



EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ES SCIENCES DE GESTION
OPTION : AUDIT ET CONTRÔLE DE GESTION

Thème

**Audit du processus de conception et développement
d'un transformateur MT/BT au sein de l'entreprise
Electro-Industries d'AZAZGA**

Réalisé par :

M^{lle} OUALIKENE Lysa.

M^{lle} SAIDANI Nassima.

Dirigé par :

Mr. FELFOUL Saadi

Devant le jury composé de:

Président : FERRAT Marzouk, Maitre assistant « A ».

Rapporteur : FELFOUL Saadi, Maitre assistant « A ».

Examineur : MADOUCHE Yacine, Maitre assistant « A ».

Date de soutenance : le 02/12/2017



3^{ème} Promotion

Année universitaire 2016/2017

"La pensée seule ne met rien en mouvement tant qu'elle n'est pas concentrée sur un objectif et une action"

(Aristote).



EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ES SCIENCES DE GESTION
OPTION : AUDIT ET CONTRÔLE DE GESTION

Thème

**Audit du processus de conception et développement
d'un transformateur MT/BT au sein de l'entreprise
Electro-Industries d'AZAZGA**

Réalisé par :

M^{lle} OUALIKENE Lysa.

M^{lle} SAIDANI Nassima.

Dirigé par :

Mr. FELFOUL Saadi

Devant le jury composé de:

Président : FERRAT Marzouk, Maitre assistant « A ».

Rapporteur : FELFOUL Saadi, Maitre assistant « A ».

Examineur : MADOUCHE Yacine, Maitre assistant « A ».

Date de soutenance : le 02/12/2017



3^{ème} Promotion

Année universitaire 2016/2017

Remerciements

Nous adressons nos sincères remerciements aux personnes qui nous ont aidés dans la réalisation de ce mémoire.

En premier lieu, nous remercions M. FELFOUL enseignant à 'université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou pour le temps qu'il a consacré à nous apporter les outils méthodologiques indispensables à la conduite de cette recherche, en tant qu'encadreur, il nous a guidé dans notre travail et nous a aidé à trouver des solutions pour avancer. Son exigence nous a grandement stimulés. L'enseignement de qualité dispensé par le Master « ACG » à également su nourrir nos réflexions et à présenter une profonde satisfaction intellectuelle. Merci donc à l'ensemble de nos enseignants.

Nous remercions aussi M. BENTAHA directeur d'Electro-Industries d'AZAZGA de nous avoir donné l'occasion de réaliser un travail de terrain de trois mois au sein de son entreprise. Un grand merci également à Mme. CHAOUCHI responsable de la conception, Mme. SADOUNE responsable de l'unité transformateurs, M. DANOUN auditeur interne d'E-I d'avoir eu la patience de répondre à nos innombrables questions et qui nous en aidés en nous fournissant des données précises pour notre recherche.

Merci également à tout le personnel administratif, et les ouvriers, trop nombreux pour les citer. Tous ces échanges nous ont aidés à faire avancer notre analyse.

Nous aimerons aussi exprimer nos remerciements à nos parents qui on su nous orienter et nous encourager tout au long de notre travail. Ainsi qu'à tous nos amis pour leurs encouragements.

Enfin, nos hautes considérations et l'expression de nos gratitude s'adressent à messieurs les membres du jury qui ont accepté de soutenir notre mémoire.

MERCI.

Dédicaces

Du fond de mon cœur, je dédie ce travail à :

Mes très chers parents

Grâce à qui j'ai pu atteindre ce niveau, qui se sont donné corps et âmes pour ma réussite, je ne vous remercierai jamais assez.

A la mémoire de mon frère

« Hanine », qui nous a quitté très jeune, il restera toujours gravé dans mon cœur, que dieux l'accueille dans son vaste paradis et que son âme repose en paix.

A mes deux sœurs

A qui je souhaite que de la réussite dans leurs études et leurs vies.

A mon compagnon

Un grand merci à toi en particulier, merci pour ta présence et ton encouragement ainsi que ton fort caractère que j'apprécie énormément, tu représente pour moi le symbole de la bonté et de tendresse, c'est grâce à tes conseils que j'ai pu réussir dans mes études, merci de me soutenir et d'être resté toujours à mes côtés.

A ma famille ainsi qu'à tous mes amis, pour leur présence et leurs précieux encouragements.

OUALIKENE Lysa

Dédicace

Du profond de mon cœur, je dédie à tous ceux qui me sont chers.

À ma chère mère

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices

Que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours,

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse dieu le très haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie.

À la mémoire de mon père

*Ce travail est dédié à mon père, décédé trop tôt, qui m'a toujours poussé
Et motivé dans mes études.*

J'espère que, de monde qui est sien maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part de sa fille qui a toujours prié pour le salut de son âme. Puisse dieu le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde !

À mes adorables sœurs, à mes chers frères

Merci d'être toujours à mes côtés

Je vous prie de trouver dans ce travail l'expression

De mon estime et mon sincère attachement. Je prie Dieu, le tout puissant, pour qu'il vous donne bonheur et prospérité.

À mon compagnon

Merci énormément pour ton soutien plus que précieux, merci pour ton grand cœur, toutes tes qualités qui seraient trop longues à énumérer, ton profond attachement, m'ont permis de réussir mes études.

Je vous dédie mes réussites passées et à venir.

SAIDANI Nassima

Liste des abréviations

Liste des abréviations

A : Ampère

AAO : avis d'appel d'offre.

AFNOR : Association française de normalisation.

AMDEC : Analyse des modes de défaillances de leurs effets et de leurs criticités.

CA : chiffre d'affaire

CAO : Conception assistée par ordinateur.

CEI : Commission électrotechnique internationale

C-K: concept-knowledge.

C°: degré Celsius

DA : Dinar Algérien

DAP : Direction achat/ approvisionnement

DCM : Direction commerciale et marketing

DDP : Direction développement industriel/partenerariat

DEC : Direction finance et comptabilité

DEUA : diplôme d'études universitaires appliquées.

DIN : institue allemande de normalisation, en langue allemande d'est : (Deutsches Institut fur Normung)

DRHO : Des ressources humaines et organisation

EI : Electro-industrie.

ET : élément d'entrée.

ENEL : nationale des industries électrotechniques

FAO : Fabrication assistée par ordinateur

FO : formulaire

FRAP : feuille de révélation et analyse des problèmes.

HZ : hertz

IFACI : Institut français des auditeurs et contrôleurs internes

Liste des abréviations

IIA: institut of internal auditors

ISO : organisation internationale de normalisation, (international organization for standardization).

KG: kilograme

KM: Kilomètre.

KVA: kilovolt Ampère

KV : kilovolt

M : mètre

M : rapport de transformation.

MEI : Matériels Electro-industriels.

Mm: millimètre

MT/BT : moyenne tension/ basse tension

N: Nombre de spire

N° : numéro

OCDE : Organisation de coopération et de développement économique.

ONAN : fondateur de groupe électrogène Davide ONAN

PDG: président directeur général

PLM: Product life cycle management.

PO : perte à vide.

PPC : perte en charge

QFD : Qualité function deployment.

QQOQCCP: Quoi, Qui, Où, Quand, Comment, Combien, Pourquoi.

REX : retour d'expérience.

R&D : recherche et développement.

RC : revue de conception.

SI : système d'information

SMQ : système management de la qualité

Liste des abréviations

UME : unité moteurs électriques

UPT : unité prestations techniques

UTR : unité transformateur.

V : volt

VAL : validation

VDE :

VER : vérification

W : Watt.

Sommaire

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : les basiques sur la conception et le développement des produits	
Introduction	4
Section 1 : le processus de conception des produits au sein d'une organisation.....	5
Section 2 : la méthodologie d'une étude de conception des produits.....	18
Section 3 : management de la conception des produits	31
Conclusion	36
Chapitre II : Audit du processus de conception des produits	
Introduction	37
Section1 : la démarche d'audit dans le processus de conception et développement des produits	38
Section2 : la qualité et la conception des produits.....	54
Conclusion	65
Chapitre III : Audit du processus de conception et développement d'un transformateur 630/30 en couches (vernis) de distribution MT/BT immergé dans l'huile respirant au sein de la société d'électro-industrie (E.I) d'AZAZGA.	
Introduction	66
Section 1 : Présentation de l'organisme d'accueil	67
Section 2 : La conception des transformateurs MT/BT au sein d'E-I.....	72
Section 3 : La démarche d'une mission d'audit du processus de conception d'un transformateur 630/30 en couche (vernis) de distribution MT/BT immergé dans l'huile respirant.	80
Conclusion.....	96
Conclusion générale	97

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

Aujourd'hui avec la mondialisation et l'évolution des nouvelles technologies et la diversification des produits, les entreprises se trouvent dans un environnement de plus en plus compétitif, elles doivent donc générer un processus de progrès continu, qu'est le processus de conception. Ce dernier leur permet de concevoir des produits susceptibles de satisfaire les besoins préalablement déterminés ou ressentis dans la société, cette stratégie permet aux entreprises de conserver et si possible d'augmenter, leurs parts de marché et leurs gains financiers.

Cependant, comme tout processus, l'activité de conception est soumise à des défaillances qui peuvent remettre en cause la conception des produits, c'est pour cette raison le recours à une méthodologie de conception basée sur des outils d'analyses (l'analyse fonctionnelle, AMDEC, PLM, etc.) est indispensable pour la maîtrise des risques l'optimisation des délais et la réduction des coûts, de ce fait une qualité optimale des produits.

Les dysfonctionnements au sein du processus de conception provenant aussi de plusieurs facteurs tel que le manque de moyens (matériels, immatériels, financiers, humains), le non respect des procédures internes et les normes internationales tel que le référentiel ISO 9001. Il ne suffit donc pas que le processus de conception fonctionne, mais il faudrait que son fonctionnement se fasse dans les meilleures conditions d'efficacité.

C'est pour cela, la mise en place d'une démarche d'audit interne est primordiale pour détecter les non-conformités, par l'examen approfondi des opérations constituant ce processus pour donner l'image de l'existant, puis proposer des améliorations et assurer une meilleure qualité possible des produits conçus.

À l'instar des entreprises à l'échelle internationale, l'Algérie ne reste pas à l'écart. Les entreprises Algériennes mettent en place des activités de conception et d'innovation et mettent à disposition de nouveaux produits sur le marché pour rester compétitives et garantir leurs survie, notre choix a été orienté vers une entreprise industrielle publique qui est Electro-Industries afin d'étudier le processus de conception d'un transformateur MT/BT.

De ce qui précède, il s'agit de répondre à la problématique suivante: **de quelle manière l'entreprise Electro-industries peut elle assurer le bon fonctionnement de son processus de conception et de la qualité de son produit (transformateur MT/BT)?**

Introduction générale

Le choix de notre présent thème est principalement dû à la grande importance accordé de nos jours aux divers problèmes que soulèvent les processus de conception dans les entreprises industrielles. Pour rendre plus explicite notre travail et pour bien comprendre, nous examinerons les questions secondaires suivantes :

- **En quoi consiste le processus de conception et développement des produits ? et quelles sont ses enjeux ?**
- **Quelles sont les différentes méthodes associées à ce processus ? et quels sont les moyens mis en œuvre ?**
- **Comment se déroule la démarche d'évaluation de ce processus ? et quels sont les outils appropriés ?**

Le traitement de ces questions nous aidera à entamer notre cas pratique à travers Electro-Industrie plus connue sous le nom d'ENEL située à AZAZGA Wilaya de Tizi-Ouzou spécialisée dans la production des transformateurs et des moteurs électriques et cela par l'exécution d'une mission d'audit interne tel qu'elle est exigée par la norme sur le processus de conception et développement du transformateur MT/BT, ce qui nous permettra de :

- Comprendre le processus de conception et développement du transformateur MT/BT et ses différentes tâches ;
- Effectuer une analyse approfondie pour déceler les risques associés à ce processus ;
- Proposer des améliorations et des actions correctives.

Nous avons choisi de mener ce travail de recherche pour plusieurs raisons :

- La raison scientifique : il s'agit d'un thème encore peu connu au niveau de notre université.
- La raisons personnelle: en tant qu'étudiantes en master Audit et contrôle de gestion nous voulons mettre en pratique nos acquis théoriques.
- La raisons professionnelle : vu la complexité du processus de conception et son importance, nous voulons avoir l'expérience dans l'audit de ce dernier.

Pour pouvoir répondre à notre problématique nous adoptons la démarche suivante :

- Une recherche documentaire qui nous permettra de cerner le cadre théorique de notre problématique.
- Une étude en même temps descriptive et analytique ;

Introduction générale

- L'observation participante, entretien, questionnaire et l'analyse du contenu qui nous permettra la collecte et le traitement des informations nécessaires à notre sujet de recherche.

Afin de mener à bien notre travail, nous l'avons structuré en trois chapitres:

- Le premier chapitre sera consacré à la présentation des bases sur la conception ;
- Le deuxième chapitre sera consacré à l'audit du processus de conception et développement des produits ;
- Enfin, le troisième chapitre qui sera une occasion de revoir l'audit du processus de conception au sein d'Electro-Industries d'AZAZGA, ce chapitre comportera à la fois : la présentation de l'entreprise d'accueil, mais aussi l'audit du processus de conception du transformateur MT/BT.

Chapitre I

Les basiques sur la conception et
développement des produits

Introduction

La conception est bien sûr le point de départ de toutes les réalisations des produits et services, cette activité présente de multiples facettes, cependant nous allons nous focaliser beaucoup plus sur la conception des produits industriels.

Ces produits peuvent être des évolutions subtiles de produits déjà existants ou au contraire, ils peuvent présenter des caractéristiques de nouveautés importantes dans leur fonctions, leurs technologies, etc. Leur degré de nouveauté est donc variable mais quelque soit ce degré de nouveauté, il est le fruit d'un processus industriel mettant en œuvre des méthodes, des outils, des moyens, des relations humaines, des flux d'informations, dans le but de concevoir des produits qui satisfassent au maximum les besoins et répondre aux attentes des clients tout en faisant face à un certains nombre de contraintes (délais, coût, qualité) que l'entreprise doit respecter.

L'objectif de notre présent chapitre sera donc de tenter d'aborder plus précisément les différents points relatifs à la conception.

En ce sens :

Une première section portera sur le processus de conception et développement des produit ;

Une deuxième section sur la méthodologie d'une étude de conception et développement des produits;

Enfin, une dernière sur le management de la conception et développement des produits.

Section 1 : le processus de conception et développement des produits au sein d'une organisation

Le processus de conception est un processus vital au sein d'une organisation. La pérennité de l'entreprise passe par la maîtrise de ce processus, qui est comme tout les autres processus de l'entreprise exposés à plusieurs risques. La maîtrise de ces risques s'avère indispensable, ainsi le contrôle interne qui vise en définitive la maîtrise de toutes les activités de l'entreprise notamment du processus de conception joue un rôle indispensable.

Nous allons donc nous atteler à présenter le processus de conception mais également toutes les notions liées à ce processus.

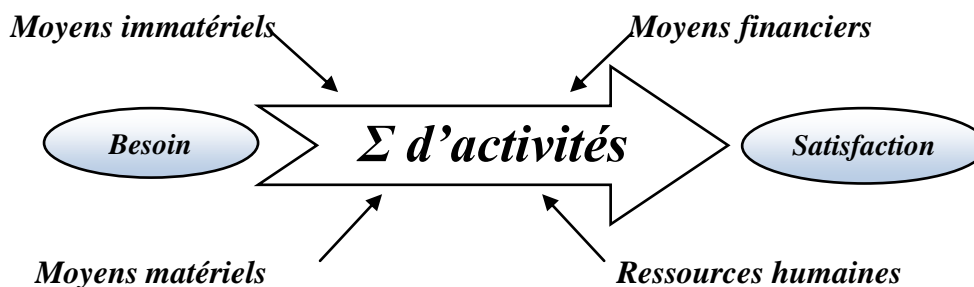
1- Le processus de conception et développement des produits

Le processus de conception et développement des produits est un processus majeur au sein d'une organisation, et se définit comme suit :

« La conception et le développement est une somme d'activités créatrices qui, partant des besoins exprimés et des connaissances existantes, aboutissent à la définition d'un produit satisfaisant ces besoins et industriellement réalisables¹ ».

Afin de mieux comprendre, nous allons définir toutes les notions liées à ce processus, qui sont : le processus, la conception, le développement et le produit.

Figure 1 : processus de conception et développement des produits



Source : élaboré par nous même à partir de plusieurs lectures

¹ CATTAN (Michel) : *Maîtriser le processus de conception*, Edition AFNOR-11, Paris, 2004, P.14.

1-1- Définition de la notion de processus

La norme FD X 50-127 définit un processus comme étant :

« Ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrées en éléments de sortie² ».

1-2- Définition de la notion de conception

Selon la norme FD X 50-127 (1988) définit la conception comme suit :

« Activité créatrice qui, partant des besoins exprimés, et des connaissances existantes, aboutit à la définition et à la réalisation d'un produit satisfaisant ces besoins³ ».

1-3- Définition de la notion du développement

L'organisation de coopération et de développement économique (OCDE), donne à cette notion la définition suivante :

« Le développement est l'ensemble des travaux systématiques fondés sur des connaissances existantes obtenues par la recherche et/ou l'expérience pratique, dans le but direct et premier de lancer la fabrication de nouveaux matériaux, produits ou dispositifs, d'établir de nouveaux procédés, systèmes ou services ou d'obtenir leurs améliorations substantielles⁴ ».

1-4 Définition de la notion de produit

Un produit est un résultat d'une activité, d'un système, d'un processus industriel, d'un processus administratif ou d'une combinaison de ces éléments, il peut être un matériel ou un service. Le terme produit désigne également un bien fabriqué par une entreprise à partir de matières premières ou de composants.

² CATTAN (Michel), Op.cit. P.12.

³ IDEM, P.12.

⁴ IDEM, P.12.

2- les enjeux du processus de conception et développement des produits

Les enjeux en matière de conception sont multiples et très importants. Dans le cadre d'un marché concurrentiel, un organisme qui n'aurait pas pris la mesure de ces enjeux se mettrait rapidement dans une situation difficile.

Il ne suffit pas de dresser une liste de ces enjeux pour estimer avoir traité le problème, ni même d'apporter des réponses réputés pertinentes pour chacun d'entre eux. Il faut aussi tenir compte des liens qui peuvent exister entre ces enjeux. Ainsi, coûts et délais ne sont pas indépendants. De même, la qualité est un paramètre qui a des liens avec pratiquement tous les autres paramètres à prendre en compte.

Notons cependant que parmi les enjeux auxquels un organisme est confronté on retrouve presque systématiquement, les coûts, les délais, les risques et la qualité⁵.

2-1- Optimiser les coûts

Il est important de préciser que c'est au stade de la conception que 70% à 80% du coût du produit est engagé. Il faut donc, encore plus que tout autre processus, faire en sorte que le processus de conception soit efficace et, dans le meilleur des cas, efficient.

Il faut par-dessus tout veiller à ce que la conception soit telle qu'elle aboutisse à un produit dont le coût sera aussi bas que possible et satisfasse au mieux les attentes des clients ou des usagers.

Une erreur de conception affecte obligatoirement tous les produits fabriqués, puisqu'ils le sont avec les mêmes spécifications. Alors qu'un défaut de fabrication peut très bien ne concerner qu'un lot ou une série limitée, la rectification d'une erreur de conception est beaucoup plus longue et coûteuse qu'un défaut de fabrication.

Agir de façon préventive, c'est d'abord faire porter un effort maximum au niveau de la conception, mais c'est surtout et plus globalement agir selon deux axes :

- Diminuer la probabilité d'occurrence d'erreur humaine ;
- Limiter les conséquences potentielles d'une erreur.

⁵CATTAN (Michel), Op.cit.P.1.

Au cours de la conception, la limitation des conséquences potentielles d'une erreur passe par la prise en compte de solutions adéquates, mais aussi par la mise en œuvre de ce que l'on peut appeler « une boucle de rattrapage », c'est-à-dire la définition de moyen de détection précoce de l'erreur et de correction de ses effets.

De nombreuses modifications de la conception viennent de ce que l'on n'a pas tenu compte des possibilités d'erreurs humaines lors de la réalisation ou de l'utilisation du produit. Il faut donc que la conception ne s'intéresse pas uniquement au produit en tant que tel mais également à ses modalités de réalisation et d'utilisation. C'est pourquoi il y'a lieu d'accompagner et de compléter la conception proprement dite par une analyse de tous les facteurs qui contribueront à réaliser le produit dans les meilleurs conditions possibles et qui faciliteront son utilisation.

Cependant, il ne suffit pas d'éviter erreurs et modifications pour obtenir un produit à un coût optimal. Parmi les facteurs qui contribuent à l'optimisation du coût d'un produit, le plus important est certainement la ou les méthodes utilisées pour concevoir⁶.

2-2- Réduire les délais

Cet objectif est devenu, pour beaucoup d'organismes, une nécessité vitale. En effet, des délais courts de conception et développement peuvent permettre de saisir les opportunités d'un marché extrêmement mouvant, Réduire les délais, c'est donc contribuer à limiter les risques commerciaux.

Pour répondre à cette contrainte, il est indispensable que la conception fasse l'objet d'une planification avec des objectifs très clairs, en particulier pour ce qui concerne le passage du développement à la réalisation. Cependant, ce qui importe, dans la plupart des cas, c'est le « time to market »⁷, Il faut donc aussi tenir compte d'une contrainte essentielle lors de la conception : le temps nécessaire à la réalisation du produit, temps que l'on veillera à minimiser.

Il existe un lien très étroit entre délais et coûts, Une réduction des délais implique en général une réduction des coûts. Les modalités du fonctionnement du processus de conception ont un impact direct sur la maîtrise des délais.

⁶ CATTAN (Michel), Op.cit. P.2.

⁷ Temps nécessaire pour mettre un nouveau produit sur le marché.

Il existe plusieurs voies pour réduire les délais et les coûts dus au fonctionnement d'un processus :

- La chasse aux gaspillages par suppression des tâches qui n'ont pas de valeur ajoutée et en particulier la chasse aux actions qui conduisent à répondre ou refaire des travaux déjà exécutés ;
- L'analyse et le traitement des dysfonctionnements connus ou potentiels ;
- La mise en œuvre de méthodes et d'outils permettant de travailler mieux et plus rapidement ;
- Le travail en parallèle qui nécessite une organisation et un mode de management tout à fait particulier pour fonctionner efficacement.

Si tous les concepteurs considèrent que le coût du produit représente un enjeu important, il n'en est pas toujours de même s'agissant des délais de mise sur le marché. Même si la contrainte de délais doit systématiquement être prise en compte, l'enjeu encouru dépend pour beaucoup de paramètres tels que la demande du marché et le niveau de concurrence.

Ceci étant, le concepteur maîtrise en général sa marge de manœuvre en matière de délais et il n'hésite pas à en jouer. Il faut par exemple de fortes pressions pour qu'un organisme en situation de monopole ou de quasi-monopole se sente véritablement contraint par des délais de conception et développement⁸.

2-3- Maîtriser les risques

Toute activité présente des risques, mais ils sont en général de nature différentes et plus ou moins importants selon le domaine d'activité considéré.

S'agissant des risques associés à un processus de conception, on peut les classer en deux grandes catégories :

- Ceux qui concernent directement l'organisme et qui peuvent aller jusqu'à mettre en danger son existence (par exemple une mauvaise appréciation du marché, des délais ou des coûts de conception trop importants);
- Ceux qui sont relatifs à l'utilisation ou l'exploitation du produit.

Ces deux catégories de risques ne sont, bien sûr, pas indépendantes puisqu'un produit défectueux peut être la cause de grandes difficultés pour l'organisme.

⁸ CATTAN (Michel), Op.cit. P.4.

Enfin, la maîtrise des risques est l'un des paramètres essentiels de la conception car, la maîtrise de ce paramètre peut contribuer à faire la différence avec la concurrence⁹.

2-4- Rechercher l'optimum global

La recherche de l'optimum globale est le fondement même d'une recherche de compétitivité.

L'optimum global d'un produit est obtenu si le produit :

- Répond à une demande et satisfait en tous points son utilisateur ;
- A été conçu et réalisé dans des délais compatibles avec la demande du marché ;
- À un prix de revient acceptable par l'organisme concepteur et réalisateur.

Apporter une réponse satisfaisante aux attentes des clients repose sur une bonne écoute de ces derniers, mais aussi sur une évaluation aussi précise que possible de leurs besoins latents.

Par ailleurs, les moyens et méthodes permettant d'approcher, sinon d'atteindre, l'optimum global et d'accroître la compétitivité sont très nombreux. On peut en retenir quatre qui sont directement liés à l'amélioration de la qualité :

- Prise en compte de nouvelles technologies, de nouveaux outils ou de nouvelles méthodes : ce qui peut par exemple améliorer les performances du produit ou supprimer des tâches répétitives ;
- Analyse et maîtrise permanente des interfaces internes et externes à l'organisme, de façon à tendre un maximum de simplicité, de cohérence et d'efficacité ;
- Organisation du travail selon deux axes :
 - Organisation personnelle (gestion de son temps, limitation des tâches à leurs objectifs, suppression des tâches de confort) ;
 - Organisation du travail en équipe (responsabilités définies et respectées).
- Motivation et condition matérielles de travail : il s'agit d'informer, de former et de prendre en compte les résultats obtenus.

⁹ CATTAN (Michel), Op.cit. P5.

Ces quatre moyens d'accroître la compétitivité, comme beaucoup d'autres, sont bien évidemment à mettre en œuvre dès la conception¹⁰.

3- Les moyens de la conception et développement des produits

Pour bien mener l'étude de conception, l'entreprise doit mettre en place différents moyens nécessaires qui sont : le système d'information, le facteur humain, les moyens financier.

3-1 Le système d'information

Les systèmes d'informations, font aujourd'hui partie de notre environnement quotidien et nous en voyons les signes à travers les innombrables moyens de communication et les services auxquels nous accédons. Les systèmes d'informations interviennent surtout dans le domaine de la conception des produits, les informations générées durant le développement de ce dernier sont toujours résultantes d'une forte implication des acteurs à travers leurs connaissances métiers¹¹.

Rappel de la définition de système d'information : « le SI est un ensemble d'éléments (personnels, matériels, logiciels...) permettant d'acquérir, traiter, mémoriser et communiquer des informations. Le SI partage les informations entre le système de pilotage et le système opérant »¹².

Compte tenu de la structure du système de conception, nous pouvons distinguer deux types de décisions : les décisions issues du système de pilotage et les décisions prises au sein du système opérant. Les premières font référence à la structuration des projets de conception, à l'organisation des hommes et des ressources à la coordination des équipes parfois éloignées, à la planification des tâches de conception et aux modalités de suivis de l'avancement des projets, et la gestion des connaissances sur le long terme. Les secondes correspondent aux décisions techniques liées aux choix de conceptions tout au long de projet par exemple : la reformulation des besoins des clients, l'identification des concepts de solutions, les choix fonctionnels et structurels du futur produit, etc.

¹⁰ CATTAN (Michel), Op.cit. P.6.

¹¹ YANNOU (B) et autres : *La conception industrielle de produits, management des hommes, des projets et des informations*, volume I, Edition Lavoisier, Paris, 2008.

¹² GAUTHIER (Rémy) : *Qualité en conception de produits nouveaux, proposition d'une méthode de fiabilisation du processus de management de l'information*, Paris, 1995, P.102.

De nombreux systèmes informatiques coexistent pour supporter les activités de conception :

- Les logiciels spécialisés, ou applications expertes, qui correspondent aux différents besoins métiers des acteurs comme La CAO et la FAO ;
- Les systèmes de traçabilité, de retour d'expérience et les mémoires projets.

3-1-1- Conception assistée par ordinateur (CAO) : rassemble des outils informatiques (logiciels et matériels) qui sont à la création, simulation, modification des produits, qui sont ensuite stockés, dans des bases de données. Ils remplissent des fonctions de calculs, de dessins, de simulations et de stockages¹³.

3-1-2- Fabrication assistée par ordinateur (FAO) : ensemble d'outils informatiques qui assistent l'ingénieur dans la mise sur pieds du processus de fabrication. Automatisation d'une gamme de fabrication, calcul du temps standards ou la création d'un programme pour machine à contrôle numérique¹⁴.

3-1-3- La traçabilité : Désigne la situation où l'on dispose de l'information nécessaire et suffisante pour connaître (éventuellement de façon rétrospective) la composition d'un matériau ou d'un produit tout au long de sa chaîne de production et de distribution. Et ce, en quelque endroit que ce soit, et depuis l'origine première du produit jusqu'à sa fin de vie. Les règles et bonnes pratiques en matière de traçabilité sont déterminées par des normes et/ou des organismes de Contrôle nationaux ou internationaux.

La traçabilité joue un rôle important dans la surveillance et l'appréciation de la qualité d'un produit : mais, il ne suffit pas de constater qu'un élément du produit est défaillant. Il s'agit aussi et surtout de savoir quels produits composent cet élément, et quelles opérations ont été effectuées sur ces composants¹⁵.

3-1-4- Retour d'expérience : Le principe de la méthode REX consiste à constituer des éléments d'expériences extraits d'une activité quelconque et à restituer ces éléments pour qu'un utilisateur puisse les valoriser. Les éléments ainsi définis sont stockés dans une mémoire d'expérience avant d'être restitués.

¹³ TARENDEAU (Jean-Claude) : *Recherche et développement*, Paris, 1994, P 163.

¹⁴ Idem. P 163.

¹⁵ YANNOU (B) et autres. Op.cit.

Les éléments d'expérience sont définis principalement à l'issue des entretiens auprès d'experts et à partir des documents relatant une activité (documents de synthèses, bases de données)¹⁶.

3-1-5- Les mémoires de projets : plusieurs acteurs de diverses disciplines coopèrent pour atteindre un objectif commun dans la réalisation d'un projet, une traçabilité des connaissances produites peut être réalisée. Le résultat de cette traçabilité peut être exprimé en mémoires de projets. Une mémoire de projet est généralement définie comme la représentation des connaissances produites lors de la réalisation de projet¹⁷.

3-2- Le facteur humain

Pour Becker (1974), le capital humain peut être vu comme l'ensemble des talents et compétences productives du travailleur, qu'ils aient été acquis informellement (*via* l'expérience) ou formellement (*via* l'éducation ou la formation). Il peut être aussi défini comme l'ensemble des investissements tels que l'éducation, la santé et l'apprentissage sur le tas, qui améliorent la productivité d'une personne sur le marché du travail, et dans d'autres domaines¹⁸. Le département R&D, une équipe, un laboratoire doivent comporter du personnel scientifique et technique et du personnel administratif. Le personnel scientifique et technique doit posséder des compétences spécialisées au programme de recherche et développement de l'unité. Ces compétences sont généralement faciles à définir et à reconnaître chez les candidats au recrutement. Mais de plus s'agissant d'activités particulières où la création et la diffusion d'idées tiennent une place importante, le personnel doit posséder collectivement certains talents qui conditionnent la réussite de leurs activités. La planification des besoins en personnel de R&D doit donc prendre en compte les besoins quantitatifs et qualitatifs dans les compétences techniques spécialisées mais aussi gérer un portefeuille équilibré de talents tenant à la personnalité de chaque individu¹⁹.

3-3 les moyens financiers

Une pratique simple d'affectation consiste à allouer aux projets de conception un pourcentage déterminé de chiffre d'affaire, ou éventuellement d'un autre indicateur de performance.

¹⁶ YANNOU (B) et autres. Op.cit.

¹⁷ MATTA (N) et autres : *Définition d'un modèle de mémoire de projet*, RR-3720, INRIA, 1999. <https://hal.archives-ouvertes.fr>

¹⁸ BONNARD (C) : *Le marché du travail des scientifiques, capital humain, incitations, proximité, éducation*, Université de Bourgogne, 2011, Français. <https://tel.archives-ouvertes.fr>

¹⁹ TARENDEAU (J.C) : *Recherche et développement*, Paris, 1994, P143.

Les ressources attribuées à l'activité de conception apparaissent comme une ligne budgétaire des frais généraux sans lien directe avec la stratégie de l'entreprise. Les directions générales décident de l'attribution du budget, les opérationnels disposent du choix des programmes.

L'attribution des ressources à l'activité de conception devrait avoir pour but de générer des profits futurs et non consacrer des réussites passées. Ces ressources sont considérées comme des dépenses obligées dont on espère un retour indéterminé²⁰.

4- La relation de la fonction conception et développement des produits avec les autres fonctions de l'entreprise

La fonction conception est au cœur de l'organisation, et occupe une place très importante à travers des liens étroits qu'elle établit avec les différentes fonctions existantes, qui sont citées en dessous.

4-1- La relation de la fonction conception et développement des produits avec la fonction marketing

La rentabilité d'une firme dépend de sa capacité à lancer avec succès et ce sur une base permanente de nouveaux produits. Les entreprises doivent produire une quantité de nouveaux produits afin de satisfaire les goûts sans cesse changeants des consommateurs. Les entreprises qui suivent le marketing sont de plus en plus conscientes de l'importance et la nécessité d'utiliser la recherche durant les diverses étapes de développement de leurs gammes de produits, en conséquence le service de conception et développement et le service marketing sont en relation étroite et sont toujours en collaboration, du fait de la mondialisation qui rend les marchés « traditionnels » saturés, vers les marchés en concurrence plus rude.

Le secret du développement réussi d'un produit réside dans l'étude continue du marché et dans le recours à un processus de développement suffisamment souple pour permettre un réajustement de tir si jamais les clients éventuels l'exigent.

²⁰ TARENDEAU (J.C), Op.cit. P167

En résumé on peut dire que les deux fonctions sont très complémentaires, et qu'elles appartiennent elles même à un processus plus large, pour le développement de nouveaux produits, qui fait appel à d'autres fonctions telles les études de marché et la politique des produits²¹.

4-2- La relation de la fonction conception et développement des produits avec la fonction achat

C'est au stade de la conception que le service achat peut obtenir les meilleurs gains et dégager la plus grande valeur pour l'entreprise.

Depuis une dizaine d'années, les approches visant à renouveler la comptabilité analytique, tendent à montrer que les vrais enjeux économiques en matière de contrôle des coûts et de la qualité se situent dans la phase de conception. C'est 70 à 90 % des dépenses totales encourues tout au long du cycle de vie du produit qui sont d'ores et déjà déterminées à la fin de cette phase même si elles seront effectivement dépensées que dans les phases aval de ce cycle (P. LORINO 1989).

Pour cette raison il est important d'impliquer le service achat dès la phase de conception car il permet de poursuivre un triple objectif de réduction des coûts :

- Une action sur les coûts de développement en profitant des économies d'échelles, et de champ que peuvent générer une implication précoce dans le développement des produits de fournisseurs spécialistes (A. BONNACORSI et A. LIPPARINI 1994).
- Une action sur les coûts d'industrialisation par la prise en compte, dès la phase de conception des problèmes de manufacturabilité (E.G MENDEZ et J.N. PEARSON 1994 ; G.L. RAGATZ 1997).
- En fin une action sur les coûts garantis²².

²¹ POINTET (J.M) : *Rôle du marketing en conception innovante : les leçons du cas Axane* , Volume 28, éditeur association de recherche et publication en management, 2011. <https://www.cairn.info>

²² CALVI (R) et autres : *Stratégie de conception quels rôle pour la fonction achat ?*, Paris, 2001. <http://www.strategie-aims.com>

Le service achat joue plusieurs rôles à l'intérieur du processus de conception :

➤ **Le rôle d'initiateur**

Le service achat joue le rôle d'initiateur en anticipant les évolutions technologiques sur ses marchés fournisseurs, tout en donnant des informations sur les coûts, les performances et la disponibilité des composants à acheter²³.

➤ **Le rôle de facilitateur**

Le service achat joue ce rôle en veillant à rendre compatible les choix à venir en matière de conception et les contraintes économiques inhérentes au projet, il contribue à cette tâche à travers différentes actions (S. DOWLATSHAHI 1992):

○ La spécification

L'acheteur doit aider les concepteurs à éviter les pièges d'une définition trop restrictive des spécifications. Sa connaissance des marchés et ses contacts avec les fournisseurs permettront d'anticiper l'impact des ces spécifications sur les coûts de production des fournisseurs ainsi que la possibilité d'alternatives à l'échange.

○ La standardisation et la simplification des composants

L'acheteur possède une vision globale des achats effectués dans l'entreprise, il peut donc orienter les concepteurs vers des spécifications de composants communs avec des produits existants.

○ Analyse de valeur

Elle consiste en une démarche systématique visant à maintenir voire augmenté les fonctionnalités du futur produit, tout en réduisant les coûts induits. Elle fournit une démarche formelle capable de limiter les inévitables conflits naissant entre les concepteurs de produits nouveaux et ceux chargés d'assurer l'approvisionnement des composants nécessaires à leur fabrication.

²³ CALVI (R) et autres, Op.cit.

- Le choix des fournisseurs

L'acheteur peut ici jouer un rôle de leader si certains fournisseurs sont impliqués dans la phase de conception. Il doit alors combiner aux critères classiques (coût, qualité, délai) des critères plus spécifiques tels que le potentiel d'innovation, la compatibilité des systèmes d'information, la flexibilité²⁴

4-3- La relation de la fonction conception et développement avec la fonction production

La relation de la conception avec la fonction production est de plus en plus étroite. Une bonne collaboration avec ces deux fonctions est essentielle au succès de nouveaux produits car des mauvaises décisions prises au stade de la conception auront des effets négatifs pendant toute la durée de vie des produits²⁵.

L'activité de conception occupe une place privilégiée dans l'entreprise par la densité du réseau de relations qu'elle doit entretenir avec plusieurs fonctions de l'entreprise (marketing, achat, production).

²⁴ CALVI (R) et autres, Op.cit.

²⁵ TARENDEAU (J.C), Op.cit, P 132.

Section 2 : la méthodologie d'une étude de conception et développement des produits

Dans cette section, nous allons présenter les diverses formes de la conception, les différentes méthodes susceptibles d'améliorer l'efficacité de ce processus par la maîtrise des risques potentiels, enfin nous citerons les différentes étapes de ce dernier.

1- Les formes de la conception

Il existe deux formes de la conception des produits, qui sont : la conception réglée et la conception innovante.

1-1 La conception réglée

Le régime de la conception réglée, se subdivise en trois modèles de conception, ils sont présentés par rapport à leurs apparitions historiques.

1-1-1 La conception sauvage : les inventeurs-entrepreneurs de la première révolution industrielle en grande Bretagne

La conception sauvage est issue de la première révolution industrielle qui marqua le début du XIX^{ème} siècle en Grande-Bretagne, elle se traduit par l'émergence de nouveaux secteurs industriels (machine à vapeur, machines outils, chemin de fer, bateaux à vapeurs, etc.). Ce qui caractérise ce régime, c'est que, quelques individus, ingénieurs, conçoivent de manière innovante, sans cadrage spécifié. Les connaissances initiales sont faibles, l'apprentissage s'effectue principalement par essai-erreur, la répétition est encore peu organisée, on conçoit un produit en même temps que sont procédé de conception, la compétence des clients est insuffisante pour définir leurs attentes (ils sont incapables de jouer le rôle de prescripteurs) Les concepteurs tentent de stabiliser l'identité de l'objet et résolvent par essai-erreur les problèmes recentrés²⁶.

²⁶ LE-MASSON (P) et WEIL (B) : « *La conception innovante comme mode d'extension et de régénération de la conception réglée : les expériences oubliées aux origines des bureaux d'études* », Eska, 2010. <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/>

1-1-2 La conception réglée paramétrique

Au moment où le développement industriel de l'Angleterre bat son plein, la France et l'Allemagne s'interrogent sur les chemins de rattrapage industriel, en France avec l'enseignement de haut niveaux, et le développement d'une science des machines

et les connaissances nécessaires à leurs créations (mécanique résistance des matériaux, cinématique, dynamique, thermodynamique...). En Allemagne, une approche originale prend ses distances par rapport à cette tradition qui veut appliquer les résultats des sciences.

Ferdinand REDTENBACHER, en devient le promoteur (professeur de mathématique et de dessin géométrique à l'école polytechnique de Zurich) il a défini une approche basée sur des recettes un modèle à deux étages, dans le premier sont définies des recettes de conception. Dans le second, ces recettes sont transmises à des techniciens qui appliquent étape par étape les consignes. Ce modèle assure au concepteur un haut niveau de résultat et déplace l'effort de conception (concevoir toutes sortes de machines adaptées aux situations variées, il ne s'agit pas de concevoir un seul produit mais une famille de produit en suivant les étapes et les calculs définis par la recette afin d'avoir un résultat satisfaisant)²⁷.

1-1-3 La conception réglée systématique

C'est une forme de conception qui a été recherchée et expérimentée sous la poussée conjointe d'un certain nombre d'évolutions, apparaît dans la seconde révolution industrielle avec l'augmentation des volumes de production, les préoccupations d'efficacité industrielle deviennent prioritaires, les clients deviennent plus compétents et plus exigeants.

Un processus de conception doit être flexible mais également permettre d'être planifié, optimisé, vérifié. Ce processus doit également être transparent, séquentiel et permettre des corrections, c'est-à-dire qu'il doit être évaluable.

Ce régime permet de rationaliser le processus et d'apporter des solutions qui peuvent être réutilisées par la suite et d'avoir limité les efforts des conceptions suivantes.

Ce modèle de conception repose sur quatre principes ou langages qui assurent la description des objets à concevoir, il nécessite également un modèle conceptuel et un modèle génératif.

²⁷ LE-MASSON (P) et WEIL (B), Op.cit.

- Un modèle conceptuel correspond au langage qu'on retrouve dans la page 20. Tandis que le model génératif indique les connaissances nécessaires à la définition de l'ordre des phases et à la compatibilité des langages.

Même si ce modèle semble proche de celui de conception réglée en recette, il y a néanmoins une différence fondamentale dans le premier modèle, la recette définit exactement quel modèle conceptuel doit être utilisé et de quelle manière.

Dans le second modèle, les concepteurs peuvent imaginer des alternatives aux modèles conceptuels, ils doivent respecter l'étagement des langages et ils ne sont pas obligés de se conformer à un modèle conceptuel déterminé, ils ont le choix entre plusieurs alternatives à chaque niveau de langage. Mais ce qui leurs permet de concevoir des formes variées de produits.

Par ailleurs, ce modèle connaît certaines limites, en particulier il n'est pas adapté pour faire face aux imprévus, la flexibilité, la turbulence de l'environnement, oblige à revoir les modèles conceptuels. Face à ces difficultés, un nouveau modèle émerge, il s'agit du modèle de conception innovante²⁸.

- Les principes fondamentaux de la conception réglée systématique : selon PAHL et BEITZ, la conception suit un processus linéaire et décomposable en phases, le raisonnement en conception systématique comporte quatre phases principales :

1-1-3-1- Le design fonctionnel

Consiste à clarifier la tâche de conception et à préciser les spécifications fonctionnelles du futur produit. Seul ce langage des fonctions est mobilisé pour décrire l'objet. Au cours de cette phase plusieurs spécifications fonctionnelles peuvent être élaborées, plusieurs cahiers des charges possibles sont discutés et au terme de la phase, un seul cahier des charges est conservé.

1-1-3-2- Le design conceptuel (modèle conceptuel)

Consiste à partir de cahier des charges de la phase précédente, à formaliser la structure fonctionnelle (interdépendance, fonctions et sous fonction) et à mobiliser des modèles conceptuels, des principes techniques des technologies pour remplir les fonctions.

²⁸ LE-MASSON (P) et WEIL (B), Op.cit.

CANET (E) : *La fabrique des outils de gestion : quel régime de conception*, Paris, 2013, disponible à : <https://hal.archives-ouvertes.fr>

Seul le langage des principes techniques (lois et sciences de l'ingénieur) est mobilisé pour concevoir l'objet. Il n'est plus questions de concevoir et discuté de composants. Plusieurs alternatives conceptuelles doivent être élaborées et l'une d'entre elle est sélectionnée à l'issue de la phase.

1-1-3-3- Conception psycho-morphologique

Consiste à partir de schéma technologique obtenu en phase précédente, à procéder à la « mise en organisme » des différents organes. Seul le langage des composants et de leur intégration en un tout cohérent est mobilisé, on ne discute plus d'alternatives technologiques, on ne s'interroge pas encore sur les dimensions exactes des composants. C'est une phase de conception architecturale au cours de laquelle on parle en composants, en modules, en pièces, en procédés d'assemblage, etc. À nouveau, plusieurs embodiments (incarnation) sont élaborés au cours de cette phase est l'un d'entre eux est sélectionné.

1-1-3-4- La conception détaillée

Qui consiste, à partir de l'embodiment précédent, à dimensionner tous les paramètres libres (dimensionnement des pièces, paramétrages)²⁹

1-2- La conception innovante (théorie de C-K)

Le modèle de conception innovante est largement inspiré de la théorie de C-K qui a été introduite par (ARMAND HATCHUEL et BENOIT WEIL 2003), ce régime permet de régénérer les conditions d'efficacité de la conception réglée en développant de nouveaux modèles génératifs et conceptuels, il permet de se focaliser sur un des aspects les plus troublants des approches théorique de la conception, la difficulté de définir le point de départ d'une tâche de conception ce que les professionnels appellent des « spécifications », « des programmes », il s'agit de décrire un objet en n'en donnant que certaines propriétés désirables sans pouvoir donner une définition constructive de cet objet et sans pouvoir garantir son existence à partir des connaissances préexistantes (c'est à dire l'objet innovant à concevoir ne peut être connue au démarrage de processus de conception).

²⁹ LE-MASSON (P) et WEIL (B), Op.cit.

Le principe de la théorie C-K est de modéliser la conception comme l'interaction entre deux « espaces », l'espace des concepts C et celui des connaissances K, qui n'ont pas la même structure ni la même logique.

➤ **L'espace C**

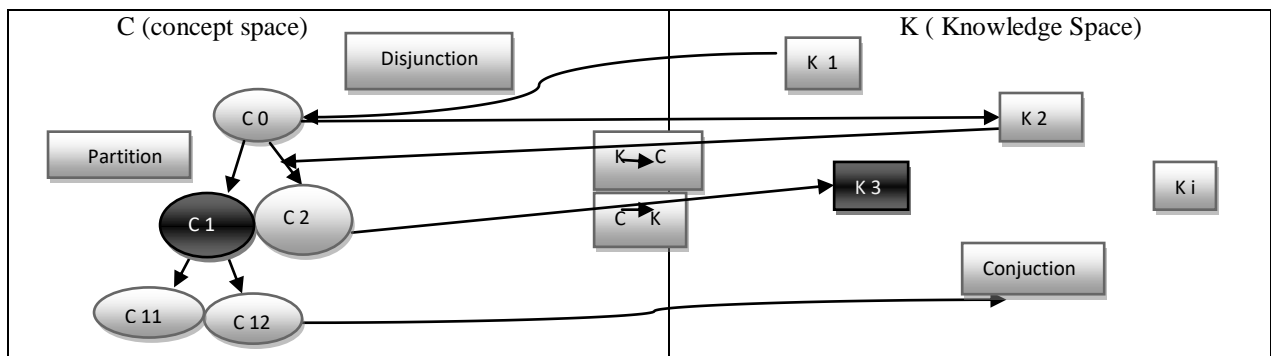
Est celui où s'élaborent les objets encore inconnus. Les propositions de l'espace C portent sur des objets dont l'existence est encore indécidable avec les propositions disponibles dans K. On dit que les propositions de l'espace C sont indécidables par rapport aux propositions de l'espace K, se sont ces propositions qu'on appelle des concepts³⁰.

➤ **L'espace K**

Les propositions de l'espace K se caractérisent par le fait qu'elles ont toutes un statut logique (vraies ou fausses).

En résumé, l'objectif de la conception innovante n'est pas de remplacer la conception réglée. En effet, une conception réglée puissante va permettre de tirer parti des lignées de produits issus de la conception innovante. En termes de rentabilité, la conception réglée est indispensable. Ainsi, après la conception innovante, le retour à la conception réglée est inévitable (Le Masson et al. 2006).

Figure.2 : la théorie C-K



Source: HATCHUEL Armand et WEIL Benoit : *théorie de C-K*, Edition management et société, Paris, 2009.

³⁰ CANNET (E), Op. Cit.
HATCHUEL (A) et WEIL (B) : *La théorie C-K, un fondement formel aux théories de l'innovation*, Edition management et société, Paris, 2016. <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr>

GAUTHIER (R), Op.cit.

Tableau.1 : comparaison entre la conception réglée avec la conception innovante

Conception réglée	Conception innovante
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Objectifs définis à l'avance. ➤ Expertise disponible. ➤ Processus de validation défini à l'avance. ➤ Organisation du travail de conception entre recherche et développement. ➤ Pas de renouvellement des espaces de valeur, des concepts et des connaissances. ➤ Pas de production de connaissances en excès. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Objectifs multiples non définis à l'avance. ➤ Expertise à construire. ➤ Validation à construire. ➤ Pas d'organisation prédéfinie. ➤ Renouvellement des espaces de valeur, des concepts et des connaissances. ➤ Production de connaissances en excès utilisables dans des processus de conception futurs.

Source : BARTHELY chenux : *Analyse transversale de méthodes innovantes de conception collectives pour une agriculture située*, AGROCAMPUS OUEST, CFR RENNES, 2012.

2- Les méthodes associées à la conception et développement des produits

Les méthodes susceptibles d'améliorer l'efficacité d'un processus de conception sont très nombreuses et ne peuvent pas faire ici l'objet d'une description détaillée. Nous rappelons simplement les principes de quelques unes d'entre elles, probablement les plus courantes et qui peuvent être mises en œuvre dans le cadre de la conception de tout type de produits ou de services.

2-1 Le dossier de conception

Il ne peut y avoir une « bonne » conception sans une « bonne » gestion des informations qui sont utilisées ou créés tout au long du processus. C'est pourquoi il faut se donner les moyens de maîtriser ces informations et, pour cela, commencer par en organiser le recensement de la conservation. C'est l'objet du dossier de conception.

Ce dossier doit être établi en fonction de la nature des produits à concevoir, il doit être très détaillé. Il faut cependant que ce dossier réponde dans tout les cas aux exigences de traçabilité, aux exigences réglementaires et aux besoins propres de l'organisme comme la capitalisation des connaissances ou encore le traitement des contentieux.

Les travaux effectués tout au long de la conception doivent pour la plupart faire l'objet de documents, notes, feuille de travail, listings, etc. qui doivent pouvoir être retrouvés en cas de besoin. L'objectif du dossier de conception est de permettre à une personne compétente en la matière de retrouver et comprendre l'ensemble des travaux effectués pour l'exécution de la tâche d'ingénierie correspondante et ceci sans avoir nécessairement recours à l'auteur du travail. Ce dossier, ouvert dès le début des travaux de conception, doit être tenu à jour pendant toute la durée des travaux et parfois au delà pour tenir compte du retour d'expérience et des retours clients internes ou externes à l'organisme³¹.

2-2 Gestion de configuration

La gestion de configuration est une discipline de management de projet qui consiste à mettre en œuvre et à utiliser des moyens techniques et administratifs pour obtenir, à tout moment du cycle de vie du produit, une visibilité satisfaisante de celui-ci à travers ses caractéristiques physiques et fonctionnelles, généralement décrite dans des documents.

Gérer la configuration d'un produit, c'est connaître en temps réel sa description fonctionnelle et la description de ses différents composants.

Gérer la configuration c'est, par ailleurs, pratiquer une discipline de management qui permet de s'assurer, à tout moment, de la conformité des données descriptives du produit aux données d'entrées de la conception ou d'en mesurer les écarts³².

2-3 Analyse fonctionnelle

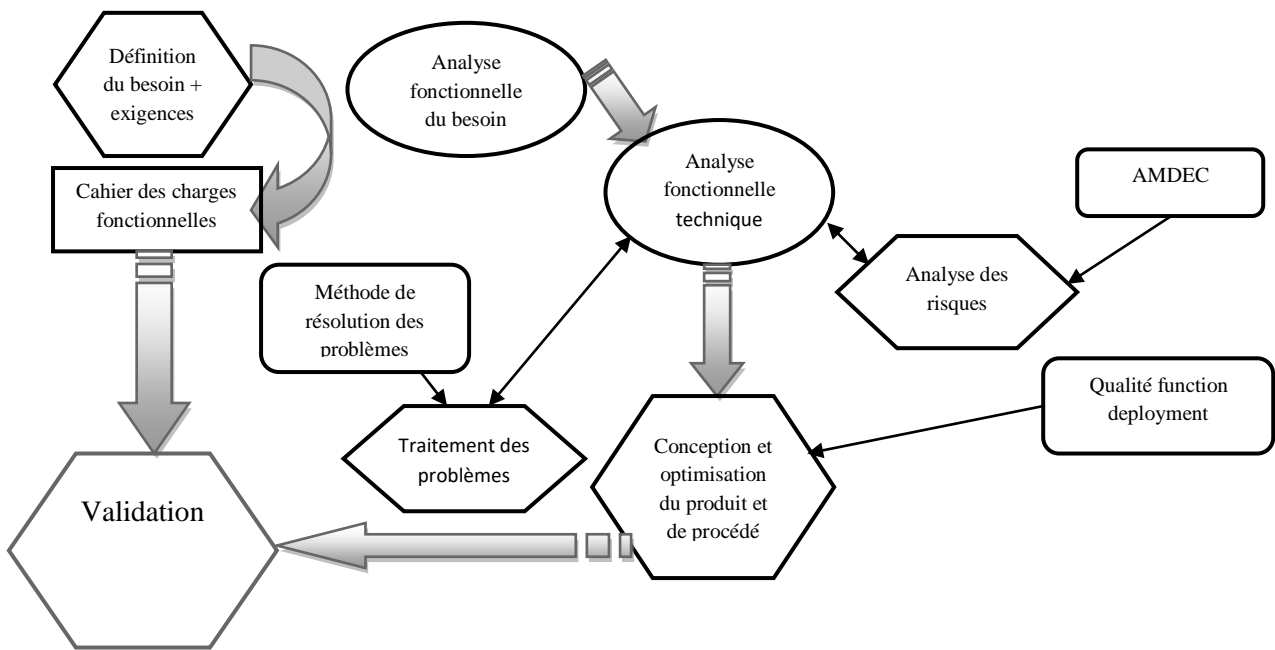
L'analyse fonctionnelle permet d'identifier les fonctions d'un système indépendamment des solutions permettant de les satisfaire. Il s'agit de chercher la meilleure adéquation entre le besoin à satisfaire et les solutions proposées afin de dégager la meilleure solution possible. Cela peut conduire à remettre en cause des solutions ou des pratiques courantes qui ne sont pas optimale en termes de coûts ou de fiabilité³³.

³¹ CATTAN (M), Op.cit, P.103.

³² Idem, P.105.

³³ Idem, P.107.

Figure.3 : analyse fonctionnelle et méthodes associées



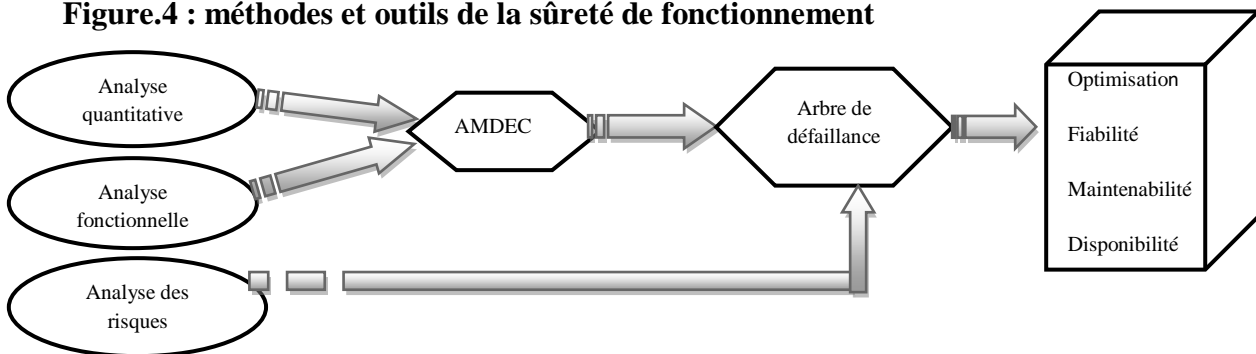
Source : CATTAN Michel : *Maitriser le processus de conception*, édition AFNOR-11, paris, 2004, P. 109

2-4 Sureté de fonctionnement

Il s'agit d'une méthode qui permet de résoudre des problèmes qui concerne la fiabilité, la disponibilité, la sécurité et plus généralement les performances du produit. La sureté de fonctionnement permet de trouver des solutions à un problème technique de conception.

La sureté de fonctionnement est basée sur un recensement et une évaluation des risques potentiels. Elle fait largement appel à l'AMDEC et l'essentiel de l'analyse est basée sur l'utilisation d'arbres de défaillance qui permettent de mettre en évidence, avec une représentation arborescente, les évènements à risques et leur combinaison³⁴.

Figure.4 : méthodes et outils de la sûreté de fonctionnement



Source : CATTAN Michel : *Maitriser le processus de conception*, édition AFNOR-11, paris, 2004, P. 110

³⁴ CATTAN (M), Op.cit, P.110.

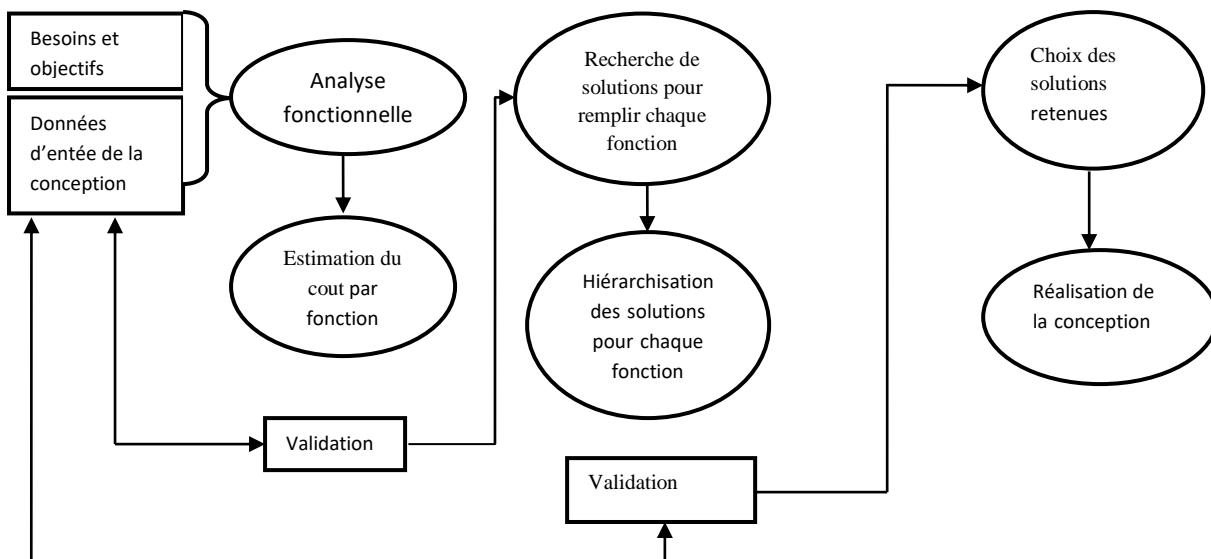
2-5 Analyse de valeur

On définit généralement la valeur comme étant le rapport entre la satisfaction du client et le prix du produit ou du service. Il en résulte qu'une même valeur peut être obtenue de différentes façons en faisant évoluer inversement numérateur (satisfaction client) et dénominateur (prix).

Cette méthode complète l'utilisation de la sureté de fonctionnement qui s'intéresse essentiellement à la technique, en apportant des solutions à la problématique coût.

Cette méthode conduit à supprimer les coûts qui ne contribuent pas à l'obtention de la qualité du produit ou du service³⁵.

Figure.5 : déroulement de l'analyse de valeur



Source : CATTAN Michel : *Maitriser le processus de conception*, édition AFNOR-11, paris, 2004, P. 111

2-6 Analyse des modes de défaillances de leurs effets et de leurs criticité (AMDEC)

C'est un outil central de la sureté de fonctionnement, l'AMDEC a pour objectif la maitrise de défaillances d'un produit ou d'un service.

Cette méthode consiste à chercher les défaillances, à en évaluer les effets et à en identifier les causes.

Sur la base de l'analyse effectuée, il s'agit de déterminer les points critiques et de définir les mesures à prendre pour en réduire la criticité.

³⁵ CATTAN (M), Op.cit, P.110.

L'AMDEC s'applique à toutes les phases du cycle de vie d'un produit ou d'un service, à savoir : la conception, la réalisation, l'exploitation ou l'utilisation, l'amélioration ou la validation. Cette méthode est aussi applicable à la définition, la validation et l'amélioration d'un moyen de production ou d'un processus³⁶.

2-7 Qualité function deployment (QFD)

C'est une méthode d'analyse des besoins du client avec comme objectif de faire en sorte que la qualité perçue par le client soit optimale. La méthode permet de définir les solutions techniques à privilégier en mettant en exergue les difficultés potentielles tout au long du déroulement du processus de conception et développement³⁷.

2-8 Product life cycle management (PLM)

« C'est l'ensemble des outils et procédures qui permettent à l'entreprise de gérer et d'exploiter les données définissant à la fois les produits et les processus mis en œuvre pour leur développement. »

La gestion du cycle de vie du produit est souvent considérée comme une approche stratégique du management des données et des informations qui concernent le produit. Si le PLM concerne au premier chef la conception, il s'intéresse surtout aux échanges d'informations et plus particulièrement à l'interface entre bureau d'études et fabrication. C'est donc une méthode qui s'adresse plutôt aux industriels qu'aux entreprises de services³⁸.

3- Les étapes de la conception et développement des produits

Le processus de conception se décompose en sept étapes telles qu'elles sont identifiées dans la norme ISO 9001 V 2008.

3-1 Planification de la conception

L'organisme doit planifier et maîtriser la conception et le développement de produit, lors de la planification l'organisme doit déterminer :

- Les étapes de la conception et développement de produit ;

³⁶ CATTAN (M), Op.cit, P.112.

³⁷ IDEM, P.113.

³⁸ IDEM, P.114.

- Les activités de revue, de vérification et de validation appropriées à chaque étape de la conception et du développement ;
- Les responsabilités et les autorités pour la conception et le développement ;
- L'organisme doit gérer les interfaces entre les différents groupes impliqués dans la conception et le développement pour assurer une communication efficace et attribution claire des responsabilités.

3-2 Les éléments d'entrée de la conception et développement

Les éléments d'entrée concernant les exigences relatives au produit doivent être déterminées et des enregistrements doivent être conservés, ces éléments doivent comprendre :

- Les exigences fonctionnelles et de performances ;
- Les exigences réglementaires et légales applicables ;
- Le cas échéant, les informations issues de conceptions similaires précédentes ;
- Les autres exigences essentielles pour la conception et le développement.

Les éléments d'entrée doivent être revus quant à leur adéquation, les exigences doivent être complètes, non ambiguës et non contradictoires.

3-3 Les éléments de sortie de conception et développement

Les éléments de sortie de conception et développement doivent être sous une forme adéquate pour leur vérification par rapport aux éléments d'entrée et doivent être approuvés avant leur mise à disposition.

Les éléments de sortie de la conception et du développement doivent

- Satisfaire aux exigences d'entrée de conception et développement ;
- Fournir les informations appropriées pour les achats, la production et la préparation du service ;
- Contenir les critères d'acceptation du produit ou y faire référence ;
- Spécifier les caractéristiques de produit essentielles pour son utilisation correcte et en toute sécurité.

3-4 La revue de conception et du développement

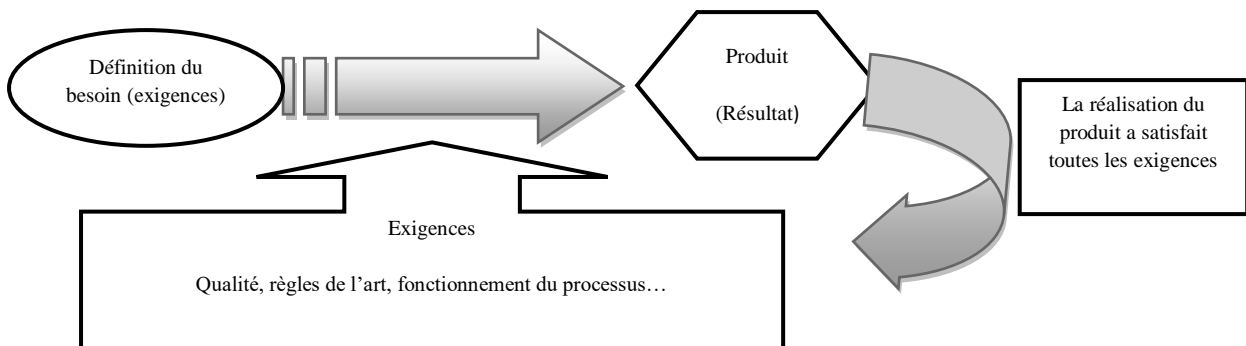
Des revues de conception et du développement doivent être réalisées afin :

- D'évaluer l'aptitude des résultats de la conception et du développement à satisfaire aux exigences ;
- D'identifier tout les problèmes et de proposer les actions nécessaires.

3-5 La vérification de la conception et du développement

La vérification de la conception et du développement doit être réalisée conformément aux dispositions planifiées, pour assurer que les éléments de sortie de la conception et du développement ont satisfaits aux exigences des éléments d'entrée, les enregistrements des résultats de la vérification et de toutes les actions nécessaires doivent être conservés.

Figure.6 : la vérification de la conception et du développement

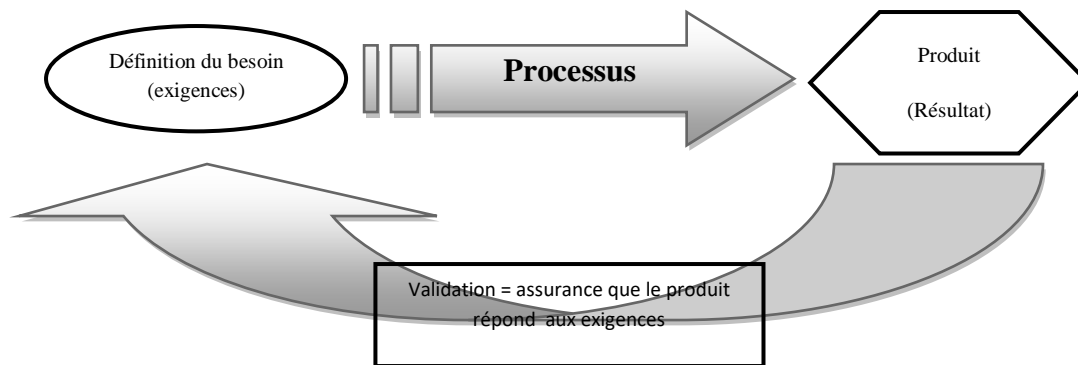


Source : CATTAN Michel : *Maitriser le processus de conception*, AFNOR-11 paris, 2004

3-6 La validation de la conception et du développement

la validation de la conception et du développement doit être réalisée conformément aux dispositions planifiées pour assurer que le produit résultant est apte à satisfaire aux exigences pour l'application spécifiée ou, lorsqu'il est connue, l'usage prévu, lorsque cela est réalisable, la validation doit être effectuée avant la mise à disposition ou la mise en œuvre de produit, les enregistrements des résultats de la validation et de toutes les actions nécessaires doivent être conservés.

Figure.7 : validation de la conception et du développement



Source : CATTAN Michel : *Maitriser le processus de conception*, édition AFNOR-11, paris, 2004.

3-7 La maîtrise des modifications de la conception et du développement

Les modifications de la conception et du développement doivent être identifiées et des enregistrements doivent être conservés. Les modifications doivent être revues, vérifiées et validées, comme il convient, et approuvées avant leur mise en œuvre. La revue des modifications de conception et du développement doit inclure l'évaluation de l'incidence des modifications sur les composants du produit et le produit déjà livré, les enregistrements des résultats de la revue des modifications et de toutes les actions nécessaires doivent être conservés³⁹.

³⁹ Extrait de la norme ISO 9001 V 2008.

Section 3 : management de la conception et développement des produits

Le processus de conception est un processus complexe qui nécessite une bonne coordination de ses activités, son pilotage passe par la désignation d'un pilote de conception. Pour une meilleure maîtrise des paramètres de conception, le pilote doit doter des moyens et des outils nécessaires pour atteindre les objectifs dans les meilleures conditions possibles.

1- Management du processus de conception

Le management d'un processus de conception doit avoir pour objectif une qualité du produit conçu qui satisfasse aussi bien les clients externes que les clients internes.

Faire en sorte que le processus de conception, comme tout autre processus, soit efficace, voir efficient, est un des huit principes du management de la qualité.

Le rôle d'un pilote de processus de conception est, dans de nombreux cas, plus complexe que celui d'un pilote de production ou de réalisation. Cette complexité vient du fait que le processus de conception se déroule rarement selon une séquence chronologique simple : il comporte le plus souvent des itérations.

Parmi les fonctions du pilote de processus de conception, il en est deux qui revêtent une importance particulière, qui sont les suivants :

- L'adaptation du processus de conception au contexte environnant

Tout processus interagit avec son environnement, qu'il s'agisse de l'environnement technique (évolution des technologies), de son environnement social (conditions de travail, évolution des compétences), de son environnement économique (la loi du marché), ou encore des méthodes et outils disponibles pour permettre le déroulement du processus dans les meilleures conditions possibles. L'engagement d'une nouvelle conception passe donc par l'analyse et la prise en compte des contraintes de l'environnement du processus. C'est en grande partie cette analyse qui doit permettre au pilote du processus de conception de vérifier si l'un des processus existants dans l'organisme est applicable.

- La maîtrise du processus de conception

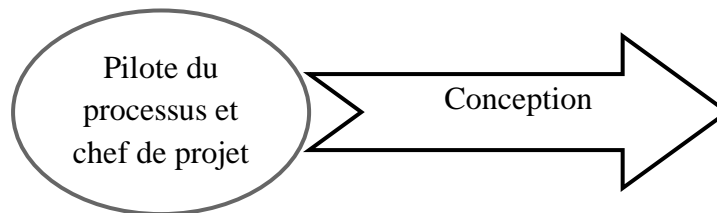
Parmi les fonctions essentielles du pilote, on trouve celle qui consiste à définir les critères de vitalité du processus avec en particulier :

Les objectifs qui résultent de l'identification des besoins et attentes du client du processus et du déploiement des objectifs qualité de l'organisme.

Les indicateurs qui permettent de mesurer l'atteinte des objectifs et l'amélioration permanente du processus.

Le pilote devra aussi se donner les moyens de mesurer l'efficacité du processus et, le cas échéant, se fixer la encore un objectif d'amélioration⁴⁰.

Figure.8: management de processus de conception



Source : CATTAN Michel : *Maitriser le processus de conception*, édition AFNOR-11, paris, 2004

2- Les points clés du management de conception

Parmi les activités de management du processus de conception, la plupart ont une importance majeure pour assurer le déroulement efficace du processus, le choix de ces trois points clés n'est cependant pas tout à fait arbitraire, Il repose sur les quelques constatations suivantes :

- Le produit conçu peut avoir toutes les qualités possibles (coût, délais, techniques), s'il ne correspond pas au produit attendu par le client, le processus et son management n'auront pas permis d'aboutir au résultat escompté le rôle du chef de projet de conception est de s'assurer, à chaque étape du processus, que le résultat de l'étape permet d'aboutir à un produit conforme aux attentes du client ;

⁴⁰ CATTAN (M), Op.cit, P 63.

- Une conception est en générale le résultat d'un travail en équipe, c'est même le résultat d'un travail entre plusieurs organismes, il est alors aisé de comprendre toute l'importance d'une bonne maîtrise des interfaces entre les différents intervenants ;
- La concurrence étant devenu très forte pour pratiquement tous les secteurs d'activité les exigences techniques, économiques et sociales étant de plus en plus contraignantes les organismes doivent mesurer et maîtriser tout les risques inhérents à toutes formes de conception⁴¹.

2-1- Les relations avec le client

Il va de soi que la notion de client doit être prise au sens large et comprendre aussi bien les clients internes (marketing, production par exemple) que les clients externes (le demandeur).

Quel que soit le client, il faut tenir compte de ses deux préoccupations essentielles :

- Avoir confiance à priori et pendant toute la durée de contrat ;
- Obtenir à priori la preuve de la qualité de la réalisation, en l'occurrence de la conception.

La satisfaction du client passe par :

- Une bonne connaissance de ses besoins pour les satisfaire ;
- Une optimisation des processus internes à l'organisme ;
- Une maîtrise et un contrôle aux interfaces internes et externe de l'organisme⁴².

2-2 Le contrôle des interfaces de conception

Les informations qu'il est nécessaire d'échanger entre les différents acteurs du processus de conception, ou entre les acteurs de processus ou même externe à l'organisme, doivent être identifiées. Il ne s'agit pas de se contenter d'avoir repéré les interfaces ; il faut définir pour chaque type d'interfaces des responsabilités, des règles de gestion, sans oublier pour certaines d'entre elles, des modalités d'alerte.

Concernant les interfaces externes de l'organisme, ce qui est vrais en matière de réalisation l'est tout autant pour la conception. Les échanges doivent être parfaitement

⁴¹CATTAN (M), Op.cit, P.79.

⁴² Idem, P.80.

codifiés. Lorsqu'il s'agit d'une interface avec un fournisseur, c'est au niveau du contrat qu'il faut par exemple penser à introduire des clauses codifiant les échanges.

Pour une interface entre l'organisme et un de ses partenaires, c'est encore au niveau du contrat ou d'un protocole qu'il y a lieu de définir les responsabilités respectives et les modalités d'échanges.

Quant aux interfaces internes, l'idéal est de les traiter avec autant de rigueur que les interfaces externes il arrive que les bonnes relations existantes entre les équipes fassent que les modalités d'échanges deviennent plus informelles cette absence de rigueur finit toujours par avoir un coût⁴³.

2-3 La mesure des risques

À chaque étape de la conception, il est indispensable, avant de passer à l'étape suivante, de mesurer les risques encourus, par exemple en coûts directs, en perte de confiance de la part du client, en notoriété et image.

Il faut pour cela identifier les points de non-retour et s'assurer, avant de les atteindre, que :

- Les choix effectués contribueront effectivement à la satisfaction du besoin ;
- Toutes les données nécessaires sont réunies pour enclencher dans les bonnes conditions l'étape suivante.

Ces risques peuvent avoir pour origine le produit que l'on conçoit. Il s'agit en générale des risques techniques : le produit n'est-il pas trop complexe ? répond-il aux besoins des clients ou usagers ? Sera-t-on capable de mener la conception à son terme ? Qu'est ce qui peut ne pas marcher ? Quelles seraient les conséquences si cela ne marchait pas ? Il s'agit de confirmer les choix techniques faits au cours de chacune des étapes de la conception.

Les risques peuvent aussi résulter d'une organisation de projet complexe, par exemple avec l'intervention de multiple partenaire ou encore des difficultés qu'il y aura à passer de la phase de développement à la phase de fabrication ou de la réalisation.

En fin en particulier pour les projets de conception qui se déroulent sur une longue période, il y a lieu de tenir compte des risques dus aux évolutions de l'environnement⁴⁴.

⁴³ CATTAN (M), Op.cit, P.84.

⁴⁴Idem, P.85.

3- Le tableau de bord de processus de conception et développement des produits

Pour maîtriser totalement la conception, le chef de projet de conception doit aussi se référer au tableau de bord établi par le pilote du processus. Ce tableau de bord suit l'évolution de l'efficacité du processus qui est un paramètre important de l'efficacité de la conception.

Le tableau de bord de processus conception permet au pilote de s'assurer de :

L'application du processus tel que défini en s'appuyant sur :

- Les caractéristiques du processus ;
- Les résultats et conditions d'application du processus, y compris le dysfonctionnement ;
- Les résultats des audits qualités.

De l'efficacité de processus en évaluant :

- Les indicateurs de processus ;
- Les non-conformités relatives au produit ;
- La satisfaction et les réclamations des clients ;
- La conformité et l'efficacité de système de management de la qualité au travers des audits qualités.

De l'efficacité du processus par l'évaluation :

- Des ressources allouées au processus
- De l'enchaînement des activités et la maîtrise des interfaces ;
- Des résultats obtenus avec comparaison à ceux issus de processus similaires.

De l'adaptation du processus aux évolutions de son environnement, en tenant compte :

- Des évolutions des exigences spécifiées ;
- Des résultats issus des études d'écoute client ;
- Des évolutions des processus en interface⁴⁵.

⁴⁵ CATTAN (M), Op.cit, P.86.

Conclusion

Pour conclure, la conception revêt une importance majeure au sein de l'entreprise, sa bonne pratique et la mise en disposition d'une démarche qualité, des méthodes et des moyens nécessaires conduit à l'amélioration de la position concurrentielle de l'entreprise sur le marché, l'adaptation aux changements de l'environnement, ainsi que l'augmentation de la valeur ajoutée.

Pour s'assurer de l'efficacité et du bon fonctionnement de son processus de conception et par conséquent la qualité de ses produits, il est primordiale de mettre en place une démarche d'audit au sein de ce dernier. C'est ce que nous aborderons dans le prochain chapitre.

Chapitre II

L'audit de processus de conception et
développement des produits

Introduction

Comme tout processus, l'activité de conception et développement des produits est soumise à des défaillances qui peuvent impacter la réalisation des objectifs de celle-ci. Pour assurer le bon fonctionnement de ce processus et la qualité des produits, les entreprises sont de plus en plus sollicitées pour mettre en place un mode de management basé sur des principes de la qualité, et une démarche d'audit interne dotée des outils et des techniques, qui permet de détecter les défaillances de processus et apporter des améliorations, et ainsi inscrire durablement son entreprise dans une réelle dynamique d'amélioration continue.

Ce second chapitre est considéré comme le fil conducteur de notre recherche et notre démarche expérimentale, une aide pour répondre à notre problématique. Donc il va comprendre d'une manière plus précise et détaillée les éléments suivants:

La démarche d'audit de processus de conception et développement des produits :

- L'objectif de l'audit de processus conception et développement des produits ;
- les outils et les techniques d'audit : Les outils d'interrogation, et les outils de description ;
- le déroulement d'une mission d'audit du processus de conception et développement des produits.

La qualité et la conception des produits :

- la démarche qualité dans la conception ;
- les objectifs de la qualité dans le processus conception;
- système de management de la qualité et norme ISO.

Section1: la démarche d'audit du processus de conception et développement des produits

Vue l'importance de processus de conception pour le développement des produits ainsi que le développement de l'entreprise en générale, ce dernier nécessite une évaluation dans le but est d'améliorer la performance continue, cette évaluation se déroule en différentes étapes en mettant en œuvre de divers outils.

1- Les objectifs de l'audit du processus de conception et développement des produits

Avant de citer les multiples objectifs d'audit au sein du processus de conception, on procède d'abord à la définition de l'audit interne, selon l'institut des auditeurs internes (IIA) :

« L'audit interne est une activité indépendante et objective qui donne à une organisation une assurance sur le degré de maîtrise de ses opérations, lui apporte ses conseils pour les améliorer, et contribue à créer de la valeur ajoutée. Il aide cette organisation à atteindre ses objectifs en évaluant, par une approche systématique et méthodique, ses processus de management des risques, de contrôle et de gouvernement d'entreprise et en faisant des propositions pour renforcer leur efficacité⁴⁶ ».

Un objectif d'audit est l'hypothèse qui sera vérifiée par la collecte et l'analyse des éléments probants. Il doit être formulé de manière à ce que la conclusion soit claire et univoque, c'est-à-dire indiquant si c'est une réussite ou un échec. Au sein du processus de conception et développement des produits, l'audit a pour but de :

- Vérifier la fiabilité des informations au sein du processus;
- Evaluer la qualité du dispositif de contrôle interne et de formuler des recommandations nécessaires en vue de son amélioration ;
- Vérifier la conformité aux exigences des référentiels du service conception et développement (normes, texte réglementaires, cahier des charges, spécifications client, etc.) ;
- Vérifier l'efficacité du service conception et développement c.-à-d. son aptitude à atteindre les objectifs ;

⁴⁶ IFACI : *Définition de l'audit et du contrôle interne* , Paris, [consulté le : 22/07/2017 à 16h], disponible à l'adresse : www.ifaci.com.

- Identifier les pistes d'amélioration et des recommandations pour conduire l'entreprise vers le progrès ;
- Vérifier que le système de contrôle interne remplit sa mission sans défaillances ;
- Evaluer le processus et les conditions d'obtenir les résultats ;
- Recommander les moyens permettant de mieux maîtriser le risque.

Pour atteindre ces objectifs, quelques règles de bases doivent être observées durant l'audit :

- Adopter une attitude objective, sans éviter d'être influencé par ses propres origines techniques ;
- Rester naturel et attentif ;
- Questionner exhaustivement (utiliser le QQQQCCP peut se révéler utile). Discerner les faits exceptionnels et habituels ;
- Observer le fonctionnement de l'entité auditée, réfléchir en termes de résultats et non de moyens ;
- Écouter l'interlocuteur, ne pas le devancer, bien observer l'interlocuteur (ton, émotion, gestes), distinguer les faits des opinions⁴⁷.

2- Les outils et les techniques d'audit du processus de conception et développement des produits

Dans sa boîte à outils, l'auditeur prélève l'instrument qui va lui permettre d'atteindre son but : on perçoit donc bien la difficulté qui est le choix de l'outil adéquat.

On peut utiliser plusieurs critères de classement des outils d'audit, retenons-en un qui traduit deux démarches possibles à l'auditeur :

Les outils d'interrogation qui sont :

- Les sondages statistiques ou échantillonnage ;
- Les interviews et questions écrites ;
- Les vérifications et rapprochement divers.

⁴⁷CICERO (J), Qualiblog : *Les objectifs de l'audit interne*, [consulté le : 24/07/2017 à 10h00], disponible à l'adresse : <http://www.qualiblog.fr>

Les outils de description qui sont :

- L'observation physique ;
- L'organigramme fonctionnel ;
- La grille d'analyse des tâches ;
- Le diagramme de circulation ;
- Diagramme cause/effet.

2-1- Les outils d'interrogation

Ces outils vont aider l'auditeur à formuler des questions ou à répondre à des questions qu'il se pose, et sont les suivants :

2-1-1- Le sondage statistique (l'échantillonnage)

Le sondage statistique (l'échantillonnage) permet, à partir d'un échantillon prélevé aléatoirement dans une population de référence, dont la taille ne permet pas une analyse exhaustive, d'extrapoler à l'ensemble de la population les observations effectuées sur l'échantillon.

2-1-2- Les entretiens (interviews)

Les entretiens sont des situations au cours des- quelles les audités et les auditeurs internes peuvent échanger. Ces échanges permettent de construire une relation de travail positive tout au long du déroulement de la mission d'audit.

Cet outil a pour objectif de collecter des informations afin de prendre connaissance des activités du domaine audité et éventuellement constituer les preuves d'audit qui permettront d'atteindre les objectifs de la mission d'audit⁴⁸.

⁴⁸ RENARD (Jacques) : *Théorie et pratique de l'audit interne* , Edition Eyrolles, Paris, 2015, P313.

Tableau.02 : types de questions au cours de l'entretien de l'auditeur.

Type de question	Exemples
Ouvertes	Pouvez-vous me décrire le processus de conception des produits ?
En rebond	Vous n'appliquez pas la procédure qui décrit le processus de conception des produits, pourquoi ?
A choix multiples	Quels sont les points essentiels de la phase d'évaluation ? a- Questionnaire, évaluation des solutions, choix des fournisseurs ; b- Cahier des charges, catalogue des critères, procédure d'appel d'offre ; c- Procédure d'évaluation, procédure d'appel d'offre.
Fermées	Existe-t-il une procédure qui décrit le processus de conception des produits ?

Source : RENARD Jacques : *Théorie et pratique de l'audit interne*, Edition Eyrolles, 8^{ème} édition, Paris, 2015

2-1-3- Vérifications et rapprochements divers

Ce sont des outils utilisés par l'auditeur au cours du travail sur le terrain, ces procédés sont également largement utilisés par :

- Tous les responsables chargés de la vérification au premier degré ;
- Les auditeurs externes.

Les auditeurs internes n'y ont recours que pour s'assurer de la validité des opérations effectuées.

Les vérifications sont extrêmement diverses, les plus nombreuses sont les vérifications arithmétiques, ainsi que les vérifications de l'existence de documents de la recherche d'indices, tout élément que nous retrouverons en parlant de l'observation.

Les rapprochements constituent pour l'auditeur interne une technique de validation des informations, il s'agit de confirmer l'identité de l'information dès l'instant qu'elle provient de deux sources différentes⁴⁹.

2-2- Les outils de description

On pourrait presque dire de révélation qui ne présupposent pas de questions particulières, mais vont aider à mettre en relief les spécificités des situations recentrées, ces outils sont :

2-2-1- L'observation physique

L'auditeur n'est pas quelqu'un qui reste dans son bureau, il saisit toutes les occasions pour aller sur le terrain et pratiquer l'observation physique.

L'observation consiste à se rendre dans des locaux en relation avec les opérations de l'entité auditée afin d'observer l'état des locaux, l'état du contenu des locaux ou le déroulement de certaines tâches, l'auditeur doit :

- Sélectionner les tâches ou les locaux qui devront faire l'objet d'une observation ;
- Prendre rendez-vous avec la ou les personnes concernées en s'assurant que la présence d'un tiers ne gênera ni les opérationnels ni le fonctionnement des opérations⁵⁰.

2-2-2- L'organigramme fonctionnel

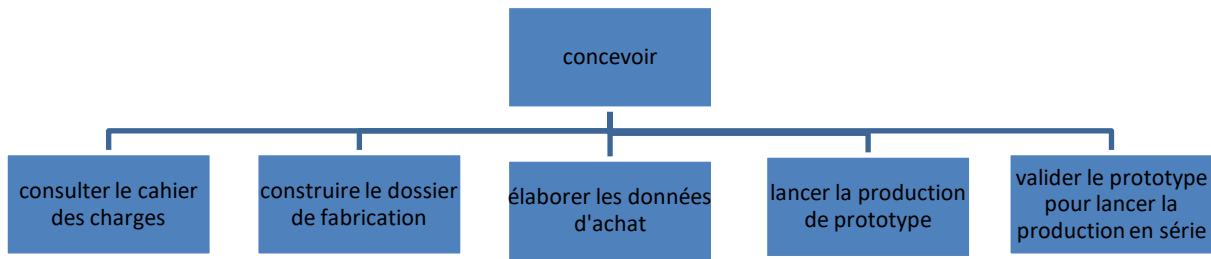
L'organigramme fonctionnel va être construit par l'auditeur, pour y voir plus clair, l'auditeur le dessine à partir d'informations recueillies par observation, interviews, etc. l'organigramme fonctionnel a comme caractéristique que les mots figurant dans les cases ne sont pas des noms de personnes (organigramme hiérarchique), mais des verbes désignant les fonctions.

L'organigramme fonctionnel permet d'enrichir les connaissances obtenues à partir de l'addition : organigramme hiérarchique + analyse des postes.

⁴⁹ RENARD (Jacques), Op.cit, P.323.

⁵⁰ IDEM, P.327.

Figure.9 : organigramme fonctionnel de conception des produits.



Source : élaboré par nous même à partir de plusieurs lectures

2-2-3- La grille d'analyse des tâches

Une grille d'analyse des tâches est un tableau à double entrée qui permet de relier les tâches aux personnes ou aux services qui les réalisent, elle permet d'obtenir une vision synthétique et claire de la répartition des tâches. Permet également de visualiser les attributions des personnes ou des services. Identifier « qui fait quoi » et mettre en évidence une éventuelle inadéquation de la répartition des tâches d'un processus entre les personnes et/ou les services.

Tableau.3 : grille d'analyse des tâches

Tâches	Responsable X	Responsable Y	Responsable Z
Tâche X	X		
Tâche Y		X	
Tâche Z			X

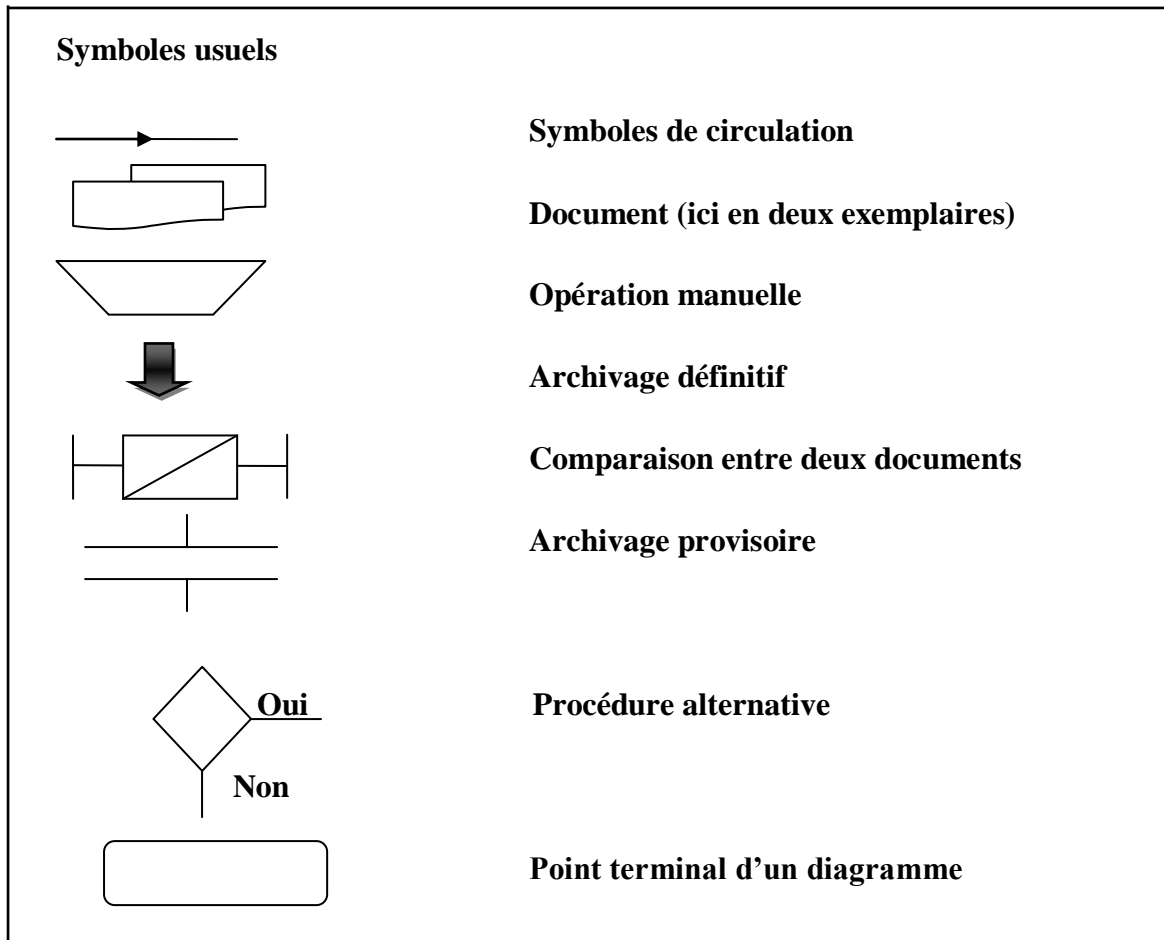
Source : élaboré par nous même à partir de plusieurs lectures

2-2-4- Diagramme de circulation des documents

Le diagramme de circulation des documents ou flow chart, permet de représenter la circulation des documents entre les différentes fonctions et centre de responsabilité, d'indiquer leurs origines et leur destination et donc de donner une vision complète du cheminement des informations et de leurs supports. Cette méthode de schématisation remplace une longue description⁵¹.

⁵¹ RENARS (Jacques), Op.cit, P.336.

Figure.10 : diagramme de circulation des documents

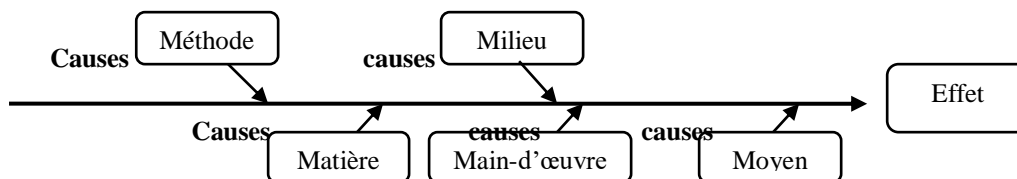


Source : RENARD Jacques : *Théorie et pratique de l'audit interne*, Edition Eyrolles, Paris, 2015, P.340.

2-2-5- Diagramme cause/effet (Ishikawa, 5M)

Accompagner et structurer les réflexions des auditeurs internes en collaboration avec les opérationnels lors de l'analyse des causes des dysfonctionnements constatés au cours d'une mission d'audit interne, sachant que les actions correctives/recommandations ont pour objet de faire disparaître ces causes⁵².

Figure.11 : diagramme d'Ishikawa (5M)



Source : IFACI : *Les outils de l'audit interne*, Edition Eyrolles, 2013, P64.

⁵² IFACI : *Les outils de l'audit interne*, Edition Eyrolles, Paris, 2013, P 164.

3- La démarche d'une mission d'audit du processus de conception et développement des produits

Comme tout autre processus, il existe trois moments singuliers d'une mission d'audit. Ces trois moments sont traditionnellement désignés par les phases suivantes :

- Phase de préparation ;
- Phase de réalisation ;
- Phase de conclusion.

3-1- La phase de préparation (d'étude)

Cette phase ouvre la mission d'audit, exige aux auditeurs une capacité importante de lecture, d'attention et d'apprentissage, elle exige également une bonne connaissance de l'unité à auditer car il faut savoir ou trouver la bonne information et à qui la demander. Elle peut se définir comme la période au cours de laquelle vont être réalisés tout les travaux préparatoires avant de passer à l'action.

Au terme de cette première phase les objectifs et le périmètre de la mission auront donc été définis avec précision.

C'est également au cours de cette phase que l'auditeur interne va construire son référentiel, c'est-à-dire le modèle vers lequel doit tendre le résultat de sa mission.

Dans cette première phase l'ordre de mission est classé comme premier élément :

3-1-1- L'ordre de mission

C'est le mandat donné par la direction Générale à l'Auditeur pour la réalisation d'une mission d'audit. L'ordre de mission doit être court et précis.

3-1-2- La prise de connaissance

Il n'y a pas de méthode d'audit qui ne commence par la connaissance du processus ou de l'activité à auditer.

La prise de connaissance du processus de conception suppose l'examen de quatre éléments essentiels :

- L'organisation de l'unité :

Examen du manuel des procédures (organigramme, procédures, etc.) ;

La réparation des tâches ;

Le budget, les résultats, etc.

- Les rapports des audits antérieurs ;
- Les objectifs de la fonction à auditer ;
- Les techniques de travail utilisées : essayer de comprendre toutes les méthodes permettant à l'unité de fonctionner et notamment les procédures de contrôle existantes.

Cette prise de connaissance ne doit pas se faire au hasard, elle doit être avant tout organisée. L'auditeur va donc planifier sa prise de connaissance en ayant soin de prévoir les moyens les plus appropriés pour acquérir le savoir nécessaire à la réalisation de sa mission et qui sont le questionnaire et l'interview⁵³.

3-1-2-1- Le questionnaire de prise de connaissances

Ce questionnaire est indispensable à l'auditeur pour qu'il comprenne convenablement la fonction à évaluer d'une part, et contribue à l'élaboration du questionnaire de contrôle interne d'autre part.

Ce questionnaire comprend les informations suivantes :

- Données quantitatives ;
- Informations réglementaires ;
- Procédures ;
- Organisation.

Toutes ces questions appellent à des investigations de la part de l'auditeur interne⁵⁴.

3-1-2-2- Les interviews

L'interview est une technique de recueil d'information qui aide à l'explication et le commentaire du sujet à auditer. Il permet de comprendre en profondeur certains éléments ne pouvant être divulgués par un questionnaire.

⁵³ RENARD (Jacques), Op.cit, P.204.

⁵⁴ *La conduite d'une mission d'audit*, www.imacaudit.net

Lors de l'interview il est recommandé de :

Avant l'interview :

- Définir l'interview: objectif, thèmes abordés, plan de l'interview ;
- Bien choisir les interviewés (éviter les participants inutiles) ;
- Contacter l'interviewé et prendre rendez-vous (en respectant la hiérarchie) ;
- Aller chez l'interviewé ;

Préparer l'interview :

- Informations nécessaires ;
- Liste de points à aborder ;
- Liste de documents à demander ;
- L'ordre des questions est important.

Pendant l'interview :

- Commencer par se présenter et rappeler les objectifs de la mission et les thèmes à aborder ;
- Veiller à l'atteinte de l'objectif fixé ;
- Éviter les interrogatoires ;
- Suivre une seule idée à la fois ;
- Écouter et laisser l'interviewé s'exprimer ;
- Éviter les jugements ;
- Essayer de comprendre parfaitement chaque point soulevé en posant des questions pertinentes et enchaînées ;
- Recouper les déclarations obtenues (questions piège, recoupement avec une information déjà connue) ;
- Faire preuve de diplomatie et de patience ;
- Essayer d'avoir certaines confidences de l'audité ;
- Adapter son comportement pour obtenir une meilleure collaboration ;
- Prendre le maximum de notes.

Après l'interview :

- Établir le compte rendu le plutôt possible ;

- Analyser les informations obtenues en affectant des recoupements et retenir les points déterminants⁵⁵.

3-1-3- L'identification et l'évaluation des risques

Afin de mieux identifier les risques, il est recommandé de procéder à un découpage de la fonction auditée pour cerner les zones qui présentent des risques.

C'est à compter de cet instant que l'auditeur interne chargé d'une mission va croiser la notion de risque qui ne cessera de l'accompagner tout au long de sa démarche.

Pour chaque rubrique on identifie les points de contrôle interne sans faire de tests ni vérifications. On observe si les procédures de contrôle sont bien documentées, et ne présentent aucune faiblesse apparente, si non il s'agit d'un risque potentiel à étudier.

L'auditeur vérifie donc si:

- Les procédures sont claires et explicites ;
- Les procédures sont toutes utiles pour contribuer à l'accomplissement de la mission de l'unité ;
- Les activités où il existe des doubles emplois ou des fonctions incompatibles identifiées à la première vue ;
- La coordination et la collaboration entre les différents services sont établies.

La méthode préconisée à cette étape est le tableau d'identification des risques : Les premiers constats de l'auditeur peuvent être présentés dans un tableau qui aide à l'identification de certains points de contrôle. C'est à partir de ce tableau que l'auditeur interne va préciser les objectifs de sa mission⁵⁶.

3-1-4- La définition des objectifs ou l'élaboration du référentiel

Les auditeurs internes doivent élaborer et documenter un programme de travail permettant d'atteindre les objectifs de la mission, ce document appelé « rapport d'orientation » ou « plan de mission » ou encore « termes de références », ce document va devenir le référentiel de l'auditeur, le document auquel il doit se référer ; d'où la dénomination parfois utilisée de « termes de références ».

⁵⁵ La conduite d'une mission d'audit , www.imacaudit.net

⁵⁶ RENARD (Jacques), Op.cit, P.212.

On constate par cette brève illustration que ce contrat entre auditeur et audités qu'est le rapport d'orientation est un document par nature très concret et qui parle le langage de l'audité en se plaçant sans ambiguïté sur son terrain professionnel.

Cet aspect de la mission d'audit va s'accroître de plus en plus dans les phases ultérieures⁵⁷.

3-2- Phase de réalisation

La phase de réalisation fait beaucoup plus appel aux capacités d'observation, de dialogue et de communication ; c'est à ce stade que l'on fait le plus appel aux capacités d'analyse et aux sens de la déduction. Cette phase suppose le suivi de trois étapes essentielles :

La réunion d'ouverture ;

Le programme d'audit ;

Le travail sur le terrain.

3-2-1- La réunion d'ouverture

C'est la rencontre entre auditeurs et audités qui permet de donner le coup d'envoi effectif de la mission. Cette réunion doit nécessairement se tenir chez l'audité.

L'ordre du jour de cette réunion doit comporter six points :

➤ **Présentation :**

L'ordre du jour doit commencer par présenter l'équipe des auditeurs chargés de la mission, au cours de cette présentation on souligne les antécédents de chacun, ses compétences spécifiques et les relations hiérarchiques au sein de la mission.

Tout naturellement après cette présentation, un tour de table va se dessiner et les audités vont se présenter à leur tour. Après la présentation des hommes vient la présentation des fonctions.

⁵⁷RENARD (Jacques), Op.cit, P.220.

➤ Rappel sur l'audit interne :

Un rappel fondamental s'impose sur les objectifs généraux de l'audit interne dont la connaissance est indispensable pour réaliser une parfaite collaboration auditeurs/audités.

➤ Rapport d'orientation ou référentiel de l'auditeur :

L'auditeur va exposer le référentiel pour corroborer ses intentions avec les réflexions de l'audité, ce document précise les objectifs spécifiques de la mission d'audit et le champ d'application dans lequel elle va se dérouler.

➤ Rendez-vous et contacts :

Cette réunion est l'occasion de définir avec précision les personnes que les auditeurs doivent rencontrer soit pour réaliser des tests sur leurs travaux, soit pour pratiquer des interviews et collecter des informations, dans les deux cas les auditeurs interrogent le responsable de l'unité. On va également déterminer avec précision le moment où le rendez-vous sera sollicité et le temps approximatif que l'auditeur va passer dans le service concerné.

➤ Rappel sur la procédure d'audit :

Il est important de mentionner ce qui va se passer après la phase d'intervention sur le terrain, les audités n'en ont pas forcément connaissance, soit parce qu'ils n'ont pas été audités antérieurement, soit parce qu'ils ont oublié, soit parce que les procédures d'audit ont changé⁵⁸.

3-2-2- Le programme d'audit ou programme de travail

Il s'agit d'un document interne au service et dans lequel on va procéder à la détermination et à la répartition des tâches, il doit contenir les éléments suivants:

- La répartition des tâches et les délais de réalisation (selon un découpage des fonctions) ;
- L'indication des travaux préliminaires à accomplir (inventaire, rassemblement de document, édition de fichier, etc.) ;
- L'identification des questions clés à ne pas omettre dans le questionnaire de contrôle interne ;

⁵⁸ RENARD (Jacques), Op.cit, P.228.

- Et l'indication des outils d'appréciation de Contrôle Interne.
- Le programme d'audit répond aux objectifs suivants:

C'est un document qui caractérise la réalisation de la mission ;

C'est un document de travail permettant une répartition précise des tâches de tous les auditeurs afin que personne ne se hasarde à dévier des objectifs fixés ;

Il sert de guide pour une meilleure conduite de la mission ;

C'est un document qui détermine tous les points de contrôle à examiner selon le degré des risques déjà identifiés ;

Le programme d'audit est une référence pour le suivi et l'appréciation du travail des auditeurs⁵⁹.

3-2-3- Le travail sur le terrain

L'auditeur procède à un découpage séquentiel des opérations préalables, nécessaires à l'identification des risques. À partir de cette identification, il définit ses objectifs (rapport d'orientation) et établit un programme de travail.

Pour chaque point de ce programme, il élabore un questionnaire de contrôle interne, où il va poser des questions de la manière suivante : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ?

À partir de ces questions, il identifie chaque dysfonctionnement, et chaque anomalie qui va donner lieu à l'établissement d'une FRAP.

3-2-3-1- Le questionnaire de contrôle interne

Le questionnaire de contrôle interne va permettre de passer du général au particulier, et d'identifier quels sont les dispositifs de contrôles essentiels. Il a pour objectif la détection des anomalies liées aux dispositifs de contrôle interne.

3-2-3-2- Feuille de révélation et d'analyse de problème (FRAP)

C'est un document qui a été vulgarisé par l'IFACI. Il constitue un moyen d'analyse clair et précis permettant une lecture facile des constatations relevées.

⁵⁹RENARD (Jacques), Op.cit. P232.

La FRAP est remplie par l'auditeur chaque fois où il détecte une anomalie. Elle constitue un document de base pour la rédaction du rapport d'audit⁶⁰.

Tableau.4 : modèle de feuille de révélation et d'analyse des problèmes (FRAP)

Feuille de révélation et d'analyse de problème	FRAP N° :...
Référence papier de travail :	
Problème :	
Constat :	
Cause :	
Conséquences :	
Recommandations :	
Etabli par	Approuvé par :

Source : RENARD Jacques : *Théorie et pratique de l'audit interne*, Edition Eyrolles, Paris, 2015, P249.

En plus de ces outils, l'auditeur utilise également ceux que nous avons préalablement cités.

En fin de mission les auditeurs présentent l'ensemble des conclusions aux audités, et ce au cours d'une réunion générale : la réunion de clôture. Mais nous sommes ici déjà entrés dans la troisième et dernière phase de la mission d'audit interne : la phase de conclusion.

3-3- La phase de conclusion

L'auditeur revient à son bureau avec l'ensemble de ses FRAP et de ses papiers de travail. Pour permettre la validation générale, il rédige un document : c'est le projet de rapport d'audit, puis a lieu la réunion de clôture et la validation, d'où sort le rapport d'audit en son état final et auquel il faut assurer un suivi.

3-3-1- Le projet de rapport

Le projet de rapport reprend les constatations conservées dans les différentes FRAP, il sera l'ordre du jour de la réunion de clôture.

⁶⁰ RENARD (Jacques), Op.cit, P247.

3-3-2- La réunion de clôture

Cette réunion regroupe les mêmes participants de la réunion d'ouverture.

Lors de cette réunion le responsable de la mission d'audit présente le projet de rapport puis donne l'occasion aux audités de formuler leurs commentaires, qui seront notés et pris en considération s'ils sont justifiés. La réussite de cette réunion est tributaire de certaines conditions à savoir :

- Envoyer le projet de rapport avant la date de la réunion ;
- Préparer tout le dossier (papier de travail, copie de documents, etc.) pour être en mesure de justifier les constats ;
- Abandonner les constats dont les éléments de preuve apportés par l'auditeur sont insuffisants ;
- Permettre aux audités de suggérer des recommandations plus efficaces.

3-3-3- Le rapport définitif

À la suite de la réunion de clôture les auditeurs procèdent à l'élaboration du rapport définitif qui comporte les éléments suivants:

La note de synthèse adressée au président de l'entreprise, elle est généralement assez brève et mentionne:

- Le champ d'action de la mission ;
- La méthodologie préconisée ;
- Et quelques principales constatations.

3-3-4- Le plan d'action

Suite aux réponses de l'audité au Projet de rapport. Il est recommandé de joindre au rapport d'audit un plan d'action

3-3-5- Le suivi des recommandations

Le suivi des recommandations peut être fait par une visite de l'unité auditée, l'interview des responsables ou par un questionnaire adressé aux responsables de l'unité auditée⁶¹.

⁶¹ RENARD (Jacques), Op.cit, P.286.

Section 2 : la qualité et la conception

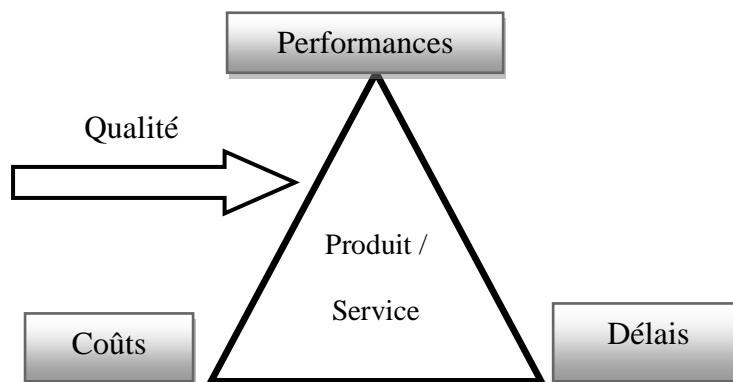
L'obtention de la qualité se fait dès le début de la conception, en effectuant des choix adéquats, et la détection des non-conformités le plus tôt possible, d'où l'importance de la mise en place d'un système de management de la qualité.

1- La démarche qualité dans la conception

La notion qualité définit par l'association française de normalisation (AFNOR) comme suit :

« Un produit ou un service de **qualité** est un produit dont les caractéristiques lui permettent de satisfaire les besoins exprimés et/ou implicites des consommateurs⁶² ». La **qualité** est donc une notion relative basée sur le besoin.

Figure.12 : la qualité d'un produit ou d'un service



Source : BELLUT Serge : *Les processus de la conception, ISO 9000 et performance*, Edition AFNOR, Paris, 2004, P116.

La démarche qualité est un outil de changement créant une dynamique de progrès continu dans le fonctionnement de l'entreprise (qualité interne) et la satisfaction de ses clients (qualité externe). C'est un processus mis en œuvre pour implanter un système qualité et s'engager dans une démarche d'amélioration continue se reposant actuellement sur la norme ISO 9001.

Il est évident que l'on obtient mieux la qualité et au meilleur prix si l'on fait dès le début de la conception les meilleurs choix et si l'on détecte les déviations ou les non-conformités le plus tôt possible, d'où l'importance d'une démarche qualité dans la conception.

⁶²Renforcer à la quantité au profit de la qualité, publié le 29 août 2017 à 8h46, [consulté le : 10/09/2017 à 14h12], disponible à l'adresse : <https://www.definitions-marketing.com/definition/qualite/>

L'activité de conception des produits nouveaux est analysée en tant que processus complexe, mettant en œuvre des démarches, des méthodes et outils divers. Dans ce contexte, les risques de dysfonctionnement de ce processus sont importants. Les conséquences de les dysfonctionnements se traduisent par le non-respect d'objectifs de coût, de délais, et de qualité.

La notion de coût et de délais sont des contraintes bien connues dans les entreprises, par contre la notion de qualité est relativement nouvelle pour les concepteurs, ils ont à en tenir compte pour les produits qu'ils développent. D'ailleurs la bibliographie montre que l'histoire de la qualité est liée à celle de l'industrie (le seul souci de la qualité était celui d'un contrôle final en production). La nécessité d'augmenter la compétitivité a mené les entreprises à travailler sur les causes de dysfonctionnement autant que sur les effets, et la mise en place des concepts d'assurance de la qualité et de prévention, et se faire auditer en interne et en externe par rapport aux référentiels tel que ISO 9001 à travers lequel l'entreprise se donne les moyens de mériter la confiance de ses clients.

Avec ce qu'on appelle le client est roi, il ne suffit plus de concevoir et de fabriquer des produits conformes à des spécifications, donc il est nécessaire que l'entreprise favorise la synergie entre l'assurance qualité et la conception de nouveaux produits, cette synergie peut se faire au travers des relations entre besoin latent, besoin exprimé et besoin satisfait.

Le potentiel d'amélioration d'un produit situé entre le besoin satisfait et le besoin exprimé, peut être appelé « qualité de conformité », la part entre le besoin exprimé et le besoin latent représente le potentiel d'innovation. L'écart entre le besoin satisfait et le besoin latent est un idéal impossible, mais qui doit être un objectif de progrès pour les concepteurs.

La qualité d'un produit doit donc se construire tout au long de son développement industriel : de la définition de besoin à la conception puis lors de sa fabrication, de son utilisation et enfin son recyclage⁶³

2- Les objectifs de la qualité en conception

La qualité est devenue une variable essentielle dans toutes les stratégies compétitives. Elle permet à une entreprise d'assurer sa rentabilité et de consolider sa position sur un marché.

⁶³ GAUTHIER (Rémy) : *Qualité en conception de produits nouveaux, proposition d'une méthode de fiabilisation du processus de management de l'information* - thèse de doctorat, ENSAM-labo CPN-2004.

Dans le cadre du processus de conception, la mise en œuvre d'une démarche qualité répond aux objectifs suivants :

2-1- Les objectifs internes

- Réduire les dysfonctionnements ;
- Réduire les coûts de non-qualité ;
- Fiabiliser les contrôles et les processus ;
- Améliorer les méthodes de travail ;
- Pérenniser le savoir faire ;
- Faciliter l'intégration des nouveaux collaborateurs ;
- Définir des méthodes de travail communes ;
- Motiver le personnel ;
- Mieux piloter le processus ;
- Prévention des erreurs⁶⁴ ;

2-2- Les objectifs externes

- Améliorer la qualité des produits ;
- Placer le client au cœur de l'entreprise ;
- Mieux identifier et anticiper les besoins de ses clients ;
- Améliorer la satisfaction et la fidélisation des clients ;
- Conquérir de nouveaux marchés ;
- Améliorer et valoriser son savoir faire et son image ;
- Instaurer un climat de confiance avec les clients ;
- Se démarquer de la concurrence ;
- Obtenir une reconnaissance externe : certification ISO.

3- Système de management de la qualité et norme ISO

La norme ISO 9001 exige aux entreprises la mise en place d'un système de management de la qualité afin de s'organiser en interne pour qu'elles délivrent des produits de qualité à leurs clients.

⁶⁴HAOUAS (Daoud) et SAIFI (Farouk) : *La mise en place d'une démarche qualité selon la norme ISO 9001 version 2008 - mémoire de master, université de Batna, 07/06/2015, [consulté le 20/09/2017], disponible à l'adresse : <http://fr.slidershare.net>*

3-1- Système de management de la qualité

La norme ISO 9000 définit le système de management de la qualité comme : « Un système permettant : d'établir une politique et des objectifs et d'atteindre ces objectifs, orienter et contrôler un organisme en matière de qualité ⁶⁵ ».

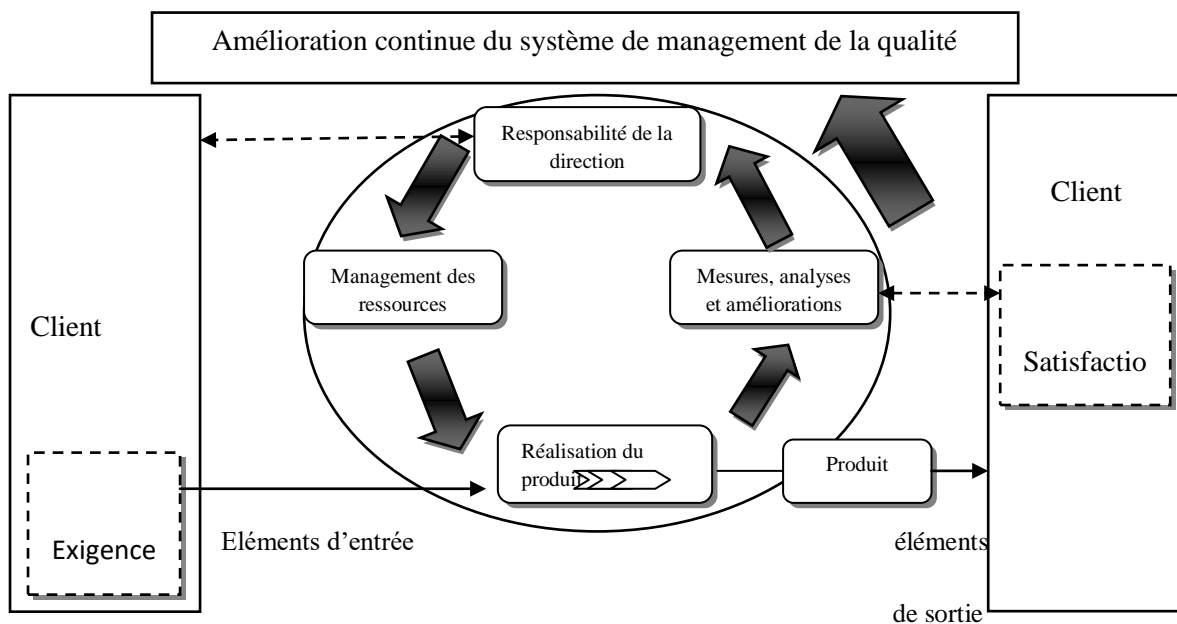
La mise en œuvre du management de la qualité selon l'ISO 9001 consiste à :

- Démontrer l'aptitude à fournir régulièrement un produit conforme aux exigences du client et aux exigences réglementaires applicables ;
- Chercher à accroître la satisfaction du client par l'application efficace du référentiel, et en particulier mettre en œuvre un processus d'amélioration continue.

Trois points importants sont à retenir dans ce domaine d'application :

- La fourniture régulière d'un produit conforme aux attentes du client (le produit peut être un service) ;
- L'accroissement de la satisfaction du client ;
- L'amélioration permanente du système ⁶⁶.

Figure.13 : système de management de la qualité



Source : norme ISO 9001 version 2008.

⁶⁵ Extrait de la norme ISO 9000 version 2005

⁶⁶ LALOUX (Guillaume) : *Management de la maintenance selon ISO 9001 : 2008*, Edition AFNOR, 2009.

3-2- L'organisation internationale de normalisation (ISO)

Étymologiquement, Norma est un terme latin désignant la règle, l'équerre. Historiquement, les premières normes sont nées dans les domaines de l'électricité et de la métallurgie pour résoudre des problèmes d'interchangeabilité. Puis la normalisation s'est étendue à tous les types de produits industriels. Actuellement, elle dépasse le cadre de la technique et aborde presque tous les domaines en s'ouvrant au monde de la santé, de l'environnement, des services, des processus⁶⁷.

Selon la norme NE EN 45020 (juillet 2007), éditée par AFNOR, définit la normalisation comme suit :

« La norme est un document établi par consensus, qui fournit, pour des usages communs et répétés, des règles, des lignes directrices ou des caractéristiques, pour des activités ou leurs résultats, garantissant un niveau d'ordre optimal dans un contexte donné⁶⁸ »

L'ISO est le premier producteur des normes internationales d'application volontaire dans le monde. Ces normes établissent des spécifications de pointe applicable aux produits, aux services et aux bonnes pratiques, pour accroître l'efficacité de tous les secteurs de l'économie.

Elaborées dans le cadre d'un consensus mondiale, elles aident à supprimer les obstacles au commerce international.

Fondée en 1947, jusqu'à présent plus de 19500 normes internationales dans presque tous les domaines technologiques et économiques sont publiées. Actuellement ISO comporte 162 pays membres et 3368 organes techniques.

Notre sujet de recherche réside dans le cadre de la famille ISO 9000, et plus précisément ISO 9001 version 2008, celles que nous allons présenter par la suite.

3-2-1- la famille ISO 9000

La famille ISO 9000 couvre les divers aspects du management de la qualité et comprend certaines des normes les plus connues de l'ISO.

⁶⁷ *Le guide de la normalisation, première approche*, Edition le pôle veille et expertise documentaire, AFNOR, 2011.

⁶⁸ *Le guide de la normalisation, première approche*, Edition le pôle veille et expertise documentaire, AFNOR, 2011.

Chapitre II : section 2 : la qualité et la conception

Elles offrent des lignes directrices et des outils aux entreprises et aux organismes qui veulent que leurs produits et services soient constamment en phase avec ce que leurs clients demandent et que la qualité ne cesse de s'améliorer.

La famille des normes ISO 9000 énumérées ci-dessous a été élaborée pour aider les organismes, de tous types et de toutes tailles, à mettre en œuvre et appliquer des systèmes de management de la qualité efficaces.

- L'ISO 9000 décrit les principes essentiels des systèmes de management de la qualité et en spécifie la terminologie.
- L'ISO 9001 spécifie les exigences relatives à un système de management de la qualité lorsqu'un organisme doit démontrer son aptitude à fournir des produits satisfaisant aux exigences des clients et à la réglementation applicable, et qu'il vise à accroître la satisfaction de ses clients.
- L'ISO 9004 fournit des lignes directrices sur l'efficacité et l'efficience du système de management de la qualité. L'objet de cette norme est l'amélioration des performances de l'organisme et la satisfaction des clients et des autres parties intéressées.
- L'ISO 19011 fournit des conseils sur l'audit des systèmes de management de la qualité et des systèmes de management environnemental. Ces normes forment un ensemble cohérent relatif aux systèmes de management de la qualité et facilitent la compréhension mutuelle dans le cadre des échanges commerciaux, nationaux et internationaux⁶⁹.

3-2-2- La norme ISO 9001 versions 2008

Le référentiel de management de la qualité le plus connu est l'ISO 9001, avec plus d'un million de certificats délivrés dans plus de 170 pays, la norme ISO 9001 de système de management de la qualité représente l'une des pratiques de management les plus diffusées dans le monde. Cette présentation s'appuie sur la version 2008.

La norme ISO 9001 (2008) comprend une introduction, huit chapitres et deux annexes :

⁶⁹ Norme internationale : *Système management de la qualité, principe essentiels et vocabulaire* ISO 9000, Version 2000.

Chapitre II : section 2 : la qualité et la conception

- L'introduction définit des généralités (0.1), recommande une approche processus (0.2), décrit les relations avec l'ISO 9004 (0.3) ainsi que la compatibilité avec d'autres systèmes de management (0.4).
- Les trois premiers chapitres sont : domaine d'application (1), références normatives (2), termes et définitions (3). Les cinq suivants (4, 5, 6, 7, 8) comportent directement des exigences relatives au système de management.
- Les annexes établissent des correspondances entre l'ISO 9001 : 2008 et l'ISO 14001 : 2004 et entre l'ISO 9001 : 2008 et l'ISO 9001 : 2000.

Les cinq chapitres (4, 5, 6, 7, 8) comportent directement des exigences relatives au système de management à savoir :

- Le chapitre 4 : Système de management de la qualité.
- Chapitre 5 : Responsabilité de la direction.
- Chapitre 6 : Management des ressources.
- Chapitre 7 : Réalisation du produit.
- Et enfin, le chapitre 8 : Mesures, analyse et amélioration⁷⁰.

Les six exigences du chapitre 7 « Réalisation du produit » de ISO 9001

Tous les processus (toutes les activités) de réalisation du produit (service), depuis l'écoute client et la prise de commande jusqu'à l'après-vente, sont concerné(e)s par ce chapitre de la norme. Il s'agit de prouver que l'on maîtrise ses métiers, ses principaux processus : les processus qui sont en relation directe avec les clients, d'une part, et les processus liés au cycle de vie du produit, d'autre part.

Ce chapitre contient les six paragraphes suivants :

- 7.1. Planification de la réalisation du produit ;
- 7.2. Processus relatifs aux clients ;
- 7.3. Conception et développement ;
- 7.4. Achats ;
- 7.5. Production et préparation du service ;
- 7.6. Maîtrise des dispositifs de surveillance et de mesure⁷¹.

⁷⁰ Extrait de la norme ISO 9001 version 2008

⁷¹ IDEM.

Notre travail porte sur la conception et le développement des produits, pour cela nous allons nous intéresser au chapitre 7.3 « conception et développement » de la norme ISO 9001 version 2008.

3-2-2-1- La conception et le développement

Maîtriser les activités : Les processus de conception et développement doivent être maîtrisés, ce qui signifie principalement de déterminer les différentes activités composant ces processus de création, les activités de vérification (essais, tests, etc.) ainsi que les responsabilités et autorités (la décision de passage d'une étape à une autre) pour chacune de ces étapes.

➤ Définir les éléments d'entrée

Tous les éléments d'entrée, c'est-à-dire les informations nécessaires à la conception du produit, doivent être définis : exigences concernant les caractéristiques des produits (fonctionnalités du produit définies par le marketing, par exemple), exigences réglementaires et légales (emballage, traçabilité, etc.) ainsi que d'autres informations importantes comme les résultats des essais et des tests, et les retours d'informations provenant des clients (anomalies constatées à l'utilisation du produit, réclamations,...etc.).

➤ Définir les éléments de sortie

Il est important de même de fournir les éléments de sortie de la conception et du développement, en particulier les informations qui vont être utilisées par les achats et la production (composants, matières premières, critères d'acceptation du produit,...etc.). Enfin, la conception et le développement doivent faire l'objet de revues et de vérifications (comptes rendus de réunion, rapports d'essai et de tests, etc.) ainsi que de validations en clientèle (tests).

3-3- Audit des systèmes de management de la qualité

Un audit des systèmes de management qualité est une évaluation d'une entreprise, qui a pour but d'évaluer le niveau de conformité du système de management aux exigences d'une norme. Les constatations d'audit sont utilisées pour évaluer l'efficacité de ce même système de management et d'identifier les opportunités d'amélioration. Il concerne aussi bien :

Le personnel, l'organisation, et les méthodes de travail et il permet de vérifier si les objectifs de qualité sont atteints. Il peut se conclure par une certification ou une normalisation⁷².

3-3-1- Typologie des audits des systèmes de management de la qualité

Plusieurs axes thématiques peuvent servir à classifier les audits. Nous ne retiendrons ici que la typologie traditionnellement utilisée dans les normes de systèmes de management. La norme NF EN ISO 9000:2005 présente dans le paragraphe 2.8.2 (« Audits du système de management de la qualité ») une typologie de l'audit selon trois niveaux :

- Les audits de première partie sont réalisés par, ou pour le compte de, l'organisme lui-même pour des raisons internes et peuvent servir de base à une auto-déclaration de conformité de l'organisme. »
- Les audits de seconde partie sont effectués par des clients de l'organisme ou par d'autres personnes pour le compte du client.
- les audits de tierce partie sont effectués par des organismes externes et indépendants. Ces organismes, généralement accrédités, fournissent la certification ou l'enregistrement de la conformité à des exigences telles que celles de l'ISO 9001.

Un audit des systèmes de management qualité peut donc être interne ou externe. L'audit externe est effectué par une entreprise d'audit certifié. Alors que, les audits internes sont effectués par un service d'audit rattaché directement à la direction générale.

Le qualificatif d'audit interne ou d'audit externe peut également se rattacher à celui qui porte un jugement sur le système audité :

- L'audit sera qualifié d'audit interne si le jugement est porté par l'organisme, pour ses propres besoins. - Il sera qualifié d'audit externe si le jugement est porté par un organisme extérieur reconnu.

D'autres qualificatifs peuvent être utilisés :

- Audit commun ou audit combiné « audit simultané d'un système de management de la qualité et d'un système de management environnemental par exemple ».

⁷² Norme internationale : *Système management de la qualité, principe essentiels et vocabulaire* ISO 9000, Version 2000.

- Audit conjoint ou audit joint « lorsque deux organismes ou plus coopèrent pour auditer conjointement un seul audité⁷³ ».

3-3-2- Objectifs de l'audit des systèmes de management de la qualité

Les objectifs d'audit définissent ce qui est attendu de l'audit des systèmes management qualité et peuvent comprendre ce qui suit:

- La détermination du degré de conformité de tout ou une partie du système de management de la qualité à audité aux critères d'audit ;
- La détermination du degré de conformité des activités, processus et produits avec les exigences et procédures du système de management de la qualité ;
- L'évaluation de l'aptitude du système de management qualité à assurer la conformité aux exigences légales et contractuelles, et aux autres exigences auxquelles l'organisme doit satisfaire ;
- L'évaluation de l'efficacité du système de management qualité à satisfaire ses objectifs spécifiés ;
- L'identification des parties du système de management qualité où il y a possibilité d'amélioration⁷⁴

3-3-3- Déroulement et étapes d'un audit des systèmes de management de la qualité

En règle générale le déroulement d'un audit des systèmes management qualité passe par les étapes suivantes :

- L'entreprise décide de faire un audit de système de management qualité et prend contact avec un établissement spécialisé et agréé ;
- L'audit SMQ est préparé puis planifié (Réalisation d'une revue de documents, préparation du plan d'audit, préparation de check-list, répartition des tâches, Préparation des documents de travail, etc. Si l'audit SMQ est interne, seule la direction est avertie de la date ;
- L'audit SMQ est réalisé. Il peut comporter : une réunion d'ouverture, une revue de documents au cours de l'audit, des entretiens individuels et des mises à l'épreuve, des constatations d'audit, la préparation des conclusions d'audit, etc ;

⁷³ JONQUIERES (Michel) : *Manuel de l'audit des systèmes de management à l'usage des auditeurs et des audités*, Edition AFNOR, 2006, P4.

⁷⁴ Extrait de la norme ISO19011, 2ème édition, 15-11-2011

Chapitre II : section 2 : la qualité et la conception

- À la fin de l'audit SMQ, une réunion est organisée entre l'auditeur et la direction de l'entreprise ;
- Un rapport est envoyé quelques jours plus tard à la direction ;
- Un nouvel audit SMQ peut être proposé en cas de dysfonctionnement.

Conclusion

La fonction d'audit interne implique en effet l'évaluation et la vérification du degré d'efficacité du contrôle interne et la bonne application de ces dispositifs, c.-à-d. la capacité du processus de conception à atteindre les objectifs qui lui sont assignés.

Avec la combinaison de la démarche d'audit interne et de la qualité, le processus de conception assure la satisfaction des clients en leur fournissant une bonne qualité des produits. Parmi les contrôles effectués au sein de ce processus, on retrouve :

Les produits conçus sont conformes aux normes de la qualité, c'est le contrôle qualité ;

Le processus de conception est conforme aux normes ISO ;

Respect des procédures et règlements.

Chapitre III

Audit de processus de conception et
développement des transformateurs
MT/BT

Introduction

Après avoir présenté dans la première partie les bases, les étapes et la méthodologie de processus de conception et développement des produits, notamment ce qui concerne la démarche d'audit interne et sa mise en œuvre à travers une méthodologie claire ; il s'agit pour nous dans cette partie de présenter l'application pratique de la démarche d'audit présentée précédemment. Cette démarche sera appliquée au processus de conception et développement qui constitue un processus vital, basique pour toute entreprise.

Notre choix pour la mise en œuvre de l'audit du processus conception et développement des produits s'est porté au sein d'Electro-Industries, ainsi nous allons d'abord présenter l'entreprise d'accueil puis exposer la mise en œuvre de la démarche d'audit, pour enfin présenter les conclusions auxquelles nous aurons abouti et les recommandations qui s'avèreront nécessaires.

Section 1 : présentation de l'organisme d'accueil

ELECTRO-INDUSTRIE est implantée dans une zone agricole de 39.5 hectares, située sur la route nationale n° 12, distante de 30 KM du chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou et de 08 km du chef lieu de la daïra d'AZAZGA.

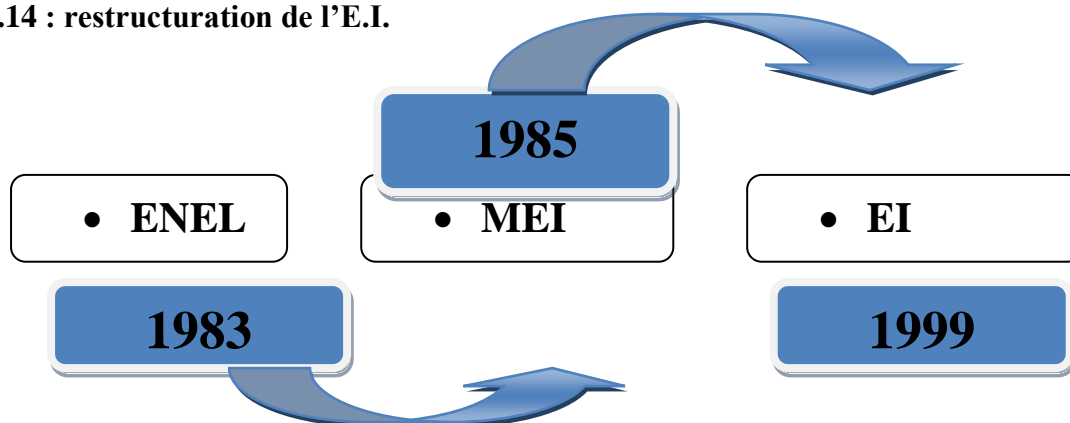
1- Historique d'électro-industries

Electro-industries est issue de la restructuration de l'ex-entreprise nationale des industries électrotechniques (ENEL) créée en 1983 et qui a connu deux mutations :

La première en 1985 : elle a donné naissance à « Matériels Electro-industriels » (MEI) ;

La deuxième en 1999 : Electro-Industries est née en remplacement de MEI, en tant qu'entreprise publique économique avec un statut de « société par action » dont le capital social est détenu entièrement par la société de gestion des participations de l'Etat⁷⁵.

Figure.14 : restructuration de l'E.I.



Source : élaboré par nous même à partir des documents interne à l'entreprise

Electro-industries est une société par action au capital de 4 753 000 000 DA détenu à 100% par l'Etat. Son activité de production et commercialisation des transformateurs et moteurs électriques, remonte à :

- 1985 pour les transformateurs ;
- 1986 pour les moteurs / alternateurs.

Ces produits sont fabriqués sous licence SIEMENS jusqu'en 1992. Ils sont conformes aux recommandations CEI et aux normes allemandes DIN / VDE.

⁷⁵ Document interne à l'entreprise

Chapitre III : section 1 : présentation de l'organisme d'accueil

Depuis 2016 Electro-industries est composée de trois unités, toutes situées sur un même site :

- Unité de fabrication de transformateurs de distribution MT/BT;
- Unité de fabrication de moteurs électriques, alternateurs, groupes électrogènes ;
- Unité de prestations techniques pour les deux unités précédentes.

L'EI est la principale entreprise dans le domaine de l'industrie électrotechnique en Algérie, son activité s'adresse au marché des biens d'équipement avec la gamme de production suivante :

Pour les transformateurs :

- Puissance de 50 à 2000 KVA ;
- Tension usuelle en moyenne tension 5,5 -10 et 30 KV ;
- Tension usuelle en basse tension 400 V.

Ce sont des transformateurs abaisseurs et non élévateurs, exemple : un transformateur type 2000/30 signifie qu'il abaisse la tension de 2000 KVA à 30 KVA.

Pour les moteurs :

- Puissance des moteurs allant de 0.25 à 400 KVA ;
- Puissance des alternateurs allant de 17,5 à 200 KV;
- Puissance des groupes électrogènes de 100, 126, 160 et 200 KVA.

Tableau.5 : Caractéristiques de l'unité moteur et transformateur pour l'année 2016

Produit	Capacité théorique	Capacité réelle	% du CA	Puissances
Moteurs	40 000	10 000 à 12 000	10%	0,25 à 400 KVA
Transformateurs	5 000	4 500 à 4 700	90%	50 à 2000 KVA

Source : document interne à l'entreprise 2016

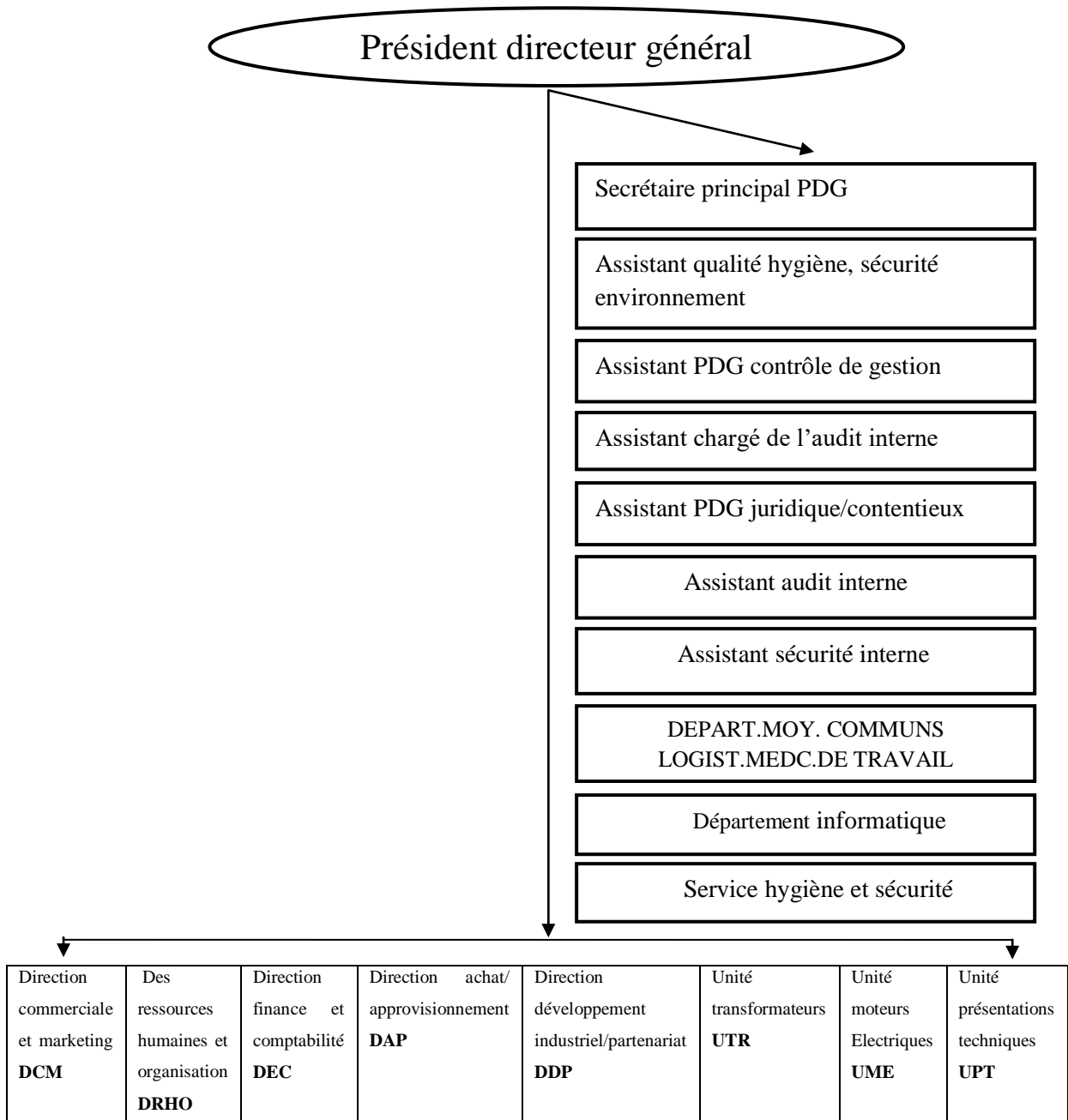
Nous constatons que la capacité réelle de l'unité moteurs dépasse pas les 30%, alors que celle des transformateurs peut atteindre les 94% : ce qui justifie la faible contribution des moteurs dans le chiffre d'affaire, à peine 10%.

2- Organigramme et effectif d'Electro-Industries

2-1- Organigramme d'Electro-Industries

Electro-Industries dispose de trois unités opérationnelles : deux unités de production, une pour les transformateurs et l'autre pour les moteurs, et une unité de prestations techniques. Cette organisation est illustrée par la figure N° 17.

Figure.15 : organigramme d'E-I



Source : document interne à l'entreprise

2-2- Effectif de l'EI

L'effectif du personnel s'est considérablement réduit depuis 1996. En effet, si on compte 1450 salariés en 1996, on ne compte que 941 en 2005, 782 en 2010, 841 en 2011 et 805 en 2016.

Cette évolution négative résulte de la politique de réduction des effectifs prônée par les différentes directions d'EI en raison des charges salariales importantes des départs volontaires ou à la retraite des salariés⁷⁶.

Tableau.6 : répartition des salariés par catégorie socioprofessionnelle en 2016

Unités	catégorie socioprofessionnelle			Total	En %
	Cadres	Maitrise	Exécution		
UTR	23	90	181	294	36.52%
UME	21	84	92	197	24.47%
UPT	27	52	29	108	13.41%
DG	79	52	75	206	25.6%
TOTAL	150	278	377	805	100%

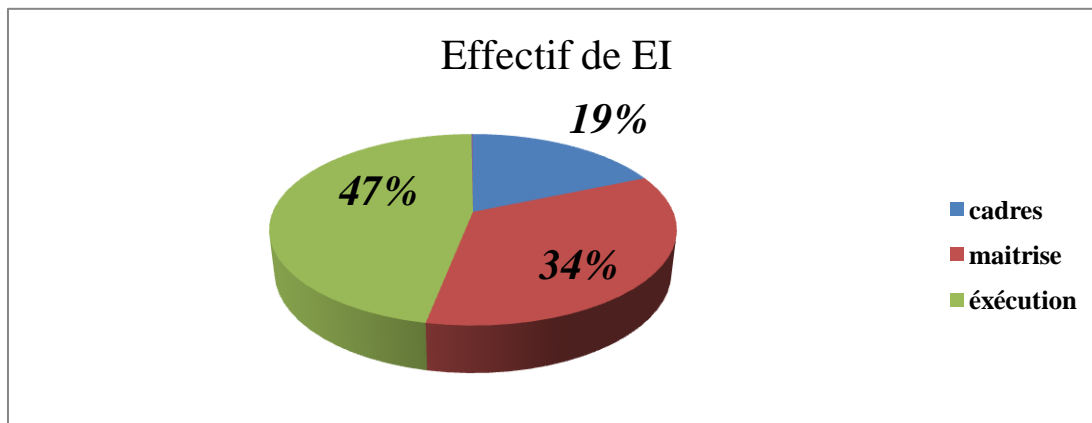
Source : document interne à l'entreprise 2016

Le personnel bénéficie d'une formation sur toute l'année, assurée à l'intérieur des ateliers pour les anciens ouvriers au profit des nouvelles recrues, en particulier dans la maintenance.

Selon les dires du responsable, l'entreprise assure également à son personnel la participation aux différentes formations, stages de perfectionnement à l'échelle nationale.

⁷⁶ Document interne à l'entreprise élaboré par le service RH.

Figure.16: diagramme en cercle représentant les catégories d'effectif d'E.I



Source : élaboré par nous même à partir des documents interne à l'entreprise

À partir de ce graphe nous constatons que l'exécution représente un pourcentage de 37 % plus important par rapport à la maîtrise qui représente 34% et l'encadrement de 19%.

3- Objectifs et rôles d'EI

Comme toutes autres entreprises industrielle, la société Electro-Industrie a pour objectifs de :

- Transformer des matières premières en produits finis pour les vendre à d'autres entreprises ou directement aux consommateurs ;
- Servir le marché en produisant et en distribuant des transformateurs électriques correspondant à la demande des clients ;
- Gagner de l'argent, et extraire des bénéfices ;
- Produire un excédent de trésorerie, qui sera investi avec un plus grand profit dans le développement des activités ;
- Atteindre un but technique : conception et réalisation des transformateurs donnant des satisfactions aux clients ;
- Motivation du personnel,
- Recherche de l'efficacité.
- Développer sa part de marché⁷⁷.

⁷⁷ Document interne à l'entreprise élaboré par le service formation.

Section 2 : la conception et le développement des transformateurs au sein d'Electro-Industries

Dans cette section nous allons décrire les transformateurs, leurs différents types, ainsi que les différentes étapes nécessaires à leur conception.

1- La description des transformateurs d'Electro-Industries

Les transformateurs d'Electro-Industries sont conformes en tous points aux recommandations de la CEI 60076, ainsi qu'à celle de la VDE 0532. Ils sont triphasés du type extérieur et intérieur, respirant ou étanche à remplissage total avec bornes embrochables ou en porcelaine.

Les transformateurs de cette gamme sont de type immergé dans un diélectrique caloporteur minéral régi par la norme EN CEI 60296 à refroidissement de type ONAN.

La partie active est composée de deux enroulements MT et BT de forme cylindrique en cuivre électrolytique disposés concentriquement et montés sur un circuit magnétique de tôles à grains orientés et conçue pour un service continu à une fréquence de 50 HZ pour une altitude et une température ambiante ne dépassant (1000 m et 40 C°)⁷⁸.

Normes : les essais se déroulent conformément aux recommandations de la norme standard EN CEI 60076. Les essais sont répartis comme suit:

Les essais individuels : tous les transformateurs d'EI subissent ces essais

- Essai de tenue à fréquence industrielle 50 HZ pendant une minute Basse et Moyenne tension ;
- Mesure de résistance BT et MT ;
- Vérification du rapport de transformation et de l'indice horaire ;
- Essai de tenue par tension induite (essai entre spires) ;
- Mesure des pertes et du courant à vide ;
- Mesure des pertes et de la tension de court circuit en charge à 75 C°.

⁷⁸ www.electro-industries.com.

Les essais de type : deux essais sont effectués sur un échantillon de transformateur

- Essai de tenue au choc de foudre en ondes pleines ;
- Essai d'échauffement⁷⁹.

Normes de conception : DIN 42503, 42511, Spécifications SONELGAZ - STS 160 XDE édition décembre 2000 et autres⁸⁰.

2- Les différents types de transformateurs au sein d'Electro-Industries

Electro-Industries conçoit deux types de transformateurs, qui sont comme suit :

2-1- Transformateur hermétique

Le transformateur immergé dans l'huile hermétique comporte une cuve imperméable dotée d'ondes qui permettent à l'huile de s'étendre en fonction des changements de température. L'imperméabilité de la cuve atteint les 0,5 Bar. Ce type de transformateur est le plus utilisé au monde. L'huile n'est pas en contact avec l'air dans le transformateur hermétique. Par conséquent, ses propriétés électriques ne sont pas compromises et lui garantissent une longue durée de vie. Pour les puissances supérieures 3 150 KVA ou dans le cas d'un transformateur équipé de radiateurs, le transformateur peut quand même être hermétique grâce à une charge d'azote⁸¹.

2-2- Transformateur respirant

Ce type de transformateur est le même avec le transformateur hermétique, mais la seule différence est que le transformateur respirant est en contact avec l'air à partir le réservoir d'air et des humidificateurs.

3- Le processus de conception d'un transformateur 630/30 en couches (vernis) de distribution MT/BT immergé dans l'huile respirant

Avant de lancer la production de n'importe quel type de transformateur, l'entreprise Electro-Industries reçoit quotidiennement par des acheteurs potentiels des demandes tel que : spécifications clients, consultations client, AAO, etc.

⁷⁹ Document interne « bureau d'études UTR »

⁸⁰ IDEM.

⁸¹ IDEM.

Avant de répondre à cette demande, E.I procède à la lecture du dossier de consultation et comprendre ce que désire l'acheteur, puis sélectionner les offres qui leurs est possible de réaliser. La demande de l'acheteur sera envoyée au département commercial, le responsable commerciale l'envoie à son tour à l'unité transformateur puis au département technique pour effectuer une étude de faisabilité et établir une fiche technique, et la renvoyer au client pour la validation, pour préparer l'offre technique ensuite l'offre commerciale qui contient les éléments : produit, prix, les garanties, les conditions de paiement...et la proposer à l'acheteur.

Une fois le client reçoit cette offre, et les conditions présentées sont adaptées avec ses besoins, il répondra avec une commande du produit qu'il souhaite avoir.

Dans le cas de production d'un transformateur triphasé une étude de conception préalable est nécessaire. Pour ce, avant tout, un chef de projet est nommé par le responsable ou directeur de l'unité transformateur (UTR). Le chef de projet est tenu de créer une équipe projet, avec les conseils de celui qu'il l'a nommé et l'accord des responsables hiérarchiques des membres de son équipe. La désignation de ces membres dépend de l'ampleur du projet et les personnes aptes à sa réalisation (de 1 à 6 personnes environs).

3-1- la conception d'un transformateur 630/30 en couche (vernis) de distribution MT/BT immergé dans l'huile respirant« Spécifications SONELGAZ »

La conception de ce transformateur passe par six étapes, qui sont détaillées ci-après :

3-1-1- Planification des phases

En concertation avec son équipe, le chef de projet doit déterminer et consigner dans le formulaire FO-7300-1 « planification de la conception et du développement » :

- Les étapes ou les phases « études » successives de la conception.
- Les réunions de (RC) pour les étapes revues de conception, vérification de la conception et validation de la conception. Les activités de contrôle ou de vérification (VR) pour les étapes : éléments d'entrée de la conception, éléments de sortie de la conception, revue de la conception, vérification de la conception et validation de la conception. Et les actes décisionnaires de validation (VAL) qui semblent appropriées d'avoir lieux à chaque/certaines étapes d'études (ET) de la conception. Ces activités (RC), (VER) et (VAL) doivent figurer dans le FO-7300-1 comme phases ou étapes de

conception à même titre que phases/étapes d'étude (ET), les membres de l'équipe projet doivent intervenir dans chacune des étapes déjà signalées ainsi la date de leur réalisation⁸².

3-1-2- Les éléments d'entrées de la conception et du développement d'un transformateur

Avant de démarrer les travaux de conception d'un transformateur, le chef de projet est tenu de consigner dans un formulaire FO-7.300-2 « SUNTHESE de cahier des charges de projet de CONCEPTION, DEVELOPPEMENT ou ETUDE » l'ensemble des données ou éléments d'entrées de la conception et du développement, autrement dit, les exigences relatives au produit demandé par le client.

Ces éléments d'entrées doivent définir les caractéristiques du transformateur à concevoir, en termes :

- D'exigences fonctionnelles et de performances ;
- D'exigences légales applicables ;
- D'éventuelles comparaisons à d'autres transformateurs déjà conçus ou « transformateur de référence » ;
- De toutes autres exigences essentielles pour la conception à entreprendre.

Une description sommaire de l'objectif de la conception à entreprendre y est aussi consignée dans le formulaire FO-7.300-2.

Ces exigences représentent l'ensemble des paramètres à prendre en considération lors de la conception et du développement, on trouvera dans les exigences fonctionnelles et de performances quatre éléments incontournables pour effectuer les travaux de conception du transformateur et qui sont comme suit : la puissance(KVA)/Type, la tension d'entrée U1N (KV) –réglage hors tension, tension secondaire à vide U20 (KV) et le couplage.

Pour les travaux de conception, les exigences fonctionnelles et de performance sont des plus importantes. Pour le transformateur « 630/30 en couche (verniss) de distribution MT/BT immergé dans l'huile respirant » spécifié par SONELGAZ.

⁸² Procédure de travail interne à l'entreprise.

Les éléments ou données d'entrée doivent être numérotés dans le formulaire « N⁰ DE ». Par ailleurs elles doivent être revues par l'équipe projet pour s'assurer que ces exigences ou « DE » :

- Sont en adéquation par rapport aux objectifs ;
- Qu'elles sont complètes ;
- Qu'elles ne sont pas ambiguës ;
- Qu'elles ne sont pas contradictoires entre elles.

Ces vérifications étant importantes pour l'ultérieur avancement efficace du projet, elles sont consignées (signalées en cochant les cases) dans le formulaire FO-7.300-2. Lorsque suite à ces vérifications certains éléments (DE) s'avèrent non adéquats, incomplets, ambigus ou contradictoires, ceci est porté à la connaissance du client afin d'achever « la revue de contrat de conception⁸³ ».

3-1-3- Les éléments de sorties de la conception du transformateur et leurs enregistrements

Ces éléments doivent définir les caractéristiques du transformateur à concevoir, en termes d'exigences fonctionnelles et de performances. Le chef de projet est tenu de consigner dans un formulaire FO-7.300-3 « Eléments de sortie de la conception et du développement »

L'ensemble de ces éléments de sortie (la partie active) qui doivent :

Satisfaire aux exigences d'entrée de la conception et du développement conformément au cahier des charges (normes et spécifications) et ce, après avoir effectué les calculs suivants :

- Le rapport de transformation ;
- Les pertes en charges ;
- Tension de court circuit ramené à 75C⁰ ;
- Pertes à vide et courant à vide ;
- pertes à vide P₀ (watt) ;
- courant à vide (%) ;
- Echauffements ;
- Elaboration des plans et nomenclatures⁸⁴.

⁸³ Procédure de travail interne à l'entreprise

⁸⁴ Procédure de travail interne à l'entreprise.

Cette phase est au cœur de processus de conception, pilotée par l'ingénieur d'étude, elle nécessite une étude approfondie pour l'élaboration de la partie active et le dossier de fabrication et puis consacrer les données d'achats (matière à acheter ou les ressources appropriées), et enfin vérifier et valider les résultats obtenus, par le chef de service.

3-1-4- Les revues de conception du transformateur et leurs enregistrements

Des revues méthodiques de la conception doivent être réalisées, aux étapes appropriées, conformément aux dispositions planifiées dans le formulaire FO-7.300-1 afin de :

- Evaluer l'aptitude des résultats de la conception à satisfaire les exigences c.-à-d. dégager les écarts puis comparer les données d'entrées par rapport aux données de sorties de la norme (tolérance % CET 76) ensuite mettre une observation par oui ou non ;
- Identifier tous les problèmes et de proposer les actions nécessaires.

Les participants à ces revues doivent comprendre les membres de l'équipe projet concernés par les étapes de conception objet de la revue.

Les enregistrements à ces revues de conception (RC) sont faits sur le formulaire FO-7.300-4. Sur celui-ci on doit faire références aux documents joints signalant les résultats de ces revues et toutes les actions qui s'avèrent nécessaires. L'équipe de projet doit déterminer le fichier des données d'achats de matières nécessaire à la fabrication.

3-1-5- Les vérifications et leurs enregistrements

Pour chaque étape de vérification planifiée selon le FO-7300-1 (DE), les résultats obtenus doivent être enregistrés sur un formulaire FO-7300-5 « vérification de conception-développement ». On entend par la vérification le lancement en production de prototype par un ordre de fabrication autorisé par le chef de service étude. Sur ce formulaire, les résultats obtenus, ou données de sortie, doivent être comparées aux données d'entrée FO-7300-2 ou résultat escomptés, afin de s'assurer qu'elles satisfassent ces exigences.

Les vérifications des données de sortie par rapport aux données d'entrées sont comme suit :

- Vérification de l'erreur relative au rapport de transformation ($\Delta m/m$) par rapport à la recommandation de la CEI 76 ;
- Vérifications de l'erreur relatives aux pertes en charges ($\Delta p_{cc}/p_{ccg}$) par rapport à la recommandation de CEI76 ;
- Vérification de l'erreur relative à la tension de court circuit à 75° ($\Delta U_{cc}/u_{ccg}$) ;
- Vérification de l'erreur relative aux pertes à vide ($\Delta P_{0c}/P_{0g}$) par rapport à la recommandation de la CEI 76 ;
- Vérification de l'erreur relative au courant à vide ($\Delta I_{0c}/I_{0g}$) par rapport à la recommandation de la CEI 76 ;
- Vérification des échauffements par rapport aux recommandations de la CEI 76.3.

Ces vérifications peuvent être sous forme d'un tableau indiquant toutes les données d'entrée et sortie, les erreurs et aussi les tolérances exprimées en pourcentages selon la norme CEI 76, et enfin emmener des observations appropriées pour chaque élément.

Ces dernières sont inscrites dans des procès- verbaux avec les résultats des essais, tels qu'exiger dans les données d'entrée. Ces PV sont joints au formulaire de la vérification qui désigne et synthétise sous forme d'un tableau (les éléments vérifiés par nature, les données d'entrée, les résultats) ainsi les moyens de vérification (mesure/ contrôle, essais/ proto, calcul, comparaison/ référence) et emmener les conditions particulière de vérification par élément, et marquer des observations, en fin mentionner les résultats de vérification en cochant la case indiquant un résultat négatif, ou s'il y a lieu d'une insuffisance en marquant à coté des actions à entreprendre⁸⁵.

3-1-6- Les validations et leurs enregistrements

Des validations de la conception doivent être réalisées conformément aux données d'entrée FO-7300-2, et ce, pour assurer que le produit résultant est apte à satisfaire aux exigences pour l'application spécifiée ou, lorsqu'il est connu, l'usage prévu.

Chaque fois que ceci est réalisable, la validation doit être totalement (toutes les données d'entrées, DE) effectuée avant la mise à disposition ou la mise en œuvre du produit.

Ces validations sont consignées moyennant des formulaires FO-7300-6 « validation de conception-développement ».

⁸⁵ Procédure de travail interne à l'entreprise.

À l'occasion de la validation finale, et pour éviter que des non conformités surviennent, une analyse AMDEC, et les actions préventives qui s'imposent, sont réalisés selon les directives du mode opératoire MO-8-530.

Après la validation, le transformateur n'a subi aucune modification ce qui permet au directeur d'unité et le chef de service études de lancer les commandes des matières et la programmation en production de ce type de transformateur. Lorsque le client est satisfait par ces produits, un rapport d'homologation est établi entre les deux entités pour les prochaines commandes⁸⁶.

⁸⁶ Procédure de travail interne à l'entreprise.

Section3 : audit du processus de conception d'un transformateurs 630/30 MT/BT

Il s'agit dans ce chapitre de mettre en œuvre la démarche d'audit présentée précédemment, en l'appliquant sur le processus conception et développement des transformateurs. Pour ce faire nous allons dans un premier temps dérouler la démarche d'audit, puis dans un second temps présenter les recommandations qui s'avéreront nécessaires.

1- Phase de préparation

L'objectif de cette phase est de nous permettre de mieux appréhender la mission, la planifier afin de pouvoir dégager les axes d'orientation qui vont la conduire. Cette phase ouvre la mission d'audit, tout va commencer par un ordre de mission envoyé par la direction générale de la société Electro-Industrie, c'est le tout premier élément de cette phase.

1-1- Ordre de mission ou lettre de mission

La direction d'Electro-Industrie donne ce mandat au service d'audit interne, mais également envoie une copie à tous ceux qui sont concernés par la mission (les audités) : chef de service de conception et développement des transformateurs et le responsable de l'unité (UTR).

Après avoir reçu l'ordre de mission, par toutes les parties concernées, nous autant qu'auditeurs d'Electro-Industrie sommes autorisé de commencer cette mission dont la première étape est :

1-2- La prise de connaissance

Avant de commencer les travaux, nous devons prendre connaissance du processus de conception des transformateurs, pour ce, nous devons disposer de documents, d'information nécessaires et pertinentes, ainsi que d'outils appropriés pour acquérir une meilleure connaissance.

Dans le cadre de notre recherche expérimentale, avec le responsable d'audit, un questionnaire de prise de connaissance est utilisé pour collecter les informations suivantes :

Tableau.7 : questionnaire de prise de connaissance

Questionnaire de prise de connaissance		
Contexte	Les informations collectées	Les outils appropriés
Contexte socio-économique	<p>-Activité : c'est un processus chargé de la conception des transformateurs.</p> <p>Objectifs : Satisfaction des clients et du marché national et international ; Objectif de produire 5000 transformateurs annuellement ; Echange de connaissances et de compétences entre les collaborateurs Etre leader sur le marché en termes de qualité et en quantité Développement et innovation sans cesse</p> <p>-Effectifs : le bureau d'étude est constitué d'un chef de service, cinq ingénieurs d'études et deux DEUA.</p> <p>-Situation budgétaire : faible, ne leur permet pas de fournir les moyens</p>	<p>À partir des Entretiens (interviews) avec le personnel du bureau d'étude.</p> <p>-Grille d'analyse des tâches : pour la répartition des tâches.</p> <p>-Sondage statistique. -Examen analytique. -Observation physique. -Visite des locaux.</p>

<p>Contexte organisationnel</p>	<p>nécessaires à la conception.</p> <p>-Environnement de travail: travail sur supports papiers, calcul à la main, pas de support informatique, ni logiciels, ni internet.</p> <p>-Organigramme : UTR, département technique (voir annexe)</p>	
<p>Connaissance du fonctionnement du service :</p>	<p>-Méthodes et procédures : normes d'audit internationales ISO, normes CEI 76, normes Allemandes, spécifications Sonelgaz.</p> <p>-Système d'information : échange d'information par courrier, et téléphone, un logiciel d'intranet en cours.</p>	

Source : élaboré par nous même

Après cette étape, et à partir des connaissances acquises, nous allons construire un document indispensable qui est le tableau des risques. Qu'on va expliquer de façon précise dans l'étape ultérieure.

1-3- Identification des risques

Dans cette étape, nous procéderons à une évaluation préliminaire des risques liés au processus de conception et développement des transformateurs.

S'agissant de l'audit de ce processus, l'identification des risques se fait dans un tableau appelé : tableau des risques.

Toujours dans le cadre de notre recherche, l'identification des risques potentiels se fait à partir des tâches ou étapes constituant le processus de conception des transformateurs. Comme le montre le tableau ci-après :

Tableau.8 : identification des risques

Découpage de processus en tâches	Objectif	Risque	Procédures	Constat
-Eléments d'entrée de la conception	-L'adéquation des exigences par rapport aux objectifs.	-données incomplètes -Données incompatibles -données ambiguës, invérifiables. -éléments non enregistrés.	Spécification Sonelgaz	Oui
-Eléments de sortie	-satisfaire les exigences d'entrée. définir les paramètres de fabrication, de contrôle et de données d'achats. -éléments de sorties approuvés au préalable.	-enregistrement insuffisant. -Non conformité des données d'entrée avec les données de sortie -Compétences insuffisantes pour le projet de conception.	CEI 76 Specifications sonelgaz	Oui
-Revue de la conception	- évaluer l'aptitude des résultats à satisfaire les exigences.	-non satisfaction des exigences.	PQT-7.300	Oui

-Vérification de la conception	-lancement de production de prototype, s'assurer que le résultat obtenu satisfait le résultat escompté.	-non enregistrement des vérifications. -vérification insuffisantes.	PQT-7.300	Oui
-Validation de la conception	-l'aptitude de produit résultant à satisfaire les exigences de l'application spécifiée, ou l'usage prévu.	-Moyens et matières non disponibles. -Vérification insuffisante.	PQT-7300	Oui

Source : élaboré par nous même

C'est donc à partir de ce document que nous allons préciser les objectifs de notre mission, ce qu'on expliquera de manière détaillée dans l'étape qui suit.

1-4- Définition des objectifs ou élaboration du référentiel

Appelé aussi « rapport d'orientation » Ce document se présente comme suit dans le processus de conception des transformateurs :

Figure.17 : rapport d'orientation.

RAPPORT D'ORIENTATION

I- Objectifs généraux :

Rappel des quatre objectifs du contrôle interne qui sont :

- Protection du patrimoine ;
- Fiabilité des informations ;
- Respect des lois et réglementations ;
- Efficacité et efficience des opérations.

II- Objectifs spécifiques :

On retrouve ici les risques identifiés lors de la phase de l'identification des risques et des faiblesses apparentes :

- S'assurer de la conformité des exigences d'entrée par rapport aux données de sortie
- Vérifier que les paramètres de fabrication, de contrôle et de données d'achats, éléments de sorties approuvés au préalable.
- S'assurer que le résultat obtenu satisfasse les données d'entrée.
- Vérifier l'aptitude du transformateur résultant à satisfaire les exigences de l'application spécifiée, ou l'usage prévu.

III- Champs d'action

- Service UTR
- Bureau d'étude
- Processus de conception des transformateurs

Source : élaboré par nous même

La durée de la phase de préparation nous a pris 30 jours, vue la complexité du processus de conception des transformateurs.

Nous avons achevé cette étape avec succès, avec toutes les informations collectées on entamera la phase de réalisation.

2- La phase de réalisation

Dans cette phase l'auditeur fait appel aux capacités d'observation, de dialogue et d'analyse et au sens de la déduction, à ce moment l'auditeur procède aux observations et constats.

Il teste les objectifs d'audit : ceux déjà définis dans la phase de préparation.

Les tests peuvent être de nature diverses : les observations, questionnaire,...

Dans cette phase on commence par :

2-1- la réunion d'ouverture

Cette phase marque le début des opérations de réalisation, on ne peut la tenir sans un « programme d'audit ». Ce qu'on va expliquer plus tard.

Nous avons établi une réunion d'ouverture avec la présence de ces personnes :

- L'équipe d'audit ;
- Chef de département d'UTR ;
- Chef de service de bureau d'étude.

Le déroulement de cette réunion passe par la présentation de la mission qui est demandée par la direction générale sous l'ordre de mission.

- Présenter les objectifs de la mission d'audit ;
- Présenter la note d'orientation ;
- Présenter la méthodologie de la conduite de la mission.

Dans cette réunion on présentera l'ordre du jour de la mission à effectuer.

Dans l'ordre du jour on aborde les points suivants :

Autour d'une table, une présentation s'effectue entre nous et les personnes concernées par le service UTR qui sont les audités, et notamment la présentation de la fonction.

Un rappel sur l'audit interne.

Nous avons exposé le rapport d'orientation établi dans la première phase, le communiquer aux audités, pour le faire connaître. Après une lecture commune, le document est connu de tous et devient un contrat entre les deux parties et aussi notre référentiel.

Nous précisons les personnes nécessaires pour réaliser des tests, en déterminant les rendez-vous, mais également le temps approximatif que nous passerons dans le service (plan d'audit, voir annexe).

Rappel sur les procédures d'audit : la réunion de clôture, quand et comment va être rédigé le rapport d'audit, il sera distribué à la direction général, et le responsable UTR et pour le chef de service, et le suivi des recommandations pour une date ultérieure.

Au terme de la réunion, nous avons un rapport d'orientations avec des objectifs définitifs, et avec un climat de coopération.

2-2- Le programme d'audit ou programme de travail

L'analyse de tableau des risques nous permet de dégager les axes d'orientation de la mission et déterminer la nature des contrôles qui seront effectués sur le terrain. Les points qui seront vérifiés au cours de cette mission, sont présentés dans le programme de vérification qui suit :

Tableau.9 : programme de vérification

Tâches	Programme de vérification	Auditeur responsable	Date de réalisation	Outils/ techniques
Eléments d'entrée de la conception.	Prélever aléatoirement un projet de conception d'un transformateur et vérifier : l'existence des exigences fonctionnelles, réglementaire et légales. Vérifier la conservation des documents : consultation client, spécification client	AR+A1+A2	16/07/2017	Sondage Vérification documentaire

Eléments de sortie de la conception	Vérifier la correspondance entre les données d'entrée et les données de sorties. Vérifier la conservation des documents : document technique, dossier de fabrication.	A1+A2	18/07/2017	vérification technique documentaire
Revue de conception	Vérifier les personnes participantes à ces revues Vérifier l'enregistrement de ces revues et les résultats de ces revues.	A1+A2	20/07/2017	vérification technique documentaire
Vérification et enregistrement	Examiner les résultats obtenus de la vérification de la conception et développement et leurs enregistrements ; Vérifier les procès- verbaux des essais de prototype.	A1+A2	22/07/2017	interview vérification technique documentaire interview
Validation	Vérifier la validation de conception et consulter les documents : Rapport d'homologation ; Commande des matières ; Programmation en production. Vérifier si le produit n'a pas effectué des modifications. Vérifier que le transformateur répond aux attentes de client par la consultation de dossier des réclamations.	A1+A2	24/07/2017	vérification technique documentaire interview


Source : élaboré par nous même

2-3- Travail sur le terrain

Il s'agit de mettre en œuvre le programme de vérification qui a été élaboré pour la conduite de la mission et cela nous a amené à identifier la réalité des forces et des faiblesses apparentes.


L'examen des différentes tâches de processus, a révélé des dysfonctionnements auxquels nous avons élaboré les FRAP ci-après :

Tableau.10 : Vérification de l'enregistrement de revue de conception dans le FO-7.300-4

Unité transformateur : Bureau d'étude.	Feuille de révélation et d'analyse des problèmes FRAP N° 1/6	
Période : 25/07/2017		
Référentiel papier de travail : procédure interne		
Problème : revue faite sans enregistrement dans le formulaire FO-7.300-4		
Constat : non respect du référentiel PQT 7.300		
Causes : manque de temps éviter la surcharge des documents.		
Conséquences : désorganisation des étapes du processus, les actions à suivre durant le processus pouvant être ambigus		
Recommandations : enregistrement automatique, revue de conception doit être faite périodiquement		
Etabli par : OUALIKENE Lysa, SAIDANI Nassima		Approuvé par : M. DANNOUN.


Source : élaboré par nous même

Tableau.11 : vérification de la compatibilité des tâches au sein du processus.

Unité transformateur : Bureau d'étude.	Feuille de révélation et d'analyse des problèmes FRAP N° 2/6	
Période : 26/07/2017		
Référentiel papier de travail : procédure interne		
Problème : non séparation des tâches/ tâches incompatibles.		
Constat : non respect du référentiel PQT 7.300		
Causes : manque du temps, manque d'effectif, surcharge de travail, absentéisme.		
Conséquences : non identification des faiblesses liées aux compétences du personnel, conflit entre le personnel.		
Recommandations : optimiser le contrôle interne, mettre en place un système d'information renforcer les règles et procédure en terme de séparation des tâches, recrutement de nouveaux personnel compétent.		
Etabli par : OUALIKENE Lysa, SAIDANI Nassima		Approuvé par : M. DANNOUN.


Source : élaboré par nous même

Tableau.12 : la consultation de l'enregistrement de la vérification

Unité transformateur : Bureau d'étude.	Feuille de révélation et d'analyse des problèmes FRAP N° 3/6	
Période : 27/07/2017		
Référentiel papier de travail : procédure interne		
Problème : vérification sans enregistrement dans le FO 7.300-5		
Constat : non respect du référentiel PQT 7.300		
Causes : inefficacité du contrôle interne.		
Conséquences : désorganisation des étapes de processus, les actions à suivre durant le processus pouvant être ambiguës.		
Recommandations : enregistrement automatique.		
Etabli par : OUALIKENE Lysa, SAIDANI Nassima		Approuvé par : M. DANNOUN.


Source : élaboré par nous même

Tableau.13 : Vérification du rapport de validation dans le formulaire FO-7.300-6

Unité transformateur : Bureau d'étude.	Feuille de révélation et d'analyse des problèmes FRAP N° 4/6	
Période : 28/07/2017		
Référentiel papier de travail : procédure interne		
Problème : pas de rapport de validation.		
Constat : non respect du référentiel PQT 7.300		
Causes : inefficacité du contrôle interne.		
Conséquences : désorganisation des étapes de processus, les actions à suivre durant le processus pouvant être ambiguës.		
Recommandations : enregistrement automatique.		
Etabli par : OUALIKENE Lysa, SAIDANI Nassima		Approuvé par : M. DANNOUN.


Source : élaboré par nous même

Tableau14 : feuille de révélation et d'analyse des problèmes indiquant une démotivation du personnel.

Unité transformateur : Bureau d'étude.	Feuille de révélation et d'analyse des problèmes FRAP N° 5/6	
Période : 29/07/2017		
Référentiel papier de travail : procédure interne		
Problème : démotivation du personnel.		
Constat : notre visite pour le bureau d'étude et les entretiens effectués montrent une démotivation du personnel		
Causes : manque de moyens matériel et immatériel (un seul ordinateur pour deux personnes)		
Conséquences : absentéisme, augmentation de la charge de travail		
Recommandations : .Amélioration des conditions de travail, en termes d'équipement, fournitures de bureau, etc.		
Etabli par : OUALIKENE Lysa, SAIDANI Nassima		Approuvé par : M. DANNOUN.

Source : élaboré par nous même

Tableau 15 : feuille de révélation indiquant un retard des échanges d'informations

Unité transformateur : Bureau d'étude.	Feuille de révélation et d'analyse des problèmes FRAP N° 6/6	
Période : 23/07/2017		
Référentiel papier de travail : procédure interne		
Problème : retard dans les échanges d'informations		
Constat : notre visite sur les lieux nous a permis de constater ce retard.		
Causes : manque de moyens de communication		
Conséquences : perte du temps.		
Recommandations : mise en place des TIC (internet, intranet...)		
Etabli par : OUALIKENE Lysa, SAIDANI Nassima		Approuvé par : M. DANNOUN.

Source : élaboré par nous même

La mise en œuvre des différents points du programme de vérification nous permet de passer à la dernière étape de la mission qui est la phase de conclusion

3- La phase de conclusion

Dans cette dernière phase, nous allons discuter et commenter dans la réunion de clôture tout ce qui a été fait durant la mission d'audit avec toutes les personnes concernées, pour enfin rédiger le rapport d'audit en son état final et auquel il faudra assurer un suivi.

3-1- Réunion de clôture

Elle réunit exactement les mêmes participants que la réunion d'ouverture.

3-2- Le rapport d'audit interne

Le rapport d'audit interne est un document qui réunit tout les dysfonctionnements et les recommandations proposées par l'auditeur, qui déjà enregistrés dans les FRAP qu'il a élaboré au cours de la phase de réalisation, ce rapport est présenté comme suit:

N° DE FRAP	RISQUES	RECOMMANDATIONS	RESPONSABLES CONCERNES
1&3&4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Revue, vérification et validations faites sans enregistrement dans le (formulaire FO-7.300-4), (FO- 7.300-5), (FO-7.30066). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mise en place des logiciels nécessaires pour effectuer des enregistrements automatiques, ➤ Procéder régulièrement à la procédure PQT. ➤ Contrôle permanent des documents. ➤ Assurer un archivage rigoureux et exhaustif des documents. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Chef de projet et les participants.
2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Non séparation des tâches/tâches incompatibles 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ optimiser le contrôle interne, mettre en place un système d'information pertinent ➤ renforcer les règles et procédure en termes de séparation des tâches, recrutement de nouveaux personnels compétents. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DRH, chef de service de conception.

5	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Démotivation du personnel 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ mettre en place des moyens informatique (ordinateurs, logiciels...) ➤ automatisation des opérations 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DUTR DG DMCL département moyens communs et logistiques
6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Retard dans les échanges d'information 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mise en place TIC (intranet, internet...) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DG, département informatique

Source : élaboré par nous même

Conclusion du rapport

L'application de la démarche d'audit sur le processus de conception des transformateurs nous a amené à identifier les risques de ce processus les faiblesses d'application des dispositifs de contrôle interne à travers l'élaboration d'un tableau des risques, d'un rapport d'orientation, et d'un programme de vérification. La mise en œuvre de ce dernier nous a conduits à l'élaboration des différents constats et des recommandations. La mise en œuvre de ces dernières permettra une meilleure maîtrise des risques pour ce processus.

Conclusion

Durant notre recherche expérimentale, nous avons constaté que le processus de conception d'un transformateur MT/BT au sein d'Electro-Industries s'effectue en suivant des étapes bien déterminées allant des éléments d'entrée jusqu'à la validation. Les vérifications effectuées durant notre mission d'audit nous ont permis de déceler quelques points faibles qui méritent d'être corrigés, suite auxquels nous avons fait des recommandations.

Nous avons effectué notre évaluation, conformément aux exigences de la célèbre norme ISO 9001 V 2008 ainsi que la procédure interne de l'entreprise. Cette évaluation a tendance à éviter que toute anomalie soit survenue, assurer la sécurité des consommateurs et minimiser les risques probables.

Pour conclure, ce travail a une importance capitale car il nous a permis de maîtriser les normes professionnelles d'audit interne ainsi que les éléments fondamentaux de la conduite d'une mission d'audit interne et la manière d'utiliser les outils et les techniques d'audit.

Conclusion générale

Conclusion générale

Au cours de ces dernières années les mutations économiques ont contribué à l'augmentation des risques au sein des organisations, Ainsi la conduite de celles-ci exige la mise en place des dispositifs de contrôles adaptés à la maîtrise des risques. C'est cette nécessité de maîtrise qui pousse les entreprises à disposer désormais d'une approche transversale des risques opérationnels, tel que l'audit interne qui occupe une place de plus en plus importante.

Dans notre travail, nous avons essayé d'étudier l'audit du processus de conception et développement et mettre en exergue son importance au sein de l'entreprise Electro-Industries. Notre choix a été orienté vers la conception du transformateur MT/BT.

Dans la première partie, nous avons approché théoriquement le processus de conception, où nous avons cité les enjeux de la conception et ses différentes relations directes avec les autres fonctions de l'entreprise, ainsi que le choix adéquat des méthodes associées à l'analyse des risques. Pour atteindre efficacement ses objectifs, l'entreprise doit s'assurer du bon fonctionnement de son processus de conception, en allant des données d'entrée jusqu'à la validation de la conception, en effectuant des audits tout au long du processus, ces audits comportent : l'audit interne qui permet à l'entreprise de s'assurer du bon fonctionnement de ce processus et le degré de maîtrise de ses opérations, et un audit des systèmes de management de la qualité pour assurer la conformité aux normes ISO 9001.

Dans la deuxième partie, nous avons appuyé nos connaissances théoriques en étudiant le cas d'Electro-Industries, en particulier le processus de conception des transformateurs MT/BT au sein de l'unité UTR. En effet le processus de conception étant vitale pour la survie d'une entreprise, son contrôle interne doit faire l'objet d'une revue périodique et ses risques identifiés et maîtrisés, pour ce faire, nous avons mis en œuvre la démarche d'audit préalablement présentée au niveau de la partie théorique. Ainsi après avoir pris connaissance de l'entreprise d'accueil, nous avons procédé à une revue des risques du processus de conception et vérifié l'existence des dispositifs de contrôle interne, cette étape nous a permis d'identifier les forces et les faiblesses apparentes du système qu'il fallait confirmer grâce à la mise en œuvre d'un programme de vérification, ce dernier nous a permis d'identifier les dysfonctionnements qui ont été consignés dans des FRAP, à l'aide de ces dernières, nous avons présenté le rapport d'audit concluant la mission effectuée.

Conclusion générale

Au cours de notre stage, nous avons remarqué que l'audit du processus de conception au sein d'Electro-Industrie est plus penché à l'audit qualité, qui est considéré comme le pilier de ses contrôles, contrairement à l'audit interne qui a été instauré très récemment en considérant cette dernière comme étant une fonction nouvelle.

Ainsi, nous avons constaté que L'E-I a les capacités de satisfaire les besoins de ses clients, mais ces dernières sont mal exploitées, cela revient aux différents problèmes soulevés dans le rapport d'audit. Pour que cette entreprise connaisse une évolution technologique et enrichira tous les domaines et en particulier la conception, il appartient à l'UTR de mettre en exergue et d'appliquer les recommandations qui ont été formulées dans le rapport d'audit final, qui sont les suivantes :

- La mise en place des logiciels nécessaires pour effectuer des enregistrements automatiques,
- Faire appel régulièrement à la procédure interne PQT ;
- Le contrôle permanent des documents ;
- L'assurance un archivage rigoureux et exhaustif des documents ;
- L'optimisation du contrôle interne, mettre en place un système d'information pertinent ;
- Le renforcement des règles et procédures en termes de séparation des tâches, recrutement de nouveaux personnels compétents ;
- Le renforcement des moyens informatique par de nouveaux matériels (ordinateurs, logiciels, etc.) ;
- L'automatisation des opérations ;
- La mise en place des TIC (intranet, internet, etc.)

BIBLIOGRAPHIE

- AZAMBERE, Jacques, AUDOUSSET Jean-George : *Maitriser une conception de qualité*, Edition Masson, Paris, 1992, ISBN : 2-225-83895-X.
- BARTHELEMY, Chenaux : *Analyse transversale de méthodes innovantes de conception collective pour une agriculture située*, Sciences agricoles, Toulouse, français, 2012, disponible à l'adresse : <http://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00761822>.
- BONNARD, Claire : *Le marché du travail des scientifiques : capital humain, incitations, proximité, éducation*, Université de Bourgogne, 2011, Français, disponible à l'adresse : <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00655967>.
- BLONDEL, François : *Gestion industrielle*, Edition n° 2 DUNOD, Paris, 2006 ISBN : 978-2-10-049685-3.
- BELLUT, Serge : *Les processus de la conception, ISO 9000 et performance*, AFNOR-11, Paris, 2004, ISBN 2-12-465086-6.
- CANET, Emilie : *La fabrique des outils de gestion, quel régime pour la conception*, XXII^e Conférence internationale de management stratégique, Juin 2013, disponible à l'adresse : <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01068745>.
- CATTAN, Michel : *Maitriser le processus de conception*, Edition AFNOR-11, paris, 2004 ISBN 2-12-465083-1.
- CALVI, Richard, LE DAIN Marie-Anne, HARBI Slim : *Stratégie de conception quels rôle pour la fonction achat ?*, X^e Conférence Internationale de Management Stratégique, 13-14 faculté des sciences de l'administration, université Laval, Québec, 13-14-15 Juin 2001 ; disponible à l'adresse : www.strategie-aims.com.
- FAYE, Delphine Clémentine : *Audit opérationnel de processus vente de total Sénégal*, mémoire, Audit et contrôle de gestion, Institut supérieur de comptabilité de banque et de finance, Centre Africain d'étude supérieure en gestion, 2013.
- LALOUX, Guillaume: *Management de la maintenance selon ISO 9001 : 2008*, Edition AFNOR, 2009.
- GAUTHIER, Rémy: *Qualité en conception de produits nouveaux, proposition d'une méthode de fiabilisation du processus de management de l'information*, thèse de doctorat, Sciences de L'ingénieur, Ecole nationale supérieure d'arts et métiers - ENSAM, 1995. Français.
- LE MASSON Pascal, HATCHUEL Armand, WEIL Benoit, et al : *La théorie C-K, un fondement formel aux théories de l'innovation Les grands auteurs du management de l'innovation et de la créativité*, In Quarto, Edition management et société, Paris, 2016, disponible à l'adresse : <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-01243331>.

- HOOGE, Sophie : *Performance de la R&D en rupture et des stratégies d'innovation : Organisation, pilotage et modèle d'adhésion*, thèse de doctorat, science de gestion, école nationale supérieure de mine de Paris, 2010.
- HOOGE, Sophie, STASIA Roland : *Performance de la R&D et de l'innovation*, Paris : Presses des Mines, collection Économie et Gestion, 2016, ISBN : 978-2-35671-416-9.
- IFACI : *Les outils de l'audit interne*, Edition EYROLLES, Paris, 2013.
- LEMANT, Olivier : *La conduite d'une mission d'audit interne*, Edition DUNOD, Paris, 1991, ISBN 2-85354-105-3.

- LEMANT, Olivier : *L'audit interne*, e-thèque, 2003, ISBN : 978-2-7946-0009-3.

- *Le guide de la normalisation, première approche*, Edition le pôle veille et expertise documentaire, AFNOR, 2011, ISBN : 978-2-12-465332-4.
- LE MASSON Pascal, WEIL Benoit : *La conception innovante comme mode d'extension et de régénération de la conception réglée : les expériences oubliées aux origines des bureaux d'études*, entreprise et histoire, Eska, Paris, 2010, disponible à l'adresse : <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00696132>
- LE MASSON Pascal, WEIL Benoit, HATCHUEL Armand : *Théorie, méthodes et organisation de la conception*, Edition Paris : presses des mines, collection sciences de la conception, Paris, 2014, ISBN 978-2-35671-140-3.

- JONQUIERES, Michel : *Manuel de l'audit des systèmes de management à l'usage des Auditeurs et des audités*, Edition AFNOR, 2006.

- MATTA Nada, RIBIERE Myriam, CORBY Olivier : *Définition d'un model de mémoire de projet*, RR- 3720, INRIA, 1999, disponible à l'adresse : <https://hal.inria.fr/inria-00072945>.
- POINTET, Jean-Marc, *Rôle du marketing en conception innovante : les leçons du cas AXANE*, gestion 2000, volume (28), 2011.
- RENARD, Jacques : *Théorie et pratique de l'audit interne*, Edition EYROLLES, Paris, 2015, ISBN : 978-2-212-55748-0.

- TARENDEAU, Jean-Claude : *Recherche et développement*, Paris, 1994.
- YANNOU Bernard, BIGAND Michel, GIDEL Thierry et al: *La conception industrielle de produit Volume (1) management des hommes, des projets et des informations*, Edition Lavoisier, 2008, volume (1), Paris, 2008, ISBN: 978-2-7462-1921-2.

AUTRES DOCUMENTS

Documents internes à l'entreprise ELECTRO-INDUSTRIES.

Bibliographie

Procédure interne PQT-7.300.

REFERENCIELS

Norme ISO 9001 version 2008.

Norme ISO 9000 version 2005.

NORME 190011 Version 2011.

La norme internationale CEI 60076.

WEBOGRAPHIE

<http://www.buvetteetudiants.com/cours/59/la-relation-entre-le-marketing-et-la-r-d-recherche-et-developpement>.

<http://www.qualiblog.fr/audit-interne-audit-fournisseur/les-objectifs-de-laudit-interne/>

<http://www.qualiblog.fr/principes-generaux-de-la-qualite/le-processus-conception-et-developpement-un-processus-majeur>.

<https://www.ck-theory.org/la-theorie-ck>.

<http://www.centaury.fr/services/coaching-et-consulting/creativite-et-conception-innovante-theorie-ck>.

<http://fr.slidershare.net>.

<http://www.imacaudit.net>. IMAC audit & conseils : « la conduite d'une mission d'audit ».

<http://www.memoireonline.com/08/09/2508/Contribution-de-laudit-interne-dans-la-realisation-des-objectifs-de-lentreprise.html>.

Annexes

Les annexes

Liste des annexes	
Annexes	Intitulé
Annexe 1	Plan d'audit
Annexe 2	Ordre de mission
Annexe 3	Organigramme unité transformateurs, département technique
Annexe 4	Grille d'analyse des tâches
Annexe 5	Questionnaire de contrôle interne
Annexe 6	Planification de la conception et du développement
Annexe 7	Synthèse de cahier des charges de projet de conception et du développement
Annexe 8	Eléments de sortie de la conception et du développement ou étude
Annexe 9	Revue de la conception et du développement
Annexe 10	Vérification de la conception et du développement
Annexe 11	Validation de la conception et du développement
Annexe 12	Le projet de réalisation d'un transformateur.

Annexes

- **Annexe 1 : plan d'audit**

<ul style="list-style-type: none"> • Nature de l'audit : audit de processus de conception des transformateurs 			
<ul style="list-style-type: none"> • Type de l'audit : audit de conformité. 			
<ul style="list-style-type: none"> • Objectifs de l'audit : Vérifier la conformité des pratiques avec les procédures en vigueur dans l'entreprise ; S'assurer de l'efficacité du processus de conception Fiabilité des informations 			
<ul style="list-style-type: none"> • Référentiel : ISO 9001 version 2008/190011 version 2011/procédure interne PQT-7.300 			
<ul style="list-style-type: none"> • Le champ d'audit : Temps d'audit : /06/06/2017 – 30/09/2017. Organisme : Electro-Industrie / SPA Unité : UTR Site : bureau d'études 			
<ul style="list-style-type: none"> • Les méthodes d'audit : Les entretiens Les sondages QCI Technique documentaire 			
<ul style="list-style-type: none"> • L'équipe d'audit : RA+ A1+ A2 	RA : Mr. DANONE	A1 : Mlle. OUALIKENE	A2 : Mlle. SAIDANI
<ul style="list-style-type: none"> • Les audités: 	responsable (UTR), chef de service, les ingénieurs d'études, DEUA.		

Faisabilité de l'audit :	➤ OUI	➤ NON	• Signature et cachet
Travaux à effectués	Dates	Auditeurs	Audités (les participants)
Phase de préparation	06/06/2017-06/07/2017	AR+A1+A2	UTR Bureau d'étude
Phase de réalisation	08/07/2017-30/07/2017		

Annexes

La réunion d'ouverture	08/07/2017	AR+A1+A2	Chef de service de bureau d'étude. Ingénieurs d'étude DEUA
Programme de vérification	16/07/2017-24/0/2017	A1+A2	
Données d'entrée	16/07/2017	A1+A2	//
Données de sortie	18/07/2017	A1+A2	//
Revue de conception	20/07/2017	A1+A2	//
Vérification de la conception	22/07/2017	A1+A2	//
Validation de la conception	24/07/2017	A1+A2	//
Travail sur le terrain	25/07/2017-30/07/2017	AR+A1+A2	
Phase de conclusion	04/09/2017-30/09/2017		Responsable d'UTR Chef de service UTR
Réunion de clôture	04/09/2017		Ingénieurs d'études
Rapport d'audit final	08/09/2017	AR+A1+A2	R-UTR+ chef de service UTR+ Ingénieurs d'études + DEUA

Annexes

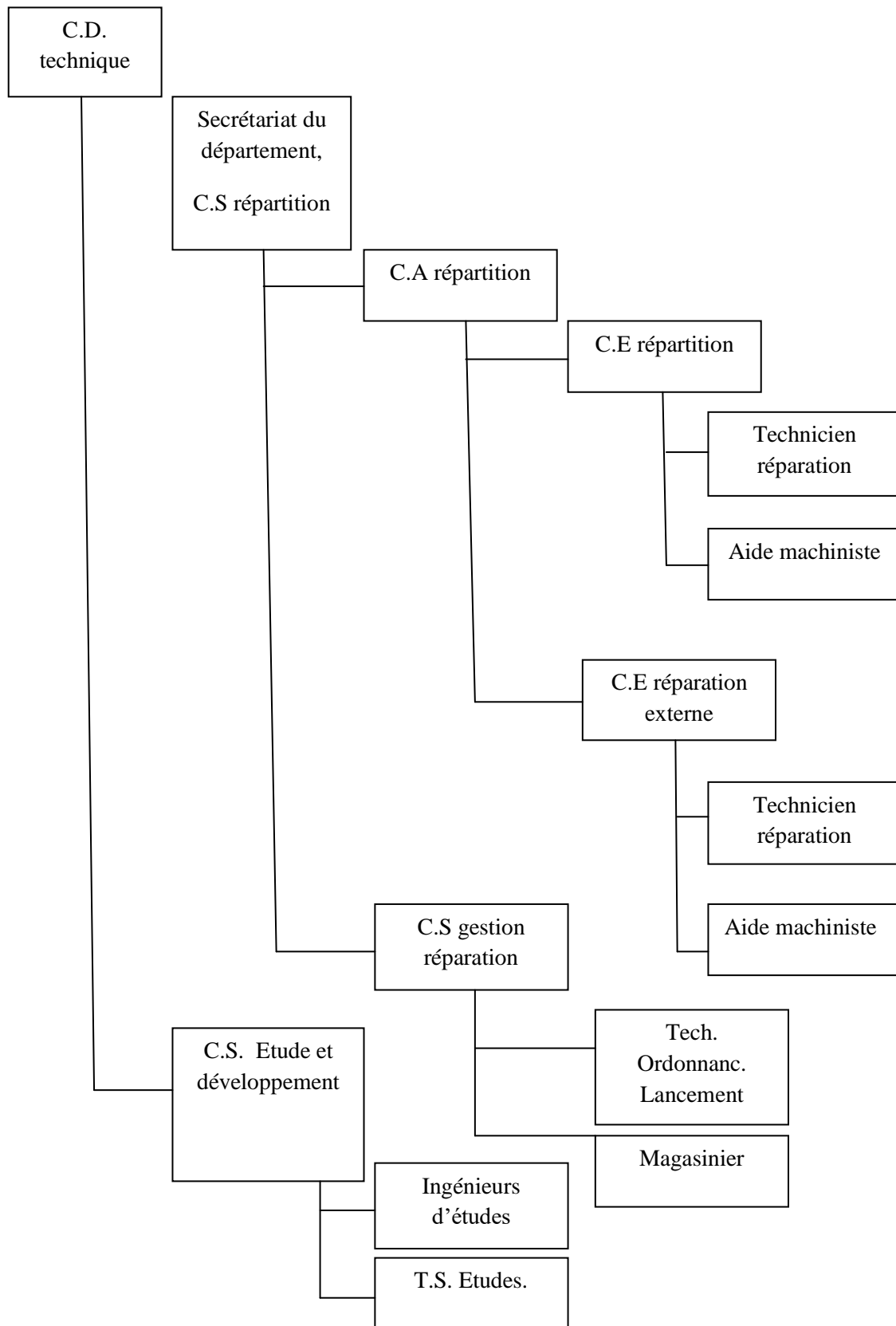
- Annexe 2 : ordre de mission

La lettre de mission	15 mars 20xx
A : Département comptabilité	
De : La fonction d'audit interne	
Objet : Audit du processus comptes créditeurs	
<p>Le département d'audit interne a prévu un audit de vos processus de comptes créditeurs.</p> <p>Notre examen portera sur les procédures comptables, les communications et les interfaces avec le service des achats, et les procédures d'acceptation des escomptes de caisse. Nous avons également prévu d'effectuer un examen détaillé de vos procédures. Cette revue a été programmée dans notre processus annuel de planification et a été également demandée par nos auditeurs externes.</p> <p>Nous allons commencer notre examen au cours de la semaine du 22 avril 20XX, et nous prévoyons de conclure notre travail, y compris l'émission d'un rapport d'audit, en Juin. Lester Tuttle sera directement responsable de cet examen, il prendra contact avec vous pour discuter de nos plans d'examen plus en détail. Lester sera assisté par deux autres membres de notre personnel de l'audit.</p> <p>Nous aurons besoin d'accéder à vos comptes régulièrement, les enregistrements comptables et des rapports comptables.</p> <p>De plus, il vous prie d'informer votre fournisseur que nous prévoyons d'effectuer certains tests automatisés sur des fichiers. prière prendre les dispositions pour accéder aux systèmes avant notre visite. Nous aurons également besoin de l'espace de travail dans votre bureau.</p> <p>Nous vous demandons de nous contacter au poste 9999 si vous avez des questions.</p>	
CC: G. Busch	
A. Ponzì, X, Y, & Z Co.	
L. Tuttle	

Source : David, « Nature des changements produits par une mission d'audit interne », Université of Toronto, 2001.

Annexes

- Annexe 3 : organigramme unité transformateurs, département technique.



Annexes

Annexe 4 : grille d'analyse des taches

Tâches Responsables	Chef de service	Techniciens supérieurs études	Cadre technique	Ingénieurs d'études
Suivre la réalisation des prototypes dans les délais impartis.	X			
Vérifier les dossiers d'études conformément aux exigences.	X			
Veiller aux respects des documents afférents aux règlements intérieurs de l'entreprise.	X			
Veiller à la planification et la gestion idéale du service.	X			
Préservation de la qualité du produit par un choix succins des matières.	X			
Amélioration de la qualité du travail par l'apport de moyens adéquats.	X			
Dessiner les nouveaux plans pour les produits à développer.		X		
Etudier les modifications des produits.		X	X	
Suivre le niveau de production. Les phases de réalisation de nouveaux produits.			X	
Veiller au respect de la qualité et délais impartis.			X	
Mettre à jour la nomenclature, des plans et feuille de calcul.			X	
Etudier l'adaptation des nouvelles matières ou composant rentrant dans la fabrication des produits.			X	

Annexes

Etudier la faisabilité des produits demandée.				X
Veiller à une réalisation de bonne qualité et dans les meilleurs délais.				X
Assister toutes les opérations de réalisation de nouveaux produits.				X
Elaborer les dossiers d'exécutions (feuille de calcul et instructions)				X
Etablir les notices d'utilisation des produits, les spécifications techniques et cahier des charges des matières à acheter.				X
Respecter les délais de prise en charge des dossiers.				X
Suivre l'homologation des matières d'achats en collaboration avec d'autres structures.				X
Codifier les nomenclatures et plans des pièces d'achats, des pièces intégrées.				X

Annexes

- **Annexe 5 : questionnaire de contrôle interne**

Question	OUI	Non	Observation
Lors de la planification de la conception et du développement l'organisme détermine-t-il les étapes de la conception et du développement ?	X		
Lors de la planification de la conception et du développement l'organisme détermine-t-il les activités de revue, de vérification et de validation appropriées à chaque étape de la conception et développement ?	X		
Lors de la planification de la conception et du développement l'organisme détermine-t-il les responsabilités et autorités pour la conception et le développement ?	X		
L'organisme doit gérer les interfaces entre les différents groupes impliqués dans la conception et développement pour assurer une communication efficace et une attribution claire des responsabilités ?		X	
L'organisme met-il à jour les éléments de sortie de la planification autant que nécessaire au cours du déroulement de la conception et du développement ?		X	
L'organisme détermine t'il les éléments d'entrée concernant les exigences relatives au produit ?	X		

Annexes

Les enregistrements des éléments d'entrée concernant les exigences relatives au produit sont ils conservés ?	X		
Ces éléments comprennent-ils les exigences fonctionnelles et de performance ?	X		
Ces éléments comprennent-ils les exigences réglementaires et légales applicables ?	X		
Ces éléments comprennent-ils le cas échéant, les informations issues de conceptions similaires précédentes ?	X		
Ces éléments comprennent-ils les autres exigences essentielles pour la conception et le développement ?	X		
Ces éléments d'entrée sont-ils revus quant à leur adéquation afin de vérifier que les exigences soient complètes, non ambiguës et non contradictoires ?	X		
Les éléments de sortie de la conception et du développement sont ils fournissent sous une forme permettant leur vérification par rapport aux éléments d'entrée ?	X		
Les éléments de sortie de la conception et du développement sont ils approuvés avant leur mise à disposition ?	X		

Annexes

Les éléments de sortie de la conception et du développement satisfassent ils aux exigences d'entrée de la conception et du développement ?	X		
Les éléments de sortie de la conception et du développement fournissent ils les informations appropriées pour les achats et la production ?	X		
Les éléments de sortie de la conception et du développement contiennent ils les critères d'acceptation du produit ou y font ils référence ?	X		
Les éléments de sortie de la conception et du développement spécifient ils les caractéristiques des produits essentiels pour son utilisation correcte et en toute sécurité ?	X		
Des revues méthodiques de la conception et du développement sont elles réalisées par l'organisme aux étapes appropriées, conformément aux dispositions planifiées ?	X		
Ces revues de la conception et du développement permettent elles d'évaluer l'aptitude des résultats de la conception et du développement à satisfaire les exigences ?	X		
Ces revues de la conception et du développement permettent elles d'identifier tous les problèmes et de proposer les actions nécessaires ?	X		

Annexes

Les participants à ces revues comprennent-elles des représentants des fonctions concernées par la (les) étapes (s) de conception et de développement objet(s) de ces revues ?	X		
Les enregistrements des résultats de ces revues et de toutes les actions nécessaires sont-ils conservés ?		X	Revue faite sans enregistrement
Des vérifications de la conception et du développement sont-elles réalisées conformément aux dispositions planifiées (voir 7.3.1) ?	X		
Ces vérifications permettent-elles d'assurer que les éléments de sortie de la conception et du développement ont satisfait aux exigences des éléments d'entrée de la conception et du développement ?	X		
Les enregistrements des résultats de la vérification et de toutes les actions nécessaires sont-ils conservés (voir 4.2.4) ?		X	Revue faite sans enregistrement
Des validations de la conception et du développement sont-elles réalisées conformément aux dispositions planifiées (voir 7.3.1) ?	X		
Ces validations permettent-elles d'assurer que le produit résultant est apte à satisfaire aux exigences pour l'application spécifiée ou, lorsqu'il est connu, l'usage prévu ?	X		

Annexes

Lorsque cela est réalisable, ces validations sont elles effectuées avant la mise à disposition ou la mise en œuvre du produit ?	X		
Les enregistrements des résultats de ces validations et de toutes actions nécessaires sont elles conservés (voir 4.2.4) ?	X		
Les modifications de la conception et du développement sont elles identifiées ?	X		
Les modifications de la conception et du développement sont elles enregistrées ?	X		
Les modifications sont elles revues, vérifiées et validées, comme il convient, et approuvées avant leur mise en œuvre ?	X		
Les revues des modifications de la conception et du développement incluent elles l'évaluation de l'incidence des modifications sur les composants du produit, d'une part, et du produit déjà livré, d'autre part ?	X		
Les enregistrements des résultats des revues des modifications et de toutes les actions nécessaires sont ils conservés (voir 4.2.4) ?	X		

- Annexe 6 : planification de la conception et du développement

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	PROCEDURE SYSTEME QUALITE CONCEPTION, DEVELOPPEMENT ET ETUDES	Edition du 09.07.2008 Réf. : PQT-7.300 Page : 11/24
--	--	---

ANNEXE A- Formulaire F0-7.300-1

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	Procédure Système Qualité Conception et développement	Page : 1 / 1
Planification de la conception et du Développement		Plan du :
INTITULE / PROJET :		Visa Ch.de Pr.
CHEF DE PROJET :		

N°	Phase ou Etape					Responsables (Pilotes)	Dates prév de fin	Revues de Conception		Document joints
	INTITULE	RC	Et	Ver	Val			Dates	Visa Ch. de Pr	
1	Elaboration du cahier des charges -Eléments d'entrées de la conception			x	x	INGENIEUR ETUDES			Chef de Service Etudes	AAO , consultations clients,spécifications clients
2	Déterminations des éléments de sortie de la conception-		x	x	x	INGENIEUR ETUDES			Chef de service Etudes	Documents techniques,spécifications clients ,dossier de fabrications,
3	Revue de la conception	x	X	x	x	Chef de Service Etudes/Ingenieur Etudes			Chef de service Etudes	Partie active-dossier de fabrication-Fichier données d'achat....
4	Vérification de la conception-Lancement en production de prototypes	X	X	x	x	Chef de Service Etudes/Ingenieur Etudes			Chefs de services Etudes/ contrôle qualité	-Ordre de fabrication -PV d'ESSAIS
5	Validation de la conception-	X	X	X	X	Chef de Service Etudes/Ingenieur Etude			-Directeur d'Unité -Chef de service ETudes	Rapport d'homologation -commande des matières - programmation en production
6	Modification de la conception					Chef de Service Etudes/Ingenieur Etude			Chef de Service Etudes	

F0-7.300-1/ 09/07/2008

Annexes

Annexe 7 : synthèse de cahier des charges de projet de conception et développement

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE		PROCEDURE SYSTEME QUALITE CONCEPTION, DEVELOPPEMENT ET ETUDES		Edition du 09.07.2008	
				Réf. : PQT-7.300	
				Page : 13/24	

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE		ENREGISTREMENT DU SYSTEME QUALITE SYNTHESE de Cahier des Charges de PROJET de CONCEPTION, DEVELOPPEMENT ou ETUDE		Page : 2/2	
				CdCh du	
				Remplacé par CdCh du 09.07.2008	
INTITULE / PROJET :					
CHEF DE PROJET :				Visa Ch.de Pr.	

OBJECTIFS du PROJET et/ou des Données d'Entrée « DE »				Vérifications D.E.	
				Adequation / Obj.	
				Complètes	
				Non - Ambiguës	
				Non-Contradictoires	

N°DE	EXIGENCES NORMATIVES - REGLEMENTAIRES	El. mesurables			
14	CEI 76 Autres données d'entrées voir spécification SONELGAZ STS 160 - 12 / 2000 .				
N°DE	EXIGENCES NORMATIVES - LEGALES	El. mesurables			
15	Interdiction d'utilisation de l'huile ASKAREL (PCB) Interdiction d'utilisation du silicagèle à base de CHLORE et de PLOMB - voir respectivement CEI 60296 ed 2004 et AZ/TUN 901 178. (loi.99.09 du 2/02/99 maîtrise de l'énergie)				
EXIGENCES DE SIMILITUDE A D'AUTRES PROJETS DE REFERENCE					
N°DE	PROJET	PHASE / ELEMENT	El. mesurables		
16	Dossier - Plans et nomenclatures				
N°DE	AUTRES EXIGENCES	El. mesurables			
17	Encombrements L x l x H (mm)				
18	Poids (kg)				
19	Les limites d'échauffement admissibles selon CEI 76.3				
	- Echauffement maximum de l'huile :60°C				
	- Echauffement moyen des enroulements :65 °C				
	-Température ambiante : 40°C				
20	- Echauffement maximum des enroulements : 75 °C				
20	- Cuve à ondes (ondulations)				
21	Accessoires				
	-Relais Buchholz				
	-Thermomètre				
	-Soupape de sécurité				
	-Boîte à câbles				
	-Matériaux				
	Bobinage :cuivre				
	Noyau : tôle magnétique à grains orientés				
	-Peinture:				

7300 2/ 09/07/2008

Annexe 8 : éléments de sorties de la conception et développement ou étude

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	PROCEDURE SYSTEME QUALITE	Edition du 09.07.2008
	CONCEPTION, DEVELOPPEMENT ET ETUDES	Réf. : PQT-7.300 Page : 14/24

ANNEXE C Formulaire F0-7.300-3

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	ENREGISTREMENT DU SYSTEME QUALITE	Page : 1/3			
	ELEMENT DE SORTIES DE LA CONCEPTION ET DEVELOPPEMENT OU ETUDES	CdCh du Remplacé par CdCh du 09.07.2008			
INTITULE / PROJET :		Visa Ch.de Pr.			
OBJECTIFS du PROJET et/ou des Données de « Sortie » DS		Vérfications D.E.			
		Adéquation / Obj.	Complètes	Non - Ambiguës	Non-Contradictiores
1-Rapport de transformation : m					
m : rapport de transformation de la prise principale $m=U1/U2$ U sp : tension de spire (V) N1 : nombre de spires nominale primaire N2 : nombre de spires nominale secondaire à vide $m'=N1/N2$					
2-Les pertes en charge :					
I1 : courant nominale de phase de HT (A) = I2 : courant nominale secondaire de phase BT(A)= S1 : section du conducteur de l'enroulement HT (mm ²) = S2 : section du conducteur de l'enroulement BT (mm ²) = J1 : densité du courant de phase HT (A/ mm ²) = J2 : densité du courant de phase secondaire BT(A/ mm ²) = Poids du cuivre HT (kg)= Poids du cuivre BT (kg) Pcc : pertes en charge calculées à 75 °C (W)= Pcc g: pertes en charge garanties à 75 °C (W) =					

FO 7300 - 3/09/07/2008

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	PROCEDURE SYSTEME QUALITE	Edition du 09.07.2008
	CONCEPTION, DEVELOPPEMENT ET ETUDES	Réf. : PQT-7.300 Page : 15/24

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	ENREGISTREMENT DU SYSTEME QUALITE	Page : 2/3			
	ELEMENT DE SORTIES DE LA CONCEPTION ET DEVELOPPEMENT OU ETUDES	CdCh du Remplacé par CdCh du 09.07.2008			
INTITULE / PROJET :		Visa Ch.de Pr.			
OBJECTIFS du PROJET et/ou des Données de « Sortie » DS		Vérifications D.E.			
		<table border="1"> <tr> <td>Adequation / Obj.</td> <td>Complètes</td> <td>Non - Ambiguës</td> <td>Non-Contradictoires</td> </tr> </table>	Adequation / Obj.	Complètes	Non - Ambiguës
Adequation / Obj.	Complètes	Non - Ambiguës	Non-Contradictoires		
3-Tension de court-circuit ramenée à 75°C					
h1 : hauteur magnétique BT (mm) =					
h2 : hauteur magnétique HT (mm) =					
Usp : tension de spires (V) =					
D1 : diamètre intérieur BT (mm) =					
D2 : diamètre extérieur BT (mm) =					
D3 : diamètre intérieur HT (mm) =					
D3 : diamètre extérieur HT (mm) =					
Pcc : pertes en charge à 75 °C (kW) =					
Ucc c : tension relative de court-circuit calculée à 75 °C % =					
Ucc g : tension relative de court-circuit garantie à 75 °C % =					
4- Pertes à vide et courant à vide					
4.1- Pertes à vide P0 (Watt)					
Dc : Diamètre de la colonne (mm) =					
Ec : Entre axe colonne (mm) =					
Loc : longueur de la colonne (mm) =					
Poids du circuit magnétique (kg) =					
Section du circuit magnétique (mm ²) =					
Bc : champ d'induction crête (Tesla) =					
P0c : pertes à vide calculées (w) =					
P0g : pertes à vide garanties (w) =					
Qualité de la tôle magnétique					

7.300.3/ 09/07/2008

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	PROCEDURE SYSTEME QUALITE	Edition du 09.07.2008
	CONCEPTION, DEVELOPPEMENT ET ETUDES	Réf. : PQT-7.300 Page : 16/24

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	ENREGISTREMENT DU SYSTEME QUALITE ELEMENT DE SORTIES DE LA CONCEPTION ET DEVELOPPEMENT OU ETUDES	Page : 3/3		
		CdCh du Remplacé par CdCh du 09.07.2008		
INTITULE / PROJET :		Visa Ch.de Pr.		
OBJECTIFS du PROJET et/ou des Données de « Sortie » DS		Vérifications D.E.		
		<table border="1"> <tr> <td>Adéquation / Obj.</td> <td>Complètes</td> <td>Non - Ambiguës</td> <td>Non-Contradictôires</td> </tr> </table>	Adéquation / Obj.	Complètes
Adéquation / Obj.	Complètes	Non - Ambiguës	Non-Contradictôires	
4.2- Courant à vide (%)				
Dc : diamètre de la colonne (mm)				
Poids du circuit magnétique (kg)				
Bc (Tesla):Induction de crête				
I0c (%) : courant à vide calculée				
I0 g (%) : courant à vide garantie				
5- Echauffements				
$\Delta\Theta$ HT/h : différence de température de HT/huile (K)=				
$\Delta\Theta$ BT/h : différence de température de BT/huile (K)=				
$\Delta\Theta$ max h : élévation maximale de l' huile (K)=		< 60 °C		
$\Delta\Theta$ moy HT : élévation moyenne de la température de HT (K) =		< 65°C		
$\Delta\Theta$ moy BT : élévation moyenne de la température de BT (K) =		< 65°C		
P55 (w) :pertes totales à dissiper / DC55 : surface de dissipation : paramètres de la cuve				
6- Elaboration des Plans et Nomenclatures				

7300.3/ 09/07/2008

Annexe 9 : revue de la conception et du développement

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	PROCEDURE SYSTEME QUALITE	Edition du 09.07.2008
	CONCEPTION, DEVELOPPEMENT ET ETUDES	Réf. : PQT-7.300 Page : 17/24

ANNEXE D – Formulaire F0-7.300-4

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	ENREGISTREMENT DU SYSTEME QUALITE	Page : 1/2
	REVUE de La CONCEPTION, DEVELOPPEMENT	PLAN du Remplacé par PLAN du
INTITULE / PROJET :		Visa Ch.de Pr.
CHEF DE PROJET :		

a- Vérification des données de sorties par rapport aux données d'entrées.

- Vérification de l'erreur relative $\Delta m/m$ par rapport à la recommandation de la CEI 76
- Vérification de l'erreur relative $\Delta P_{cc}/P_{cc}$ par rapport à la recommandation de la CEI 76
- Vérification de l'erreur relative $\Delta U_{cc} c/U_{cc} g$ par rapport à la recommandation de la CEI 76
- Vérification de l'erreur relative $\Delta P_0 c/P_0 g$ par rapport à la recommandation de la CEI 76
- Vérification de l'erreur relative $\Delta I_0 c/I_0 g$ par rapport à la recommandation de la CEI 76
- Vérification des échauffements par rapport aux recommandations de la CEI 76.3

Données Exigences	Données d'entrées	Données de sortie	Erreur relative	Tolérance% C.E.T 76	Obs
Rapport de transformation m	$U_1 = kV$ $U_2 = kV$ Groupe de couplage $m =$	$N_1 =$ $N_2 =$ $m' =$	$\Delta m/m = m-m' / m$ = prise principale	± 0,1%	
Pertes en charge à 75°C	$P_{cc} g (kw) =$	$P_{cc} C (kw) =$	$\Delta P_{cc} / P_{ccg} =$	+ 15%	
Tension de court-circuit à 75°C	$U_{cc} g (%) =$	$U_{cc} C (%) =$	$\Delta U_{cc} / U_{ccg} =$	±10	
Pertes à vide	$P_0 g (kw) =$	$P_0 C (kw) =$	$\Delta P_{cc} / P_{0g} =$	+15%	
Courant à vide	$I_0 g (%) =$	$I_0 C (%) =$	$\Delta I_0 / I_0g =$	+30%	
Température des Enroulements	$\Delta \theta_{cu} \leq 65 K$	$\Delta \theta_{cu}$ calcul $\theta_T = K$ $\theta_{HT} = K$	< 65 K		
Température de l'huile	$\Delta \theta_H \leq 60K$	$\Delta \theta_H$ calculée	< 60 K		

F0.7300.4/09/07/2008

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	PROCEDURE SYSTEME QUALITE	Edition du 09.07.2008
	CONCEPTION, DEVELOPPEMENT ET ETUDES	Réf. : PQT-7.300 Page : 18/24

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	ENREGISTREMENT DU SYSTEME QUALITE	Page : 2/2
	REVUE de La CONCEPTION, DEVELOPPEMENT	PLAN du Remplacé par PLAN du
INTITULE / PROJET :		
CHEF DE PROJET :		Visa Ch.de Pr.

a- Vérification des données de sorties par rapport aux données d'entrées.

- Vérification de l'erreur relative $\Delta m/m$ par rapport à la recommandation de la CEI 76
- Vérification de l'erreur relative $\Delta P_{cc}/P_{cc}$ par rapport à la recommandation de la CEI 76
- Vérification de l'erreur relative $\Delta U_{cc} c/U_{cc} g$ par rapport à la recommandation de la CEI 76
- Vérification de l'erreur relative $\Delta P_0 c/P_0 g$ par rapport à la recommandation de la CEI 76
- Vérification de l'erreur relative $\Delta I_0 c/I_0 g$ par rapport à la recommandation de la CEI 76
- Vérification des échauffements par rapport aux recommandations de la CEI 76.3

Données Exigences	Données d'entrées	Données de sortie	Erreur relative	Tolérance% C.E.T 76	Obs
Rapport de transformation m	$U_1 = kV$ $U_2 = kV$ Groupe de couplage $m =$	$N_1 =$ $N_2 =$ $m' =$	$\Delta m/m = m-m' / m$ = prise principale	± 0,1%	
Pertes en charge à 75°C	$P_{cc} g (kw) =$	$P_{cc} C (kw) =$	$\Delta P_{cc} / P_{ccg} =$	+ 15%	
Tension de court-circuit à 75°C	$U_{cc} g (%) =$	$U_{cc} C (%) =$	$\Delta U_{cc} / U_{ccg} =$	±10	
Pertes à vide	$P_0 g (kw) =$	$P_0 C (kw) =$	$\Delta P_{cc} / P_{0g} =$	+15%	
Courant à vide	$I_0 g (%) =$	$I_0 C (%) =$	$\Delta I_0 / I_0g =$	+30%	
Température des Enroulements	$\Delta \theta_{cu} \leq 65 k$	$\Delta \theta_{cu}$ calcul BT = K HT = K	< 65 K		
Température de					

F0-7.300-4/ 09/07/2008

Annexe 10 : vérification de la conception et du développement

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	PROCEDURE SYSTEME QUALITE CONCEPTION, DEVELOPPEMENT ET ETUDES	Edition du 09.07.2008 Réf. : PQT-7.300 Page : 19/24
--	--	---

ANNEXE E – Formulaire F0-7.300-5

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	ENREGISTREMENT DU SYSTEME QUALITE Vérification de Conception- Développement - « VER » à la fin d'une Phase de Projet	Page : / VER du
INTITULE / PROJET :		Visa :
CHEF DE PROJET :		
INTITULE / PHASE :	N°:	Visa :
Resp. de la Vérific. :		

Eléments Vérifiés (Nature)	Donnée d'entrée (Exigence)	Donnée de sortie (Résultat)	Vérifié moyennant			
			Mesure/Contrôle	Essais/Proto	Calcul Complém	Comparaison/Réf

CONDITIONS PARTICULIERES DE VERIFICATION	
Elément :	Observations :

DOCUMENTS, RAPPORTS, NOTES DE CALCUL ASSOCIEES		
Intitulé :	Dates	Pages

RESULTAT de la VERIFICATION	ACTIONS A ENTREPRENDRE
POSITIF	NEANT
INSUFISANT	

FO-7.300-5 / 09/07/2008

Annexe 11 : validation de la conception et du développement

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	PROCEDURE SYSTEME QUALITE	Edition du 09.07.2008
	CONCEPTION, DEVELOPPEMENT ET ETUDES	Réf. : PQT-7.300 Page : 20/24

ANNEXE E – Formulaire FO-7.300-6

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	ENREGISTREMENT DU SYSTEME QUALITE	Page : /
	Validation de Conception- Développement – « VAL » <input type="checkbox"/> Intermédiaire <input type="checkbox"/> de Fin de Projet	VAL du
INTITULE / PROJET :		
CHEF DE PROJET :		Visa :

VALIDATION

Suite aux essais effectués sur les prototypes du transformateurs N° conformément aux données d'entrées, selon les exigences du client et aux prescriptions d'essais sur les transformateurs, l'unité transformateur valide le produit et sa réalisation en série.

Les services, Gestion Matières et Préparation Fabrication, doivent procéder au traitement du dossier des nomenclatures, respectivement pour le programme d'approvisionnement et la mise en place de la gamme de fabrication.

Dossier:

Plans de fabrication/contrôle
 Nomenclatures- désignations des matières d'achat
 Plan d'encombrement
 Fiche technique

Le Directeur de l'Unité Transformateurs.

Le Chef de Service Etudes et Développement.

Validation : Se fait par comparaison des exigences des clients, légales et réglementaires par rapport aux valeurs mesurées qui doivent être contenues dans les tolérances (PV essais comme enregistrement).

Ci-joints :

PV- Essais individuels
 PV- Essais de types -Echauffement
 - Ondes de choc

FO-7.300-6 / 09.07.2008

Annexe 12 : le projet de réalisation d'un transformateur



SGP . CABELEQ
ENTREPRISE DES INDUSTRIES ELECTROTECHNIQUES
المؤسسة للصناعات الكهروتقنية



EPE / ELECTRO - INDUSTRIES / SPA
الكهروالصناعات
Société par action au capital de 4. 753.000.000 DA

Réalisation d'un Transformateur

630/30 en Couches (vernis)

de Distribution MT/BT

Immergé dans l'Huile



Respirant

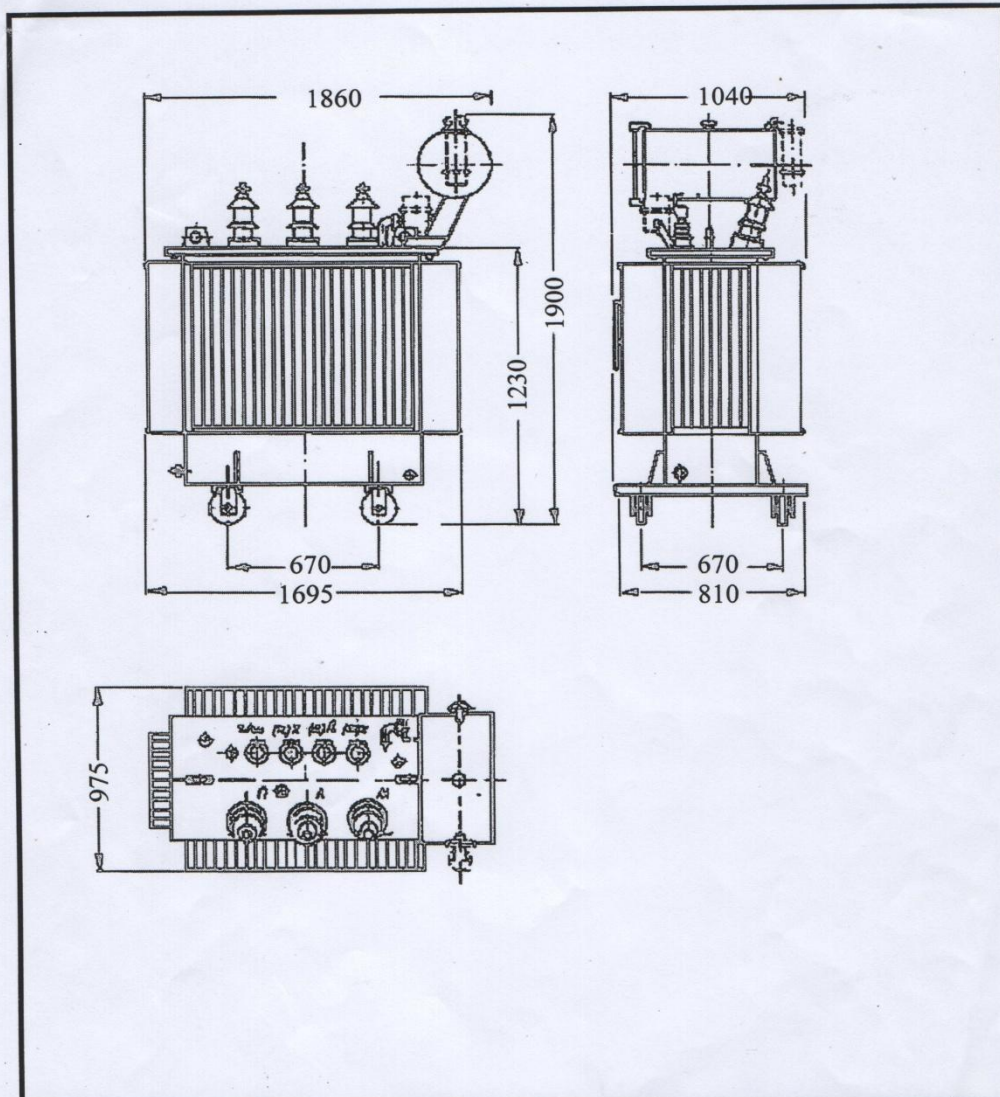
-Spécifications Sonelgaz-



Certifié
ISO 9001/2000

Adresse : B.P. 17 route Nationale N° 12 AZAZGA (W) TIZI OUZOU ALGERIE
Tél. : (026) 34 16 86 - Fax : (026) 34 14 24
www.electro-industries.dz

<p>ELECTRO-INDUSTRIES AZAZGA EPE-SPA</p> 	<p>TRANSFORMATEUR DE DISTRIBUTION</p>
<p>CARACTERISTIQUES</p>	
<p>Type</p> <p>Tension Primaire (kV)</p> <p>Tension Secondaire (kV)</p> <p>Prises de réglage hors service (%)</p> <p>Fréquence (Hz)</p> <p>Service</p> <p>Couplage</p> <p>Courant à vide (%)</p> <p>Pertes à vide (W)</p> <p>Pertes en charge à 75 °C (W)</p> <p>Tension de court-circuit à 75 °C (%)</p> <p>Mode de refroidissement</p> <p>Liquide de refroidissement et d'isolation</p> <p>Température ambiante maximale (°C)</p> <p>Altitude (m)</p> <p>Normes d'essais</p>	<p>Intérieur/Extérieur Respirant avec conservateur d'huile</p> <p>30</p> <p>0.4</p> <p>± 2x2.5</p> <p>50</p> <p>Continu</p> <p>Dyn11</p> <p>2.9</p> <p>1400</p> <p>8820</p> <p>6.0</p> <p>ONAN</p> <p>Huile minérale</p> <p>40</p> <p>≤ 1000</p> <p>C.E.I 76</p>
<p>ENCOMBREMENTS ET POIDS</p>	
<p>Longueur (mm)</p> <p>Largeur (mm)</p> <p>Hauteur (mm)</p> <p>Entre-axe galets (mm)</p> <p>Poids d'huile (kg)</p> <p>Poids total (kg)</p>	<p>1860</p> <p>1040</p> <p>1900</p> <p>670</p> <p>500</p> <p>1944</p>
<p>Azazga : Le : 17.06.2008</p>	<p>630 KVA /30 KV /0.4 KV Spécifications SONELGAZ-ST5 160 éd 12-2000</p>
<p>C/S Belkacemi Djamel</p>	<p>N° 990 - 210 - 6300 - 00230</p>
<p>EPE ELECTRO-INDUSTRIES UNITE TRANSFORMATEURS SERVICE ETUDES ET DEVELOPPEMENT</p>	 <p>Certifié ISO 9001/2000</p>
<p>FOT-7.200-2 / 18.12.02</p>	



N°	DESIGNATION	NBRE	MATIERE	N° IDENTIFICATION	DIMENSION	POIDS	NORMES	OBS
				DATE	NOM	ECHELLE	ETAT DE SURFACE	TOL
				Dessin	17/06/08 B-Dj	DESIGNATIONS:		
				Norme	EPE ELECTRO-INDUSTRIES	DESSIN COTE		
				Contrôle	UNITE TRANSFORMATEURS	630 /30		
					SERVICE ETUDES			
					ET DEVELOPPEMENTS			
				ELECTRO - INDUSTRIES			Spécifications SONELGAZ -STS 160 éd 12-2000	
				BP 17 AZAZGA			N° 990-210-6300-00230	
				TIZI OUZOU				
				ALGERIE				
IND	Modification	NOM	Date	Origine	Remplace	PAR		

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGÉRIE	Procédure Système Qualité Conception et développement		Vérification Données Entrées 1-2			
	Eléments ou Données d'entrée (DE) Synthèse du cahier des charges					
Intitulé du projet	Réalisation d'un transformateur 630/30 en couches (vernis) De distribution MT/BT immergé dans l'huile Respirant -Spécifications Sonegaz-		Adéquation / Objet	Complètes	Non ambigus	Non contradictoires
Chef de projet	Nom : Boudjema Prénom : Mustapha	Date : 07-11-2007 signature :				
Chef de Service Etudes	Nom : Belkacemi Prénom : Djamel	Date : 07-11-2007 signature :				

N°DE	EXIGENCES FONCTIONNELLES – DE PERFORMANCES	El. mesurables				
01	Puissance (kVA)/ Type	630	x	x	x	x
02	Tension d'entrée U1N KV) –réglage hors tension	30 ± (2x2.5%)	x	x	x	x
03	Tension secondaire à vide U20 (kV)	0.4	x	x	x	x
04	Tension de court-circuit UCC (%) à 75 ° C	6.0 ± 10%	x	x	x	x
05	Pertes en charges PCC à 75°C (KW)	8.82	x	x	x	x
06	Pertes à vide P0 (kW)	1.4	x	x	x	x
07	Courant à vide (%)	2.9	x	x	x	x
08	Groupe de Couplage –Indice Horaire/GC-IH	Dyn11	x	x	x	x
09	Température ambiante maximale °C /T °amb	40	x	x	x	x
10	Altitude (m) /	1000	x	x	x	x
11	Mode de refroidissement	ONAN	x	x	x	x
12	Classe d'isolation –Classe A (105°C)	105°C	x	x	x	x
			x	x	x	x
			x	x	x	x

N°DE	EXIGENCES NORMATIVES - REGLEMENTAIRES	El. mesurables				
13	CEI 76- 1-5/ 1- Essais individuels -Essais diélectriques HT/BT de tenue à 50Hz/mn -Mesures de résistances HT/BT -Mesure du rapport de transformation/contrôle du groupe de couplage. -Essai par tension induite -Mesures des pertes à vide et du courant à vide -Mesures des pertes en charges et de la tension de court-circuit -2-Essais de type -Essai d'échauffement -Essai de tenue au choc de foudre	Oui	x	x	x	x

EPE ELECTRO-INDUSTRIES
UNITE TRANSFORMATEURS
SERVICE ETUDES
ET DEVELOPPEMENTS

FO-7300-2

ELECTRO INDUSTRIES 15 300 AZAZGA - ALGERIE	Procédure Système Qualité Conception et développement ISO 9001 éd 2000		Vérification Données Entrées 2-2			
	Eléments ou Données d'entrée (DE) Synthèse du cahier des charges		Adéquation / Objet	Complètes	Non ambiguës	Non contradictoires
Intitulé du projet	Réalisation d'un transformateur 630/30 en couches (vernis) De distribution MT/BT immergé dans l'huile Respirant -Spécifications Sonelgaz-					
Chef de projet	Nom : Boudjema Prénom : Mustapha	Date : 07-11-2007 signature :				
Chef de Service Etudes	Nom : Belkacemi Prénom :Djamal	Date : 07-11-2007 signature :				

N°DE	EXIGENCES NORMATIVES - REGLEMENTAIRES	El. mesurables				
14	CEI 76 Autres données d'entrées voir spécification SONELGAZ STS 160 - 12 / 2000 .		X	X	X	X
N°DE	EXIGENCES NORMATIVES - LEGALES	El. mesurables				
15	Interdiction d'utilisation de l'huile ASKAREL (PCB) Interdiction d'utilisation du silicagèle à base de CHLORE et de PLOMB - voir respectivement CEI 60296 ed 2004 et AZ/TUN 901 178.(loi.99.09 du 2/02/99 maîtrise de l'énergie)		x	x	x	x
N°DE	EXIGENCES DE SIMILITUDE A D'AUTRES PROJETS DE REFERENCE					
	PROJET	PHASE / ELEMENT	El. mesurables			
16	Dossier - Plans et nomenclatures		oui			
N°DE	AUTRES EXIGENCES		El. mesurables			
17	Encombresments L x l x H (mm)		1750x980x1900	x	x	x
18	Poids (kg)		2070	x	x	x
19	Les limites d'échauffement admissibles selon CEI 76.3			x	x	x
	- Echauffement maximum de l'huile :60°C		oui	x	x	x
	- Echauffement moyen des enroulements :65 °C		oui	x	x	x
	-Température ambiante : 40°C		oui	x	x	x
	- Echauffement maximum des enroulements : 75 °C		oui	x	x	x
20	- Cuve à ondes (ondulations)		oui			
21	Accessoires -Relais Buchholz -Thermomètre -Soupape de sécurité -Boite à câbles -Matériaux- Bobinage :cuivre Noyau : tôle magnétique à grains orientés -Peinture:	Relais Buchholz Thermomètre Matériaux- Bobinage :cuivre Noyau : tôle magnétique à grains orientés -Peinture:		x	x	x

FO-7300-2

EPE ELECTRO-INDUSTRIES
UNITE TRANSFORMATEURS
SERVICE ETUDES
ET DEVELOPPEMENTS

EPE ELECTRO-INDUSTRIES SPA AZAZGA		Nouvelle commande	Ordre de fabrication de transformateurs							
		Additif N°								
		Appel sur commande								
Pos.	Qté	N° d'identification		Désignation						
1		990210630000230		Transformateur		N° d'ordre				
2				Schéma coté		N° de fabr. de				
3						Puissance kVA 630				
4				Montage relais Buchholz		Type TS 15846 C				
5				Notice d'emploi relais Buchholz		Emetteur de commande :				
6				Montage assécheur d'air		N° de commande :				
7				Notice d'emploi assécheur d'air		Référence :				
8				Dessin suppl. conservateur d'huile		Date de commande :				
9				Thermomètre à cadran		Date d'écircissement :				
10				Thermomètre à tige		Arrivée usine :				
11				Fixation de plaque		Date de livraison :				
12		980221820000353		Plaque signalétique (inscriptions frappées)		Réception le :				
13		9970000001		Notice d'emploi transformateur		Commuation à l'expédition :				
14		9970000002		Prescription de traitement huile de transformateur		Sens de déplacement : longitudinal / transversal				
15		950048000		Pochette transparente de transport		Couleur spéciale :				
16										
17										
18										
Type TS 5846 C		N° de fabrication		Année de fabr.	CEI 76	Réception :	Contrôle d'isolement	H.T.	B.T.	M.T.
PN 630 kVA		Genre T.P		Fréquence 50 Hz			Contrôle d'enroul. kV	70	10	
Pos. : 31500 V		V		Service Continu		Pertes à vide 1,4 kW		+ 15 %		
Pos. : 30750 V		V		Couplage Dyn11		Pertes de court-circuit 8,82 kW		+ 15 %		
U Npos. : 30000 V		400 V		Série 30N/0,6		Tension de court-circuit 6,0 %		± 10 %		
Pos. : 29250 V		V		Mode de refroid. ONAN		Niveau de pression acoustique		dB (A)		
Pos. : 28500 V		V		Poids total 1,925 t		Hauteur maxi de mise en place 1000 m		au dessus du niveau de la mer		
IN 12,12 A		909 A		Poids d'huile 0,50 t		Température ambiante 40 °C				
Tension de court-circuit nominale 6,0 %		Liquide d'isolation Huile minérale		Température enroulement/huile 65 / 60 K		Service en parallèle				
Intensité de court-circuit en continu kA		Durée maxi de court-circuit 4 s								
Observations :										
Emetteur 921		Date :		Nom :		Ordonnancement 942		Date :		Nom :

F. 0335 Imp. s.p.a. - Alger

Glossaire

N°	Mots	Définitions
01	Ampère	est l'unité de mesure du Système international d'unités de l'intensité du courant électrique, Un courant d' un ampère correspond au transport d'une charge électrique d'un coulomb par seconde à travers une surface (section de fil, électrolyte, tube à vide, etc.). Cette unité doit son nom à André-Marie Ampère.
02	Azote	L' azote est l'élément chimique de numéro atomique 7, de symbole N (du latin <i>nitrogenium</i>)
03	Bobine	est un composant courant en électrotechnique et électronique. Une bobine est constituée d'un enroulement de fil conducteur éventuellement autour d'un noyau en matériau ferromagnétique qui peut être un assemblage de feuilles de tôle ou un bloc de ferrite.
04	Court circuit	Un court-circuit est la mise en connexion volontaire ou accidentelle de deux points (ou plus) d'un circuit électrique entre lesquels il y a une différence de potentiel, par un conducteur de faible résistance ¹ . Il donne naissance à un courant de court-circuit et, généralement, à une élévation de la température des conducteurs
05	Couplage	les enroulements peuvent être connectés de trois manières différentes, (pour un transformateur triphasé). En étoile, représenté par la lettre Y ; en triangle, représenté par la lettre D ou en zig-zig, représenté par la lettre Z.
06	circuit magnétique	Un circuit magnétique est un circuit généralement réalisé en matériau ferromagnétique au travers duquel circule un flux de champ magnétique.
07	Cuve	Les cuves des transformateurs sont faites de tôles d'acier. Elles doivent pouvoir résister aux forces exercées lors du transport du transformateur.
08	Cuivre	Le cuivre est l'élément chimique de numéro atomique 29, de symbole Cu. Le corps simple cuivre est un métal.
09	Electrolytique	Un électrolyte est une substance conductrice, car elle contient des ions mobiles. Il existe des électrolytes liquides et solides

Glossaire

10	Electrotechnique	L' électrotechnique se rapporte « aux applications pratiques de l'électricité, à la science étudiant ces applications ¹ ». Elle concerne la production, le transport, la distribution, le traitement, la transformation, la gestion et l'utilisation de l'énergie électrique. Parfois appelée génie électrique
11	Enroulement	Un enroulement est l'ensemble des spires formant un circuit associé à l'une des tensions pour lesquelles le transformateur a été établi.
12	Essai d'échauffement	Après leur fabrication, les transformateurs sont testés pour vérifier leur bonne qualité et la validité de la conception. ...
13	fréquence	En physique, la fréquence est le nombre de fois qu'un phénomène périodique se reproduit par unité de mesure du temps
14	groupes électrogènes	Un groupe électrogène est un dispositif autonome capable de produire de l'électricité.
15	Hectares	L' hectare (symbole : ha) est une unité de mesure de superficie.
16	Hermétique	Ce type de transformateur est le même avec le transformateur hermétique mais la seule différence est que le transformateur respirant est en contact avec l'aire à partir le réservoir d'aire et des humidificateurs.
17	Hertz	Le hertz (symbole : Hz) est l'unité dérivée de fréquence du Système international (SI). Un hertz est équivalent à un événement par seconde.

Glossaire

18	Huile	Les transformateurs de puissance sont traditionnellement remplis d'huile minérale spécifique. Elle permet l'isolation diélectrique des enroulements entre eux ainsi que le refroidissement du transformateur.
19	Kilomètre	Le kilomètre (symbole km) est une unité de longueur valant 1000 mètres.
20	Kilovolt	Unité de mesure de force électromotrice (tension électrique) du Système international (SI), valant 10^3 volts, et dont le symbole est kV .
21	Kilovolt Ampère	est une unité de mesure de la puissance électrique apparente
22	moteurs électriques	Un moteur électrique est une machine électromécanique capable de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique, ils sont capables de produire du courant électrique si on les fait tourner par un moyen mécanique.
23	Transformateur monophasé.	Un transformateur est un quadripôle formé de deux enroulements enlaçant un circuit magnétique commun. C'est une machine statique permettant, en alternatif, la modification de certaines grandeurs (tension, courant) sans changer leur fréquence
24	ondes	L' onde électromagnétique est un modèle utilisé pour représenter les rayonnements électromagnétiques. Il convient de bien distinguer : le rayonnement électromagnétique, qui est le phénomène étudié, et l'onde électromagnétique, qui est une des représentations du phénomène.
25	partie active	La partie active est définie comme le circuit magnétique et les enroulements.
26	pertes et du courant à vide	les pertes dans le circuit magnétique.

Glossaire

27	Puissance	la puissance reflète la vitesse à laquelle un travail est fourni. C'est la quantité d'énergie par unité de temps fournie par un système à un autre. C'est donc une grandeur scalaire. La puissance correspond donc à un débit d'énergie : si deux systèmes de puissances différentes fournissent le même travail (la même énergie), le plus puissant des deux est celui qui est le plus rapide.
28	résistance	l'aptitude d'un matériau conducteur à s'opposer au passage d'un courant électrique sous une tension électrique donnée.
29	spires	un circuit électrique fermé parcouru par un courant électrique. Le circuit le plus simple étant un cercle (aussi appelé <i>boucle</i>) pour lequel le mouvement d'ensemble des électrons est circulaire. En pratique, une telle spire peut être obtenue avec un fil électrique en forme de cercle alimenté par une pile électrique. Un ensemble de spires de courant disposées côte à côte constitue une bobine électrique.
30	Tension	La tension électrique est la circulation du champ électrique le long d'un circuit mesurée en volt par un voltmètre.
31	température	La température à l'intérieur du transformateur.
32	température ambiante	La température nécessaire au transformateur.
33	Transformateurs	Un transformateur de puissance est un composant électrique haute-tension essentiel dans l'exploitation des réseaux électriques. Sa définition selon la commission électrotechnique internationale est la suivante : « Appareil statique à deux enroulements ou plus qui, par induction électromagnétique, transforme un système de tension et courant alternatif en un autre système de tension et courant de valeurs généralement différentes, à la même fréquence, dans le but de transmettre de la puissance électrique ».
34	Transformateur respirant	Ce type de transformateur est le même avec le transformateur hermétique mais la seule différence est que le transformateur respirant est en contact avec l'air à partir du réservoir d'air et des humidificateurs.
35	Triphasés	Un système de courant (ou tension) triphasé est constitué de trois courants (ou tensions) sinusoïdaux de même fréquence de même amplitude qui sont déphasés entre eux d'un tiers de tour.

Glossaire

36	Volt	(symbole : V) est une unité, de force électromotrice et de différence de potentiel (ou tension) et dérivée du Système International d'unités. Ce nom a été donné en hommage à Alessandro Volta, inventeur italien de la pile voltaïque en 1800.
37	watt	de symbole W , est l'unité internationale de puissance ou de flux énergétique (dont le flux thermique). Un watt équivaut à un joule par seconde. Le nom <i>watt</i> rend hommage à l'ingénieur écossais James Watt (1736-1819), qui a contribué au développement de la machine à vapeur.

Liste des tableaux

Liste des tableaux

N° du tableau	Titre	Source	Numéro de page
Tableau : 01	Comparaison entre la conception réglée avec la conception innovante	B. CHENOUX : « <i>analyse transversale de méthodes innovantes de conception collectives pour une agriculture située.</i> » - thèse de doctorat. université AGROCAMPUS OUEST, CFR RENNES, 2012.	23
Tableau : 02	Les types de question au cours de l'entretien de l'auditeur	J. RENARD : « <i>théorie et pratique de l'audit interne</i> », Edition eyrolles, 8 ^{ème} édition, Paris, 2015.	41
Tableau : 03	La grille d'analyse des tâches	Elaboré par nous même à partir de plusieurs lectures.	43
Tableau : 04	Modèle de feuille de révélation et d'analyse des problèmes (FRAP)	R. Jacques : « <i>théorie et pratique de l'audit interne</i> », Edition Eyrolles, 8 ^{ème} édition, Paris, 2015, page 249.	52
Tableau : 05	Caractéristiques de l'unité moteur et transformateur pour l'année 2016	Document interne à l'entreprise	68
Tableau : 06	Répartition des salariés par catégorie socioprofessionnelle en 2016	Document interne à l'EI	70
Tableau : 07	Questionnaire de prise de connaissance	Elaboré par nous même à partir de plusieurs lectures	81

Liste des tableaux

Tableau : 08	Identification des risques	Elaboré par nous même à partir de plusieurs lectures.	83
Tableau 09	Programme de vérification	Elaboré par nous même à partir de plusieurs lectures.	87
Tableau 10	Vérification de l'enregistrement de revue de conception dans le FO-7.300-4	Elaboré par nous même à partir de plusieurs lectures.	89
Tableau 11	Vérification de la compatibilité des tâches au sein du processus	Elaboré par nous même à partie de plusieurs lectures.	89
Tableau 12	La consultation de l'enregistrement de la vérification.	Elaboré par nous même à partir de plusieurs lectures.	90
Tableau 13	Vérification du rapport de validation dans le formulaire FO-7.300	Elaboré par nous même à partir de plusieurs lectures.	90
Tableau 14	FRAP indiquant une démotivation du personnel.	Elaboré par nous même à partir de plusieurs lectures.	91
Tableau 15	FRAP indiquant un retard dans les échanges d'informations	Elaboré par nous même à partir de plusieurs lectures.	91

Liste des figures

Liste des figures

N° de la figure	Titres	Sources	Pages
Figure : 01	Le processus de conception et développement des produits	Elaborée par nous même à partir de plusieurs lectures.	05
Figure : 02	La théorie C-K.	HATCHUEL, WEIL: « <i>théorie de C-K</i> », Edition 2009.	22
Figure : 03	Analyse fonctionnelle et méthodes associées.	C. Michel : « <i>maitriser le processus de conception</i> », Edition AFNOR-11, Paris, 2004, P.109	25
Figure : 04	Méthodes et outils de la sureté se fonctionnement.	C. Michel : « <i>maitriser le processus de conception</i> », Edition AFNOR-11, Paris, 2004, P.110	25
Figure : 05	Déroulement de l'analyse de valeur.	C. Michel : « <i>maitriser le processus de conception</i> », Edition AFNOR-11, Paris, 2004, P.111	26
Figure : 06	Vérification de la conception et du développement	C. Michel : « <i>maitriser le processus de conception</i> », Edition AFNOR-11, Paris 2004.	29
Figure : 07	Validation de la conception et du développement	C. Michel : « <i>maitriser le processus de conception</i> », Edition AFNOR-11, Paris 2004.	30
Figure : 08	Management du processus de conception	C. Michel, « <i>maitriser le processus de conception</i> », Edition AFNOR-11, Paris 2004.	32
Figure : 09	Organigramme fonctionnel de conception des produits	Elaboré par nous même à partir de plusieurs lectures.	43
Figure 10 :	Diagramme de circulation des documents.	J. Renard : « <i>Théorie et pratique de l'audit interne</i> », Edition eyrolles, 8 ^{ème} édition, Paris, 2015, page 340	44

Liste des figures

Figure : 11	Diagramme d'Ishikawa (5M)	IFACI : « <i>les outils de l'audit interne</i> », Edition eyrolles, Paris, 2013, P64.	44
Figure : 12	La qualité d'un produit ou d'un service.	B. Serge : « <i>les processus de la conception, ISO 9000 et performance</i> », Edition AFNOR, Paris, 2004, P116.	54
Figure : 13	Système de management de la qualité	Norme ISO 9001 version 2008.	57
Figure : 14	Restructuration de l'E.I.	Document interne à l'entreprise	67
Figure : 15	Organigramme d'E.I.	Document interne à l'entreprise	69
Figure : 16	Diagramme en cercle représentant les catégories d'effectif d'E.I	Document interne à l'entreprise	71
Figure : 17	Rapport d'orientation	Elaboré par nous même à partir de plusieurs lectures.	85
Figure : 18	Rapport d'audit final	Elaboré par nous même à partir de plusieurs lectures.	93

Résumé

Face à la concurrence qu'est de plus en plus en évolution, les entreprises doivent être présentes en permanence sur le marché, grâce à la satisfaction des besoins et les attentes de leurs clients, pour cette raison elles considèrent que le processus de conception et développement un atout qui doit être maîtrisé et évaluer pour être plus performant et mettre à disposition des clients un produit de qualité. Le but de cette recherche est de comprendre d'abord le processus de conception et développement des produits, en suite, de savoir comment mener une mission d'audit au sein de ce processus. Comme la théorie ne suffit plus de comprendre et maîtriser la méthodologie d'audit, Nous avons étudié le cas pratique de la société Electro-Industrie, où nous avons bien cerné son processus de conception et développement des transformateurs, puis nous avons mis en pratique nos acquis théoriques. Grâce à ce travail nous avons bénéficié d'un bagage théorique et d'une bonne expérience qui nous a permis de découvrir le monde d'entreprise en général ainsi que le métier d'audit en particulier.

Mots-clés : Processus, Conception, Développement, Audit, Qualité, Electro-Industrie.

Table des matières

Table des matières

Liste des abréviations	
Sommaire	
Introduction générale	1
❖ Chapitre I : les basiques sur la conception et développement des produits	
Introduction	4
Section 1 : le processus de conception et développement d'un produit au sein d'une organisation.....	5
1- Le processus de conception et développement des produits	5
1-1- Définition de la notion de processus	6
1-2- Définition de la notion conception	6
1-3- Définition de la notion du développement	6
1-4- Définition de la notion de produit	6
2- Les enjeux du processus de conception et développement des produits.....	7
2-1- Optimiser les coûts	7
2-2- Réduire les délais	8
2-3- Maitriser les risques	9
2-4- Rechercher l'optimum global.....	10
3- Les moyens de conception et développement des produits	11
3-1- Le système d'information.....	11
3-1-1- conception assistée par ordinateur (CAO)	12
3-1-2- fabrication assistée par ordinateur (FAO)	12
3-1-3- la traçabilité	12
3-1-4- retour d'expérience	12
3-1-5- les mémoires de projet	13
3-2- Le facteur humain.....	13
3-3- Les moyens financiers.....	13
4- La relation de la fonction conception avec les autres fonctions de l'entreprise.	14
4-1- La relation de la fonction conception et développement des produits avec la fonction marketing	14
4-2- La relation de la fonction conception et développement des produits avec la fonction achat	15
4-3- La relation de la fonction conception et développement des produits avec la fonction production	17
Section 2 : la méthodologie d'une étude de conception et développement des produits....	18
1- Les formes de la conception des produits	18
1-1- La conception réglée	18

Table des matières

1-1-1-	La conception sauvage : les inventeurs entrepreneurs de la première révolution industrielle en grande Bretagne	18
1-1-2-	La conception réglée paramétrique	19
1-1-3-	La conception réglée systématique	19
1-1-3-1-	le design fonctionnel	20
1-1-3-2-	le design conceptuel (modèle conceptuel)	20
1-1-3-3-	la conception psycho-morphologique	21
1-1-3-4-	la conception détaillée	21
1-2-	La conception innovante (la théorie de C-K)	21
2-	Les méthodes associées à la conception des produits.	23
2-1-	Le dossier de conception	23
2-2-	Gestion de configuration	24
2-3-	Analyse fonctionnelle.....	24
2-4-	Sûreté de fonctionnement.....	25
2-5-	Analyse de valeur	26
2-6-	Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) ..	26
2-7-	Quality Function Deployment (QFD)	27
2-8-	Product life cycle management (PLM)	27
3-	Les étapes de la conception des produits	27
3-1-	Planification de la conception	27
3-2-	Éléments d'entrées de la conception et de développement	28
3-3-	Les éléments de sorties de conception et développement	28
3-4-	La revue de conception et du développement	29
3-5-	La vérification de la conception et du développement	29
3-6-	La validation de la conception et du développement	29
3-7-	La maîtrise des modifications de la conception et du développement	30
	Section 3 : management de la conception et développement des produits	31
1-	Management du processus de conception	31
2-	Les points clés de management de conception	32
2-1-	les relations avec les clients.....	33
2-2-	le contrôle des interfaces de conception	33
2-3-	la mesure des risques	34
3-	Le tableau de bord du processus de conception	35
	Conclusion	46

❖ Chapitre II : Audit du processus de conception et développement des produits

Introduction	37
---------------------------	----

Section 1 : la démarche qualité dans le processus de conception et développement des produits	38
--	----

1- Les objectifs d'audit du processus de conception et développement des produits	38
2- Les outils d'audit du processus de conception et développement des produits	39

Table des matières

2-1- les outils d'interrogation	40
2-1-1- le sondage statistique.....	40
2-1-2- les entretiens	40
2-1-3- vérifications et rapprochements divers	41
2-2- les outils de description	42
2-2-1- l'observation physique	42
2-2-2- l'organigramme fonctionnel	42
2-2-3- la grille d'analyse des tâches	43
2-2-4- diagramme de circulation des documents	43
2-2-5- diagramme cause/effet	44
3- La démarche d'audit dans le processus de conception et développement des produits.	45
3-1- la phase de préparation	45
3-1-1- l'ordre de mission	45
3-1-2- la prise de connaissance	45
3-1-2-1- le questionnaire de prise de connaissance	46
3-1-2-2- les interviews	46
3-1-3- l'identification et l'évaluation des risques	48
3-1-4- la définition des objectifs ou l'élaboration du référentiel	48
3-2- la phase de réalisation	49
3-2-1- la réunion d'ouverture	49
3-2-2- le programme d'audit ou le programme de travail	50
3-2-3- le travail sur le terrain	51
3-2-3-1- le questionnaire de contrôle interne	51
3-2-3-2- feuille de révélation et d'analyse des problèmes	51
3-3- la phase de conclusion	52
3-3-1- le projet de rapport	52
3-3-2- la réunion de clôture	53
3-3-3- le rapport définitif	53
3-3-4- le plan d'action	53
3-3-5- le suivi des recommandations	53
Section 2 : la qualité et la conception	54
1- La démarche qualité dans la conception	54
2- Les objectifs de la qualité en conception	55
2-1- les objectifs internes	56
2-2- les objectifs externes	56
3- Système de management de la qualité et norme ISO	56
3-1- système de management de la qualité	57

Table des matières

3-2- l'organisation internationale de normalisation (ISO)	58
3-2-1- la famille ISO 9000	58
3-2-2- la norme iso 9001 version 2008	59
3-2-2-1- la conception et le développement	61
3-3- audit des systèmes de management de la qualité	61
3-3-1- typologie des audits des systèmes de management de la qualité	62
3-3-2- objectifs de l'audit des systèmes de management de la qualité	63
3-3-3- déroulement et étapes des systèmes de management de la qualité	63
Conclusion	65
❖ Chapitre III : Audit du processus de conception et développement d'un transformateur 360/30 en couche vernis de distribution MT/BT immergé dans l'huile respirant au sein d'Electro-Industries d'AZAZGA	
Introduction	66
Section 1 : présentation de l'organisme d'accueil	67
1- Historiques d'Electro-Industries	67
2- Organigramme et effectif de l'entreprise	69
2-1- organigramme d'Electro-Industries	69
2-2- Effectif d'Electro-Industries	70
3- Objectifs et rôles d'Electro-Industries	71
Section 2 : la conception des transformateurs au sein d'Electro-Industries	72
1- La description des transformateurs d'Electro-Industries	72
2- Les différents types de transformateurs au sein d'Electro-Industries	73
2-1- transformateur hermétique	73
2-2- transformateur respirant	73
3- Le processus de conception et développement d'un transformateur 630/30 MT/BT	73
3-1- la conception d'un transformateur 630/30 en couche (vernis) de distribution MT/BT immergé dans l'huile respirant« Spécifications SONELGAZ »	74
3-1-1- Planification des phases.....	74
3-1-2- Les éléments d'entrées de la conception et du développement d'un transformateur.....	75
3-1-3- Les éléments de sorties de la conception du transformateur et leurs enregistrements	76
3-1-4- Les revues de conception du transformateur et leurs enregistrements	77
3-1-5- Les vérifications et leurs enregistrements	77
3-1-6- Les validations et leurs enregistrements	78
Section 3 : la démarche d'une mission d'audit du processus de conception et développement d'un transformateur 630/30 en couche vernis de distribution MT/BT immergé dans l'huile respirant	80

Table des matières

1- La phase de préparation	80
1-1- Ordre de mission	80
1-2- La prise de connaissance	80
1-3- Identification des risques	82
1-4- Définition des objectifs ou élaboration du référentiel	84
2- La phase de réalisation	86
2-1- Réunion d'ouverture	86
2-2- Le programme d'audit ou programme de travail	87
2-3- Travail sur le terrain	89
3- La phase de conclusion	92
3-1- Réunion de clôture	92
3-2- Rapport d'audit interne	92
Conclusion	96
Conclusion générale	97
Bibliographie	99
Annexes	102
Glossaire	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Résumé	