

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Ecole Nationale Polytechnique

Département de Génie Industriel

Mémoire du Projet de Fin d'Etudes d'Ingénieur

Thème

**Contribution à l'amélioration des méthodes
De contrôle qualité
Cas ENIEM - Unité de froid**

Présenté par :

M^{lle} Kheira HADDAD

M. Abdelmalek SADOU

Dirigé par :

M. M. BOUZIANE

M. A. BAKIR

Promotion : juin 2010

Remerciements

Merci à M. BOUZIANE, notre promoteur, qui nous a guidé et suivi tout au long de ce projet

Merci à M. LAMRAOUI qui nous a beaucoup aidés dans l'élaboration de ce travail

Merci à M. BAKIR et M. HAMIDI et tout le personnel de l'ENIEM

Merci à toute personne ayant contribué à élaborer ce travail.

Dédicaces

à mes chers parents

à toutes mes sœurs, mes nièces et mes belles sœurs

à tous mes frères, mes neveux et mes beaux frères

à mes cousines, à mes copines

à tous mes amis

à Yassine

K.H

Je dédie ce travail à :

Mes parents ;

Ma sœur et mes frères ;

Et à tous ceux qui me sont chers.

S.A

ملخص

إن مساهمة النوعية في مردودية الشركة ، أمر مفروغ منه . مما جعل من النوعية حصان المعركة للشركات الصناعية .

الهدف من عملنا هذا هو تخفيض تكلفة اللا نوعية و هذا بتحسين وسائل المراقبة . لهذا الغرض قمنا بتشخيص مصلحة النوعية و مسلك الإنتاج ، لتحديد محاور التحسن الممكنة و اختيار الحلول التي ننفذها .

كلمات مفتاحية

النوعية ، تكلفة اللا نوعية ، مراقبة النوعية ، سياق .

Résumé

La contribution de la qualité à la rentabilité de l'entreprise est un fait avéré, ce qui a fait de la qualité un cheval de bataille pour les entreprises.

L'objectif de notre travail est de réduire les coûts de non qualité tout en améliorant les outils de contrôle. Pour y parvenir, nous avons fait un diagnostic du service qualité et celui du procédé, afin d'identifier les axes d'amélioration possibles et choisir les solutions à mettre en œuvre.

Mots clefs :

La qualité, coût de non qualité, contrôle qualité, processus.

Abstrac

The contribution of quality to the profitability of the company is an established fact, which made to quality a horse of battle for the firm.

The objective of our work is to reduce the hidden costs of quality while improving the tools of control. For that purpose, we made a diagnosis of the service quality and that of the process, in order to identify the possible axes of improvement and to choose the solutions to be implemented.

Key words: quality, hidden cost of quality, quality control, process.

Table des matières

Liste des figures.....	i
Liste des tableaux.....	ii
Liste des abréviations.....	iii
INTRODUCTION.....	1
<u>Chapitre I</u> : Présentation de l'entreprise et problématique.....	3
I. Présentation de l'entreprise :.....	4
I.1. Historique.....	4
I.2. Organisation.....	5
I.3. Mission.....	5
I.4. Position.....	6
I.5. La fiche technique.....	7
I.6. Gamme de produits.....	8
II. Etude de l'existant :.....	8
II.1. Présentation de l'unité froid.....	9
II.2. Présentation de l'atelier REF PM	9
II.2.1. La réception.....	10
II.2.2. La préparation.....	11
II.2.3. Le moussage.....	19
II.2.4. Le montage finale.....	20
III. Problématique.....	21
III.1. Cadre du projet.....	21
III.2. Problématique	21
III.3. La démarche adoptée	21
<u>Chapitre II</u> : Généralités.....	24
I. Définitions.....	25
I.1. La qualité.....	25
I.2. La non qualité.....	25
I.3. Contrôle de la qualité.....	26
I.3.1. Le contrôle de réception.....	26
I.3.2. Contrôle en cours de fabrication.....	27

Table des matières

II.	Termes relatifs au système qualité	28
II.1.	Management de la qualité.....	28
II.2.	La politique qualité.....	28
II.3.	La planification de la qualité.....	28
II.4.	La maîtrise de la qualité.....	28
II.5.	L'assurance qualité	29
II.6.	L'amélioration de la qualité.....	29
II.7.	Le système qualité.....	29
III.	Les outils statistiques.....	30
III.1.	Feuille de relevée	31
III.2.	Le diagramme de concentration de défauts.....	32
III.3.	Histogramme.....	32
III.4.	Le diagramme de Pareto.....	33
III.5.	Le diagramme en arête de poisson.....	35
III.6.	Carte de contrôle	38
III.7.	Le diagramme de corrélation.....	42
<u>Chapitre III : Analyse du procédé.....</u>		44
I.	Coûts de non qualité	45
I.1.	Définition.....	45
I.2.	Origines des coûts de non qualité.....	45
II.2.1.	Les coûts de prévention	45
II.2.2.	Les coûts de détection	46
II.2.3.	Les coûts d'erreur interne.....	46
II.2.4.	Les coûts d'erreur externe.....	47
II.	Rôle du chiffrage des coûts de non qualité.....	49
III.	Etat des coûts de non-qualité de l'atelier REF PM	50
III.1.	Analyse des rebuts	52
III.2.	Etat des rebuts	53
III.3.	Analyse des causes de variabilité.....	55
III.4.	Diagramme d'ISHIKAWA.....	55
<u>Chapitre IV : Amélioration du procédé.....</u>		59
I.	Analyse du procédé	60
I.1.	Observation et suivi du procédé moussage	60
I.2.	Choix de la carte de contrôle.....	60
I.3.	Construction de la carte de contrôle (carte P).....	62
I.4.	Diagnostic.....	65
I.5.	Révision des limites des contrôles.....	65

Table des matières

I.	Amélioration de la capabilité du procédé.....	68
	II.1. Suivi du procédé de moussage REF GM	68
	II.2. comparaison entre REF PM et REF GM :.....	69
II.	Plan d'action.....	71
	CONCLUSION.....	75
	Bibliographie	77
	Annexes.....	79

Liste des figures

- Figure 1 : Organigramme de l'ENIEM
- Figure 2 : Processus de fabrication de l'ensemble compresseur
- Figure 3 : Processus de fabrication de l'évaporateur
- Figure 4 : Processus de fabrication de l'ensemble condenseur
- Figure 5 : Processus de fabrication de la porte finie
- Figure 6 : Processus de fabrication du revêtement papier
- Figure 7 : Processus de réalisation de la cuve complètement équipée
- Figure 8 : Schématisation du processus de résolution de problème
- Figure 9 : Types de contrôle qualité
- Figure 10 : Feuille de relevée
- Figure 11 : Histogramme des coûts imputables à une mauvaise qualité
- Figure 12 : Diagramme de Pareto relatif aux coûts de non qualité
- Figure 13 : Diagramme d'ISHIKAWA
- Figure 14 : Différents types de carte par attributs
- Figure 15 : Exemples d'une carte de contrôle P
- Figure 16 : Logique d'amélioration des coûts de la qualité
- Figure 17 : Les coûts relatifs à la qualité
- Figure 18 : Rôle du chiffrage des coûts de non qualité
- Figure 19 : Histogramme des coûts de non qualité
- Figure 20 : Evolution du taux de rebut
- Figure 21 : Diagramme de Pareto pour les rebus
- Figure 22 : Diagramme d'ISHIKAWA relatif au mauvais moussage
- Figure 23 : Carte de contrôle pour la proportion d'armoires non conformes
- Figure 24 : Carte de contrôle pour la proportion d'armoires non conformes révisée

Liste des tableaux

- Tableau 1 : Parts de marché de l'ENIEM
- Tableau 2 : Répartition du chiffre d'affaire
- Tableau 3 : Fiche technique de l'ENIEM
- Tableau 4 : Les différents produits de l'ENIEM
- Tableau 5 : Etat des coûts de non qualité
- Tableau 6 : Etat des rebuts
- Tableau 7 : Proportion d'armoires non conformes
- Tableau 8 : Projet d'amélioration de la qualité pour l'atelier REF PM.
- Tableau 9 : Proportion d'armoires non-conformes dans l'atelier REF GM
- Tableau 10 : Comparaison entre les résultats des deux ateliers
- Tableau 11 : Simulation des résultats de l'atelier REF PM
- Tableau 12 : Taux de panne par type de réclamation (2^{ème} semestre de l'année 2009)
- Tableau 13 : Etat des réparations par nature (mars 2010)

Liste des abréviations

AEM :	appareils électro ménagers
AFNOR :	association française de normalisation
CAM :	complexe d'appareils ménagers
CNQ :	coûts de non qualité
DA :	Dinar Algérien
DET :	Détection
DG :	Direction générale
ENIEM :	Entreprise nationale de l'industrie de l'électro ménager
FILAMP :	Filiale lampe
GAR :	Garantie
HT :	Hors taxe
KDA :	Kilo dinar algérien
LIC :	Limite inférieure de contrôle
LSC :	Limite supérieure de contrôle
MSP :	Maitrise statistique des procédés
REB :	Rebuts
REF GM :	Réfrigérateur grand modèle
REF PM :	Réfrigérateur petit modèle
REP :	Réparations
RET :	retouches
SAV :	Service après vente
SONELEC :	Société nationale de fabrication et de montage du matériel électrique et électronique
SPA :	Société par action
UC :	Unité commerciale
UCL :	Unité climatiseur
UCUIS :	Unité cuisson
UF :	Unité froid
ULM :	Unité lampe Mohammadia
UPT :	Unité prestation technique

INTRODUCTION :

L'Entreprise Nationale Industrielle de l'Electroménager (ENIEM) est spécialisée dans la production des produits électroménagers, et occupait à sa création la place de monopole dans le marché de l'électroménager national.

L'économie de marché s'est installée progressivement et l'ENIEM perd alors sa position de monopole. Prenant conscience que la compétitivité est le seul moyen de s'imposer et de contourner la concurrence, la qualité est un des atouts et pas des moindres de cette compétitivité.

La norme ou la démarche qualité est devenue élément incontournable dans l'environnement de toute entreprise se voulant être compétitive, signant ainsi la fin des modes d'organisation traditionnels. C'est une notion qui entraîne de nos jours l'ensemble des acteurs de l'entreprise à agir dans un souci constant de qualité et de rentabilité.

Pour apprécier le concept de qualité, il est préférable de partir de son contraire en l'occurrence la non qualité, et de circonscrire ses coûts qui sont liés à des dysfonctionnements pouvant toucher les fonctions de l'entreprise.

C'est dans le cadre de l'amélioration des méthodes de contrôle qualité au sein de l'unité froid de l'ENIEM et particulièrement dans l'atelier de montage des réfrigérateurs petit modèle que va porter notre projet de fin d'étude, et dans cette optique :

Nous présenterons l'entreprise dans le premier chapitre, et nous finirons ce dernier par l'étude de l'existant et par poser la problématique ;

Dans le deuxième chapitre seront présentés des généralités sur la qualité ainsi que les outils statistiques de contrôle de la qualité ;

Le troisième chapitre est consacré à l'analyse du procédé ou nous partant des coûts de non qualité pour arriver à choisir le choix du moussage comme problème majeur à mettre en évidence ;

Nous allons contribuer à l'amélioration des méthodes de contrôle qualité en élaborant une carte de contrôle P au quatrième chapitre, et nous finirons ce dernier par un ensemble de suggestions sous forme de plan d'action ;

Une conclusion reprenant les grandes lignes de notre travail clôturera ce document.

Chapitre premier

Présentation de l'entreprise

Et

Problématique

Dans ce chapitre, nous présenterons l'entreprise ENIEM, et nous passerons tout de suite à présenter la configuration actuelle de l'atelier de montage des réfrigérateurs petit model (REF PM).

Nous finirons ce chapitre par poser la problématique de notre projet ainsi que la démarche pour améliorer la situation actuelle de l'atelier.

I. Présentation de l'entreprise

I.1. Historique : (site1)

L'Entreprise Nationale des Industries de l'Électroménager (**ENIEM**) est issue de la restructuration organique de la **SONELEC** (Société Nationale de fabrication et de montage du matériel Electrique et Électronique) en 1983. L'ENIEM a été chargée de la production et de la commercialisation des produits électroménagers et disposait à sa création de :

- Complexe d'Appareils Ménagers (CAM) de TIZI-OUZOU qui entre en production en juin 1 977.
- Unité Lampes de Mohammadia (ULM) qui entre en production en février 1979.

I.2. organisation : (site1)

Actuellement, l'entreprise ENIEM est constituée de:

- La Direction Générale (DG)
- L'unité Froid (UF) ;
- L'unité Cuisson (U Cuis) ;
- L'unité Climatisation (UCL) ;
- L'unité prestations techniques (UPT) ;
- L'unité commerciale (UC) ;
- La filiale EIMS Miliana ;
- La filiale FILAMP.

L'organigramme suivant nous donne l'organisation de l'ENIEM

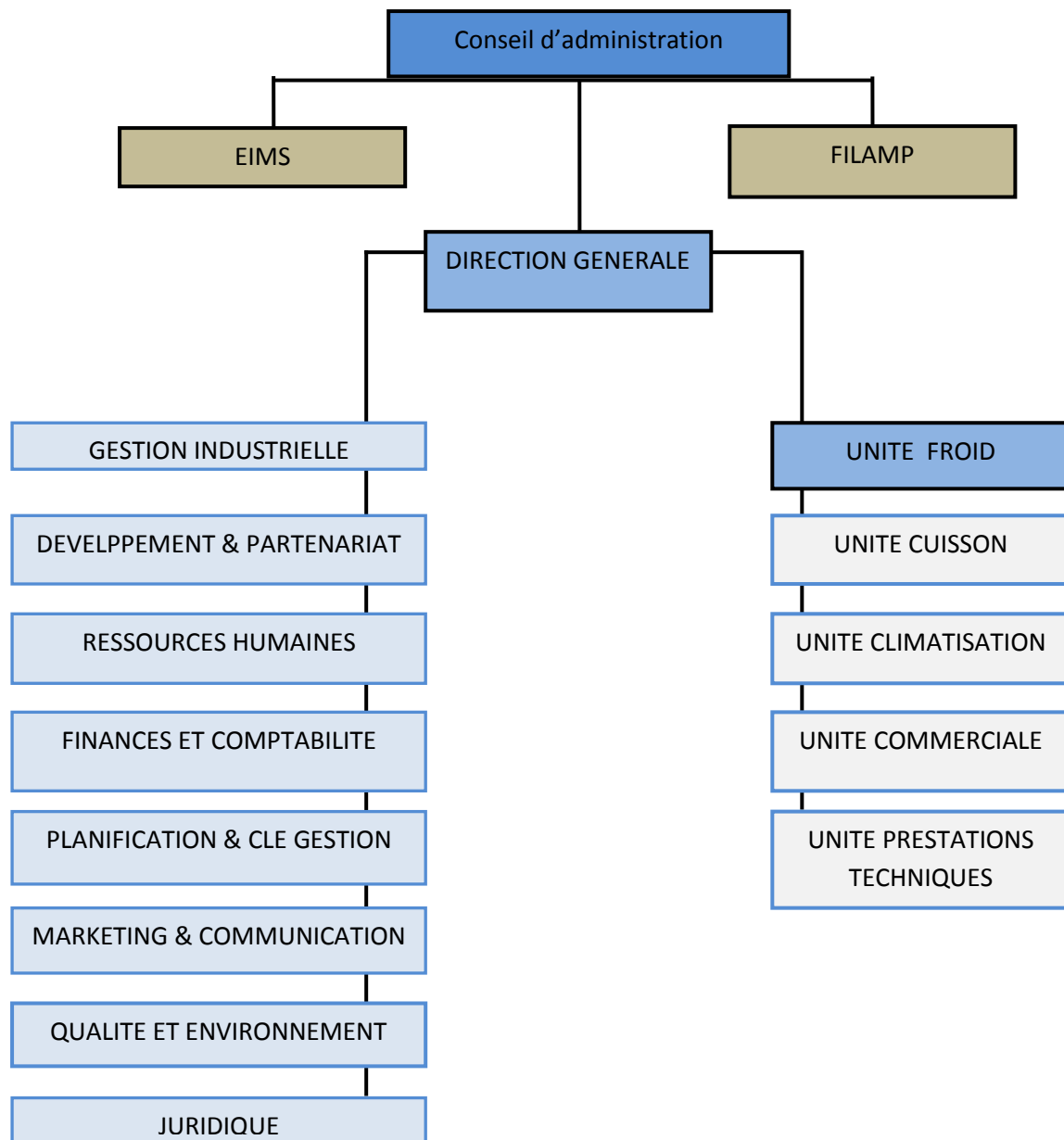


Figure1 : Organigramme de l'ENIEM (site1)

I.3. Mission

Le champ d'activité de l'Entreprise ENIEM consiste à la conception, la fabrication, l'assemblage et la commercialisation des produits Électroménagers, ainsi que la prise en charge de la fonction service après vente.

I.4. position : (site 2)

ENIEM est leader de l'Electroménager en Algérie, elle possède des capacités de production et une expérience de plus 30 ans dans la fabrication et le développement dans les différentes branches de l'électroménager, notamment :

- Les appareils ménagers domestiques ;
- Les appareils de collectivités ;
- Les lampes d'éclairage ;
- Les produits sanitaires.

La position actuelle de l'ENIEM sur le marché national est estimée à : (tableau 1)

Tableau 1: Parts de marché de l'ENIEM (2009)

Appareils	Part de marché
Réfrigérateurs	65%
Cuisinières	25%
Climatiseurs	10%

Il ressort de la structure du chiffre d'affaires que la vente d'appareils électroménagers pour l'année 2009, pour laquelle le chiffre d'affaire était évalué à 5,6 milliards de DA, est répartie entre les différents produits comme suit :

Tableau 2: Répartition du chiffre d'affaires de l'ENIEM (2009)

Appareils	Taux de CA
Réfrigérateurs	48%
Cuisinières	23%
Climatiseurs	12%
Chauffe-bains	7%
Machines à laver	6%

Remarque :

Le reste du chiffre d'affaires (4%) provient de la commercialisation d'autres produits du froid, tels que les appareils de conservation et les armoires vitrées.

I.5. La fiche technique



Tableau 3: Fiche technique de l'ENIEM





Statut juridique	Société par action (SPA)
Le capital social	10.279.800.000 DA
Effectif	2077
Chiffre d'affaire (2009)	5,6 milliards de DA

I.6. gamme de produits : (site 1)

Les différents produits de l'ENIEM peuvent être synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Les différents produits de l'ENIEM

Produit	Aperçu
<p>Réfrigérateurs et Congélateurs Domestiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réfrigérateur 160 l 1 porte • Réfrigérateur 240 l 1 porte • Réfrigérateur 300D 2 portes • Réfrigérateur 350S 1 porte • Réfrigérateur / Congélateur 290C 2 portes • Congélateur vertical 220F 1 porte • Réfrigérateur 520 l ADE 2 portes • Réfrigérateur 520 l SDE PB 2 portes • Réfrigérateur 2 portes No-Frost FR 4506K • Réfrigérateur 2 portes side by side 	
<p>Congélateurs bahut Horizontaux</p> <ul style="list-style-type: none"> • Congélateur Bahut CF 1686 (468l) • Congélateur Bahut CF 1301 (350l) <p>Conservateur portes vitrées coulissantes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conservateur portes coulissantes vitrées CFSG 1571 (440l) • Conservateur portes coulissantes vitrées CFSG 1301 (365l) <p><i>Armoire vitrée</i></p>	

Produit	Aperçu
Cuisinières tout gaz (04) feux <ul style="list-style-type: none">• Cuisinière tout gaz 6120 - 6510 - 6520• Cuisinière tout gaz 6540 Inox Cuisinières tout gaz (05) feux <ul style="list-style-type: none">• Cuisinière tout gaz 8210	
CLIMATISEURS <ul style="list-style-type: none">• Climatiseur "Type fenêtre" 12000 - 15000 - 18000 BTU• Climatiseur "Split system" 7000 - 9000 - 12000 -18000 - 24000 BTU	
MACHINE A LAVER 7Kg	
CHAUFFE EAU 10 l <ul style="list-style-type: none">• Gaz Naturel• Gaz Butane	

II. Etude de l'existant

II.1. Présentation de l'unité froid : (site 1)

C'est l'une des unités de production du complexe AEM de Tizi Ouzou, elle est composée de trois lignes de production

- Une ligne de réfrigérateurs petit modèle ;
- Une ligne de réfrigérateurs grand modèle ;
- Une ligne congélateurs bahut et de réfrigérateurs de 520 litres.

L'organisation de cette unité est donnée dans l'annexe I; organigramme de l'UF.

Sa mission principale est de fabriquer, assembler et développer les produits de froid domestique.

II.2. Présentation de l'atelier REF PM

L'atelier de montage des réfrigérateurs petit modèle est le plus ancien des ateliers de production de l'ENIEM. Les modèles fabriqués sous licence Bosch (Allemagne) en 1977 sont :

- Réfrigérateurs 160 Litres - 1 porte 2 étoiles (voir Annexe II)
- Réfrigérateurs 240 Litres - 1 porte 2 étoiles (voir Annexe II)

Les principales fonctions de l'atelier sont : la réception, la préparation, le moussage, le montage et le contrôle.

II.2.1. La réception

Les matières premières utilisées dans l'atelier REF PM peuvent être classées en deux catégories selon leur origine :

- **Les pièces préfabriquées** : ces pièces proviennent des autres ateliers de l'ENIEM ; les ateliers amonts de l'atelier REF PM sont les suivants : (voir l'annexe III)
 - **L'atelier peinture** : cet atelier fournit les portes, les parois latérales, le condenseur, l'évaporateur, les tôles frontales inférieures et supérieures, les charnières inférieures et supérieures.

- **L'atelier plastique :** le portillon, le bac à légumes, le bac d'écoulement, les œufriers, les volets, les casiers à bouteilles, les boîtiers thermostat, les douilles, le support évaporateur, la table top, le bandeau, le styroport, les pieds, la raclette de dégivrage, l'enjoliveur inférieure et le bac de glace sont fournis de cet atelier.
- **L'atelier presse :** cet atelier est l'origine des renforts, des rails support et de la traverse.
- **L'atelier pièces métalliques :** cet atelier fournit la clayette revêtue et de l'évaporateur.
- **L'atelier thermoformage :** les pièces fournies par cet atelier sont la cuve intérieure et la contre porte.
- **Les pièces d'achat :** les pièces d'achat sont les suivantes : le compresseur, le thermostat, l'évaporateur, le joint, les produits moussants, les baguettes de soudage, le papier aluminium, les rubans adhésifs, le câble secteur, la douille de montage de lampe, le ressort de porte congélateur, les volets, la plaque de verre, la moulure pour la plaque de verre, le carton d'emballage.

Remarque

Tout transfert de pièce préfabriquée d'un atelier vers un autre doit être accompagné d'une fiche suiveuse établie par l'inspecteur produit pour confirmer la conformité des pièces fournies.

Toutefois si l'atelier situé en aval (récepteur) constate un taux d'anomalie élevé, il procède au renvoi des pièces en question à l'atelier d'origine (amont)

Problèmes constatés

-le taux de pièces non conformes dans les pièces préfabriquées reçues des autres ateliers est important ;

-Le transfert des pièces d'un atelier à un autre occasionne beaucoup de dégradation des pièces, surtout les pièces fragiles telles que la cuve thermoformée et les portes peintes ;

-Les chariots ne répondent pas aux exigences ergonomiques de base et sont de plus fortement détériorés ;

- les opérateurs utilisent les pièces des lots reçus sans se soucier de la présence ou non de la fiche suiveuse ;
- les zones de rebut et de stockage sont parfois confondues ce qui peut entrainer les opérateurs à l'utilisation de pièces défectueuses ;
- Absence de contrôle bien rigide à la réception.

II.2.2. La préparation

Les pièces préfabriquées acheminées des différents ateliers vont subir quelques opérations de préparation pour le montage final. On peut citer les préparations suivantes :

➤ Fabrication de l'ensemble compresseur

A l'entrée de ce processus on a des caisses contenant des compresseurs, l'opérateur dans ce poste est chargé de préparer le condenseur pour le livrer à la chaîne de montage en tant qu'un ensemble compresseur fini.

Les différentes étapes de préparation de l'ensemble compresseur sont détaillées dans le processus suivant :

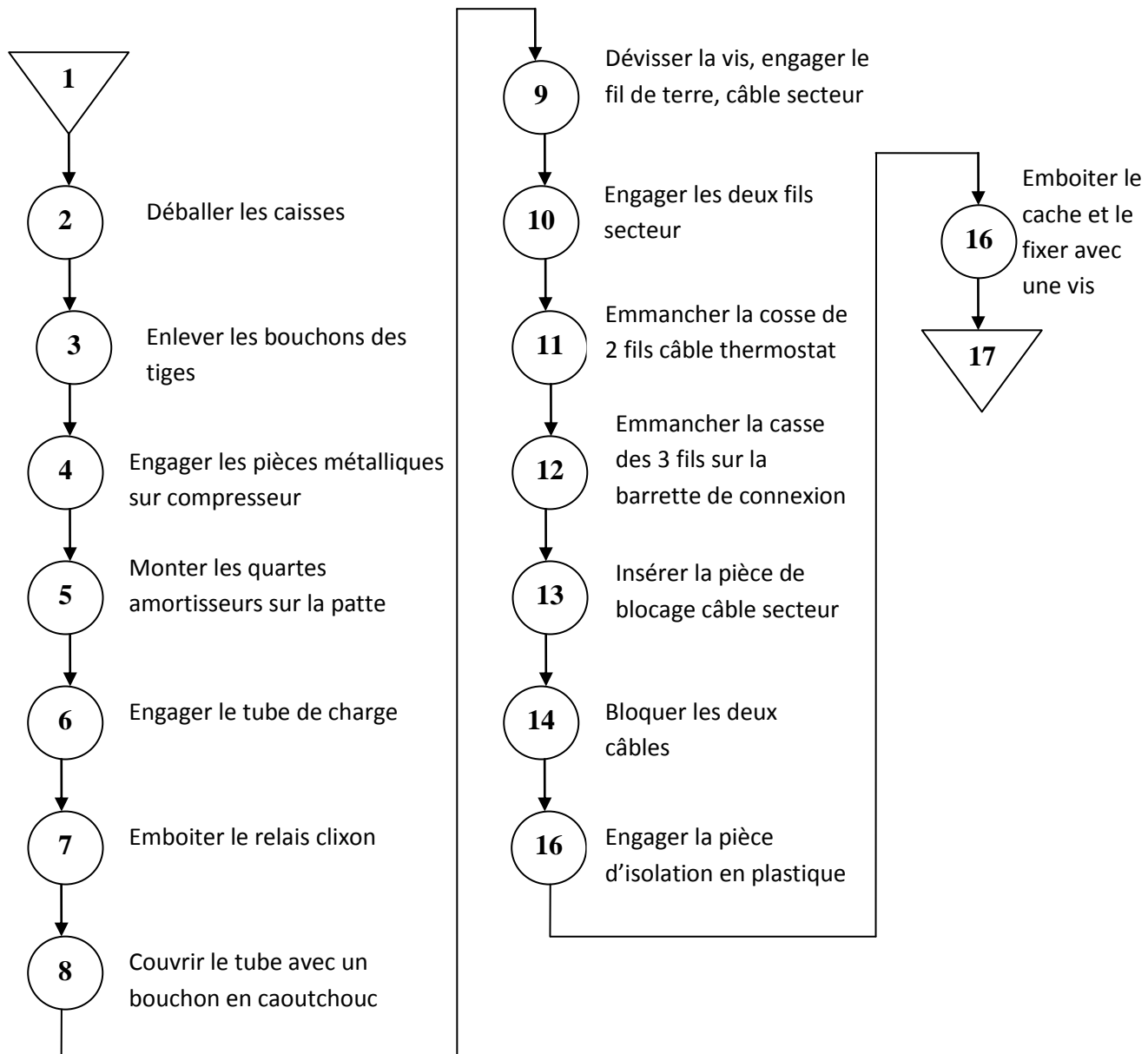


Figure 2: Processus de fabrication de l'ensemble compresseur

➤ Fabrication de l'évaporateur fini

L'atelier pièce métallique fournit les plaques métalliques à l'atelier REF PM qui vont subir des opérations de préparation permettant d'obtenir un évaporateur fini prêt à être monté dans le réfrigérateur.

Ci dessous sont décrites les différentes opérations de préparation :

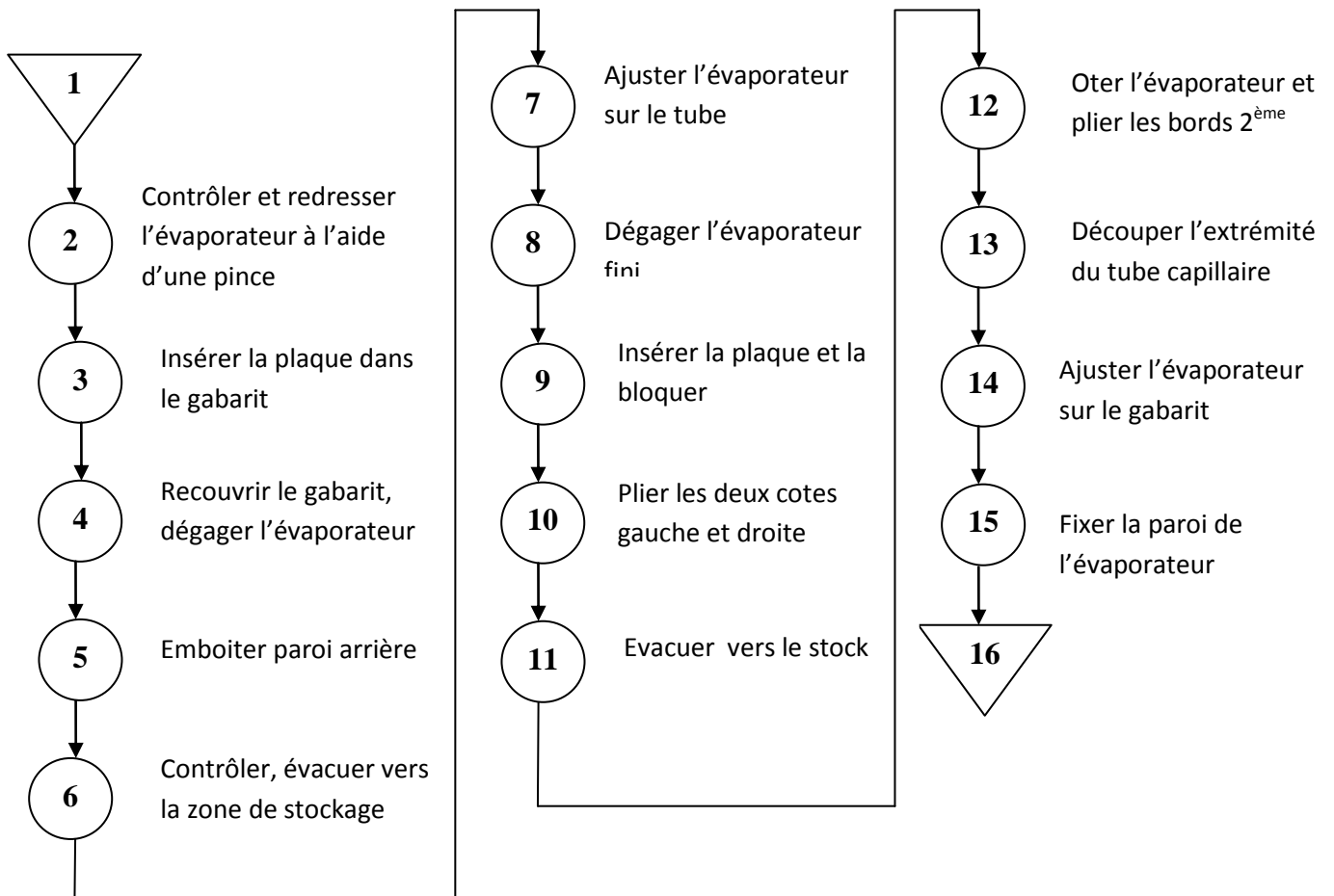


Figure 3: Processus de fabrication de l'évaporateur fini

➤ **Fabrication de l'ensemble condenseur**

A la réception des condenseurs, un opérateur est chargé de le préparer pour être ensuite monté dans le réfrigérateur.

Le processus de fabrication de l'ensemble condenseur est schématisé comme suit :

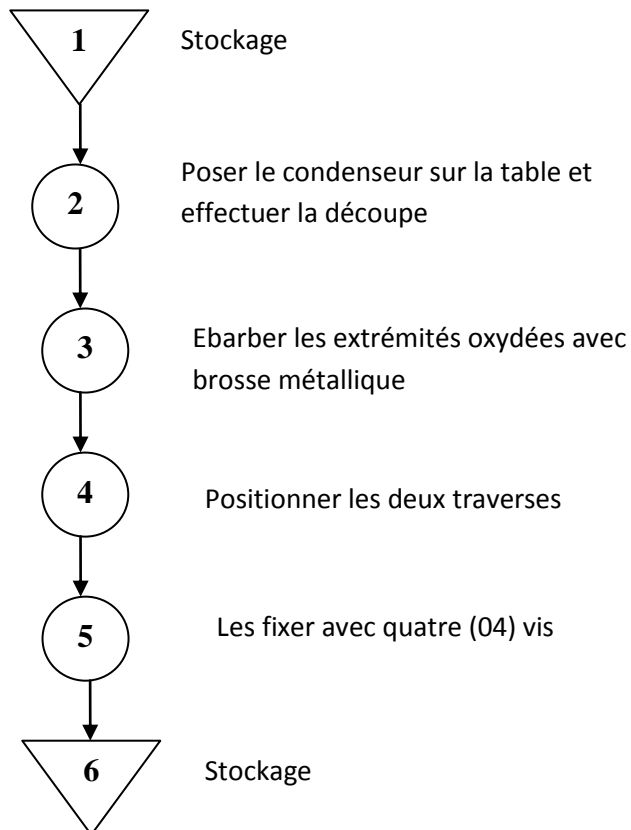


Figure 4: Processus de fabrication de l'ensemble condenseur

➤ **Fabrication de la porte finie**

Ce processus permet d'obtenir à la sortie une porte finie qu'on envoi vers le moussage.

Les différentes opérations de préparation sont illustrées sur la figure ci après

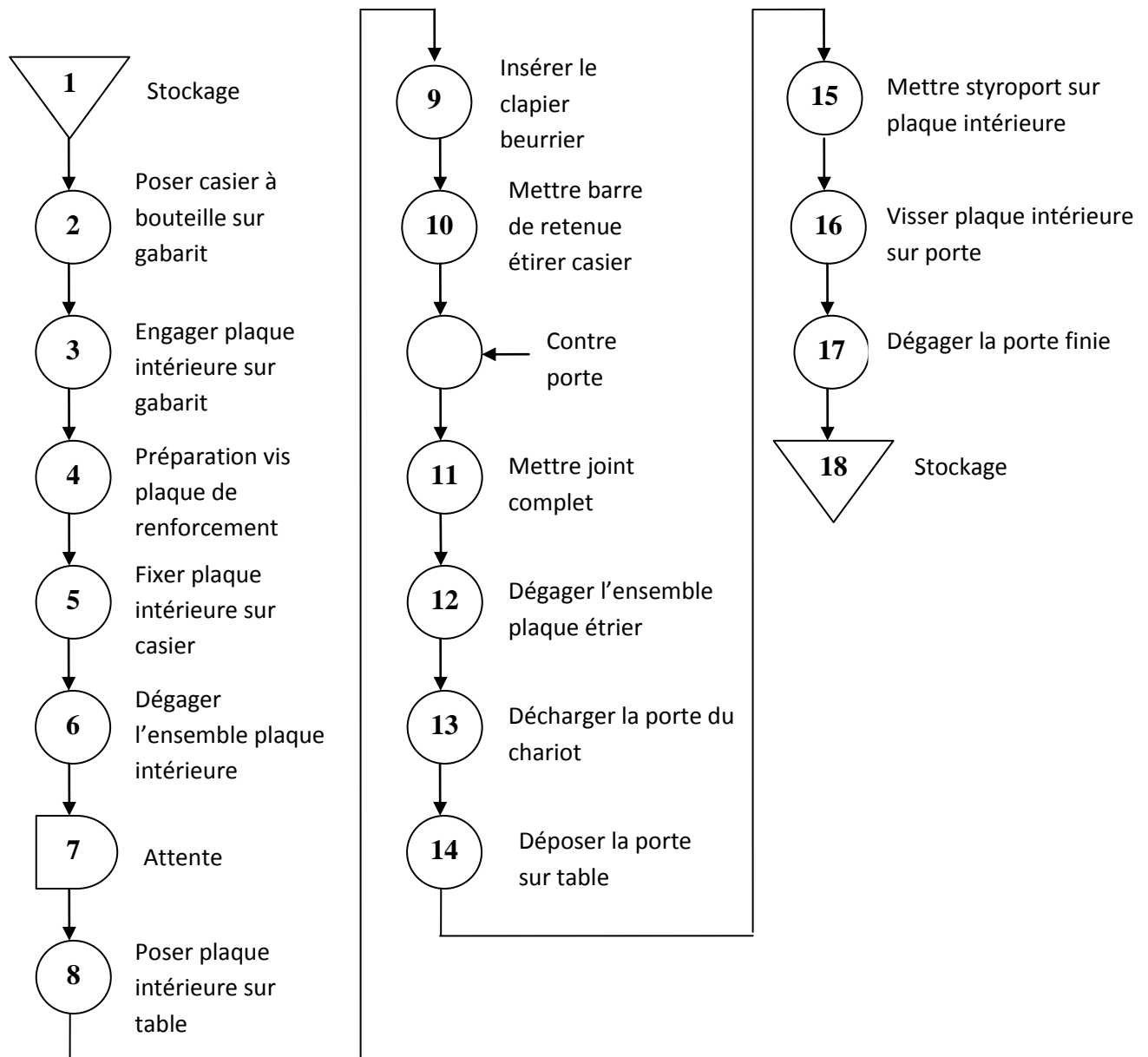


Figure 5: Processus de fabrication de la porte finie

➤ **Réalisation de revêtement complet papier**

Le revêtement papier est une sorte de cuve extérieure réalisé avec du papier (une face en aluminium, l'autre face en papier) qu'on dépose sur le dos de la cuve pour obtenir une cuve expansée.

Le processus de réalisation de revêtement complet est le suivant :

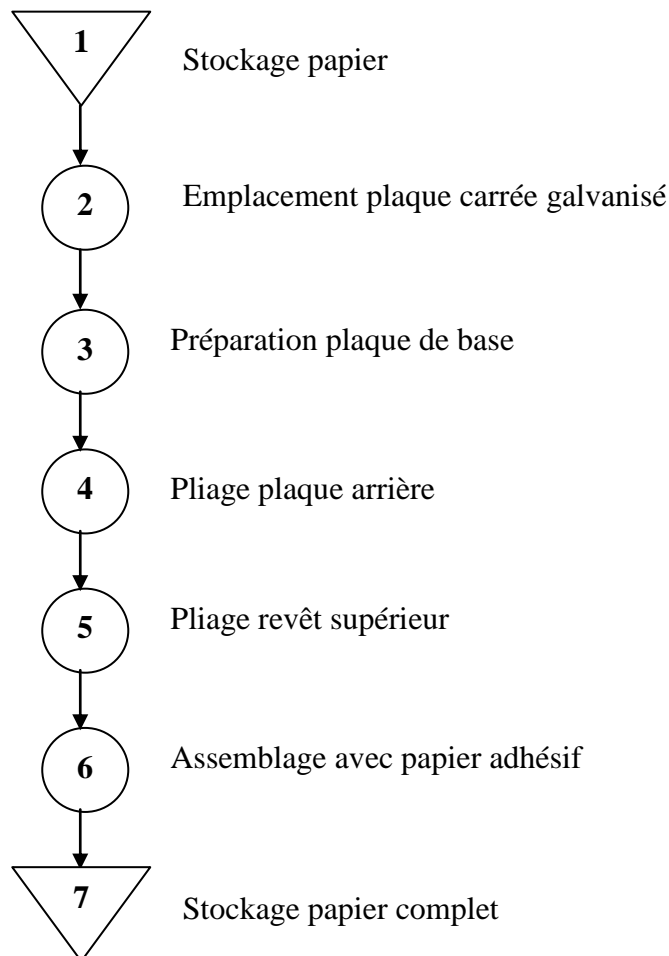


Figure 6: Processus de réalisation de revêtement complet papier

➤ **Réalisation de la cuve complètement équipée**

La cuve complètement équipée est réalisée à partir de l'assemblage de la cuve acheminée de l'atelier de thermoformage et du revêtement papier réalisé au parallèle. La cuve ainsi obtenue est envoyée vers le moussage.

Le processus de réalisation de la cuve complètement équipée est donné comme suit :

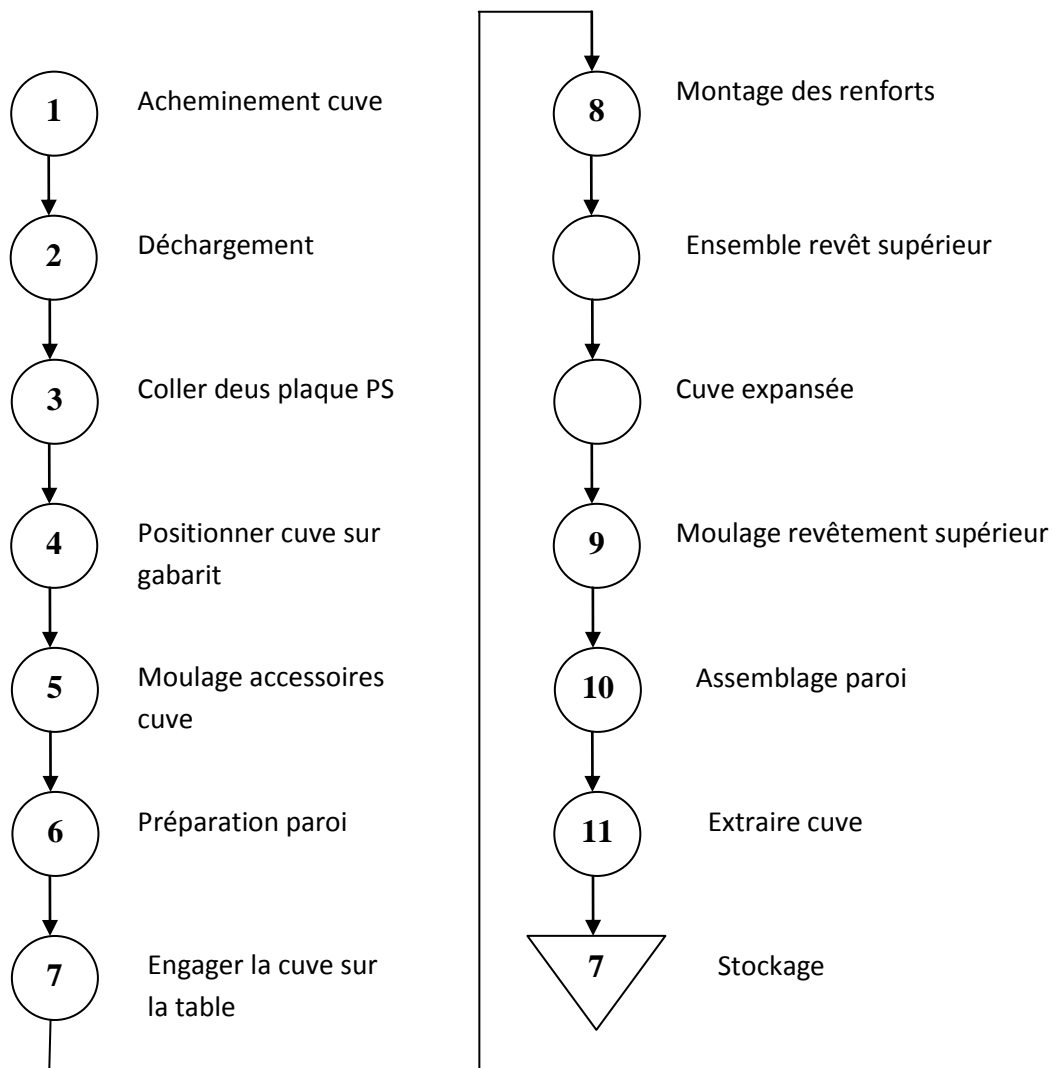


Figure 7: Processus de réalisation de la cuve complètement équipée

Remarques

Les différents postes de préparation cités ci-dessus alimentent la chaîne principale montage. Quelques carences concernant la préparation ont été constatées durant notre stage, on peut citer :

- Le désordre, les allées sont encombrées de produits en cours ; de ce fait, certaines pièces subissent des chocs. ;

-Chacun cherche à produire plus vite, pour se libérer plus tôt et se reposer, sans se préoccuper des défauts possibles sur le produit ;

-Certains postes de travail sont mal éclairés, ce qui rend difficile le positionnement précis des pièces.

-Les instructions de travail ne sont pas présentes dans tous les postes, sinon mal interprétées dans le cas contraire.

-Absence de formation, et manque de maîtrise des tâches.

II.2.3. Le moussage

L'atelier est équipé de deux installations de moussage ; une pour le moussage de la porte finie et l'autre pour le moussage de la cuve complètement équipée.

Sur la machine de moussage on ne peut effectuer le moussage qu'à une seule porte à la fois, par contre celle de l'armoire a une capacité de huit (08) cuves à la fois.

Remarques :

Les opérations de moussage sont à l'origine de beaucoup de non-conformité constatées à la sortie du moussage en tant que rebut. (Voir annexe IV)

On peut citer les constats suivants :

- Machine mal préparée, la machine doit atteindre un certain degré de température pour pouvoir lancer le moussage.
- Les cuves ne sont pas préparées conformément pour pouvoir subir les opérations de moussage.
- Les machines de moussages sont obsolètes, et le maintien de celle-ci n'est pas une priorité.

II.2.4. Montage final

Le montage final commence dès que la cuve ou l'armoire sort du moussage et subit un contrôle de conformité et une opération de nettoyage.

Il s'agit ici plus d'opérations de vissage des différentes pièces et accessoires qu'on aurait déjà acheminé vers la chaîne principale, et vers la fin de la chaîne on retrouve une succession de contrôleurs vérifiant la conformité de certaines caractéristiques du produit

Remarques

- La culture du contrôle à posteriori fait que les opérateurs de production ne se soucient pas de la qualité de leur travail ;
- La politique de contrôle établie fait que tous les produits subissent toutes les opérations de contrôle jusqu'à la fin de la chaîne même si un défaut a été détecté au premier contrôle ce qui fait ajouter de la valeur à des produits susceptibles d'être rejetés à la fin de la chaîne ;
- La communication entre les différents services est insuffisante. C'est ainsi que les inspecteurs qualité se plaignent de recevoir du montage des mauvaises pièces, alors que les opérateurs de montage sont persuadés qu'ils font du bon travail ;
- Les outils utilisés pour le contrôle ne sont pas fiables, on cite par exemple l'utilisation de la main pour tester le froid du réfrigérateur au lieu d'un thermomètre ;
- Absences de réunion pour envisager des actions préventives traitant les racines du problème ;
- Certains postes de travail sont mal éclairés, ce qui rend difficile le positionnement précis des pièces ;
- Absence de formation.

III. Problématique

III.1. Cadre du projet

Notre projet concerne l'atelier de montages des réfrigérateurs petit modèle (160L et 240L). Cet atelier est le plus ancien des ateliers de montage des réfrigérateurs au sein de l'ENIEM, les méthodes de travail sont très dépassées et la majorité des tâches se font à la main (assemblage et acheminement de pièces).

III.2. Problématique

Notre projet porte sur «**l'amélioration des méthodes de contrôle qualité**».

Cette problématique a été le résultat des réflexions autour du besoin mais surtout des manques constatés dans l'atelier de production des réfrigérateurs petit modèle et qui ont pour conséquence la production de la non-qualité.

Lors des différentes visites effectuées au début du stage qui avaient comme objectif la définition du projet, les responsables ont beaucoup parlé sur les problèmes de qualité. On a fini par proposer notre solution qui sera détaillé dans ce qui suit.

III.3. La démarche adoptée

Le problème étant un écart entre une situation souhaitée et une situation réelle et sa résolution consiste à réduire, voir annuler cet écart.

La résolution de tout problème passe globalement par les étapes suivantes :

1. Définition et localisation du problème et analyse de ses causes.
2. Elaboration et mise en place du plan d'action qui permet de résoudre le problème.
3. Vérification des résultats des actions d'amélioration entreprises
4. Corriger les solutions proposées si nécessaire.

Pour atteindre les objectifs fixés, et répondant à cette logique de résolution de problème, la démarche que nous avons entreprise s'est finalement scindée en 4 grandes phases :

PHASE1 : Diagnostic et analyse de l'existant

PHASE2 : Elaboration d'un plan d'action

PHASE3 : Vérification et validation des propositions d'amélioration

PHASE4 : Préparation et suivi de la mise en place du plan d'action

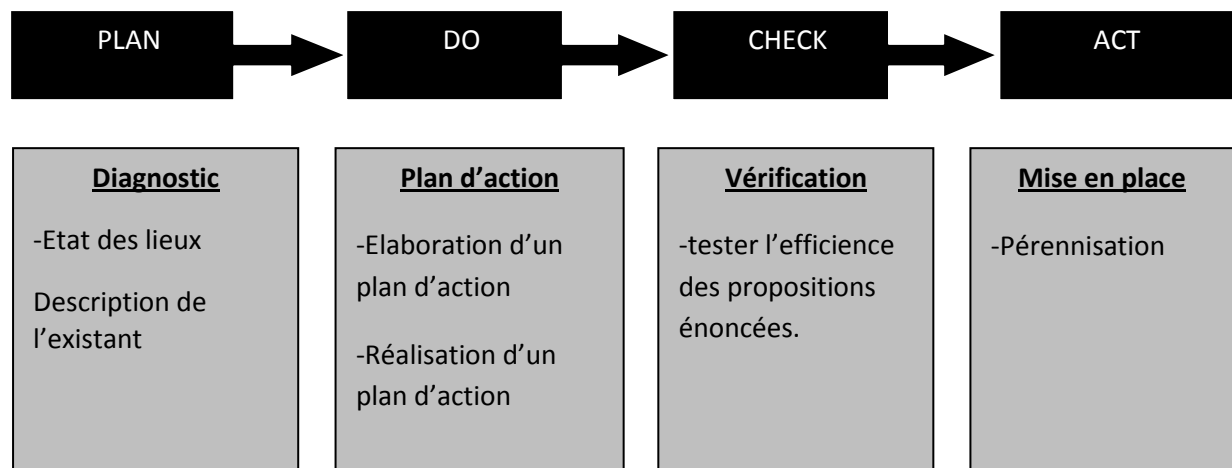


Figure 8: Schématisation du processus de résolution de problème.

1) Diagnostic

Avant de commencer toute action globale, il est nécessaire de faire un état des lieux.

Un diagnostic a généralement quatre objectifs :

1. Comprendre le fonctionnement du système diagnostiqué.
2. Récolter un maximum de données et d'indicateurs permettant de caractériser l'état actuel.
3. Faire une analyse de l'état actuel.
4. Extraire de l'analyse, les causes du, ou des problèmes, et les leviers d'interventions qui permettront d'agir sur ces causes.

2) Elaboration de propositions d'action

L'analyse de la situation actuelle permet de relever un ensemble de situations en contradiction avec l'objectif visé ou tout simplement en contradiction avec une logique de gestion de production.

3) Vérification et validation

La comparaison entre deux situations permet de vérifier laquelle des deux est plus efficace que l'autre.

Les résultats observés dans l'atelier de montage grand modèle nous permettent de juger quelques actions indispensables pour le cas de l'atelier REF PM.

4) Mise en place et suivi du plan d'action

La mise en place du plan d'actions nécessite un suivi de la part de l'équipe qui l'a mis en place.

Nous allons élaborer une carte de contrôle pour le suivi du taux de non-conforme au niveau du moussage ainsi qu'un plan d'action.

Chapitre deuxième

Généralités

I. Définitions

I.1. La qualité : (Laboucheix, 1990)

la qualité est définie comme « Ensemble des caractéristiques d'une entité qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites ».

Une entité peut être :

- ♦ Une activité ou un processus.
- ♦ Un produit.
- ♦ Un organisme, un système ou une personne.
- ♦ Une combinaison de l'ensemble ci-dessus.

L'aptitude peut être caractérisée par :

- ♦ Les performances.
- ♦ La sûreté de fonctionnement : "ensemble des propriétés qui décrivent la disponibilité et les facteurs qui la conditionnent : fiabilité, maintenabilité et logistique de maintenance".

Les besoins sont de deux types :

- Exprimés : ce sont les besoins exprimés par le client dans un contrat ou une demande.
 - Implicites : ce sont les besoins latents chez un grand nombre d'utilisateurs potentiels.
- Ces besoins sont définis par un producteur après une étude de marché.

I.2. La non qualité : (Boulfani et Slougui, 2003)

La qualité est définie comme étant « l'aptitude à satisfaire un besoin défini ou potentiel ». La non qualité est par conséquent l'inaptitude à satisfaire ce besoin.

La non-qualité est engendrée par l'incapacité de l'entrepreneur à réaliser un produit conforme aux besoins exprimés ou ressentis.

I.3. Contrôle de la qualité : (Duret, 1998)

Les moyens de conception, de fabrication et de distribution n'étant pas parfaits, cela engendre automatiquement des défauts sur le produit qui se traduiront par des pertes. Ces pertes peuvent être quantifiables :

- En interne par, le nombre de pièces rebutées, retouchées ou déclassées.
- En externe par, la garantie client avec répartition ou remplacement.

Pour diminuer ces pertes, on va investir :

1. En contrôle : "c'est l'action de mesurer, examiner, essayer, passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'un produit ou service et de les comparer aux exigences spécifiques en vue d'établir leur conformité".
2. En prévention : formation du personnel, actions préventives, écriture de procédures, maîtrise statistique des procédés,...

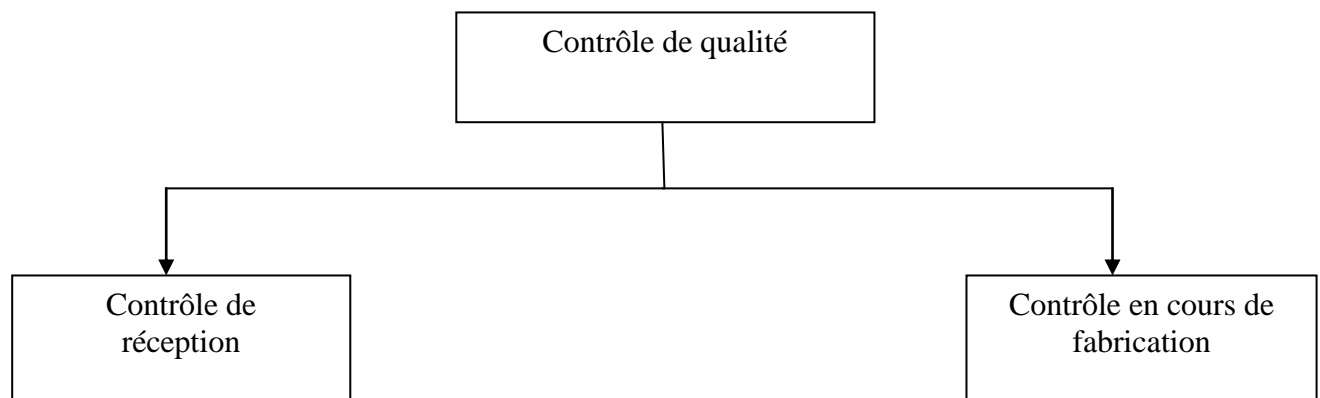


Figure 09 : Types de contrôle qualité

I.3.1. Le contrôle de réception : (Pillet et Duret, 2005)

Le contrôle de réception est un contrôle qui est effectué sur des lots de pièces, ensembles ou sous-ensembles en provenance des ateliers, de l'usine, des fournisseurs ou des sous-traitants. Il est exécuté sur des lots de pièces dont une opération de fabrication est terminée, c'est-à-dire:

- contrôle avant opération suivante ;
- contrôle avant entrée au magasin ;
- contrôle d'une livraison de fournisseur.

Son rôle est multiple :

- décider de l'acceptation ou du refus d'un lot ;
- juger un procédé de fabrication à partir des résultats trouvés et tirer le maximum d'informations ;
- suivre la qualité obtenue afin d'intervenir avec le maximum d'efficacité ;
- s'assurer de la qualité produite par le fournisseur (politique «assurance qualité fournisseur »).

I.3.2. Contrôle en cours de fabrication (Souvay, 1996)

Pour qu'une fabrication soit rentable il est nécessaire que la proportion d'articles non conforme soit aussi faible que possible. Le but principal du contrôle de qualité en cours de fabrication est la détection des dérèglages éventuels du processus de fabrication afin d'aider à empêcher la fabrication des pièces défectueuses et d'analyser les opérations en vue de déterminer les causes.

Les différentes méthodes utilisées pour le contrôle consiste essentiellement à :

- Connaître la variabilité du processus (machine).
- Effectuer des prélèvements convenables de façon à effectuer les réglages nécessaires.

Termes relatifs au système qualité : [INAPI, 96]**II.1. Management de la qualité**

" Ensemble des activités de la fonction générale de management qui détermine la politique qualité, les objectifs et les responsabilités, et les met en œuvre par des moyens telles que la planification de la qualité, la maîtrise de la qualité, l'assurance de la qualité, l'amélioration de la qualité dans le cadre du système qualité".

II.2. La politique qualité

" Orientation et objectifs généraux d'un organisme concernant la qualité, tels qu'ils sont exprimés formellement par la direction au plus haut niveau".

II.3. La planification de la qualité

" Activités qui déterminent les objectifs et les exigences pour la qualité, ainsi que les exigences pour la mise en œuvre du système qualité". Il s'agit de :

- ♦ Définir les objectifs et les exigences de qualité au niveau du produit (situation par rapport à la concurrence) ;
- ♦ Préparer la mise en œuvre du système qualité ;
- ♦ Elaborer des plans qualité ;
- ♦ Améliorer la qualité (accroître l'efficacité du processus en interne et en externe pour le client).

II.4. La maîtrise de la qualité

"Technique et activités à caractère opérationnel utilisées pour satisfaire aux exigences de la qualité". Consiste à écrire dans chaque service, les procédures opérationnelles ayant une incidence sur la qualité. Ces procédures permettent d'éviter de l'exploitation du système qualité.

La maîtrise de la qualité vise :

- La conformité des produits ;
- Le professionnalisme : bien faire du premier coup ;
- Le souci de quantifier : faire les mesures pour se situer par rapport aux objectifs intermédiaires et finaux ;

II.5. L'assurance qualité (Pillet et Duret, 2005)

L'assurance de la qualité est définie comme la probabilité d'obtenir des produits correspondant au niveau de qualité requis.

La confiance que l'on peut avoir dans un projet ou dans une fabrication augmente lorsque les précautions sont accrues et les risques limités. Elle s'appuie sur une organisation, matérialisée par un manuel qui a pour but de prouver l'obtention de la qualité que l'on est en droit d'attendre.

Notons également, que dans le terme assurance, il y a la notion d'investissement préventif, destiné à garantir le succès de l'opération.

Il appartient au client de vérifier que le référentiel et l'organisation d'assurance qualité proposés par le fabricant sont compatibles avec ses besoins.

II.6. L'amélioration de la qualité (Pillet et Duret, 2005)

"Actions entreprises dans toute l'entreprise, en vue d'accroître l'efficacité et le rendement des activités et des processus pour apporter des avantages accrus à la fois l'entreprise et ses clients".

II.7. Le système qualité (Pillet et Duret, 2005)

"Ensemble consiste de l'organisation, des procédures, des processus et des moyens nécessaires pour mettre en œuvre le management de la qualité".

Le système qualité est conçu pour répondre aux besoins des clients, tout en servant à protéger les intérêts de l'entreprise.

II. Outils statistique

Cependant, le système qualité n'est pas suffisant pour obtenir seul des produits de bonne qualité. Il faut également des outils, souvent très simples, connus de tous, qui permettent la résolution des problèmes quotidiens de l'entreprise. Nous présenterons dans ce chapitre les outils de base de la résolution de problèmes qui facilitent le travail de groupe et qui sont indispensables à tous les groupes de progrès.

Les sept outils de base (Pillet et Duret, 2005)

Il existe plusieurs variantes dans l'identification des sept outils de base, généralement on trouve :

- La feuille de relevés ;
- Le diagramme de concentration de défauts ;
- L'histogramme ;
- Le diagramme en arête de poisson ;
- Le diagramme de corrélation ;
- Le diagramme de Pareto ;
- La carte de contrôle.

Le principe de base est simple, pour comprendre, il faut voir. C'est pour cela que tous les outils sont des outils graphiques. Ces outils ont pour but de :

- donner des moyens simples à tous les membres de l'entreprise pour résoudre les problèmes ;
- pouvoir être utilisés par l'ensemble du personnel de l'entreprise ;
- être adaptés au travail de groupe, car ils sont visuels et consensuels.

II.1. Feuille de relevée (Pillet et Duret, 2005)

Toute action d'amélioration doit être engagée sur des données – si possible – chiffrées. Cela permet de raisonner sur des faits objectifs et non des impressions. La feuille de relevés permet de faciliter et de formaliser la saisie des informations sur le poste de travail. Plusieurs modèles de feuilles de relevés peuvent être conçus à partir des critères de conception suivants :

- la facilité du relevé pour l'opérateur ;
- la facilité de lecture des relevés ;
- la facilité d'archivage.

Elle remplit les fonctions suivantes :

- 1) Vérification de la distribution dans le processus de production ;
- 2) Vérification des pièces défectueuses ;
- 3) Localisation des défauts ;
- 4) Cause des défauts ;
- 5) Contrôle final

Voici un exemple de feuille de relevée :

Type de circuit : Date :		
Numéro du lot : Atelier :		
Taille de l'échantillon		Contrôleur :M
Type de défauts	Nombre de non-conformités	
Fuites de brasures	HHH \\\	8
Fuites soudures Argon	HHH HHH	10
Défauts de charges	HHH	9
Autres	HHH	5
Totale		32

Figure 10. Feuille de relevée

II.2. Diagramme de concentration de défauts (Pillet et Duret, 2005)

Ce diagramme joue un peu le rôle d'une feuille de relevés. Il permet de visualiser rapidement les points faibles d'un produit. Chaque fois qu'une défaillance apparaît sur un produit, on marque l'endroit sur un dessin par un point. Il a pour fonction faire apparaître les faiblesses ou les points faibles du produit.

II.3. Histogramme

a) Principe (Pillet et Duret, 2005)

L'histogramme permet de présenter des données graphiquement en faisant apparaître des barres proportionnelles à la fréquence d'apparition d'une valeur à l'intérieur d'une classe. L'utilisation régulière des histogrammes permet de faire apparaître les problèmes facilement et les résultats seront plus compréhensibles que s'ils sont représentés par des rangées de chiffres. Les histogrammes sont souvent utilisés pour surveiller la précision des machines ou étudier des caractéristiques de processus. Ils peuvent aussi être utilisés efficacement dans toutes les activités de groupe de qualité. Pour qu'un histogramme soit exploitable, il faudrait au minimum utiliser 30 valeurs.

b) Exploitation de l'histogramme (Duret, 1998)

Les histogrammes sont utilisés pour la:

- Détermination de l'allure ou de la nature de la distribution.
- L'analyse de l'histogramme répond à plusieurs questions tel que:
 - Quelle est la dimension et la fréquence?
 - Quelle est l'importance de la distribution?
 - La distribution est-elle symétrique ou asymétrique ?
 - Y a-t-il un seul maximum ?
 - Y a-t-il des classes isolées ?

En d'autres mots : quelles sont les caractéristiques du produit ?

L'histogramme offre alors une base à la réflexion. Il est possible de refaire l'histogramme après avoir pris des mesures correctives.

- Détermination des rapports avec des spécifications. L'histogramme permet de déterminer le pourcentage de produits hors spécification (limites spécifiques à

l'entreprise). Pour se faire, on reporte les limites sur l'histogramme et on observe si la moyenne est au centre des spécifications et d'autre part, si la dispersion ne dépasse pas ses limites.

Exemple :

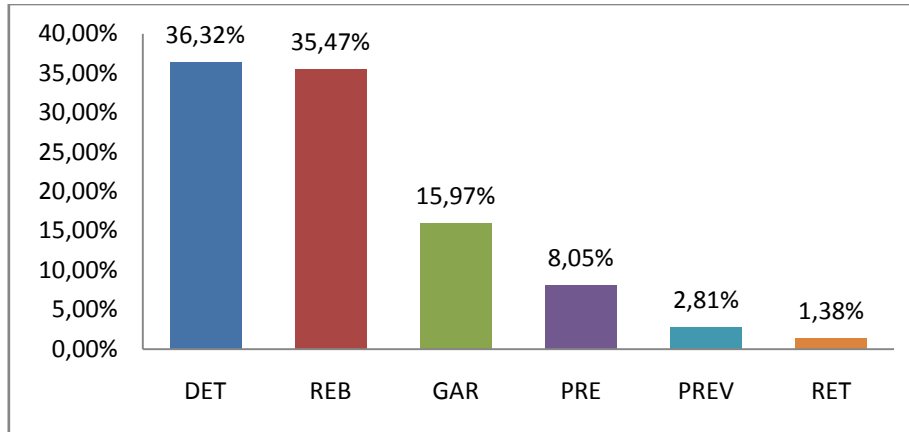


Figure 11. Histogramme des coûts imputables à une mauvaise qualité

III.4 Le diagramme de Pareto (Duret, 1998)

1) Présentation

Le Diagramme de PARETO permet de représenter l'importance relative de différents phénomènes lorsqu'on dispose de données quantitatives.

Il prend la forme d'un graphique qui aide le travail d'analyse, en déterminant l'importance relative des différents faits et en établissant des ordres de priorité sur les causes.

2) But

C'est un outil de visualisation, d'analyse et d'aide à la prise de décision. En soulignant la répartition des faits par ordre d'importance, il permet de faire un choix et de concentrer l'action autour des problèmes à traiter en priorité. Il s'utilise pour des données mesurables, quantitatives.

3) Principe

Le diagramme de Pareto est un diagramme en colonnes, exposant et classant, par ordre décroissant d'importance, les causes d'un problème (par exemple). La hauteur des colonnes est alors proportionnelle à l'importance de chaque cause.

4) Etablissement d'un diagramme de Pareto

Ce diagramme est élaboré en plusieurs étapes :

- Etablir la liste des problèmes (ou causes),
- Décider de l'échelle de temps.
- Quantification de l'importance de chacune des causes,
- Totalise la somme et détermination du pourcentage de chacun par rapport à ce total,
- Classement des pourcentages par valeurs décroissantes, la rubrique "divers" étant toujours en dernier rang,
- Les représenter graphiquement par un diagramme en colonnes, en reportant en abscisse les types de défauts et en ordonnée la fréquence; Les regrouper sous une catégorie "autre". La largeur des colonnes est identique pour tous les types de défauts; la hauteur varie en fonction de la fréquence d'apparition.
- Tracer le graphique des valeurs cumulées, courbe montrant le total cumulé des défauts de tous les types. Pour ce faire, on cumule les pourcentages obtenus pour chaque valeur, jusqu'à atteindre 100 %
- Décrire brièvement l'origine des données sur laquelle le graphique est basé. Il peut être complété par la **courbe des valeurs cumulées**, ou courbe de Pareto, dont les points sont déterminés par l'addition des valeurs des problèmes précédents, jusqu'à obtenir 100%.

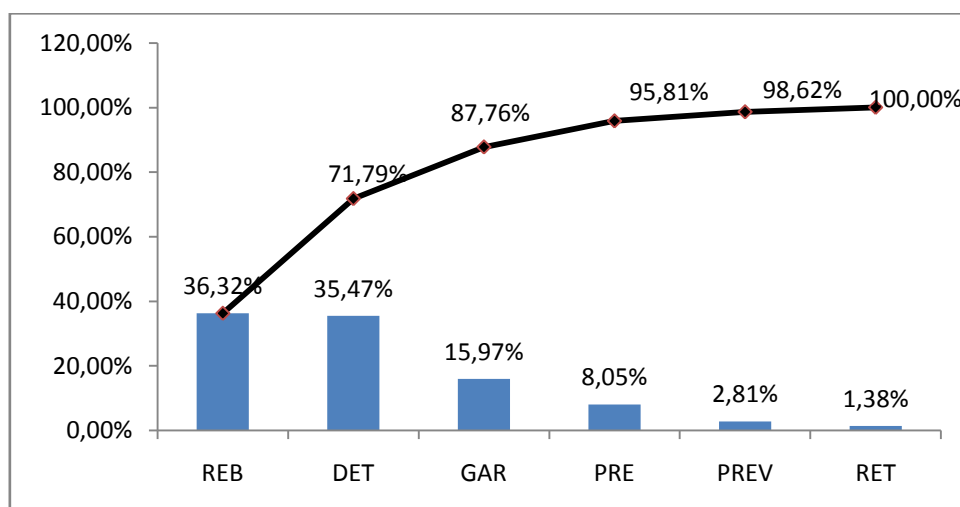


Figure 12. Diagramme de Pareto pour les coûts de non qualité

III. 5. Le diagramme en arête de poisson (Ishikawa, 2007)

L'analyse de Pareto a permis de connaître les problèmes les plus importants. Il faut maintenant identifier les causes. Le diagramme en arête de poisson s'appelle aussi diagramme causes-effets ou diagramme d'ISHIKAWA. Le diagramme en arête de poisson se construit – en règle générale – après un « déballage d'idées » (brainstorming) qui permet de collecter un maximum d'idées. On regroupe sur une figure en forme d'arête de poisson (figure 13) l'ensemble des familles de causes possibles de l'effet étudié. Sur chaque ramification, on note les causes, les sous-causes, etc.

Ce schéma permet au groupe de construire une représentation collective des relations entre les causes et l'effet engendré. Il permet également d'en faire une classification. Cet outil doit être largement utilisé après une phase de déballage d'idées pendant laquelle on a nécessairement quelques redondances. Ce type de schéma permet de classer les idées du groupe, de faire disparaître les redondances et de faire apparaître les éventuels oublis.

Cet outil se présente sous la forme d'arêtes de poisson classant les catégories de causes inventoriées selon la loi des 5 M (matière, main d'œuvre, matériel, méthode, milieu). Il est utilisé pour :

- Comprendre un phénomène, un processus.
- Analyser un défaut; remonter aux causes probables puis identifier la cause certaine.
- Identifier l'ensemble des causes d'un problème et sélectionner celles qui feront l'objet d'une analyse poussée afin de trouver des solutions.
- Il peut être utilisé comme support de formation de communication.
- Il peut être vu comme une base de connaissances.

L'emploi des **6 M** peut économiser un trop long débat :

- **M** comme **M**achines, c'est-à-dire tout ce qui exige un investissement et donc sujet à amortissement. On peut dire aussi Matériel. Locaux, gros outillages, équipements pédagogiques lourds... font parties de cette catégorie.
- **M** comme **M**ain d'œuvre : c'est le personnel, les membres, la hiérarchie... toute personne qui contribue à la marche de l'entreprise
- **M** comme **M**éthodes : la façon de faire, les modes opératoires, les instructions, les programmes, les procédés, écrits ou non, imposés ou non, personnels ou collectifs.

- **M** comme **Matières** : c'est tout ce qui est consommable, les fluides, les matières premières, le papier...
- **M** comme **Milieu** : l'environnement physique et humain, l'ambiance de travail, les contacts avec l'extérieur.
- **M** comme **Maintenance** : Causes relatives aux problèmes d'entretien, fiabilité...

Ce diagramme peut être illustré comme suit :

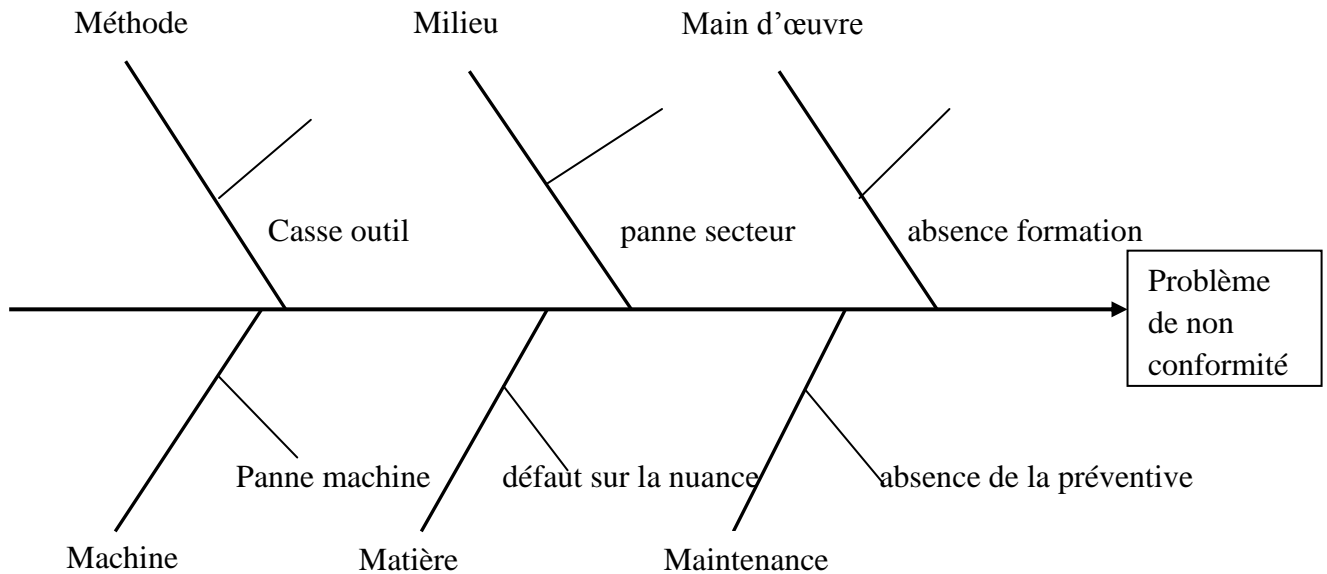
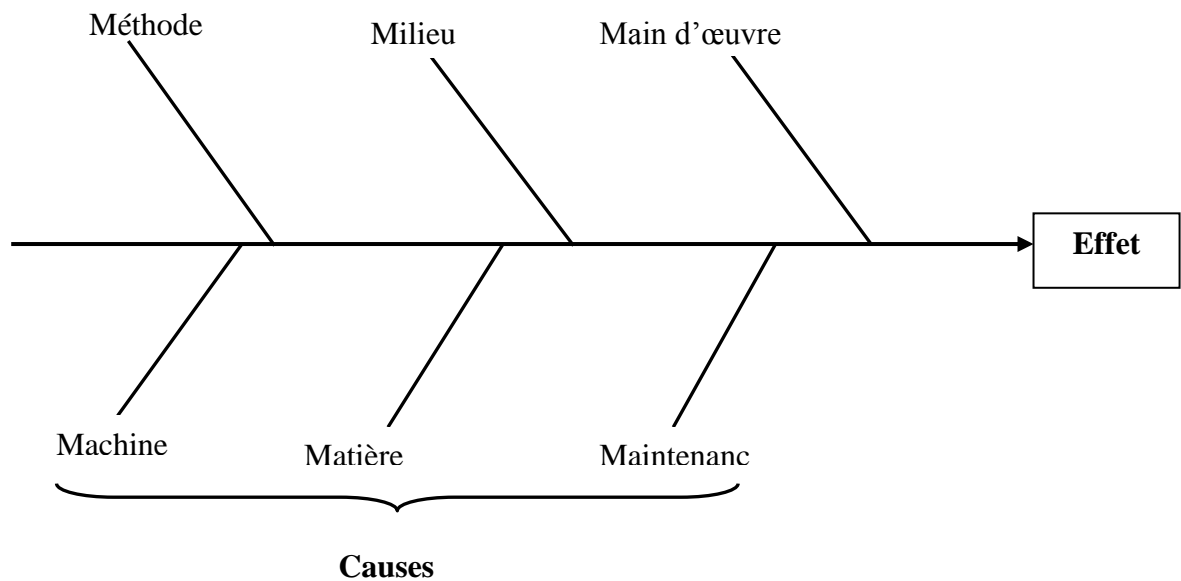


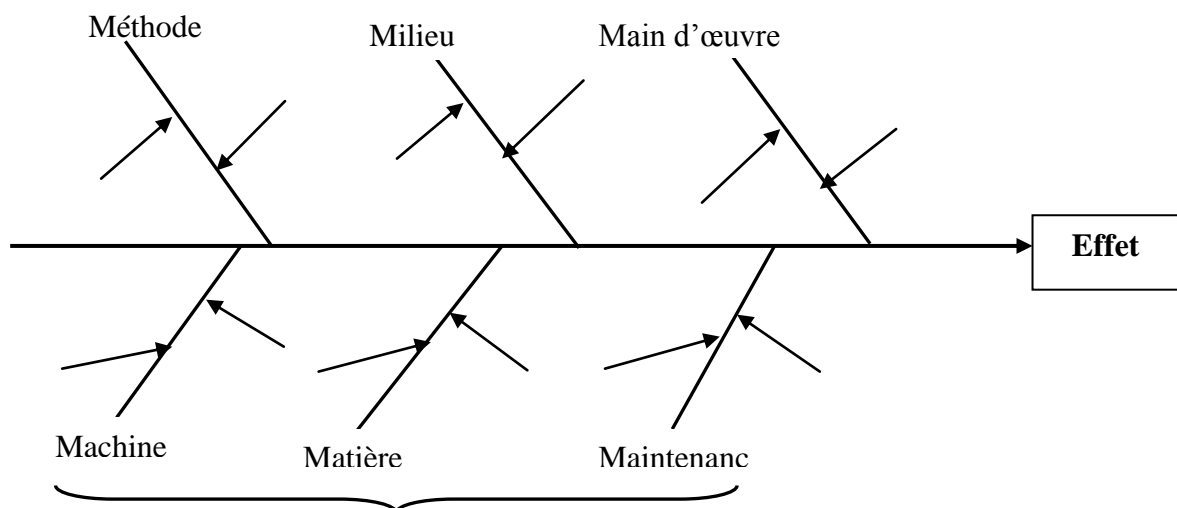
Figure 13. Diagramme d'ISHIKAWA

Le diagramme d'ISHIKAWA se construit en cinq étapes :

- 1) Placer une flèche horizontalement, pointée vers le problème identifié ou le but recherché.
- 2) Regrouper les causes potentielles en familles.
- 3) Tracer les flèches secondaires correspondant au nombre de familles de causes potentielles identifiées, et les raccorder à la flèche principale. Chaque flèche secondaire identifie une des familles de causes potentielles.



- 4) Inscrire sur des minis flèches, les causes rattachées à chacune des familles. Il faut veiller à ce que toutes les causes potentielles apparaissent.



- 5) Rechercher parmi les causes potentielles exposées, les causes réelles du problème identifié. Ce sera notamment la cause la plus probable qu'il restera à vérifier dans la réalité et à corriger. **Les concepts de la maîtrise statistique des procédés (MSP) :**

La MSP permet d'assurer une qualité optimale, par utilisation des outils statistiques. Les objectifs de la MSP sont :

- Donner aux opérations un outil de pilotage des machines.
- Faire le tri entre les situations ordinaires et extraordinaires.

III.6. La carte de contrôle (Pillet et Duret, 2005)

La carte de contrôle est l'élément de base de la maîtrise statistique des procédés (MSP). Le principe de base est de considérer que tout système est soumis à des variations aléatoires qui génèrent une répartition de la caractéristique qui suit une loi normale. Tant que les variations de la sortie peuvent être admises comme des variations statistiques, il n'est pas nécessaire d'intervenir. Dès que ces variations sont supérieures à la limite admissible, on considère que le système n'est plus sous contrôle, il faut intervenir.

1) Causes communes et causes spéciales (Pillet, 1996)

a) Causes communes

Ce sont les nombreuses sources de variation difficilement maîtrisables qui sont toujours présentes à degrés divers dans différents procédés. L'ensemble de ces causes communes forme la variabilité intrinsèque du procédé.

b) Causes spéciales

Ce sont les causes de dispersion identifiables, souvent irrégulières et instables, et par conséquent difficile à prévoir. L'apparition d'une cause spéciale nécessite une intervention sur le procédé. Contrairement aux causes communes, les causes spéciales sont en général peu nombreuses.

2) Comment utiliser les cartes de contrôles (Duret, 1998)

Les étapes de base suivantes seront suivies dans l'utilisation des graphiques de contrôle du processus de production.

- i. **Sélectionner les pièces qui doivent être contrôlées :** Définir en premier lieu quels problèmes doivent être traités et dans quel but.
- ii. **Décider quel type de graphique le plus adéquat sera utilisé.**
- iii. **Préparer un graphique de contrôle de l'analyse du procédé :** enregistrer des données pendant une certaine période de temps ou, encore, utiliser des données du passé pour préparer le graphique.

- iv. **Construire un graphique pour le contrôle de procédé :** supposons que des actions aient été prises pour traiter les causes d'une modification de qualité et que le processus de production soit sous contrôle. Regardons si le produit satisfait aux spécifications de qualité à ce niveau. sur la base de ces conclusions il faut standardiser les méthodes de travail.
- v. **Contrôler le processus de production :** si des anomalies apparaissent sur le graphique, il faut immédiatement en analyser les causes et mettre en place les actions appropriées.
- vi. **Recalculer les lignes de contrôle :** si l'équipement ou si les méthodes de travail sont modifiées, les lignes de contrôle doivent être recalculées. les règles suivantes seront appliquées pour recalculer la position des lignes de contrôle :
 - Les points montrant une anomalie et pour lesquels la cause a été identifiée et corrigée ne doivent pas être inclus dans le nouveau calcul.
 - Les données relatives aux points anormaux pour lesquelles la cause ne peut être trouvée, ou pour lesquelles on ne peut mettre en place des améliorations, seront incluses.

3) Les cartes de contrôle aux attributs : (Casanova, 1999)

Il arrive fréquemment que les conditions de qualité ne soient pas mesurables ou qu'il soit plus pratique ou économique de réaliser un contrôle à l'aide de calibres. On utilise alors une carte de contrôle aux attributs.

Les principales cartes de contrôle aux attributs sont : Carte p, np, c et u :

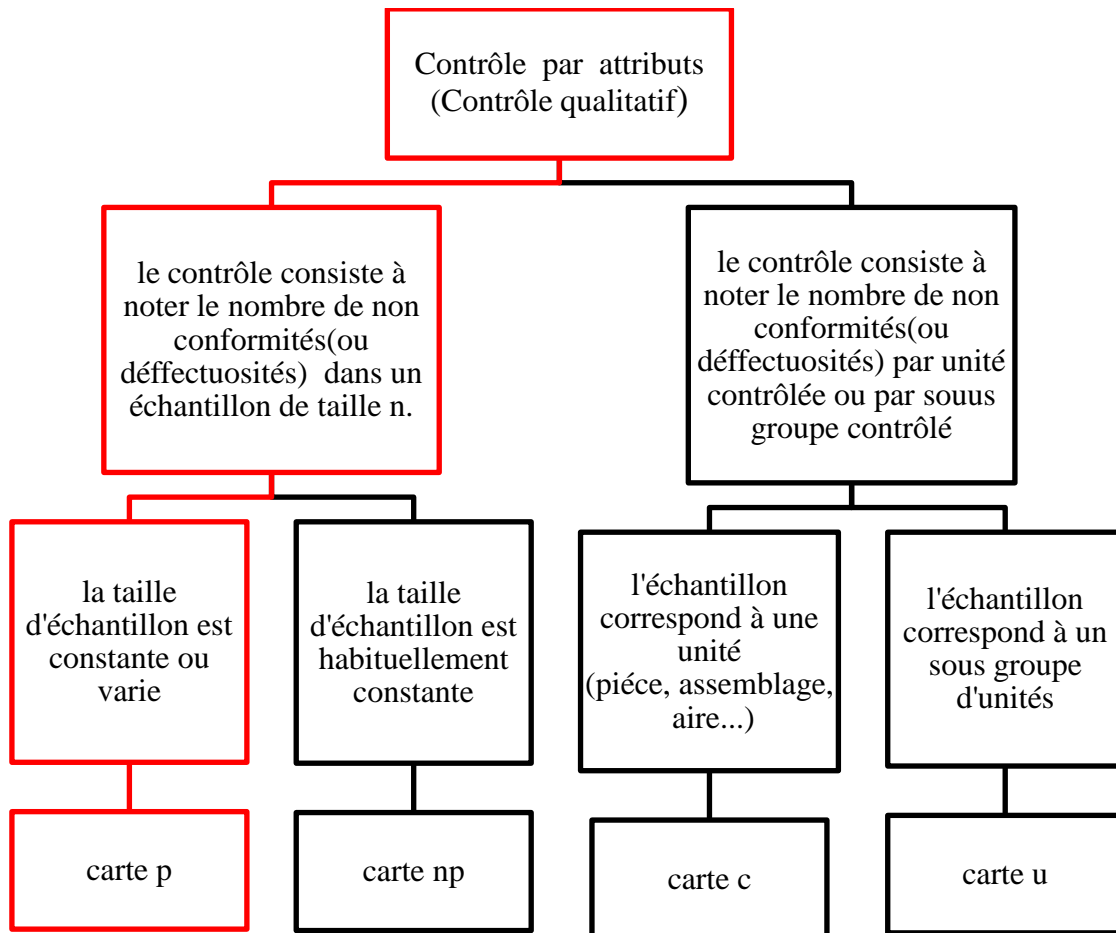


Figure 14. Différents types de carte par attributs

4) Comment tracer un graphique de contrôle P : (Duret, 1998)

Pour tracer ce type de carte on passe par les étapes suivantes :

- **Etape 1**

Recueillir les données. Obtenez le plus possible des données qui vous définissent le nombre de pièces inspectées et le nombre de défectueux. Vous devez disposer d'au moins 20 paires de chiffres.

- **Etape 2**

Grouper les données en sous groupes.

- **Etape 3**

Calculer la proportion des défectueux pour chaque sous groupe, et la transcrire sur la feuille de données. Pour se faire on utilise la formule suivante :

$$P_i = \frac{\text{nombre de défectueux}}{\text{taille du sous groupe (ou taille moyenne des échantillons)}} = \frac{d_i}{n_i(\bar{n})}$$

- **Etape 4**

Trouver la moyenne de la proportion des défectueux

$$\bar{P} = \frac{\text{total des défectueux}}{\text{total inspecté}} = \frac{\sum d_i}{\sum n_i}$$

- **Etape 5**

Calculer les valeurs des limites de contrôle

Ligne centrale LC = P

$$\text{Ligne de contrôle supérieure : LSC} = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n_i(\bar{n})}}$$

$$\text{Ligne de contrôle inférieure : LIC} = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n_i(\bar{n})}}$$

- **Etape 6**

Tracer les lignes de contrôle et reporter les valeurs de \bar{p}

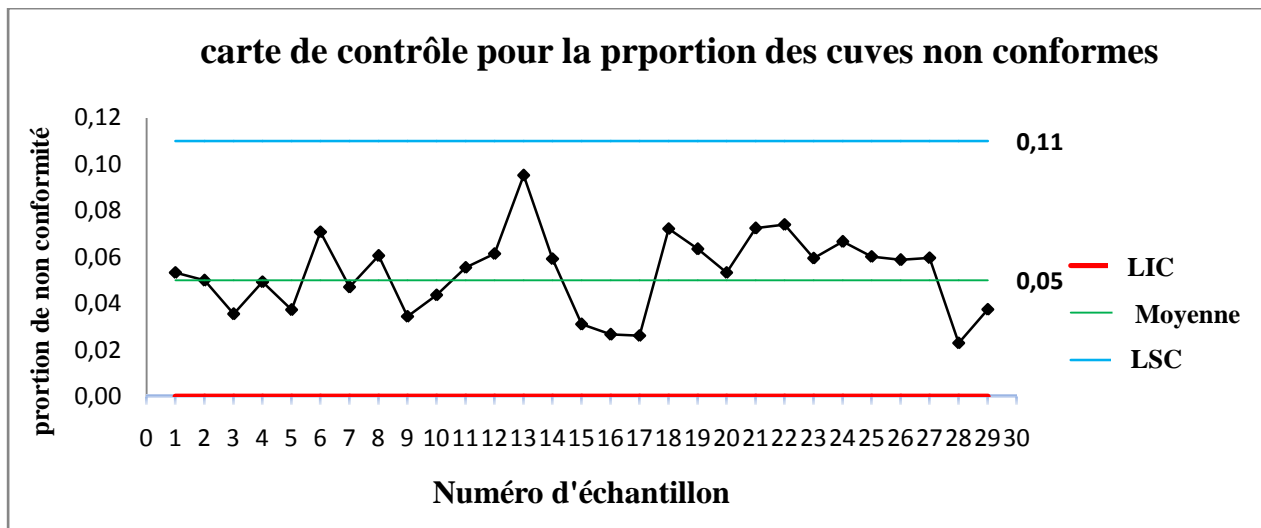


Figure 15. Exemple d'une carte de contrôle P

5) Modalité de prélèvement des échantillons :

- **Taille de l'échantillon :** Pour que ce type de contrôle soit efficace, il est nécessaire que l'effectif soit suffisamment grand. Habituellement une taille d'échantillon (sous groupe) entre 20 et 50 unités (ou plus) est requise. Dans la mesure du possible, on conserve la taille d'échantillon constante pour tous les prélèvements.
- **Fréquence de contrôle :** La fréquence d'échantillonnage doit permettre un suivi réaliste des périodes de production pour suivre l'analyse de la carte conduite à un diagnostic approprié concernant les problèmes de qualité et que les mesures correctives soient appliquées le plus rapidement possible.
- **Nombre d'échantillon à prélever :** pour obtenir une bonne évaluation du comportement du procédé et identifier éventuellement toutes les sources de variation, une période d'échantillonnage suffisamment longue est requise; cette période d'échantillonnage se traduit par une série de prélèvements successifs de 20 à 30 échantillons.

6) Etude de capabilité (Pillet, 2002)

La capabilité se mesure par le rapport entre la performance demandée et la performance réelle d'un procédé. Elle permet de mesurer la capacité d'une machine ou d'un procédé.

Nous dissocierons deux types d'indicateurs de capabilité :

- Les indicateurs long terme qui traduisent la réalité des pièces livrées. On parlera alors de performances du procédé.
- Les indicateurs court terme qui traduisent la dispersion sur un temps très court. On parlera alors de capabilité du procédé.

II.3.2.7 Le diagramme de corrélation :(ou de dispersion) :(Ishikawa, 2007)

Le diagramme de corrélation est également un outil connu mais trop peu utilisé. Il permet de savoir si deux variables évoluent de façon commune. Le principe du diagramme est le suivant :

- on représente les mesures sur un diagramme dont les axes représentent les deux variables
- chaque mesure représente un point, le relevé de plusieurs mesures forme un nuage de points ;
- la corrélation apparaîtra si le nuage est orienté suivant une droite.

Généralement, lorsqu'on parle de relation entre deux types de données, nous parlons :

1. Ou d'une relation entre cause-et-effet,
2. D'une relation entre cause et une autre,

Par exemple la relation entre le niveau d'éclairage et les erreurs de contrôle.

Chapitre troisième

Analyse du procédé

Introduction

Dans ce chapitre nous allons au début expliquer la démarche entreprise pour justifier le choix du moussage comme problématique et nous finirons ce chapitre par la détermination des différentes causes à l'origine de ce problème.

I. Coût de non-qualité : [site 3]

I.1. Définition

Les principaux auteurs s'accordent pour réserver l'appellation « Coûts d'obtention de la qualité » aux coûts résultant de la non qualité, c'est-à-dire aux coûts liés à la gestion de la non qualité.

On distingue habituellement :

- Les **coûts de non-qualité directs** (coûts opérationnels de la qualité), qui comprennent, l'ensemble des coûts qu'une entreprise...
 - "supporte parce que la Direction redoute que les gens ne commettent des erreurs ;
 - subit parce que les gens en commettent ;
 - expose pour la formation des mêmes gens pour les rendre à même d'accomplir leur tâche efficacement."
- Les **coûts de non-qualité indirects** supportés par le client, dûs aux mécontentements du client et à la perte de renom de l'entreprise. Ces coûts se traduisent parfois par un manque à gagner difficilement mesurable. On y ajoute parfois des coûts qui sont en fait inclus et cachés dans d'autres coûts.

Seuls les coûts de non-qualité directs font l'objet de mesures systématiques.

I.2. Les origines du coût de non-qualité (Hocquet, 1999) (annexe V)

I.2.1. Les coûts de prévention

Les coûts de prévention sont tous les frais que l'entreprise supporte dans le but d'empêcher que des erreurs soient commises. Ils représentent un investissement pour l'entreprise afin de prévenir les défauts et les erreurs. Ils sont liés à :

- L'administration de la fonction qualité et aux audits de qualité internes ;
- La conception et la planification du système d'assurance de la qualité ;
- La maintenance préventive ;
- La formation du personnel ;
- Le programme d'amélioration de la qualité.

I.2.2 Les coûts de détection

Les coûts de détection sont le résultat de l'évaluation de production réalisée et de la vérification du processus, dans le but de mesurer la conformité aux critères et aux procédures établies. Ils regroupent

- L'évaluation avant production (prototype, nouveaux matériaux, méthodes et procédés de fabrication) ;
- Le contrôle du produit ;
- Les équipements, fournitures, échantillons et locaux nécessaires aux activités de contrôle ;
- Audits, certifications et validation de produits et processus de fabrication

I.2.3. Coûts d'erreur interne

Ce sont les coûts supportés par l'entreprise du fait des erreurs détectées avant de livrer le produit au client. Ils regroupent :

- Les rebuts et les retouches en cours de fabrication ainsi que leur traitement ;
- Les surconsommations de matière ;
- Les défaillances des installations ;
- Les actions correctives ;
- L'absentéisme et le retard ;
- Les accidents de travail.

I.2.4. Coûts d'erreur externe

Ils sont supportés par l'entreprise quand un produit inacceptable est livré au client externe.

Ces coûts regroupent :

- Les traitements de réclamations ;
- Le rappel des produits défectueux préalablement livrés ;
- La gestion de la garantie ;
- Les frais généraux inhérents à l'entretien des centres de services sur site.

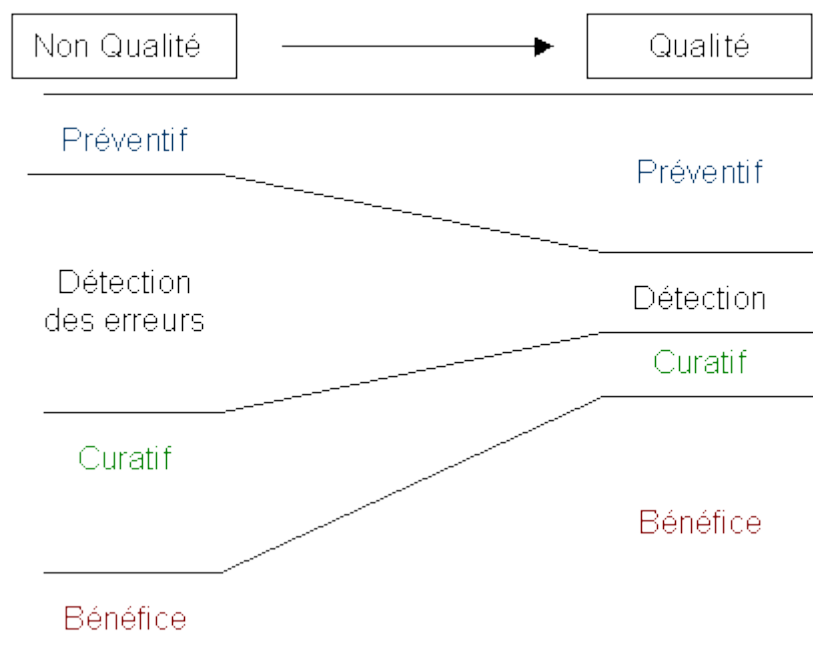


Figure 16: logique d'amélioration des coûts de la qualité(site IV)

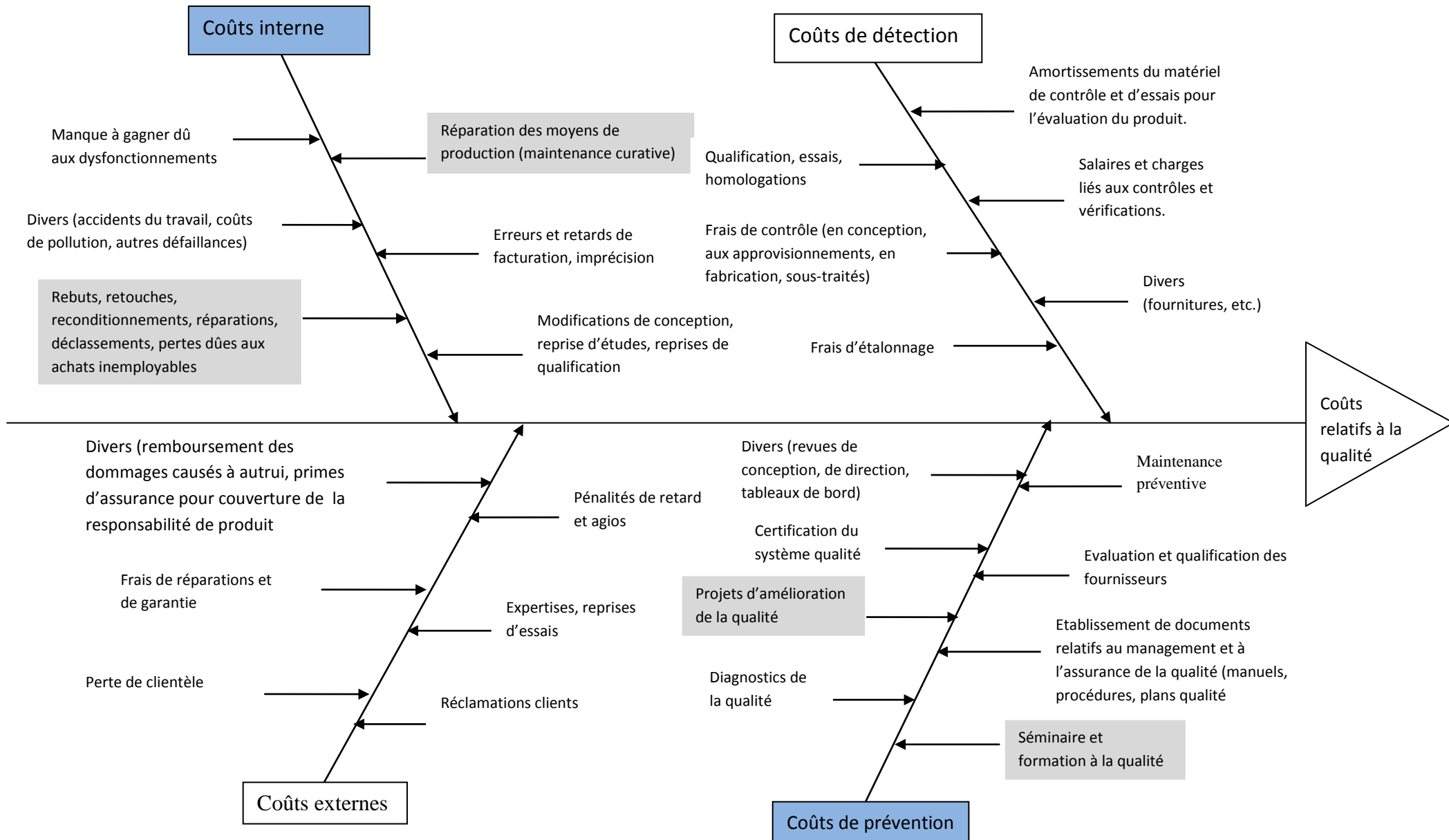


Figure17 : Les coûts relatifs à la qualité (Hocquet, 1999)

II. Rôle du chiffrage des coûts de la non-qualité : (Hocquet, 1999)

Les quatre objectifs de l'estimation des CNQ sont :

- **Repérer les opportunités**

Mettre en évidence le remarquable gisement de compétitivité que représente la non-qualité et montrer que l'on peut utiliser de façon plus efficace les ressources dont dispose l'entreprise.

- **Choisir les priorités**

Elaborer des indicateurs afin d'identifier quelles sont les actions prioritaires à mener.

- **Sensibiliser le personnel**

Communiquer avec l'ensemble du personnel sur le thème de la qualité en employant le langage des chiffres et l'habituer à connaître les ordres de grandeur de la non-qualité dans l'entreprise.

- **Piloter les actions d'amélioration**

Rendre compte de l'amélioration de la qualité des produits et services de l'entreprise, au fur et à mesure de son développement.

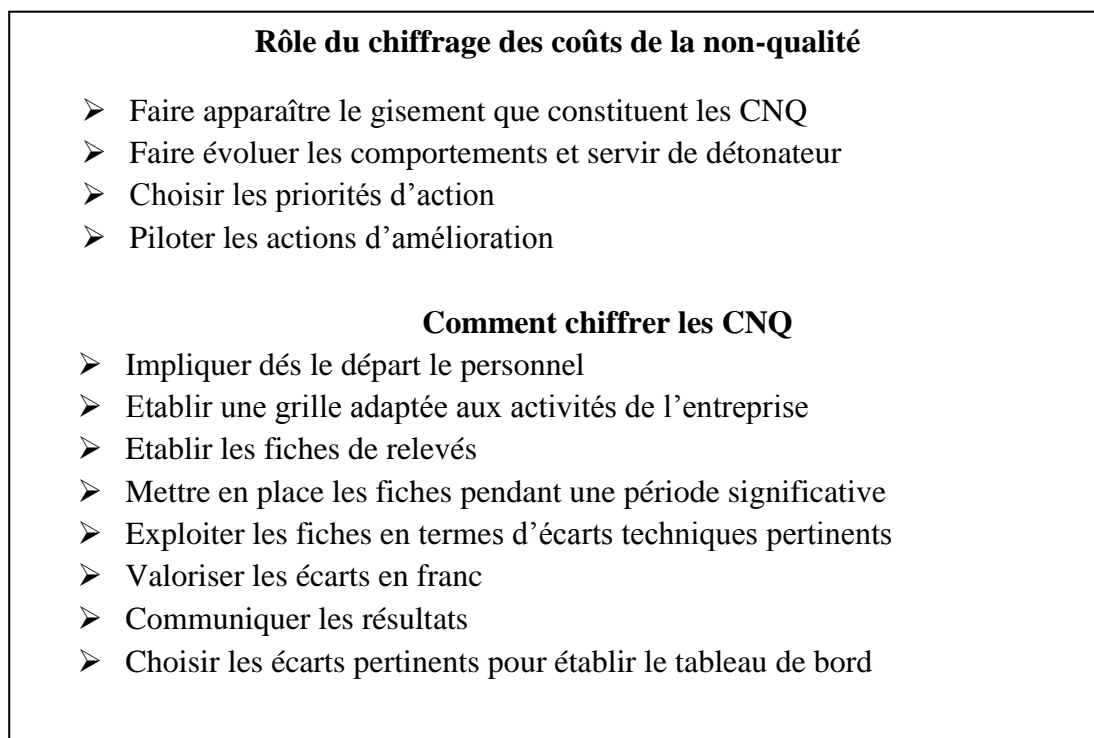


Figure 18: Rôle du chiffrage des coûts de la non-qualité.(Hocquet, 1999)]

III. Les coûts de non-qualité de l'atelier REF PM

Nous nous sommes basé sur les données relatives aux trois dernières années. L'élément d'entrée sera le coût de non qualité de ces trois dernières années.

Le calcul du CNQ au sein l'unité de froid se fait comme suit :

Prévention : regroupe les salaires du personnel engagé dans le but de prévenir la non-qualité ;

Détection : c'est la somme des salaires des personnes concernées par la détection des non conformités ;

Réparation : elle prend en compte le salaire des réparateurs ;

Retouche : là aussi on ne tient compte que des salaires des retoucheurs ;

Rebut : c'est la valeur de toutes les pièces et matières qui ont été rebutées pour raison de leur non-conformité.

Garantie : ce sont les charges que supporte l'entreprise en cas de retour client pendant la période de garantie.

Total CNQ : c'est la somme des coûts précités ;

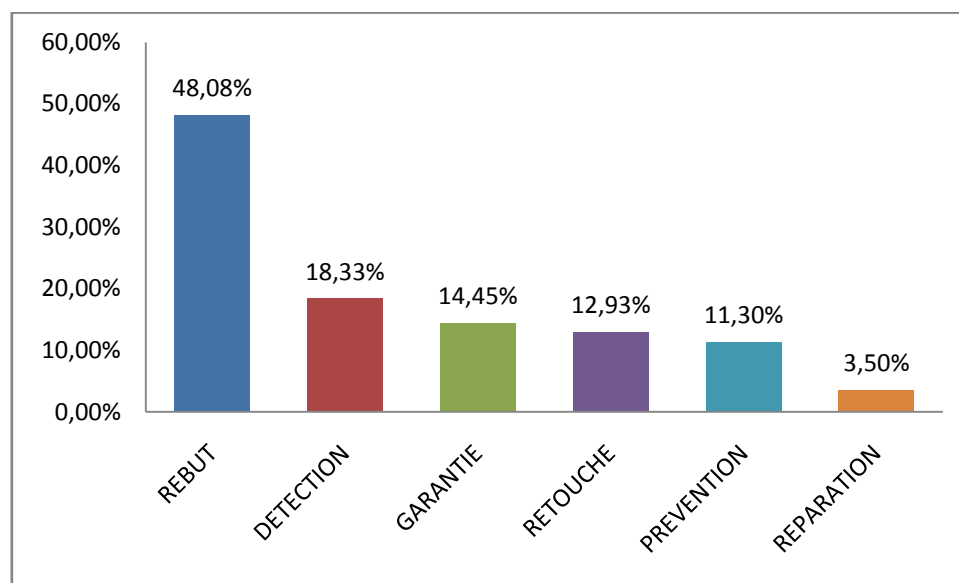
Taux CNQ : il est obtenu en divisant total CNQ par valeur produite HT.

$$\text{Taux CNQ} = \frac{\text{total CNQ}}{\text{valeur produite HT}}$$

Dans le tableau suivant sont donnés les coûts de non-qualité générés durant les trois dernières années (2007, 2008, 2009).

Tableau 5 : Les coûts de non qualité (2007, 2008, 2009) (rapports qualité)

DESIGNATION		prévention	détection	réparation	retouche	Rebut	garantie	Total CNQ	Taux CNQ
REF PM	VAL KDA	8872,521	14392,715	2745,225	10151,818	37759,15	11350,265	78540,496	5,59%
	TAUX %	11,29	18,32	3,46	12,92	48,08	14,45	100	



Histogramme des coûts de non-qualité.

Le tableau précédent nous donne le taux de CNQ de l'atelier REF PM durant trois ans qui est de l'ordre de 6 % du chiffre d'affaire réalisé pendant les trois ans en question.

En analysant l'histogramme ci-dessus, on remarque tout de suite que le taux des coûts de rebut est très important dans le CNQ (48 %), suivi des coûts relatif à la détection, la garantie,

les retouches ainsi que la prévention qui sont d'un ordre presque égal, et finalement les coûts de réparation qui sont les plus faibles (3 %)

L'apparition de rebut est un indicateur très alarmant de l'état de l'entreprise, surtout dans le cas de cet atelier où il représente presque la moitié des coûts de non-qualité.

La priorité dans le traitement des problèmes de CNQ revient donc à voir le problème des rebuts.

III.1. Analyse des rebuts :

En se basant toujours sur les données des trois dernières années, nous nous sommes cette fois-ci intéressés à l'évolution du taux de rebut

$$\text{Taux de rebut} = \frac{\text{Total rebut}}{\text{Production HT}}$$

Avec :

Total rebut : représente la valeur des rebuts pour chaque année

Production HT : la valeur de toute la production annuelle Hors Taxe

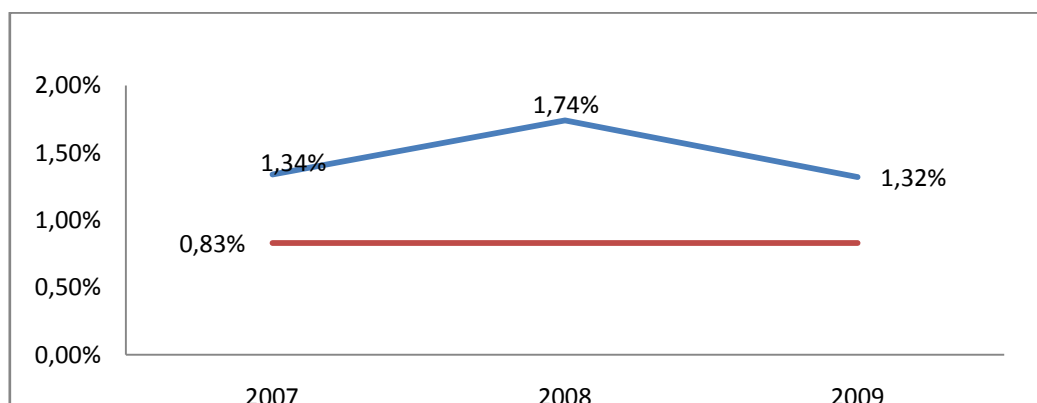


Figure 19: Evolution du taux de rebut

L'évolution du taux de rebut nous montre que le taux de rebut de chaque année dépasse l'objectif fixé (0,83%).

III.2. Etat des rebuts

Le taux de rebut très important nous a amené à voir l'origine de ces rebuts.

Le tableau suivant synthétise les différentes sources de rebut, leur valeur en KDA ainsi que le taux de chacune.

Tableau 6 : Etat des rebuts (2007, 2008, 2009) (rapports qualité)

ATELIER	2007	2008	2009	REF PM	
				VAL KDA	TAUX
Plastique	328,255	280,15	290,631	899,036	2,38%
P /métallique	196,321	218,761	238,082	653,164	1,73%
Presse	369,141	187,995	186,866	744,002	1,97%
Peinture	1056,093	1561,689	787,412	3405,194	9,02%
Mont/final	4284,176	5504,89	3709,053	13498,119	35,75%
Moussage	5907,921	7292,942	5358,772	18559,635	49,15%
Total	12141,907	15046,427	10570,816	37759,15	100%

Les taux de rebut constatés sont d'origines différentes, ils ont été classé selon leur provenance en six familles à savoir :

Plastique : cette famille regroupe toutes les pièces réceptionnées de l'atelier plastique et rebutées au niveau de l'atelier de montage REF PM pour cause de non-conformité.

Pièces métalliques : dans cette famille, on retrouve les rebuts originaires de l'atelier pièces métalliques.

Presse : toutes les pièces non-conformes d'origine 'atelier pièces métallique sont intégrées dans ce sous groupe de rebut.

Peinture : il arrive parfois de recevoir des pièces mal peintes ou déformées ou autres défauts de la part de l'atelier peinture, et dans ce cas elles seront rebutées et considérées dans ce groupe de rebut.

Montage final : les opérations de montage occasionnent des défauts fonctionnels ou d'esthétique du réfrigérateur sur la chaîne de montage engendrant les rebuts qu'on intègre dans ce sous groupe.

Moussage : ce groupe prend en compte les rebuts de préparation au moussage et des rejets résultant après le moussage de l'armoire.

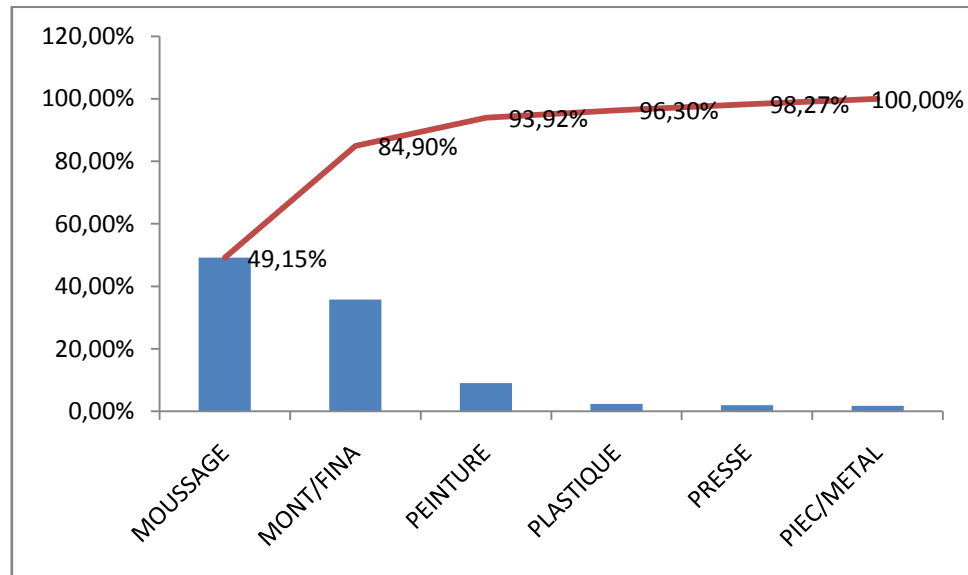


Figure 20 : Diagramme de Pareto pour les rebuts

L'analyse du graphique ci-dessus montre que nous devons d'abord nous attaquer au problème de moussage, car il représente le taux de rebut le plus important (50%). Le problème le plus significatif qui vient après est celui du montage final avec un taux de 40 %.

Mais il est important de signaler que ces deux familles de rebut sont engendrées par les deux fonctions principales de l'atelier à savoir le montage final et le moussage, les autres rebuts étant des pièces non-conformes provenant des autres ateliers ou bien de pièces achetées défectueuses.

Pour conclure, le diagramme de Pareto ci-dessus nous indique qu'il faut traiter le problème de moussage et de montage final pour éliminer les problèmes de rebut ou indirectement de non qualité très coûteux et ainsi améliorer le procédé de réalisation dans l'atelier REF PM.

Dans ce qui suit, nous nous intéresserons à l'étude du problème de moussage.

Notre démarche commencera par la recherche des causes de ce problème majeur.

III.3. Analyse des causes de variabilité

Dans le but de détecter les différentes causes induisant le taux de rebut le plus élevé à l'atelier, nous nous sommes basé sur les sources suivantes :

- L'analyse du procédé ;
- Le département qualité ;
- Le contact du personnel.

L'outil adapté à cette fin est le diagramme d'ISHIKAWA ou nous illustrons les différentes causes à l'origine de la dispersion constatée.

III.4. Diagramme d'ISHIKAWA

Le diagramme d'ISHIKAWA est l'outil statistique qui nous illustre les différentes causes et leurs effets sur le mauvais moussage présentant la plus grande proportion des non conformités et ses causes potentielles. Il permet de classer toutes les causes identifiées.

L'interrogation qui guide l'élaboration du diagramme est la suivante :

Pourquoi les portes et les cuves présentent des débordements de la mousse après le moussage? Cela permet d'énumérer toutes les causes du mauvais moussage. Les principales causes affectant le problème de moussage appartiennent aux catégories suivantes :

- Machine.
- Méthodes.
- Main d'œuvre.
- Milieu.
- Matière.
- Maintenance.

1. Machine :

Le mécanisme de moussage est constitué de trois bacs de produits chimiques qui sont réchauffés à des températures qui varient entre 20 et 25°C ; son mode de fonctionnement est comme suit :

On mélange les deux premiers produits à savoir le polyol et l'isocyanate, ensuite dans deux tubes ou canalisations l'un qui transporte le premier mélange et l'autre le troisième produit qui est le cyclopentane on fait couler à la fois l'ensemble des produits à partir d'un tube d'injection.

A noter que le moussage doit se faire dans des températures et des pressions précises

Les causes principales associées à la machine sont les suivants :

- Mauvais réglage de la machine en quantité de la mousse utilisée, la température associée et la pression nécessaire.
- Arrêt fréquent de la machine.
- Très grande injection de la mousse.
- Mauvais chauffage du moule.
- Présence des bouchons au niveau de la tête d'injection.

2. Méthode :

Pour les méthodes utilisées on a constaté les problèmes suivants :

- Inexistence de procédure de nettoyage de la machine.
- Absence d'un système de suivi ou des cartes de contrôle.

3. Main d'œuvre :

La qualification des opérateurs est importante car c'est l'intervention des opérateurs sur le réglage de la machine qui assure le bon moussage. Mais nous avons constaté les problèmes suivants :

- Manque de polyvalence des opérateurs (il y a des opérateurs qui ne savent même pas que signifie la pression).
- Manque de rigueur des opérateurs dans l'opération de nettoyage ou remplacement des pièces constituant la machine.

- Le non respect des consignes.
- La rapidité d'exécution par les opérateurs et leurs gestes rapide ce qui ne permet pas le bon refroidissement de la mousse.

4. Milieu :

Pour le milieu de travail on a remarqué que le mode de manutention ou de transport des produits moussés présente beaucoup d'accidents et de chocs.

5. Matière :

Pour la matière utilisée on remarque aussi la présence de plusieurs dysfonctionnements dont on peut citer les suivants :

- Les cuves avant le moussage sont mal préparées.
- Le papier utilisé sur les parois des armoires présente des fissures ou des ouvertures ce qui induit au débordement de la mousse.

6. Maintenance :

- Absence d'une politique claire de maintenance (maintenance annuelle au lieu qu'elle soit continue dans le temps).
- Pas de documentation technique pour la mousseuse.
- Absence de la maintenance préventive.

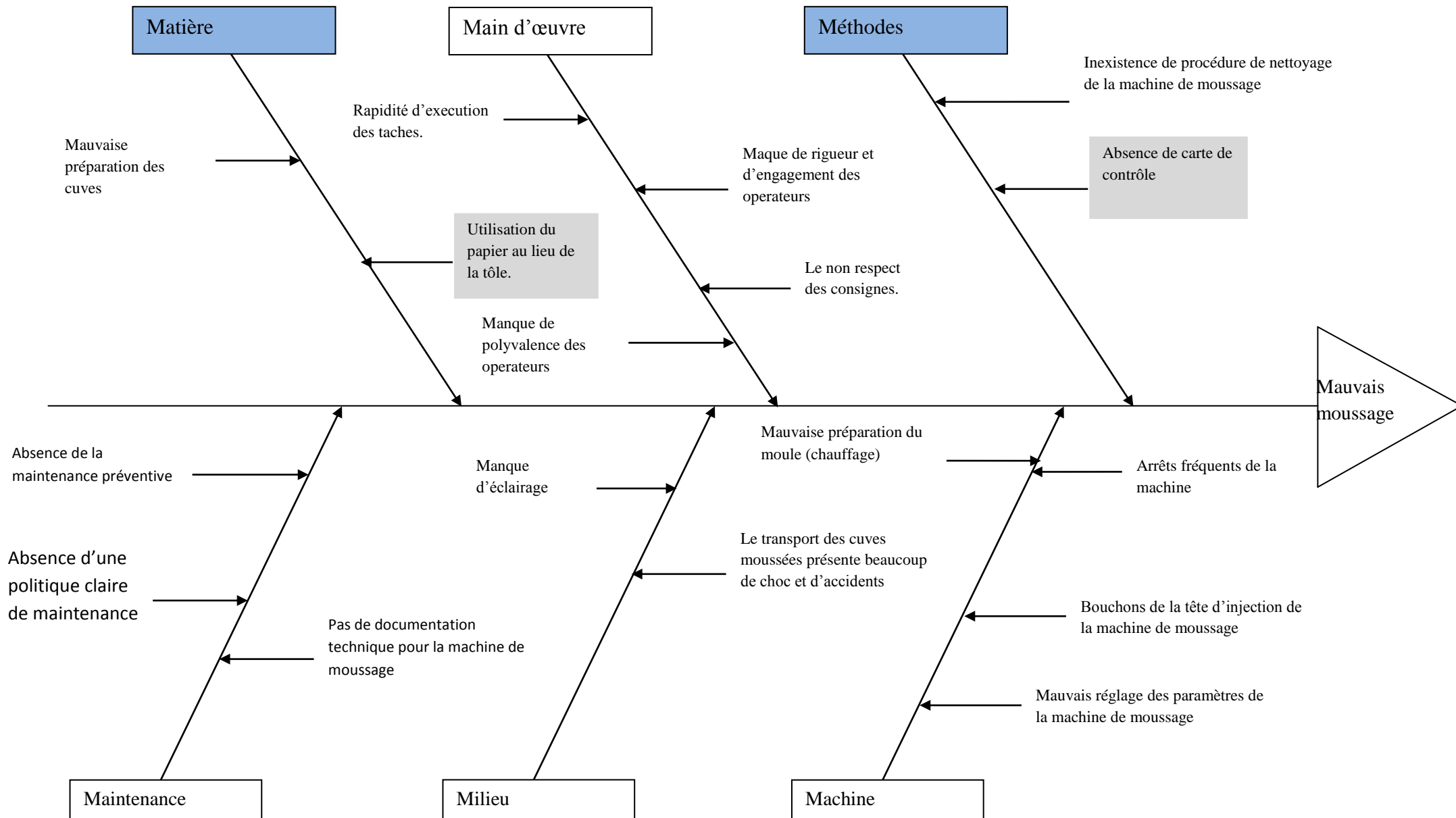


Figure 21 : Diagramme d'ISHIKAWA relatif au mauvais moussage

Chapitre quatrième

Amélioration du procédé

I. Analyse du procédé

Dans ce chapitre, nous nous proposons d'étudier les performances du procédé relatives au moussage, en procédant selon les étapes suivantes :

- Observation et suivi du procédé.
- Evaluation des performances du procédé.

I.1. Observation et suivi du procédé moussage

Le moussage étant le maillon faible de la chaîne de l'atelier REF PM (engendrant le taux de rebut le plus élevé), on procède dans ce qui suit à l'analyse de ce dernier. Pour ce faire on a préparé une carte de contrôle qui nous permet de maîtriser le moussage et de réduire les non conformités.

Le travail consiste à vérifier toutes les armoires sortant du moussage, c'est-à-dire contrôler la conformité ou la non-conformité de celles-ci après le moussage et avant de les expédier vers le montage final.

Les non conformités possibles sont : manque de mousse, débordement de mousse ou bien déformation de l'armoire.

La carte de contrôle que nous allons élaborer est une carte P qui nous permet de contrôler le taux ou la proportion d'armoires non conformes dûes au débordement de mousse seulement, ce défaut étant majeur.

Les données du tableau ci après représentent le nombre d'armoires moussées au jour le jour, le nombre d'armoires présentant le défaut de débordement de mousse ainsi que la proportion de non conforme. Pour cela, nous avons suivi le moussage d'armoires pendant 40 jours.

I.2. Choix de la carte de contrôle

Il arrive fréquemment que les conditions de qualité ne soient pas mesurables ou qu'il soit plus pratique ou économique de réaliser un contrôle à l'aide de calibres. On utilise alors une carte de contrôle aux attributs.

Dans notre cas la qualité du lot est caractérisée par la proportion p de non-conformes contenu dans l'échantillon correspondant à la production journalière des armoires moussées,

le type de carte employé pour ce genre de contrôle est la carte pour la proportion de non-conformes appelée carte p .

Après la collecte des données, nous avons éliminé celles non significatives et nous avons fini par le tableau suivant :

Tableau 7 : Proportion d'armoires non-conformes.

N° d'échantillon	Taille de l'échantillon	Nombre d'armoires non conformes	Proportion d'armoires non conformités
1	150	8	0,05
2	160	8	0,05
3	169	6	0,04
4	162	8	0,05
5	161	6	0,04
6	141	11	0,08
7	170	8	0,05
8	132	8	0,06
9	183	8	0,04
10	180	10	0,06
11	130	8	0,06
12	126	12	0,10
13	135	8	0,06
14	161	5	0,03
15	150	9	0,06
16	153	4	0,03
17	138	10	0,07
18	162	12	0,07
19	168	10	0,06
20	150	10	0,07
21	166	10	0,06
22	170	10	0,06
23	134	8	0,06
24	155	8	0,05
25	161	11	0,07

N° d'échantillon	Taille de l'échantillon	Nombre d'armoires non conformes	Proportion d'armoires non conformités
26	137	9	0,07
27	177	10	0,06
28	143	5	0,03
29	150	7	0,05
30	153	4	0,03
31	140	9	0,06
32	166	10	0,06
33	170	8	0,05
34	154	9	0,06
35	159	12	0,08
36	138	6	0,04
37	145	7	0,05
38	160	9	0,06
39	170	11	0,06
40	135	19	0,14

I.3. Construction de la carte de contrôle (carte P) :

- **Etape 1**

Définir le taux de défectueux p_i dans chaque sous groupe ou échantillon. par exemple pour le sous groupe initial :

$$p_1 = 8/150 = 0,05.$$

- **Etape 2**

Obtenir le taux de défauts moyen \bar{P} qui s'obtient comme suit :

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^{40} p_i / 40$$

Avec P_i : la proportion des défectueux pour le lot i.

$$P_i = \frac{d_i}{n_i}$$

Tel que d_i et n_i sont respectivement le nombre de non-conformité et la taille de l'échantillon du lot i .

$$\text{Donc } \bar{P} = \frac{2,30}{40} = 0,06.$$

- **Etape 3**

Déterminer Les limites supérieures et inférieures respectivement de la carte qui s'obtiennent comme suit :

$$LSC_p = \bar{P} + 3\sigma^{\wedge}$$

$$LIC_p = \bar{P} - 3\sigma^{\wedge}$$

Où σ^{\wedge} : l'écart type de la proportion de non-conformité, il est calculé par la relation suivante :
A partir du tableau précédent on remarque que la taille des échantillons est non constante aussi si on compare cette taille à la taille moyenne de ces derniers on remarque que l'écart est inférieur à 25%, ce qui fait qu'on peut calculer l'écart type comme suit :

$$\sigma^{\wedge} = \sqrt{\frac{\bar{P} * (1 - \bar{P})}{n}} \quad n: \text{taille moyenne des échantillons contrôlés et inspectés.}$$

$$\bar{n} = \sum_{i=1}^{40} n_i / 40 \quad n_i: \text{la taille du lot } i.$$

$$\sigma^{\wedge} = \sqrt{\frac{0,06 * (1 - 0,06)}{154}} = 0,02.$$

$$LSC_p = 0,06 + 3 * 0,02 = 0,11.$$

$$LIC_p = 0,06 - 3 * 0,02 = 0,001 .$$

Pour la limite inférieure on prend comme valeur le zéro ($LIC_p = 0$).

- **Etape 4**

Tracer les limites de contrôle et pointer les valeurs de P (figure).

On représente sur ce graphique les indications suivantes :

1. les points correspondant pour chaque proportion de non-conformité p_i illustrée sur la carte par une courbe.
2. les limites supérieure et inférieure (LIC et LSC) représentées par des lignes.
3. La moyenne \bar{P} de la proportion de non-conformité.

Notre carte peut être représentée dans le graphique ci-dessous :

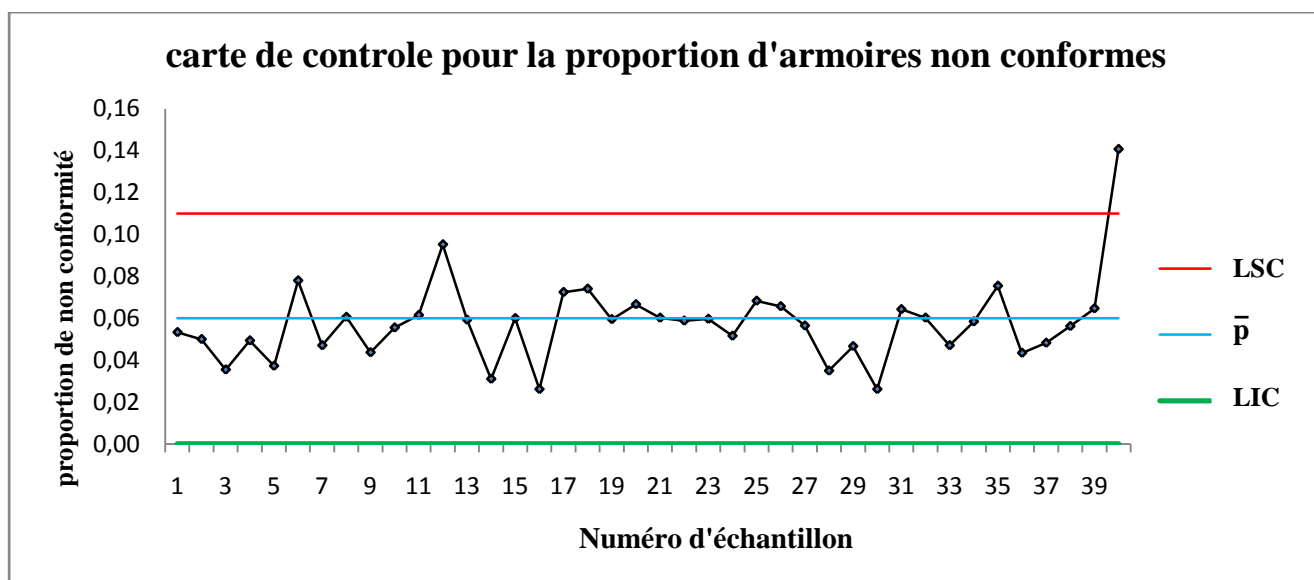


Figure22. Carte de contrôle pour la proportion d'armoires non conformes.

- **Etape 5 : Analyse et étude de la carte de contrôle :**

Dans l'analyse du graphique on regarde essentiellement les points p_i et on essayer d'identifier s'il y a lieu les cas suivants :

- Si tous les points p_i sont à l'intérieur des limites de contrôle, le procédé est sous contrôle.
- S'il y a des points p_i qui tombent à l'extérieur des limites de contrôle, le processus est déclaré non maîtrisé.

Les points qui dépassent les limites de contrôle présentent des causes spéciales ou hors du commun dont il faut chercher à identifier ces dernières.

I.4. Diagnostic

La carte de contrôle que nous venons de construire nous montre que les points sont à l'intérieur des limites de contrôle, exception faite pour le dernier échantillon (40^{ème}) qui est hors de la limite de contrôle supérieure et qui indique un taux de non-conformité très élevé comparé aux autres jours (14%).

Cela est dû au fait que durant cette journée de travail il y a eu des anomalies sur les cuves intérieures (défauts engendrés par les moules), et pendant ce jour de production on a remarqué que le problème persiste encore, ce qui les a amené à signaler le problème au niveau du thermoformage (fabrication des cuves en plastique) afin de rectifier et de corriger cette anomalie.

I.5. Révision des limites des contrôles

On élimine le résultat et les données correspondant à l'échantillon n° 40 et on obtient les nouveaux résultats suivants ;

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{39} p_i}{39} = \frac{1,54}{39} = 0,05.$$

$$\bar{P} = 0,05$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} = \sqrt{\frac{0,05*(1-0,05)}{155}} = 0,02.$$

$$\hat{\sigma} = 0,02$$

$$LSC_p = 0,05 + 3*0,02 = 0,11.$$

$$LSC_p = 0,11$$

$$LIC_p = 0,05 - 3*0,02 = -0,0002. \text{ Inférieure à zéro } (< 0).$$

Pour la limite inférieure on prend comme valeur le zéro.

$$LIC_p = 0$$

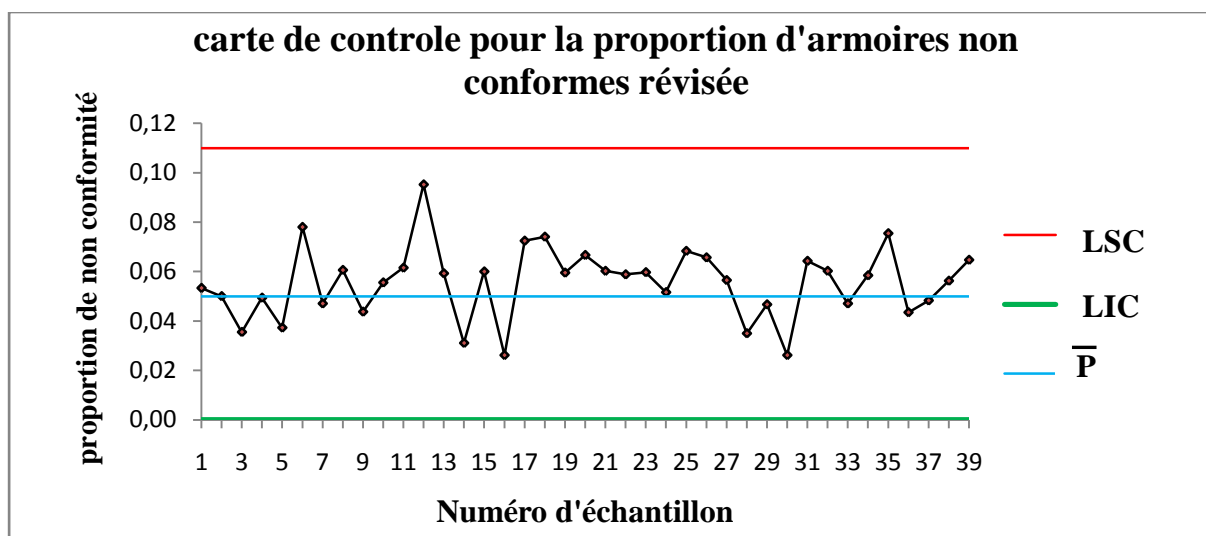


Figure 23 : Carte de contrôle pour la proportion d'armoires non conformes révisée.

Après la correction de la carte de contrôle on obtient un procédé sous contrôle avec tous les points qui se situent à l'intérieur et entre les deux limites de contrôle.

Mais si on compare les résultats obtenus dans cette carte avec les objectifs désirés (**taux de rebut=1.5%**), on constate que le taux de non-conformité moyen (**5 %**) pour la mousseuse est un peu élevé, engendrant comme on l'a vu dans l'analyse du CNQ des coûts très remarquables, pour le mois d'avril 2010 par exemple un coût relatif au moussage CNQ₁ :

$CNQ_1 = \text{la quantité produite (avril)} * \text{taux moyen} * \text{coût unitaire}$

$$CNQ_1 = 3210 * 0,05 * 4723$$

$$CNQ_1 = 757881 \text{ DA}$$

Ce qui fait que nous avons en moyenne une perte annuelle qui est égale à

$$75700 * 11 = 832700 \text{ DA par an.}$$

Remarque :

Nous ne prenons en compte que onze (11) mois, parce qu'il n'y a pas production durant le mois d'août de chaque année.

Après la révision de la carte, nous remarquons que la position des points n'est pas en désordre apparent, nous pouvons observer que globalement il y a une tendance haussière vers la limite supérieure avec au total 25 points sur 39 sont au dessus de la moyenne P, ce qui explique l'existence d'une tendance non désirable par rapport aux objectifs de l'entreprise (réduire le taux de rebut).

Pour ces points qui ont une tendance supérieure, on peut remarquer aussi qu'à partir du 17^{ème} échantillon on a une succession de plus de 10 points qui sont au dessus de la moyenne, ce qui explique que la qualité est un peu en détérioration, donc il faut trouver l'origine de ces détériorations et intervenir pour les corriger.

II. Amélioration de la capacité du procédé

L'analyse du procédé de moussage a montré que ce dernier présente un taux de rebut très important, les non conformités constatées à ce niveau sont dues essentiellement au débordement de mousse.

Pour y remédier nous proposons de remplacer le papier aluminium utilisé dans la préparation des armoires par des tôles métalliques plus solides et ne présentant ni le risque de se fissurer ni le risque de détachement du ruban adhésif qui va être remplacé par l'utilisation des vis.

L'action va porter sur ce papier parce qu'il est la cause des non conformités (débordement de mousse) des armoires.

Le procédé de fabrication des réfrigérateurs grand modèle REF GM utilisant la tôle métallique au lieu du papier, et la production étant à l'arrêt dans l'atelier REF PM, nous nous sommes rendus dans cet atelier pour voir les résultats du moussage.

II.1. Suivi du procédé de moussage REF GM

Dans le tableau suivant sont données le nombre d'armoires produites, le nombre d'armoires non conformes ainsi que le taux de non conforme :

Tableau 8 : Proportion d'armoires non-conformes dans l'atelier REF GM.

N ° de l'échantillon	Taille de l'échantillon	Nombre d'armoires non conformes	Proportion d'armoires non conformes
1	393	11	2,79%
2	385	10	2,59%
3	390	10	2,56%
4	395	11	2,78%
5	391	11	2,81%
6	387	11	2,81%
7	393	13	3,30%
8	389	10	2,57%
9	390	11	2,82%
10	384	10	2,60%

La proportion de non conforme dans ce cas est 2,7 %, résultat proche de la cible (1,5%).

Le procédé de fabrication des réfrigérateurs grand modèle génère à son tour des rebuts et donc des coûts de non qualité qu'on illustre dans un tableau comparatif entre les deux procédés.

II.2. comparaison entre REF PM et REF GM :

Les données du tableau ci-dessous représentent les données de l'année 2008 pour chaque atelier.

Tableau 09. Comparaison entre les résultats des deux ateliers

INDICATEUR	REF GM	REF PM
Quantité produite	95109	33971
Valeur produite HT(KDA)	1587898	440430
Valeur rebut(KDA)	19069,956	15046,427
Taux de rebut	1,20%	3,42%
Total moussage(KDA)	3401,002	7292,942
Taux de moussage	17,14%	48,47%
Valeur CNQ(KDA)	49837,21	28408,717
Taux CNQ	3,13%	6,45%

L'analyse des chiffres donnés sur le tableau montre combien le procédé de l'atelier REF PM n'est pas rentable comparé au procédé de l'atelier REF GM.

Le débordement de mousse dans le cas du réfrigérateur Petit modèle est dû à l'utilisation du revêtement papier ; pour remédier à ce problème nous avons proposé l'utilisation de tôles métalliques récupérées de l'atelier REF GM et nous les avons placées sur la paroi supérieure du réfrigérateur 160 L.

L'action précédente a été appliquée pendant trois jours, sur un total de 140 réfrigérateurs, et nous avons suivi le taux d'armoires présentant le débordement de mousse dans la paroi supérieure.

Seulement 4 armoires sur 140 ont présenté le défaut de débordement de mousse de la paroi supérieure.

Cette action montre très bien que le remplacement du revêtement papier par la tôle métallique est rentable à l'entreprise.

Pour montrer l'efficacité de cette action nous avons proposé d'appliquer les résultats ainsi obtenus à la production annuelle pour mieux voir la différence entre les deux procédés et pouvoir estimer la réduction des coûts de non qualité dans le cas de cette modification. Donc on aura :

-Coût de moussage = la quantité produite *taux moyen*coût unitaire.

Sachant que la production moyenne journalière est de 150 armoires, ce qui nous donne environ 3500 comme production annuelle.

Alors Coût de moussage = $35000 * 0.028 * 4723 = 4628$ KDA

-taux de moussage = $\frac{4628}{Total\ rebut} = \frac{4628}{15046} = 30,75\%$

-total rebut_{après} = total rebut_{avant} – total moussage_{après}

Le tableau suivant synthétise les changements qui seront apportés au tableau précédent, nous allons tenir compte seulement de l'atelier REF PM.

Tableau. Simulation des résultat de l'atelier REF PM

INDICATEUR	AVANT	APRES
Taux de moussage	48,47%	30,75 %
Total moussage	7292,942	4628
Total rebut	15046,427	10418
Taux de rebut	3,42%	2,35 %
Total CNQ	28408,717	23780
Taux CNQ	6,45%	5,4 %

Le fait de réduire le taux de rebut au niveau de moussage de **48,47 %** à **30,75 %** nous a permis de réduire le taux de CNQ d'environ **1 %** ce qui se traduit par **2200 KDA/an.**

Cela est la preuve que l'investissement dans le changement de tout le revêtement sera très rentable pour l'entreprise.

III. Plan d'action :

Partant de tout ce que nous avons étudié, plusieurs axes d'amélioration sont envisageables. Mais pour le choix des axes à retenir, nous nous sommes concentrés sur les problèmes les plus urgents. Nous avons alors retenu les axes principaux suivants :

Tableau11 : projet d'amélioration de la qualité pour l'atelier REF PM.

Que faut-il faire ?	Qui s'en charge ?	Améliorations attendues
Implanter un programme de formation ou recrutement pour la soudure. (1)	Département ressource humaine	- Réduction du taux de réparation en cours de fabrication et au retour client.
Mise en place d'un système d'auto contrôle pour les postes de soudage afin de détecter les fuites.	Département qualité	- Rapidité d'intervention (2) . - Implication du personnel (3)
Amélioration des moyens de transport et de manutention (éviter d'utiliser les containers métalliques).	Département production	- Réduction de taux de non-conformité pour les cuves et les tôles peintes, car le choc entre ces dernières et le grillage métallique engendre des grattures.
Changement de technologie des équipements qui date des années 70.	Direction générale.	- Réduction de taux de rebut. - Réduction du CNQ. - Réduction des stocks des encours car il y aura plus d'informations entre les poste contrairement à celle qu'on en est. - Augmentation de la cadence journalière (4)
Sensibilisation des opérateurs du mode opératoire de chaque poste.	Département production	- La rigueur dans son travail. - Eviter quelques anomalies dûes au non respect des consignes de travail (5) .

Que faut-il faire ?	Qui s'en charge ?	Améliorations attendues
Améliorer la qualité de l'information du retour client, par exemple pour les défauts de certains composants il faut communiquer le retour par fournisseur.	Département SAV	- Mieux cerner la nature des réclamations.
Equilibrer la production entre les postes de préparation et ceux du montage.	Département production	- Réduction des encours surtout pour le papier préparé qui avec le temps rend son collage sur la cuve difficile et non conforme. Ce qui fait qu'on va indirectement réduire la non-conformité des cuves moussés.
Changement du mode travail mis en place dans l'atelier, appelé travail sur objectif (fabriquer ou préparer la quantité demandée en un temps arrangeant l'opérateur) Engendrant plus de défauts dûs à la rapidité d'exécution.	Département production et qualité	- Réduction des encours et des anomalies dans les postes en aval.

(1) Etude du service après vente (SAV) et des réparations

A partir de la **figure 19** (page 52) et vu la nature des causes que partage les réparations et le SAV, dont ces dernières sont illustrées dans les tableaux ci-dessous nous remarquons qu'on peut agir sur ces deux facteurs à la fois qui va représenter un cumul de taux du coût de non qualité égale à **18%**.

Tableau 12 : Taux de panne par type de réclamation (2^{ème} semestre de l'année 2009)

Nature	produit	compresseur	thermostat	Fuites brasures Cu /Cu	Fuites soudures Al /Al	Circuit bouché	Pannes divers	Total des pannes
RPM	160L	19	5	33	13	2	14	X
	240L	208	35	294	187	51	127	X
	TOT	227	40	327	200	53	141	988
	Taux %	22,97	4,05	33,1%	20,24%	5,36	14,26	100

Tableau 13 : Etat des réparations par nature (mars 2010)

Nature	Fuites soudures Al/Al	Isolation	Fuites brasures Cu/Cu	Assemblage	Fonction- nement	Revêtement	Déform- ation
Nombre	46	09	130	142	63	29	08
Taux (%)	10,77%	2,11%	30,44%	33,26%	14,75%	6,79%	1,87%

Réparation et service après vente (SAV) :

A partir des deux tableaux relatifs à la réparation et au service après vente (SAV), on remarque que presque 50% des réparations et des réclamations clients sont engendrées par les opérations de soudure (fuites de brasures, fuites de soudure Argon...). Toutes ces fuites sont dues essentiellement, à la non maîtrise du procédé de soudage par les opérateurs et à la non qualification de ces derniers, dont nous avons proposé une solution ou une amélioration dans notre plan d'action de l'atelier pour minimiser l'ampleur de ces pannes.

Détection

Pour les coûts de détection, qui représentent un pourcentage de coût de non qualité égale à **15,09%**, ils englobent les salaires des fonctionnaires mis en place, pour différentes détection de non conformité.

Ces coûts peuvent être réduits indirectement. Ceci est faisable lorsque nous agissons sur les réparations et le SAV, en effet à partir des solutions proposées pour ces deux facteurs ; en l'occurrence l'autocontrôle pour les postes de soudage le nombre de salariés va diminuer ce qui donne lieu à une réduction du taux de détection dans l'atelier REF PM.

- (2) En cas de défaut, la correction a lieu sans tarder. Cela évite d'accumuler beaucoup de temps de stock défectueux parce que le soudage a été mal fait.
- (3) Quand l'opérateur contrôle ce qu'il fabrique, il est plus attentif à ce qu'il fait. Au lieu de produire sans réfléchir, en comptant sur le contrôleur pour filtrer les défauts, il cherche en permanence à atteindre le meilleur niveau de qualité.
- (4) Une fois la technologie changée, on peut garder la ligne de montage final de l'atelier ancien des réfrigérateurs de petit modèle, pour le montage des congélateurs et des conservateurs préfabriqués appelé SKD (Semi Knocked Done)
- (5) Par exemple pour les compresseurs, certains opérateurs ne sont pas au courant qu'il ne faut pas les retirer le bouchon du compresseur plus de cinq (5) minutes avant leur utilisation. Ce qui engendre des défauts de fonctionnement de compresseur.

Conclusion :

Le procédé de moussage des deux ateliers diffère dans le fait que l'atelier REF PM utilise le revêtement papier alors que dans l'atelier REF GM on utilise les tôles métalliques.

L'action de remplacement du revêtement papier par la tôle métallique permet de réduire le taux d'armoires non conformes.

CONCLUSION :

Nous nous sommes intéressés dans cette étude aux méthodes de contrôle qualité de l'atelier de montage des réfrigérateurs petit modèle de l'unité froid (ENIEM). La mise en place d'un outil de contrôle permettant le suivi de taux de non conforme dans le système de production est l'une des voies de l'amélioration des performances de l'entreprise.

Dans un premier temps nous avons calculé les coûts de non qualité pour les trois dernières années à savoir 2007, 2008, 2009. Nous avons constaté un taux de CNQ de 6 % du chiffre d'affaire.

Notre but étant de réduire le CNQ en améliorant les outils de contrôle, pour cela nous avons été en mesure de mener une analyse des coûts de non qualité, afin d'identifier les coûts imputables ainsi de se focaliser sur celui qui a le pourcentage le plus important. Cette analyse nous a révélé que ces coûts sont dus essentiellement aux rebuts, qui constituent presque la moitié des CNQ(48%) et que le secteur du moussage est celui qui engendre le plus de rebut avec un taux avoisinant les 50%, dû essentiellement au rebut des cuves moussées(cause majeure).

Nous nous sommes intéressés alors à voir les causes du mauvais moussage (débordement de mousse).

La mise en place d'une carte de contrôle par attribut, pour les armoires rebutées, nous a permis de conclure, que la qualité est non maîtrisable et que le procédé est non capable ; avec un taux de perte(5%) jugé trop élevé par rapport à la cible(1,5%).

Nous avons procédé à une comparaison entre les résultats de l'atelier de montages de réfrigérateurs petit modèle et celui de grand modèle et nous avons pu voir que les résultats de ce dernier étaient nettement meilleurs, plus exactement ceux des rebuts dus au mauvais moussage.

Le procédé de moussage des deux ateliers diffère dans le fait que l'atelier REF PM utilise le revêtement papier alors que dans l'atelier REF GM on utilise les tôles métalliques.

Nous avons remplacé le revêtement supérieur du revêtement utilisé par une tôle métallique, et ça nous a permis de réduire le taux de rebut de moussage à 30,75 % alors qu'il

était à 48 %. le fait d'appliquer cet modification aux résultats annuels nous a permis de réduire les coûts de non qualité de l'atelier d'environ 2200 KDA/an.

Nous avons ressorti un plan d'action regroupant un ensemble d'actions et de modifications que nous jugeons indispensables pour l'entreprise, ce plan d'action s'inscrit dans la logique d'amélioration de la qualité parce qu'on recommande à l'entreprise de changer la technologie actuelle, il s'agira donc d'augmenter les coûts de prévention.

Bibliographie

Ouvrages :

(Casanova, 1999)

Casanova G, 1999, Gestion de la qualité, les éditions d'organisation, Paris.

(Duret, 1998)

Duret D, 1998, La qualité en production (de l'ISO 9000 aux outils de la qualité), les éditions d'organisation, Paris.

(Hocquet, 1999)

Hocquet A, 1999, l'amélioration de la qualité pour les PME PMI (maitrise de l'organisation), AFNOR, Paris.

(INAPI, 96)

Compendium de normes ISO: ISO 9000 management de la qualité, ISO 1996

(Ishikawa, 2007)

Ishikawa K, 2007, La gestion de la qualité (outils et applications pratique), DUNOD, Paris.

(Pillet et Duret, 2005)

Pillet M, Duret D ; 2005, La qualité en production(de l'ISO 9000 à six sigma), les éditions d'organisation, Paris.

(PILLET, 2002)

Pillet M, 2002, Appliquer la maitrise statistique des procédés MSP/SPC, les éditions d'organisation, Paris.

(Souvay, 1996) P. SOUVAY

La statistique outil de la qualité, les éditions AFNOR 1996.

(Laboucheix, 1990) V. Laboucheix

Traité de la qualité totale, édition dunod , Paris.

Bibliographie

Sites :

(site I)

<http://www.eniem.com.dz/>

(site II)

http://www.latribune-online.com/supplements/cahiers_du_week-end/27966.html

(site III)

<http://www.qualiteonline.com/>

(site IV)

<http://pagesperso-orange.fr/nathalie.diaz/>

Documents de l'ENIEM

(Rapports qualité)

Rapport qualité 2007, 2008, 2009 ;

Rapport qualité (janvier, février, mars °2010

Autres ouvrages consultés :

(SAVALL, 2001) H. SAVALL, V. ZARDET, Maîtriser les Coûts et les Performances Cachés, Editions Economica 2001, Paris

(Courtois, 1997)

Courtois A et Chantal M, Bounnefous, Pillet M, 1997, Gestion de la production, les éditions d'organisation, Paris.

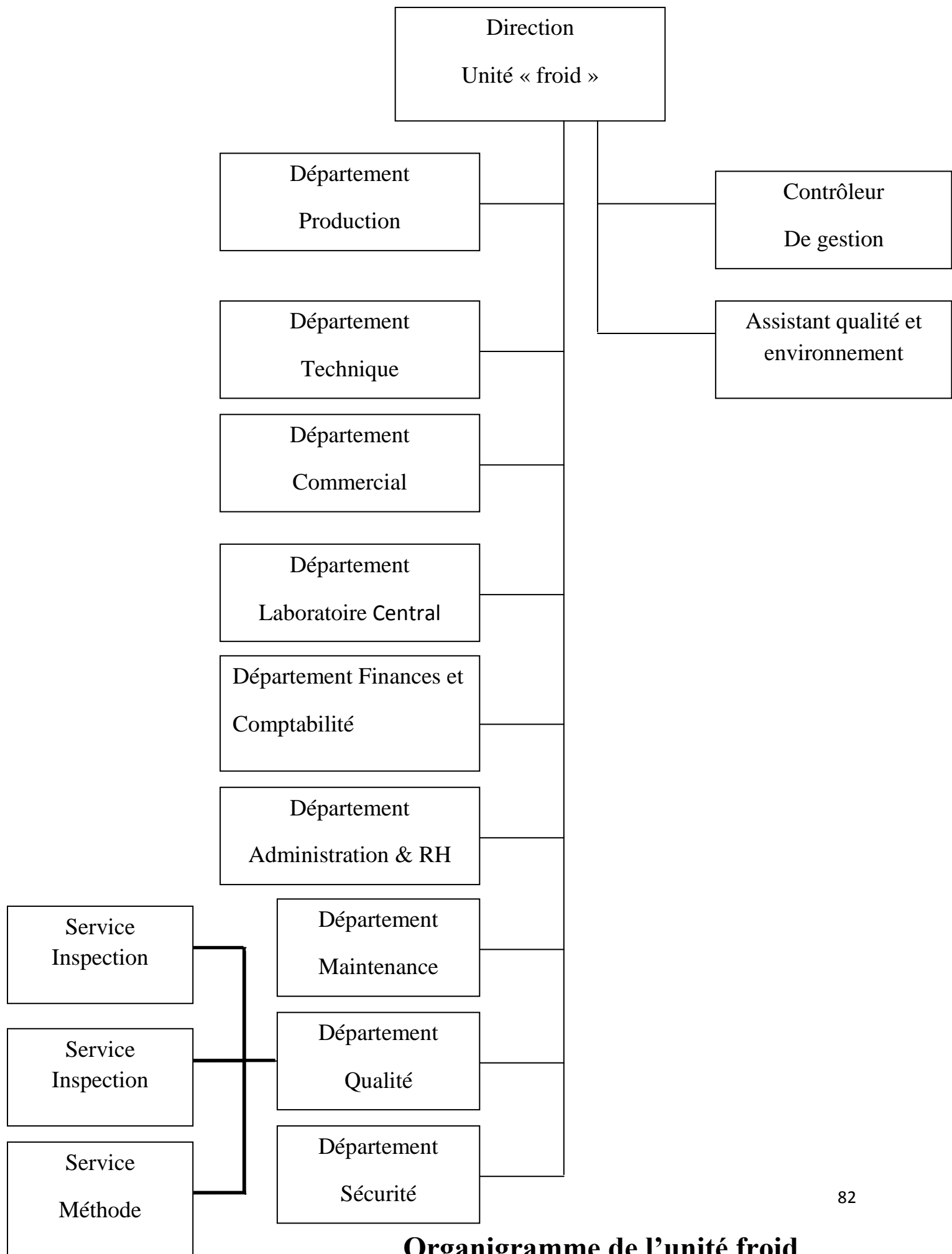
PFE :

(Boulfani.F et Slougui. H, 2003) , 2003, évaluation de la non qualité, mémoire de projet de fin d'étude, Département de Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique, Alger.

(Baaziz. M et Chelghoum. A), 2007, Contribution à l'amélioration du contrôle qualité en cours de production des poches solutées, mémoire de projet de fin d'étude, Département de Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique

ANNEXES

Annexe I : organigramme de l'unité froid



Annexe II : Caractéristiques des réfrigérateurs 160 L, 240 L



REFRIGERATEUR 1 PORTE

160L

- Une (01) porte réversible

Capacité totale	160 L
------------------------	-------

- Compartiment denrées fraîches	120 L
- Compartiment denrées congelées	40 L

Dimensions (mm)	H	X	P
X	L		

- Sans emballage :	860X640X550 (mm)
- Avec emballage :	880X700X670 (mm)

Poids

- net (kg) :	40 kg
- Brut (kg) :	44 kg

- Thermostat réglable

- Dégivrage semi-automatique

- Éclairage intérieur

Alimentation :	220-230/50/HZ
----------------	---------------

Consommation d'énergie (kwh/24H)	0,65
----------------------------------	------

Consommation d'énergie (kwh/an)	237
---------------------------------	-----

Classe énergétique	C
--------------------	---

Classe climatique	N
-------------------	---

- CFC	0 %
-------	-----



REFRIGERATEUR 1 PORTE

240L

- Une (01) porte reversible

Capacité totale	240 L
------------------------	-------

- Compartiment denrées fraîches	196 L
- Compartiment denrées congelées	44 L

Dimensions (mm)	H	X	P
X	L		

- Sans emballage :	1205X640X550 (mm)
- Avec emballage :	1230X700X670 (mm)

Poids	
--------------	--

- net (kg) :	48 kg
- Brut (kg) :	54 kg

- Thermostat réglable

- Dégivrage semi-automatique

- Éclairage intérieur

Alimentation :	220-230/50/HZ
----------------	---------------

Consommation d'énergie (kwh/24H)	0,83
----------------------------------	------

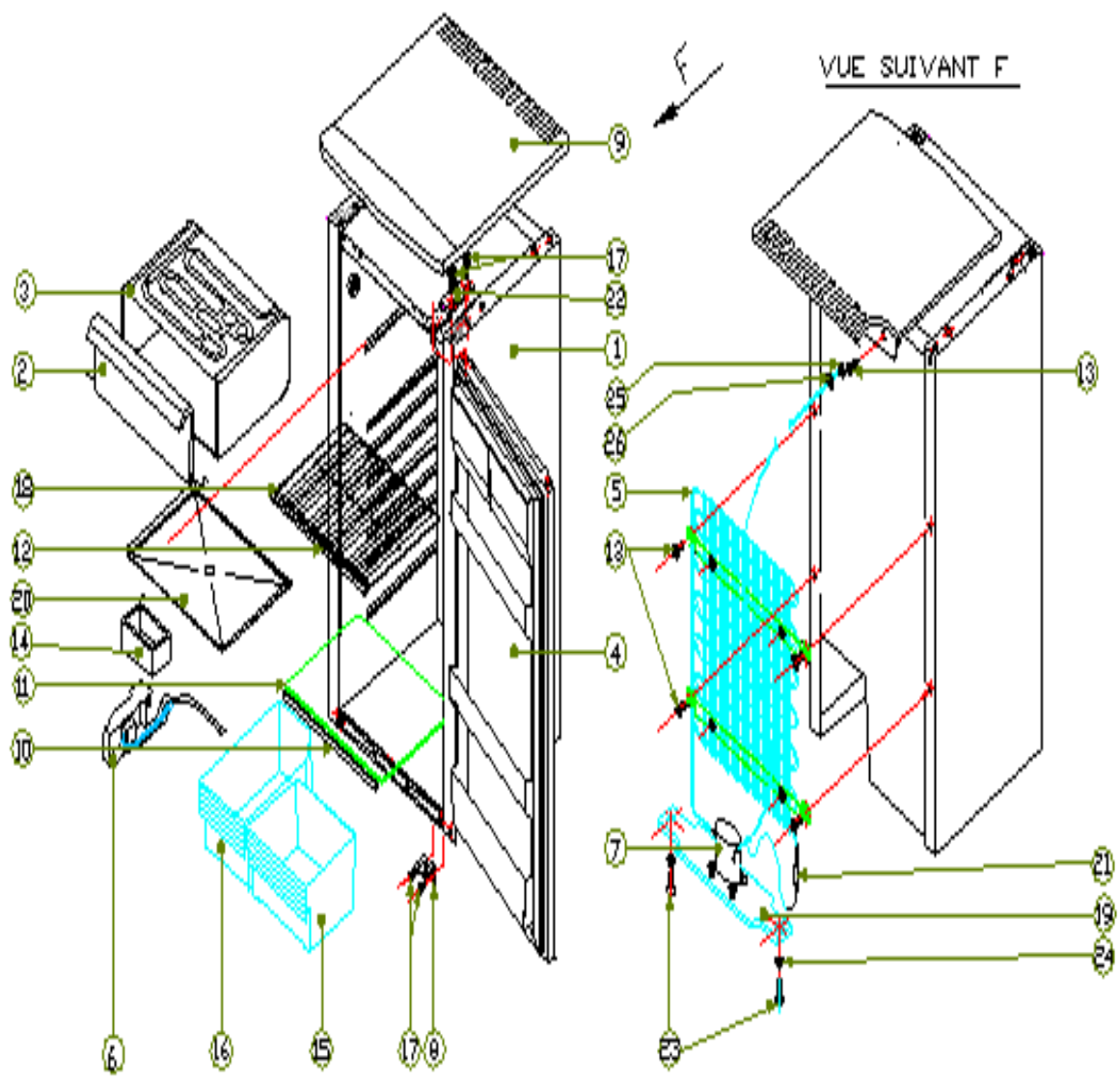
Consommation d'énergie (kwh/an)	303
---------------------------------	-----

Classe énergétique	C
--------------------	---

Classe climatique	N
-------------------	---

- CFC	0 %
-------	-----

Annexe III : composants d'un réfrigérateur



N°	CODE	DESIGNATION	Nombre
1	205912	ARMOIRE MOUSS2E	01
2	100033	Porte congélateur équipée	01
3	205862	Evaporateur fini peint	01
4	205949	Porte finie	01
5	204474	Ensemble condenseur	01
6	200034	Ensemble lampe-thermostat	01
7	205241	Ensemble compresseur compresseur	01
8	205558	Charnière inférieure droite finie	01
9	205556	Table top finie	01
10	200081	Moulure pour plaque de verre	01
11	200082	moulure pour plaque de verre	01
12	200117	Moulure GM	04
13	200162	Vis à tôle	06
14	200180	Bac de dégivrage	01
15	200181	Bac à légume PM	01
16	200182	Bac à légume GM	01
17	201047	Vis TCB M5*16	03
18	205811	Clayette amovible plastifiée	04
19	201249A	Rail support	01
20	201714	Ensemble bac d'écoulement	01
21	205072	Filtre déshydrateur	01
22	205557	Charnière supérieur droite finie	01
23	200168	Vis à tête fraisée fendue M6*1	02
24	200269	Rondelle à dents coniques	02
25	100025	Mastic d'étanchéité	1 jeu
26	200085	Feuille autocollante pour trou	02

Annexe IV : les différentes étapes de moussage



La cuve





Revêtement en papier



Armoire prête pour le moussage, vue de derrière



Paroi inférieure d'une armoire prête pour le moussage



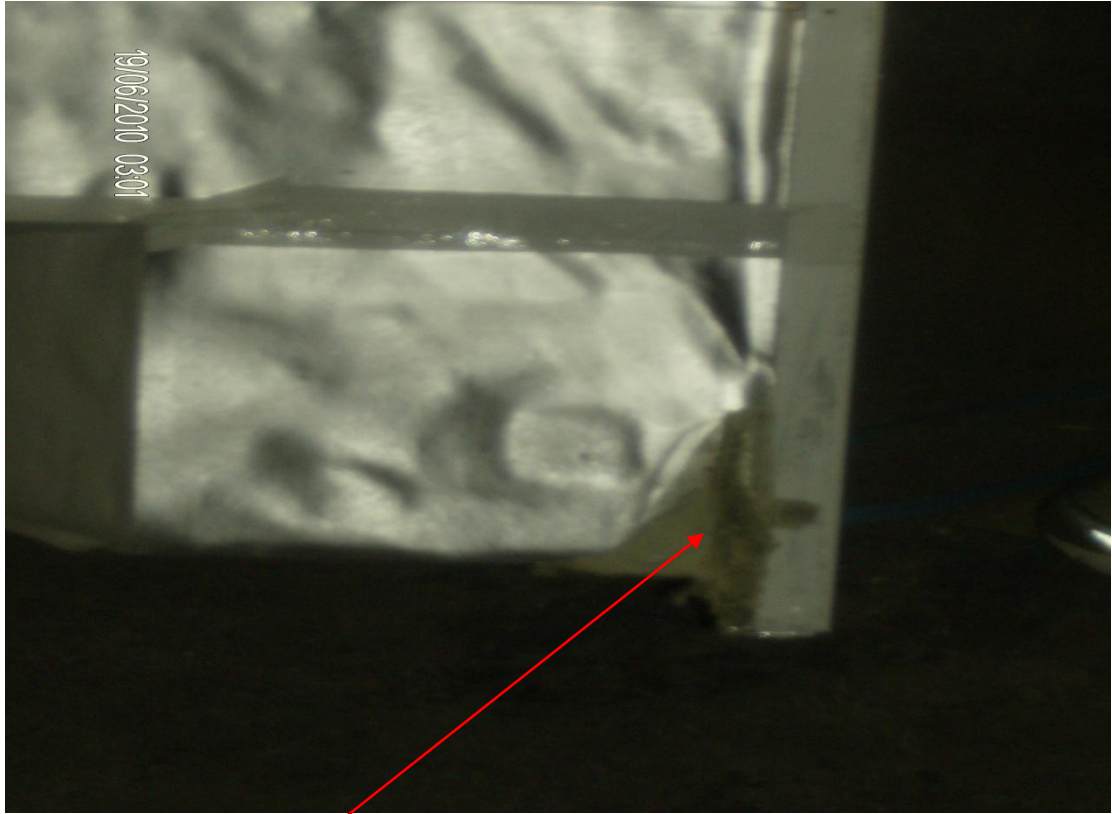
Paroi supérieure d'une armoire prête pour le moussage



La machine de moussage



La mousse

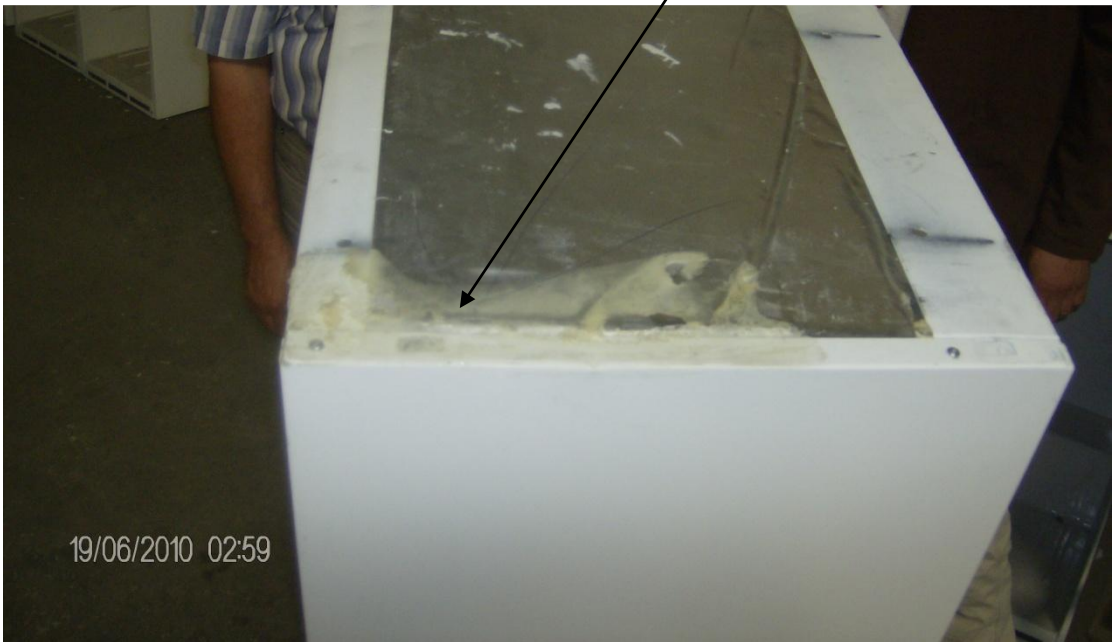


Débordement de mousse





Débordement de mousse



Annexe V : Typologie des coûts de la non qualité (siteIV)

- I. Coûts des anomalies internes**
- II. Coûts des anomalies externes**
- III. Coûts de détection**
- IV. Coûts de prévention**

I. Anomalies internes

Concernent les frais encourus lorsque le produit ne satisfait pas aux exigences de qualité avant d'avoir quitté l'entreprise.

- Rebut (coûts des produits + frais de manutention, stockage)
- Déclassement sur produits finis ou en cours
- Retouches, reconditionnement, réparations
- Pertes dues aux achats inemployables
- coûts des accidents de travail
- coûts de rotation de personnel, absences
- coûts des pannes / machines
- Pollution, élimination des effluents
- Procédés superflus
- Perte d'énergie
- Surstock (surfaces immobilisées)
- Erreur de spécification
- Manque d'outillage adapté
- Inefficacité des réunions
- délais non tenus
- devis incomplets
- Factures en retard
- Réétude des cahiers des charges

II. Anomalies externes :

Concernent les frais encourus lorsque le produit ne répond pas aux exigences de qualité après avoir quitté l'entreprise

- Réclamations clients
- Coûts de garantie (SAV)
- Remises ou ristournes
- pénalités de retard
- Agios pour non respect des délais

III. Coûts de détection ou évaluation :

Concernent les dépenses engagées pour vérifier la conformité des produits aux exigences de qualité, c'est-à-dire pour financer la recherche des anomalies.

- Salaires et charges liés aux vérifications
- Fournitures diverses et produits détruits pour essais utilisés pour l'évaluation du produit
- Amortissement du matériel de contrôle et d'essais utilisés pour l'évaluation du produit
- Frais d'étalonnage
- Inspection et essais du prototype
- Inspection et essais lors de la réception des fournitures
- Acceptabilité du produit
- Acceptabilité du processus de contrôle
- Inspection de l'emballage
- Mesures et rapports relatifs à l'état de santé de l'entreprise

IV. Coûts de prévention

Concernent les investissements humains et matériels engagés pour vérifier, prévenir et réduire les anomalies ou défaillances, c'est-à-dire pour financer les actions menées au niveau des **causes** des anomalies.

- Evaluation des fournisseurs
- Qualification du produit
- Vérification des plans
- Orientation de la qualité de l'ingénierie
- Evaluation des fournisseurs
- Séminaires relatifs à la qualité chez les fournisseurs
- Révision des spécifications
- Etudes de la validité des processus de fabrication
- Contrôle de l'outillage
- Formation
- Orientation vers la qualité
- Planification de l'acceptabilité des produits

- Programme Erreur Zéro
- Entretien préventif
- Sensibilisation, motivation et formation à la qualité et à la gestion de la qualité
- SPC, Analyse de la valeur
- E.A.Q.F
- Audit interne
- Audit externe
- Maintenance préventive

A ces coûts il faudrait rajouter les pertes d'image de marque (= perte de clientèle), de démobilisation des salariés, de découragement de l'encadrement, de défaitisme et torts et dommages divers.