

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

Ecole Nationale Polytechnique
Département de Génie Industriel

Mémoire de Projet de Fin d'Etudes d'Ingénieur

Thème

Calcul des coûts de non-qualité

Application : CATEL SPA

Présenté par :

M. BENZIADA Ahmed

M. HARRIR M^{ed} Mounir

Dirigé par :

M. M BOUZIANE (ENP)

M. ALIANE (CATEL)

Promotion : juin 2012

Dédicaces

À la mémoire de ma grand-mère Khedidja, « Lah yerhamha »

à ma grand-mère Fatiha, que Dieu nous la garde

à ma très chère mère, à mon très cher père

à mes frères adorés

à ma sœur

à toute ma famille

à TOUS mes amis

à tous ceux que j'ai connu et apprécié

je dédie ce travail

Ahmed

A ma très chère grand-mère ma tante, amours de ma vie,

A ma très chère tante Djouar,

A mes oncles Tahar, Miloud et Rachid, mes exemples,

A mon très cher père et très belle mère Christelle,

A mes frères et sœurs,

A mes amis, Amine, Nassim, Tahar et Toufique

Je dédie ce travail

Mounir

Remerciements

Nos remerciements vont ...

à M. BOUZIANE pour sa confiance en nous, pour ses remarques et orientations durant notre projet et pour les conseils et les enseignements inestimables, qu'il ne ménage jamais, et dont nous avons eu la chance de prendre part durant notre passage en G. Industriel.

à M. SOUILAH et M. ALIANE pour leurs conseils, leurs explications et leur orientation.

à M. RAMDA et le personnel du bureau Méthodes et Ordonnancement pour leur investissement dans ce projet, ainsi qu'à tout le personnel de l'entreprise CATEL.

à nos professeurs du département G. Industriel pour les efforts déployés pour assurer notre réussite.

à nos professeurs du département Sciences Fondamentales, on site en particulier M. R. BOUARAB.

à toutes les personnes qui ont participé dans l'aboutissement de ce projet, notamment M. A. BELAID et Mme F. NIBOUCHE.

ملخص :

باعتبار حجم استثمار الشركة كاتل في مجال الجودة يستلزم عليها تقويم و متابعة فعالية الإجراءات المتخذة في هذا المجال في ضوء التحسين المستمر.

الهدف من هذا المشروع هو وضع أسس نظام معلوماتي يجيب على هذا الاحتياج بحساب تكلفة حيازة الجودة و توجيه المجهودات المبذولة نحو الاجراءات الأكثر فعالية.

الكلمات المفتاحية : تكلفة حيازة الجودة، تكلفة انعدام الجودة، التحسين المستمر ،نظام معلوماتي، حساب التكاليف.

Résumé :

Compte tenu de l'importance des investissements dans la maîtrise de la qualité de l'entreprise CATEL, il lui est nécessaire de mesurer et de suivre l'efficacité de sa démarche qualité dans une optique d'amélioration continue.

L'objectif de ce projet est de mettre au point les bases d'un système d'information permettant de répondre à ce besoin par le calcul du coût d'obtention de la qualité et l'orientation des efforts de CATEL vers les actions les plus rentables.

Mots clés : Coûts d'obtention de la qualité, coûts de non-qualité, amélioration continue, système d'information, calcul des coûts.

Abstract:

Considering the amount of investments employed by CATEL in the mastery of quality, necessity is to measure and follow the efficiency of its quality approach within the continuous improvement.

The aim of this project is to build the basis of an information system which responds to this need by calculating the cost of quality and guiding CATEL's efforts to the most profitable actions.

Key words: Costs of obtaining quality, costs of non-quality, continuous improvement, information system, costing.

Table des matières

Introduction générale	13
Chapitre I : Etat de l'art	15
I La Qualité	16
I.1 Place de la qualité dans l'entreprise industrielle	16
I.2 L'approche « Gestion de la qualité »	17
II Le Coût d'Obtention de la Qualité	18
II.1 Précisions conceptuelles.....	19
II.1.1 Entre COQ et CNQ	19
II.1.2 Entre Qualité et Non-Qualité	19
II.2 Enjeux d'un système de COQ	20
II.3 Principaux modèles du COQ.....	21
II.3.1 Modèle d'A.H. Feigenbaum	21
II.3.2 Modèle de P. Hermel	22
II.3.3 Modèle de Godfrey et W. R. Pasewark.....	22
II.3.4 Modèle de Juran	23
II.3.5 Modèle de Harrington	24
II.3.6 Modèle AFNOR	26
II.4 Choix d'un modèle du COQ	27
II.5 Les ratios du COQ.....	28
II.6 L'optimisation par le COQ.....	28
II.7 Evolution théorique du COQ	29
II.8 Plan d'action pour la réduction du COQ.....	32
III Les systèmes d'information	33
III.1 Définitions.....	33
III.2 Le SI, mémoire de l'organisation.....	34
III.3 Le SI et ISO 9001.....	35
III.4 Le système d'information COQ	35
III.5 La méthode Merise.....	35
III.5.1 Pourquoi Merise ?	35
III.5.2 Historique.....	36
III.5.3 Les niveaux de description d'un SI.....	37
III.5.3.1 Le niveau conceptuel.....	37
III.5.3.2 Le niveau organisationnel	37
III.5.3.3 Les niveaux logique et physique	38

III.5.4	Les étapes de développement d'un SI.....	38
Chapitre II : Etude de l'existant du point de vu de la non-qualité		39
I	Présentation de l'entreprise	40
I.1	Chronologie.....	40
I.2	Produits et clients	41
I.3	Prérequis de la certification ISO 9001	42
I.4	Délimitation du cadre du projet.....	43
II	Le processus de fabrication des câbles en cuivre	44
II.1	Description du processus de production	44
II.2	Dysfonctionnements du processus de production	45
II.2.1	Analyse des arrêts machines	45
II.2.2	Analyse des déchets de production	46
II.3	Le contrôle qualité des câbles en cuivre	47
II.3.1	Contrôle du fil isolé	47
II.3.2	Contrôle des torons	48
II.3.3	Contrôle du câble assemblé.....	48
II.3.4	Contrôle final	49
II.3.5	L'autocontrôle en production.....	50
II.3.6	Le contrôle en laboratoire	50
II.3.7	Le contrôle par le client	50
II.4	La régulation des dysfonctionnements.....	51
II.4.1	La gestion des arrêts machine	51
II.4.2	La gestion des déchets de production	52
II.4.2.1	Description de la procédure de gestion des déchets	53
II.4.2.2	Limites de la procédure de gestion des déchets.....	54
II.4.3	La gestion des non-conformités	54
III	Synthèse de l'étude de l'existant.....	58
Chapitre III : Evaluation du COQ		59
I	Délimitation du champ de calcul.....	60
I.1	Les produits.....	60
I.2	Les matières premières.....	61
II	Le coût des anomalies internes	61
II.1	Le coût des rebuts.....	61
II.2	Le coût des retouches	62
II.3	Le coût de l'atelier réparation	63

II.4 Le coût des arrêts	63
III Les coûts de prévention.....	63
III.1 Le coût de la certification.....	63
III.2 Le coût du SMQ.....	64
III.3 Le coût de la structure Qualité	64
III.4 Le coût de la maintenance préventive.....	65
IV Les coûts de détection	65
V Le coût des anomalies externes.....	65
V.1 Les réclamations clients	65
V.2 Les pénalités de retard.....	66
VI Présentation des résultats	66
VI.1 Les ratios du COQ	66
VI.2 Analyse des composantes du COQ.....	67
VI.2.1 Analyse des coûts contrôlables	68
VI.2.2 Analyse des coûts de non qualité	68
Chapitre IV : Le système d'information COQ.....	72
I Objectif de l'étude.....	73
II Fonctions du SI COQ.....	74
III Interaction du SI COQ avec le SI de l'entreprise.....	75
III.1 Les sources de données	75
III.2 Frontières du SI COQ	77
IV Modèle conceptuel des traitements	77
IV.1 Définition des opérations	77
IV.2 Définition des règles de gestion.....	80
IV.3 Définition des processus	81
Conclusion générale.....	85
Bibliographie.....	87
Annexes.....	89

Liste des figures

Figure 1 : Roue de DEMING	18
Figure 2 : Coûts de non-qualité et marge	21
Figure 3 : Le COQ selon Feigenbaum	21
Figure 4 : Le COQ selon Hermel	22
Figure 5 : Le COQ selon Godfrey et W. R. Pasewark	22
Figure 6 : Le COQ selon Juran	23
Figure 7 : Le COQ selon J. Harrington	25
Figure 8 : Le COQ selon l'AFNOR	26
Figure 9 : Optimisation du COQ	29
Figure 10 : Profil théorique du COQ	30
Figure 11 : L'évolution théorique du COQ sur 5 ans	32
Figure 12 : Le système d'information de l'entreprise	34
Figure 13 : Répartition du chiffre d'affaires de CATEL par activités	43
Figure 14 : Macro processus de production des câbles en cuivre	44
Figure 15 : Flux de matières dans le processus de production	44
Figure 16 : Répartition des causes d'arrêt des équipements d'isolation	45
Figure 17 : La répartition des causes d'arrêt des équipements de l'assemblage	46
Figure 18 : Répartition des causes d'arrêt des équipements de gainage	46
Figure 19 : Répartition des non conformités de fil isolé par cause	47
Figure 20 : Répartition des non-conformités au stade de câble assemblé par cause	49
Figure 21 : Répartition des non-conformités au stade final par cause	49
Figure 22 : Procédure – gestion des arrêts machines	52
Figure 23 : Procédure de gestion des déchets	53
Figure 24 : Procédure de gestion des fils isolés non-conformes	55
Figure 25 : Procédure de gestion des câbles assemblés non-conformes	56
Figure 26 : Procédure de gestion des câbles gainés non-conformes	57
Figure 27 : Répartition de la demande en KDA (xC)	60
Figure 28 : Proportion des éléments du COQ	67
Figure 29 : Pourcentage des coûts de prévention et de détection	68
Figure 30 : Répartition des coûts de non-qualité	68
Figure 31 : Répartition du coût des arrêts	69
Figure 32 : Répartition des coûts de non-conformité	70
Figure 33 : la répartition du coût des rebuts sous-gaine par cause	70
Figure 34 : Fonctions du système d'information COQ	74
Figure 35 : Diagramme des flux d'information	77
Figure 36 : MCT du processus Calcul du COQ	82
Figure 37 : MCT du processus Mise à jour des paramètres du modèle	83

Liste des tableaux

Tableau 1 : Comparaison entre les modèles du COQ	27
Tableau 2 : Entrées et sorties du processus Management du SMQ	42
Tableau 3 : Matières premières objet du calcul	61
Tableau 4 : Formation des coûts des rebuts	62
Tableau 5 : Structure du coût des activités du SMQ.....	64
Tableau 6 : Ratios du COQ.....	66
Tableau 7 : Informations nécessaires au calcul du COQ	75
Tableau 8 : Données d'entrée et paramètres du modèle Excel	76
Tableau 9 : Réarrangement des données.....	78
Tableau 10 : Evènements déclencheurs du changement des paramètres du modèle	79

Liste des abréviations

AT	Algérie Télécom
BC	Bon de Commande
BD	Base de Données
CC	Coûts Contrôlables
CD	Coûts de Détection
CNQ	Coût de Non-Qualité
COQ	Coût d'Obtention de la Qualité
CP	Coûts de Prévention
DA	Direction des Approvisionnements
DARH	Direction de l'Administration et des Ressources Humaines
DECD	Direction des Etudes, du Contrôle et du Développement
DFC	Direction des Finances et Comptabilité
DI	Demande d'Intervention
DMC	Direction Marketing et Commerciale
DPR	Direction Production
DT	Direction Technique
FAM	Fiche d'Arrêt Machine
FDI	Feuille de Déchets d'Isolation
FS	Fiche Suiveuse
LME	London Metal Exchange
MCT	Modèle Conceptuel des Traitements
MOT	Modèle Organisationnel des Traitements
RMQ	Responsable Management Qualité
SI	Système d'information
SMQ	Système de management de la qualité

Introduction générale

La recherche de la performance industrielle commence par la maîtrise de la qualité.

Depuis les années 1920, la qualité s'est imposée au management des entreprises industrielles d'abord par l'inspection des produits puis le contrôle statistique de la qualité, à l'assurance qualité et finalement le management par la qualité.

Particulièrement, dans le secteur du B2B (Business To Business), les entreprises répondent, en termes de qualité, à des cahiers des charges ; le client se réserve le droit de refuser toute non-conformité aux spécifications y figurant. Ces entreprises pratiquent l'assurance qualité pour répondre à leurs cahiers des charges.

L'entreprise de production des câbles de télécommunication CATEL, dont le métier s'inscrit dans le secteur du B2B, a mis en place les mesures nécessaires afin d'assurer des produits conformes à ses clients. Dans le domaine de l'assurance qualité, CATEL a atteint un haut niveau de maîtrise basé sur l'expérience d'un siècle. Les mesures qu'elle applique sont d'autant plus sévères que ses produits et clients sont particuliers.

Les clients de CATEL sont d'une importance stratégique au niveau national, particulièrement Algérie Télécom (AT) leader en Algérie du marché des N-TIC. CATEL accompagne ses clients dans des projets d'envergure nationale comme le renouvellement et l'installation des câbles de télécommunication et de signalisation ferroviaire.

La qualité des produits de CATEL a une importance capitale pour ses clients dans le sens où, à titre d'exemple, un simple contact entre fils pourrait atteindre à la confidentialité des communications. Ceci a fait que, en plus des mesures d'assurance qualité prises par CATEL, AT a installé un agent de contrôle qualité au sein de son usine, celui-ci a le droit d'inspecter les produits aux différents stades de la production. Des lots de produits entiers peuvent être refusés en cas de détection d'une non-conformité.

D'autre part, la matière première principale dans la fabrication des câbles de télécommunication est le cuivre, métal cher coté en bourse. Ceci aggrave l'impact des non-conformités générées par le processus de production en termes de coût car, par essence, assurer la qualité revient à subir le coût des non-conformités.

De là, afin de défendre sa marge face à la concurrence, CATEL s'est lancée dans une démarche d'amélioration continue pour diminuer ses coûts, notamment ceux de la qualité,

d'abord en opérant un changement vers le management par la qualité en certifiant son Système de Management de la Qualité (SMQ) sous la norme ISO 9001.

Dans le cadre de la norme, CATEL entreprend des actions d'amélioration issues des activités de son SMQ et en s'appuyant sur l'université. En effet, deux projets de fin d'étude ont été réalisés par des étudiants de l'Ecole Nationale Polytechnique au sein de l'entreprise afin d'améliorer la productivité des unités de production.

De toutes les actions d'amélioration entreprises par CATEL, aucune évaluation du coût de la qualité, et particulièrement le coût de la non-qualité, n'existe. La mesure du coût de la non-qualité étant le maillon « Check » dans la boucle de la gestion de la qualité, son absence constitue un manque dans la démarche d'amélioration continue de CATEL.

Ce projet, réalisé sur demande de l'entreprise, est une suite aux actions d'amélioration entreprises par CATEL et s'inscrit comme une contribution à l'amélioration de la gestion de la qualité.

Notre travail dans le cadre de ce projet est de compléter la boucle d'amélioration continue entamée par CATEL en proposant un outil de mesure de l'efficacité de la gestion de la qualité basé sur la méthodologie Coût d'Obtention de la Qualité (COQ). Cet outil est aussi un moyen d'orienter les efforts d'amélioration vers les actions les plus rentables par l'analyse du coût de non-qualité.

Pour y parvenir, nous menons une étude de l'existant sur la base de laquelle les composantes du COQ seront calculées. Ensuite nous mettrons au point les prémisses d'un système d'information visant à automatiser le calcul du COQ. L'ensemble de notre travail est organisé comme suit :

- A travers l'état de l'art (Chapitre 1), nous cherchons un modèle de référence du COQ, nous sélectionnons un modèle applicable. Nous exposons aussi la méthode de conception des systèmes d'information Merise.
- Dans le Chapitre 2, nous dressons le contexte du projet à la suite de quoi nous présentons l'étude de l'existant permettant de mettre en évidence les dysfonctionnements à l'origine de la non-qualité et d'identifier les composantes du coût de non-qualité chez CATEL.
- Dans le Chapitre 3, nous exposons les résultats de l'évaluation du COQ, et l'analyse du coût de non-qualité.
- Dans le Chapitre 4, nous expliquerons le développement de la dynamique du système d'information permettant le calcul du COQ continuellement.

Chapitre I : Etat de l'art

Introduction

Suite à une recherche bibliographique approfondie, nous avons établi l'état de l'art des modèles et outils à la base de ce projet.

Nous exposons dans cette partie, dans l'ordre, des notions liées au concept Qualité, ensuite, nous abordons la méthodologie COQ sous-différents aspects, nous terminons par la présentation de la méthode de conception des systèmes d'information « Merise ».

I La Qualité (voir Annexe 1)

I.1 Place de la qualité dans l'entreprise industrielle

Après la deuxième guerre mondiale, la demande de produits dominait l'offre, l'entreprise était axée sur le volume de production, l'idée que «la qualité coûte cher » était répandue. L'intérêt de la gestion de la qualité n'était pas considéré comme urgent.

Au cours des années 1970-1980, la situation de l'offre par rapport à la demande s'est inversée et une forte concurrence s'est établie. Les industriels n'ont pas tardé à remarquer l'impact de la qualité des produits sur leurs résultats. En effet, ils se sont aperçus que les produits de qualité procuraient un meilleur retour sur investissement et permettaient d'accroître leurs parts de marché.

Aussi, portèrent-ils une grande attention à l'amélioration de la qualité de la production. Cet intérêt accru a révélé les points suivants :

- Il n'est pas plus coûteux, il est même plus économique, de fabriquer des produits de bonne qualité.
- Quand les problèmes de qualité sont résolus, ceux afférents aux coûts et aux délais sont réduits. (Harrington, 1990)

Aujourd'hui la qualité fait partie des exigences de la clientèle. Pour l'entreprise, la qualité est devenue une contrainte de survie. Pour rester compétitive, l'entreprise doit répondre aux besoins et exigences de ses clients. La qualité est donc un facteur de succès durable de l'entreprise (Froman, 2006), à plus forte raison, dans une activité B2B où les exigences des clients sont l'objet de cahiers des charges et de contrats de garantie.

De plus, la qualité des produits est un gage de satisfaction des clients. De là, une démarche qualité revêt un intérêt particulier tant elle présente comme valeur ajoutée la garantie de la satisfaction des clients. Elle est un atout dans la recherche de la fidélisation.

Une démarche qualité, permet aussi de se différencier par la qualité des produits. L'économiste M. Porter parlait d'avantage concurrentiel.

Cette différenciation a un prix, l'entreprise doit donc chercher l'équilibre entre satisfaction et rentabilité. D'autre part, si une démarche qualité n'est pas gratuite, la non-qualité coûte très cher aux entreprises. Crosby affirmait : « Ce n'est pas la qualité qui coûte cher, c'est la non-qualité ».

I.2 L'approche « Gestion de la qualité » (Duret et Pillet, 2002)

Gérer signifie : « Avoir un objectif, se donner les moyens nécessaires pour l'atteindre, vérifier les résultats acquis, et s'il y a écarts, programmer une action corrective ».

Gérer la qualité consistera par exemple pour une entreprise industrielle à définir sa stratégie future compte tenu de son potentiel (humain et matériel), des marchés sévères, de la concurrence et de son implantation géographique. Ce choix stratégique dépend évidemment de la direction, c'est la politique Qualité.

Pour sa mise en œuvre, il faut :

- Se donner des *objectifs* pratiques et nommer les responsables « qualité » (*management de la qualité*).
- Faire des choix d'actions d'amélioration pour atteindre la qualité désirée (*Planification de la qualité*).
- Former et sensibiliser le personnel à cette démarche, organiser et gérer le système de production (*maîtrise de la qualité*).
- S'assurer que la qualité obtenue correspond à celle souhaitée par la direction. Si besoin est, faire des corrections et éviter que cela se reproduise (*assurance de la qualité*).
- Mettre en place des dispositifs et des méthodes pour s'améliorer, être plus compétitif et plus réactif (*amélioration de la qualité*).

L'ensemble des moyens mis en œuvre pour répondre à l'attente de la direction doit être construit suivant une structure (ou modèle) bien définie appelée *le système de management de la qualité*. Ce dernier est décrit à l'aide du *manual qualité* et de *procédures*.

Le docteur DEMING a illustré cette démarche comme une roue roulant sur un sol montant, de manière à élever le niveau de la gestion de la qualité.

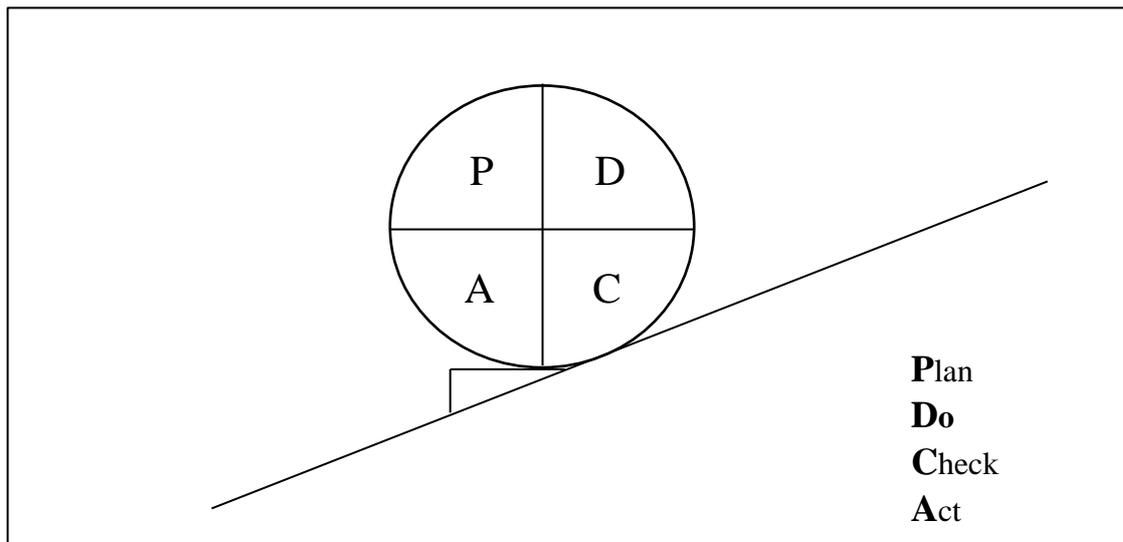


Figure 1 : Roue de DEMING

II Le Coût d'Obtention de la Qualité

Pour une gestion plus efficace et pour susciter l'attention des dirigeants sur les problèmes relatifs à la qualité, des termes tels que « pourcentage de défectueux », « rendement par temps d'exécution » ont été traduits dans un terme commun : L'argent.

Dans les années soixante, Armand V. Feigenbaum, ingénieur chez General Electric, a conçu un système qui additionnait l'ensemble des coûts liés au développement du système-qualité, à ceux entraînés par l'incapacité d'un produit à satisfaire aux exigences. Il put ainsi convaincre sa direction de l'importance des problèmes de la qualité, car présentés en dollar. (Harrington, 1990)

Le Coûts d'Obtention de la Qualité (COQ) ou le Coût de Non-Qualité (CNQ) est devenu par la suite une méthodologie de base de la gestion économique de la qualité.

II.1 Précisions conceptuelles

II.1.1 Entre COQ et CNQ

L'appellation COQ ou Coûts d'Obtention de la Qualité est très répandue dans les ouvrages, elle désigne le même concept que CNQ ou Coûts de Non Qualité. Les deux expriment deux points de vue, deux paradigmes du même concept.

L'appellation COQ suggère qu'il s'agit d'un investissement ou d'un effort de la part de l'entreprise pour garantir la qualité.

L'appellation CNQ, au contraire, sous-entend que c'est le coût subi par l'entreprise pour pallier à la non-qualité de ses produits.

Nous gardons pour la suite du mémoire l'appellation COQ car nous estimons qu'elle est plus adaptée à une vision de gestion et de prise de décision. Les CNQ seront pris plus bas comme étant les coûts résultants de la qualité.

II.1.2 Entre Qualité et Non-Qualité

La qualité est définie par la norme ISO 9001 comme étant : « L'ensemble des caractéristiques d'un produit qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés et implicites ». Selon cette définition, la Non-qualité serait, par opposition, l'inaptitude d'un produit à satisfaire les besoins du client.

Toutefois, cette définition est liée uniquement au produit, c'est *la qualité/non-qualité produit*. Dans ce mémoire, on considère la qualité dans une optique de Qualité Totale. On entend par Qualité :

- La qualité du produit ;
- La qualité des délais ;
- La qualité des prix (voir Figure 2).

De ce fait, tout dysfonctionnement dans l'entreprise pouvant atteindre à l'un de ces aspects de la qualité est générateur de non-qualité.

II.2 Enjeux d'un système de COQ (Harrington, 1990)

En entreprise, un système d'information n'a d'utilité que pour le pilotage et la prise de décision. Un système COQ entretenu et utilisé pour orienter les efforts et mesurer les progrès se traduit par des avantages énumérés ci-après :

1. *Le COQ procure une entité globale.* Avec ce système, la qualité est convertie en une unité tangible (la monnaie nationale), ce qui permet de mesurer l'importance des problèmes qui lui sont liés et de leur accorder la priorité qui convient ;
2. *Le COQ renseigne sur la situation de la qualité.* La qualité est exprimée par chaque fonction de l'entreprise avec des termes qui lui sont propres, le problème de la qualité se trouve ainsi fragmenté en une multitude de sous-problèmes. Le COQ permet de qualifier et de synthétiser la situation globale de la qualité dans l'entreprise et de l'exprimer dans des termes communs.
3. *Le COQ fournit un moyen de mesurer l'évolution.* Il fournit le moyen de mettre en évidence le meilleur point intermédiaire d'efficacité du système qualité. Les choix offerts à la direction d'investir les ressources limitées dont elle dispose sont nombreux. Le système de COQ lui procure un moyen de mesurer le retour sur investissements qualité et d'adapter ceux-ci aux besoins changeants qui sont ceux d'aujourd'hui.
4. *Le COQ rend la communication effective entre les spécialistes de la qualité et la haute direction de l'entreprise.* Des expressions complexes, comme AQL (niveau de qualité acceptable), AOQL (limite de qualité moyenne en aval), limites de confiance, distributions anormales, sont appropriées dans le bureau d'un statisticien ou d'un ingénieur-qualité, mais elles n'ont pas leur place dans la salle du Conseil d'administration de l'entreprise, mais y parler d'argent, cela tombe sous le sens.
5. *Le COQ instaure un nouvel état d'esprit.* L'examen du rapport consacré au COQ change la façon de voir et d'agir des travailleurs face aux erreurs et aux rebuts. Il est important d'amener les employés et les ouvriers à réfléchir aux conséquences financières que leurs erreurs entraînent sur les résultats de l'entreprise.
6. *Le COQ aide à établir de nouveaux processus de production.* A partir du moment où l'on bénéficie d'une compréhension financière du processus actuel, il est possible de concevoir de nouveaux processus permettant d'éliminer opérations d'évaluation et les erreurs. Les données du COQ sont fréquemment utilisées pour justifier un nouvel

équipement d'inspection automatisé, réduire les zones de stockage, améliorer les systèmes de convoyeurs, ou démontrer l'intérêt d'un nouveau matériel de traitement.

7. *Le COQ permet rationaliser la gestion de la qualité.* Le COQ est un outil d'aide à la décision en ce sens où il permet d'identifier les actions d'amélioration les plus rentables. La gestion par le COQ permet de maîtriser les coûts de la gestion de la qualité et de diminuer les coûts de non-qualité et ainsi gagner sur la marge de profit.

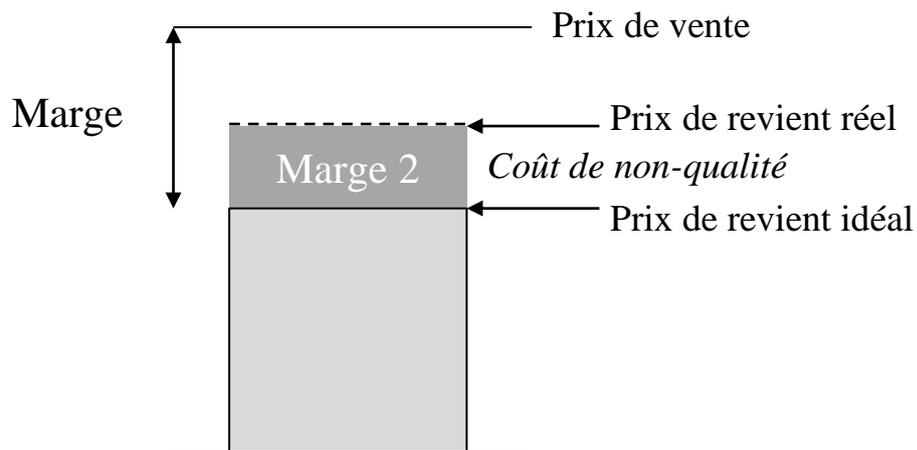


Figure 2 : Coûts de non-qualité et marge (Margerand, 2006)

II.3 Principaux modèles du COQ (Abouzahir, 2006)

Plusieurs modèles du COQ existent, nous allons recenser et analyser les plus courants.

II.3.1 Modèle d'A.H. Feigenbaum

Le premier modèle mis en place est celui d'A. H. Feigenbaum qui a initié la démarche. Il considère que le COQ doit couvrir les activités génériques de la qualité, à savoir : la prévention et l'évaluation en plus des défaillances internes et les défaillances externes.

De plus, l'évaluation du COQ ne doit pas se limiter au chiffrage des dysfonctionnements, mais doit s'étendre pour définir le niveau optimal du COQ.

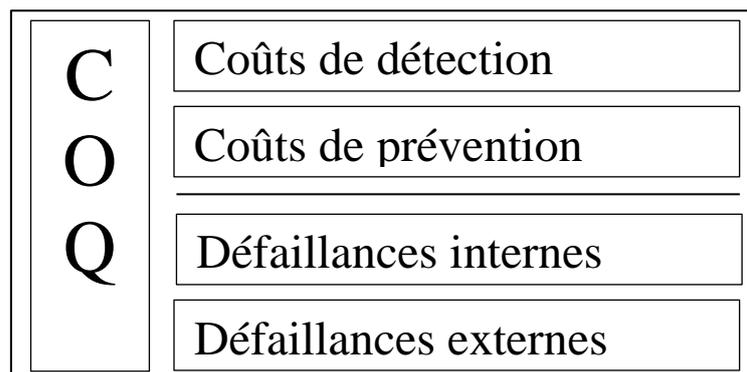


Figure 3 : Le COQ selon Feigenbaum

II.3.2 Modèle de P. Hermel

P. Hermel a particulièrement insisté sur le contrôle des performances des actions de prévention et d'évaluation. Pour ce faire, il a mis en évidence deux types de coûts attachés à des actions valorisantes de la qualité :

- Les uns sont dits « productifs » ils engendrent un gain de performance. Ces coûts se traduisent à terme par une réduction des coûts de défaillance,
- Les autres, en revanche, sont « improductifs » ils rendent compte de contre-performances des activités de prévention et d'évaluation qui n'ont pas atteint leur objectif de réduction des coûts de défaillance interne et externe.

Selon P. HERMEL, le COQ ne doit pas servir à estimer les dysfonctionnements ni le niveau de qualité acceptable, mais il doit mettre en relief la pertinence et le niveau de performance des activités valorisantes.

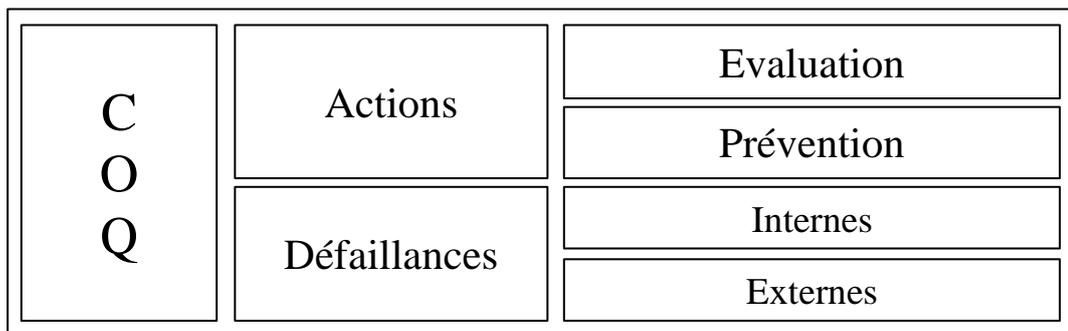


Figure 4 : Le COQ selon Hermel

II.3.3 Modèle de Godfrey et W. R. Pasewark

Ces modèles qui intègrent l'environnement externe dans la qualité proposent une décomposition du COQ en trois rubriques :

- Le coût de maîtrise des défaillances « Defect control costs » Il regroupe le coût de prévention et le coût d'évaluation
- Le coût d'échec « Failurecost » : il regroupe le coût de réparation, le coût des produits déclassés, le coût du processus de retour des produits défectueux.
- Le coût des ventes perdues « Cost of lost sales », Il correspond à l'estimation des ventes perdues à cause d'un problème de qualité.

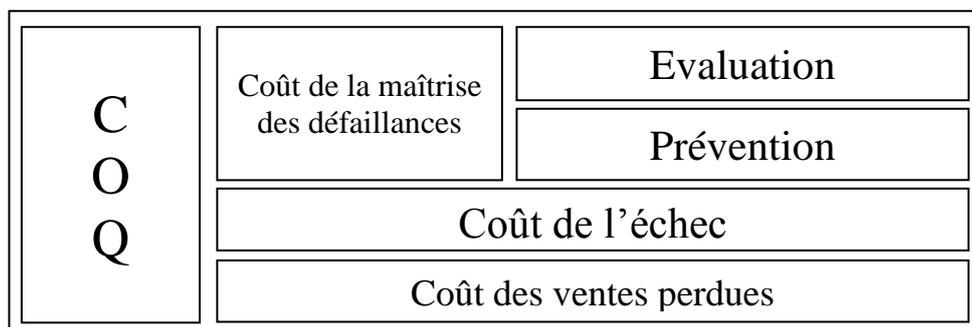


Figure 5 : Le COQ selon Godfrey et W. R. Pasewark

II.3.4 Modèle de Juran

Selon Juran, l'expression de coût de la qualité a été utilisée pour désigner deux concepts très différents.

- 1- Les coûts imputables à une mauvaise qualité. Ces coûts représentant les domaines où les économies potentielles sont les plus grands et constituent donc les objectifs d'étude les plus intéressants.
- 2- Les dépenses pour obtenir la qualité. Ce concept est plus complexe et beaucoup plus controversable, il implique qu'on découvre, pour toutes les activités gravitant autour de la spirale, quelle fraction de leurs coûts peut être attribuée à la qualité.

Il distingue 4 catégories :

- Coûts des défaillances internes : ce sont les coûts qui disparaîtraient si l'on ne produisait pas de défauts dans l'entreprise. Ils comprennent les coûts des rebuts, déchets, réparations, retouches, essais complémentaires, contrôles à 100%, pertes de rendement.
- Coûts des défaillances externes : ce sont les coûts qui disparaîtraient si l'on ne produisait pas de défauts à l'extérieur de l'entreprise. Ils englobent le paiement d'indemnités, les coûts de retour clients, les frais de garantie, les rabais consentis, l'analyse des réclamations.
- Coûts de la mesure de la qualité : ce sont les coûts d'examen de l'état du produit à son premier passage tout au long de la fabrication. Ils comprennent les contrôles de réception, la surveillance des fournisseurs, les contrôles du processus, les contrôles et essai finals, l'entretien et l'étalonnage des appareils de mesure, les frais de personnel.
- Coûts de la prévention : ce sont les coûts supportés pour réduire tous les autres coûts de la qualité. Les coûts de la prévention peuvent inclure des activités telles que la *planification* de la qualité, audits de nouveaux produits, programmes de formation.

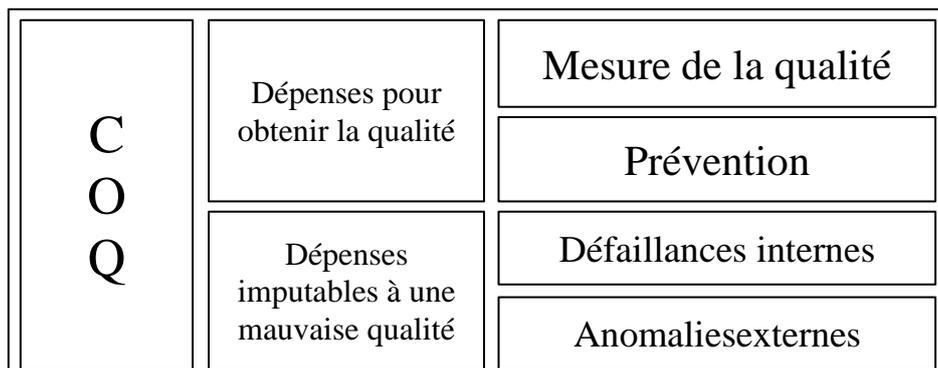


Figure 6 : Le COQ selon Juran

II.3.5 Modèle de Harrington (Harrington, 1990)

J. Harrington regroupe les coûts d'obtention de la qualité (COQ) en deux catégories d'éléments : les coûts directs et les coûts indirects

Il est à signaler que dans ces deux principales catégories du COQ, ce sont les coûts directs les mieux appréhendés, ce sont aussi ceux que les entreprises utilisent traditionnellement, car les résultats sont moins subjectifs.

Les coûts directs d'obtention de la qualité

Les coûts d'obtention de la qualité directs 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 leurs tâches efficacement.

Ces coûts englobent trois types de dépenses : les coûts contrôlables, les coûts résultants et les coûts des équipements.

Les coûts contrôlables : ces coûts sont ceux sur lesquels l'entreprise a un contrôle direct ils se subdivisent en deux catégories.

Les coûts de prévention : ce sont ceux engagés pour prévenir, diminuer, voir empêcher que des anomalies ou erreurs soient commises en fait, il ne s'agit pas réellement de coût, mais d'investissement.

Les coûts d'évaluation : ce sont des dépenses engagés pour vérifier (mesurer) la conformité des produits ou services aux critères et aux procédures établis.

Les coûts résultants : ces coûts sont appelés ainsi car ils sont directement liés aux décisions prises dans la première catégorie, ils se divisent eux-mêmes en 2 catégories : coûts d'erreurs internes et externes, qui sont en fait des pertes directes de l'entreprise.

Les coûts d'erreurs internes : ce sont les coûts des défauts détectés avant l'acceptation du produit ou service par le client. Des exemples typiques sont :

- rebuts et retouches en cours de production,
- dépannage et réparation,
- déclassements,
- coûts résultant de l'existence de stocks supplémentaires requis pour remédier à des pièces potentiellement défectueuses et a des lots rejetés.

Chapitre I : Etat de l'art

Les coûts d'erreurs externes : ce sont les coûts des défauts qui sont détectés après livraison du produit ou service au client. Ce sont donc les coûts que supporte l'entreprise parce que son système d'évaluation n'a pas su détecter ces erreurs avant la livraison. Quelques exemples sont :

- évaluation des retours client,
- le traitement des réclamations.

Les coûts des équipements : il s'agit du coût des investissements en matériel utilisés pour la mesure, l'acceptation ou le contrôle des produits ou services. Il inclut le coût de l'équipement utilisé pour l'impression et la diffusion des données relatives à la qualité.

Exemples : ordinateurs, voltmètres, appareils de mesure.

Il est à signaler que la catégorie des coûts des équipements, telle que définie par Harrington, fait implicitement partie des coûts de détection - prévention définis par la norme X50-126 de L'AFNOR.

Les coûts indirects d'obtention de la qualité : Selon Harrington, les COQ indirects sont des coûts directement mesurables dans le système d'information interne de l'entreprise, mais qui font partie des COQ du cycle de vie du produit. Ils sont au nombre de trois :

- Les COQ supportés par le client : Ce type de coûts apparaît lorsque le produit ne répond pas aux attentes du client. Quelques exemples : baisse de productivité, coûts de transport et temps perdu pour le renvoi d'une marchandise défectueuse.
- Les COQ dus à l'insatisfaction du client : Ce type de coût se traduit par une perte de recette suite à une insatisfaction sur un ou plusieurs produits de l'entreprise. Ce coût est difficile et délicat à mesurer.

Les COQ dus à la perte renom : ce type est encore plus difficile à mesurer et à prévoir que celui supporté par le client ou entraîné par son insatisfaction. Ce coût reflète une attitude du client envers l'entreprise plutôt qu'envers un produit bien particulier.

C O Q	Coûts directs	Coûts contrôlables	Détection
			Prévention
		Coûts de non-qualité	Anomalies internes
			Anomalies externes
	Coûts indirects	Perte de renom	

Figure 7 : Le COQ selon J. Harrington

II.3.6 Modèle AFNOR (Ferreboeuf, 2004)

Les normes techniques NFX 50-126 et NFX 50-180-1 proposent la classification du COQ suivante :

Le COQ est composé de deux grandes parties :

- **Les coûts contrôlables (CC)** : Ce sont les dépenses volontaires générées pour maintenir un certain niveau de qualité. On distingue :
 - *Les coûts de prévention (CP)*, générés afin de limiter et de diminuer les dysfonctionnements ;
 - *Les coûts de détection (CD)*, générés afin de déceler la non-qualité par la mise en œuvre de processus de contrôle sur les produits.
- **Les coûts résultants ou coûts de non-qualité (CNQ)** : Ce sont les frais complémentaires et involontaires que doit supporter l'entreprise du fait des dysfonctionnements. On distingue :
 - *Les défaillances internes (DI)* : dysfonctionnements internes à l'entreprise ou en amont du processus global de l'entreprise se traduisant par une perte économique, donc un coût, et ne touchant pas directement les clients à qui sont destinés les produits,
 - *Les défaillances externes (DE)* : dysfonctionnements externes à l'entreprise se traduisant par un coût et touchant directement les clients à qui sont destinés les produits.

C O Q	Coûts contrôlables	Détection
		Prévention
	Coûts de non-qualité	Anomalies internes
		Anomalies externes

Figure 8 : Le COQ selon l'AFNOR

Ce modèle est basé sur la logique d'utilisation du COQ selon laquelle l'entreprise investit dans les coûts contrôlables, qui sont dans ce cas assimilés à des « actions », afin de diminuer les coûts résultants perçus comme des « effets ».

II.4 Choix d'un modèle du COQ

Les différents modèles présentés ci-haut se rejoignent quant à la finalité du COQ en tant qu'outil d'aide à la décision, la différence entre eux réside dans la manière dont sont réparties les composantes du COQ.

Le modèle de l'AFNOR nous paraît comme une synthèse des autres modèles, en ce sens où les composantes du COQ qu'il présente englobent d'une manière cohérente les composantes du COQ de chaque modèle.

Le tableau suivant montre la cohérence entre les composantes du COQ selon le modèle AFNOR et ceux des autres modèles :

Tableau 1 : Comparaison entre les modèles du COQ

Modèle	Coûts de détection	Coûts de prévention	Coût des anomalies internes	Coût des anomalies externes
Feigenbaum	Coûts d'évaluation	Coûts de prévention	Coûts des défaillances internes	Coûts des défaillances externes
Godfrey	Coûts de la maîtrise des défaillances		Coût d'échec	Coût de vente perdue
Juran	Coûts de la mesure de la qualité	Coûts de la prévention	Coûts des défaillances internes	Coût des défaillances externes
Harrington	Coûts d'évaluation Coûts des équipements	Coûts de prévention	Coûts des erreurs internes	Coûts des erreurs externes Coûts supportés par le client Coûts de l'insatisfaction du client
Hermel	Coûts d'évaluation	Coûts de prévention	Coûts des défaillances internes	Coûts des défaillances externes

Le modèle qu'on adopte pour notre travail est donc le modèle AFNOR, toutefois, nous exploitons la classification de J. Harrington afin d'exclure les coûts d'obtention de la qualité indirects.

Tout ce qui suit est exprimé dans le cadre du modèle AFNOR du COQ. Aussi, nous utiliserons les définitions et les abréviations présentées dans la partie (II.3.6. Modèle AFNOR).

II.5 Les ratios du COQ

La valeur des différents postes du COQ n'est significative en elle-même, il est intéressant d'analyser, d'une part, leur évolution, d'une année à une autre, et d'autre part ce qu'ils représentent en pourcentage par rapport à l'activité de l'entreprise (valeur ajoutée, chiffre d'affaires). Par ailleurs, il est important d'analyser les valeurs extrêmes, soit parce que ces postes coûtent trop cher à l'entreprise soit parce qu'ils sont très faibles et ne contribuent pas à l'amélioration de la qualité.

Les ratios du COQ communément utilisés sont les suivants :

- $\text{COQ} / \text{Chiffre d'affaires (CA)}$
- CNQ / CA
- $\text{CNQ} / \text{Valeur ajoutée}$
- CNQ / COQ
- $\text{CNQ} / \text{Nombre d'employés}$
- CP / COQ
- CD / COQ

II.6 L'optimisation par le COQ (Ferreboeuf, 2004)

Le COQ offre un moyen d'analyser les coûts de la qualité et de croiser les coûts de non-qualité avec les coûts contrôlables, d'en tirer les mesures prioritaires à appliquer et d'agir, selon une logique de gestion.

Théoriquement, si les CC (actions) sont très faibles, il est certain que les CNQ (non-qualité) seront très élevés, et inversement. Le COQ étant la somme de ces deux postes de coûts, il existe une situation optimale où le COQ est minimisé. Il ne faut donc pas, a priori, mettre en œuvre des moyens démesurés pour obtenir des résultats dont le retour sur investissement ne sera jamais effectif. Il faut dans un premier temps, utiliser le COQ comme **outil de gestion**, puis dans un deuxième temps, lorsque cet outil est maîtrisé, l'utiliser comme outil

d'optimisation en cherchant le mix idéal de ses composants (CC/CNQ) afin de le réduire à un niveau le plus bas.

La situation optimale correspond à une gestion de la qualité qui n'est plus efficace mais plutôt efficiente.

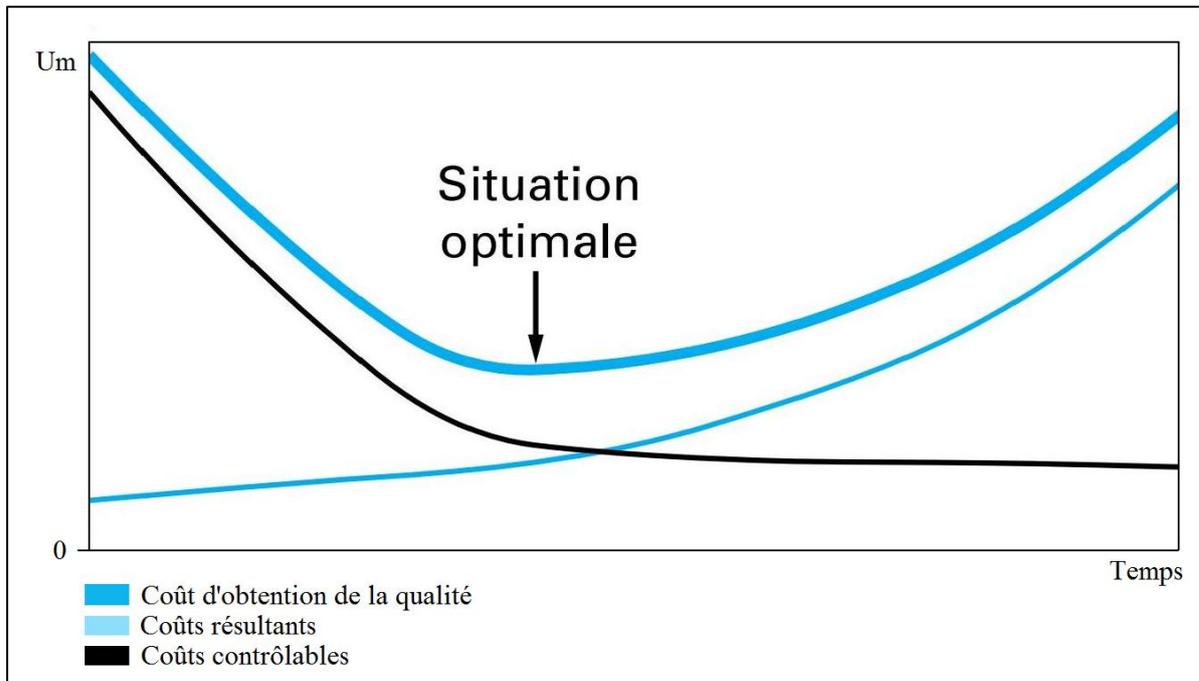


Figure 9 : Optimisation du COQ (Ferreboeuf, 2004)

II.7 Evolution théorique du COQ

Selon l'auteur de l'article (Ferreboeuf, 2004), il existe un « profil théorique » que doit suivre l'évolution du COQ dans le temps, il reflète le plan d'action à mettre en œuvre pour l'optimisation de celui-ci. Ce profil représente l'évolution du COQ, à partir de la situation initiale où l'entreprise n'a eu aucune action de grande envergure consistant à faire évoluer des indicateurs économiques.

Après évaluation, en règle générale, on constate que les coûts de non-qualité représentent plus de 60 % du COQ, les coûts de détection pratiquement la totalité restante et les coûts de prévention quelques pourcents, c'est-à-dire très peu.

Le plan d'action est mis en œuvre à partir du profil théorique tel qu'il est représenté sur la Figure 10 :

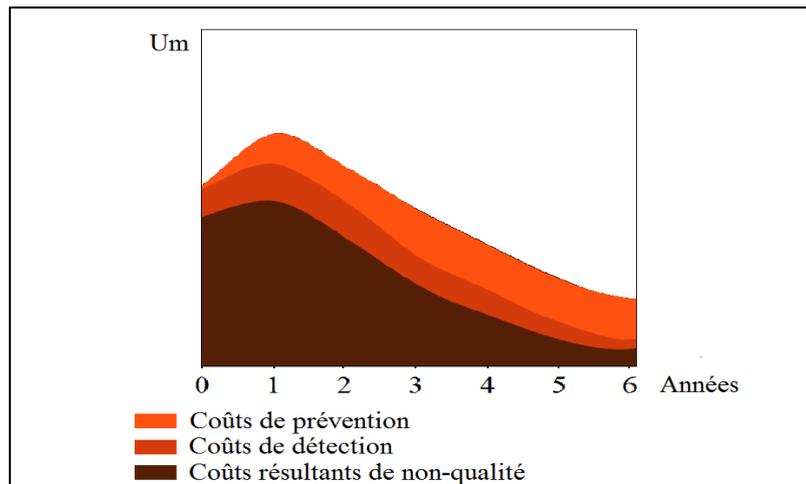


Figure 10 : Profil théorique du COQ (Ferrebœuf, 2004)

Commentaires :

Année 0 : année de départ où l'entreprise a évalué le COQ et se retrouve dans la situation suivante : CNQ élevé, CD conséquent, CP faible.

Année 1 : c'est l'année de l'investissement le plus important :

- augmentation des CP ;
- légère augmentation des CD ou nouvelle répartition du budget pour une meilleure efficacité ;
- probablement une légère augmentation du CNQ, due d'une part au fait que l'outil de contrôle ou de détection de la non-qualité est plus performant et, d'autre part, le côté préventif, augmenté, incite les acteurs de l'entreprise à rendre plus transparent le système mis en œuvre. Globalement, le COQ a augmenté.

Année 2 :

- augmentation des CP ;
- stabilisation des CD, avec éventuellement une optimisation (modification de la répartition budgétaire);
- normalement, une première baisse du CNQ (peut-être même sensible). L'objectif à ce stade est que le CNQ soit inférieur à celui de l'année 0.

Globalement, le COQ a légèrement diminué ou tout au moins s'est stabilisé.

Année 3 :

- augmentation sensible des CP ; à ce stade, la politique qualité repose autant sur l'aspect préventif que sur le contrôle ou la détection. Par exemple, avant de réaliser un produit ou un service, on aura pris soin de valider les éléments utilisés afin de réussir du premier coup. On fait appel à quelques outils qualité préventifs ;
- légère diminution des CD ;
- diminution sensible du CNQ. À ce stade, il doit être inférieur (25 à 40 %) à celui de l'année 0.

Globalement, le COQ a diminué de façon importante, l'investissement commence à générer des gains intéressants.

Année 4 :

- légère augmentation des CP ;
- diminution sensible des CD. La politique qualité est basée en grande partie sur la prévention et la transparence du système qualité en place ;
- diminution sensible du CNQ.

Globalement, le COQ a sensiblement diminué. À ce stade, le retour sur investissement a eu lieu, l'entreprise « gagne de l'argent ».

Année 5 :

- maintien des CP
- diminution assez sensibles des CD. À l'aide d'une analyse fine entre les postes de dépenses CD et l'effet qu'ils ont sur le CNQ, il est possible de procéder à une reventilation budgétaire et donc à envisager une optimisation de ce budget ;
- diminution assez sensible du CNQ.

Globalement, le COQ est deux à trois fois inférieur à celui de l'année 0, mais surtout le CNQ est très faible.

Année 6 : le plan d'action de grande envergure est lancé depuis 5 ans :

- maintien des dépenses relatives aux CP ;
- diminution des CD (probablement la dernière) ;
- légère diminution du CNQ.

Globalement, le COQ est au plus bas, au stade de l'optimisation.

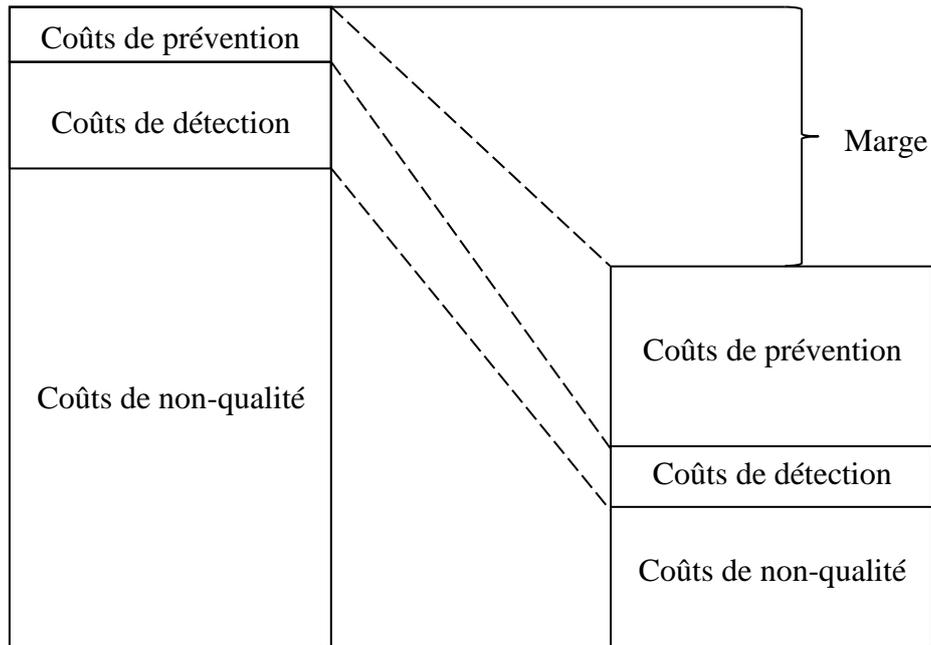


Figure 11 : L'évolution théorique du COQ sur 5 ans

II.8 Plan d'action pour la réduction du COQ

Ce plan d'action suit le « profil théorique » du COQ afin de définir les moyens à mettre en œuvre à court et à moyen terme (1 à 5 ans) pour la réduction du COQ. Il constitue ainsi l'outil de base de la maîtrise du COQ. Il est structuré en plusieurs phases et suit une chronologie précise :

- phase 1 : identifier les postes de coût important ;
- phase 2 : identifier les postes où la quantité d'argent affectée est trop faible (Exemple : maintenance préventive) ;
- phase 3 : faire le lien entre l'argent effectivement dépensé sur les postes des CC et les postes du CNQ afin de détecter les postes des CC où l'argent est mal utilisé et de redéfinir soit un nouveau budget pour le poste considéré, soit un nouveau mode de gestion du poste ;
- Phase 4 : établir le budget pour l'année 1 et définir les moyens à mettre en œuvre convenant à l'enveloppe prévue pour les postes des CC et définir les postes du CNQ sur lesquels il devait y avoir un effet ;
- phase 5 : établir un planning d'ensemble des actions à mener du type Gantt lorsque chaque action est bien définie dans le temps ainsi que les moyens la concernant (responsable, budget...) ;

- phase 6 : définir les grandes lignes (budget et politique) pour les années 2 à 5 si possible. Il est souhaitable d'aborder cette phase lorsque le budget de l'année 1 (phases 1 à 4) est établi et approuvé par toutes les parties prenantes, la direction en particulier.

III Les systèmes d'information (Mathéron, 1994)

III.1 Définitions

Un système est un ensemble d'éléments matériels et immatériels en interaction transformant par un processus des éléments d'*entrée* en des éléments de *sortie*.

Un système peut être contrôlé par un autre système dit *système de pilotage*.

Pour une organisation, *un système physique* ou *système opérant* transforme un flux physique d'entrées (matières premières, flux financier ...) en un flux physique de sortie (produits finis, flux financier ...).

Le système opérant et le système de pilotage ainsi que l'environnement de l'organisation constituent *l'univers extérieur* du système d'information.

Le système d'information d'une organisation est un ensemble d'éléments divers (employés, ordinateurs, règles et méthodes, etc.) chargés de stocker et de traiter les informations relatives au système opérant afin de les mettre à la disposition du système de pilotage. Il peut en outre recevoir de celui-ci des décisions destinées à son propre pilotage. Enfin, il peut émettre vers le système opérant des informations-interactions, c'est-à-dire qu'il peut réagir sur le système opérant (Ex. le système opérant ne pourra livrer le client que s'il obtient du SI l'information que le produit est en stock).

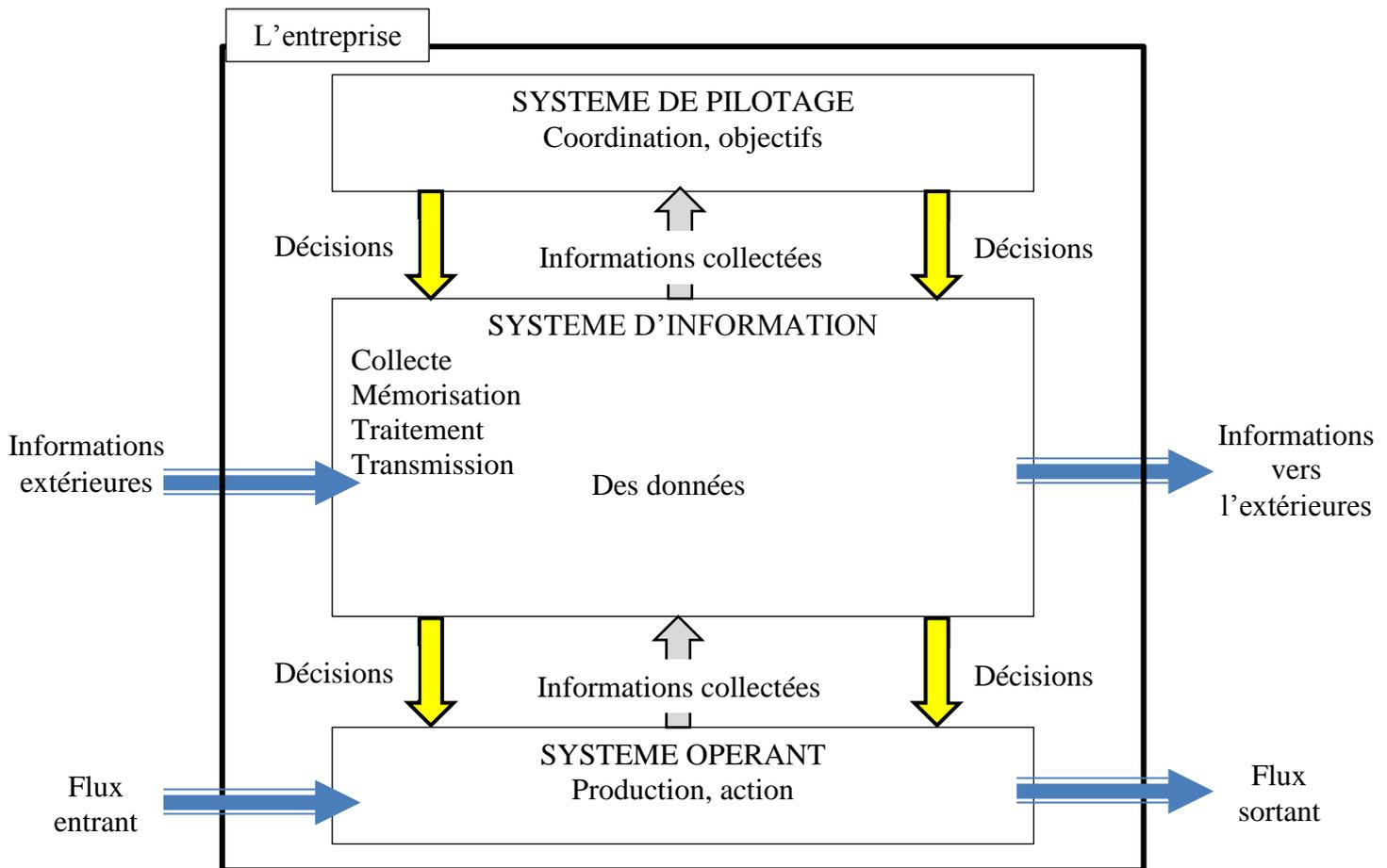


Figure 12 : Le système d'information de l'entreprise (Mathéron, 1994)

III.2 Le SI, mémoire de l'organisation

Le système d'information est la mémoire de l'organisation, à ce titre il comporte :

Un aspect statique :

- Enregistrement des faits survenus dans l'univers extérieur dans un ensemble mémorisé qu'on pourra qualifier de base d'information ;
- Enregistrer des structures de données, règles et contraintes de l'univers extérieur de manière formalisée dans un ensemble mémorisé qu'on pourra qualifier de modèle de données.

Un aspect dynamique :

- Possibilité de mise à jour des données mémorisées dans la base d'information ;
- Possibilité de changer les structures, règles et contraintes du modèle de données suite à des changements survenus dans l'univers extérieur et en reflet de ceux-ci.

Cette partie du SI constitue le *processeur d'information* (autrement-dit le sous-système qui traite l'information).

III.3 Le SI et ISO 9001 (Marley, 1999)

L'un des facteurs de progrès au sein de l'organisation, amené par la démarche qualité dans le cadre de la norme ISO 9001, correspond au passage de la tradition orale à la tradition écrite.

On écrit ce que l'on doit faire et on enregistre ce qui est fait comme preuve de la conformité à l'écrit, on peut donc certifier les méthodes et approuver les résultats.

Cette mutation de l'organisation est impérative lorsqu'il s'agit de mettre en place un système d'information.

C'est pourquoi la démarche qualité apporte du sens et de la cohérence à la gestion du système d'information. Elle constitue un facteur clé de succès dans l'accompagnement du changement organisationnel lié à l'évolution du système d'information.

III.4 Le système d'information COQ

C'est un système d'information d'aide à la décision. Son objectif est la collecte et le traitement des informations nécessaires au calcul du COQ, la présentation des résultats sous-forme de tableau de bord et l'enregistrement dans une base de données dédiée au COQ constituant ainsi un historique exploitable pour l'analyse comparative du COQ sur plusieurs années.

III.5 La méthode Merise (Gabay, 2001)

Dans cette partie nous présentons la méthode Merise ainsi que ses fondements théoriques sans aborder les concepts techniques et les formalismes de la méthode.

III.5.1 Pourquoi Merise ?

Nous avons choisi, pour la conception du SI-COQ, la méthode Merise pour les avantages qu'elle présente. La vocation de Merise est double : d'une part c'est une méthode de conception de système d'information et d'autre part Merise propose une démarche méthodique de développement de SI.

Les atouts majeurs de Merise en tant que méthode de conception sont :

- une description du SI par niveaux : niveau conceptuel, niveau organisationnel, niveau logique et niveau physique ou opérationnel.

- une description du SI utilisant un formalisme de représentation précis, simple et rigoureux, pour la description des données. Ce formalisme est normalisé au plan international par l'ISO sous le nom de : modèle « ENTITE RELATION ».
- une description du niveau conceptuel fondée sur les invariants du SI permettant ainsi de construire un nouveau SI sur des bases solides, indépendantes de l'organisation et des choix techniques d'automatisation.
- enfin, la présentation visuelle, notamment des modèles conceptuels, contribue dans une large mesure à l'établissement un dialogue constructif entre tous les partenaires qui collaborent pour concevoir le nouveau SI.

Merise, comme cité plus haut, est aussi une démarche de développement de SI. L'un des points forts de la méthode dans ce domaine : le découpage du processus de développement en quatre étapes :

- Etude préalable ;
- Etude détaillée ;
- Réalisation ;
- Mise en œuvre.

Ce découpage a été pris et normalisé par l'AFNOR (norme Z67-101 : recommandations pour la conduite des projets informatiques). Il correspond au cycle de vie d'un SI.

III.5.2 Historique (Site 2)

Issue de l'analyse systémique, la méthode Merise est le résultat des travaux menés par Hubert Tardieu dans les années 1970 et qui s'inséraient dans le cadre d'une réflexion internationale, autour notamment du modèle relationnel d'Edgar Frank Codd. Elle est devenue un projet opérationnel au début des années 1980 à la demande du ministère de l'industrie français, et a surtout été utilisée en France, principalement pour les projets d'envergure comme les grandes administrations publiques ou privées.

Merise, méthode spécifiquement française, a d'emblée connu la concurrence internationale de méthodes anglo-saxonnes telles que SSADM, SDM/S ou Axial. Elle a ensuite cherché à s'adapter aux évolutions rapides des technologies de l'informatique avec Merise/objet, puis Merise/2 destinée à s'adapter au client-serveur.

III.5.3 Les niveaux de description d'un SI

Merise propose de décrire un SI suivant différents niveaux d'abstraction allant de l'abstrait vers le concret. A chaque niveau, correspond une préoccupation du concepteur du SI sur la description des données et des traitements. Ces niveaux de description peuvent se regrouper en deux ensembles. Tout d'abord *le niveau conceptuel* et *le niveau organisationnel* correspondent à la préoccupation de description du SI indépendamment des aspects techniques liés à l'informatisation. Merise propose pour ces deux niveaux des modèles de description de données et de traitements. Ensuite *Les niveaux logique* et *physique* de description prennent en compte la technologie informatique de la solution retenue pour l'informatisation.

Les quatre niveaux de description du SI constituent *le cycle d'abstraction* du SI.

III.5.3.1 Le niveau conceptuel

A ce niveau il s'agit de décrire le SI en faisant abstraction des contraintes techniques et d'organisation. C'est l'utilité et la finalité du SI qui doit être définie. Les modèles utilisés pour la description conceptuelle du SI sont :

- Le Modèle Conceptuel de Données (MCD) : Permet la description des données qui constituent la partie statique du SI;
- Le Modèle Conceptuel de Traitements (MCT) : description de la partie dynamique du SI qui comporte les différents processus et opérations.

III.5.3.2 Le niveau organisationnel

Les choix d'organisation sont pris en compte à ce niveau, à savoir :

- La répartition des traitements entre l'homme et la machine ;
- Le mode de fonctionnement : temps réel ou différé ;
- L'affectation des données et des traitements par type de site organisationnel (par processus, par fonction, par service ...) et par type de poste de travail.

Autrement-dit, il s'agit d'intégrer à l'étude les critères liés à l'organisation (notion de temps, de lieu, d'acteurs et donc de postes de travail). Les modèles associés à ce niveau de description sont :

- Le Modèle Organisationnel des Données (MOD) : représente l'ensemble des données par type de site organisationnel ;
-

- Le Modèle Organisationnel des Traitements (MOT) : permet de représenter par des procédures les tâches exécutées par chaque poste de travail.

III.5.3.3 Les niveaux logique et physique

Le SI déjà décrit au niveau conceptuel et organisationnel doit l'être ensuite au plan informatique. Globalement, on peut dire que les niveaux logique et physique permettent de décrire la technologie du SI.

III.5.4 Les étapes de développement d'un SI

Merise, comme cité plus haut, propose de découper le processus de développement d'un SI en quatre étapes qui sont :

- *L'étude préalable* : Cette étude débute par l'analyse de la situation existante et permet de proposer une architecture globale de la solution, en tenant compte des orientations de gestion, d'organisation et de choix techniques.
- *L'étude détaillée* : Elle est menée après l'étude préalable et a pour objectif de décrire complètement, au plan fonctionnel, la solution à réaliser. Les phases de traitement sont spécifiées en décrivant les données saisies, modifiées et restituées ainsi que la description des traitements exécutés sur ces données.
- *La réalisation* : son but est d'obtenir les logiciels correspondants aux spécifications issues de l'étude détaillée.
- *La mise en œuvre* : son but est d'exécuter toutes les actions (formation, documentation, installation des matériels, initialisation des données, réception ...) qui permettront d'aboutir au lancement du système auprès des utilisateurs.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons sélectionné un modèle du COQ (le modèle AFNOR) sur lequel sera basée notre étude.

Les outils d'analyse du COQ (Ratios du COQ) exposés seront utilisés pour identifier les actions d'amélioration les plus profitables pour l'entreprise.

Enfin, nous avons présenté la méthode Merise qui servira pour la conception de la dynamique du système d'information développée au Chapitre IV.

Chapitre II : Etude de l'existant du point de vu de la non-qualité

Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons l'entreprise ainsi que la synthèse de l'étude de l'existant que nous avons réalisé.

Les objectifs que nous nous sommes assignés dans le cadre de l'étude de l'existant sont les suivants :

- Comprendre le fonctionnement des structures liées à la qualité ;
- Identifier les dysfonctionnements à l'origine de la non-qualité ;
- Repérer les sources d'information permettant l'évaluation de son coût ;
- Construire une base sur laquelle des solutions d'amélioration seront proposées.

Dans la première phase, nous nous sommes intéressés à l'entreprise dans sa globalité, en suite, nous nous sommes intéressés particulièrement aux unités de production des câbles en cuivre (Cf. Délimitation du cadre de l'étude) lesquelles nous avons approfondi le diagnostic.

Nous nous sommes basés dans notre étude sur l'observation, l'exploitation des données et documents présents dans le système d'information de l'entreprise ainsi que l'interview des employés.

Nous avons aussi exploité les rapports des PFE réalisés chez CATEL par les étudiants de la promotion 2011 du Génie Industriel. (Haroune, 2011) (Bourif et l'Alami, 2011)

I Présentation de l'entreprise (Site 1)

Les câbleries de télécommunications d'Algérie « CATEL » est une société par actions au capital social de 1002 MDA. Elle a été créée par scission d'ENICAB en 1998. Son activité consiste à fabriquer et à commercialiser des câbles de télécommunication.

I.1 Chronologie

1928 : Création de l'unité câblerie téléphonique de « Oued Smar » par la société française « Lignes Télégraphiques et Téléphoniques Nord Africaines » période coloniale.

1929 : Construction du premier câble téléphonique souterrain d'Afrique du Nord entre Oran, Alger et Constantine. L'effectif de l'usine étant de 1500 travailleurs.

1933 : Périodes difficiles pour LTT engendrées par la grande crise mondiale. L'effectif est passé de 1500 à 800 en 1950 puis tombé à 350 en 1965, après le recouvrement de l'indépendance en Algérie.

Chapitre II : Etude de l'existant du point de vue de la non-qualité

1968 : Nationalisation de l'usine par le gouvernement Algérien mettant un point final à la présence industrielle de LTT en Afrique de Nord et rattachement de l'unité à la société nationale SN METAL.

1969 : Transfert de l'usine de la SN METAL à la société nationale SONELEC.

1983 : Restructuration organique de la SONELEC et naissance de l'entreprise UNICAB.

1989 : ENICAB accède à l'autonomie et devient une EPE (Entreprise Publique Economique).

1998 : Restructuration par scission de l'ENICAB et naissance de de trois société dotées de statue de SPA dont CATEL au capital de 50MDA.

2003 : Notification par le CNCI du plan de mise à niveau.

Obtention de la certification à la norme ISO 9001 version 2000.

2004 : Augmentation du capital social de l'entreprise qui passe de 50MDA à 180MDA.

2005 : Création d'une joint-venture avec le Holding MATELEC Sal, pour la production de câbles à fibres optiques.

2007 : Juillet : Augmentation du capital social de l'entreprise qui passe de 180MDA à 367MDA.

Décembre : Augmentation du capital social de l'entreprise pour atteindre 1.002MDA.

Reconduction de la certification à la norme ISO 9001 version 2000.

2009 : Certification du câble de signalisation ZPAU par SGS Qualitest.

2010 : Certification de CATAL à la norme ISO 9001 version 2008.

Certification des câbles de télécommunications à conducteur en cuivre et à fibre optique par LABEL Qualité France.

2011 : Reconduction de la certification de CATEL à la norme ISO 9001 version 2008

Engagement de l'entreprise dans la certification SME 14001.

I.2 Produits et clients

Le portefeuille clients de la société CATEL est constitué principalement d'Algérie Télécom, d'institutions de l'Etat, d'ESTEL (Filiale SNTF/Siemens Rail) et de la SONATRACH. Il englobe également plusieurs clients nationaux et étrangers, citons entre autres: INFRATELE, RETELEM, THALES, MARTEC, SNEF, Global Telecom System, Filphone, Beta Télécommunications et autres.

CATEL accompagne ses partenaires dans de grands projets nationaux tels que le projet BACKBONE en fibre optique d'Algérie Télécom et le renouvellement de la signalisation des lignes électrifiées et non électrifiées des chemins de fer algériens.

La gamme de produit de CATEL est variée, allant des câbles « télécom cuivre » et « télécom fibres optiques » aux câbles « à applications industrielles » en passant par les câbles « de signalisation ferroviaire ». Les produits seront abordés d'une manière plus détaillée plus bas.

I.3 Prérequis de la certification ISO 9001

Un des prérequis de la norme ISO 9001 est l'approche processus, les actions engagées, pour être efficaces, ne doivent pas être considérées de manière isolée mais doivent être intégrées dans le cadre d'un processus pour être modélisé et audité. Aussi, chaque processus s'intègre dans un système global : Le Système de Management de la Qualité (SMQ).

Nous ne reprenons ici que le processus « Management du SMQ ». (voir Annexe 3)

Le processus « Management du SMQ »

Ce processus vise à assurer l'efficacité du SMQ et l'améliorer continuellement en se dotant d'outils de surveillance et de mesure tels : Tableau de bord qualité, Audit interne, Revue de processus, Revue de direction.

L'amélioration du SMQ porte sur la capacité de CATEL à offrir des produits conformes et le degré de satisfaction des clients ainsi qu'une politique qualité adéquate qu'il ajuste au fur et à mesure.

Ci-dessous le tableau des entrées et des sorties du processus :

Tableau 2 : Entrées et sorties du processus Management du SMQ (Doc, 2009)

Eléments d'entrée :	Eléments de sortie :
<ul style="list-style-type: none">- Budget annuel de l'entreprise- Objectifs stratégiques- Besoins et attentes des clients- Exigences légales et réglementaires- Eléments du Tableau de Bord Qualité- Fiches de propositions- Fiches de non-conformités- Fiches d'actions correctives / préventives- Résultats d'évaluation de satisfaction clients- Résultats d'évaluations des fournisseurs- Etats des réclamations clients- Plans d'audits externes- Rapports d'audits externes	<ul style="list-style-type: none">- SMQ pertinent, adéquat et efficace- Accroissement de la satisfaction des clients- Politique qualité adaptée- Objectifs qualité ajustés- Planning annuel des activités du SMQ- Programme annuel d'audit- Plans d'audits- Rapports d'audits- Plans d'action- Fiches de non-conformité- Tableaux de bord qualité- PV du Comité de Pilotage- Dossier de revue de direction- PV de revue direction

I.4 Délimitation du cadre du projet

La production des câbles de télécommunication à conducteur en cuivre constitue le métier de base de CATEL et est à l'origine de la plus grande part de son chiffre d'affaire.

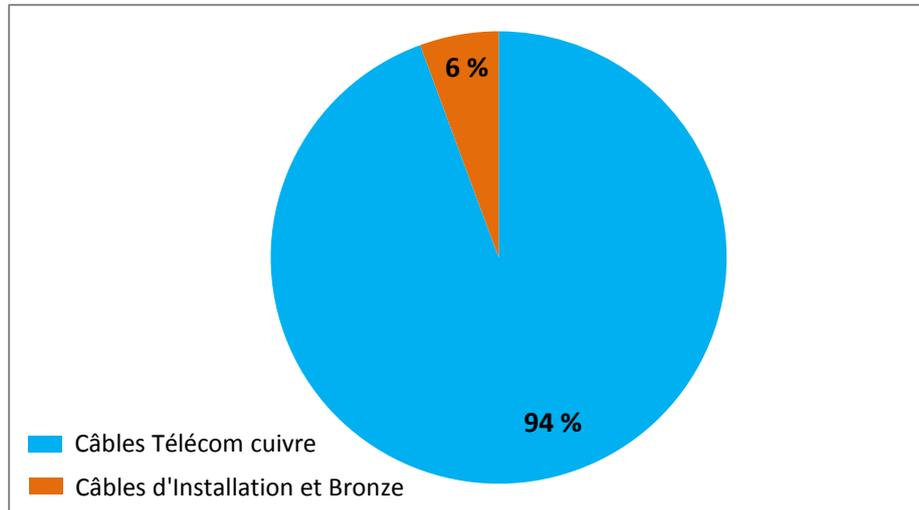


Figure 13 : Répartition du chiffre d'affaires de CATEL par activités

De plus, son activité dans ce domaine dépend d'un client unique « Algérie Télécom » ce qui met CATEL dans une situation de faiblesse. La maîtrise de cette activité est donc vitale pour CATEL vu les conséquences que pourrait avoir la perte de son client.

De ce fait, nous avons choisi de prendre comme terrain pour notre projet le métier de fabrication des câbles à cuivre.

Les Câbles en Bronze et les Câbles d'Installation ou Câbles Spéciaux sont fabriqués dans des unités de production indépendantes. La production des Câbles à Fibre Optique est gérée par CATELFIBROPTIQUE, filiale de CATEL, et a également une unité de production distincte.

De là, on a pu définir le cadre de notre travail :

Cadre géographique : Les ateliers de fabrication du câble de télécommunication à cuivre.

Cadre organisationnel : Le processus « Production des Câbles à Cuivre » ainsi que le processus « Contrôle des Câbles à Cuivre ».

Cadre temporel : Toutes les données utilisées et les résultats obtenus plus-bas concernent l'année 2011.

II Le processus de fabrication des câbles en cuivre

II.1 Description du processus de production

Le processus est déclenché suite à la signature d'un contrat avec le client et la planification de la production.

Le planning de production est réparti en ordres de fabrication que le Bureau Méthodes et Ordonnancement de la production (BMO) transmet aux différents ateliers.

Le processus de fabrication des câbles à cuivre est composé de 4 étapes :

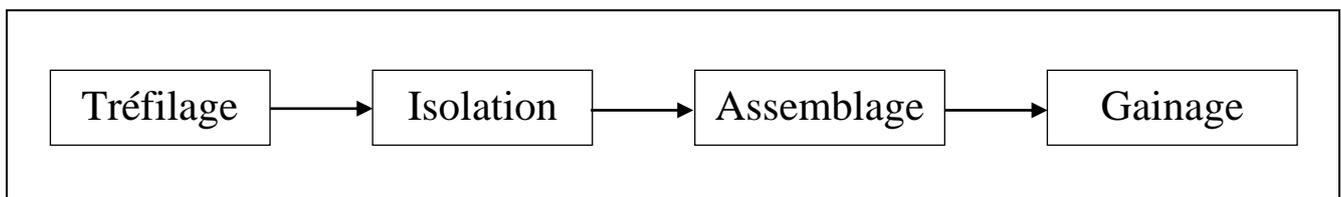


Figure 14 : Macro processus de production des câbles en cuivre

Les opérations effectuées et les matières premières consommées à chaque étape sont représentées par le diagramme suivant :

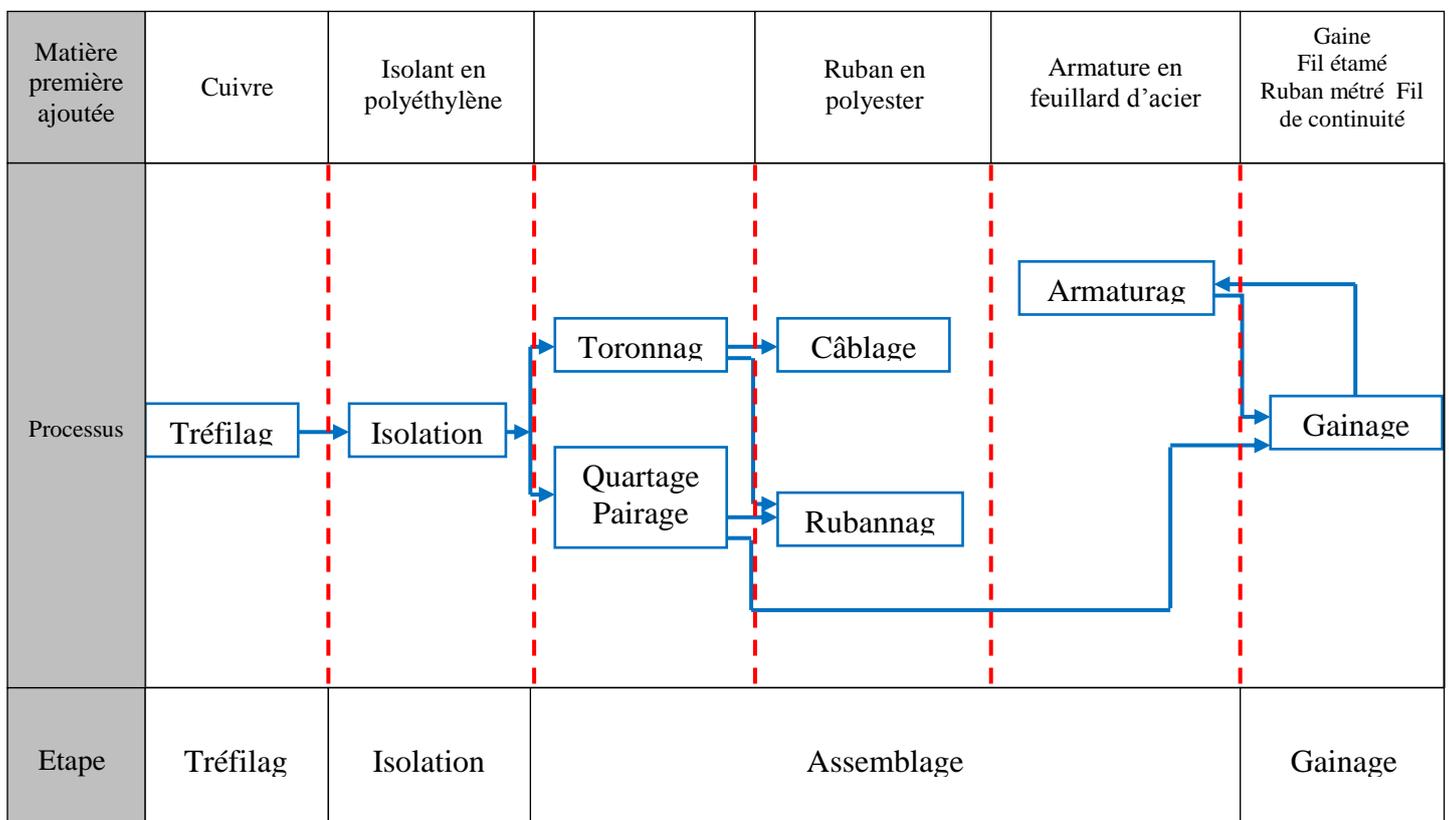


Figure 15 : Flux de matières dans le processus de production

Le processus de production est détaillé en (Annexe 7).

II.2 Dysfonctionnements du processus de production

A chaque étape du processus, 2 types de dysfonctionnements ont été relevés :

- Les arrêts machines
- La génération de déchets

II.2.1 Analyse des arrêts machines

Les causes des arrêts analysées ci-dessous sont détaillées par des diagrammes d'Ishikawa en (Annexe 10).

Tréfilage

Vu la capacité excédentaire de l'atelier Tréfilage par rapport à l'atelier Isolation, l'arrêt de la ligne de tréfilage n'a généralement pas d'impact sur le déroulement du processus de production. C'est pourquoi, les arrêts à ce niveau ne sont pas enregistrés. Seulement, l'arrêt coûte à l'entreprise, au moins, le coût des charges fixes liées à l'équipement (Amortissement + Main d'œuvre).

Isolation

La répartition des causes d'arrêt des équipements d'isolation est illustrée par la figure suivante :

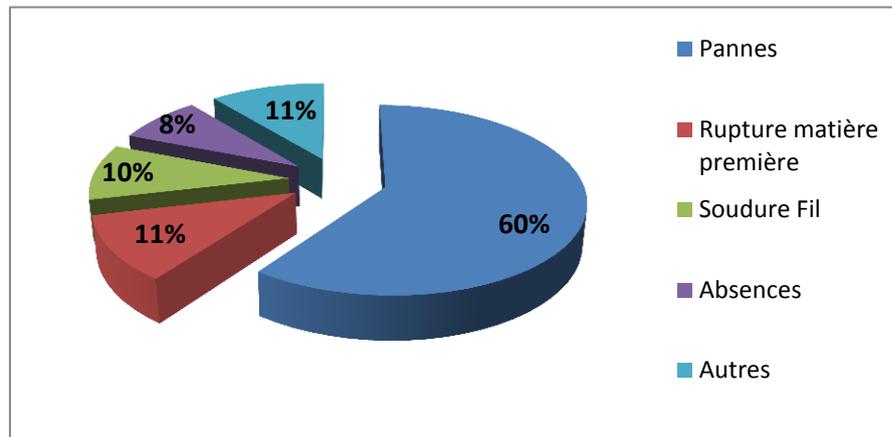


Figure 16 : Répartition des causes d'arrêt des équipements d'isolation

On remarque que 80 % des arrêts sont dus aux pannes des équipements (pannes électriques, pannes mécaniques) et aux ruptures matière première.

Les pannes des machines sont dues essentiellement au vieillissement de certains équipements.

Chapitre II : Etude de l'existant du point de vue de la non-qualité

Les causes rassemblées dans la rubrique « Autres » sont des causes externes telles les coupures de courant. Ces arrêts ne sont pas considérés comme non-qualité.

Assemblage

La répartition des causes d'arrêt des équipements de l'assemblage est illustrée par la figure suivante :

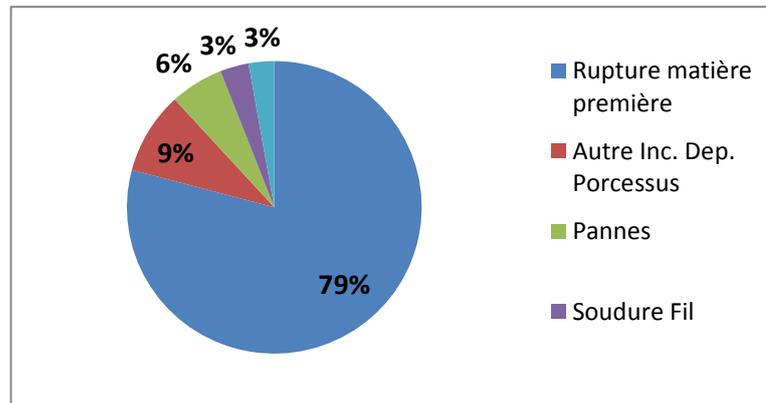


Figure 17 : La répartition des causes d'arrêt des équipements de l'assemblage

Gainage

La répartition des causes d'arrêt des équipements de gainage est illustrée par la figure suivante :

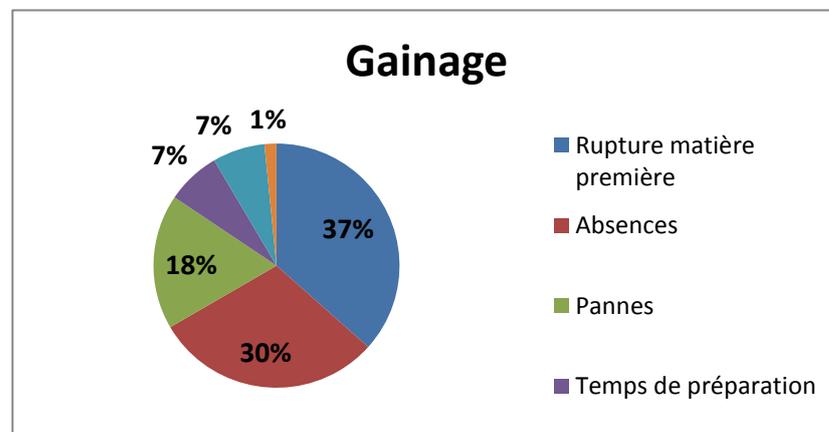


Figure 18 : Répartition des causes d'arrêt des équipements de gainage

II.2.2 Analyse des déchets de production

Les causes des déchets sont représentées en diagramme d'Ishikawa en (Annexe 10). Aucune analyse ne peut être effectuée car l'enregistrement des déchets n'apporte pas d'informations quant à leur origine et leurs causes.

II.3 Le contrôle qualité des câbles en cuivre

Le contrôle qualité a pour mission de filtrer les produits non conformes le plus en amont du processus de production ainsi que son suivi en temps réel. Il existe plusieurs niveaux de contrôle. A chaque niveau, divers paramètres sont contrôlés et des actions sont entreprises selon la non-conformité détectée.

Le contrôle des câbles est soumis à un standard de contrôle qualité basé sur la norme de contrôle DIN qui présente des plans de contrôle par échantillon et à 100% avec des limites de tolérance sévères.

II.3.1 Contrôle du fil isolé

Ce point de contrôle met en évidence les non-conformités issues de l'étape de l'isolation. Contrôle par échantillonnage : une bobine parmi 5 est contrôlée sauf en cas d'occurrence d'un évènement pouvant induire une non-conformité (Ex. coupure de courant).

Les paramètres contrôlés sont les suivants :

- Diamètre du cuivre ;
- Diamètre de l'isolant ;
- Centrage de l'isolant ;
- Allongement de l'isolant.

La figure 19 donne la répartition des non conformités détectées à ce stade par cause.

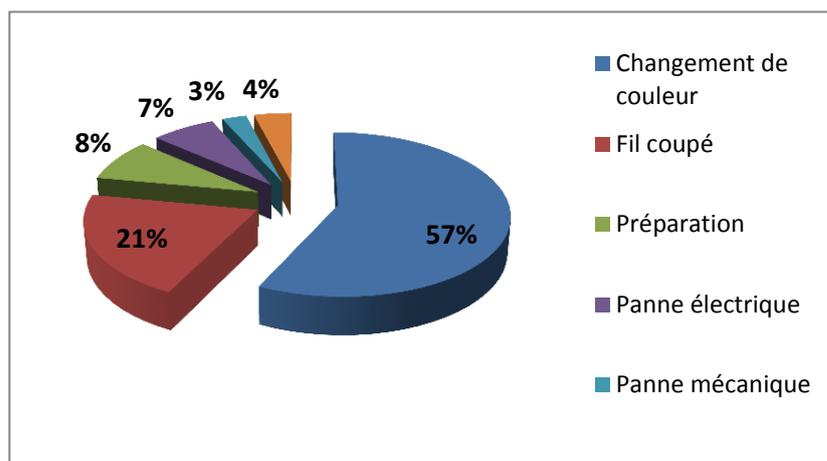


Figure 19 : Répartition des non conformités de fil isolé par cause

Le changement de couleur correspond au changement de série. Il nécessite de vider l'ancienne couleur de l'extrudeuse afin de lancer la nouvelle.

Chapitre II : Etude de l'existant du point de vue de la non-qualité

Au lieu d'arrêter l'équipement, le choix a été fait de remplir l'extrudeuse avec la nouvelle couleur en gardant l'équipement en marche jusqu'à ce que la nouvelle couleur paraisse sur le fil de cuivre.

Le fil de cuivre ainsi généré est mis au déchet.

Ces causes, ainsi que les causes des non-conformités aux stades de contrôle qui suivent, sont détaillées par des diagrammes d'Ishikawa en (Annexe 10).

II.3.2 Contrôle des torons

Contrôle à 100% des bobines venant de la première étape de l'assemblage (Toronnage, Quartage, Pairage). Les paramètres suivants font l'objet du contrôle :

- Capacité : paramètres de géométrie dans les torons entre quartes et dans les quartes entre les fils isolés.
- Continuité : continuité des fils de cuivre.

Les non-conformités au point de contrôle des torons et quartes sont très rares (aucune non-conformité n'a été détectée durant l'année 2011).

II.3.3 Contrôle du câble assemblé

Contrôle à 100% du câble avant gainage. Les câbles de série MFG, ZPFU et ZPAU sont contrôlés à l'état de câble assemblé puis recontrôlés une fois après chaque Gainage/Armaturation. Les paramètres contrôlés sont les suivants :

- Capacité : paramètre géométrique influant sur la qualité du signal transmit par le câble (interférences, confidentialité),
- Rigidité diélectrique : paramètre permettant la détection des contacts entre fils et entre quartes,
- Résistance : résistance électrique des fils de cuivre, renseigne sur la perte de signal dans le fil,
- Continuité : continuité des fils de cuivre,
- Aspect visuel du câble
 - o Voir si le ruban en polyester est bien enroulé autour du câble,
 - o Vérifier le Trancannage du câble,

La figure 20 donne la répartition des non conformités détectées à ce stade par cause.

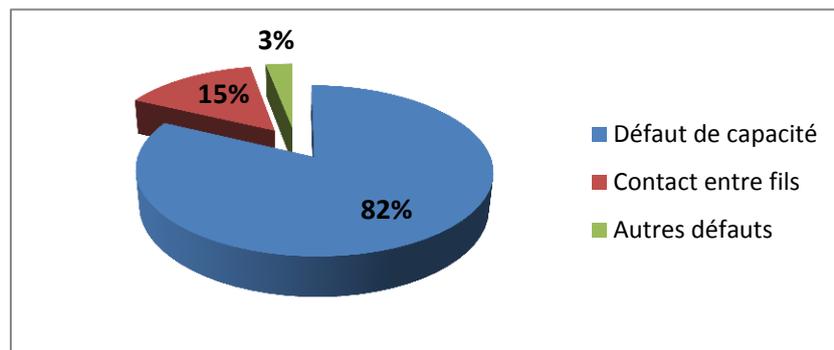


Figure 20 : Répartition des non-conformités au stade de câble assemblé par cause

II.3.4 Contrôle final

Contrôle à 100% du câble après gainage. A ce stade, certains paramètres contrôlés à l'étape Semi-fini sont repris. Les paramètres contrôlés sont les suivants :

- Continuité
- Rigidité diélectrique
- Résistance d'isolement fil : résistance électrique après gainage,
- Aspect visuel de la gaine extérieure : il s'agit de détecter la présence de trous de gaine ou de bosses ainsi que l'état de surface de la gaine (la gaine doit être lisse).
- Vérifier si le câble est bien sec après le refroidissement au gainage,
- Vérifier la présence d'un fil étamé et un fil de continuité.

La figure 21 donne la répartition des non conformités détectées à ce stade par cause.

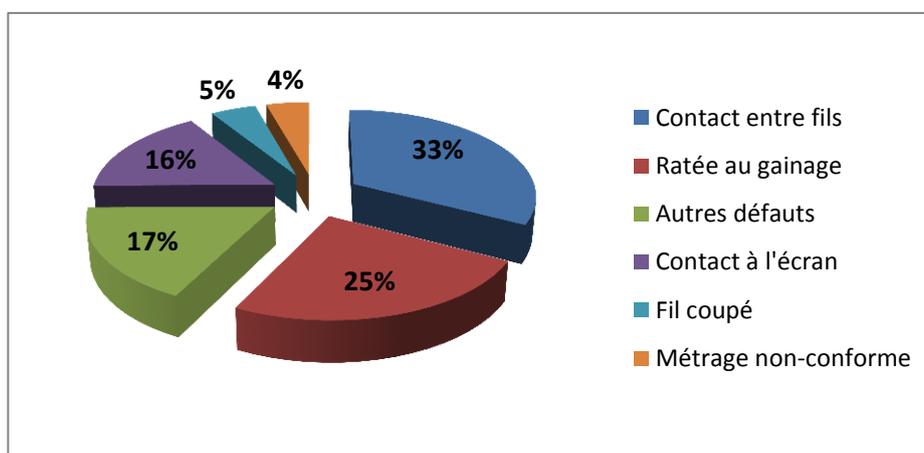


Figure 21 : Répartition des non-conformités au stade final par cause

II.3.5 L'autocontrôle en production

L'autocontrôle est instauré le long de tout le processus de production. Deux types d'autocontrôle sont effectués : (online)

- Des points de contrôle automatique sont présents sur les équipements d'isolation : des capteurs détectent la présence de bulles d'air ou de discontinuités dans le fil de cuivre et contrôlent la variation de son diamètre. Ils ont la capacité d'arrêter la machine en cas de non-conformité.
- Les opérateurs au cours de leur travail contrôlent par observation et interviennent sur la machine en cas d'anomalie.

Remarque :

Les capteurs sur les lignes d'isolation ne sont pas fonctionnels.

II.3.6 Le contrôle en laboratoire

Des échantillons de matière première sont pris à la réception et à chaque étape du processus de production afin de vérifier la conformité de la matière première. Les échantillons sont détruits et mis aux déchets, toutefois leur poids est négligeable.

II.3.7 Le contrôle par le client

Un bureau d'Algérie Télécom (AT) est présent au sein de l'entreprise. Le contrôleur d'AT intervient de plusieurs manières afin de s'assurer de la bonne qualité du câble à tous les niveaux de la production :

- Le contrôle par observation en cours de fabrication : le contrôleur se déplace dans les ateliers pour vérifier la conformité du travail des opérateurs ;
- Il collecte des échantillons de câbles et de gaines et vérifie la conformité aux spécifications ;
- Il conduit avec l'assistance du personnel de l'entreprise un contrôle sur échantillon et déclenche un contrôle à 100% si une non-conformité est détectée.

Les non-conformités détectées sont enregistrées comme détectées au stade final.

II.4 La régulation des dysfonctionnements

II.4.1 La gestion des arrêts machine

L'arrêt machine est enregistré dans une « feuille d'arrêt machine » qui contient les renseignements concernant l'équipement à l'arrêt, l'équipe d'opérateurs travaillant dessus lors de l'incident, la durée de l'arrêt ainsi que sa cause. La feuille d'arrêt machine est transférée au bureau méthodes et ordonnancement ou elle est saisie et classée. En parallèle, un traitement se fait selon la cause de l'arrêt :

- Dans le cas d'une panne, une intervention de maintenance est déclenchée ;
- Dans le cas de l'absence de l'opérateur, celui-ci est remplacé s'il y a possibilité ;
- Dans le cas de manque de matière première, une demande de matière première est envoyée au magasin matière première. La procédure peut aller jusqu'à la commande de nouvelles quantités de matière première ;
- Les pannes de courant sont de très courte durée, en cas d'occurrence, les opérateurs attendent le rétablissement du courant pour remettre en marche les équipements ;

L'arrêt machine cause des retards dans le planning de production. Afin de récupérer ces retards, des heures supplémentaires sont programmées durant les Week-End par le Bureau Méthodes et Ordonnancement.

Ci-dessous, le schéma récapitulatif de la procédure de gestion des arrêts machine.

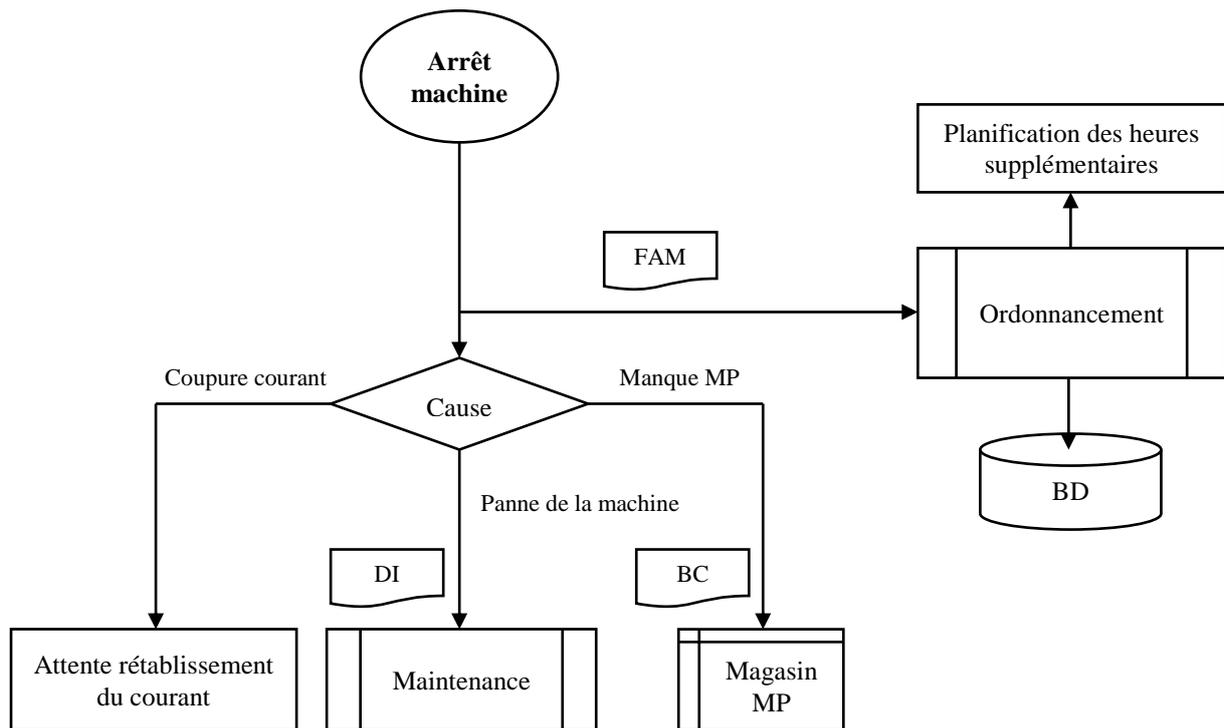


Figure 22 : Procédure – gestion des arrêts machines

FAM : Feuille d'Arrêt Machine

DI : Demande d'intervention

BC : Bon de Commande

BD : Base de données

II.4.2 La gestion des déchets de production

Les déchets de fabrication, étant principalement composés de cuivre, sont vendus. Un dispositif de collecte, de pesée et d'enregistrement des déchets générés est mis en place afin d'assurer :

- Un retour d'information compte au taux de déchet généré ;
- La tarification et la vente des déchets.

II.4.2.1 Description de la procédure de gestion des déchets

La pesée

- Un bac est entreposé devant chaque équipement dans tous les ateliers pour la collecte des déchets ;
- Les déchets sont pesés et enregistrés par nature et par atelier ;
- Une « fiche de déchets » regroupant ces enregistrements est transmise au Bureau Méthodes et Ordonnancement ainsi qu'au département Commercial.

Le bureau « Méthode et ordonnancement » de la production

- Saisi les informations des fiches de déchets ;
- Calcule le taux de déchet par rapport au volume de production par atelier.

Le responsable des déchets au département « Commercial »

- Saisi les informations des fiches de déchets
- Calcule le prix des déchets sur une base préétablie
- Met les déchets à disposition du client

Le calcul du prix de vente des déchets est basé sur la négociation avec le client. Ce qui est pratiqué généralement, c'est la moyenne du prix « London Metal Exchange » (LME) du cuivre du mois précédant la mise à disposition diminué d'une décote de 25%, vu l'état de la marchandise (déchet). Ainsi CATEL récupère 75% de la valeur d'achat du cuivre.

Ci-dessous, le schéma récapitulatif de la procédure de gestion des déchets.

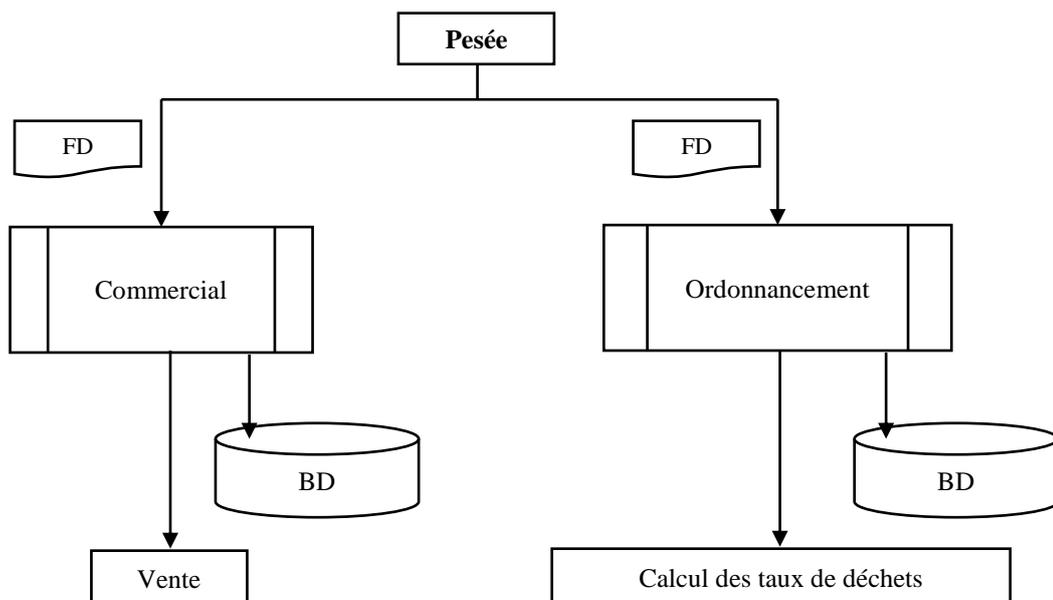


Figure 23 : Procédure de gestion des déchets

FD : Feuille de Déchets

II.4.2.2 Limites de la procédure de gestion des déchets

Observations sur la pesée

- Les déchets de différents ateliers sont mélangés : Tréfilage + Isolation, Gainage + Assemblage. De ce fait, on ne peut affirmer la provenance du déchet d'un atelier donné.
- Les pesées, sauf celles de l'atelier Isolation, n'ont pas une fréquence déterminée mais sont opérées selon l'existence ou pas d'une quantité importante de déchets.
- Pour tous les ateliers, les déchets de fabrication sont mélangés avec les rebuts des différents stades de contrôle qualité et ne sont pas différenciés dans l'enregistrement.
- Les différents types de déchets n'ont pas une nomenclature standardisée, on trouve donc des déchets de même type nommés différemment, cela présente un risque d'erreur et rend difficile, ou même impossible, l'analyse des déchets.
- Enfin, la pesée est saisie deux fois (Commercial + Bureau Méthodes et Ordonnancement) ce qui veut dire un travail en plus, une perte de temps et des écarts probables dans les poids de déchets dans les deux bureaux.

Observations sur la décote de 25%

- Le taux 25% n'a pas été calculé sur la base d'une étude rigoureuse de calcul d'un taux le plus économique pour l'entreprise tout en étant abordable pour le client ;
- La décote est calculée sur le prix d'achat du cuivre, les différentes charges liées à l'importation (dédouanement, transport, ...) ainsi que les charges de stockage au sein de l'entreprise et du passage des déchets dans le processus de production ne sont pas prises en compte.

II.4.3 La gestion des non-conformités

On peut classer les non-conformités en deux catégories :

Longueurs à rebuter : ce sont des bobines présentant un défaut majeur non réparable (Ex. absence de fil de cuivre étamé) ou dont le coût de la réparation serait élevé (Ex. multiples contacts entre fils). Aussi, les bobines de fil isolé non-conformes sont directement rebutées. Les bobines rebutées sont mises aux déchets.

Chapitre II : Etude de l'existant du point de vue de la non-qualité

Longueurs à réparer : la réparation s'effectue dans l'atelier « Réparation », cet atelier travail en 1x8 et est réservé uniquement à la réparation des câbles non-conformes. Selon le défaut, deux types de réparation sont possibles :

- Si le défaut détecté se situe à l'une des extrémités du câble, la partie défectueuse est coupée et mise aux déchets, la partie restante est recontrôlée ;
- Si le défaut se situe loin des extrémités, il est réparé et recontrôlé.

Le choix du traitement à réaliser est décidé au niveau du Bureau d'Etudes et Méthodes. Pour les câbles de faible capacité (ie. faible épaisseur), le choix du traitement devient délicat car la différence de coût entre les deux types de traitement est difficile à estimer sans étude quantitative.

Pour être réparées, les bobines gainées sont dégainées ensuite gainées à nouveau après la réparation.

Chaque bobine réparée, selon son stade de production, repasse par tous les contrôles nécessaires.

Ci-dessous, le schéma récapitulatif des procédures de gestion des non-conformités. Le formalisme utilisé est explicité par le tableau en (Annexe 9)

Fil isolé non-conforme :

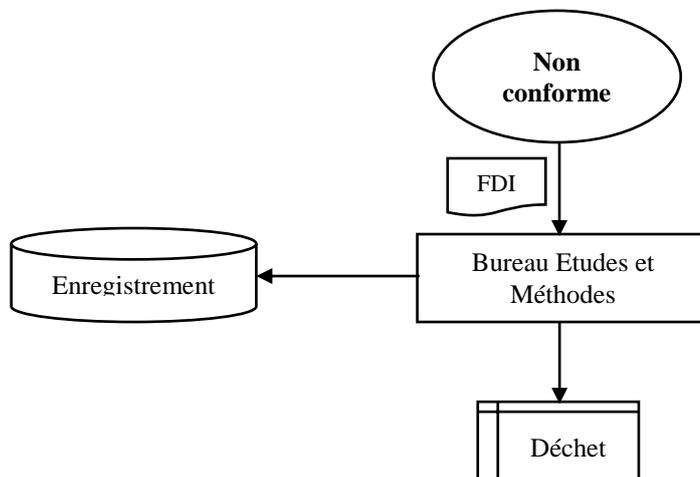


Figure 24 : Procédure de gestion des fils isolés non-conformes

FDI : Feuille de Déchets d'Isolation

Câble assemblé non-conforme :

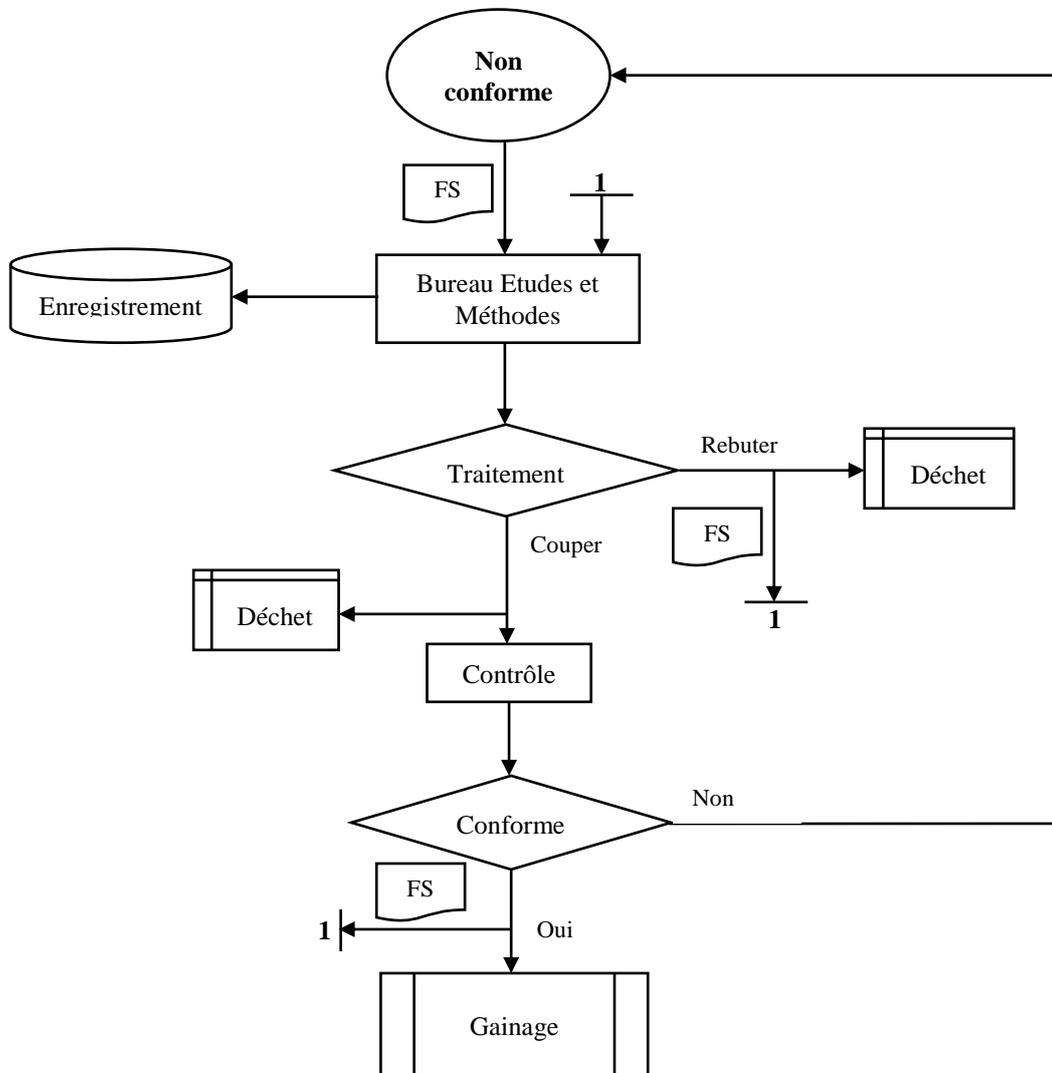


Figure 25 : Procédure de gestion des câbles assemblés non-conformes

FS : Fiche Suiveuse

Câble gainé non-conforme :

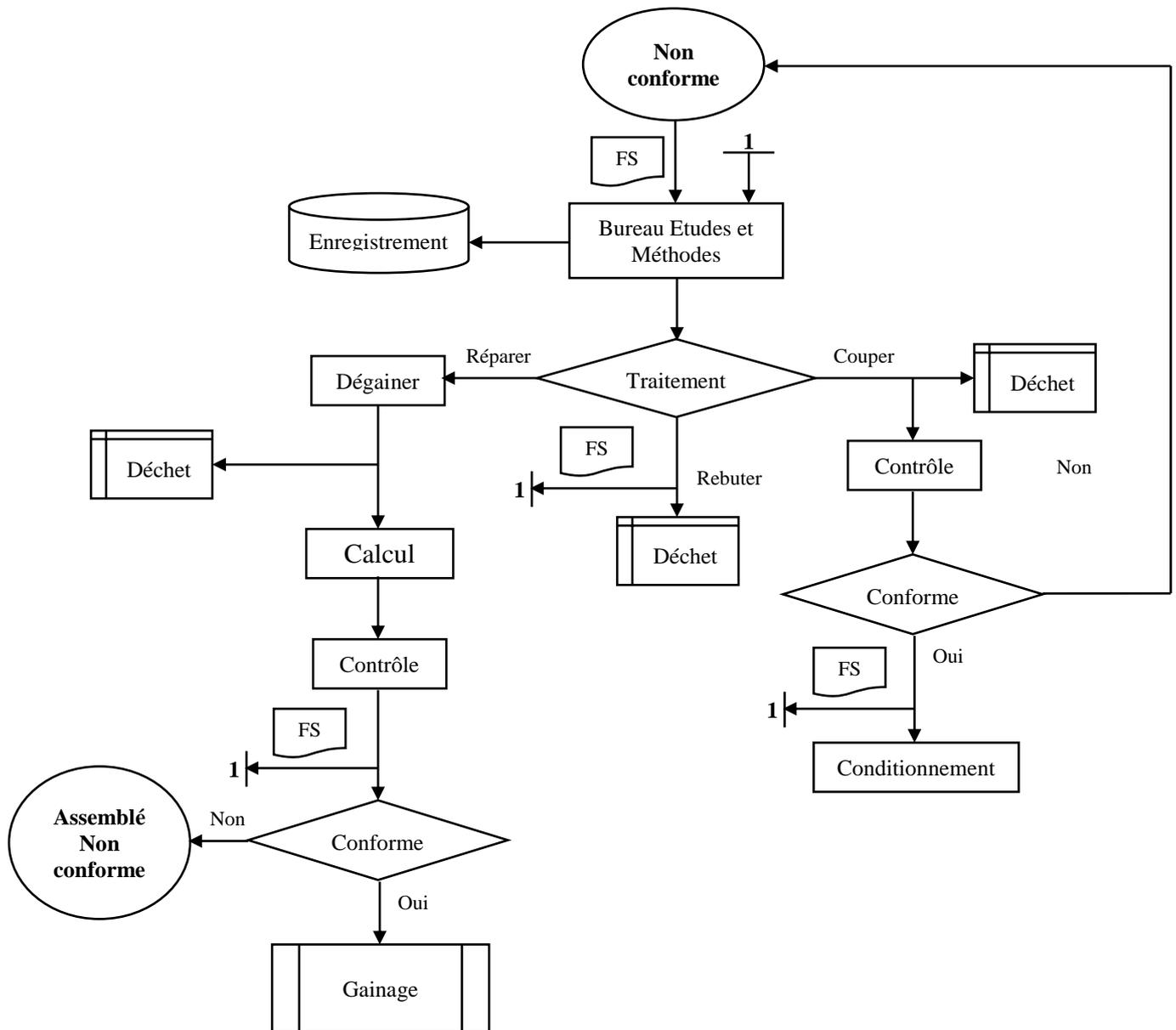


Figure 26 : Procédure de gestion des câbles gainés non-conformes

III Synthèse de l'étude de l'existant

L'étude de l'existant a révélé six types de dysfonctionnements sources de non-qualité :

- Les arrêts sur processus
- La production de déchets
- Les rebuts sur produits finis
- Les rebuts en cours de fabrication
- Les retouches (découpage, dégainage, réparation)
- Les heures supplémentaires dues à la non-qualité

Conclusion

Les arrêts sur processus : Seuls les arrêts dus à la non-qualité seront pris en considération.

La production de déchets : Le coût des déchets de production ne sera pas calculé du fait de la non fiabilité des données disponibles.

Les heures supplémentaires : Aucune information concernant la cause de programmation d'heures supplémentaires n'est disponible. Les heures supplémentaires enregistrées comprennent les heures programmées pour la production de commandes urgentes ou des commandes spécifiques ainsi que les heures supplémentaires dues aux retards sur le planning de production et les arrêts machines. Faute d'information, il n'est pas possible de dissocier les heures supplémentaires associées aux retards sur le planning de production et arrêts machines, et celles affectées au cause qui ne font pas parties du coût de non qualité.

La vente des déchets : CATEL récupère 75 % du montant à l'achat de la matière première des déchets de produits non-conformes. Cela signifie que le coût des non-conformités doit être traité : diminué de la valeur des ventes des déchets.

Si cette diminution est prise en compte dans le calcul, le CNQ résultant serait biaisé et ne servira pas à l'analyse, celle-ci étant faite à fin de cibler les dysfonctionnements et agir en amont pour les éliminer ou les diminuer.

Bien que le CNQ calculé sans prise en compte de la décote n'est pas le CNQ réel de l'entreprise (les 75% ne coûtent pas à l'entreprise car récupérés), il rend compte de la situation réelle de l'entreprise quant aux dysfonctionnements.

La décote ne sera donc pas prise en compte lors de l'analyse.

Chapitre III : Evaluation du COQ

Introduction

L'étude de l'existant a révélé les dysfonctionnements à l'origine de la non-qualité chez CATEL, dans ce chapitre nous allons expliquer la composition des coûts engendrés par ces dysfonctionnements et leurs régulations. Nous exposerons ensuite les résultats de l'évaluation du COQ de l'année 2011.

I Délimitation du champ de calcul

I.1 Les produits

Plus de 90 références de câbles figurent dans le carnet de commande de l'année 2011 de CATEL.

La somme en valeur (KDA) de la production sur les trois années 2009, 2010, 2011 révèle que 28 références parmi 93 produites représentent 98% de la valeur de la production totale.

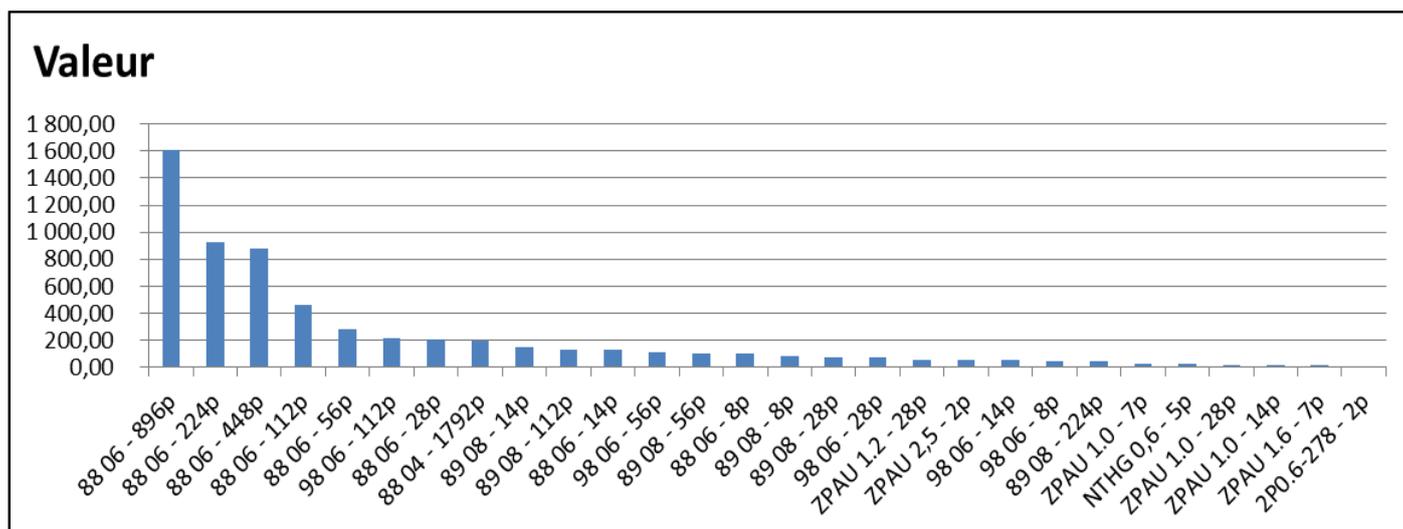


Figure 27 : Répartition de la demande en KDA (xC)

C : Coefficient de confidentialité

La classification est faite par valeur afin de cibler les types de câbles qui auraient le plus d'impact en termes de non-qualité (en cas de rebut/retouche).

La sommation sur trois ans nous donne une assez bonne connaissance des références les plus produites et atténue l'effet des commandes spécifiques occasionnelles.

La liste des références prises en compte dans les calculs est la suivante : (voir Annexe 5).

I.2 Les matières premières

Les produits de même série sont constitués du même mix de matières premières. Les quantités par Km pour une série donnée varient en fonction du nombre de paires (souvent proportionnelles). Pour la sélection des matières premières à prendre en compte dans les calculs, nous procédons à l'analyse d'une référence de chaque série (voir Annexe 6).

Les matières premières retenues pour chaque référence sont rapporté dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Matières premières objet du calcul

Série	Cuivre recuit	Polyéthylène Gainage	Bonde d'aluminium	Polyéthylène isolation	Fil de cuivre étamé	Toron d'acier
88	X	X	X		X	
89	X	X	X	X		
98	X	X	X		X	X
NTH G	X	X	X	X	X	
MFG	X	X	X	X	X	
ZPA U	X	X		X		
ZPFU	X	X		X		

II Le coût des anomalies internes

II.1 Le coût des rebuts

Le rebut coûte à l'entreprise l'ensemble des facteurs de production consommés (matière première + machine + main d'œuvre) jusqu'au stade où il a été rebuté. Trois cas se présentent et sont reportés sur le tableau suivant :

Tableau 4 : Formation des coûts des rebuts

Type de rebut	Coûts correspondants						
	Tréfilage	Isolation	Contrôle fil isolé	Assemblage	Contrôle semi-fini	Gainage	Contrôle Final
Rebut Isolation	X	X	X				
Rebut câble assemblé	X	X	X	X	X		
Rebut produit fini	X	x	X	X	X	x	x

Le calcul se fait à l'aide des formules présentées en (Annexe 8).

II.2 Le coût des retouches

Après analyse des procédures de gestion des non-conformités (voir Figure 25, 26), on distingue deux cas de traitement :

Le découpage : Les bobines ayant un défaut à l'extrémité sont coupées de façon à pouvoir récupérer la partie conforme.

Cette opération coûte

- le temps passé par l'atelier Réparation à la détection et le découpage du câble,
- le coût de revient du bout de câble coupé et mis aux déchets.

Seul le coût de revient du bout de câble coupé est affecté à l'opération de découpage, le coût de l'atelier Réparation étant calculé seul.

Le dégainage : Le dégainage est l'alternative au découpage en cas câble de grande valeur (grande épaisseur). Le dégainage n'étant pas la seule opération de ce type de réparation, il consiste en réalité en :

- le dégainage du câble,
- la réparation du câble,
- le contrôle du câble (sous forme assemblé sans gaine),
- le gainage
- le contrôle final.

Ceci en supposant que le produit passe sans défauts aux points de contrôle.

Le coût de la réparation du type dégainage englobe le coût de ces différentes opérations sauf celui de la réparation qui sera affecté au poste « coût de l'atelier Réparation ».

II.3 Le coût de l'atelier réparation

L'atelier réparation est dédié à la réparation des câbles non-conformes, il est considéré comme de la non-qualité.

Son coût correspond aux coûts salariaux des agents de réparation.

II.4 Le coût des arrêts

Le coût des arrêts est réparti en deux rubriques :

- Coût des arrêts dus à l'absence,
- Coût des arrêts dus à d'autres causes.

Les deux rubriques sont calculées différemment, car les heures d'absence ne sont pas payées par l'entreprise.

Le coût des arrêts hors absences se rapporte au coût de l'équipement à l'arrêt (Amortissement) ajouté aux coûts salariaux de la main d'œuvre directe.

III Les coûts de prévention

Parallèlement à l'étude de l'existant du point de vue de la non-qualité, nous avons conduit une étude pour identifier les moyens mis en œuvre par CATEL pour la prévention de la non-qualité.

Nous rappelons que les coûts de prévention sont les coûts générés afin de limiter ou de diminuer les dysfonctionnements.

De cette définition nous avons pu, par des enquêtes sur le terrain, établir la liste des moyens de prévention :

- La certification ISO 9001
- Le Système de management de la qualité (SMQ)
- La structure Qualité
- La maintenance préventive

III.1 Le coût de la certification

Le coût de la certification est réparti sur trois années. Pour être certifiée, l'entreprise subit un audit de certification la première année puis un audit de conformité par an durant deux ans, à terme, la certification est renouvelée par un nouvel audit de certification.

On admet comme coût annuel de la certification la moyenne des coûts des trois audits.

III.2 Le coût du SMQ

Le coût du SMQ se compose des coûts salariaux des personnes participant dans ses activités.

Les activités du SMQ sont les suivantes :

- La formation
- L'audit interne
- Les enquêtes de satisfaction client
- Les revues de processus
- Les réunions du comité de pilotage
- La revue de direction

Les coûts relatifs à ces activités ont été collectés :

Tableau 5 : Structure du coût des activités du SMQ

Coût	Source		
	RMQ	DAGRH	DCM
Coût de la formation		Coût des formations	
Coût de l'audit interne	Estimation		
Coût des enquêtes de satisfaction client			Estimation
Coût des revues de processus	Estimation		
Coût des réunions du comité de pilotage	Estimation		
Coût de la revue de direction	Estimation		

III.3 Le coût de la structure Qualité

On désigne par structure Qualité, la structure Qualité sauf personnel lié au contrôle qualité.

Son coût correspond à la masse salariale des employés qu'elle englobe.

III.4 Le coût de la maintenance préventive

La maintenance préventive chez CATEL consiste des tâches d'entretien de la machine (graissage, lubrification, ...) ainsi que le changement de certains organes. Les opérations sont planifiées mais ne sont pas toutes réalisées.

Nous avons exploité, pour l'évaluation du coût de la maintenance préventive, le PV d'intervention de maintenance préventive de l'année 2011.

Seules les charges salariales ont été prises en compte.

IV Les coûts de détection

Les coûts de détection sont les coûts des contrôles qualité. Ils correspondent à la masse salariale des contrôleurs qualité et l'amortissement des équipements de contrôle.

V Le coût des anomalies externes

Les réclamations clients, le service après-vente et les pénalités de retard sont les composantes principales des anomalies externes.

V.1 Les réclamations clients

Les remarques suivantes ont été soulevées :

- Les réclamations clients sont rares,
- Les réclamations client enregistrées concernent généralement des produits spécifiques,
- Seulement 5 réclamations client ont été enregistrées en 2011 dont 3 sont infondées,
- Le fondement d'une réclamation est vérifié grâce au contrôle du produit objet de la réclamation,
- Une réclamation client fondée s'accompagne par la réparation ou le remplacement du produit.

Le coût des réclamations client serait donc le coût du contrôle qualité additionné au coût de la réparation ou le coût du nouveau produit fourni.

Ce coût peut être négligé devant le coût des non-conformités qui correspond au coût de centaines de bobines de câble fini et semi-fini.

V.2 Les pénalités de retard

Les pénalités de retard pour AT sont rares, généralement les commandes sont produites, facturées et laissées stockées chez CATEL pour de longues durées.

En général, les pénalités de retard concernent des commandes spécifiques en petite quantité (relativement aux commandes d'AT) pour des clients particuliers. Les retards sont dus à des soucis d'ordonnancement (AT en priorité).

Les pénalités de retard seront par conséquent négligées.

Cela nous ramène à négliger le coût des anomalies externes à moins d'évaluer le coût de la perte d'un client et l'impact des non-conformités sur les clients, or nous avons choisi de prendre en compte que les coûts de non-qualité directs.

VI Présentation des résultats

VI.1 Les ratios du COQ

La valeur du COQ présentée ici a été calculée sans soustraction de la valeur des ventes des déchets. Les ratios sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Ratios du COQ

Ratio	Valeur en %
$\frac{CNQ}{\text{Chiffre d'affaires}}$	4,42 %
$\frac{CNQ}{\text{Résultat net}}$	202,7 %

Selon des estimations des coûts de non qualité (Abouzahir, 2006) dans des entreprises Américaines, ceux-ci sont de l'ordre de 4 à 20 % du CA en 1998. La position de CATEL par rapport à ces estimations est vraisemblable.

On remarque que le CNQ est équivalent au double du résultat net enregistré par l'entreprise, une diminution de 50 % du CNQ permettrait de doubler le résultat net.

Il est important de noter aussi que le CNQ correspond à 19 mois de salaire de la main d'œuvre directe des ateliers de production des câbles de télécommunication en cuivre. Le CNQ est normal au sens de la comparaison avec les autres entreprises, toutefois, vue la taille de l'activité de l'entreprise le CNQ est très conséquent en volume.

Le CNQ correspond aussi au montant de l'amortissement de 29 lignes de tréfilages neuves (chiffre calculé sur le montant de l'amortissement de l'équipement Tréfileuse NT3 en fonctionnement depuis l'année 2009).

A ce stade de l'étude, nous pouvons exploiter le plan d'action de réduction du COQ exposée dans le Chapitre 1 (Cf. Chapitre I, II.8 Plan d'action pour la réduction du COQ). L'analyse est présentée ci-après.

VI.2 Analyse des composantes du COQ

Les éléments du COQ sont illustrés dans la figure 28 :

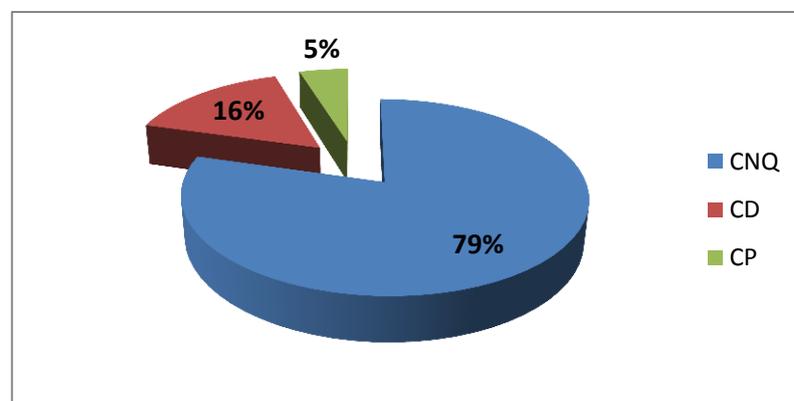


Figure 28 : Proportion des éléments du COQ

On remarque l'importance du CNQ par rapport aux coûts de détection et aux coûts de prévention. Cette configuration du COQ est théoriquement normale pour une première estimation du COQ (voir Figure 10).

Il faut noter toutefois que le coût de non qualité est très élevé malgré les investissements faits par CATEL pour la maîtrise de la qualité. Cela signifie que ces investissements ne sont pas dirigés vers la résolution des « vrais » problèmes de la qualité.

VI.2.1 Analyse des coûts contrôlables

La figure suivante donne les coûts de détection et les coûts de prévention en pourcentage des coûts contrôlables :

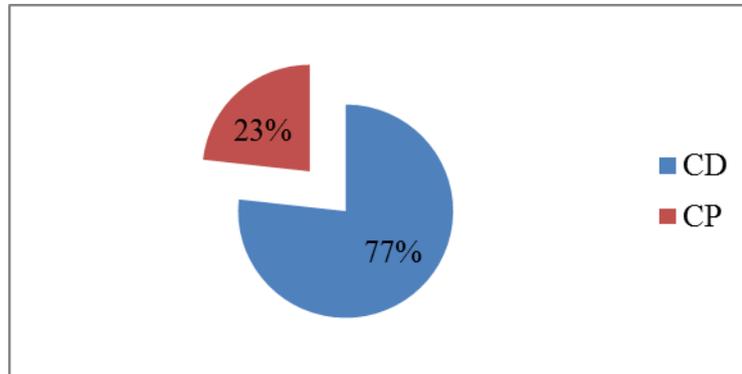


Figure 29 : Pourcentage des coûts de prévention et de détection

Les coûts de détection sont prépondérants par rapport aux coûts de prévention. Cela signifie que l'entreprise est dirigée vers l'assurance de la qualité du produit en dépit des coûts qui en résultent. Les non-conformités sont nombreuses mais leur quasi-totalité est filtrée aux différents points de contrôle afin d'éviter qu'elles n'affectent le client, seulement leur coût est subit par l'entreprise.

Les mesures sont prises en aval des non-conformités (contrôle) plutôt qu'en amont (prévention) pour les éviter et éviter ainsi les surcoûts engendrés (l'équivalent de 19 mois de salaire de la main d'œuvre directe).

VI.2.2 Analyse des coûts de non qualité

La répartition du CNQ est illustrée par la figure suivante :

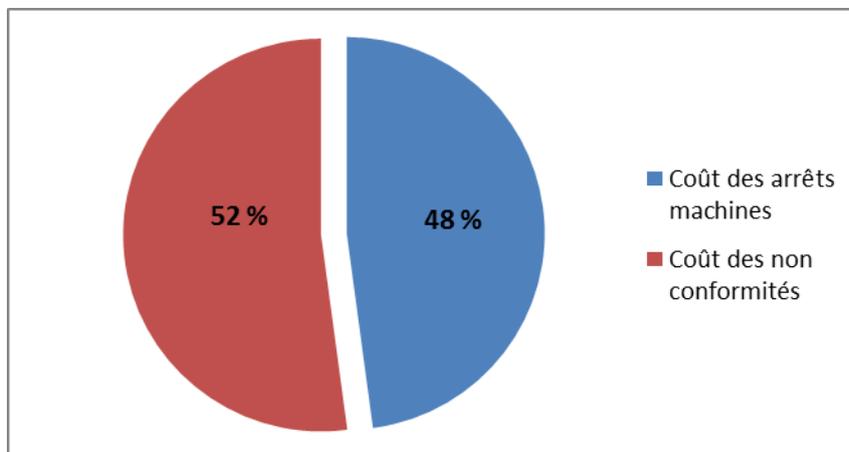


Figure 30 : Répartition des coûts de non-qualité

Le CNQ est réparti en deux blocs presque égaux en proportion. Les mesures à prendre afin de diminuer le CNQ (en termes d'investissement) devront être réparties de la même manière pour les deux parties, cependant il est plus intéressant d'agir sur les arrêts que sur les non-conformités.

Dans ce qui suit l'analyse détaillée de chaque partie du CNQ.

Le coût des arrêts machines

La figure suivante montre la répartition du coût des arrêts :

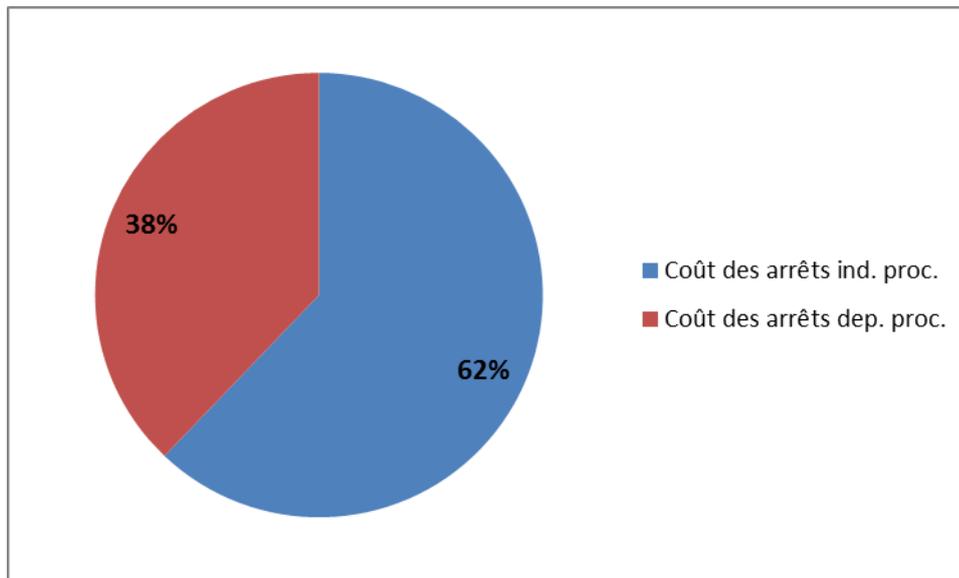


Figure 31 : Répartition du coût des arrêts

ind. Proc. : Indépendants du processus

dep. Proc. : Dépendants du processus

Les arrêts indépendants du processus sont les arrêts dus à des facteurs qui ne sont pas liés à l'équipement tels : coupure de courant, rupture de matière première, absence du conducteur.

Les arrêts dépendants du processus sont les arrêts dus aux pannes et les arrêts fonctionnels dus à la technologie de la machine (temps de préparation et temps de réparation en cas de coupure du fil).

La figure montre qu'il est plus économique de s'intéresser aux problèmes indépendants du processus.

Le coût des non-conformités

La répartition du coût des non-conformités est illustrée par la figure suivante :

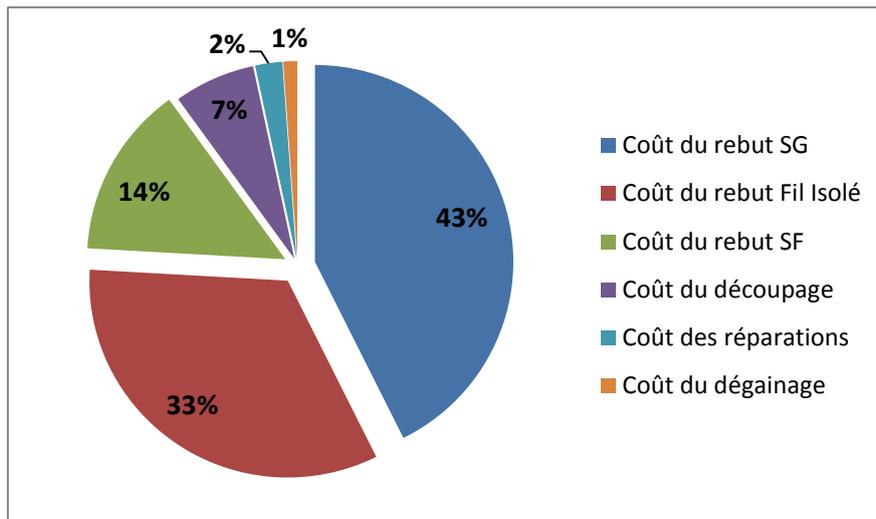


Figure 32 : Répartition des coûts de non-conformité

Les rebuts sous-gaine constituent la plus grande part du coût des non-conformités, la diminution de ces rebuts doit passer en priorité d'autant plus que l'atelier gainage est l'atelier qui génère ces rebuts car il a été identifié comme étant le goulet d'étranglement du processus de fabrication (Bourif et l'Alami, 2011).

La figure suivante montre la répartition du coût des rebuts sous-gaine par cause :

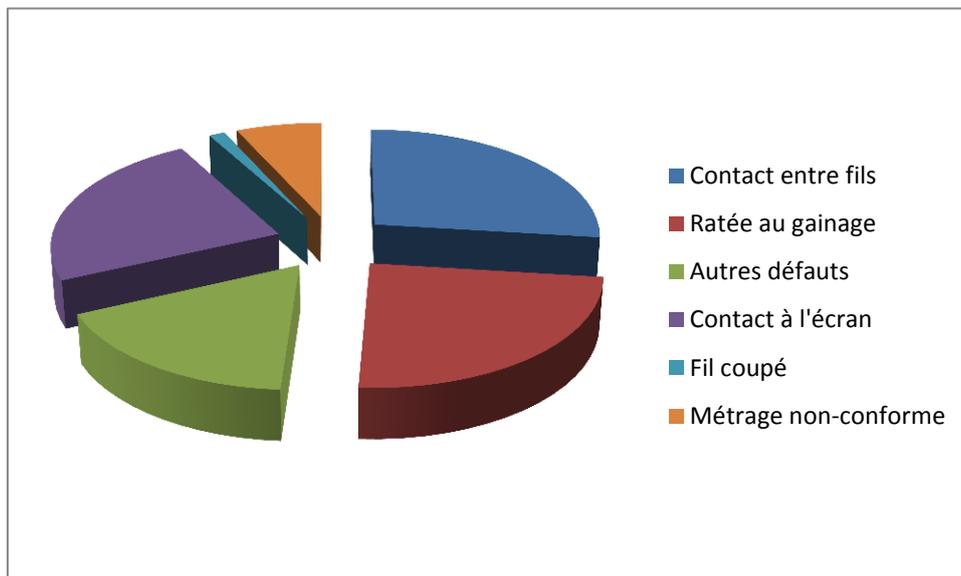


Figure 33 : la répartition du coût des rebuts sous-gaine par cause

Conclusion

Jusqu'au terme du présent chapitre, nous avons exploité le modèle AFNOR afin d'identifier, de classer et d'évaluer le coût d'obtention de la qualité chez CATEL en se basant sur l'étude de l'existant. Nous avons aussi mis en place les formules de calcul nécessaires à une évaluation ultérieure du COQ.

L'évaluation a révélé une valeur du CNQ de l'ordre de 4 % du chiffre d'affaires de l'entreprise. Le CNQ rapporté au chiffre d'affaires paraît acceptable relativement à d'autres entreprises, seulement, rapporté à des chiffres clés de l'entreprise tel le montant des salaires des ouvriers ou l'amortissement des machines, il s'avère important.

Pour permettre le suivi du COQ et son utilisation en tant que l'outil de mesure dans la démarche d'amélioration continue de CATEL, nous proposons de développer un système d'information pour l'évaluation continue du COQ. Cela fait l'objet du chapitre suivant.

Chapitre IV : Le système d'information COQ

Introduction

Le COQ s'inscrit dans une démarche qualité comme étant le maillon « Check » de la roue de l'amélioration continue de DEMING, il est nécessaire de l'évaluer périodiquement.

Nous avons conçu et réalisé un modèle Excel effectuant le calcul des composantes du COQ à partir de données collectées de diverses sources dans l'entreprise. Ce modèle assure uniquement le calcul et ne renseigne pas sur l'origine des données utilisées et la manière dont elles sont collectées. Le calcul n'étant qu'une étape parmi d'autre dans l'évaluation du COQ.

Nous nous proposons dans cette partie de concevoir le système d'information assurant la collecte de l'information et l'organisation du calcul du COQ dans le temps.

Dans ce qui suit, nous désignons le modèle Excel par « Le modèle ».

I Objectif de l'étude

La méthode Merise propose de concevoir les systèmes d'information sur deux plans en parallèle :

- Sur le plan statique : la conception des données afin de mettre les bases pour l'automatisation du système d'information (informatisation),
- Sur le plan dynamique : la conception des traitements afin de définir les flux d'information, les acteurs du système ainsi que les différentes opérations à effectuer.

Actuellement, l'entreprise est en négociation pour l'achat ou le développement d'un progiciel de gestion intégré (PGI). Le développement ou la conception d'une application qui sera indépendante du progiciel ne sera pas intéressant à moins de laisser la possibilité de l'intégration de l'application dans le PGI.

Par conséquent, la modélisation des données ne sera pas effectuée, nous nous limitons à la conception dynamique du système d'information COQ (SI COQ). Ainsi, en cas de développement d'un progiciel « sur-mesure » pour CATEL, cette étude pourra être exploitée, en la complétant d'une modélisation de donnée pour le développement et l'intégration d'un module « Calcul du COQ » au PGI.

Aussi, le but de cette étude est de concevoir le modèle des traitements du SI COQ, nous nous arrêtons à la phase « Etude préalable » de la méthodologie Merise.

II Fonctions du SI COQ

Le système d'information COQ a pour vocation d'assurer l'évaluation du COQ périodiquement. Ses fonctions principales sont les suivantes :

- Collecter les données nécessaires au calcul du COQ
- Traiter les données collectées
- Calculer le COQ et ses composantes
- Constituer un historique du COQ
- Suivre l'évolution de l'entreprise

On entend par « suivre l'évolution » l'adaptation du modèle aux changements dans l'entreprise pouvant avoir un impact sur la manière de calculer le COQ comme par exemple l'introduction d'une nouvelle référence dans le portefeuille des produits.

La figure suivante montre les fonctions remplies par le système.

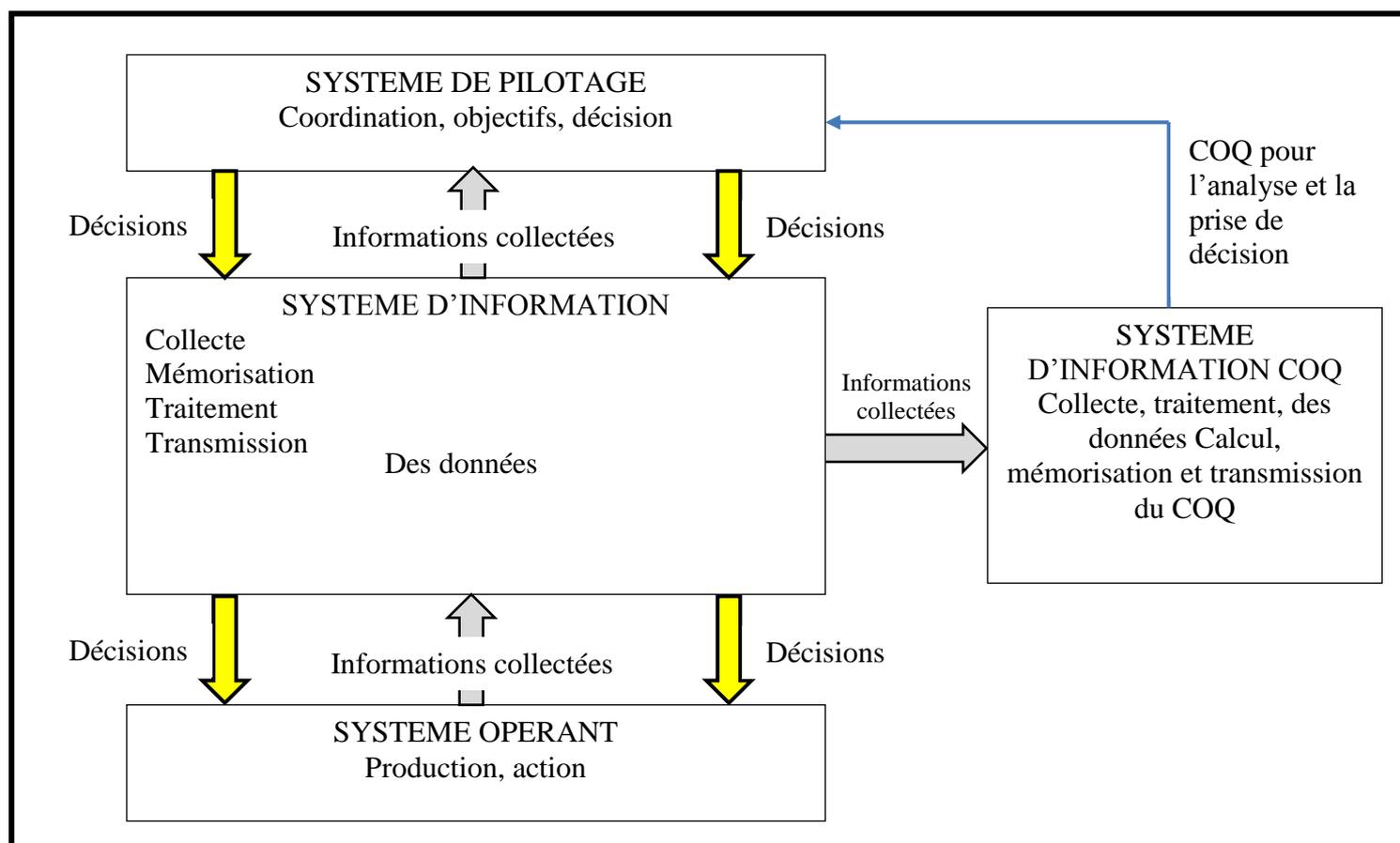


Figure 34 : Fonctions du système d'information COQ

III Interaction du SI COQ avec le SI de l'entreprise

III.1 Les sources de données

Les données nécessaires au calcul du COQ sont présentes dans l'entreprise dans divers services et sous différents formats, le tableau 7 donne le détail des sources d'information :

Tableau 7 : Informations nécessaires au calcul du COQ

Source	Information	Format
RMQ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coût des audits 2. Coût de la certification 3. Coût des réunions (Comité de pilotage, Revues des processus, Revue de direction) 	Document papier
DARH	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coût des formations 2. Masse salariale de la structure Qualité 3. Moyenne des salaires et charges sociales des conducteurs de machines 4. Moyenne des salaires et charges sociales des agents de contrôle qualité 	Logiciel spécifique
DFC	<ol style="list-style-type: none"> 1. Liste des équipements de production 2. Prix d'acquisition des équipements de production 3. Taux d'amortissement des équipements de production 4. Liste des équipements de contrôle qualité 5. Prix d'acquisition des équipements de contrôle qualité 6. Taux d'amortissement des équipements de contrôle qualité 7. Eléments du TCR : Chiffre d'affaires, valeur ajoutée, résultat net. 8. Coût de la maintenance préventive 	Logiciel de comptabilité
BMO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Temps d'arrêts machines par équipement et par cause 2. Etat des rebuts à l'isolation par cause et par diamètre du fil isolé 	Fichiers Excel
BEM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Etat des non-conformités détruites par nature de défaut, par type de câble et par étape (Semi-fini, Sous-gaine) 2. Etat des non-conformités retraitées par type de traitement (Coupées, Dégainées) par nature de défaut, par type de câble et par étape (Semi-fini, Sous-gaine) 3. Liste des produits 4. Cadences des équipements par référence de produit 	Fichiers Excel
DCM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prix des matières premières 2. Valeur de la vente des déchets 	Fichiers Excel

RMQ : Bureau du Responsable du Management de la Qualité

DARH : Direction Administration et Gestion de la Ressource Humaine

DFC : Direction Finance et Comptabilité

Chapitre IV : Le système d'information COQ

BMO : Bureau méthode et Ordonnancement de la production

BEM : Bureau Méthodes et Etudes

DCM : Direction Commercial et Marketing

Relativement au modèle Excel que nous avons construit, ces informations peuvent être regroupées selon qu'elles soient données d'entrée ou paramètre du modèle. Cette typologie des informations est donnée par le tableau 8 :

Tableau 8 : Données d'entrée et paramètres du modèle Excel

Nature	Donnée
Donnée d'entrée	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coût des audits 2. Coût de la certification 3. Coût des réunions (Comité de pilotage, Revues des processus, Revue de direction) 4. Coût des formations 5. Eléments du TCR : Chiffre d'affaires, valeur ajoutée, résultat net. 6. Temps d'arrêts machines par équipement et par cause 7. Etat des rebuts à l'isolation par cause et par diamètre du fil isolé 8. Etat des non-conformités détruites par nature de défaut, par type de câble et par étape (Semi-fini, Sous-gaine) 9. Etat des non-conformités retraitées par type de traitement (Coupées, Dégainées) par nature de défaut, par type de câble et par étape (Semi-fini, Sous-gaine) 10. Valeur de la vente des déchets 11. Coût de la maintenance préventive
Paramètre	<ol style="list-style-type: none"> 1. Masse salariale de la structure Qualité 2. Moyenne des salaires et charges sociales des conducteurs de machines 3. Moyenne des salaires et charges sociales des agents de contrôle qualité 4. Liste des équipements de production 5. Prix d'acquisition des équipements de production 6. Taux d'amortissement des équipements de production 7. Liste des équipements de contrôle qualité 8. Prix d'acquisition des équipements de contrôle qualité 9. Taux d'amortissement des équipements de contrôle qualité 10. Liste des produits 11. Cadences des équipements par référence de produit 12. Prix des matières premières

III.2 Frontières du SI COQ

Le calcul du COQ tel que défini dans l'étude précédente (chapitre IV) ne nécessite aucune donnée d'origine externe, nous considérons donc le nouveau système uniquement dans le cadre du SI de l'entreprise.

Les acteurs en interaction avec le système sont les services et départements détenteurs des données nécessaires au calcul du COQ (acteurs internes).

Les frontières du SI COQ sont représentées par la figure 35 :

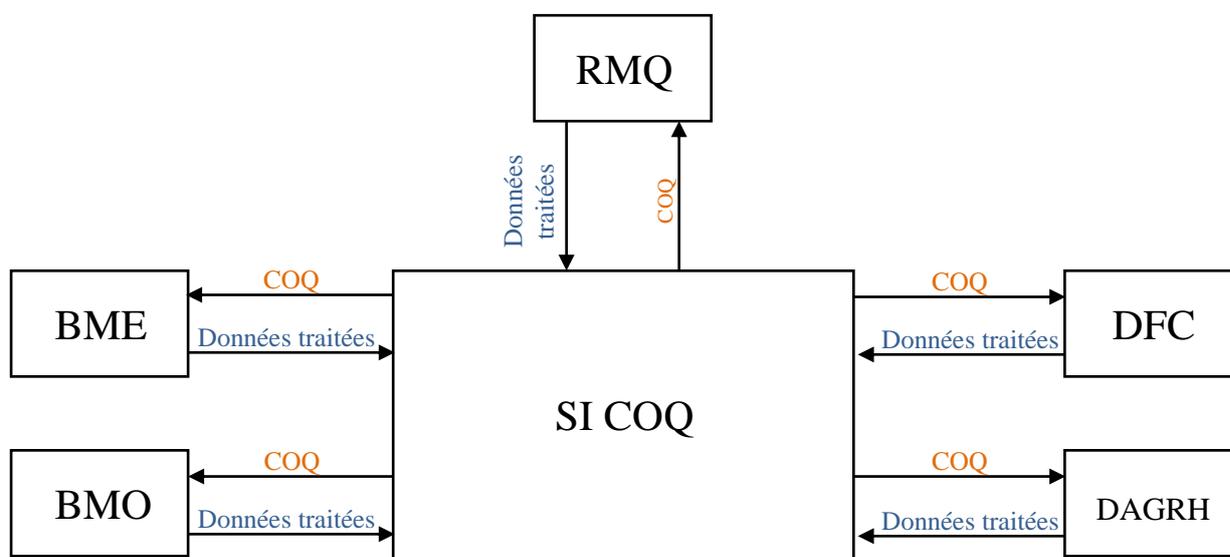


Figure 35 : Diagramme des flux d'information

IV Modèle conceptuel des traitements (MCT)

IV.1 Définition des opérations

Afin de nous maintenir à un niveau d'abstraction nous évitant de rencontrer des choix organisationnels, nous réarrangeons les informations présentées dans le tableau 8, dans des rubriques données par le tableau 9 :

Chapitre IV : Le système d'information COQ

Tableau 9 : Réarrangement des données

Rubrique	Donnée	Disponibilité
Données relatives à la non-qualité	<ul style="list-style-type: none"> - Temps d'arrêts machines par équipement et par cause - Etat des rebuts à l'isolation par cause et par diamètre du fil isolé - Etat des non-conformités détruites - Etat des non-conformités retraitées 	Mensuelle
Données relatives à l'obtention de la qualité	<ul style="list-style-type: none"> - Coût des audits - Coût de la certification - Coût des réunions - Coût des formations - Coût de la maintenance préventive 	Mensuelle
Paramètres du modèle	<ul style="list-style-type: none"> - Masse salariale de la structure Qualité - Moyenne des salaires et charges sociales des conducteurs de machines - Moyenne des salaires et charges sociales des agents de contrôle qualité - Liste des équipements de production - Prix d'acquisition des équipements de production - Taux d'amortissement des équipements de production - Liste des équipements de contrôle qualité - Prix d'acquisition des équipements de contrôle qualité - Taux d'amortissement des équipements de contrôle qualité - Liste des produits - Cadences des équipements par référence de produit - Prix des matières premières 	Conditionnelle
Données d'analyse	<ul style="list-style-type: none"> - Eléments du TCR : Chiffre d'affaires, valeur ajoutée, résultat net. - Valeur de la vente des déchets 	Annuelle

Les données réparties dans la rubrique « Paramètres du modèle » changent dans le temps selon l'apparition de certains évènements. Ils seront de ce fait réorganisés selon l'évènement provoquant leur changement. Cette nouvelle répartition est présentée dans le tableau 10 :

Tableau 10 : Evènements déclencheurs du changement des paramètres du modèle

Rubrique	Donnée	Evènement déclencheur du changement
Salaires	<ol style="list-style-type: none"> 1. Masse salariale de la structure Qualité 2. Moyenne des salaires et charges sociales des conducteurs de machines 3. Moyenne des salaires et charges sociales des agents de contrôle qualité 	Chaque 2 ans
Prix	Prix des matières premières	Approvisionnement
Equipements de production	<ol style="list-style-type: none"> 1. Liste des équipements de production 2. Prix d'acquisition des équipements de production 3. Taux d'amortissement des équipements de production 4. Cadences des équipements par référence de produit 	Acquisition d'un nouvel équipement de production
Equipements de contrôle	<ol style="list-style-type: none"> 1. Liste des équipements de contrôle qualité 2. Prix d'acquisition des équipements de contrôle qualité 3. Taux d'amortissement des équipements de contrôle qualité 	Acquisition d'un nouvel équipement de contrôle

De là nous pouvons définir les opérations suivantes :

Opération 1 : Confection des données relatives à la non-qualité

Cette opération consiste à collecter les données détaillées dans la rubrique « Données relatives à la non-qualité » du tableau 9 et de les adapter au format d'entrée du modèle.

Opération 2 : Confection des données relatives à l'obtention de la qualité

Cette opération consiste à collecter les données détaillées dans la rubrique « Données relatives à l'obtention de la qualité » du tableau 9 et de les adapter au format d'entrée du modèle.

Opération 3 : Mise à jour des salaires

Cette opération consiste à mettre à jour les paramètres du modèle Excel classées dans la rubrique « Salaires » du tableau 10 après leur collecte et leur adaptation au format d'entrée du modèle.

Opération 4 : Mise à jour des prix

Cette opération consiste à mettre à jour les paramètres du modèle Excel classées dans la rubrique « Prix » du tableau 10 après leur collecte et leur adaptation au format d'entrée du modèle.

Opération 5 : Mise à jour des équipements de production

Cette opération consiste à mettre à jour les paramètres du modèle Excel classées dans la rubrique « Equipements de production » du tableau 10 après leur collecte et leur adaptation au format d'entrée du modèle.

Opération 6 : Mise à jour des équipements de contrôle

Cette opération consiste à mettre à jour les paramètres du modèle Excel classées dans la rubrique « Equipements de contrôle » du tableau 10 après leur collecte et leur adaptation au format d'entrée du modèle.

Opération 7 : Collecte des données d'analyse

Il s'agit de recueillir les données présentées dans la rubrique « Données d'analyse » du tableau 10 de leurs sources respectives et de les adapter au format d'entrée du modèle.

Opération 8 : Calcul du CNQ

Cette opération consiste à entrer les données nécessaires sous le format adéquat dans le modèle pour obtenir en sortie le CNQ calculé.

Opération 9 : Calcul du COQ

Cette opération consiste à entrer les données nécessaires sous le format adéquat dans le modèle pour obtenir en sortie le COQ calculé.

IV.2 Définition des règles de gestion

Nous définissons les règles de gestion régissant les traitements dans le SI COQ comme suit :

Règle de gestion 1 : *Le calcul du COQ s'effectue une fois par an.*

Le COQ doit rester à un niveau global pour mesurer les effets des mesures d'amélioration appliquées.

Règle de gestion 2 : *Le COQ de l'année (N-1) est calculé au mois de janvier de l'année N.*

Cette règle permet de

- s'assurer de la disponibilité de l'information relative aux résultats de l'entreprise (TCR au 31-12).
- fournir le résultat du calcul du COQ le plutôt possible afin de prendre des mesures d'amélioration pour l'année en cours.

Règle de gestion 3 : *Le CNQ est calculé une fois par mois.*

Le calcul du COQ mensuel est possible vu qu'il est calculé sur la base des mêmes données servant au calcul des indicateurs du Tableau de Bord Qualité mensuel du processus « Production des Câbles de Télécommunication en Cuivre ».

Disposer du CNQ mensuel permet d'affiner l'analyse du COQ.

Règle de gestion 4 : *Le CNQ du mois (M-1) est calculé durant le mois M.*

Les traitements des données deviennent lourds si l'évaluation du CNQ s'accumule sur plusieurs mois.

Règle de gestion 5 : *Les paramètres : 1, 2 et 3 (Tableau 8) du modèle Excel sont mis à jour une fois tous les deux ans.*

L'analyse de l'évolution des salaires a montré une augmentation des charges salariales d'environ 2% en deux ans.

Règle de gestion 6 : *Les paramètres : 4, 5, 6 et 11 sont mis à jour à chaque nouvelle acquisition d'équipement de production.*

Règle de gestion 7 : *Les paramètres : 7, 8, 9 sont mis à jour à chaque nouvelle acquisition d'équipement de contrôle qualité.*

Règle de gestion 8 : *Le paramètre : 12 est mis à jour à chaque nouvel approvisionnement en matière première Cuivre.*

Etant coté en bourse, les fluctuations du prix du cuivre doit être suivi au plus près.

IV.3 Définition des processus

Compte tenu des règles de gestion et des opérations définies ci-haut, deux processus peuvent être mis en évidence :

- Processus 1 : Evaluation du COQ annuel
- Processus 2 : Mise à jour des paramètres du modèle

Les figures 36 et 37 illustrent les modèles conceptuels de traitement (MCT) des deux processus traduits dans le formalisme Merise.

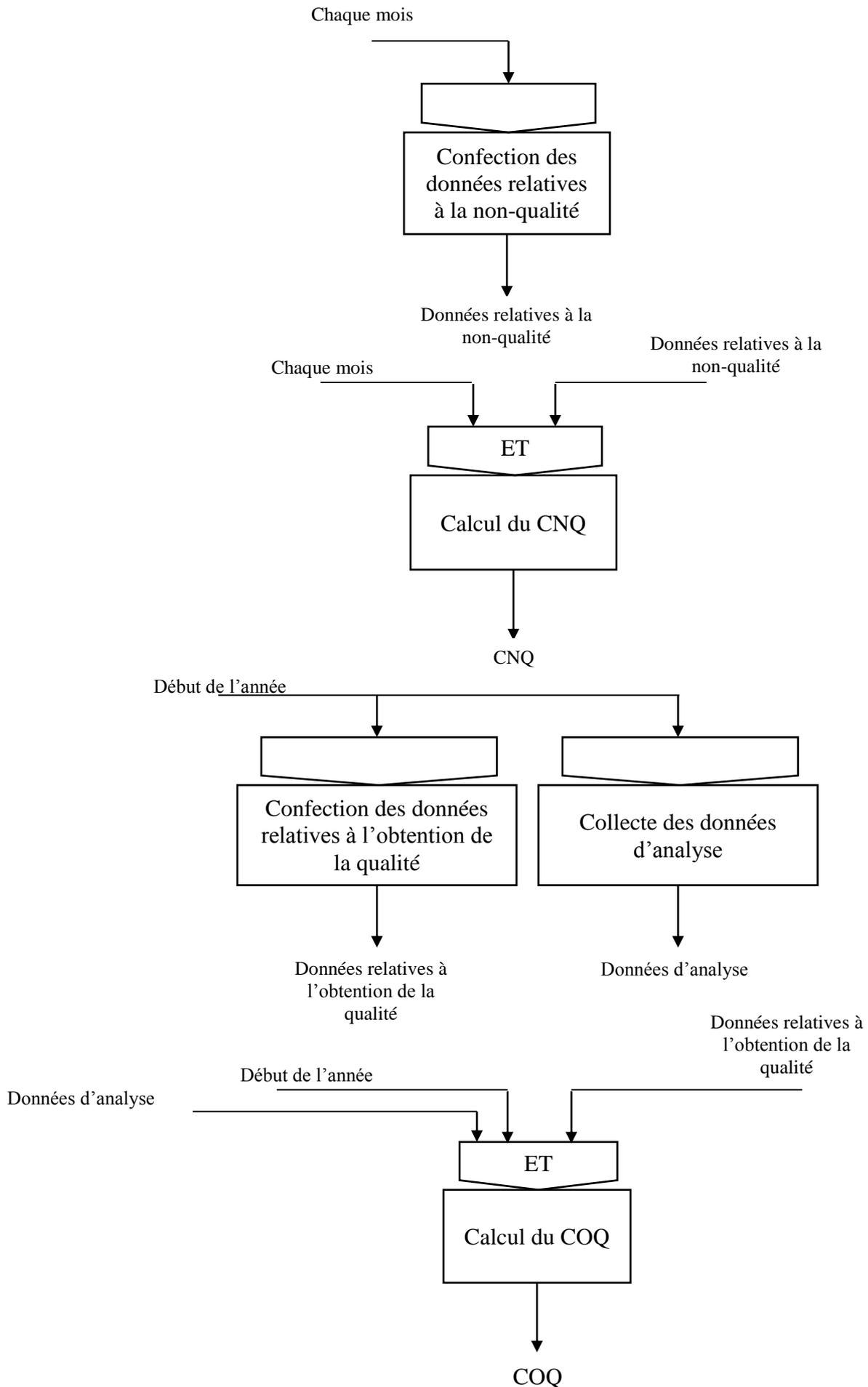


Figure 36 : MCT du processus Calcul du COQ

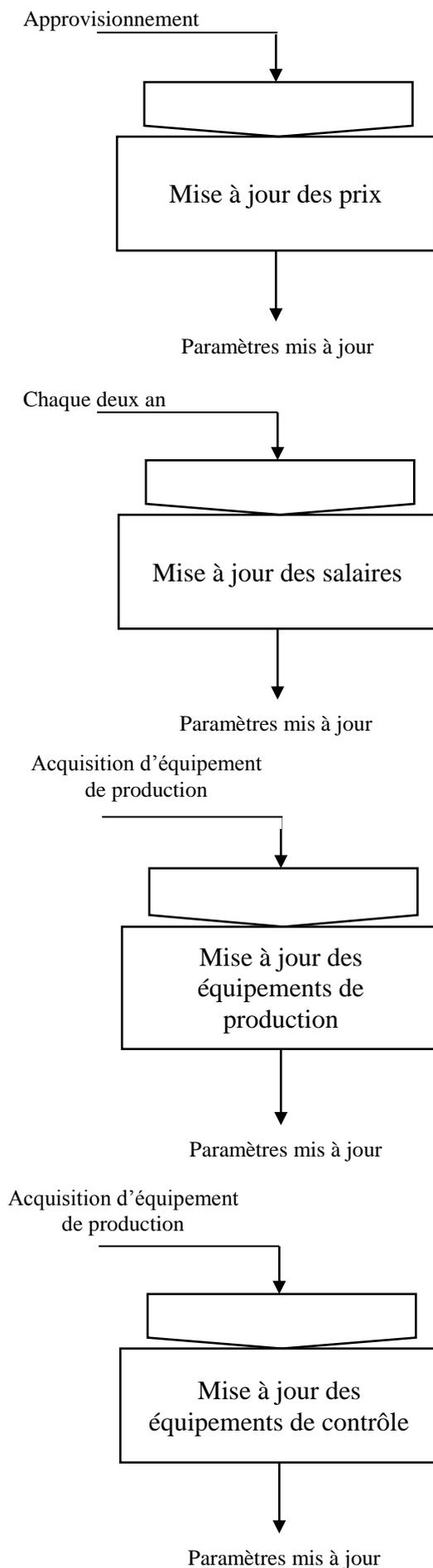


Figure 37 : MCT du processus Mise à jour des paramètres du modèle

Conclusion

Nous avons défini les flux d'information, les opérations et les processus au cœur du système d'information COQ et nous les avons formalisés. Ainsi, ce travail pourra être exploité de deux manières possibles :

- Si l'entreprise opte pour le développement d'un PGI, les modèles conceptuels des traitements et les formules de calcul définies dans la partie précédente (Chapitre IV) seront la base pour le développement d'un module Calcul du COQ pour le PGI
- Les MCT pourront être complétés par une modélisation d'organisation (MOT) et le modèle Excel sera exploité en guise d'application informatique pour l'automatisation des calculs.

Conclusion générale

Conclusion générale

Au terme de cette étude, nous sommes parvenus à mettre en évidence les dysfonctionnements générateurs de coûts de non-qualité dans l'unité de production des câbles de télécommunication en cuivre de CATEL.

Partant de là, nous avons estimé le coût de non-qualité qui s'élève à hauteur de 4,5 % du chiffre d'affaire de l'entreprise, ce qui correspond à 19 mois de salaire de la main d'œuvre des ateliers de production des câbles en cuivre ou 25 fois le montant de l'amortissement d'une ligne d'isolation neuve.

Le CNQ est constitué du coût des rebuts et du coût des temps d'arrêts des machines avec une même proportion.

Le coût que nous avons calculé peut être considéré comme une estimation minimale du coût de non-qualité car nous l'avons évalué dans les limites de la disponibilité des données.

Certains coûts n'ont pas été pris en compte selon deux aspects :

- L'aspect non-qualité : les coûts de certains dysfonctionnements n'ont pas été intégrés au CNQ, notamment les heures supplémentaires et les anomalies externes.
- L'aspect calcul des coûts : seuls les coûts de production et les coûts de matière première figurent dans la formation des coûts de revient des produits sur la base desquels le CNQ a été calculé.

Aussi, nous avons mis en évidence à travers l'analyse du CNQ, la faible proportion des coûts de prévention par rapport aux CNQ et aux coûts de détection.

Enfin, nous avons tenu à mettre au point les prémisses d'un système d'information permettant le calcul du COQ de façon continue. CATEL pourra compléter le développement du système d'information par la modélisation organisationnelle et l'exploiter afin de connaître ses coûts de non-qualité, de suivre leur évolution et d'asseoir sur la base de leur analyse des plans d'action pour l'amélioration de la gestion de la qualité.

Une des actions immédiates pouvant avoir fort impact d'amélioration est de répartir un pourcentage des gains réalisés chaque année comme mesure incitative pour la motivation des ouvriers à « faire bien du premier coup ».

Notre solution permet donc d'établir des plans d'action d'amélioration et de mesurer les résultats des actions réalisées, ce qui a été formulé dans la problématique. Aussi nous proposons de présenter ce travail à la réunion de revue de direction du SMQ de CATEL comme action d'amélioration de la gestion de la qualité.

Conclusion générale

Aussi, nous rappelons que CATEL est en négociation pour l'achat ou le développement d'un PGI, le modèle obtenu suite à la modélisation organisationnelle du système d'information COQ pourra servir pour le développement d'un composant logiciel à intégrer au PGI comme « Module Calcul du Coût d'Obtention de la Qualité ».

Bibliographie

- (Abouzahir, 2006)** ABOUZAHIR O., 2006, « *Conception d'un outil de mesure et de réduction des coûts de non qualité : Application au pilotage des processus industriels* », thèse de doctorat, Génie Industriel, Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Paris.
- (Bourif et l'Alami, 2011)** BOURIF M.S., LALAMI M. I., 2011, « *Contribution à l'amélioration de la production par la théorie des contraintes : Application : CATEL les Câbleries Téléphoniques d'Algérie* », Mémoire de projet de fin d'études d'ingénieur, Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique, Alger.
- (CAT, 2011)** Catalogue produits : Les câbleries de télécommunication d'Algérie, CATEL, 2011.
- (Doc, 2009)** Document de référence du processus Management du Système de Management de la Qualité, CATEL, 2009.
- (Duret et Pillet, 2002)** DURET D. et PILLET P., 2002, « *Qualité en production de l'ISO 9000 à six sigma* », Editions d'Organisation, Paris.
- (Ferreboeuf, 2004)** FERREBOEUF C., 2004, « *coût d'obtention de la qualité* » Technique de l'ingénieur.
- (Froman, 2006)** FROMAN B., 2006, « *Les normes en qualité* », Bibliothèque AFNOR.
- (Gabay, 2001)** GABAY J., 2001, « *Merise et UML pour la modélisation des systèmes d'information* », 4e édition DUNOD, Paris.
- (Haroune, 2011)** HAROUN O., 2011, « *Contribution à l'amélioration de la gestion de la fonction maintenance : Application : CATEL, les Câbleries Téléphoniques d'Algérie* », Mémoire de projet de fin d'études d'ingénieur, Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique, Alger.

Bibliographie

- (Harrington, 1990)** HARRINGTON H.J., 1990, « *Le coût de non qualité* », Eyrolles, Paris.
- (Margerand, 2006)** Margerand J. et Gillet-Goinard F., 2006, « *Manager la qualité pour la qualité pour la première fois* », Editions d'Organisation, Paris.
- (Mathéron, 1994)** MATHERON J. P., 1994, « *Comprendre Merise outils conceptuels et organisationnels* », BERTI Editions, Alger.
- (Marley, 1999)** MARLEY C., 1999, « *Gestion d'un projet système d'information principes, techniques, mise en œuvre et outils* », 2e édition Dunod, Paris.

Webographie

- Site 1 :** www.catel-dz.com
Site 2 : www.wikipedia.com

Autres documents consultés

- HADDOUCHE H. et TERAÏ M., 2005, « *Estimation des surcoûts non mesurés liés à l'activité soudage à ALIECO* », Mémoire de projet de fin d'études d'ingénieur, Ecole Nationale Polytechnique, Alger.
- STORA G. et MONTAIGNE J., 1986, « *La qualité totale dans l'entreprise* », les éditions d'organisation, Paris.
- LYONNET P., 1991, « *Les outils de la qualité* », 2e édition Technique et Documentation – Lavoisier, Paris.

ANNEXES

Liste des annexes

Annexe 1 : Définitions relatives à la qualité 91

Annexe 2 : Organisation générale de l'entreprise..... 92

Annexe 3 : Les processus de CATEL..... 93

Annexe 4 : La nomenclature des produits 95

Annexe 5 : Produits pris en compte pour le calcul des CNQ 96

Annexe 6 : Analyse de la constitution des produits..... 96

Annexe 7 : Description du processus de production 100

Annexe 8 : Le calcul des coûts 103

Annexe 9 : Formalisme utilisé dans les diagrammes..... 108

Annexe 10 : Diagrammes d'Ishikawa 109

Annexe 1 : Définitions relatives à la qualité (Froman, 2006)

Qualité

Aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences

Exigence

Besoin ou attente formulés, habituellement implicites, ou imposés

Satisfaction du client

Perception du client sur le niveau de satisfaction de ses exigences

Système

Ensemble d'éléments corrélés ou interactifs

Système de management

Système permettant d'établir une politique et des objectifs et d'atteindre ces objectifs

Système de management de la qualité

Système de management permettant d'orienter et de contrôler un organisme en matière de qualité

Politique qualité

Orientation et intentions générales d'un organisme relatives à la qualité telles qu'elles sont officiellement formulées par la direction

Objectif qualité

Ce qui est recherché ou visé, relatif à la qualité

Management de la qualité

Activités coordonnées permettant d'orienter et de contrôler un organisme en matière de qualité

Planification de la qualité

Partie du management de la qualité axée sur la définition des objectifs qualité et la spécification des processus opérationnels et des ressources afférentes, nécessaires pour atteindre les objectifs qualité

Maîtrise de la qualité

Partie du management de la qualité axée sur la satisfaction des exigences pour la qualité

Assurance de la qualité

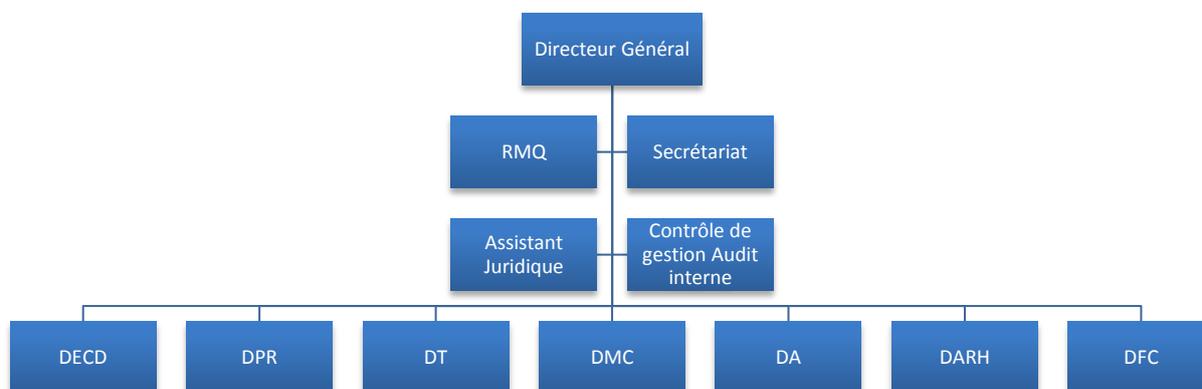
Partie du management de la qualité visant à donner confiance en ce que les exigences pour la qualité seront satisfaites

Amélioration de la qualité

Partie du management de la qualité axée sur l'accroissement de la capacité à satisfaire aux exigences pour la qualité.

Annexe 2 : Organisation générale de l'entreprise

« CATEL » est composé d'une direction générale sous la tutelle du président directeur général du groupe, assistée par le secrétariat, un assistant juridique, un responsable management qualité et le service contrôle de gestion et audit interne. Cette direction générale comprend cinq (07) directions [6] :



DECD : Direction des Etudes, du Contrôle et du Développement

DPR : Direction Production

DT : Direction Technique

DMC : Direction Marketing et Commerciale

DA : Direction des Approvisionnements

DARH : Direction de l'Administration et des Ressources Humaines

DFC : Direction des Finances et Comptabilité

RMQ : Responsable Management Qualité

Annexe 3 : Les processus de CATEL

Processus « Achats »

L'objet de ce processus est de définir les dispositions prises par CATEL pour effectuer des achats de produits et de prestations de service afin de mettre à sa disposition des produits conformes aux spécifications d'achat aux meilleurs prix et dans le délais requis.

Lien avec les structures de CATEL : Ce processus s'applique à la structure « Approvisionnements » de CATEL ainsi que tous les services ayant une incidence sur la qualité des produits et prestations offertes à ses clients.

Processus « Commercial »

L'objet de ce processus est de définir les dispositions prises par CATEL pour :

- Le suivi commercial de l'exécution des commandes et contrats ;
- La facturation des produits vendus et prestations réalisées ;
- Le recouvrement des créances.

Sa finalité est d'assurer à CATEL un plan de charge adéquat dans les délais requis.

Lien avec les structures de CATEL : Ce processus s'applique à la structure « Commercial et Marketing » de CATEL.

Processus « Contrôle Câbles à Cuivre »

Ce processus a pour objet d'assurer le contrôle des câbles à conducteur en cuivre en cours de fabrication et en stade final.

Lien avec les structures de CATEL : Ce processus s'applique à la structure « Etudes et Contrôle ».

Processus « Contrôle Câbles à Fibre Optique »

Ce processus a pour objet d'assurer le contrôle des câbles à fibre optique en cours de fabrication et en stade final.

Lien avec les structures de CATEL : Ce processus s'applique à la structure « Etudes et Contrôle ».

Processus « Gestion des Ressources Humaines »

Ce processus a pour objet la gestion des ressources humaines afin de mettre à la disposition des structures de CATEL un personnel compétent dans les délais requis

Lien avec les structures de CATEL : Ce processus s'applique à la structure « Administration et Ressources Humaines » et concerne le recrutement, l'évaluation des compétences et la formation du personnel de CATEL.

Processus « Maintenance »

Ce processus a pour objet d'effectuer la maintenance des équipements de production afin d'assurer leur disponibilité.

Lien avec les structures de CATEL : Ce processus s'applique à la structure « Technique » de CATEL.

Processus « Management du Système de Management de la Qualité »

Ce processus assure le management du SMQ afin de :

- Disposer d'un SMQ adéquat et efficace
- Assurer que CATEL demeure apte à fournir un produit conforme
- Accroître la satisfaction des clients.

Lien avec les structures de CATEL : Ce processus s'applique à toutes les activités couvertes par le SMQ de CATEL.

Processus « Production des Câbles à Fibre Optique »

Il a pour objet de définir les dispositions prises par CATEL pour fabriquer les câbles de télécommunication à fibres optiques.

Lien avec les structures de CATEL : Ce processus s'applique à la structure production de câbles de télécommunication à fibres optiques de CATEL.

Processus « Production des câbles à cuivre »

Ce processus a pour objet de définir les dispositions prises par CATEL pour fabriquer les câbles de télécommunication à conducteurs en cuivre.

Lien avec les structures de CATEL : Il s'applique à la structure production de CATEL qui est en charge de tous les ateliers de production hors-mi l'unité de production du câble à fibre optique.

Il existe évidemment des interfaces entre processus, par exemple, entre le processus « Production des câbles à cuivre » et le processus « Contrôle des câbles à cuivre ». Cette interface peut être physique (échange de matières) ou informationnelle (échange de documents).

Annexe 4 : La nomenclature des produits

Les produits sont codifiés comme illustré dans la figure suivante :



La série du câble détermine sa composition en matière première, dans ce qui suit la composition des câbles appartenant aux séries dont on a pris compte dans le calcul des CNQ, à savoir les séries : 88, 89, 98, 99, NTHG, MFG, ZPGU, ZPFU, ZPAU.

Annexe 5 : Produits pris en compte pour le calcul des CNQ

Famille	Série	Diamètre	Paires
Câbles télécom cuivre	88	0,4	1792
		0,6	8, 14,28, 56, 112, 224, 448, 896
	89	0,8	8, 14,28, 56, 112, 224
	98	0,6	8, 14,28, 56, 112
	99	0,8	8, 14,28, 56
	NTHG	0,6; 0,9	1, 2, 3, 5, 7, 10, 15, 21, 30
	MFG	0,6; 0,9	1, 2, 3, 5, 7, 10, 15, 21, 31
Câbles signalisation	ZPAU	1; 1,2;	1, 2, 4, 7, 14, 21, 28
		1,13; 1,6; 2,5 mm ²	
	ZPFU	1; 1,2; 1,13; 1,6;	1, 2, 4, 7, 14, 21, 29
ZPGU	1,2; 1,13	1, 2, 4, 7, 14, 21, 30	

Annexe 6 : Analyse de la constitution des produits

L'analyse est basée sur la répartition des coûts des matières premières présentes dans 1 Km de produit par rapport au coût total de matières premières.

La série 88

Tableau : Répartition des coûts de matière première d'une référence de série 88

Matières	En %	Cumul
Cuivre recuit	74%	74%
Polyéthylène Gainage	12%	86%
Bonde d'aluminium	7%	93%
Fil de cuivre étamé	4%	97%
Autres	3%	100%

Les matières premières constituant 97% du coût total de la matière première sont retenues.

La série 89

Tableau : Répartition des coûts de matière première d'une référence de série 89

Matières	En %	Cumul
Cuivre recuit	81%	81%
Polyéthylène Gainage	8%	89%
Bonde d'aluminium	5%	94%
Polyéthylène isolation	3%	97%
Autres	3%	100%

Les matières premières constituant 97% du coût total de la matière première sont retenues.

La série 98

Tableau : Répartition des coûts de matière première d'une référence de série 98

Matières	En %	Cumul
Cuivre recuit	60%	60%
Polyéthylène Gainage	16%	75%
Toron d'acier	14%	89%
Bonde d'aluminium	5%	94%
Fil de cuivre étamé	3%	97%
Autres	2%	100%

Les matières premières constituant 97% du coût total de la matière première sont retenues.

La série NTHG**Tableau : Répartition des coûts de matière première d'une référence de série NTHG**

Matières	En %	Cumul
Cuivre recuit	51%	51%
Polyéthylène Gainage	21%	71%
Bonde d'aluminium	13%	84%
Fil de cuivre étamé	10%	94%
Polyéthylène isolation	5%	99%
Autres	1%	100%

Les matières premières constituant 99% du coût total de la matière première sont retenues.

La série MFG**Tableau : Répartition des coûts de matière première d'une référence de série MFG**

Matières	En %	Cumul
Cuivre recuit	41%	41%
Polyéthylène Gainage	31%	72%
Feuillard d'acier	18%	90%
Fil de cuivre étamé	4%	94%
Polyéthylène isolation	3%	97%
Bonde d'aluminium	2%	99%
Autres	1%	100%

Les matières premières constituant 99% du coût total de la matière première sont retenues.

La série ZPAU**Tableau : Répartition des coûts de matière première d'une référence de série ZPAU**

Matières	En %	Cumul
Cuivre recuit	42%	42%
Bonde cuivrée	22%	64%
Polyéthylène Gainage	13%	77%
Feuillard d'acier	12%	90%
Polyéthylène isolation	10%	99%
Autres	1%	100%

Les matières premières constituant 99% du coût total de la matière première sont retenues.

La série ZPFU**Tableau : Répartition des coûts de matière première d'une référence de série ZPFU**

Matières	En %	Cumul
Cuivre recuit	57%	57%
Feuillard d'acier	20%	77%
Polyéthylène Gainage	11%	89%
Polyéthylène isolation	11%	99%
Autres	1%	100%

Les matières premières constituant 99% du coût total de la matière première sont retenues.

Annexe 7 : Description du processus de production

Dans ce qui suit, la description détaillée du processus de production des câbles en cuivre :

Tréfilage

Le cuivre est réceptionné dans des bottes sous forme de fil de grande épaisseur (8 mm). Le tréfilage consiste à le transformer en des fils de plus petite épaisseur (1,2 mm, 1,78 mm, 2,54 mm) selon la demande.

Description d'une ligne de Tréfilage

Un seul équipement assure la tâche du tréfilage du cuivre. Cet équipement est constitué de trois parties principales chacune en charge d'une opération élémentaire. Le tout est résumé dans le tableau suivant :

Tableau : Description des étapes du tréfilage

N°	Opération	Description
1	Tréfilage	Diminution de diamètre par allongement
2	Recuit	Traitement thermique permettant le renforcement du matériau
3	Mise en Fût	Mettre le fil tréfilé dans des fûts adaptés aux équipements de l'isolation

Isolation : A cette étape, le cuivre est tréfilé une deuxième fois afin d'obtenir le diamètre final du fil de cuivre (0,4 mm, 0,6 mm, 0,8 mm, 0,9 mm, 1,2 mm). Celui-ci est enveloppé par un isolant en polyéthylène. Les outputs de cette phase sont des bobines de fil isolé.

Description d'une ligne d'Isolation

Plusieurs équipements (6 Lignes d'isolation) effectuent les mêmes opérations d'isolation. Certains sont dédiés à des diamètres spécifiques (Ex. La BM60 Traite les fils de diamètre 1 mm et 1,2 mm). Les opérations sont communes à tous les diamètres et sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau : Description des étapes de l'Isolation

N°	Opération	Description
1	Tréfilage	Diminution de diamètre par allongement afin d'obtenir le diamètre final
2	Recuit	Traitement thermique permettant le renforcement du matériau
3	Refroidissement 1	Refroidissement afin d'éviter d'endommager la couche d'isolant
4	Extrusion	Pose d'une enveloppe d'isolant en polyéthylène
5	Refroidissement 2	Refroidissement dans un bain d'eau
6	Séchage	Séchage à l'aide d'air comprimé et préparation à la mise en bobine
7	Mise en bobine	Chargement du fil isolé dans des bobines adaptées aux équipements de l'Assemblage

Assemblage

L'assemblage comporte plusieurs opérations qui ne sont pas communes à tous les types de produits.

Ces opérations peuvent être regroupées en deux grandes étapes :

Etape 1 : Toronnage – Quartage – Pairage

Etape 2 : Câblage – Rubannage – Armaturage

*Description des opérations d'assemblage**Etape 1 :*

Il s'agit de fabriquer à partir de bobines de fil isolé des assemblages en paires, en quarts ou en torons. Aucune matière première n'est ajoutée à ce stade.

Les opérations Pairage/Quartage et Toronnage sont assurées par des équipements différents. Il existe plusieurs équipements pour une même opération. Selon sa référence, un câble peut être assemblé en quarts en paires ou en torons et passe selon le cas par l'une des trois opérations de l'étape 1 de l'assemblage.

Etape 2 :

Le Câblage consiste en l'assemblage des torons en faisceaux et des faisceaux en câbles ainsi que l'assemblage des câbles à partir de paires ou de quarts.

Le Rubannage consiste à enrober le câble dans deux rubans en polyester posé en hélice.

L'Armaturage c'est la pose d'un blindage en feuillard d'acier autour du câble. Cette opération est spécifique à certains types de câbles.

Gainage :

Le gainage consiste à enrober le câble assemblé à chaud par une couche de polyéthylène.

Description des opérations du gainage

- La bobine de câble assemblé est montée dans la partie « Départ » de la ligne de gainage.
- Une bande d'aluminium ainsi qu'un fil de cuivre étamé et un filin de reconnaissance (ou fil de continuité) sont ajoutés au câble.
- Une bande de cuivre peut être ajoutée au câble à la place de la bande d'aluminium selon le type du câble (Ex. câbles de signalisation ferroviaire ZPAU). Ces mêmes câbles passent à plusieurs reprises par le gainage et sont armés, revêtus de gaine et contrôlés plusieurs fois.
- Un toron d'acier est ajouté aux câbles de type « Autoporté ».
- Le câble passe par l'extrudeuse qui l'enrobe par une couche de polyéthylène à chaud. Ensuite, le câble est refroidi dans un bassin d'eau et séché à sa sortie pour passer au marquage où diverses informations sont imprimées sur la gaine extérieure.
- Enfin, le câble est rembobiné dans un touret.

Après le gainage et le contrôle final du produit, il est transféré dans la zone de conditionnement où ils sont mis sous pression.

Annexe 8 : Le calcul des coûts

Le prix de vente d'un produit chez CATEL est le coût de la matière première majoré d'un pourcentage. Aucune répartition des coûts n'est pratiquée. Le coût de revient des produits est inconnu.

Cette méthode n'est pas adaptée pour le calcul des coûts de non-qualité qui requiert la connaissance des coûts de revient des produits à différents stades du processus de production. Pour le besoin de notre projet, nous nous sommes lancés dans une démarche pour l'estimation des coûts en se basant sur la méthode de répartition des coûts par unité d'œuvre.

Seuls le coût de production et le coût des matières premières consommées seront répartis.

La démarche de calcul s'énonce comme suit :

- Définition des unités d'œuvre
- Elaboration des formules de calcul
- Collecte des données
- Calcul des coûts

Définition des unités d'œuvre

Les coûts de production sont la somme des coûts de la main d'œuvre directe, du coût de l'équipement de production et des coûts de contrôle qualité.

L'unité de comptage des produits durant une opération de transformation (Tréfilage, Isolation, Assemblage, Gainage) est le Km de câble avant de devenir « la bobine » aux points de contrôle qualité et en produit fini. C'est pourquoi, les coûts de production et les coûts de contrôle qualité seront dissociés.

- Les coûts de production seront affectés par Km de câble,
- Les coûts de contrôle qualité seront affectés par bobine.

De même, le coût des matières premières sera affecté par unité de longueur de câble.

L'heure machine :

L'équipement de production est en fonctionnement durant la totalité du temps de passage du produit. De ce fait, l'heure machine nous paraît l'unité la plus adaptée pour l'affectation du coût de l'équipement (l'amortissement) ainsi que le coût de la main d'œuvre directe : les

opérateurs travaillent sur l'équipement pendant toute la durée de son fonctionnement. La clé de répartition des coûts aux produits est la cadence de production.

Le Kg de matière première :

Les fiches matières, sur la base desquels les quantités de matière à préparer pour la production sont calculées, donnent les quantités de matière par Km et par référence de câble. Ainsi, pour l'affectation du coût de la matière première nous prenons comme unité d'œuvre le Km de câble et comme clé de répartition la quantité de matière première par Km de produit.

L'heure passée au contrôle :

Le temps passé au contrôle du câble assemblé et au contrôle final est fonction de la référence du câble contrôlé, ce temps peut être important (de 5 minutes jusqu'à 4h). Les agents de contrôle sont rarement inoccupés. De ce fait, l'heure passée au contrôle sera l'unité d'œuvre pour l'affectation des coûts salariaux de ces stades de contrôle. La clé de répartition est la cadence de contrôle par référence de câble.

La bobine contrôlée :

Le contrôle des bobines de fil isolé étant par échantillon, l'agent de contrôle reste inoccupé le temps de disposer d'un nouvel échantillon (environ 2h). D'autre part, l'opération de contrôle à ce niveau prend moins de 10 minutes en moyenne et peut donc être considérée comme ponctuelle (relativement au temps d'attente). La bobine contrôlée sera par conséquent prise comme unité d'œuvre pour le calcul du coût de contrôle à l'isolation.

La bobine contrôlée sera également unité d'œuvre pour l'affectation des coûts des équipements de contrôle aux stades câble assemblé et final. Lors d'un contrôle, l'utilisation des équipements se compte en secondes (décharges électriques), le temps restant étant le temps de préparation du câble.

Elaboration des formules de calcul

Les coûts de production (CPr)

Les coûts de production sont répartis comme suit :

Le coût de fonctionnement des équipements (CFE) : La formule suivante donne le coût de fonctionnement par référence de câble pour une étape de production donnée :

$$CFE_{ik} = [\sum_j (L_i / C_j) \cdot (AmortP_j + MOD_j)]_k$$

Où : **CFE_{ik}** : Coût de fonctionnement des équipements pour la production d'un câble à l'étape k de la production

L_i : Longueur du câble de référence i en Km

C_j : Cadence de l'équipement j en (Km.h⁻¹)

AmortP_j : Amortissement par heure de l'équipement de production j en DA

MOD_j : Coût salarial de la main d'œuvre directe travaillant sur l'équipement j en DA.

Cette formule peut être utilisée pour le calcul du coût de production à différentes étapes du processus de production en prenant en compte les équipements des ateliers correspondants.

Exemple : Le coût de production d'une bobine de fil isolé (k = Isolation) est le coût de production calculé en incluant la ligne de tréfilage et la ligne d'isolation auquel est ajouté le coût du contrôle à l'isolation s'il a eu lieu.

Le coût du contrôle qualité

Le coût du contrôle à l'isolation : Le coût du contrôle à l'isolation (CCI) est calculé pour un nombre de bobines de fil isolé contrôlées. Il est donné par la formule suivante :

$$CCI = NI \cdot Contb$$

Où : **NI** : Nombre de bobines de fil isolé contrôlées

Contb : Coût salarial de l'agent de contrôle par bobine contrôlée

Le coût de contrôle du câble assemblé : Le coût du contrôle du câble assemblé (CCA) est calculé par référence de câble, il compte le coût des équipements (CEa) et les coûts salariaux des agents de contrôle (CSa). Ces coûts sont donnés par les formules suivantes :

$$CCA = CEa + CSa$$

$$CEa = N \cdot AmortCa_j$$

Où :

N : Nombre de bobines contrôlés

AmortCa_j : Amortissement par heure des équipements de contrôle du câble assemblé

$$CSa = L_i \cdot Ca_i \cdot Conth$$

Où :

Ca_i : Cadence de contrôle des câbles de référence i au stade de câble assemblé

Conth : Coût salarial de l'agent de contrôle par heure de contrôle.

Le coût du contrôle final : Le coût du contrôle final (CCF) est calculé par référence de câble, il compte le coût des équipements (CEf) et les coûts salariaux des agents de contrôle (CSf). Ces coûts sont donnés par les formules suivantes :

$$CCF = CEf + CSf$$

$$CEf = N \cdot AmortCf_j$$

Où :

AmortCf_j : Amortissement par heure des équipements du contrôle final

$$CSf = L_i \cdot Cf_i \cdot Conth$$

Où :

Cf_i : Cadence de contrôle des câbles de référence i au stade final

Ainsi, le coût de revient estimé d'un produit à une étape donnée (k) du processus de production est calculé par la formule suivante :

$$CPr_k = CFE_k + CMP_k + CC_k$$

Où **CC** : Le coût des contrôles qualité passés jusqu'à l'étape k, fonction de **CCI**, **CCA** et **CCF**.

Le coût de la matière première (CMP)

Ce poste englobe le coût des matières premières consommées par référence de câble et selon l'étape de production considérée. Il est donné par la formule suivante :

$$CMP_k = [\sum_m L_i \cdot Q_{im} \cdot P_m]_k$$

Où : **CMP_k** : Coût des matières premières consommée jusqu'à l'étape k

L_i : Longueur du câble de référence i en Km

Q_{im} : Quantité de la matière première m présente dans 1 Km de câble de référence i en Kg ou en Km

P_m : Prix unitaire de la matière première m

La collecte des données

Les données collectées et leurs sources sont reportées dans le tableau suivant :

Tableau : Sources de données pour le calcul des coûts

Données	Source				
	DFC	DCM	DAGRH	BME	Estimation
Amortissements des équipements de production	Système d'information comptable				
Amortissements des équipements de contrôle qualité	Système d'information comptable				
Salaire moyen des conducteurs de machines			Fiches de paye		
Salaire moyen des agents de contrôle qualité			Fiches de paye		
Prix unitaires des matières premières		Base de données			
Cadences de production				Base de données	
Cadences de contrôle qualité					Sur terrain

DFC : Direction Finance et Comptabilité

DCM : Direction Commercial et Marketing

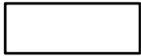
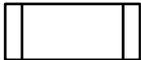
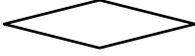
DAGRH : Direction Administration et Gestion de la Ressource Humaine

BME : Bureau Méthodes et Etudes

Le calcul des coûts

Le calcul s'est effectué sur la base des formules définies plus haut. Des feuilles de calcul Excel ont été automatisée de façon à donner le coût de revient des produits à n'importe quelle étape du processus de production. Ces feuilles de calcul ont été utilisées pour l'élaboration du modèle Excel effectuant le calcul des coûts de non-qualité automatiquement.

Annexe 9 : Formalisme utilisé dans les diagrammes

Diagramme	Signification
	Evènement
	Activité / Opération
	Processus prédéfini
	Stock interne
	Document
	Base de données
	Test / Décision
	Flux matière / information
	Connecteur

Annexe 10 : Diagrammes d'Ishikawa

Les arrêts machine :

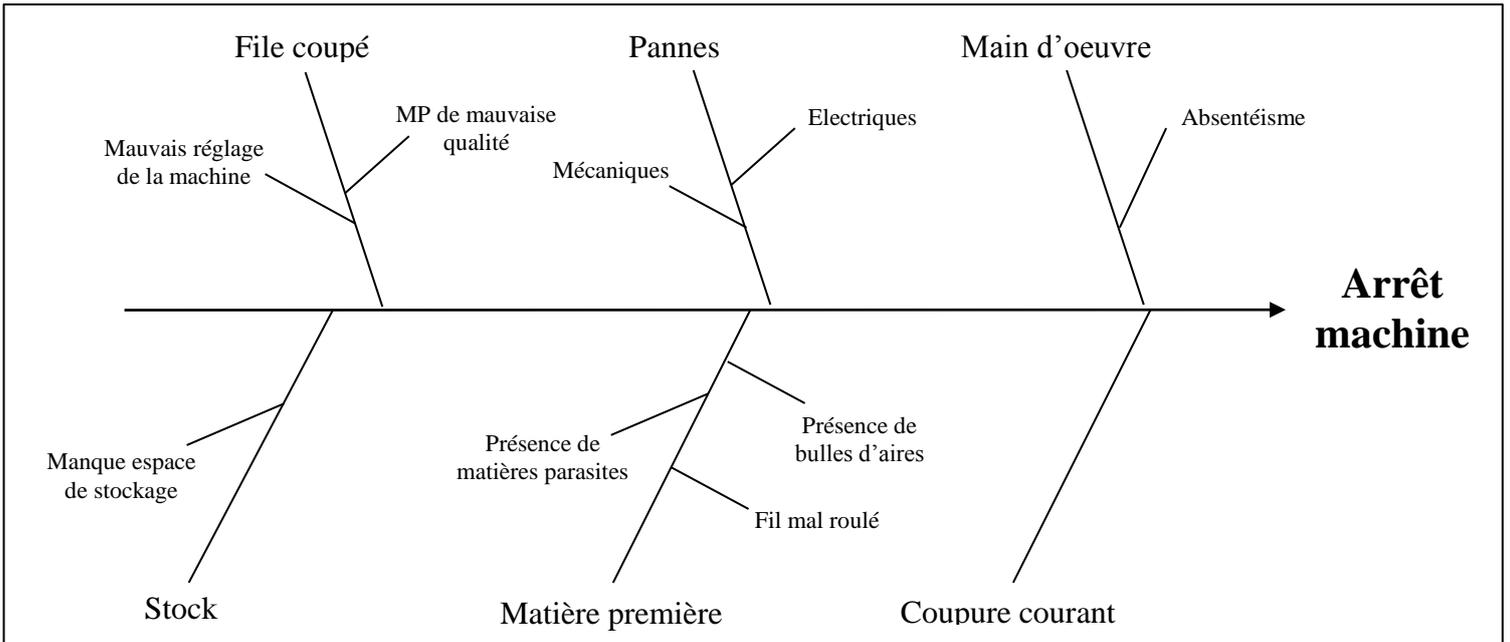


Diagramme des causes de l'arrêt de la ligne de tréfilage

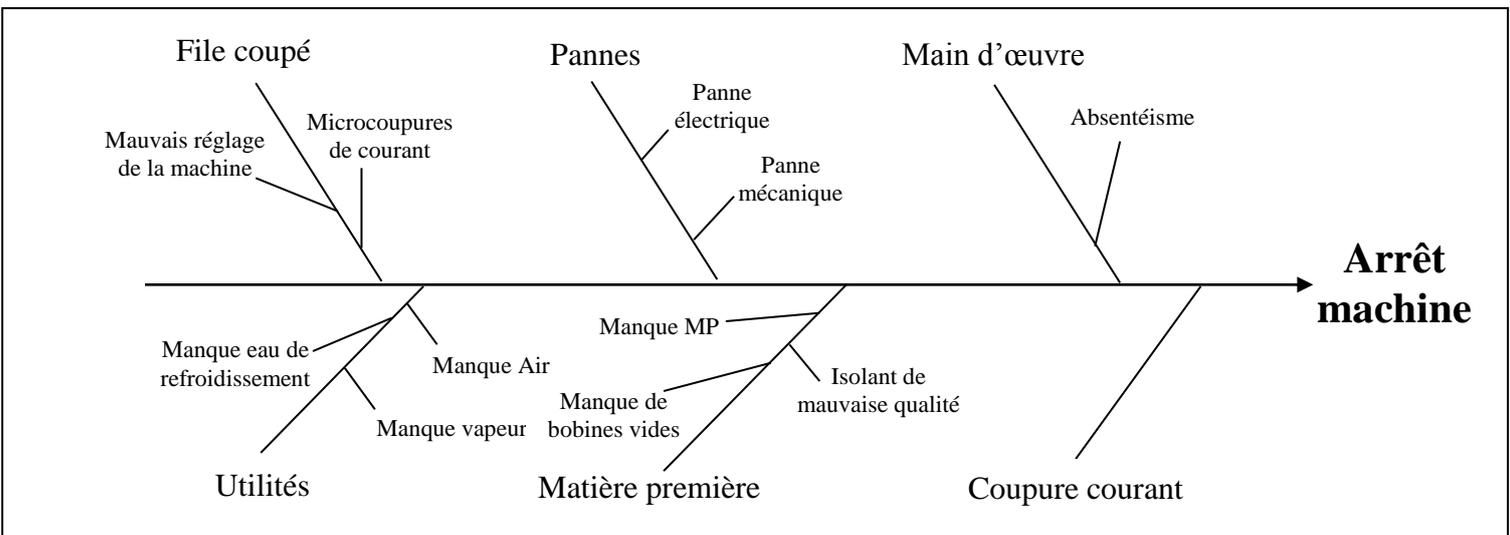


Diagramme des causes de l'arrêt d'une ligne d'isolation

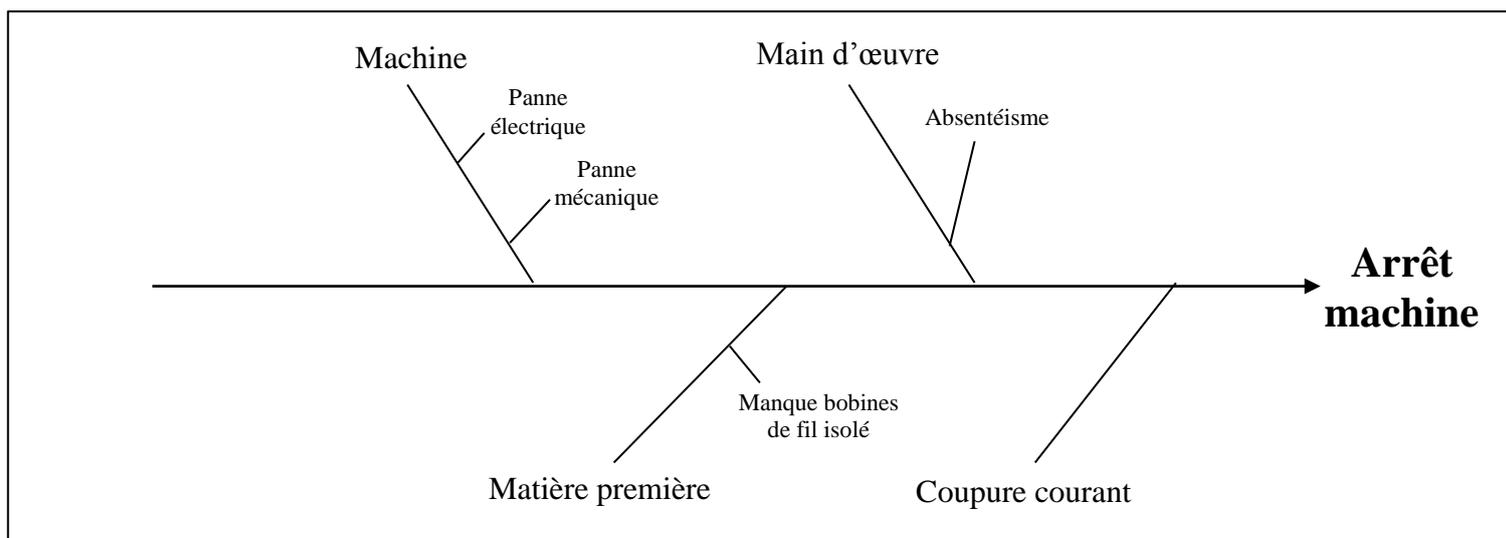


Diagramme des causes des arrêts de l'assemblage

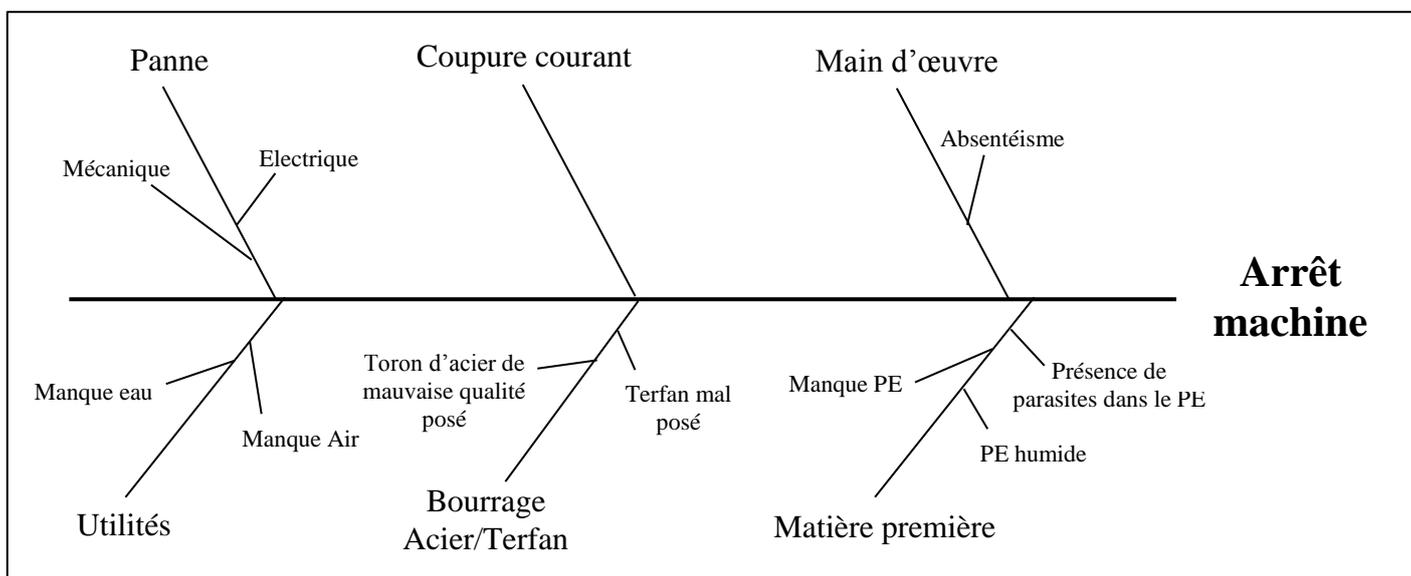


Diagramme des causes des arrêts machines au gainage

Les déchets de production :

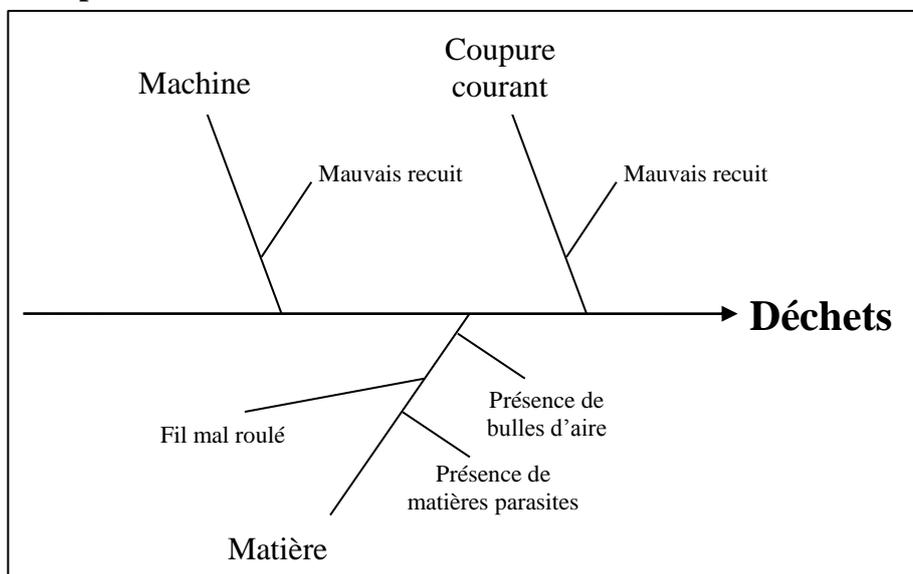


Diagramme des causes de génération de déchets au tréfilage

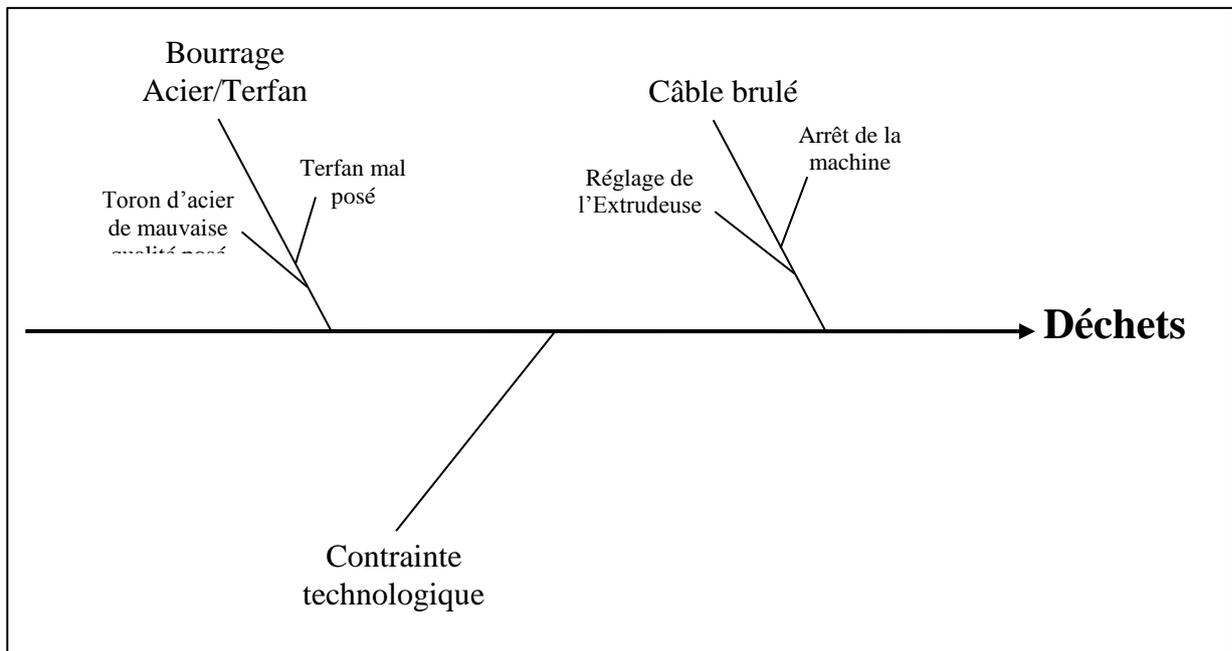


Diagramme des causes des déchets au gainage

Les non-conformités :

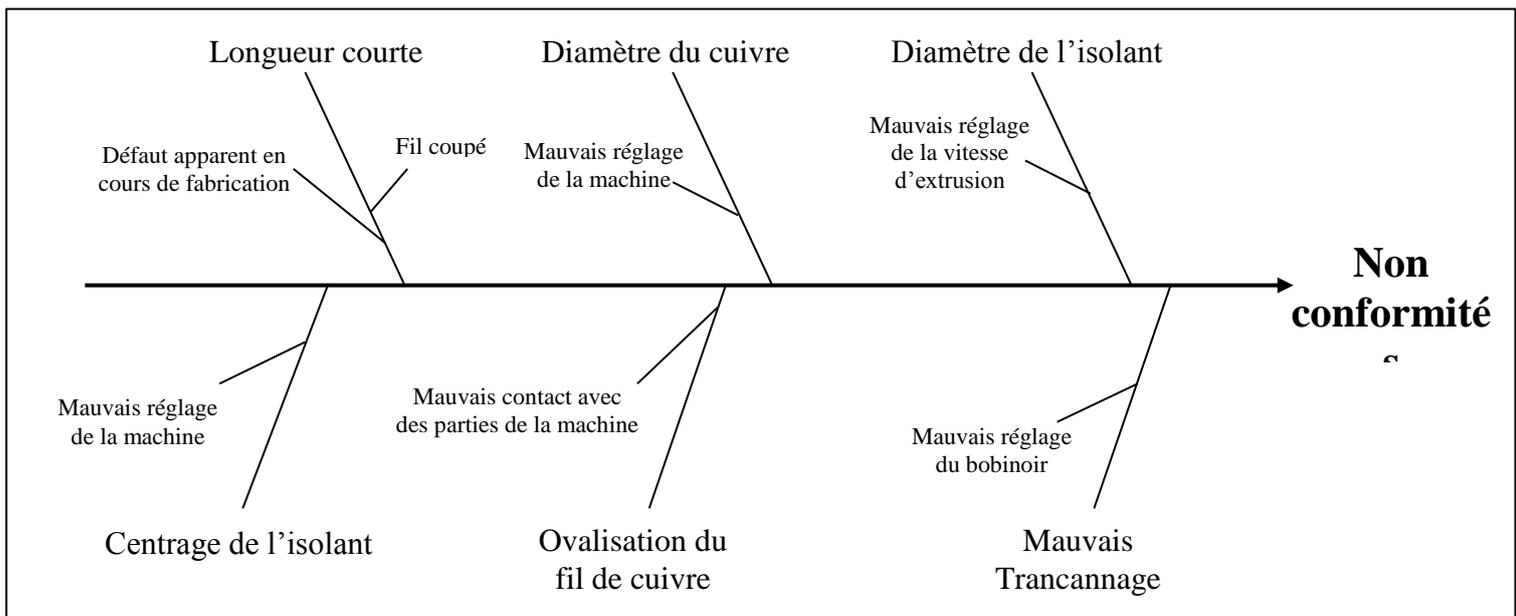


Diagramme des causes de non-conformité à l'isolation

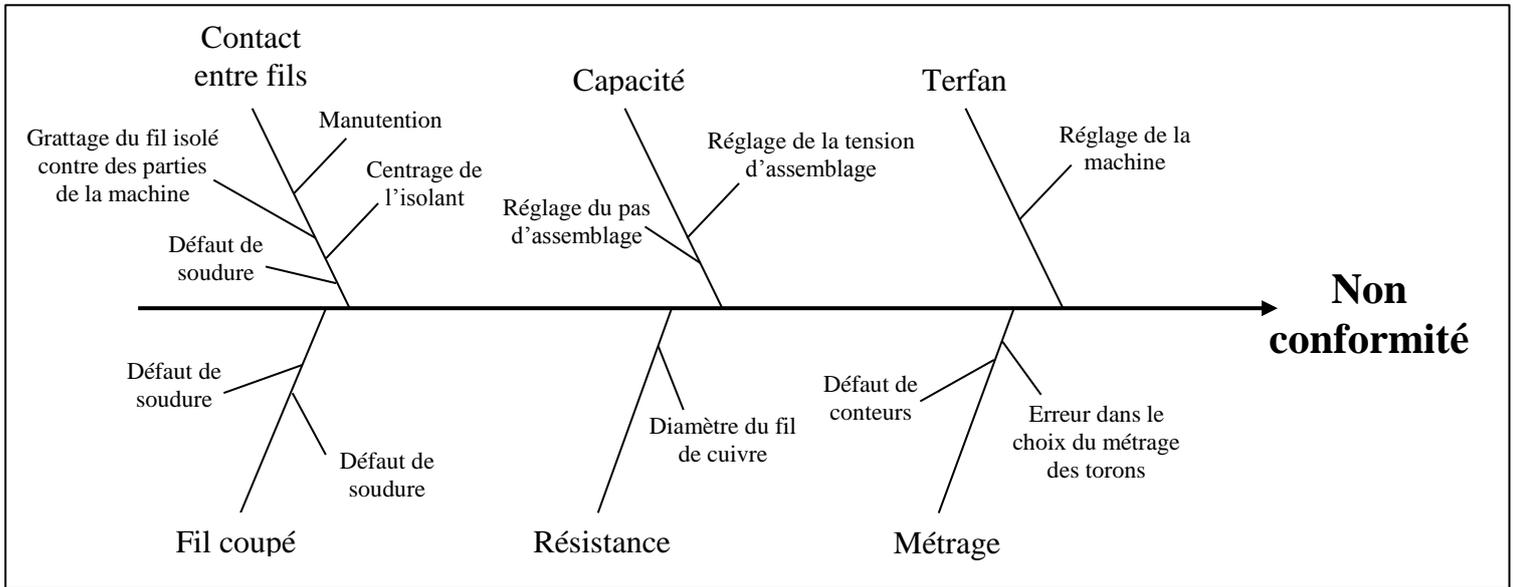


Diagramme des causes de non-conformité de câbles semi-fini

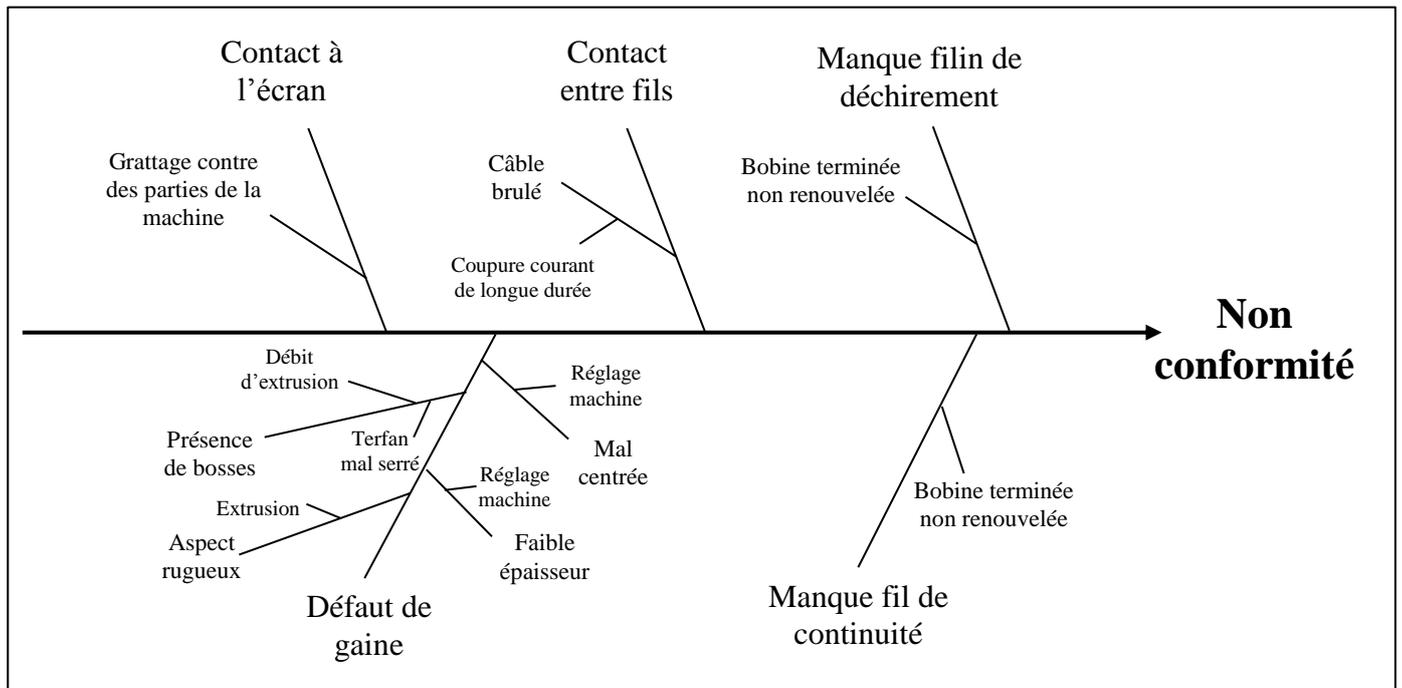


Diagramme des causes de non-conformités de produits finis