en estimer la probabilité, en déceler les effets secondaires et prévoir des actions correctives pour la corriger.

❖ **Les effets d'une défaillance** : sont les effets locaux sur l'élément étudié du système et les effets de la défaillance sur l'utilisateur final du produit ou du service.

2. Objectif

La démarche structurée de l'AMDEC vise avant tout à :

- Identifier et évaluer les modes de défaillance et leurs effets possibles
- Identifier et classer les actions à prendre en priorité pour diminuer le risque afférant à ces modes de défaillance

- Minimiser les actions correctrices.

3. Types d'AMDEC

Il existe plusieurs types d'AMDEC, parmi les plus importants, mentionnons:

- **L'AMDEC-organisation** : s'applique aux différents niveaux du processus d'affaires: du Premier niveau qui englobe le système de gestion, le système d'information, le système production, le système personnel, le système marketing et le système finance, jusqu'au dernier niveau comme l'organisation d'une tâche de travail.
- **L'AMDEC-produit** ou **L'AMDEC-projet** est utilisée pour étudier en détail la phase de conception du produit ou d'un projet. Si le produit comprend plusieurs composants, on applique l'AMDEC-composants.
- **L'AMDEC-processus** s'applique à des processus de fabrication. Elle est utilisée pour analyser et évaluer la criticité de toutes les défaillances potentielles d'un produit engendrées par son processus. Elle peut être aussi utilisée pour les postes de travail.
- **L'AMDEC-moyen** s'applique à des machines, des outils, des équipements et appareils de mesure, des logiciels et des systèmes de transport interne.
- **L'AMDEC-service** s'applique pour vérifier que la valeur ajoutée réalisée dans le service corresponde aux attentes des clients et que le processus de réalisation de service n'engendre pas de défaillances.
- **L'AMDEC-sécurité** s'applique pour assurer la sécurité des opérateurs dans les procédés où il existe des risques pour ceux-ci.

4. Deux aspects de la méthode:

❖ L'aspect qualitatif

Consiste à recenser les défaillances potentielles des fonctions du système étudié, de rechercher et d'identifier les causes des défaillances et d'en connaître les effets qui peuvent affecter les clients, les utilisateurs et l'environnement interne ou externe.

❖ L'aspect quantitatif

Consiste à estimer le risque associé à la défaillance potentielle. Le but de cette estimation est l'identification et la hiérarchisation des défaillances potentielles. Celles-ci sont alors mises en évidence en appliquant certains critères dont, entre autres, l'impact sur le client. La hiérarchisation des modes de défaillance par ordre décroissant, facilite la recherche et la prise d'actions prioritaires qui doivent diminuer l'impact sur les clients ou qui élimineraient complètement les causes des défauts potentiels.

5. Elaboration de l'étude AMDEC-Process

Le travail sur le manuel de pilotage et plus précisément l'élaboration du plan de contrôle nous a permis de mieux connaître le système de travail et surtout les éléments critiques du processus de fabrication .

Une phase préparatoire qui consiste en une collecte de données pour réaliser l'étude, la mise sur pied d'un groupe de travail et la préparation des dossiers, tableaux...

5.1 La constitution d'un groupe de travail

Vu que la démarche AMDEC est un travail d'équipe nous avons effectué des réunions hebdomadaires chaque jeudi matin de 10H 30 à 12H30 avec une équipe multidisciplinaire animée par le responsable qualité, qui aura à réaliser l'étude. Les personnes impliquées dans une étude AMDEC-processus, sont des personnes qui représentent le service de fabrication, de contrôle, des opératrices habilitées, et le service de maintenance. La présence des personnes bien formées à des techniques spécifiques sur le produit est une condition de succès de l'application de la démarche.

5.2 L'étude qualitative et quantitative des défaillances

Le but du travail en équipe est de créer un échange des idées et faire ressortir les points critiques afin de les éliminer, de prévoir un mode de prévention. La mise en évidence de ces points se fait selon certains critères dans une analyse quantitative, qui permet de donner une estimation (avec l'accord de tous les membres de l'équipe) de l'indice de criticité du trio cause-mode-effet de la défaillance potentielle étudiée selon certains critères. Plusieurs critères peuvent être utilisés pour déterminer cet indice. Souvent dans la pratique on considère qu'une défaillance est d'autant plus importante si:

- ses conséquences sont graves.
- elle se produit souvent.
- elle se produit et on risque de ne pas la détecter.

Dans la pratique on attribue trois notes — chacune sur une échelle de 1 à 10 — pour chaque trio cause-mode-effet: (Tableau 22)

- La note G - gravité de l'effet - les conséquences sur le client/utilisateur
- La note F - la fréquence d'apparition
- La note D - la probabilité de non-détection

L'indice de criticité (C) s'obtient en multipliant ces trois notes précédentes soit celle de la gravité, de la probabilité d'occurrence et de la probabilité de non-détection :

Un moyen simple pour mesurer la criticité d'un événement, est d'effectuer le calcul suivant :

$$\text{Criticité } C = D \times F \times G$$

Avec :
 D : la Détection
 F : la Fréquence
 G : la Gravité

5.3 La hiérarchisation

La difficulté essentielle d'une étude qui veut anticiper les problèmes et rechercher les solutions préventives provient de la très grande variété des problèmes potentiels à envisager. D'où le besoin d'une hiérarchisation, qui permet de classer les modes de défaillances et d'organiser leur traitement par ordre d'importance.

Pour mettre en évidence les processus critiques, la criticité ou le nombre prioritaire de risque (**RPN**) est fixé à un seuil qui est supérieure ou égal à 150. Comme le montre le tableau suivant :

	Remarques	Identification (couleur)
RPN > 150	Processus critiques nécessitant des actions	
G ≥ 8	Très grave, nécessite toujours un suivi et contrôle	

5.4 La recherche des actions préventives/correctives

Après le classement des différents modes de défaillances potentielles d'après les indices de criticité, le groupe propose des actions préventives ou correctives. Les outils tels que le diagramme causes-effet, l'analyse de Pareto, le brainstorming, le travail en équipe, doivent être appliqués pour une recherche efficace. En pratique, le groupe de travail s'attache à réduire l'indice de criticité par des actions qui visent:

- la réduction de la probabilité d'occurrence (exemple: par la modification de la conception du produit ou du processus)
- la réduction de la probabilité de non-détection (exemple: par la modification de la conception du processus ou par la modification du système de contrôle)

- la réduction de la gravité de l'effet de défaillance (exemple: par la modification de la conception)

5.5 La présentation des résultats

Le tableau disposé en forme de colonnes contient, en général, les informations nécessaires pour réaliser l'étude. Ce tableau illustre la grille d'une AMDEC-processus.

XXXXX	ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE : A.M.D.E.C. AMDEC Produit <input type="checkbox"/> AMDEC Processus <input checked="" type="checkbox"/>				Référence pièce :		Désignation pièce :					
					Réf. assemblée :		Client : XXXXXX France					
Participants :				Date :		Date de révision :		Date de lancement prév. :				
N°	Caractéristiques Système Processus	Défaillance potentielle	Effets potentiels du défaut	Causes potentielles du défaut	Etat actuel			Actions correctives préconisées	Responsable	Etat après corrections		
					Actions de prévention, de contrôle envisagés	Fréquence	Gravité			Indice de Priorité de Risque IPR	Actions correctives appliquées	Fréquence

Tableau 22 : La grille AMDEC

C-Process

Le système de cotation sur le tableau suivant est inspiré du système de cotation interne, utilisé lors de l'application de la méthode AMDEC-PROCESSUS.

	GRAVITE		Fréquence	Détection
	Externe	Interne		
1	mineure, imperceptible, sans conséquence		jamais survenue	détection à 100% poka yoké, contrôle électrique
2	mineure mais perceptible		quasiment impossible : 1 / ans	détection facile et très probable autocontrôle + 2 contrôles
3	insatisfaction client peu grave sans conséquence	réclamation interne peu grave sans conséquence	improbable, très rare : 1 / 6 mois	détection probable mais non garantie autocontrôle + 1 contrôle
4	insatisfaction client peu grave avec conséquence	réclamation interne peu grave avec conséquence	rare : 1 / 3 mois	détection aléatoire 1 contrôle
5	insatisfaction client moyennement grave	réclamation interne moyennement grave	très occasionnelle : 1 / mois	incertaine autocontrôle
6	dégradation de la performance	réclamation interne grave	occasionnelle : 2 / mois	incertaine
7	dégradation importante de la performance	équipement de production cassé mais réparable	possible : 1 / semaine	difficile à détecter défaut caché
8	défaillance de l'avion avec alerte préalable	destruction de l'équipement de production (coût faible)	probable : 2 / semaine	très difficile à détecter, détectable au hasard défaut non référencé sur la plan de contrôle
9	défaillance de l'avion sans alerte préalable	destruction de l'équipement de production (coût élevé) accident mineur potentiel	fréquente : 1 / jour	très faible possibilité de détection défaut sans critère de conformité
10	problème de sécurité, accident de l'avion possible avec des	accident majeur potentiel	très fréquente : au mois 2 / jour	impossible à détecter

Tableau 23 : Système de notation AMDEC appliqué à LABINAL

❖ [Extrait de l'étude AMDEC-Process](#)

Processus générique	Mode de défaillance	Effet de défaillance	G	Cause/ Mécanisme de défaillance	F	Contrôle prévention	Contrôle détection	D	RPN
cheminement des câbles	erreur de cheminement	Pb d'assemblage / branchement	7	inattention de l'opératrice durant le cheminement	3	Surveillance périodique des habilitations	autocontrôle + contrôle à 100%	5	105
				perte d'étiquette	3	Surveillance périodique des habilitations	autocontrôle + contrôle à 100%	5	105
				mauvaise lecture de l'étiquette	3	Surveillance périodique des habilitations	autocontrôle + contrôle à 100%	5	105
	câble manquant	défaut électrique	7	câble manquant au niveau de la coupe: CMP	3	Surveillance périodique des habilitations	autocontrôle + test électrique	2	42
				différentiel mal ou non appliqué	3	Surveillance périodique des habilitations	autocontrôle + test électrique	2	42
				perte atelier	3	Surveillance périodique des habilitations	autocontrôle + test électrique	2	42
	câble en plus	défaut fonctionnel	5	différentiel mal ou non appliqué	3	Surveillance périodique des habilitations	autocontrôle + test électrique	2	30
				câble coupé en plus (pb de fichier de coupe)	2	Surveillance périodique des habilitations	autocontrôle + test électrique	2	20
				erreur sur la demande de remplacement de câble	2	Surveillance périodique des habilitations	autocontrôle + test électrique	2	20

Tableau 24 : Extrait de l'AMDEC process

Conclusion

L'AMDEC est une méthode de prévention qui peut s'appliquer à une organisation, un processus, un moyen, un composant ou un produit dans le but d'éliminer, le plus en amont possible, les causes des défauts potentiels. C'est là un moyen de se prémunir contre certaines défaillances et d'étudier leurs causes et leurs conséquences. La méthode permet de classer et de hiérarchiser les défaillances selon certains critères (fréquence, détection, gravité). Les résultats de cette analyse sont les actions prioritaires propres à diminuer significativement les risques de défaillances potentielles.

Du point de vue pratique, cette méthode doit faire partie d'une approche globale. À quoi ça sert par exemple le zéro défaut en production si le produit n'est pas rentable, si le produit ne répond pas aux besoins des clients, si nous faisons des erreurs de facturation, ou si nous ne respectons pas les délais de livraison fixés par les clients. Il est évident que pour un succès significatif de cette approche, elle doit être intégrée aux autres méthodes dans le concept de la qualité totale.

CONCLUSION

La création du manuel de pilotage répond à un besoin réel d'organisation de l'entreprise pour assurer un bon déroulement de ses activités et facilite les travaux effectués dans une ligne de production. Sa conception a été faite de telle sorte que sa compréhension soit aisée pour tous les utilisateurs lors d'une visite, audit ou autre. De plus, ce manuel sera mise à jour à chaque modification pour garantir la constance de son efficacité

La mise en place d'un manuel de pilotage a fait recours à des outils de management de la qualité tel que le Flow Chart, La VSM, le Process Control Plan et l'étude AMDEC- Process. C'est un premier pas vers l'adoption effective d'une démarche orientée processus. Cette démarche vise essentiellement à améliorer les performances de ces derniers en haussant le niveau de qualité et à en donner à la fois une description efficace et une vision globale.

L'application de ces principes a fait ses preuves au sein de plusieurs sociétés à l'échelle mondiale. C'est la raison pour laquelle ils sont fortement préconisés par les normes internationales et spécialement les normes qualité. Chaque entreprise qui adopte ces principes voit non seulement son fonctionnement amélioré, mais obtient un gage de confiance vis-à-vis des clients, de part l'efficacité de son organisation et de sa méthode de travail.

L'introduction de ces outils à Labinal Maroc est une première au niveau des filiales de Labinal. Nous espérons que ce travail trouvera une continuation, et qu'il pourra contribuer à hausser le niveau de qualité et de compétitivité de la filiale marocaine de Labinal, et lui donner une distinction particulière parmi les sociétés de câblages aéronautiques au niveau mondial.

Enfin, ce travail nous a permis de se familiariser avec les outils de management de la qualité précédemment cités, et de pouvoir les mettre en pratique dans un cas réel et en les adaptant aux besoins de la société par la création d'un « **manuel de pilotage** ». Ces outils ne sont pas spécifiques à un domaine particulier, mais peuvent être utilisés dans n'importe quelle société, car quelle que soit la nature de son activité, son fonctionnement pourra toujours être modélisé en processus, et ces processus pourront toujours être optimisés.

BIBLIOGRAPHIE

- ❖ Le point documentaire qualité LABINAL Maroc
- ❖ LEAVENGOOD, S. and REEB, J. Oregon State University (January 2002), Performance excellence in the wood products industry – Statistical Process Control – Part 4 : Flowcharts
- ❖ CLEMENT, B. (Janvier 2006), Plan de contrôle des processus (PCP), 2 p.
- ❖ BNAE Bureau de Normalisation de l'Aéronautique et de l'Espace (Décembre 2003), Edition D, NF EN 9100, 108 p.
- ❖ Guide pratique AMDEC-Processus de Gérard Landy p : 141

WEBOGRAPHIE

- ❖ www.techniques-ingenieur.fr
- ❖ www.management-qualite.com
- ❖ www.ingenieriedesprocessus.net
- ❖ www.qualiteonline.com

