

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Colonel El Hadj Lakhdar- Batna
Institut d'Hygiène & Sécurité Industrielle

THESE

Présentée au

Laboratoire de Recherche en Prévention Industrielle (LARPI)

en vue de l'obtention du diplôme de

DOCTORAT D'ETAT

EN

Hygiène & Sécurité Industrielle

Option : Gestion des Risques

PAR

M^{me} BAHMED LYLIA

**Contribution aux approches d'intégration des
concepts Qualité, Sécurité et Environnement
dans la conception des produits en Algérie.**

Directeur de Thèse : Pr. M. DJEBABRA

Thèse soutenue le 18 Décembre 2006, devant le jury d'examen :

Pr. Bachir ACHOUR, Professeur., Univ. de Biskra	<i>Président</i>
Pr. Mébarek DJEBABRA, Professeur, Univ. de Batna	<i>Rapporteur</i>
Pr. Hocine ALI KHODJA, Professeur., Univ. de Constantine	<i>Examineur</i>
Dr. Nouredine BOURMADA, Maître de Conférences, Univ. de Batna	<i>Examineur</i>
Dr. Tahar SAHRAOUI, Maître de Conférences, Univ. de Blida	<i>Examineur</i>
Dr. Mourad BRIOUA, Maître de Conférences, Univ. de Batna	<i>Examineur</i>



Dédicaces

Je dédie cette thèse de doctorat d'Etat à :

- *Mes parents qui ont, toujours, été dévoués pour que je puisse réaliser mes travaux de recherche dans les meilleures conditions et soutenir ma thèse de doctorat, fruit de leur éducation et de leur long parcours avec leur fierté depuis sa naissance.*
- *Mon mari qui a été très patient et très compréhensif tout au long de toutes ces années de travail acharné.*
- *Dyna, ma fille aînée et mon bras droit.*
- *Mes trésors les cadets, les jumeaux : Mohamed Ali et Sofia.*
- *Ma benjamine et mon porte bonheur, Melouka Ines.*
- *Ma sœur Mounia qui m'a toujours aidé dans le parcours scolaire de mes enfants en s'occupant d'eux lors de mon absence.*
- *Ma sœur Naïma, mon beau frère Hacène et mon unique frère Djamel Eddine qui m'ont toujours soutenu et admiré.*
- *Aux petits neveux et nièces : Yousria, Maya, Yousri, Salah et ma petite Amani.*
- *Mes amis sincères Kader et Nassima.*
- *Mon amie Najet*

Remerciements

Les travaux exposés dans cette thèse ont été effectués au sein du Laboratoire de Recherche en Prévention Industrielle (LARPI) de l'Institut Universitaire d'Hygiène et Sécurité Industrielle – Université de Batna. Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Monsieur Djebabra Mébarek, Professeur et Directeur du Laboratoire LARPI de l'Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle, pour avoir assuré la direction de cette thèse, pour sa confiance constante et pour ses encouragements tout au long de ces longues années de travail et surtout pour son soutien dans les moments difficiles.

Je remercie tout particulièrement Monsieur Chaabane Hacène, Professeur et Vice-Recteur de la Planification de l'Université de Batna, pour m'avoir confié ce sujet de recherche.

Je suis très reconnaissante envers Monsieur Chaabane Sebti, Professeur à l'IUT de Bordeaux- France et consultant en sécurité industrielle, pour ses conseils, ses critiques constructives sur ma recherche et pour avoir contribué à les rendre plaisantes, et pour m'avoir aidé à mieux comprendre le contexte *technico-socio-écologico-économique* des entreprises.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude au Professeur Achour Bachir, Directeur du Laboratoire de recherche LARHYSS, et Doyen de la Faculté des Sciences et des Sciences de l'Ingénieur de l'Université de Biskra, pour l'honneur qu'il me fait en présidant le Jury de thèse ainsi qu'à :

- Monsieur Ali Khodja Hocine, Professeur à l'Université de Constantine,
- Monsieur Bourmada Noureddine, Maître de Conférences et Directeur de l'Institut Universitaire d'Hygiène et Sécurité de l'Université de Batna,
- Monsieur Sahraoui Tahar, Maître de Conférences et Vice-doyen chargé de la post-graduation et des relations extérieures à la Faculté des Sciences de l'Ingénieur de l'Université de Blida,
- Monsieur Brioua Mourad, Maître de Conférences et Responsable de la Post Graduation au Département du Génie Mécanique de l'Université de Batna,

pour l'honneur qu'il me font en participant à ce Jury en acceptant la charge d'être examinateurs.

La validation des travaux effectués ainsi que leurs valorisations n'auraient pas pu être mises en pratique sans l'aide de :

- Monsieur Boukhalfa Ali, enseignant au Département des Sciences économiques de l'Université de Batna, pour son orientation dans la publication d'une partie de mes travaux de recherche,
- Monsieur Frah Mohamed, enseignant au Département des Sciences exactes de l'Université de Batna, pour avoir, grâce à ses efforts et à sa disponibilité, réalisé les études statistiques de cette thèse,
- Messieurs Rekik et Bentoutati, enseignants au Département des Sciences Vétérinaires, pour avoir contribué à la réalisation d'une partie des études statistiques de cette thèse,

- Monsieur, Samai Mohamed, enseignant à l'Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle pour ses recommandations pratiques et son orientation objective dans la rédaction de cette thèse,
- Monsieur Smail Rachid, enseignant et Président du Conseil Scientifique de l'Institut d'Hygiène & Sécurité Industrielle, pour son orientation objective concernant certaines parties de la thèse,
- Monsieur Derradji Fethi, Ingénieur et Responsable du service d'hygiène et sécurité et de Monsieur Delhoum Brahim, Ingénieur et Responsable du service production à l'AMC- El Eulma, pour avoir alimenté et orienté les recherches avec leur vision industrielle,
- Dr. Cherrad Naima, pharmacienne à Sidal Annaba, pour m'avoir aidé dans la collecte de la documentation relative aux concepts QSE,
- Mes étudiants Messieurs Messaoudane Ramzi et Ikhlef Tayeb pour leur grande aide dans la saisie des informations pour la réalisation de mes travaux de recherche,
- Mademoiselle Bouchemal Samira, Technicienne et Responsable du Centre de Calculs de l'Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle, pour la mise en forme de cette thèse, pour la maintenance de mon matériel informatique, et pour m'avoir toujours encouragé à aller jusqu'au bout pour soutenir cette thèse,
- Monsieur Nouacer Hocine, PDG d'ICS et toute son équipe et particulièrement à Faouzi pour ses astuces informatiques afin de me permettre de réaliser un traitement de texte performant de cette thèse.

Je remercie également :

- Madame Sahraoui Assia, administrateur au niveau du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique pour avoir suivi ma carrière de très près,
- Monsieur, Zereg Moussa, Vice-Recteur chargé de la post-graduation et des relations extérieures, pour son aide et ses encouragements pour la réalisation de ce travail,
- Monsieur Dahmane Hacène, Sous-Directeur Chargé de la Post-graduation et des relations extérieures à l'Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle, pour ses encouragements, son soutien moral et son aide pour que je puisse soutenir cette thèse dans les meilleures conditions administratives,
- Monsieur Derdour Saad pour son aide administrative,
- Monsieur Mouda Mohamed, Chef de Département de Sécurité Industrielle à l'Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle, pour son aide à assurer mes tâches pédagogiques dans les meilleures conditions possibles,
- Monsieur Amedah Ahmed, Responsable du Centre de Presse de l'Université de Batna,
- Messieurs Nasri Hamoudi et Drid Walid de m'avoir aidé dans la finalisation du manuscrit.

Mes remerciements vont encore à :

- Mes collègues et amies Mesdames Ouazraoui Nouara, Saadi Saadia et Fedali Yamina ainsi que Mesdemoiselles Boubakeur Leila et Oulmi Kafia, pour leur soutien et leur aide dans la recherche bibliographique de cette thèse,
- Madame Chaabna Atika et mademoiselle BenAhmed Samia, secrétaires au Vice-Rectorat de la planification, pour leur gentillesse, leur soutien moral et leur accueil chaleureux.

Je n'oublie pas, enfin, d'exprimer ma profonde reconnaissance à :

- mon mari, Docteur Boukhanoufa Noureddine, pour m'avoir soutenu tout au long de ces longues années de travail et pour m'avoir aidé dans mes démarches et contacts Scientifiques,
- Madame Djebabra Fatiha, pour sa patience, ses encouragements et son appui auprès de son mari pour que je puisse finaliser mes travaux de recherche.

Sommaire

Dédicaces	
Remerciements	
Introduction générale	1
Chapitre I- Approches d'étude des produits	
Introduction	6
I.1- Notions générales sur les produits	6
I.1.1- Définition et caractérisation d'un produit	6
I.1.2- Cycle de vie d'un produit	8
I.1.3- Performance d'un produit	10
I.1.3.1- Qualité et sécurité	11
I.1.3.2- Fiabilité, disponibilité et maintenabilité	11
I.1.3.3- Qualité et respect de l'environnement	12
I.2- Tendances actuelles en matière d'étude des produits	13
I.2.1- Présentation succincte des approches d'étude de produits	13
I.2.1.1- Approche industrielle	13
I.2.1.2- Approche technique	14
I.2.1.3- Approche marketing	16
I.2.1.4- Aspects importants relatifs à ces approches	17
A- Aspect réglementaire (ou légal)	17
A.1- Rôle de la réglementation	17
A.2- Faits marquants de la réglementation	17
B- Aspect normatif	18
B.1- Systèmes de management de la qualité	19
B.2- Systèmes de management environnemental	25
B.3- Systèmes de management HST	27
B.4- Systèmes de management de la qualité de projets	30
B.5- Etude comparative des systèmes de management retenus	31
C- Aspect méthodique	34
C.1- Définition de la systémique	34
C.2- Démarche de la méthode systémique	36
C.3- Les outils de la méthode systémique	37
I.2.1.4- Etude comparative des trois aspects retenus dans le cadre des approches d'étude de produits	40
Conclusion	41
Chapitre II- Dispositifs réglementaires et organisationnels relatifs à l'encadrement de la qualité de produits en Algérie suivant les aspects QSE de certaines entreprises algériennes	
Introduction	44
II.1- Réglementation algérienne : caractérisation et étude critique	44
II.2- Dispositifs réglementaire et organisationnel relatif à l'encadrement de la qualité en Algérie	46
II.3- Réglementation nationale en matière de sécurité et de sécurité des produits en Algérie	51

II.4- Dispositif législatif relatif à la protection de l'environnement en Algérie	55
II.4.1- Industrie et environnement en Algérie	56
II.4.2- Evaluation des interventions publiques environnementales en Algérie	58
II.5- Discussions et conclusion	62

Chapitre III- Conception de produits

Introduction	66
III.1- A propos de la conception des produits	66
III.1.1- Définition de la conception	66
III.1.2- Panorama des méthodes associées au cycle fournisseur	68
III.1.2.1- Méthodes associées à la phase conceptuelle	68
III.1.2.2- Méthodes associées à la phase de conception	68
A- Les 3 A : AF, AV et AMDEC	68
A.1- L'Analyse Fonctionnelle AF	68
A.2- L'Analyse de la Valeur AV	69
A.3- L'AMDEC	69
B- Le QFD	69
C- Les plans d'expériences	69
D- Commentaires et discussions	69
III.2- Proposition d'un processus de conception de produits basé sur la formulation des exigences globales de produits	70
III.2.1- Description du processus de conception intégrée de produits	71
III.2.2- Illustration du processus de conception de produits basé sur la formulation des EFP sur deux exemples d'application	72
III.2.2.1- AF des deux exemples d'application	72
A- AF de l'exemple d'application « tubes spiraux »	72
B- AF de l'exemple d'application « Emballages métalliques à base de fer blanc »	73
III.2.2.2- QFD des deux exemples d'application	74
III.2.2.3- AMDEC des deux exemples d'application	77
A- AMDEC de l'exemple d'application « tubes spiraux »	77
B- AMDEC de l'exemple d'application « Emballages métalliques à base de fer blanc »	88
III.2.2.4- Discussions et commentaires	89
III.3- Intégration des exigences spécifiques liées aux phases de cycle de vie de produits dès la phase de leur conception	89
III.3.1- Intégration des exigences spécifiques à la phase « développement de produits » dès la phase de leur conception	90
III.3.1.1- Caractérisation de la phase développement de produits	90
III.3.1.2- A propos de la reconfiguration des processus de fabrication de produits	91
III.3.1.3- Proposition d'une démarche de reconfiguration des processus de fabrication de produits	93
A- Définition de la situation nécessitant la reconfiguration d'un procédé de fabrication de produits	93
B- Analyse des paramètres de la reconfiguration d'un procédé de fabrication de produits	96

B.1- Formulation du critère de la réaffectation de produits	96
B.1.1- Formulation du critère Fiabilité des machines de réception	96
B.1.2- Formulation du critère temps nécessaire à la réaffectation de produits	97
B.1.3- Formulation du critère Coût associé à la réaffectation de produits	97
B.1.4- Combinaison des critères de la réaffectation de produits	97
C- Mise en œuvre de la réaffectation de produits	99
D- Commentaires et discussions	99
III.3.2- Intégration des exigences spécifiques à la phase « utilisation de produits » dès la phase de leur conception	100
III.3.2.1- A propos de la configuration de produits	100
III.3.2.2- A propos de la durabilité de produits	102
III.3.3- Intégration des exigences spécifiques à la phase « retrait de produits » dès la phase de leur conception	103
III.3.3.1- Caractérisation de la phase retrait de produits	103
III.3.3.2- Objectifs de démontage manuel de produits	104
III.3.3.3- Nécessité d'une modélisation de démontage manuel de produits	104
A- Modèle Mathieux pour le démontage manuel de produits	105
B- Discussions du modèle Mathieux relatif au démontage manuel de produits	106
C- Procédure de détermination de la séquence optimale permettant la sélection des pièces et matériaux réutilisables et/ou recyclables	107
C.1- Liste de séquences de démontage à retenir	107
C.2- Classement définitif des séquences de démontage retenues	107
C.3- Application à l'exemple de vieilles batteries de démarrage automobile	108
C.4 – Application à l'exemple du compteur à eau SRN15	110
D- Procédure d'allocation des impacts environnementaux	112
E- Bilan provisoire des deux propositions explicitées ci-dessus	112
Conclusion	113

Chapitre IV- Eco-conception dans les entreprises industrielles : proposition méthodologique

Introduction	115
IV.1- A propos de l'éco-conception des produits	115
IV.1.1- Les différentes visions et approches de l'éco-conception des produits	116
IV.1.1.1- Les différentes visions de l'éco-conception	116
IV.1.1.2- Les diverses approches de l'éco-conception	117
A- L'ingénierie environnementale	117
B- La prévention de pollution	118
C- La conception respectueuse de l'environnement	118

C.1- L'ECDM	118
C.2- Le DFE	118
C.3- Le Life Cycle Design	119
C.4- Autres sigles	119
D- L'écologie industrielle et le développement durable	120
E- Conclusion partielle sur les approches d'éco-conception	121
IV.1.2- Les dimensions fondamentales de l'éco-conception	122
IV.1.2.1- Dimension stratégique : les enjeux d'une démarche d'éco-conception	122
IV.1.2.2- Dimension organisationnelle : comment s'organiser en interne et en externe ?	123
IV.1.2.3- Dimension cognitive : comment constituer et divulguer les connaissances nécessaires	123
IV.1.3- L'éco-conception et les systèmes de management	124
IV.2- Architecture d'un processus d'éco-conception	126
IV.2.1- Les objectifs d'un processus d'éco-conception	126
IV.2.2- Les étapes d'un processus d'éco-conception	126
IV.2.2.1- La nécessité d'intégrer la dimension environnementale	126
IV.2.2.2- Modélisation d'un processus d'éco-conception	127
A- Principales étapes d'un processus d'éco-conception	130
A.1- Etape 1 : la politique	130
A.2- Etape 2 : la planification	132
A.3- Etape 3 : la mise en oeuvre	132
A.4- Etape 4 : Contrôle et actions	133
B- Avantages du processus d'éco-conception proposé	134
IV.2.3- Les facteurs de réussite d'un projet d'éco-conception	134
IV.2.4- Les risques d'échec d'un projet d'éco-conception	134
IV.3- Application à l'entreprise de l'AMC- El Eulma	135
IV.3.1- Diagnostic de l'AMC- El Eulma	135
IV.3.1.1- Inventaire de la situation environnementale au sein de l'AMC- El Eulma	135
IV.3.1.2 – Evaluation de la perception de la dimension environnementale chez le personnel de l'AMC- El Eulma	146
A- Recueil de données	146
B- Analyse de données	147
B.1- Méthodes retenues pour l'analyse de données	147
B.1.1 - L'ADF	147
B.1.1 - L'ACM	148
B.2- Résultats qualitatifs	150
B.3- Résultats quantitatifs	151
B.4- Interprétation des résultats	153
IV.3.2- Etape de développement du processus d'éco-conception	153
IV.3.2.1- Mise en œuvre du procédé d'éco-conception sur les produits AMC-El Eulma « compteur à eau SNR 15 »	153
A- Description structurelle du produit « compteur à eau SNR 15 »	153

B- Description fonctionnelle du processus de fabrication du produit « compteurs à eau SNR 15 »	153
IV.3.2.2- Optimisation de la composante environnementale en se basant Sur le repérage des tâches cibles	155
IV.3.3- Elaboration du document d'éco-conception	157
IV.3.4- Bilan provisoire de l'étude de l'AMC- El Eulma	160
Conclusion	160
Conclusion générale	162
Références bibliographiques	166
Annexes	179
Glossaire	186
Abréviations	188

Introduction Générale

Introduction générale

L'Algérie vit une mutation de l'économie planifiée à l'économie de marché et met en œuvre l'Accord d'Association avec l'Union Européenne pour l'instauration d'une zone de libre échange. Les effets induits de ce dernier sur l'économie nationale ne peuvent être identifiés encore moins mesurés à ce stade, l'événement étant encore récent. Par contre les effets des ondes de l'ouverture du marché, en général, sont déjà là et bien ressentis.

Phénomène, mode, contexte, bouleversement ; c'est tout à la fois pour les entreprises algériennes. Dans ce cadre, les entreprises, à l'exception de Sonatrach qui vit un parcours relativement particulier (Malti, 2006), peuvent être répertoriées en trois grandes catégories :

- beaucoup d'entreprises ont purement et simplement disparu sur décision. Il s'agit du phénomène de fermeture de ces dernières par rapport aux difficultés d'alignement avec les autres entreprises dans une économie de marché, ce qui a entraîné un grand déséquilibre dans leurs systèmes de gestion d'où leur disparition. C'est l'exemple des entreprises de manufacture,
- certaines se sont associées à des partenaires étrangers, lesquels prennent en charge, en plus de l'apport financier, la gestion quotidienne et stratégique. Parmi ces entreprises, nous pouvons citer l'exemple d'El Hadjar,
- d'autres, enfin, ont engagé des recherches approfondies sur elles-mêmes dans le but d'identifier les voies et possibilités de s'inscrire dans une perspective d'amélioration continue et de performance afin d'assurer leur survie. Elles sont à la recherche des moyens, des modèles et des méthodes pour une meilleure compétitivité face à une concurrence, chaque jour, plus vive. C'est le cas des entreprises telles que l'ENTP (Entreprise Nationale des Travaux aux Puits) et de la SCIMAT (Société des Ciments Ain Touta).

Ceci se passe au moment où les transformations des entreprises, de l'emploi et les métamorphoses du travail sont au niveau le plus concret, au moment où les exigences financières sont les plus restrictives et au moment où les exigences¹ pour la qualité, la santé - sécurité au travail et la protection de l'environnement commencent à s'imposer.

Ainsi, les facteurs Qualité, Sécurité et Environnement (QSE) sont présentés comme des vecteurs de performance et la certification (ISO et autres) comme une opportunité d'amélioration voire une condition d'existence².

C'est ce qui explique l'intérêt accordé par nos entreprises quant à leur volonté d'intégrer ces facteurs dans leurs politiques managériales en recherchant la certification³.

¹ Il est important de rappeler que ces exigences peuvent être perçues comme des contraintes comme elles peuvent être saisies comme des opportunités.

² Voir divers numéros de la revue ISO Management

Evidemment, tous ces facteurs sont nouveaux aux entreprises algériennes qui ont vécu dans une économie planifiée. Et sur cette grande mutation de l'économie planifiée à l'économie de marché, que beaucoup d'études sur le sujet ont été développées (Bahavani, 2004), (Bhardwaj, 2003), (Audretsch & Thurik, 2000), (Brown & Van Der Wiele, 1995), (Freeman & Perez, 1990). Ces études ont souvent abordé le sujet au travers d'angles particuliers et spécifiques (financier, économique, sociologique...).

Toutefois, les défis que les entreprises algériennes sont appelées à surmonter, dans cette bataille pour la qualité, la sécurité et l'environnement, ne sont pas seulement de l'ordre des moyens financiers et technologiques (aspects où elles disposent d'ailleurs d'atouts et de potentialités appréciables), mais bien plus que de l'ordre culturel : ce sont en effet les mentalités qu'il s'agira de mettre au diapason des nouveaux mécanismes économiques et de la nouvelle donnée des rapports internationaux, en clair, la nécessité de mobiliser et d'engager les hommes dans ces nouveaux combats pour l'intégration des concepts QSE en vue d'atteindre un niveau de performance répondant aux critères des *Systemes de Management Intégrés QSE* à savoir : l'amélioration de la qualité des produits et des procédés ainsi que la production de produits sûrs ne portant pas préjudice aux utilisateurs ou aux consommateurs dans des conditions de travail sécuritaires et en préservant l'environnement.

Dans ce contexte, il est important de rappeler que notre ambition était d'examiner *certaines entreprises algériennes* sur ces trois facteurs. C'était notre problématique qui consistait en une évaluation de la performance de ces entreprises au sens de porter un jugement objectif sur leur capacité d'innovation et de gestion du changement induit par les facteurs QSE. Le jugement doit prendre en compte divers aspects (techniques, financiers, humains et organisationnels) à divers niveaux (stratégique, tactique et opérationnel). Entrepris sous cet angle, le travail aurait été encore plus pertinent et utile, il aurait même servi de guide pour les décisions de fermeture ou de reconduite des entreprises comme nous l'avons évoqué précédemment. Cependant, il n'aurait jamais pu être abordé dans toutes les dimensions pour manque d'informations, pour manque de disponibilité des acteurs en interne et pour manque de transparence dans l'état actuel des choses comme le rapportent plusieurs autres études internationales (Guilhon & Weill, 1995) et nationales (Boutaleb, 2004), (Slaimi, 2000) et (Belkacem, 1993).

Après un travail de terrain de plusieurs mois, nous nous sommes convaincus que, compte-tenu des difficultés de terrain rencontrées dans les entreprises visitées, nous ne pouvons pas apprécier toutes ces entreprises sur les mêmes critères développés au préalable. Par conséquent, nous n'avons pas pu, non plus, approfondir la recherche sur tous les aspects dans une entreprise particulière. Malgré cela, le travail offre une première expérience sur un sujet nouveau. C'est un sujet qui, à chaque occasion, a mis les acteurs internes de l'entreprise sur les trois dimensions à la fois : les dimensions technique, organisationnelle et humaine.

D'une manière générale, notre tentative nous a permis d'aborder des thèmes (qualité, sécurité et environnement) considérés, jusqu'à une période récente, comme

³ Selon le Ministère de l'Industrie et de la Restructuration, le nombre des entreprises ayant obtenu une certification ISO 9000 était de quelques 176 entreprises en juin 2006 et 06 certifiées ISO 14000, d'autres vont l'être dans un avenir proche (IANOR, 2006).

accessoires. Elle nous a permis également de définir une autre problématique qui permet de cerner des dimensions plus précises comme le management intégré QSE.

Ainsi, il est primordial de rappeler qu'un système de management intégré correspond à l'harmonisation des différentes facettes du management de l'entreprise (qualité, sécurité, hygiène, finances, éthique, ...) dans une démarche commune qui ne remet pas en cause les spécificités de chacune de ces facettes (Mathieu & al, 2003).

Le Système de Management Intégré QSE (SMI- QSE) est un système de management qui intègre la qualité, la sécurité et l'environnement. Pour mettre en place un tel système, une organisation matricielle est nécessaire avec pour composantes, les ressources en vertical et le management par un processus en horizontal (Froman & al, 2002).

Les SMI⁴ visent à prendre en compte, dans une approche globale et cohérente (approche systémique), les différents domaines QSE. La constitution d'un SMI-QSE n'est pas une finalité, mais doit être considérée comme une opportunité de vision partagée du fonctionnement de l'entreprise et donc de développement de son efficacité. C'est aussi une démarche d'anticipation qui permet à l'entreprise de s'engager concrètement dans la voie du développement durable visant à concilier la performance économique, le respect de l'environnement et l'équité sociale.

L'apparition des normes ISO, l'implication nécessaire du management, l'amélioration continue pour pérenniser l'entreprise vont rendre incontournable l'approche intégrée QSE. L'intérêt d'une telle approche procure des avantages à l'entreprise : le système documentaire est harmonisé, le nombre d'audits diminue, la maîtrise des risques est améliorée par cette vision plus globale, l'adhésion des collaborateurs est facilitée par la cohérence perçue du système.

Les produits ont, également, leurs parts dans un management intégré QSE par la réponse à des exigences techniques, fonctionnelles et d'utilisation selon les aspects QSE.

En effet, dans ce contexte du management intégré QSE, nous porterons un intérêt particulier aux produits répondant aux trois critères de performance : des produits de qualité, raisonnablement sûrs (sécuritaires) et respectueux de l'environnement et ceci **dès la phase de conception**

Ainsi, une question intéressante se pose : de quelle manière peut-on illustrer l'intérêt qu'il faut accorder à certains aspects (tels que les aspects législatif, normatif et méthodique) relatifs aux approches actuelles d'étude de produits dès la phase de leur conception selon les concepts QSE ?

Pour répondre à cette interrogation et plus particulièrement au cas de notre pays, la présente thèse sera structurée de la manière suivante : en plus d'une introduction générale et d'une conclusion générale complétées par des annexes, ce manuscrit est subdivisé en quatre chapitres.

Le premier chapitre rappelle les notions théoriques de base relatives aux approches actuelles d'étude des produits et plus particulièrement : les approches industrielle, technique et marketing, tout en mettant en exergue l'importance accordée à

⁴ SMI : Systèmes de Management Intégrés.

des aspects particuliers qui sont : les aspects réglementaire, normatif et méthodique dont nous justifions le choix par la situation actuelle de l'encadrement des produits en Algérie à travers les points suivants :

- l'application des textes réglementaires⁵ demeure à un niveau faible (aspect réglementaire),
- le retard accusé en matière d'activités de normalisation⁶ (aspect normatif) et les SMI qui sont encore à un niveau embryonnaire au niveau des entreprises nationales et qui visent à prendre en compte, dans une approche globale et cohérente (approche systémique) les différents domaines QSE (aspect méthodique).

L'objectif de ce chapitre est double : faire le point sur ces approches et frayer le chemin pour présenter nos différentes contributions qui feront l'objet du reste des chapitres de la présente thèse.

Pour rappel, nos contributions cadrent les trois aspects : réglementaire, méthodique et normatif.

En effet, le deuxième chapitre qui reflète l'aspect légal, présente une synthèse des dispositifs organisationnels et réglementaires relatifs à l'encadrement des produits en Algérie suivant les facteurs qualité, sécurité et respect de l'environnement.

Dans le troisième chapitre dominé par l'aspect méthodique, nous aborderons, dans un premier temps, les méthodes de conception de produits et la nécessité de les structurer dans un processus de *conception intégrée*⁷ basé sur la formulation des exigences globales de performance des produits. Dans un second temps et afin de prendre en charge certaines exigences spécifiques liées aux différentes phases du cycle de vie de produits, nous présentons dans la deuxième partie de ce chapitre le cas des exigences liées aux phases «développement, utilisation et retrait » de produits ainsi que les méthodes correspondantes telles que l'analyse multicritère.

Enfin, le quatrième et dernier chapitre, qui est caractérisé par un aspect normatif, présentera le concept de l'éco-conception à l'image de l'architecture d'un processus intégrant la dimension environnementale.

⁵ L'Algérie dispose d'un arsenal juridique consistant en matière de QSE.

⁶ Au plan opérationnel, l'entreprise algérienne n'a pas encore intégré « convenablement » la norme dans son mode de fonctionnement, encore moins la qualité, la sécurité et le respect de l'environnement.

⁷ Ce terme a été introduit par nos soins. Il indique une conception pour l'intégration des facteurs QSE.

Chapitre I

Approches d'étude des produits

Approches d'étude des produits

Introduction

Depuis le début des années 90, pour survivre à la compétitivité mondiale et au climat d'incertitude qui sévit dans l'environnement économique, l'entreprise doit être capable d'innover constamment et de répondre très vite et sans erreurs aux besoins de ses clients. Soumis à des effets de renouvellement et à l'évolution technologique, les produits ont une durée de vie en constante diminution. La notion de temps devient alors un facteur majeur et primordial pour la survie de l'activité industrielle. De plus, devant l'abondance de l'offre, leurs comportements de consommation sont de plus en plus difficiles à prévoir. Le souci majeur de l'entreprise est d'être réactive à cette perpétuelle dynamique à travers l'étude de ses produits et plus particulièrement de leurs approches.

L'objectif de ce chapitre est de faire le point sur les approches d'étude des produits en général à travers une définition de ces derniers, leur classification (caractérisation) et les tendances actuelles en matière de leur étude.

La finalité de ces rappels est d'introduire nos contributions qui feront l'objet des chapitres suivants de la présente thèse.

I.1- Notions générales sur les produits

I.1.1- Définition et caractérisation d'un produit

Le produit désigne ce qui naît d'un travail, d'une activité quelconque de la nature ou de l'homme. C'est une combinaison d'éléments matériels, fonctionnels et symboliques (Akao, 1972). Il est caractérisé par sa nature économique, par sa place dans le processus de production et par sa durée de vie (Akao, 1993). Les produits peuvent être regroupés en gammes de marques de profondeur variables. La marque facilite ainsi son identification (Edighoffer, 1998).

On observera que certains produits sont qualifiés en fonction de leur usage (alimentaires, cosmétiques, pharmaceutiques, vestimentaires, ménagers, d'équipements, de transport, ...), d'autres en fonction de leur provenance (naturels, d'art, industriels, agricoles, bancaires) ou de leur constitution (chimiques, électriques, ...). Il existe aussi des qualificatifs mixtes : électroménagers, agro-alimentaires, ... etc. (Grenier, 1996).

En fait, la distinction entre les dénominations (produits, objets et biens matériels) est purement arbitraire. Elle a certainement une légitimité culturelle fondée sur une étymologie et des habitudes linguistiques, mais elle n'obéit à aucune logique rigoureuse. La réalité des choses est que tout produit a une provenance, un usage et une constitution et qu'en toute rigueur il devrait être qualifié par rapport à ces trois dimensions (Grenier 1996) :

- le caractère industriel de la provenance d'un produit est plus particulièrement marqué pour les activités d'ingénierie et les fabrications de très petite série de

- produits techniquement complexes ainsi que pour les productions de moyenne et de grande série,
- le caractère usuel ou fonctionnel du produit qui remplit des fonctions d'usage spécifique. Il peut s'agir de composants ou d'ensembles complets d'usage relativement autonome,
 - le caractère matériel du produit est plus ou moins prononcé. Certains résultats de l'activité humaine, même industrielle, sont peu matérialisés (inventions, méthodes d'organisation, produits –services bancaires-, ...). Lorsque les produits sont des objets matériels, tous les matériaux sont concernés puisqu'ils peuvent tous faire l'objet d'une mise en forme industrielle.

Le tableau ci-dessous représente les critères de définition des produits.

<i>Critère</i>	<i>Types de produit</i>
Leur nature économique	- produits indépendants (montres, crèmes glacées) - produits complémentaires (la lampe et son ampoule) - produits substituables
Leur place au sein du processus de fabrication / ventes	- matières premières (acier pour une casserole) - biens de production (robot pour une chaîne de montage) - produit de consommation (gomme, produit d'assurance)
Leur durée de vie	- biens non durables à existence courte et à prix modéré (alimentaire) - biens non durables acquis à long terme et à prix plus élevé (électroménager)

Tableau I.1 : Critères de définition des produits (Edighoffer, 1998)

Si nous prenons donc l'un quelconque de ces produits complets fabriqués industriellement (biscuit, médicament, parapluie, manteau, sèche-cheveux, lave-linge, machine-outil, automobile, locomotive, ...) et entreprenons de l'analyser tout d'abord en situation de service. Un élément saute aux yeux : sa peau, son enveloppe extérieure. Elle constitue la limite apparente, la frontière matérielle du produit. Tout ce qui est à l'intérieur lui appartient. Ce qui est à l'extérieur en est, apparemment, totalement ou partiellement indépendant. En réalité, cette enveloppe, de forme et de constitution plus ou moins complexes, constitue une interface d'échange entre le produit et son environnement (figure I.1). Si cette interface n'existait pas, le produit n'aurait aucune raison d'être.

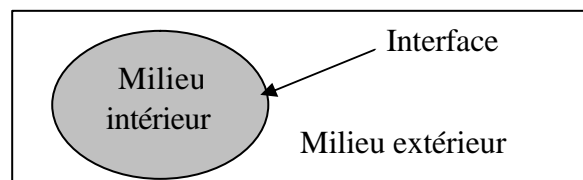


Figure I.1 : Produit symbolisé par son interface avec l'extérieur (Grenier, 1996)

La figure ci-dessus nous incite à détailler les éléments constitutifs du milieu interne qui sont : des sous-ensembles, des organes, des pièces, des surfaces et volumes

fonctionnels, puis éléments constitutifs de la matière. Tous ces éléments sont en relation les uns avec les autres comme l'indique la figure I.2.

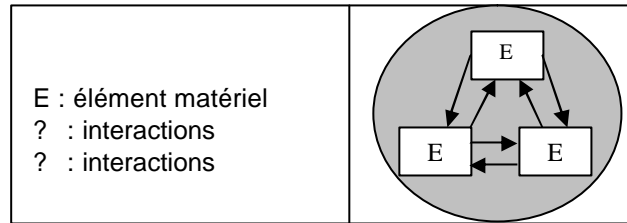


Figure I.2 : Milieu intérieur du produit (Grenier, 1996)

A l'extérieur du produit (figure I.3), la diversité est beaucoup plus grande, puisque au-delà d'éléments matériels, dont la plupart sont radicalement différents de ceux du milieu interne, on y trouve des êtres vivants, sous une multitude de formes, parmi lesquels les êtres humains utilisateurs.

L'existence de relations externes entraîne généralement des relations économiques (coûts et gains d'utilisation) entre les exploitants du produit et d'autres agents concernés par ces relations (fournisseurs d'énergie, fournisseurs de consommables, assureurs, législateurs, taxateurs, acheteurs du service rendu, ...).

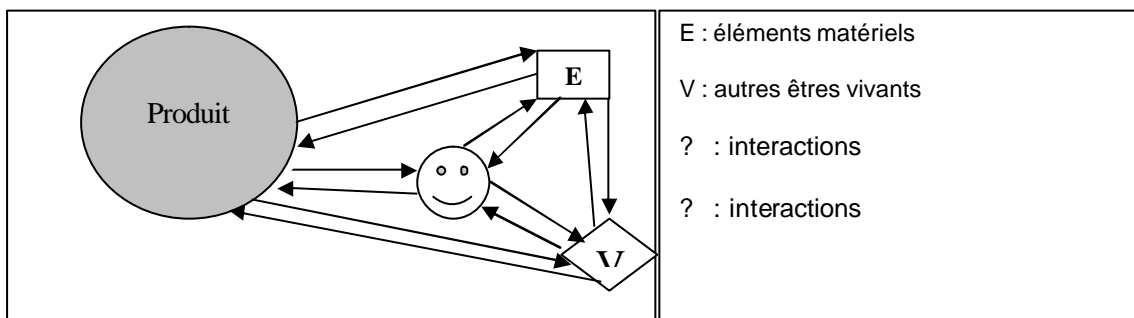


Figure I.3 : Milieu extérieur du produit (Grenier, 1996)

Le fonctionnement d'un produit est séquentiel. Il commence lorsqu'un utilisateur (opérateur) exerce une action ou un ensemble d'actions appropriées vers le produit, par l'intermédiaire de son interface. Cette dernière transmet ces actions aux éléments internes qui interagissent de la manière voulue par le concepteur et qui produisent une action ou un ensemble d'actions conséquentes, transmises à l'extérieur par l'intermédiaire de l'interface. Ce sont ces actions qui s'exercent sur un certain nombre d'éléments du système externe parmi lesquels des êtres humains, dont naturellement l'opérateur lui-même.

I.1.2- Cycle de vie d'un produit

Les étapes de réalisation d'un produit et sa mise en service passent par un cycle appelé *cycle de vie d'un produit*. Ce dernier s'étend au moment où le produit est conçu puis utilisé jusqu'à sa reprise (figure I.4).

Ces phases montrent clairement l'implication de plusieurs organismes (ou services) : les bureaux d'études (phases 1 à 4), les ateliers de production (phase 5), les services de distribution (phase 6), les consommateurs (phase 6), les services de suivi

(phases 7 et 8), les ateliers de fractionnement (phase 8), les ateliers d'incinération (phase 9),

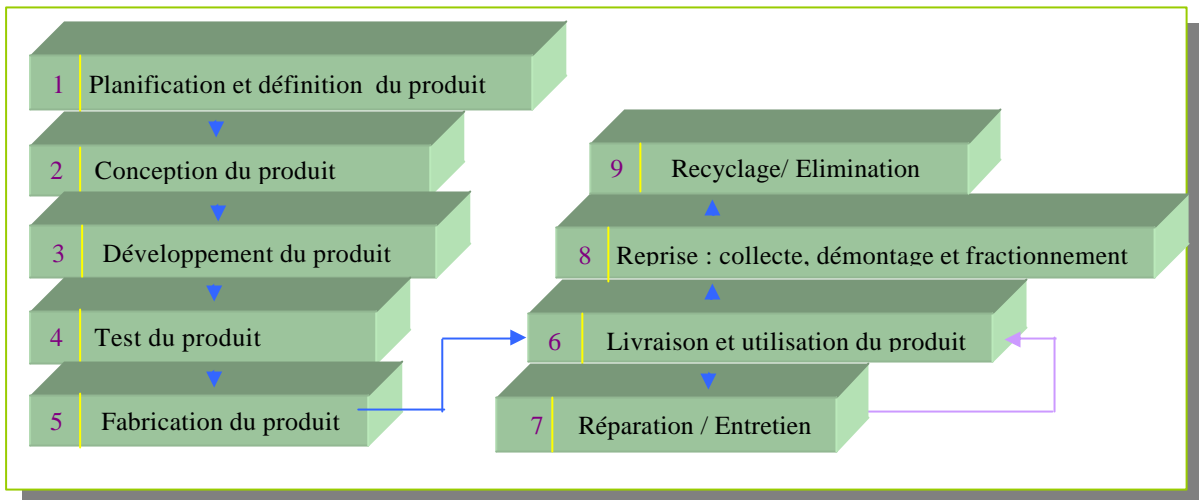


Figure I.4 : Phases du cycle de vie d'un produit (Bahmed & Djebabra, 2001)

L'intervention de ces organismes aux différents niveaux du cycle de vie d'un produit permet de synchroniser les informations relatives (Jackson, 1977) :

- aux instructions de conception du produit en question et à la collecte de l'information à partir de ces instructions,
- au travail de conception préliminaire qui est, généralement, un exercice de papier et de stylo,
- à la conception et construction de prototypes tridimensionnels et à leurs tests,
- à la modification des prototypes afin de tester les résultats,
- à la construction et la fabrication du produit,
- à la vente en gros et en détail du produit,
- à l'utilisation du produit,
- au retour d'expérience industriel reflétant la performance ou la non performance du produit et aux modifications supplémentaires,
- aux opérations de recyclage et/ou du rejet du produit.

La procédure d'évaluation d'un produit se réalise sur la base des phases de son cycle de vie. Sur cette base, quatre composantes⁸ sont prises en considération (Grenier, 1996) :

- définition des buts assignés aux produits et évaluation de leurs portées (conception et développement),
- analyse du perfectionnement des matériaux, des processus et des produits (matières premières, fabrication),
- analyse des impacts du produit en particulier sur l'environnement (consommateurs ou utilisateurs et environnement),

⁸ Ces composantes sont des agrégations des procédures et opérations intervenant dans les différentes phases du cycle de vie d'un produit.

- analyse de retour d'expérience industriel pour la garantie et le maintien de la qualité du produit (acquisition des ressources, fabrication, utilisation et gestion des déchets).

L'évolution du cycle de vie d'un produit doit être fondée sur l'implémentation d'un guide afin de s'assurer qu'il n'y a pas d'aspects qui sont omis en ce qui concerne la sécurité ainsi que la qualité des produits et de mettre en valeur les activités entreprises dans ce domaine (Bahmed & al., 2005).

Ainsi, il faut avoir recours à tous les aspects techniques du cycle de vie du produit à travers les étapes (Wildman, 1980) regroupées dans le tableau suivant et pour lesquelles sont associées des méthodes spécifiques d'étude.

<i>Etapes d'analyse technique des produits</i>	<i>Méthodes associées</i>
Analyse des caractéristiques de la conception	Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticité (AMDEC)
Méthodes de critique de la conception	
Test de la conception et méthodes d'analyse	
Analyse du processus de fabrication	AMDEC et Maîtrise Statistique des Procédés (MSP)
Contrôle final de la qualité et test	MSP
Analyse de la distribution et de l'utilisation du produit	AMDEC
Exigences du registre d'information du produit	Retour d'expérience industriel
Analyse finale du produit	AMDEC
Analyse des modes de recyclage et de rejet	
Procédures de <i>rappel</i> du produit	

Tableau I.2 : Etapes d'étude des aspects techniques des produits et méthodes adéquates.

I.1.3- Performance d'un produit

Au sens large du terme, la performance d'un produit traduit sa qualité. Au sens stricte, il s'agit des indicateurs de performance tels que : la serviabilité, la maintenabilité, la qualité, la fiabilité, la disponibilité, la sécurité et le respect de l'environnement.

Chapouille définit les cinq premiers concepts de la manière suivante (Chapouille, 1998) :

- la qualité est le degré avec lequel un produit convient aux besoins du client. La qualité totale est fonction de la qualité du projet, qui mesure la valeur intrinsèque du projet par rapport aux besoins du client, et de la qualité de fabrication, qui mesure la fidélité avec laquelle le produit fabriqué est conforme au projet,
- la fiabilité est la caractéristique d'un dispositif mesurée par la probabilité qu'il accomplisse une fonction requise dans des conditions données, pendant un temps donné,
- la maintenabilité est la caractéristique d'un système réparable mesurée par la probabilité qu'un système en panne soit remis en état dans un délai maximal donné, lorsque l'entretien et la réparation sont faits dans des conditions spécifiées,
- la disponibilité est la caractéristique d'un système réparable mesurée par la probabilité que le système fonctionne correctement à un instant quelconque, lorsqu'il est utilisé et entretenu dans les conditions spécifiées,

- la serviabilité est la caractéristique d'un système en service mesurée par la séquence des conditions de fonctionnement auxquelles est soumis le système (composants, dispositifs ou équipement). Il s'agit du cycle de fonctionnement exprimé par le facteur de service qui est le rapport de la durée de service d'une machine ou d'une installation (produit) à la durée totale de l'intervalle de temps considéré,
- la sécurité est l'absence du danger. Un produit est dit sécuritaire, lorsque son utilisation est sûre et ne porte pas préjudice à l'utilisateur. C'est, donc, la garantie de l'intégrité de l'être humain, la garantie de l'intégrité du système (produit) lui-même ou de ses fonctions et en fait de la fiabilité (Gerondeau & Lefranc, 1998),
- le respect de l'environnement est la caractéristique d'un produit compatible avec l'environnement par la possibilité d'allongement de sa durée de vie, d'être facilement démontable et d'être facilement dégradable, dans le cadre de la recherche d'un développement durable (Butel-Bellini & Janin, 1999).

L'examen de ces définitions montre l'existence d'une complémentarité entre les indicateurs de performance des produits. Afin d'illustrer nos propos, nous évoquerons dans ce qui suit trois cas.

I.1.3.1- Qualité et Sécurité

La *gestion de la sécurité du produit* est l'ensemble des activités à entreprendre pour préserver sa sécurité. Nous pourrions ainsi parler d'un produit de bonne *qualité* d'où son fonctionnement technique performant et son utilisation sécuritaire (sans risques de blessures ou de dommages). La plupart des experts en sécurité étaient convaincus que la majorité des concepts de qualité étaient tirés de la sécurité (Olsen, 1994). Par conséquent, pour concevoir un produit raisonnablement sûr, nous devons insister sur ces deux critères qui ont plusieurs concepts communs comme l'illustre la figure I.5.

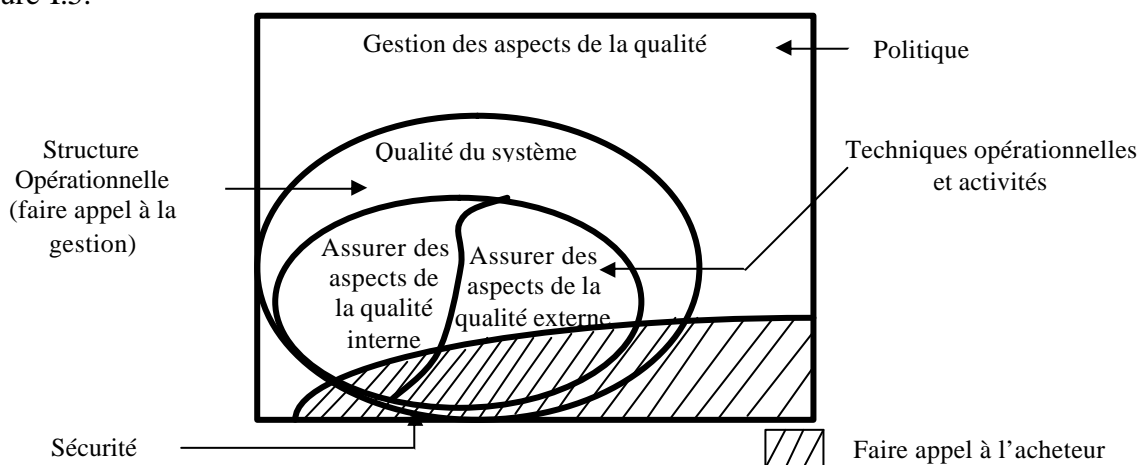


Figure I.5 : Rapport entre les concepts qualité et sécurité (Olsen, 1994)

I.1.3.2- Fiabilité, Disponibilité et Maintenabilité

La fiabilité s'intéresse à tout ce qu'il faut faire pour qu'un produit fonctionne sans défaillance (ou avec une fréquence de défaillance suffisamment faible) pour être acceptable dans l'usage prévu. Sa conservation concerne la maintenabilité qui s'occupe

de ce qu'il faut faire pour qu'un produit soit ramené dans des conditions aussi proches que possibles de celles prévues au début de son fonctionnement.

Le but de la fiabilité et de la maintenabilité est, donc, de garantir au client un usage prévu au coût total minimal pendant la période spécifiée, dans des conditions d'entretien et de réparation précises. Cependant, la maintenabilité est intimement liée à la fiabilité et à la disponibilité. En effet, si la maintenabilité permet de réduire la durée des pannes et leur coût, la fiabilité permet de réduire la fréquence de ces pannes. Toutes deux, grâce au choix d'une politique de maintenance appropriée, ont pour but d'augmenter la disponibilité des systèmes ou des équipements et de diminuer les coûts d'entretien et les stocks de pièces de rechange.

La figure suivante met en évidence les liens entre les indicateurs fiabilité, disponibilité et maintenabilité.

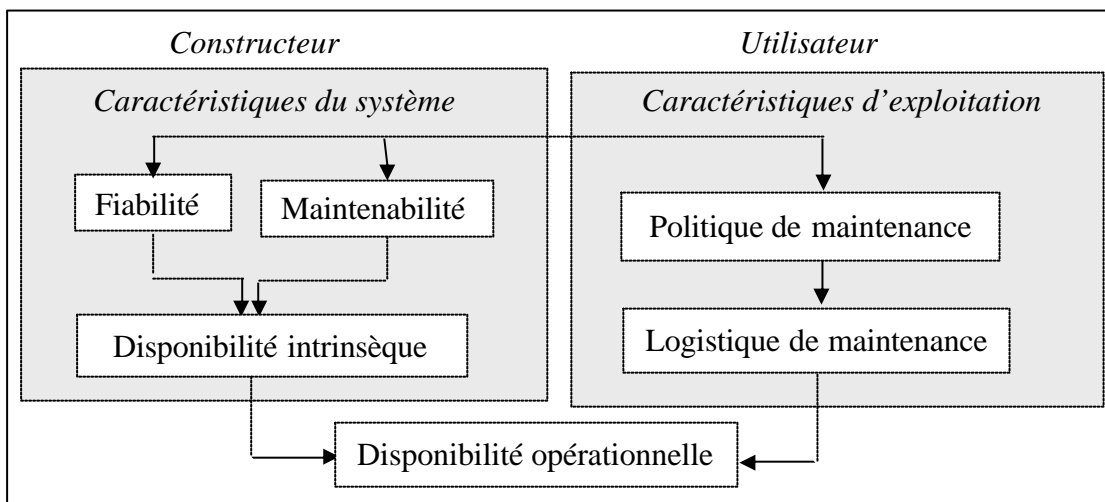
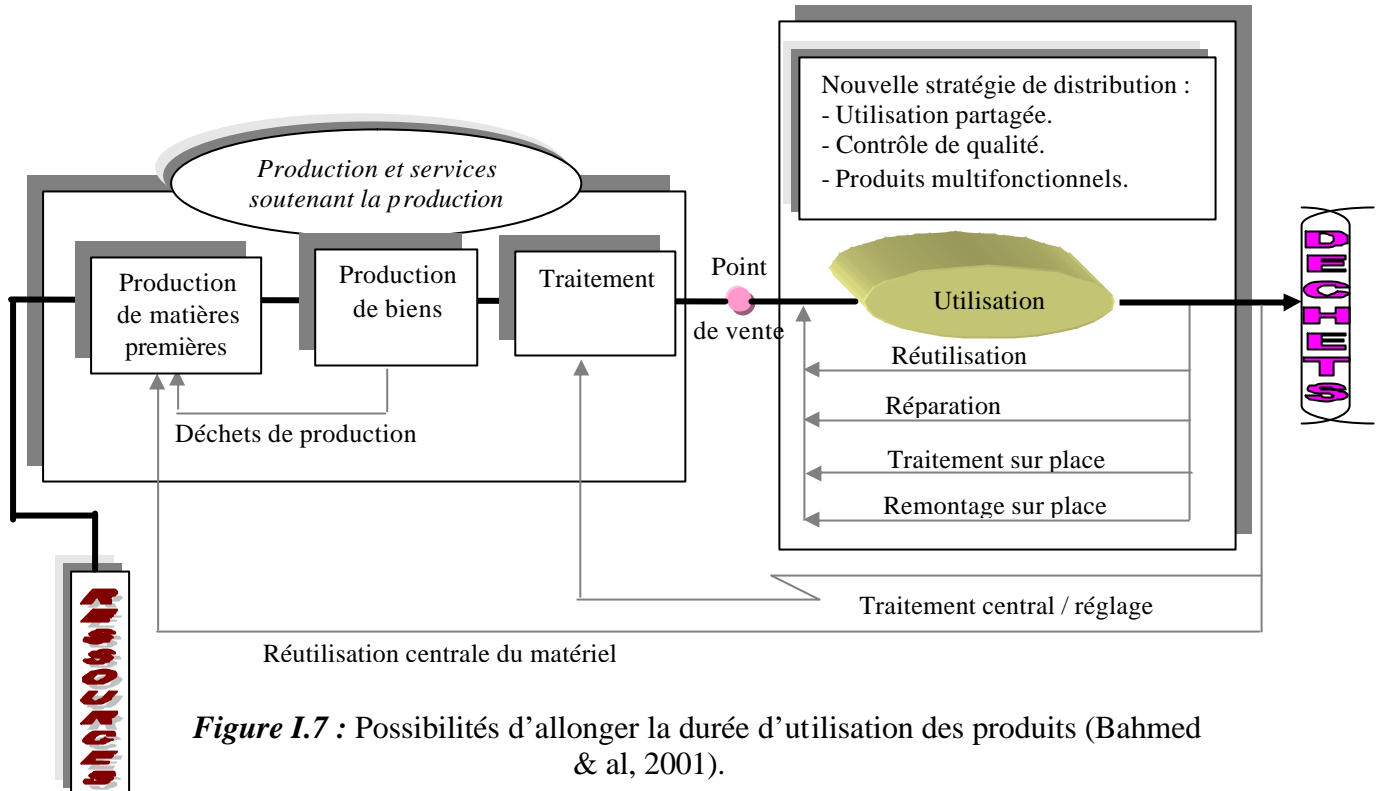


Figure I.6 : Liens entre les indicateurs fiabilité, disponibilité et maintenabilité (Boitel & Hazard, 1987)

I.1.3.3- Qualité et respect de l'Environnement

La figure de la page suivante illustre les retombées d'un produit de bonne qualité et respectueux de l'environnement.



I.2- Tendances actuelles en matière d’étude des produits

Dans cette section, nous nous proposons de présenter les tendances actuelles en matière d’étude des produits à travers les différentes approches développées dans la littérature spécialisée dans ce domaine.

I.2.1- Présentation succincte des approches d’étude des produits

I.2.1.1- Approche industrielle

L’approche industrielle du produit est fondée sur le métabolisme industriel qui peut être défini comme un processus physique de transformation des matériaux, de l’énergie et des valeurs ajoutées par la main d’œuvre, en un produit fini auquel s’ajoutent des déchets générés dans des conditions normales de processus de production (Haouès, 2006).

Ce concept peut être également appliqué à d’autres entités à organisation automatique, telles que les entreprises de fabrication.

Pour rappel, une entreprise de fabrication est le synonyme économique d’une organisation vivante. Cependant, quelques différences règnent entre une organisation vivante et une entreprise. Par exemple, les organisations biologiques se reproduisent. Au contraire, les entreprises fabriquent des produits ou des services. Cependant, les entreprises peuvent facilement changer d’un type de produit à un autre selon les besoins du marché. En revanche, les organisations vivantes sont fortement spécialisées et ne peuvent changer leurs comportements que sur une longue période. Le cycle de vie des différents matériaux dans une organisation vivante est fermé, tandis que la plupart des cycles industriels sont ouverts (Ayres & Ayres, 1998).

L'approche industrielle du produit considère ce dernier dans son contexte industriel. Il n'a pu naître, vivre, et il ne pourra disparaître que grâce à l'activité d'un certain nombre d'agents économiques se succédant tout au long de sa vie.

Un produit ne peut être un succès industriel que si un flux significatif parvient à s'instaurer depuis la fabrication jusqu'à la récupération. Or, chacun des agents économiques (promoteurs, concepteurs, fabricants, vendeurs, acheteurs, ...) possède un pouvoir de blocage du flux : il faut donc qu'ils acceptent de jouer le jeu.

L'intérêt industriel du produit est fondé sur toutes les performances du produit qui sont inhérentes aux préoccupations industrielles. Ces performances sont d'ordre technique, économique et usuel. Ainsi, une entreprise industrielle met toutes les chances de son côté, dans le cadre du développement de ses produits si elle ne néglige aucune de ses responsabilités par rapport aux performances de ses produits et si elle accorde la priorité aux plus stratégiques d'entre elles (Hadj-Hamou, 2002).

Les performances industrielles représentent la matière première des travaux de développement de produits nouveaux à travers une multitude de contextes (Grenier, 1996) : créativité, cahier des charges, étude des marchés, normalisation, réglementation, propriété industrielle, exportation, essais, industrialisation, commercialisation, après-vente, planification des projets, conception assistée par ordinateur, etc... .

Il est important d'insister sur le fait que ces performances, étant étroitement liées, les contextes précédemment cités le sont aussi et qu'une méthodologie générale, très largement interdisciplinaire, du développement du produit est d'une nécessité impérieuse (Grenier, 1996).

I.2.1.2- Approche technique

L'approche technique des produits est fondée sur des définitions de types fonctionnel, technologique et géométrique (Hadj-Hamou, 2002).

A travers la définition fonctionnelle qui représente la première phase de l'approche technique, on représente l'aspect fonctionnel du produit par une décomposition fonctionnelle. La racine de l'arbre constitue la famille de produits et les feuilles de l'arbre correspondent aux différentes fonctions que peut assurer la famille de produits. Le déroulement de la phase de capture et de traitement des besoins fonctionnels des clients consiste à sélectionner les fonctions désirées par le client et à spécifier, pour chaque fonction validée, ses caractéristiques et ses propriétés.

L'analyse fonctionnelle du produit est une application des approches systémique et analytique que nous aborderons dans la suite de ce chapitre. Elle est fondée sur les éléments suivants (Zanin, 1998) : l'état d'esprit, le travail en groupe et la logique de réflexion.

Un produit de quelque nature qu'il soit (matériel, logiciel, organisation, service) doit, pour être utile, faire partie d'un milieu composé de différents éléments interactifs qui constituent l'environnement de ce dernier. Les interactions entre le produit et les éléments sont les liens qui assurent l'équilibre «harmonieux» entre produit et environnement (figure I.8).

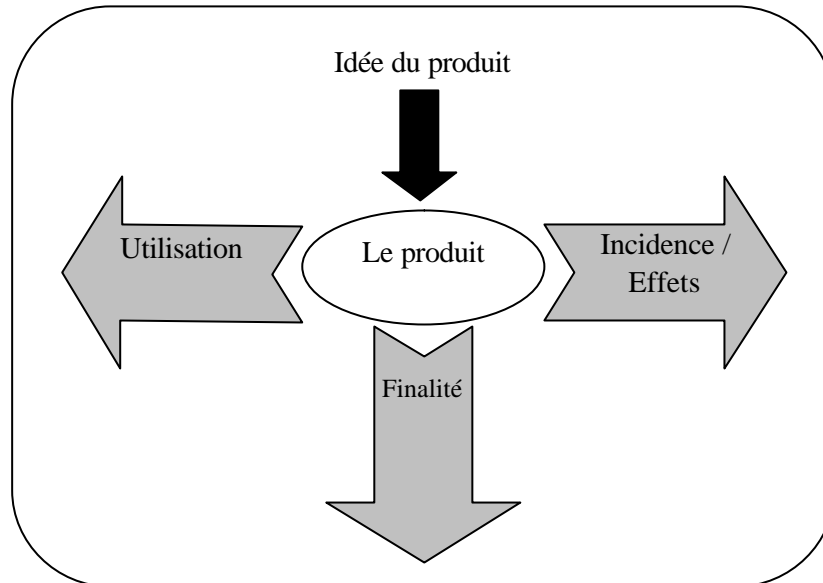


Figure I.8 : Définition de l'environnement du produit (Zanin, 1998)

L'analyse fonctionnelle d'usage est un type spécifique d'étude préliminaire à des fins de développement de produits, de sélection de ces derniers, d'appels d'offre sur le marché et de connaissance de la concurrence (Julien, 1998). Ce n'est qu'un maillon d'une chaîne et ses principaux objectifs sont représentés au niveau de la figure I.9.

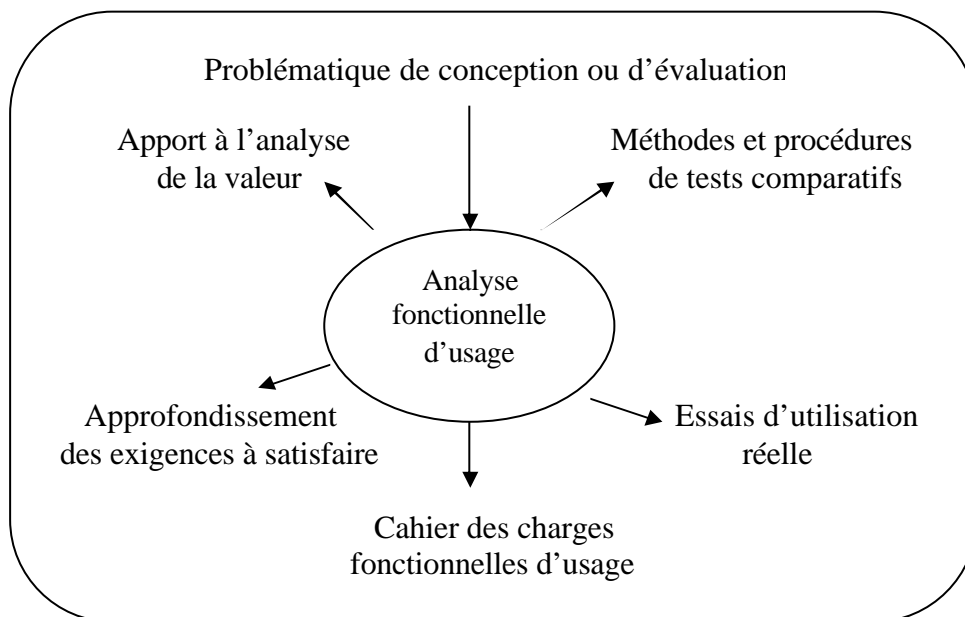


Figure I.9 : Principaux objectifs de l'analyse fonctionnelle d'usage (Julien, 1998)

La seconde phase de l'approche technique est la définition technologique durant laquelle des solutions technologiques sont associées à chaque schéma logique caractérisé dans la phase précédente (définition fonctionnelle). La recherche de ces solutions correspond à l'affectation de composants technologiques aux différentes fonctions, sous fonctions et composants terminaux validés dans la phase fonctionnelle. Ceci est équivalent à un schéma du principe de la variante du produit (Hadj-Hamou, 2002).

Le résultat des deux phases de configuration fonctionnelle et technologique est un ensemble de composants (une nomenclature spécifique du produit) sans information sur leur positionnement. La nomenclature spécifique seule ne suffit pas pour définir le produit, en effet, il peut exister plusieurs positionnements et agencements des composants. Par conséquent, les possibilités de positionnement et d'agencement doivent être représentées dans un modèle générique au niveau duquel il faut alors pouvoir représenter un positionnement absolu des composants par rapport à un repère et le positionnement des composants les uns par rapport aux autres. Il s'agit de la définition géométrique et celle des modules (Hadj-Hamou, 2002).

I.2.1.3- Approche marketing

L'approche marketing est une approche d'une importance incontestable pour le produit et plus particulièrement lorsque : les besoins et les désirs des consommateurs sont clairement identifiés, les produits sont ceux qu'ils attendent au prix qu'ils estiment attrayant, la communication et le système de distribution sont efficaces et les produits se vendent facilement.

Le marketing est d'abord un état d'esprit qui imprègne l'entreprise. Celle-ci tourne résolument vers l'extérieur, c'est-à-dire le marché. Elle se focalise sur (Quibel, 1998) : les besoins et les désirs des consommateurs et des clients, le fruit de recherches, le lancement des produits, la communication avec son marché, la distribution des produits, l'élaboration d'une politique de prix et de services adaptée aux besoins de ce marché, et, surtout, la création de la satisfaction chez les consommateurs et les clients (car, si une entreprise sait créer plus de satisfaction que ses concurrents, elle pourra faire des bénéfices et atteindre ses objectifs financiers et de développement).

Le marketing est aussi un ensemble de méthodes et de techniques (Kotler, 1980) : d'études de marché, d'analyse du comportement des consommateurs, de communication, de vente, de distribution de produits, ...

La définition du produit par rapport à l'approche marketing, insiste sur le fait que ce dernier est un potentiel de satisfaction perçu par des acheteurs ou des utilisateurs éventuels.

Dans la classification des produits, selon l'approche marketing, on peut considérer deux types d'utilisateurs (Dubois & Jolibert, 1989) : les ménages et les entreprises.

Les ménages achètent des biens d'équipements plus ou moins durables, des biens de consommation courante, des services. Certains sont achetés avec un minimum d'efforts (journaux, savons, cigarettes). En revanche, pour d'autres, l'acheteur compare la qualité et le prix.

Les entreprises achètent : des biens d'équipements stratégiques (usines, bâtiments,...), des biens d'équipements accessoires (machines, outillages, ...), des composants entrant dans la constitution d'ensembles (composants électroniques, ...), des produits consommables (huile, carburant, papier, ...), des services (assurances, maintenance, services bancaires, transport, ...).

Dans le domaine industriel, les acheteurs sont, particulièrement liés aux facteurs suivants (Haas, 1982) : la fréquence d'achat, le montant de la dépense par achat, le pourcentage du produit acheté par rapport au coût du produit fini, impacts du composant

sur les caractéristiques du produit fini et l'impact sur l'environnement (on ne peut pas commercialiser une technologie polluante).

Les stratégies organisationnelle et commerciale de l'entreprise nécessitent une approche complémentaire pour comprendre les différentes phases de vie des produits, la nécessiter d'en créer de nouveaux ou d'en arrêter. Beaucoup de produits marquent une rupture avec le passé. L'attitude marketing est insuffisante pour les inventer. Mais on ne peut, en aucun cas, imposer n'importe quoi au client ou au consommateur. C'est bien là l'un des problèmes difficiles auxquels le management est soumis et, en particulier, l'ingénieur lorsqu'il opère dans une activité de recherche/développement, voire de production. L'attitude marketing est une condition nécessaire mais non suffisante pour la réussite de l'entreprise.

I.2.1.4- Aspects importants relatifs à ces approches

Tous les aspects relatifs aux trois approches présentées précédemment sont importants pour l'étude des produits. Mais nous nous intéresserons dans notre étude à trois autres aspects, dont nous justifions le choix et l'importance par rapport à la situation actuelle en matière de produits en Algérie. Ainsi, les trois aspects retenus sont : l'aspect réglementaire, l'aspect normatif et l'aspect méthodique. Cette démarcation par rapport aux approches actuelles d'étude des produits (industrielle, technique et marketing) est appuyée par les justifications suivantes :

- en ce qui concerne l'approche réglementaire, l'Algérie dispose d'un arsenal juridique consistant en matière de concepts Qualité, Sécurité, Environnement mais l'application des textes demeure à un niveau faible,
- pour ce qui est de l'aspect normatif, notre pays accuse un grand retard à combler vu que le niveau de normalisation demeure très faible. Du coup, la normalisation doit être prise comme axe essentiel de la stratégie de développement de l'entreprise algérienne,
- enfin, l'aspect méthodique est marqué par l'approche systémique qui, par rapport à son aspect global, nous permet d'étudier de différents systèmes à des niveaux techniques diversifiés.

A- Aspect réglementaire (ou législatif)

A.1- Rôle de la réglementation

Les spécialistes du domaine QSE s'accordent sur le fait que la réglementation en QSE occupe une place de choix. Ceci grâce à la richesse de la réglementation internationale en matière de QSE.

Par ailleurs, il est important de rappeler que l'apparition de textes réglementaires (notamment en sécurité et en environnement) est systématiquement le résultat (ou la conséquence) des événements importants (accidents, catastrophes,...). De ce fait, le rôle de la réglementation vient toujours pour prendre en charge ces événements et redresser les situations existantes.

A.2- Faits marquants de la réglementation

Sans tarder sur les faits marquants de la réglementation (car, nous revenons sur ce sujet avec plus de détails dans le chapitre II), nous pouvons citer les plus importants à savoir que :

- la réglementation n'est pas anticipative,
- souvent, elle est source de contraintes : surtout par sa lourdeur (tout un arsenal de textes réglementaires) et par son principe qui vise la nécessité de mettre en œuvre les moyens (*obligation de moyens*) et non pas l'obligation d'aboutir à des résultats (*obligations de résultats*).

B- Aspect normatif

En face de la difficulté d'intégration des paramètres Qualité, Sécurité et Environnement (QSE) dans un seul système unique, afin de respecter et maintenir les acquis dans les différents domaines du QSE et afin de répondre aux besoins des acteurs dans leurs fonctions et attributions, il paraît souvent préférable de définir un système de management de type *harmonisé*. Ce concept s'appuie sur les similitudes des différentes normes, et chaque fois que possible et pertinent, sur le système documentaire et sur les pratiques résultant de la mise en place de l'assurance qualité en matière de produits.

Dans la pratique, cela conduit (figure I.10) : à l'adoption de référentiels spécifiques à chaque domaine QSE, à la définition au sein de chaque établissement et le regroupement dans le système documentaire des dispositions générales auxquelles se rattachent ensuite les dispositions particulières à chaque domaine QSE, au souci de fournir aux acteurs des éléments de connaissance pour l'accomplissement de leurs tâches (mais également pour assurer une compréhension du système permettant une certaine autonomie) et enfin à la mise en place de modalités de formation et de contrôle spécifique à chaque domaine QSE.

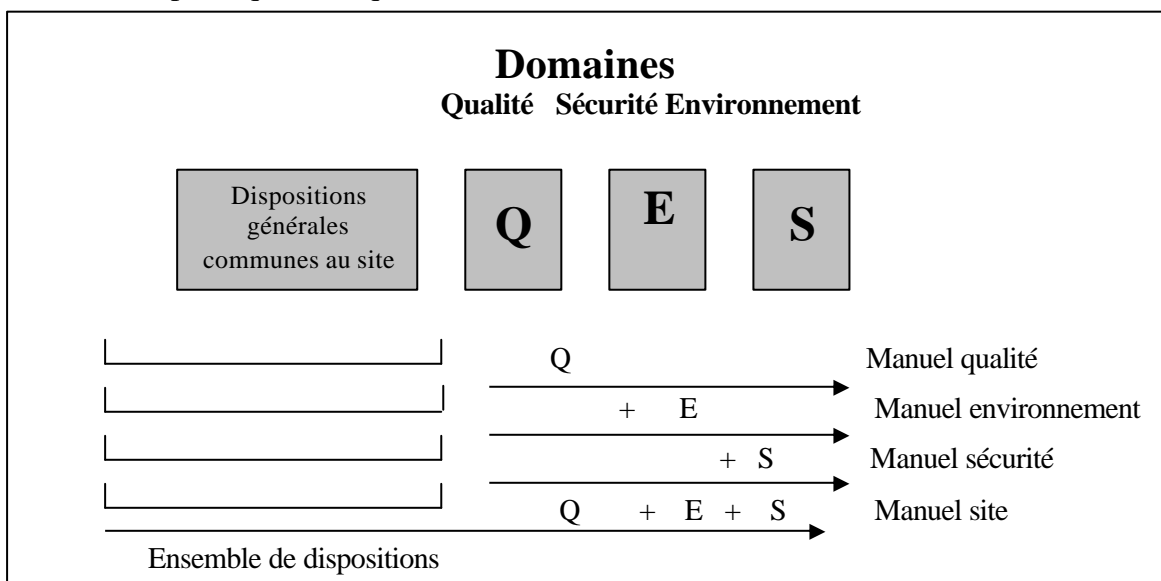


Figure I.10 : Système harmonisé (Verot, 2000)

L'aspect normatif que nous évoquons ici est fondé sur la mise en place d'un système de management de type harmonisé, modulaire et cohérent qui permet d'éviter les contradictions ou incohérences, d'assurer l'optimisation des actions entreprises et des efforts déployés, mais aussi de respecter les spécificités de chaque domaine et surtout de répondre aux besoins des acteurs de terrain. Elle s'appuie sur les acquis retirés de la démarche « qualité produits », sur le recours à des référentiels spécifiques, tout en profitant de leurs similitudes pour définir des dispositions

communes et retenir, chaque fois que nécessaire, les dispositions spécifiques à tel ou tel domaine.

Cet aspect est défini à travers la présentations des différentes démarches ISO (ISO 9000 et ISO 14000) et OHSAS 18000, dans le cadre du Système de Management Intégré QSE.

B.1- Systèmes de Management de la Qualité

La qualité est un facteur-clé de la réussite d'une entreprise : la satisfaction de sa clientèle et la consolidation de son rendement, ce qui suppose un management de la qualité au service de ceux qui interviennent dans la fabrication de ses produits et prestations de services. Un système qualité contribue également à gérer activement les risques d'une entreprise.

Une bonne gestion de la qualité suppose l'introduction d'un système qualité. Ce dernier est un guide d'orientation pratique selon lequel la direction et les collaborateurs concrétisent la qualité dans les activités quotidiennes de l'entreprise. Il décrit les objectifs, structures organisationnelles et actions nécessaires à l'amélioration de la qualité tant au niveau interne qu'au niveau externe. Pour ce faire, il est indispensable de désigner des responsables de la qualité ainsi que les objectifs visés et les objectifs à atteindre. Tous ces éléments sont à mettre par écrit et à communiquer aux collaborateurs, par exemple sous forme d'un manuel qualité, chaque entreprise peut en principe établir son propre système qualité. Cependant, il est également possible et en règle générale utile de s'inspirer des modèles préétablis, tels que la série des normes ISO⁹ 9000.

La série des normes ISO 9000 est très souvent appliquée pour la mise sur pied de systèmes qualité. Créée pour le milieu industriel, elle est aujourd'hui utilisée par des entreprises de production de toutes tailles, et de plus en plus aussi dans le secteur des services (comme par exemple les banques et les compagnies d'assurances).

La série ISO 9000 constitue un système générique de normes applicables à tous les secteurs de l'économie (les normes sont des directives standardisées visant une compréhension et une manière d'agir uniformes dans certains domaines). Les normes décrivent de quels éléments un système qualité doit être composé. Considérées comme un tout, elles constituent une marche à suivre pour la mise sur pied et l'application du management de la qualité, tout en posant des exigences générales pour l'assurance de la qualité.

Les modèles d'exigences ISO 9001, ISO 9002 et ISO 9003 représentent le noyau de la série ISO 9000 et se répartissent comme suit (Schônbachler & Steidle, 1998) :

- ISO 9001 (modèle pour conception/développement, production, installation et prestations associées) : cette norme entre en jeu lorsque le système qualité

⁹ L'ISO (*International Standardisation Organisation*) est une union mondiale des organismes de normalisation nationaux. En 1987, les normes ISO 9000 ont été les premières directives en matière de qualité valables pour le monde entier ; elles ont fait l'objet d'une révision en 1994 (Scônbachler & Steidle, 1998).

s'étend au cycle de vie entier d'un produit. Toute entreprise développant des produits est automatiquement concernée par ce modèle,

- ISO 9002 (modèle pour production, installation et prestations associées) qui contient les processus de production, d'installation et de prestations associées. Cette norme s'adresse aux entreprises qui n'effectuent pas de propre développement de produit,
- ISO 9003 (modèle pour contrôle et essais finaux) qui peut être utilisée pour déterminer, au moyen de contrôle et essais finaux, si les exigences spécifiées pour le produit sont respectées. Ce modèle se prête avant tout aux entreprises de plus petites envergures essentiellement actives dans la sous-traitance.

Ces modèles d'exigence sont complétés par des lignes directrices destinées à faciliter le choix et l'application d'un modèle précis. Ces lignes directrices se résument dans les points suivants (Schönbachler & Steidle, 1998) :

- ISO 9000-1, pour le management de la qualité et l'assurance de la qualité, qui explique diverses formules de qualité et donne une instruction quant au choix et à l'application des normes ISO 9000,
- ISO 9000-2, pour le management de la qualité et l'assurance de la qualité, qui fournisse les lignes directrices pour l'application de l'ISO 9001, l'ISO 9002 et l'ISO 9003,
- ISO 9003, pour la gestion de la qualité et l'assurance de la qualité, qui édicte les lignes directrices pour l'application de l'ISO 9001 au développement, à la mise à disposition et à la maintenance du logiciel,
- ISO 9000-4, pour la gestion de la qualité et l'assurance de la qualité, qui se prête pour démontrer les caractéristiques de la sûreté de fonctionnement des systèmes.

Les normes de la famille ISO 9000 sont regroupées dans la figure I.11 ci-dessous.

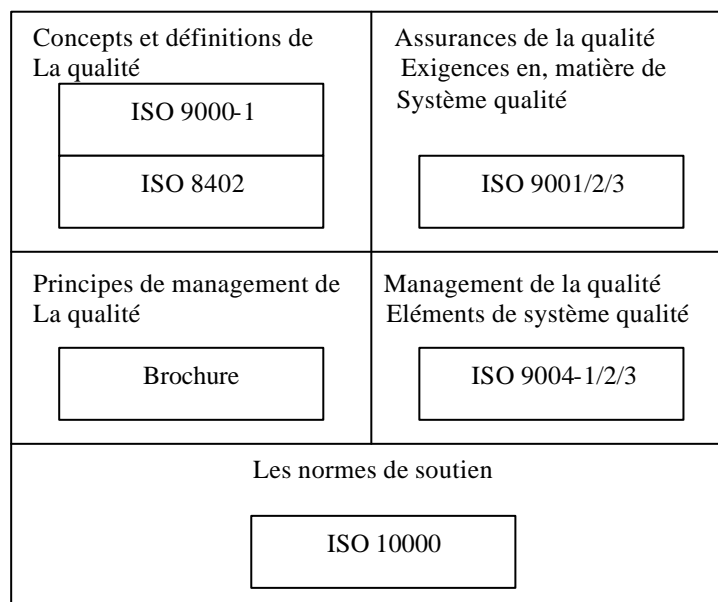


Figure I.11 : Les normes de la famille ISO 9000 (Todorov, 1996)

La comparaison des ces normes du point de vue processus est réalisée à travers la représentation schématique suivante.

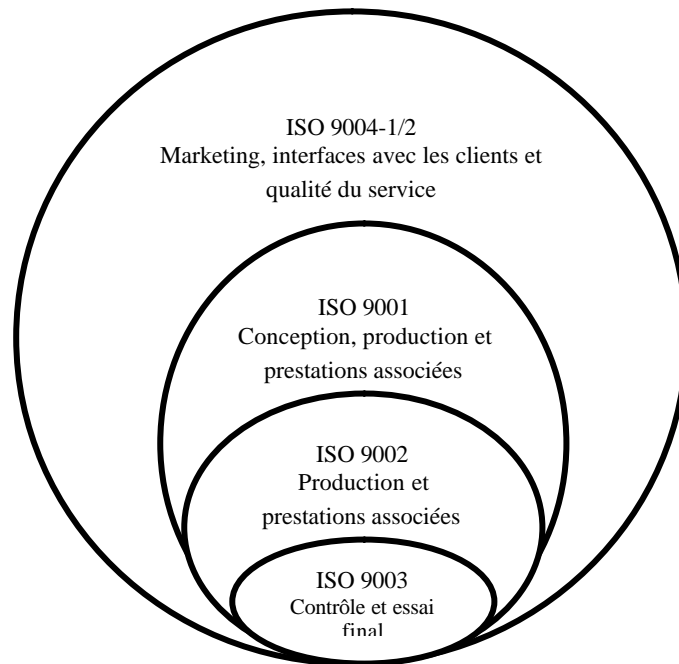


Figure I.12 : Comparaison des normes du point de vue processus (Todorov, 1996)

Le contenu des exigences définies dans les normes ISO 9000 peut être résumé en 20 points (tableau I.3). Selon le modèle d'exigences, toutes les exigences peuvent être soit complètes (ISO 9000), soit moins contraignantes (ISO 9002, ISO 9003).

1	Responsabilité de la direction	?	?	?
2	Système qualité	?	?	?
3	Revue de contrat	?	?	?
4	Maîtrise de la conception	?		
5	Maîtrise des documents et des données	?	?	?
6	Achats	?	?	
7	Maîtrise du produit fourni par le client	?	?	?
8	Identification et traçabilité du produit	?	?	?
9	Maîtrise des processus	?	?	
10	Contrôle et essais	?	?	?
11	Maîtrise des équipements de contrôle, de mesure et d'essai	?	?	?
12	Etats des contrôles et des essais	?	?	?
13	Maîtrise du produit non conforme	?	?	?
14	Actions correctives et préventives	?	?	?
15	Manutention, stockage, conditionnement, préservation, livraison	?	?	?
16	Maîtrise des enregistrements relatifs à la qualité	?	?	?
17	Audits qualité internes	?	?	?
18	Formation	?	?	?
19	Prestations associées/ Service clients	?	?	
20	Techniques statistiques	?	?	?

? Exigences complètes

? Exigences moins contraignantes que ISO 9001

Tableau I.3 : Eléments des normes ISO 9000 (Todorov, 1996)

L'institution confrontée aux normes ISO 9000 se retrouve, alors, dans un entrelacs de divers domaines thématiques (figure I.13) : non seulement l'assurance de la qualité, le management de la qualité et éventuellement le Total Quality Management (TQM), mais également la responsabilité du fait des produits, la sécurité des produits sans oublier le marquage CE et le Risk Management de l'entreprise.

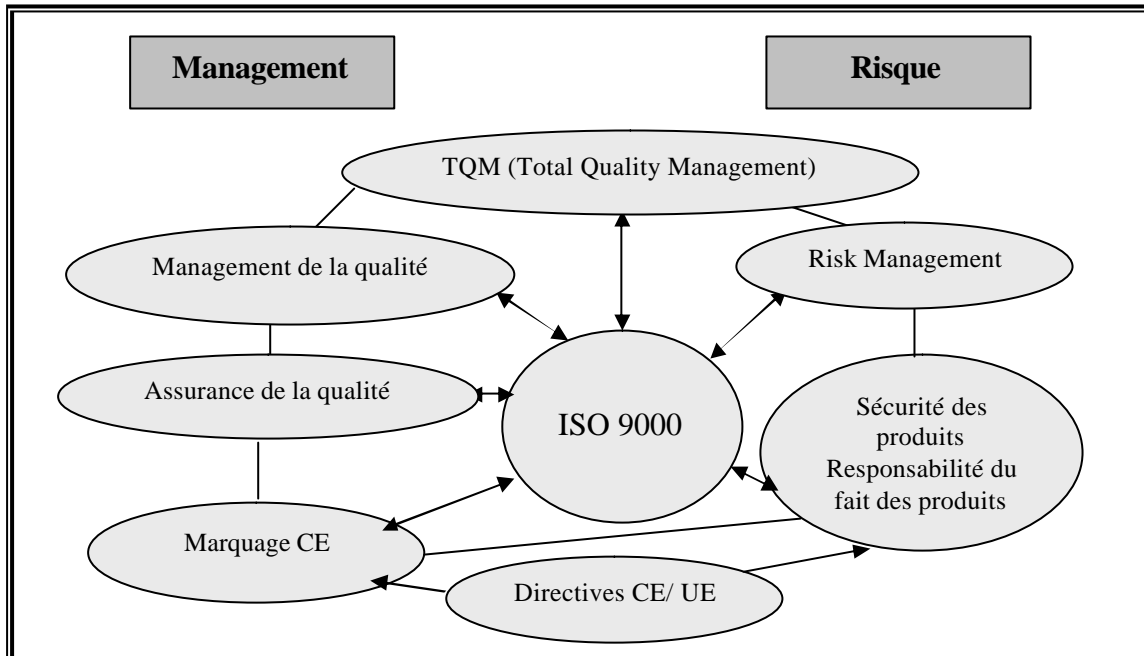


Figure I.13 : Apports de la norme ISO 9000 (Shônbachler & Steidle, 1998)

A une époque où qualité et sécurité incarnent les succès ou défauts stratégiques possibles, les normes ISO 9000 représentent un élément modulaire réel susceptible d'assurer la qualité et, par conséquent, le succès de l'entreprise dans son futur.

Diriger et faire fonctionner un organisme avec succès nécessite de l'orienter et le contrôler méthodiquement et en transparence. Le succès peut résulter de la mise en œuvre et de l'entretien d'un système de management conçu pour une amélioration continue avec des performances tout en répondant aux besoins de toutes les parties intéressées. Le management d'un organisme inclut le management de la qualité parmi d'autres disciplines de management. Dans ce contexte, huit principes de management de la qualité ont été identifiés et qui peuvent être utilisés par la direction pour mener l'organisme vers de meilleures performances et constituent la base des normes de systèmes de management de la qualité de la famille ISO (tableau I.4).

<i>Principe</i>	<i>Objectif</i>
Orientation du client	Les organismes dépendent de leurs clients, il convient donc qu'ils en comprennent les besoins présents et futurs, qu'ils satisfassent leurs exigences et qu'ils s'efforcent d'aller au-devant de leurs attentes.
Leadership	Les dirigeants établissent la finalité et les orientations de l'organisme. Il convient qu'ils créent et maintiennent un environnement interne dans le quel les personnes peuvent pleinement s'impliquer dans la réalisation des objectifs de l'organisme

Implication du personnel	Les personnes à tous niveaux sont l'essence même d'un organisme et une totale implication de leur part permet d'utiliser leurs aptitudes au profit de l'organisme.
Approche processus	Un résultat escompté est atteint de façon plus efficace lorsque les ressources et activités afférentes sont gérées comme un processus.
Management par approche système	Identifier, comprendre et gérer des processus corrélés comme un système contribue à l'efficacité et l'efficience de l'organisme à atteindre ses objectifs.
Amélioration continue	Il convient que l'amélioration continue de la performance globale d'un organisme soit un objectif permanent de l'organisme.
Approche factuelle pour la prise de décision	Les décisions efficaces se fondent sur l'analyse de données et d'informations.
Relations mutuellement bénéfiques avec les fournisseurs	Un organisme et ses fournisseurs sont interdépendants et des relations mutuellement bénéfiques augmentent les capacités des deux organismes à créer de la valeur.

Tableau I.4 : Principes fondamentaux du Management de la Qualité (ISO 9000-2000)

La norme ISO 9000 Version 2000 est une démarche globale qui peut aider les organismes à accroître la satisfaction de leurs clients. Ces derniers exigent des produits dont les caractéristiques répondent à leurs besoins et leurs attentes. Ces besoins et attentes sont exprimés dans des spécifications de produits et désignés globalement par l'expression «exigences des clients ». Les exigences des clients peuvent être spécifiées contractuellement par le client ou peuvent être déterminées par l'organisme lui-même. Dans chacun des cas, c'est le client qui, en définitive, détermine l'acceptabilité du produit. Les besoins et attentes des clients n'étant pas figés, du fait de la pression de la concurrence et des avancées technologiques, les organismes sont amenés à améliorer leurs produits et processus de manière continue (ISO 9000 version 2000).

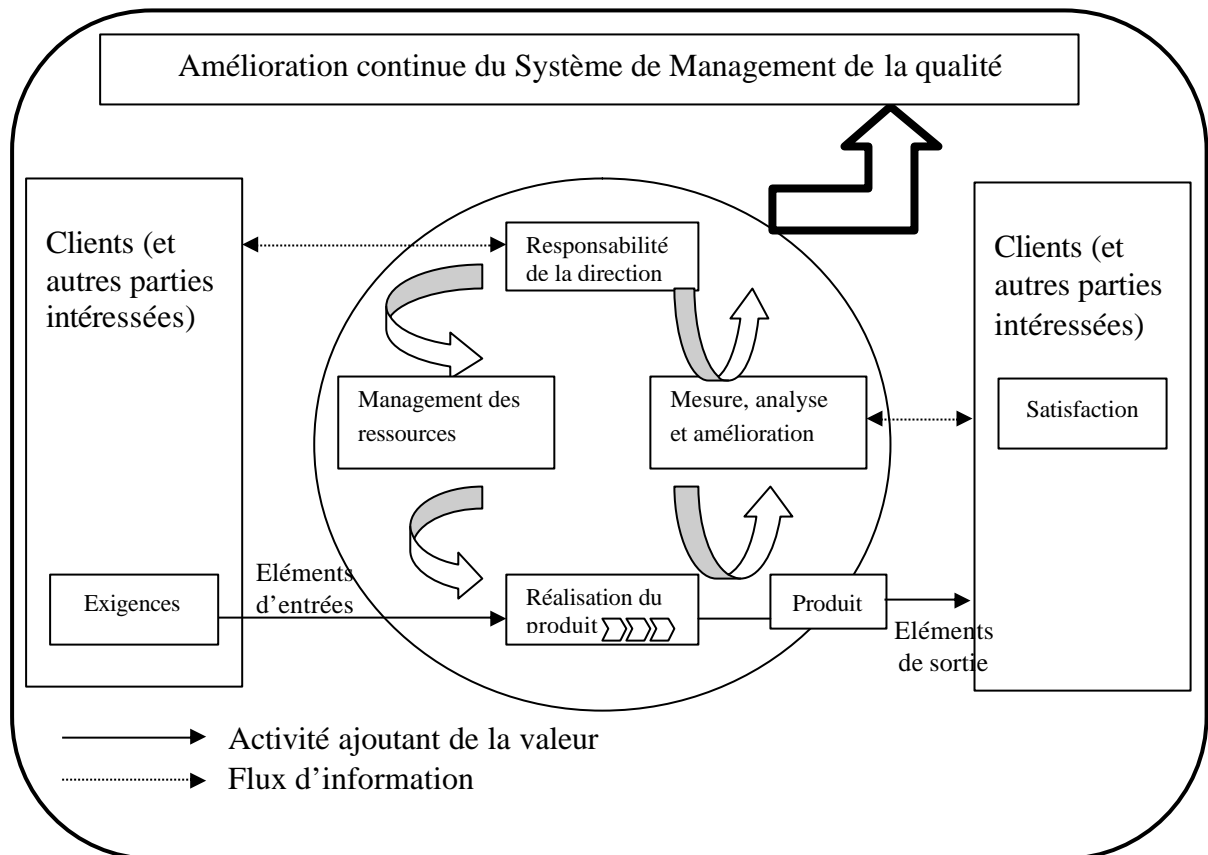
La démarche qui s'appuie sur un Système de Management de la Qualité incite à analyser les exigences des clients, à définir les processus qui contribuent à la réalisation d'un produit acceptable pour le client et à en maintenir la maîtrise. Un système de management de la qualité peut fournir le cadre d'amélioration continue permettant d'accroître la probabilité de satisfaire clients et autres parties intéressées. Il apporte, à l'organisme et à ses clients, la confiance en son aptitude à fournir des produits qui satisfont immanquablement aux exigences (ISO 9000 version 2000).

La norme ISO 9000 Version 2000 est fondée sur l'approche processus où toute activité ou ensemble d'activités qui utilise des ressources pour convertir des éléments d'entrée en éléments de sortie peut être considérée comme un processus.

Pour qu'un organisme fonctionne de manière efficace, il doit identifier et gérer de nombreux processus corrélés et interactifs. Souvent, l'élément de sortie d'un processus forme directement l'élément d'entrée d'un processus suivant. L'identification et le management méthodiques des processus utilisés dans un organisme, et plus particulièrement les interactions de ces processus, sont appelés « l'Approche Processus ».

L'objet de la présente Norme Internationale est d'encourager l'adoption de l'Approche Processus pour gérer un organisme.

La figure I.14 illustre le Système de Management de la Qualité basé sur les processus décrit dans la famille des normes ISO 9000 Version 2000.



Note : Les éléments de texte figurant entre parenthèse ne s'appliquent pas à l'ISO 9001.

Figure I.14 : Modèle d'un Système de Management de la Qualité basé sur des processus (ISO 9000 version 2000)

Cette représentation montre le rôle significatif joué par les parties intéressées pour fournir les éléments d'entrée à l'organisme. La surveillance de la satisfaction des parties intéressées exige l'évaluation des informations concernant la perception sur le niveau de réponse de l'organisme à leurs besoins et attentes. Le modèle de la figure I.14 ne présente pas les processus de façon détaillée.

Le premier volet des normes ISO 9000 version 2000 décrit les éléments suivants : le rôle de la direction au sein du Système de Management de la Qualité, la documentation utilisée dans les Systèmes de Management de la Qualité, l'évaluation des Systèmes de Management de la Qualité, l'amélioration continue des Systèmes de Management de la Qualité, le rôle des techniques statistiques, la relation entre les Systèmes de Management de la Qualité et les modèles d'excellence, des termes et définitions, méthode utilisée pour élaborer le vocabulaire.

Plusieurs Normes Internationales de la famille des normes ISO 9000 seront revues puis retirées ou publiées de nouveau sous la forme de rapports techniques, du fait que le nombre des dispositions qu'elles contiennent ont été incorporées dans la présente Norme Internationale (ISO 9000 version 2000).

Par rapport aux éditions précédentes, l'ISO 9001 et l'ISO 9004 constituent maintenant un couple cohérent de normes relatives au Management de la Qualité. L'objet de l'ISO 9001 est d'apporter l'assurance de la qualité du produit et d'accroître la satisfaction des clients, alors que l'ISO 9004 s'appuie sur une perspective plus large du Management de la Qualité pour donner des conseils sur l'amélioration des performances.

B.2- Systèmes de Management Environnemental

Au cours des ces dernières années, le problème de l'environnement à l'échelle mondiale a pris une telle ampleur qu'il met en jeu l'avenir de la planète elle-même.

Par le passé, la protection de l'environnement dans les entreprises était souvent ressentie comme un mal nécessaire ou comme une obligation ennuyeuse qu'elles devaient observer à côté de leur véritable mission ; à savoir le lancement sur le marché de produits et de services. De nos jours, personne ne doute plus de la protection de l'environnement soit une mission qui doit trouver sa place dans la direction de toute entreprise. La notion de « Management Environnemental » en tient compte. Ainsi, les entreprises qui pratiquent un bon management environnemental ont la tâche plus facile lorsqu'il s'agit d'appliquer les prescriptions légales relatives à la protection du milieu naturel ; de plus, elles abaissent leurs coûts et améliorent leur compétitivité. Dans les exploitations, la protection de l'environnement ne peut plus être réduite à la solution de problèmes techniques. Il existe différents modèles (par exemple le règlement EMAS de l'UE, la norme internationale ISO 14001 ou le British Standard 7750) qui permettent la mise en pratique du Management Environnemental et l'amélioration des résultats obtenus grâce à une combinaison judicieuse avec le Management de la Qualité et le Risk Management (Schonbächler & Steidle, 1998).

Les organismes de toutes sortes cherchent de plus en plus à atteindre et à démontrer un bon niveau de performance environnementale en maîtrisant l'impact de leurs activités, produits ou services sur l'environnement et en s'appuyant sur leur politique environnementale et sur leurs objectifs environnementaux. Ces préoccupations s'inscrivent dans le contexte d'une législation de plus en plus stricte, du développement de politiques économiques et d'autres mesures destinées à encourager la protection de l'environnement et d'un souci accru des parties intéressées sur les questions relatives à l'environnement, y compris le concept de développement durable.

De nombreux organismes ont entrepris des « analyses » environnementales ou des « audits » environnementaux afin d'évaluer leur performance environnementale.

Néanmoins, ces « analyses » et ces « audits » peuvent n'être suffisants, pour fournir à un organisme l'assurance, que sa performance non seulement satisfait mais continuera à satisfaire aux exigences légales et à celles de sa politique. Pour être efficaces, ils doivent être menés dans le cadre d'un système de management structuré et intégré à l'ensemble des activités de management.

Les Normes Internationales concernant le Management Environnemental ont pour objet de fournir aux organismes les éléments d'un Système efficace de Management Environnemental. Ces éléments peuvent être intégrés à d'autres exigences de management afin d'aider les organismes à atteindre leurs objectifs environnementaux et économiques. Ces normes, comme les autres Normes Internationales, ne sont pas prévues afin d'être utilisées pour créer des entraves non tarifaires aux échanges

commerciaux ou pour accroître ou modifier les obligations légales d'un organisme. Dans ce contexte, nous détaillerons ci-après les Normes Internationales de Management Environnemental ISO 14000 afin d'avoir une idée claire sur les spécificités de chaque norme de la catégorie ISO 14000.

La série ISO 14000 est le premier jeu de normes génériques élaborées par l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) et dont la structure est axée sur la gestion des incidences environnementales (figure I.15).

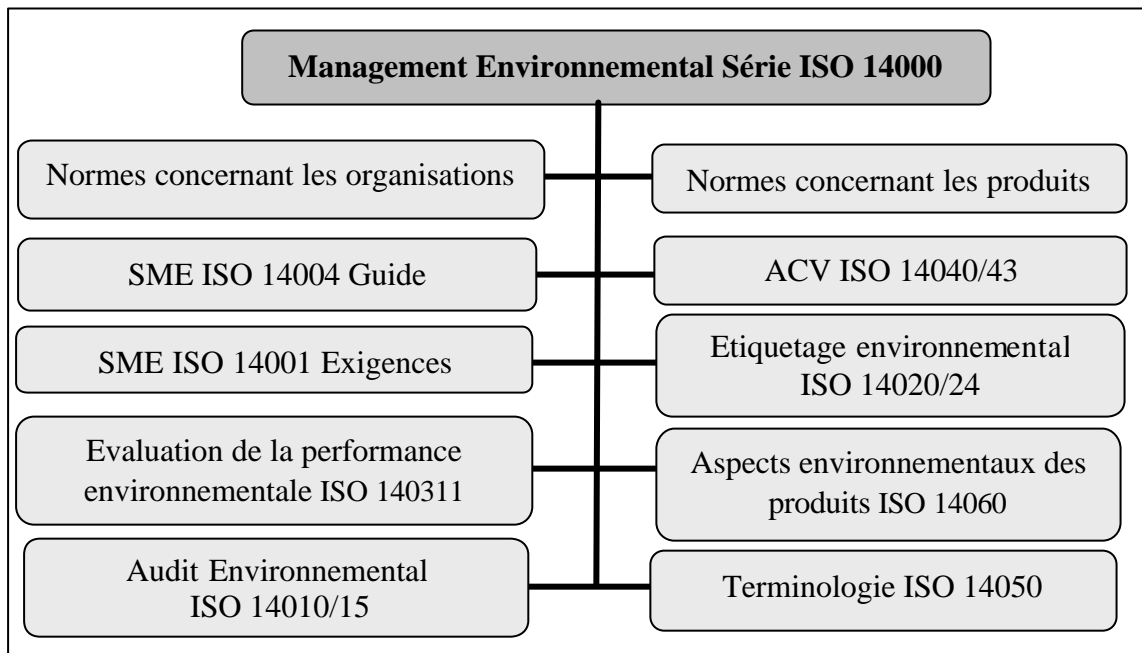


Figure I.15 : Normes de la série ISO 14000 (ISO/TC 207, 1996)

Le Management Environnemental fait partie intégrante du système global de management d'un organisme. La conception d'un Système de Management Environnemental résulte d'un processus dynamique et interactif. La structure, les responsabilités, les pratiques, les procédures, les procédés et les ressources nécessaires à la mise en oeuvre de politiques, d'objectifs et de cibles en matière d'environnement peuvent être coordonnés avec les efforts existant déjà dans d'autres domaines (comme l'exploitation, les finances, la qualité, l'hygiène et la sécurité du travail) (ISO/TC 107 et ISO/TC 207).

L'évaluation de la performance environnementale est régie par la Norme ISO 14031. Ainsi, de nombreuses entreprises ont aujourd'hui bien compris le potentiel de création de valeur lié à une meilleure prise en compte de l'environnement dans les décisions d'ordre stratégique, qu'il s'agisse de maîtrise des coûts ou de différenciation de leur offre sur les marchés.

Le schéma de la figure I.16 synthétise la vision du dispositif essentiel de pilotage des projets environnementaux et de la double amélioration des performances environnementales d'une part, et du système d'organisation et de gestion pour la maîtrise environnementale des activités, produits et/ou services de l'entreprise, d'autre part que permet la mise en place d'un système de Management Environnemental au sens de la Norme ISO 14001.

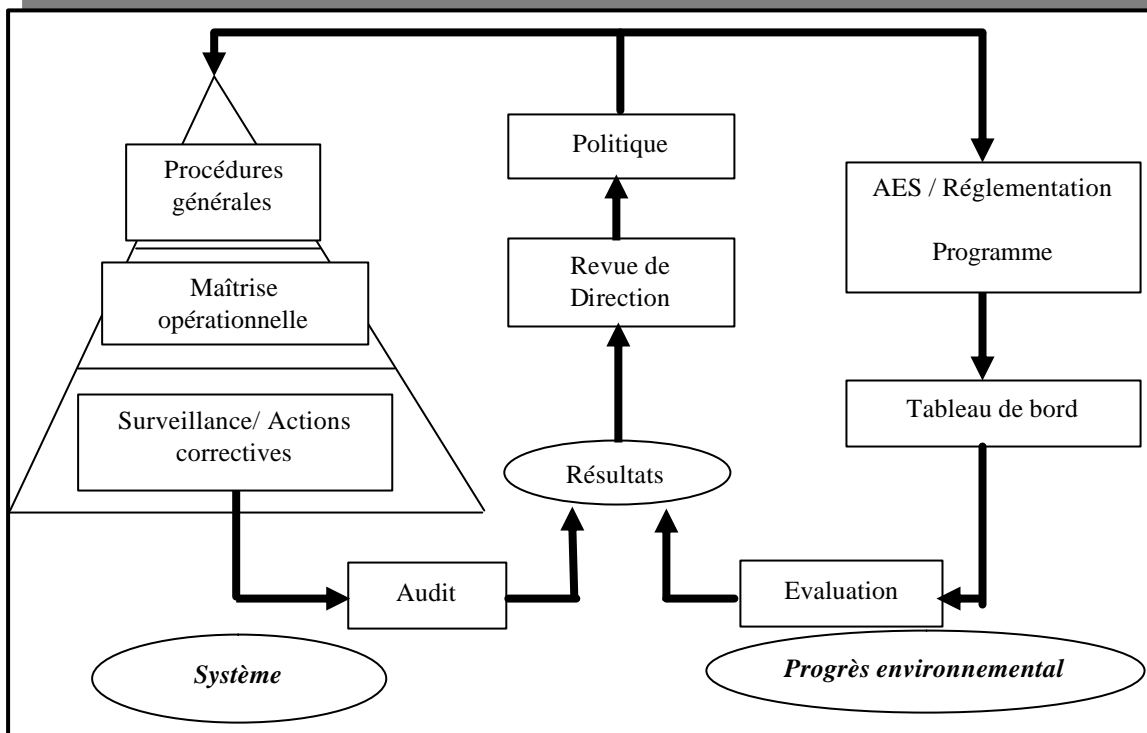


Figure I.16 : Vision du dispositif de pilotage des projets environnementaux (Roumieux, 2002)

B.3- Systemes de Management HST

Il s'agit dans cette section du Système de Management Hygiène, Sécurité et Conditions de Travail (H&ST) selon le référentiel OHSAS¹⁰ 18000 et Projet de normes ISO 18000.

La série du référentiel OHSAS 18000 a été élaborée en 1999. Elle est constituée de la spécification de la série ISO 18001 (pour l'évaluation de l'H&ST), ainsi que le document OHSAS 18002, qui l'accompagne (lignes directrices pour la mise en œuvre de l'OHSAS 18001) qui ont été élaborées pour répondre à la demande pressante exprimée par certains clients d'avoir une norme relative à un Système de Management de l'H&ST reconnue, de manière à permettre l'évaluation de la certification de leurs Systèmes de Management en référence à cette norme.

L'OHSAS 18001 a été élaborée de manière à être compatible avec les normes des Systèmes de Management ISO 9001 : 1994 (Qualité) et ISO 14001 : 1996 (Environnement) de manière à faciliter l'intégration, par les organismes qui le souhaitent, de leurs Systèmes de Management de la Qualité, de l'Environnement, de l'Hygiène et de la Sécurité du Travail.

La spécification OHSAS sera revue ou modifiée chaque fois que nécessaire. Elle sera retirée lors de la publication de son contenu dans une norme internationale ou en tant que norme internationale.

Plusieurs publications ont été consultées au cours de l'élaboration de la spécification OHSAS 18000 et sont les suivantes (OHSAS 18001, 1999):

¹⁰ OHSAS (Occupational Health and Safety Act Systems)

- BS 8800 (1996) et le Rapport technique NPR 5001(1997) qui sont des guides des Systèmes de Management de l'H&ST,
- SGS & ISMOL ISA 2000 (1997) relatifs aux exigences posées aux Systèmes de Management de l'H&ST,
- BVQI SafetyCert qu'est une norme de Management de l'H&ST,
- DNV : OHSMS (1997) qu'est une norme pour la certification des Systèmes de Management de l'H&ST,
- Projet de NSAI SR 320 qui sont des recommandations pour un Système de Management de l'H&ST,
- Projet de AS/ NZ 4801 relatif aux Systèmes de Management de l'H&ST - spécification aux conseils d'utilisation,
- Projet SSI PAS 088 relatifs aux Systèmes de Management de l'H&ST,
- Série UNE 81900 de pré normes pour la prévention des risques liés au travail,
- Projet LRQA SMS 8800 relatif aux critères d'évaluation des Systèmes de Management de l'H&ST.

La spécification de la série OHSAS 18001 pour l' Evaluation de l'H&ST donne les exigences d'un Système de Management de l'Hygiène et de la Sécurité du Travail pour permettre à un organisme de contrôler les risques H&ST et d'améliorer sa performance. Elle ne donne pas de critères de performance H&ST spécifiques et ne fourni pas des spécifications détaillées pour la conception d'un Système de Management H&ST.

Les éléments d'un Système de Management H&ST sont fournis par la figure I.17.

La spécification OHSAS s'applique à tout organisme qui souhaite (OHSAS 18001, 1999) : établir un Système de Management H&ST de manière à éliminer ou minimiser les risques pour le personnel et les autres parties intéressées susceptibles d'être exposées à des risques H&ST associés à ses activités , mettre en œuvre, maintenir et améliorer en permanence un Système de Management H&ST, s'assurer de sa conformité avec sa politique H&ST déclarée, démontrer cette conformité aux tiers, rechercher la certification et/ou l'enregistrement de son Système de Management H&ST par un organisme extérieur ou, réaliser une auto évaluation et une déclaration de conformité à la spécification OHSAS.

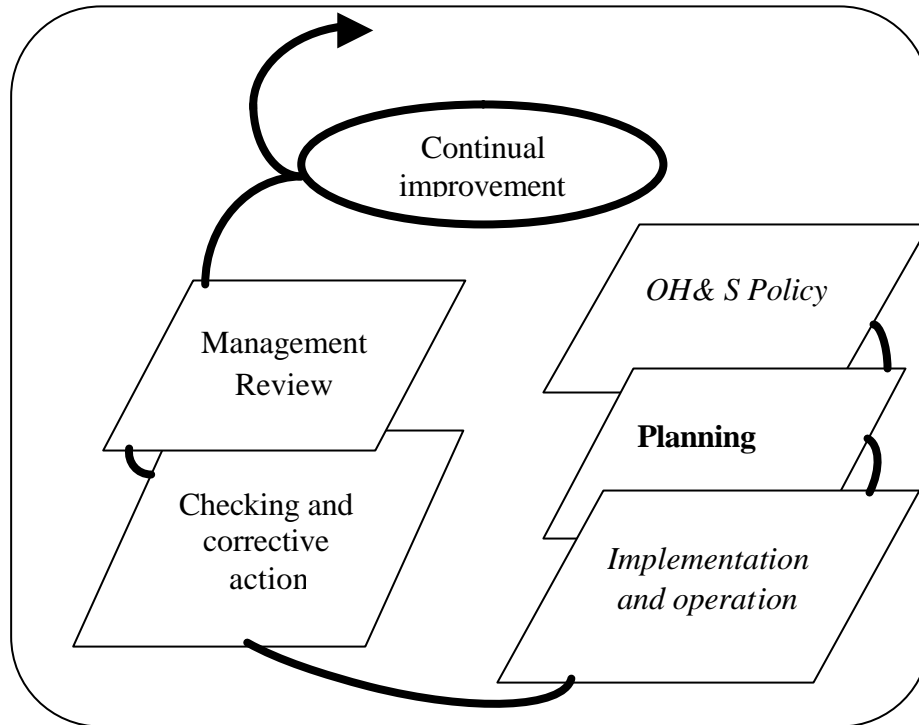


Figure I.17 : Eléments du système de management H &ST (OHSAS 18001, 1999)

La spécification OHSAS concerne l'hygiène et la sécurité du travail plutôt que la sécurité des produits et des services qui est incluse dans le projet de norme Santé et Sécurité ISO 18001 dont la démarche de modélisation est représenté dans la figure I.18, selon l'approche PENTACLE (Pentacle, 2002).

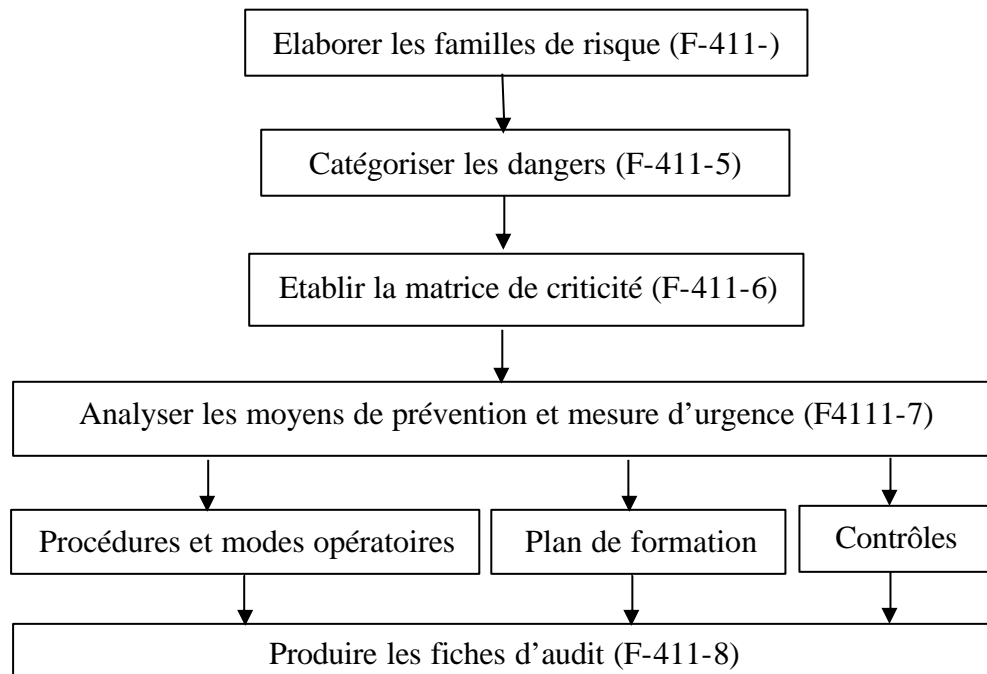


Figure I.18 : Démarche de développement du système SS (Projet ISO 18000) selon l'approche du groupe Pentacle (Pentacle, 2002)

Les axes du référentiel OHSAS 18001 correspondent, successivement, aux (OHSAS, 1999) : domaine d'application, références normatives, termes et définitions et éléments du Système de Management H&ST.

De même, les axes des éléments du système de management H&ST sont (OHSAS, 1999): les exigences générales, la politique H&ST, la planification, la mise en œuvre et fonctionnement, le contrôle et actions correctives et enfin la revue de direction.

B.4- Système de Management de la Qualité des Projets

La qualité du management de projet fait l'objet de la norme ISO 10006 (1998) qui est applicable à des projets très divers du plus petit au plus grand. Cette norme définit un projet comme un processus que l'on peut diviser en de nombreux sous processus qui peuvent être regroupés en phases. Le processus étant lui-même défini « comme un ensemble de moyens et d'activités qui transforment des éléments entrants en éléments sortants » (Brilman, 2001). Sur ces bases, la norme ISO décompose un projet en dix groupes de processus par des affinités à partir duquel elle établit les concepts et méthodes de la qualité selon le tableau I.5.

La norme ISO 10006 relative à la qualité en management de projet mentionne la notion *d'orientation de parties prenantes* et la définit comme des « *personnes ou groupes de personnes ayant un intérêt commun dans les résultats de l'organisme ayant en charge le projet et dans l'environnement dans lequel il agit* ». On retrouve la dimension de « client » du projet (Bassetti, 2002).

Ainsi, il est nécessaire d'identifier, dès le début du projet, les différentes personnes concernées par celui-ci, de manière à les intégrer dans la conception ainsi que leurs besoins sont susceptibles d'évoluer au cours de l'avancement du projet.

La norme mentionne que la satisfaction des besoins implicites et explicites des parties prenantes est primordiale : il convient donc de comprendre clairement les besoins afin de s'assurer que l'ensemble des processus se concentrent sur ces besoins et sont capables d'y répondre. Ainsi, la réussite du projet est évaluée par la satisfaction des différentes parties intéressées. Leur identification nous semble donc essentielle.

La norme rappelle également qu'il convient d'établir des interfaces entre les différentes parties prenantes et d'obtenir des retours d'informations, en temps opportun, tout au long du projet. Il est également recommandé de formaliser les accords entre les parties prenantes (Bassetti, 2002).

<i>Type de processus</i>	<i>Désignation</i>
Stratégique	Prend en compte la satisfaction des besoins implicites et explicites du client et de toute autre partie prenante.
Management des interdépendances	Comporte le lancement du projet et l'élaboration du plan.
Cadre d'application.	Comporte : l'élaboration des concepts traduisant les besoins des clients, la structuration du projet en activités globales (organigramme des tâches), la maîtrise des activités qui comprend la planification des étapes du projet et des revues et enfin les processus relatifs au temps, planification des

	dépendances entre activités, estimation de durées, élaboration du calendrier et maîtrise des délais.
Coûts	Comporte des recommandations concernant l'estimation, la budgétisation et la maîtrise des coûts et des écarts par rapport au budget.
Ressources	Planification (identifier, estimer, prévoir et allouer les ressources concernées) et maîtrise (comparer l'usage effectif des ressources avec le plan et prendre les mesures correctives).
Personnel	Se subdivise en définition de la structure organisationnelle du projet : préciser les rôles, définir les pouvoirs, affectation du personnel et formation de l'équipe.
Communication	Planification de la communication et management de l'information.
Risques	Identification des divers risques qu'ils soient relatifs aux coûts, aux temps, aux personnes ou à l'environnement, l'estimation des risques et l'élaboration des plans de réponse aux risques.
Achats	Planification (nature et moment des achats), maîtrise, exigences documentaires, évaluation et sélection des sous- contractants, procédure d'achat de sous-traitance, maîtrise des contrats d'achat.
Leçons à tirer du projet	Maîtrise d'ouvrage qui doit créer un système d'information permettant d'accumuler le savoir utile et de pouvoir le retrouver.

Tableau I.5 : Décomposition du projet selon la norme ISO 10006 (Brilman, 2001)

B.5- Etude comparative des Systèmes de Management retenus

Les chapitres des référentiels normatifs ISO 9000, ISO 14000 et OHSAS 18000 présentent des compatibilités (voir annexe 1), ce qui facilite l'intégration des concepts Qualité, Sécurité et Environnement dans un seul système qui les englobe.

Nous nous sommes, également, proposés de réaliser une approche comparative entre les trois référentiels normatifs, sur la base d'une analyse personnalisée pour en faire ressortir un modèle original selon le tableau I.6.

Sur la base de cette étude comparative entre les fonctions sécurité, qualité et environnement à travers la revue bibliographique des différentes approches sur ces variables, nous pouvons affirmer qu'il s'agisse du Système de Management de la Qualité selon le référentiel ISO 9001 version 2000, du système de management de l'environnement basé sur le référentiel ISO 14001 : 1996 ou encore du référentiel normatif de sécurité OHSAS 18001, nous retrouvons pour chacun d'eux, une approche managériale proche du PDCA¹¹ de la roue de Deming et une architecture semblable composée de six thèmes (la politique, la planification, la mise en œuvre et le fonctionnement, l'évaluation des performances, l'amélioration et la revue de direction) et des sous chapitres rangés plus ou moins différemment selon les référentiels.

¹¹ PDCA : Plan, Do, Check and Act

En revanche, utilisés de manière ségréguée, les spécificités propres à chacun de ces systèmes peuvent avoir des finalités divergentes. En Algérie par exemple, nous avons tendance à faire du suremballage afin de valoriser le produit. Certes sur le plan de la qualité, nous pouvons dire que nous cherchons à améliorer sa présentation et sa protection. Cependant, sur le plan environnemental, nous contribuons à l'épuisement des ressources et à l'accroissement de la production de déchets.

L'intérêt de cette approche normative a été marqué par l'évolution des différents domaines de gestion (gestion de la qualité, gestion de la sécurité, gestion environnementale et gestion de projets) vers des Systèmes de Management et la mise en place de différentes normes et référentiels dans le cadre d'un projet d'intégration du triptyque QSE dans un seul système harmonisé.

Malgré certaines différences de fond (notamment sur les facteurs à l'origine de l'intégration ou sur le plan économique, il existe des analogies importantes entre les approches Qualité, Sécurité et Environnement. CHERY note ainsi que toutes ces approches s'inscrivent dans un même but de prévention des risques et d'amélioration continue qu'il y ait un intérêt certain à amorcer une démarche QSE en s'appuyant sur l'expérience accumulée pour la qualité (Chery, 1999).

On trouve ainsi de nombreux cas de figure d'approches combinées qui s'appuient sur le passé de l'entreprise en matière de qualité, particulièrement dans le secteur de la chimie et de la pétrochimie où les risques humains et environnementaux sont très contrôlés (Solvay, 2001).

<i>Systèmes de Management</i> <i>Points d'analogie</i>	<i>de la Sécurité</i> <i>Référentiel OHSAS 18001</i>	<i>de la Qualité</i> <i>Référentiel ISO 9001</i> <i>version 2000</i>	<i>Environnemental</i> <i>Référentiel ISO 14001 : 1996</i>
Politique	Politique de prévention : sécurité technique (moyens), organisation de la sécurité (méthodes) et comportement individuel (hommes).	Total Quality Management (TQM) :	Procédés et Produits Propres (respectueux de l'environnement).
Planification	Identification des dangers et évaluation des risques : veille réglementaire, conditions de travail, achat et stockage des produits, travaux confiés aux entreprises, anomalies et accidents.	Satisfaction durable du client et à moindre coût. Adaptation aux quatre catégories génériques de produits (matériels, produits, services et logiciels).	Aspects environnementaux : développement de nouvelles technologies économiques et propres, substituer économiquement les composants inoffensifs à des composants polluants, labels écologiques exigences légales et autre programme de management environnemental.
Mise en œuvre et fonctionnement	Plan de progrès à moyen/ long terme : identification des besoins, règles internes, plan d'urgence, équipements de protection individuelle, formation à la sécurité, sensibilisation, embauche / affectation, sécurité, leadership.	Réalisation du produit ou du service de qualité Mise en place d'une démarche qualité : management des ressources humaines et autres ressources selon un système qualité, processus relatif aux clients, processus liés au cycle de vie des produits.	Etude des processus de fabrication Etude du cycle de vie d'un produit Mise en place d'une démarche environnementale Maîtrise opérationnelle Prévention des situations d'urgence et capacité à réagir.
Evaluation des performances	Inspection planifiées et maintenance Suivi médical Audits de sécurité internes, observation des tâches Amélioration des risques jusqu'à un niveau acceptable	Mesure de la satisfaction du client Audits qualité internes Mesure des processus Mesure des produits/ services Maîtrise de non-conformité du produit Analyse des données pour amélioration Processus d'amélioration Actions correctives et préventives	Surveillance et mesurage : études qualitatives (des rejets, des émissions et des déchets solides), évaluation quantitative, tableau de bord environnemental, réglementation environnementale, non conformité environnementale, actions correctives et actions préventives. Amélioration de la performance environnementale (ISO 14031) : procédures générales, maîtrise opérationnelle et progrès environnemental.

Tableau I.6 : Etude comparative des Systèmes de Management QSE

C- Aspect méthodique

Nous rappelons que les principales méthodes d'études des produits que nous avons développées précédemment (approche industrielle, approche technique et approche marketing) font, généralement, appel à l'outil systémique (approche, analyse et modélisation systémique) qui est le fondement de base de tous les modèles développés à travers les différentes approches. Grâce à cette approche globale, on comprend que le concepteur doit «extraire» de l'environnement, dans lequel il situe son futur produit, les fonctions souhaitées pour cet environnement, pour que son produit réussisse parfaitement son intégration, c'est-à-dire devienne un produit à succès (figure I.19).

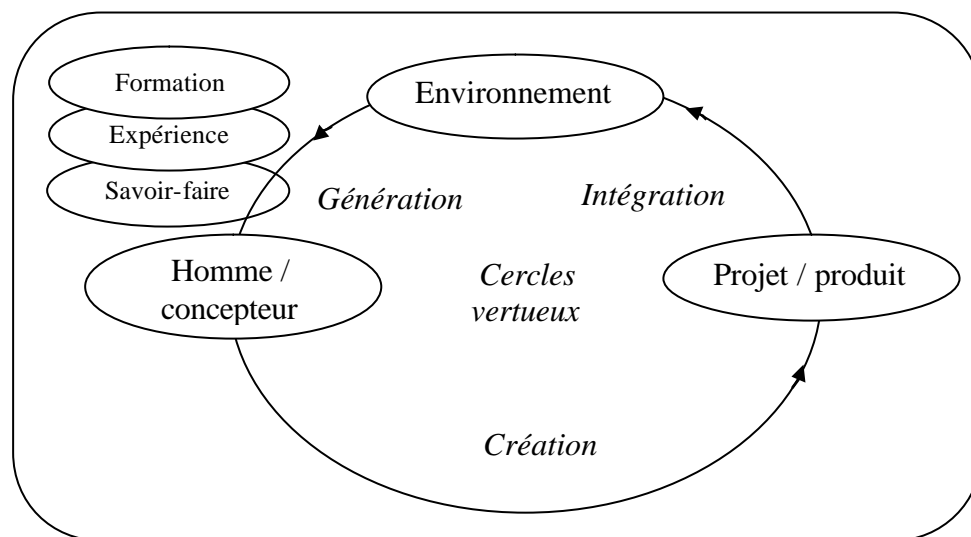


Figure I.19 : Approche systémique : de la réalisation au succès (Durand, 1979).

Par contre l'approche analytique consiste à construire les fonctionnalités qui supportent les liens du produit avec son environnement, donc assure l'existence du produit (Zanin, 1998).

Ainsi, nous justifions le choix de l'approche systémique au niveau du développement de l'aspect méthodique par le fait que cette dernière est une source de connaissances. En effet, en plus de sa possibilité de fournir un langage commun permettant de coordonner les connaissances, elle propose les principes méthodologiques permettant la structuration de ces connaissances afin d'améliorer la conception, le fonctionnement et la gestion des systèmes naturels et/ou artificiels. C'est sur la base de ces justifications objectives que nous retenons la méthode systémique qui sera présentée ci-après.

C.1- Définition de la systémique

Née au Etats-Unis au début des années 50, connue et pratiquée en Europe depuis les années 70, l'approche systémique ouvre une voie originale et prometteuse à la recherche et à l'action en donnant déjà lieu à de nombreuses applications, aussi bien en biologie, qu'en écologie, en économie, dans les thérapies familiales, en management des entreprises, en urbanisme et aménagement du territoire, ... (Durand, 1979).

Elle repose sur l'appréhension concrète d'un certain nombre de concepts (tels que : système, interaction, rétroaction, régulation, organisation, finalité, vision

globale, ...) et prend forme dans le processus de modélisation, lequel utilise largement le langage graphique et va de l'élaboration de modèles qualitatifs, forme de « cartes », à la construction de modèles dynamiques et quantifiés, opérables sur ordinateur et débouchant sur de la simulation (Durand, 2002).

L'approche systémique, qui s'est développée dans le domaine technique à partir de sources multiples (Ashby, 1956), (Bertalanfy, 1968) et (Mélèze, 1974), est parmi les concepts qui ont émergé des cercles restreints qui lui ont donné naissance (Churchman, 1968). C'est une méthode d'une importance incontestable dans tous les domaines. Elle considère une organisation comme un système global plutôt que de se concentrer sur un aspect unique sans pour autant prendre en considération son rapport avec la totalité. Elle insiste sur le fait que toutes les parties (sous-systèmes) du système global sont en corrélation et un changement dans une seule zone affecte toutes les autres (Le Moigne, 1974).

Parmi les difficultés pratiques de l'approche systémique c'est de garder la vision globale, fondée sur la nécessité d'accomplissement de la mission, de voir comment chaque sous-système fonctionne avec son propre raisonnement et ses propres risques de défaillances (Le Moigne, 1977) et (Le Moigne, 1983).

La systémique est une discipline qui regroupe les démarches théoriques, pratiques et méthodologiques, relatives à l'étude de ce qui est connu comme trop complexe pour pouvoir être abordé de façon réductionniste, et qui pose des problèmes de frontières, de relations internes et externes, de structure, de lois ou de propriétés émergentes caractérisant le système comme tel, ou des problèmes de mode d'observation, de représentation, de modélisation ou de simulation (Durand, 1979).

La systémique fait appel à quatre concepts de base à caractère général, articulés entre eux et pouvant donner lieu, au préalable, à une présentation simple (figure I.20).

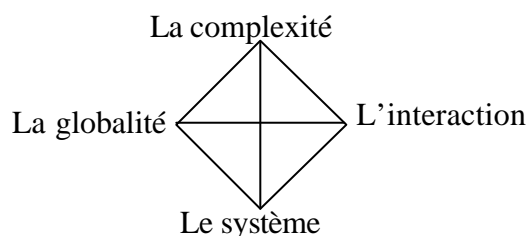


Figure I.20 : Les quatre concepts de base de la systémique (Durand, 2002)

La compréhension des mécanismes qui régissent les systèmes est une préoccupation comme à l'analyse et l'approche systémique. Ainsi, il faut faire la distinction entre les deux notions par le fait que l'analyse systémique ou analyse de système utilise un modèle établi sur la base des caractéristiques et des propriétés des systèmes ouverts (qui communiquent avec l'extérieur). Elle revient, en quelque sorte, à faire entrer la réalité dans un moule normalisé, celui du modèle systémique et c'est un outil que l'on peut utiliser dans une démarche plus vaste et d'une autre nature qui est l'approche systémique qui, quant à elle, est une démarche globale qui répond à une demande de changement et qui, contrairement à l'analyse systémique, prend une empreinte de la réalité pour en révéler toute sa spécificité.

L'analyse systémique est un outil particulièrement adapté pour comprendre et optimiser le fonctionnement d'un processus de production, de flux de matières,

d'énergie ou d'informations. De plus, il permet un mode d'appréciation et de compréhension commun à l'analyse et à la décision. Il sert de référence pour faire des modélisations graphiques telles que celle de la figure I.21.

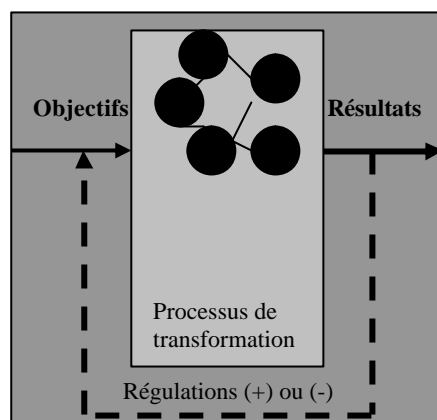


Figure I.21 : Exemple de modèle graphique selon l'analyse systémique (Le Moigne, 1977)

Notons de ce modèle les régulations ou bien les rétroactions négatives sur les processus de transformation du système pour qu'il reste dans ses normes (homéostasie) ou par des rétroactions positives, sorte de régulateurs pilotés, qui composent avec les effets de l'environnement et opèrent les changements des processus nécessaires à l'atteinte des objectifs que le système se fixe.

C.2- Démarche générale de la méthode systémique

La démarche générale de la méthode systémique se déroule en plusieurs étapes (figure I.22) : l'observation du système par divers observateurs et sous divers aspects, l'analyse des interactions et des chaînes de régulation, la modélisation en tenant compte des enseignements issus de l'évolution du système, la simulation et la confrontation à la réalité (expérimentation) pour obtenir un consensus.

Rappelons qu'une telle démarche doit être, à la fois, prudente et ambitieuse. Prudente, en ce qu'elle ne part pas d'idées préétablies mais de faits qu'elle constate et que l'on doit prendre en compte. Ambitieuse, en ce qu'elle recherche la meilleure appréhension possible des situations, ne se contente ni d'approximations, ni d'une synthèse rapide, mais vise à comprendre et à enrichir la connaissance.

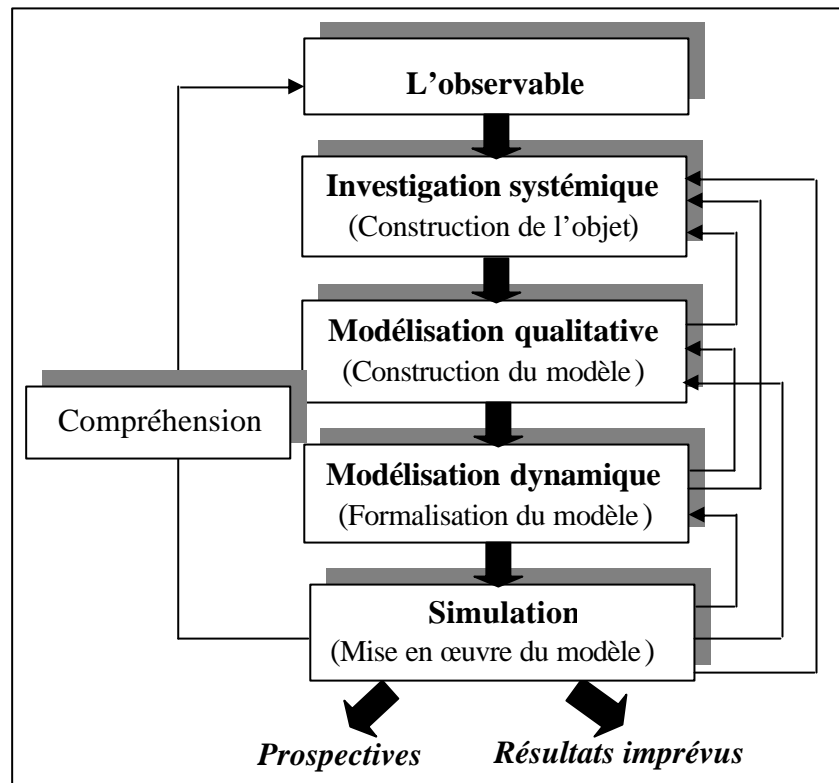


Figure I.22 : Les étapes de la démarche systémique (Donnadieu & Karsky, 2002)

C.3- Les outils de la méthode systémique

La méthode systémique est fondée sur quatre principaux outils de base qui permettent de réaliser la modélisation par l'utilisation du langage graphique. Ces outils sont les suivants (Donnadieu & Karsky, 2002) :

- la triangulation systémique qui est remarquablement adaptée à la phase d'investigation d'un système complexe. Elle observe celui-ci sous trois aspects différents mais complémentaires, chacun lié à un point de vue particulier de l'observateur :
 - o l'aspect fonctionnel sensible aux finalités du système (ce que fait le système),
 - o l'aspect structural visant à décrire la structure du système et à l'agencement de ses divers composants,
 - o l'aspect historique lié à la nature évolutive du système car seule l'histoire du système permettra bien souvent de rendre compte de certains aspects de son fonctionnement,
- le découplage systémique qui, à la différence de la décomposition analytique, on ne cherche pas à descendre au niveau des composants élémentaires mais à identifier et à définir clairement les frontières des sous-systèmes (modules, organes, sous-ensembles) qui jouent un rôle important dans le fonctionnement du système, pour faire, ensuite, apparaître les relations qu'ils entretiennent entre eux ainsi que leur finalité par rapport à l'ensemble,

- l'analogie, connue de philosophes de l'antiquité et de théologiens médiévaux, est un mode de raisonnement qui s'est trouvé décrit au XIX^{ème} siècle par le positivisme alors qu'il continuait d'imprégner la démarche heuristique des chercheurs. Ainsi, en matière d'analogie, trois niveaux peuvent en être distingués :
 - o la métaphore établit une correspondance souvent toute extérieure entre deux séries de phénomènes différents et elle est précieuse car stimulant l'imagination et facilitant la création de nouveaux modèles,
 - o l'homomorphisme établit une correspondance entre quelques traits du système étudié et les traits d'un modèle théorique ou d'un système concret plus simple ou plus commodément étudiable (modèle réduit). Par des observations effectuées sur ce second système, il est possible de prévoir certains aspects du comportement du premier,
 - o l'isomorphisme qu'est la seule analogie acceptable dans une démarche analytique traditionnelle. Il s'agit d'établir une correspondance entre tous les traits de l'objet étudié et ceux du modèle, rien ne devant être oublié et il est utilisable pour les systèmes à faible complexité,
- le langage graphique est largement utilisé dans le domaine technique (la carte universellement employée) et il s'agit bien d'un véritable langage ayant recours aux schémas, idéogrammes, géométrie et théorie des graphes. Le langage graphique permet une appréhension globale et rapide du système représenté et contient une forte densité d'informations dans un espace limité (économie de moyens). Il est monosémique et semi formel (faible variabilité d'interprétation) et possède une bonne capacité heuristique (notamment dans un travail de groupe),
- la modélisation est un processus technique qui permet de représenter, dans un but de connaissance et d'action, un objet ou une situation voire un événement réputé complexe. On l'utilise dans tous les domaines scientifiques concernés par la complexité mais c'est aussi un art par lequel le modélisateur exprime sa vision de la réalité. En ce sens, nous pouvons parler de démarche constructiviste. La même réalité perçue par deux modélisateurs différents ne débouchera pas nécessairement sur le même modèle.

La méthode systémique a fait ses preuves dans de différents domaines tels que le management des entreprises et l'analyse des risques.

Des études réalisées par Schmitt & al. montrent l'apport de la systémique dans le management des entreprises par le recours de cette dernière comme alternative aux difficultés rencontrées par les entreprises et la mise en exergue de cette approche l'importance des représentations et de la conception de la gestion des situations complexes et paradoxales (Schmitt & al, 2002), (Schmitt & Leymarie, 2002), (Schmitt & Bayad, 2001), (Schmitt, 1999-2000), (Schmitt, 2000) et (Schmitt & Grandhaye, 1999).

L'approche systémique offre plusieurs possibilités pour la structuration des flux d'informations liés à la sécurité des installations industrielles et technologiques et à la sécurité de l'environnement par la modélisation systémique de la prévention des risques industriels et de la protection de l'environnement (Bahmed & al., 2005 bis).

Dans le domaine de l'analyse des risques, Perilhon a réalisé des travaux intéressants sur l'utilisation de la méthode systémique d'analyse des risques à travers une définition du parcours général des différentes séquences (et de leurs relations) nécessaires pour analyser les risques (et définir leur prévention) d'une installation. Ainsi, dans ce parcours, l'analyse des risques consiste à identifier, évaluer, maîtriser, manager et gérer ces derniers, notamment en milieu industriel en faisant appel à la modélisation systémique qui permet d'entrer dans un champ de complexité caractérisé par la multiplicité des relations et le caractère incertain de beaucoup d'entre elles, particulièrement celles qui sont issues de systèmes vivants (Perilhon, 2000).

En matière de conception des produits, l'analyse systémique permet de mieux définir et d'évaluer les performances des produits. Car, elle fournit des critères qualitatifs de comparaison qui infèrent dans le choix d'une structure minimisant le *risque produit*¹². Une fois l'architecture du produit (considéré comme système) est figée, on procède à l'allocation de la performance globale du système sur ses sous-systèmes.

La validation de la conception de chaque sous-système sur ces sous-produits doit être assurée en termes de QSE produit. La validation des principes de conception est réalisée sous forme d'une AMDEC produit qui permet d'identifier les modes de défaillances des sous-systèmes qui ont un impact sur le triptyque QSE. L'intérêt du recours à l'AMDEC, en tant qu'outil d'évaluation et d'analyse systémique, est qu'elle permet de mettre en œuvre des actions de validation et de la conception des systèmes selon le schéma de principe décrit par la figure I.23.

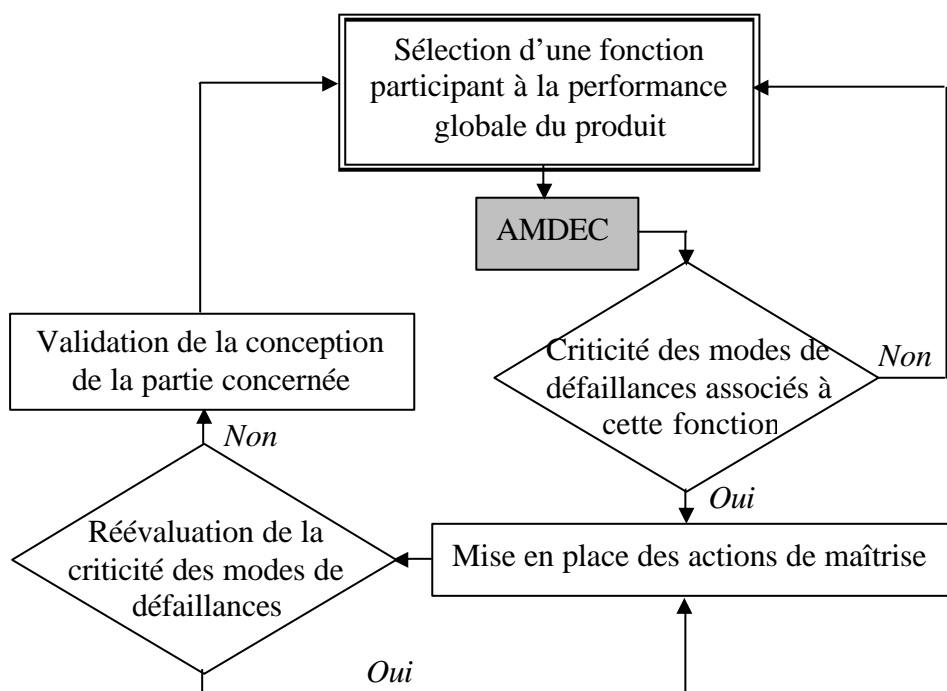


Figure I.23 : AMDEC et démarche de conception (Bahmed & al., 2004).

¹² Dans notre cas, on entend par risque produit l'éventuelle altération des performances globales du produit relative au triptyque QSE.

L'intérêt de cette démarche de conception est double : d'une part, elle montre la place qu'occupe l'AMDEC dans une procédure de conception de projets en général (Bahmed & al., 2004) et de produits en particulier et, d'autre part, elle permet de synthétiser la conception globale du produit dans une *revue de conception* globale de produits (Djebabra & al., 2004).

La Revue de la Conception Globale des produits peut être intégrée dans la conception et la maîtrise de la qualité des produits. L'approche Revue de la Conception est justifiée par la nécessité de mieux répartir l'assurance Qualité- Sécurité- Environnement durant les phases du cycle de vie du produit. L'objectif de la Revue de la Conception Globale des produits est, principalement, de mettre en place une gestion QSE adaptée à leur nature et qui se réfère aux objectifs à atteindre. Cette gestion permet d'élargir le champ habituel (coût - délai) en identifiant les problèmes techniques susceptibles de compromettre les objectifs de Revue de la Conception Globale avant d'atteindre le point de non-retour.

La Revue de Conception Globale permet d'intégrer dans le mode de raisonnement du concepteur les aspects fonctionnels et dysfonctionnels du produit. Elle permet, enfin de mettre en place une sensibilisation de conception dans les produits, qui facilitent la mise en place de groupes de travail (groupe AMDEC, par exemple).

D'une manière générale, la Revue de Conception Globale consiste à procéder à un examen organisé du produit sous les aspects QSE dès la phase de conception. Cet examen permet d'examiner le plus en amont possible les risques dus aux différents choix, il nécessite un groupe de travail pluridisciplinaire regroupant les compétences en conception et en d'autres disciplines proches du domaine du produit en question (par exemple, génie industriel, productique, génie de l'environnement, etc...). Sur la base de cet examen, la Revue de la Conception Globale permet d'établir des points critiques qui constituent l'outil de management de la conception du produit (Djebabra & al, 2004).

Ce constat nous conduit à détailler l'utilité de l'approche systémique en conception des produits (cf. chapitre III).

I.2.1.4- Etude comparative des trois aspects retenus dans le cadre des approches d'étude des produits

Nous nous proposons, dans cette partie du chapitre, d'effectuer un récapitulatif des trois aspects retenus (aspects : réglementaire, normatif et méthodique) dans le cadre des approches d'étude des produits. Le schéma de la figure I.24 représente l'évolution des aspects en question à travers leurs différences et leurs complémentarités.

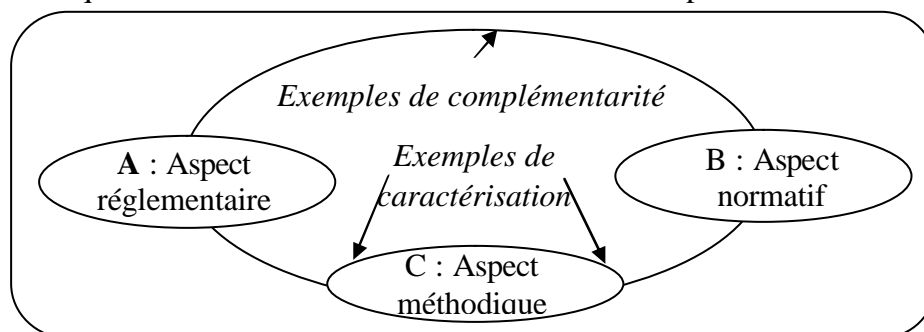


Figure I.24 : Evolution des aspects A, B et C avec leurs différences et complémentarités

Le schéma de la figure ci-dessus représente les différences et les complémentarités entre les trois aspects précités que nous interprétons à travers les tableaux suivants :

<i>Aspect</i>	<i>Exemples de différences</i>
A : Réglementaire	<ul style="list-style-type: none"> - Redressement de la situation en matière de QSE (lois et textes). - Aspect non anticipatif. - Source de contraintes (obligations de moyens et de résultats).
B : Normatif	<ul style="list-style-type: none"> - Systèmes de management QSE (normes ISO 9000, OHSAS 18000 et ISO 14000). - Système harmonisé et cohérent QSE. - Optimisation des efforts déployés. - Respect de chaque domaine Q/S/E. - Dispositions spécifiques à chaque domaine Q/S/E.
C : Méthodique	<ul style="list-style-type: none"> - Approche systémique (globale) : simplification du complexe, structuration des connaissances, étude des différents systèmes techniques (procédés, produits, etc ...). - Principes méthodologiques. - Amélioration de la conception du fonctionnement et de la gestion des systèmes (procédés, produits).

Tableau I.7 : Points de différences entre les aspects réglementaire, normatif et méthodique.

<i>Liens</i>	<i>Complémentarités</i>
A ? B	<ul style="list-style-type: none"> - L'aspect A définit le cadre réglementaire des normes QSE. - L'absence de normes QSE donne naissance à une réglementation en matière de QSE.
B ? C	<ul style="list-style-type: none"> - L'outil méthodique (systémique) (aspect C) permet l'étude des normes QSE (aspect B). - L'élaboration de normes QSE (aspect B) se fait à travers des modèles spécifiques (aspect C).
A ? C	<ul style="list-style-type: none"> - L'aspect méthodique (aspect C) est un outil d'étude de l'aspect réglementaire en matière de QSE (aspect A). - L'aspect réglementaire (A) définit le cadre d'étude des systèmes étudiés par rapport aux concepts QSE (aspect C).

Tableau I.8 : Complémentarités entre les aspects réglementaire, normatif et méthodique.

L'examen du contenu des tableaux ci-dessus montre que l'évolution d'un aspect induit l'évolution des deux autres aspects.

Conclusion

Les objectifs de ce chapitre ont été atteints à travers l'intérêt que nous avons porté à certains aspects des approches d'étude des produits. Pour rappel, la finalité de ces approches, pour notre cas, concerne les facteurs QSE.

D'un autre côté, ce chapitre sert de cadre pour la présentation de nos différentes contributions qui seront présentées dans la suite de ce manuscrit.

Pour rappel, l'essentiel de nos contributions oscille autour de la présentation d'une étude des dispositifs organisationnels et réglementaires des produits algériens relatifs à l'encadrement des aspects QSE ainsi que le développement d'un processus de conception intégrant les concepts QSE.

Chapitre II

**Dispositifs réglementaires et
organisationnels relatifs à
l'encadrement des produits en Algérie
suivant les aspects QSE de certaines
entreprises algériennes**

Dispositifs réglementaires et organisationnels relatifs à l'encadrement des produits en Algérie suivant les aspects QSE de certaines entreprises algériennes

Introduction

L'aspect juridique relatif à l'encadrement des concepts Qualité, Sécurité et Environnement est fondé sur des dispositifs réglementaires et organisationnels. Ces derniers constituent des aspects très importants pour les entreprises algériennes.

L'objectif de ce chapitre est de réaliser une étude des dispositifs organisationnels et réglementaires relatifs à l'encadrement des aspects Qualité, Sécurité et protection de l'Environnement en Algérie en montrant les intérêts que représente cette réglementation pour nos entreprises algériennes sur les plans économique, juridique et environnemental (Bahmed & al., 2004).

II.1- Réglementation algérienne : caractérisation et étude critique

L'Algérie, pays dont l'économie a, depuis l'indépendance, été jalousement préservée de la concurrence étrangère, voit aujourd'hui, à l'heure de la mondialisation des marchés et des échanges, ses entreprises confrontées à la nécessité de survie, et au déficit de voir gagner leur place sur le marché national comme sur les marchés étrangers.

Ainsi, pour respecter les règles du jeu qui président aux échanges sur les marchés mondiaux, il est impératif de mettre en place des dispositifs organisationnels et réglementaires, relatifs aux concepts QSE, consistants et actualisés afin de franchir toutes les barrières traditionnellement érigées par les Etats-Nations (Adda, 1998).

L'Algérie se donne, au fur et à mesure de son développement économique et de son insertion dans le marché mondial, un rôle décisif de l'instrumentation juridique (législation et réglementation) relative aux aspects QSE.

Les différents textes adoptés sont les instruments nécessaires de la politique algérienne, en matière de ces trois aspects, qui se situent au point de rencontre des préoccupations propres au développement économique du pays et la nécessité de tenir compte des exigences induites par les concepts QSE.

Ainsi, nous nous proposons, dans cette partie du chapitre, de mettre l'accent sur la situation actuelle de la réglementation algérienne en matière de QSE, à travers une caractérisation et une étude critique de cette dernière.

C'est essentiellement en matière de droit de la consommation que la notion de qualité a le plus de chance de poser problème. Parmi les éléments composants la qualité, il en est un qui est essentiel, c'est celui de la sécurité des produits. Le concept sécurité fait partie intégrante de la qualité (Gogue, 2000). Le produit ne doit en aucun cas porter atteinte à la sécurité ou à la santé des utilisateurs. La sécurité des produits ne doit pas se

situer au seul niveau de son utilisation mais doit exister pendant tout le processus de « mise à la consommation » (Zennaki, 2002).

Par produit, on entend conformément à l'article 2 alinéa 2 du décret exécutif 90/39 du 30/ 01/ 90, relatif au contrôle de la qualité et à la répression des fraudes¹³, « toute chose mobilière corporelle susceptible de faire l'objet de transactions commerciales ». Cette définition englobe toutes les choses mobilières corporelles quelles qu'elles soient y compris les machines, les équipements, ... (on inclu ici la sécurité industrielle). En effet, le droit de la consommation ne se limite pas aux seuls produits de consommation courante.

La législation algérienne tente d'assurer la qualité du produit pendant tout le processus de sa mise à la consommation, en mettant à la charge des professionnels (fabricant, conditionneur, distributeur et de façon générale tout intervenant au processus de mise à la consommation) toute une série d'obligations. Il s'agit notamment des obligations de conformité, de garantie, d'information et de sécurité qui précipitent toutes de façon directe ou indirecte à la qualité du produit.

Il apparaît en matière de droit de la consommation, c'est-à-dire dans les relations entre professionnels et consommateurs, que le législateur algérien accorde une place importante à la conformité des produits alors qu'il relègue la sécurité de ces mêmes produits au rang de parent pauvre, alors même que le concept de sécurité se retrouve aux différentes étapes du processus de mise à la consommation du produit (Zennaki, 2004). Ceci va d'ailleurs avoir des répercussions sur les responsabilités respectives des différents intervenants à ce processus de même que sur les mesures administratives à mettre en œuvre pour assurer cette sécurité (Zennaki, 2004).

Sur le plan juridique, le droit de la consommation a beaucoup apporté à la qualité des produits notamment à travers les obligations de conformité et de sécurité. C'est ainsi que des notions quasi méconnues pour le droit commun sont mises en exergue. De même qu'il a participé à l'extension du champ d'application des infractions à la sécurité, même si son apport le plus important a été dans le domaine de la prévention.

L'aspect réglementaire relatif à la sécurité industrielle et à la sécurité au travail est fondé sur un arsenal juridique consistant notamment dans les domaines suivants qui feront l'objet d'une modeste présentation dans les prochains paragraphes : accidents de travail et maladies professionnelles, hygiène et médecine du travail, sécurité des installations, substances dangereuses, maîtrise de l'énergie, sécurité des canalisations,

Pour ce qui est du domaine de la protection de l'environnement, la réglementation algérienne évolue avec le développement économique et social. Or, les différents textes adoptés sont les instruments nécessaires de la politique algérienne de l'environnement et de la conservation des ressources naturelles. Ainsi, nous mettons l'accent sur la spécificité juridique de la politique algérienne de l'environnement qui se situe, au point de rencontre des préoccupations propres au développement économique du pays et la nécessité de tenir compte des exigences induites par la protection universelle du patrimoine écologique de l'ensemble des Etats, au travers de nombreuses conventions multilatérales auxquelles notre pays a adhéré depuis une quarantaine d'années (Tiar, 1997).

¹³ J.O.R.A (Journal Officiel de la République Algérienne) N° 5 du 31/ 01/ 90, p.175.

Ainsi, la prise en compte, par le législateur, des menaces qui pesaient sur l'environnement était antérieure à l'universalisation du droit de l'environnement puisque aussi bien la loi cadre sur l'environnement n'est intervenue que le 5 février 1983. C'est au milieu de la décennie 1990, que l'Algérie inscrit sa politique de protection de l'environnement dans un cadre international, non seulement en adhérant à de nombreux instruments internationaux y relatifs mais plus encore en acceptant le principe de « la conditionnalité verte », dont le respect est exigé par la Banque Mondiale, dans le cadre du financement de projets d'investissements, ceci ressort clairement de la convention sur la diversité biologique signée à Rio de Janeiro le 05 juin 1992 ratifiée par l'Algérie le 06 juin 1995¹⁴, mettant la charge des Etats membres des « obligation de faire », précises, voire contraignantes (Tiar, 1997).

La loi 03-10 du 19 juillet 2003, relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable¹⁵ fait apparition. L'Article 113 du Titre VIII de cette loi, mentionne que les dispositions de la loi 83-03 du 5 février 1983, relative à la protection de l'environnement sont prises. Les textes pris en application de la loi susvisée demeurent en vigueur jusqu'à la publication des textes réglementaires prévus par la présente loi et ce, dans un délai n'excédant pas vingt quatre (24) mois. Ainsi, il y a eu écoulement des délais mentionnés dans cet Article et nous pouvons parler de vide juridique actuel dans le domaine de la protection de l'environnement, sous réserve qu'aucun texte réglementaire prévu par la loi 03-10 du 19 juillet 2003 n'ait été publié jusqu'à présent.

II.2- Dispositifs réglementaire et organisationnel relatifs à l'encadrement de la qualité en Algérie

En Algérie, l'organisation de notre économie et les conditions d'exercice du commerce extérieur ainsi que l'absence d'un cadre réglementaire en matière de normalisation et de qualité ont eu des effets négatifs sur la qualité des produits commercialisés sur le marché. Cette absence de normes de qualité a favorisé l'apparition de diverses pratiques qui ont porté des préjudices aux consommateurs (contrefaçon par exemple). A cette absence de normes en matière de qualité s'ajoutent l'insuffisance chronique des moyens de contrôle et un déséquilibre marqué entre l'offre et la demande.

Ce déséquilibre s'est manifesté davantage par la priorité accordée, essentiellement, à la satisfaction quantitative, c'est ainsi que la qualité a été reléguée au second plan. Cet état de fait a eu pour résultat la mise sur le marché des produits de qualité médiocre. La commercialisation de ces produits non conformes aux normes de qualité a eu des conséquences, souvent, néfastes sur l'entreprise, sur le consommateur et, d'une manière générale, sur la fiabilité de l'économie nationale. C'est ainsi qu'un intérêt particulier a été accordé au volet qualité à la veille du lancement des réformes économiques introduites dans notre pays avec, notamment l'ouverture du marché national à l'importation de produits de diverses origines entraînant des problèmes d'inadaptation et d'hétérogénéité d'équipements aux consommateurs, d'une part, et à l'ouverture de notre commerce sur le marché extérieur, d'autre part. Dans ce contexte et pour mettre un terme à cette situation critique, qui caractérise les produits de fabrication

¹⁴ J.O.R.A (Journal Officiel de la République Algérienne) n° 32 du 14 juin 1995, p.3.

¹⁵ J.O.R.A (Journal Officiel de la République Algérienne) n° 43 du 19 juillet 2003.

nationale et les produits d'importation, des mesures ont été prises aux plans réglementaire et organisationnel pour encadrer la qualité et renforcer le dispositif de contrôle de cette dernière (Loi 89-23 du 19 décembre 1989 relative à la normalisation).

L'évolution de la réglementation en Algérie est marquée par les textes officiels suivants (IANOR, 2006) :

- décret exécutif n° 90-132 du 15 mai 1990 relatif à l'organisation et au fonctionnement de la normalisation,
- arrêtés du 2 et 3 Novembre 1990 relatifs successivement à l'élaboration des normes et à l'organisation et au fonctionnement des comités techniques,
- arrêté du 2 Novembre 1992 portant création des comités techniques chargés des travaux de normalisation,
- arrêté du 23 juillet 1996 fixant les conditions et procédures d'attribution et de retrait des marques de conformité aux normes algériennes,
- arrêté du 24 juillet 1996 portant institution de la journée nationale de normalisation,
- arrêté du 23 avril 2000 modifiant et complétant l'arrêté du 2 novembre 1992 portant création des comités techniques chargés des travaux de normalisation,
- décret exécutif n° 2000-110 du 10 mai 2000 modifiant et complétant le décret exécutif 90-132 relatif à l'organisation et au fonctionnement de la normalisation,
- décret exécutif n° 2000-11 du 10 mai 2000 relatif au conseil algérien d'accréditation des organismes d'évaluation de la conformité,
- circulaire de Monsieur le Chef du Gouvernement du 20 mai 2000 relative à la cohérence entre les normes et les règlements techniques.

Le but de cette étude ne se limite pas à évoquer l'évolution de la réglementation algérienne en matière de la qualité des produits mais également de dresser le bilan de cette réglementation et ses impacts pour nos entreprises (Bahmed & al., 2004). Pour atteindre cet objectif, nous effectuons, dans un premier temps, une présentation succincte de la normalisation algérienne qui va servir de base pour une analyse approfondie des dispositifs relatifs à l'encadrement de la qualité.

Dans le domaine de la normalisation, l'Algérie a un grand retard à combler vu que le niveau des activités de normalisation demeure très faible. Au plan opérationnel, l'entreprise algérienne n'a pas encore intégré, convenablement, la norme dans son mode de fonctionnement, encore moins la qualité comme exigence. Trois raisons expliquent cet état de fait : l'absence de compétitivité et de concurrence entre produits, le faible intérêt accordé à la fonction qualité par les gestionnaires et, enfin, la faiblesse voire l'inexistence du contrôle au niveau de la production. Par conséquent, il y a un grand retard à combler en très peu de temps. Du coup, la normalisation doit être prise comme axe essentiel de la stratégie de développement de l'entreprise.

Selon la loi 89-23 du 19 décembre 1989 relative à la normalisation, on distingue deux catégories de normes (CACQUE, 1992): les *normes algériennes* qui sont élaborées et publiées sur la base d'un plan annuel et pluriannuel et les *normes d'entreprises* qui portent sur tous les sujets qui n'ont pas encore fait l'objet de normes algériennes.

Dans tous les cas, combien même il y aurait des efforts consentis dans la normalisation, les résultats seraient peu perceptibles puisqu'ils n'ont pas pu imposer,

inciter ou favoriser l'exploitation de cette bouée de sauvetage qu'est la démarche qualité dans l'entreprise.

En Europe, les organismes de normalisation constituent les véritables promoteurs du management par la qualité et l'assurance qualité. Ils sont aussi de véritables conseils pour les entreprises. En Algérie, et jusqu'à une période récente (juin 2006), quelques 176 entreprises nationales ont procédé à la mise en place de systèmes de management de la qualité (IANOR, 2006). D'ailleurs, la préoccupation de la promotion de la qualité à travers de tels systèmes est prise en charge par le Gouvernement dont le programme de travail approuvé par l'Assemblée Populaire Nationale le 27 septembre 2000, prévoit dans le chapitre Promotion de l'Investissement et Appui aux Entreprises (MIR, 2004) : (i) des programmes et des actions de formation d'auditeurs de la qualité en milieu industriel permettant la mise place de systèmes qualité et de certification et (ii) l'aide aux entreprises dans la mise en place d'un système d'assurance qualité.

Le programme de développement d'un système national de normalisation, mis en place par le Ministère de l'Industrie et de la Restructuration, et approuvé par le Gouvernement en mars 2000 vise à asseoir un système national de normalisation qui tient compte de l'état des lieux, et par conséquent des insuffisances du système existant. Un des points du programme consiste à promouvoir et/ ou l'utilisation des normes homologuées et soutenir financièrement les entreprises désireuses de se doter d'un système qualité (ISO 9000 - Version 2000) et d'un système qualité de l'environnement (ISO 14000) pour parvenir la certification (MIR, 2004).

En tout état de cause, les entreprises qui arriveront à relever le défi seront celles qui sauront mettre en œuvre les principes de normalisation et gérer la qualité. Les managers se doivent donc d'apprendre et de faire apprendre les principes de la gestion par la qualité. C'est à ce prix qu'ils pourront affronter efficacement les marchés devenus de plus en plus concurrentiels.

Jusqu'à 1989, l'encadrement du domaine de la qualité était régi, essentiellement, par certaines dispositions du code pénal. Depuis, ce vide juridique a été progressivement comblé grâce à (Yahiaoui, 1992) : la promulgation de la loi n° 89- 02 relative aux règles générales de la protection du consommateur, l'adoption de textes horizontaux (décrets exécutifs) pris en application des différentes dispositions de la loi précitée et l'élaboration de textes verticaux à caractère spécifique concernant la qualité et les normes des biens de consommation alimentaire et industrielle mis sur le marché.

La loi protectrice a instauré des principes clairs qui, appliqués correctement, permettraient une défense concrète du consommateur à plusieurs niveaux (Hasnaoui, 1993) :

- au niveau de la production, le professionnel ne doit mettre à la consommation que des produits répondant aux normes homologuées et aux spécifications légales et réglementaires présentant une garantie contre tout risque susceptible de porter atteinte au consommateur,
- au niveau de la commercialisation, le professionnel doit procéder ou faire procéder aux vérifications nécessaires pour s'assurer de la conformité du bien mis à la consommation,
- au niveau du suivi, l'information du consommateur est assurée grâce à la mise en place d'un système d'étiquetage suffisant pour permettre une utilisation adéquate du produit.

Dans ce contexte et à travers ses différentes dispositions, la loi du 7 février 1989 susvisée définit les conditions générales d'intervention et d'encadrement de la qualité. En application de cette loi, plusieurs exécutifs (tableau II.1) ont été promulgués et touchent différents aspects liés au domaine de la qualité, hygiène, étiquetage, information du consommateur, garantie, matériaux de contact, additifs, contrôle de la qualité et de la conformité¹⁶.

Directive n° 02 du 17/03/1990	Autocontrôle et responsabilité
Décret exécutif n° 90-366 du 10/11/1990	Étiquetage et présentation des produits domestiques non alimentaires (Hasnaoui, 1993).
Décret exécutif n° 90-367 du 10/11/1990	Étiquetage et présentation des produits alimentaires (HASNAOUI, 1993).
Circulaire n° 5 du 12/08/1991	Conditions et modalités de mise en œuvre des textes relatifs à l'étiquetage.
Décret exécutif n° 92-42 du 04/02/1992	Sécurité des produits (une liste de substances chimiques dont l'utilisation est interdite pour la production des produits de consommation et une liste des substances chimiques dont l'utilisation est réglementée pour la fabrication des produits de consommation sont arrêtées (CACQE, 1992).
Décret exécutif n° 93-47 du 06/02/1993	Modifie et complète le décret exécutif n° 92-65 du 12 février 1992 relatif au contrôle de la conformité des produits fabriqués localement ou importés qui institue l'obligation de fournir par l'importateur un certificat de conformité. Ce dernier engage la pleine responsabilité de l'importateur durant tout le processus de mise à la consommation du produit importé ¹⁷ .
Décret exécutif n°94-90 du 10/04/1994	Contrôle de qualité et de conformité des produits destinés à l'exportation ¹⁸ .

Tableau II.1 : Exécutifs relatifs aux domaines proches de la qualité

En ce qui concerne la prévention administrative, pour prévenir les risques d'atteinte à la santé et à la sécurité des consommateurs, l'administration peut décider d'intervenir, de réglementer ou d'autoriser la fabrication d'un produit toxique ou à risque. A ce titre, il y'a lieu de citer le décret n° 92-42 du 04 février 1992 qui fixe trois listes visant les produits concernés¹⁹.

La garantie est régie par les articles 06 et suivant la loi de base n° 89-02 et est détaillée par le décret exécutif n° 90-266 du 15 septembre 1990 relatif à la garantie des produits et/ou services²⁰.

Pour ce qui est du dispositif organisationnel relatif à l'encadrement de la qualité en Algérie, l'organisation mise en place en vue de l'encadrement du domaine de la qualité a porté sur deux niveaux qui correspondent à l'installation de structures administratives (administrations centrales, services extérieurs et espaces

¹⁶ J.O.R.A (Journal Officiel de la République Algérienne) n°50 du 21 novembre 1990, Algérie.

¹⁷ J. O.R.A (Journal Officiel de la République Algérienne) n°9 du 10 février 1993, Algérie.

¹⁸ J. O.R.A (Journal Officiel de la République Algérienne) n°22 du 18 avril 1994, Algérie.

¹⁹ J.O.R.A (Journal Officiel de la République Algérienne) n°09 du 5 février 1992, Algérie.

²⁰ J.O.R.A (Journal Officiel de la République Algérienne) n°4 du 19 septembre 1990, Algérie

intermédiaires) et à la création d'organes à même de contribuer à la promotion de la qualité (Yahiaoui, 1992).

L'encadrement du domaine de la qualité sous ses différents aspects est assuré par des structures administratives organisées à trois niveaux (central, régional et wilaya) et par un espace intermédiaire qu'est le Centre Algérien de Contrôle de Qualité et de l'Emballage (CACQE), instrument technique devant servir d'appui à la promotion et au contrôle de la qualité.

Parmi les organes de support, nous pouvons citer le Conseil d'Orientation Scientifique et Technique qu'est l'organe consultatif placé auprès du Centre Algérien de Contrôle de la Qualité et de l'Emballage et l'Association Nationale pour la Promotion de la Qualité (APROQ) qui a été fondée et regroupée au sein des représentants des administrations, des opérateurs économiques et des instituts de formation.

Pour ce qui est des dispositifs de contrôle de la qualité, la création en 1985 de la Direction de la Qualité et la mise en place du CAQCE ont permis de donner un nouveau souffle aux actions de contrôle de la qualité. Toutefois, la persistance des contraintes exogènes et endogènes qui affectent le fonctionnement des différents services concernés a limité la portée des efforts déployés et influé les résultats des actions de contrôle. Ceci n'a pas permis d'atteindre les objectifs recherchés. Ainsi, il est indispensable d'identifier les sources de ces contraintes et la levée de ces dernières doit faire partie de la stratégie de redynamisation.

Partant de l'analyse des conditions et des modalités de prise en charge des activités liées au contrôle de la qualité au cours des dernières années, il a été retenu une stratégie dynamique pour mettre terme aux actions de contrôle conjoncturelles, sporadiques et de faible portée. L'objectif visé, à travers cette stratégie, est de confier toute l'efficacité requise à la politique nationale de la qualité grâce à une organisation adéquate et une programmation judicieuse des activités de contrôle de la qualité, à l'effet de donner au contrôle toute sa dimension au plan économique et de renforcer, également, la crédibilité et l'autorité de l'état dans ce domaine. Pour ce faire et s'appuyant sur le cadre législatif et réglementaire en vigueur, le contrôle de qualité, qui se veut rationnel, scientifique et permanent, intervient de manière soutenue sur les différents segments du marché (production, importation et distribution) en vue de mettre un terme aux diverses insuffisances qui affectent la qualité des produits mis sur le marché.

L'ensemble des textes à caractère législatif et réglementaire publié jusque là constitue une instrumentation incomplète pour assurer, dans des conditions optimales, le contrôle de la qualité à la production, à l'importation et à la distribution des produits. Il est établi que dans la majorité des cas, les insuffisances relevées en matière de qualité des produits mises sur le marché prennent naissance au stade de la production et sont en raison, souvent, de l'absence de maîtrise du processus technologique. C'est-à-dire que toute l'attention doit être accordée au contrôle en amont du processus. En effet, le contrôle à la production réduit sensiblement la complexité du champ d'intervention du contrôle en aval et limite les risques d'atteinte à l'économie.

Comme pour les produits de fabrication nationale, des anomalies sont, souvent, relevées au niveau des produits importés. Les insuffisances constatées portent, notamment, sur la qualité et la conformité. Ces effets pervers qui portent préjudice à l'économie nationale et aux consommateurs risquent de prendre plus d'ampleur si des

mesures radicales n'étaient pas mises en œuvre en application des dispositions du décret exécutif n° 92-65 du 12 février 1992 cité précédemment.

La mise en place d'un réseau national d'analyses, la complexité et l'étendu du domaine de la qualité des produits mis à la consommation exigent la mobilisation de moyens techniques appropriés en vue de répondre aux investigations menées dans le cadre du contrôle de la qualité et de la conformité.

En égard aux différents types de contrôles à réaliser et à leur caractère éminemment scientifique (composition des produits, additifs, contaminant, hygiène, ...), le recours à des moyens techniques adéquats et spécialisés s'avère de plus en plus indispensable pour la réalisation d'analyses de laboratoires. A ce titre, la politique menée vise à rentabiliser les potentialités techniques déjà existantes et à planifier les créations futures de laboratoires. En effet, du recensement mené par les services du CACQE, il en ressort la présence sur le territoire national d'un nombre assez important de laboratoires relevant des secteurs de l'économie, de la santé, de l'agriculture, de l'industrie, des APC (Bureaux d'Hygiène Communaux) et d'opérateurs économiques publics ou privés. Ces laboratoires dont les capacités sont sous utilisées pour différentes raisons, interviennent dans le cadre de l'autocontrôle et/ou du contrôle pour compte de tiers (prestations de services). Par ailleurs, ces établissements ne sont pas spécialisés et réalisent différents types d'analyses (Yahiaoui, 1992).

Sur la base de ce constat et à l'effet de contribuer à la concrétisation des objectifs assignés à la politique nationale en matière de qualité, il a été jugé indispensable d'organiser le fonctionnement et le développement de ces structures d'appui grâce à la mise en place du réseau national d'analyses.

C'est ainsi que le décret n° 91-192 du 1^{er} juin 1991, relatif aux laboratoires d'analyses de la qualité, a été pris pour organiser les conditions et les modalités d'ouverture et d'agrément de ces moyens d'analyses ainsi que leur classification en trois catégories (Yahiaoui, 1992) :

- la catégorie 1 composée de laboratoires intervenant, principalement, au titre du contrôle interne au niveau des entreprises de production et accessoirement en titre de prestations pour tiers,
- la catégorie 2 comprenant les laboratoires exclusivement des prestations pour tiers,
- la catégorie 3 concernant les laboratoires agréés dans le cadre de la répression des fraudes.

II.3- Réglementation nationale en matière de sécurité et de sécurité des produits en Algérie

Avant d'aborder la réglementation nationale en matière de la sécurité des produits, nous nous proposons de parcourir sommairement la réglementation nationale en matière de santé et sécurité au travail et qu'est synthétisée par le tableau suivant.

<i>Volet</i>	<i>Textes</i>
Accidents de travail et maladies professionnelles	Ordonnance n° 66-183 du 21 juin 1966 relative aux accidents de travail et des maladies professionnelles, modifiée par Ordonnance n° 67 du 11 mai 1967.
	Loi n° 83-13 relative aux accidents de travail et aux maladies professionnelles, modifiée par Ordonnance n° 96-19 du 06 juillet 1996.
	Décret n° 84-28 du 11 février 1984 fixant les modalités d'application des titres III, IV et VIII de la loi n° 83-13 relative aux accidents de travail et aux maladies professionnelles.
	Décret n° 97-424 du 11 novembre 1997, fixant les conditions d'application de l'article V de la loi n°83-13 modifiée et complétée relative aux accidents de travail et aux maladies professionnelles.
	Arrêté interministériel du 05 mai 1996 fixant la liste des accidents présumés d'origine professionnelle, ainsi que les annexes 1et 2.
	Arrêté interministériel du 10 avril 1995 fixant la composition de la commission des maladies professionnelles.
	Arrêté interministériel du 09 juin 1997 fixant la liste des travailleurs où les travailleurs sont fortement exposés aux risques professionnels.
Hygiène, Sécurité et Médecine Travail	Loi n° 88-07 du 26 janvier 1988, relative à l'hygiène, la sécurité et la médecine du travail.
	Décret exécutif n° 91-05 du 19 janvier 1991 relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail.
	Décret exécutif n° 93-120 du 15 mai 1993 relatif à l'organisation de la médecine du travail.
	Décret exécutif n° 96-209 du 5 juin 1996 fixant la composition, l'organisation et le fonctionnement du Conseil National d'Hygiène, de Sécurité et de Médecine du Travail.
	Arrêté interministériel fixant la convention type relative à la Médecine du Travail établie, l'organisme employeur et le secteur sanitaire ou la structure compétente ou le médecin habilité.
Commissions CHS et inspection de travail	Décret n° 74-255 du 28 décembre 1974 fixant les modalités de constitution, les attributions et le fonctionnement de la CHS dans les entreprises socialistes.
	Loi n° 90-03 du 06 février 1990 relative à l'inspection du travail, modifiée et complétée par Ordonnance n°96-11 du 10 juin 1996.
	Loi n° 90-11 du 21 avril 1990 relative aux relations de travail.
Prescriptions de protection des travailleurs	Décret n° 86-132 du 27 mai 1986 fixant les règles de protection des travailleurs contre les risques de rayonnements ionisants.
	Décret n° 01-285 du 24 septembre 2001 fixant les lieux publics où l'usage du tabac est interdit et les modalités d'application de cette interdiction.
	Décret n° 01-342 du 28 octobre 2001 relatif aux prescriptions particulières de protection et de sécurité des travailleurs contre les risques électriques au sein des organismes employeurs.

	Décret n° 02-427 du 07 décembre 2002 relatif aux conditions d'organisation de l'instruction de l'information et de la formation des travailleurs dans le domaine de la prévention des risques professionnels.
Protection et promotion de la santé	Loi n° 85-05 du 16 février 1985 relative à la protection et à la promotion de la santé, modifiée et complétée par la loi 98-09 du 19 août 1998.
Risques majeurs	Décret n° 85-213 du 25 août 1985 fixant les conditions et modalités d'organisation des interventions et secours en cas de catastrophes.
	décret n° 85-232 du 25 août 1985 relatif à la prévention des risques de catastrophes.
	Arrêté ministériel du 12 juin 1999 portant création d'une commission permanente des risques majeurs du Conseil National de l'Information Géographique.
Sécurité des canalisations	Décret n° 85-35 du 16 février 1988 définissant la nature des canalisations et ouvrages annexes relatifs à la production et au transport d'hydrocarbures ainsi que les procédures applicables à leur réalisation.
	Arrêté interministériel du 12 mai 1992 portant réglementation de sécurité des canalisations transportant les hydrocarbures liquides et liquéfiés sous pression et gazeux et ouvrages annexes.
Sécurité des installations	Ordonnance n° 76-4 du 20 février 1976 relative aux règles applicables en matière de sécurité contre les risques d'incendie et de panique à la création des commissions de prévention et de protection civile.
	Décret n° 76-35 du 20 février 1976 portant règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les immeubles de grande hauteur.
	Décret n° 83-373 du 28 mai 1983 précisant les pouvoirs du wali en matière de sécurité et de maintien de l'ordre public.
	Décret n° 84-105 du 12 mai 1984 portant institution d'un périmètre de protection des installations et infrastructures.
	Décret n° 84-385 du 22 décembre 1984 fixant les mesures destinées à protéger les installations, les ouvrages et les moyens.

Tableau II.2 : Textes législatifs relatifs à la santé et à la sécurité au travail (Sonatrach, 2004).

L'aspect juridique de la sécurité des produits, composante importante de l'aspect juridique de la sécurité, est un aspect quelque peu nouveau dans notre pays.

La sécurité du produit est une notion accrue pour la préservation du produit même (réalisation d'un produit de qualité) et de l'utilisateur ou consommateur (lui éviter des préjudices pouvant être causés par un produit non raisonnablement sûr).

Le terme *raisonnablement sûr* sera employé le long de toute notre étude de l'aspect juridique de la sécurité des produits. Il exprime le fait que les fabricants excèdent ce qu'ils considèrent comme *raisonnable* et fabriquent le produit le plus sûr possible. Ainsi, les systèmes judiciaires s'attendent à ce que les fabricants prennent une *responsabilité raisonnable* dans la conception et la fabrication de leurs produits qualifiés de *raisonnablement sûrs*.

La mise en place d'un cadre législatif et réglementaire visant la protection du consommateur a pour objectif de combler le vide juridique que connaissait ce domaine en Algérie. Le Code Pénal intitulé « Des fraudes dans la vente des marchandises et des falsifications des substances alimentaires et médicamenteuses » est resté inopérant en l'absence de textes spécifiques en matière de qualité, de contrôle de qualité et de répression des fraudes. Il a fallu attendre l'année 1989 pour que soit promulguée la loi N° 89-02 du 7 février 1989 instituant et organisant de façon globale la protection du consommateur. L'obligation de fabrication des produits de qualité est renforcée, dans cette loi, par les obligations d'autocontrôle et d'information des consommateurs.

Pour l'autocontrôle, c'est l'un des principes cardinaux énoncés par la loi 89-02 relative aux règles générales de la protection du consommateur. C'est pourquoi, une importance particulière lui a été accordée en termes : de la directive n° 2 du 17 mars relative à l'autocontrôle et à la responsabilité, du décret exécutif n° 92-65 du 12 février 1992 relatif au contrôle des produits fabriqués localement ou importés et de la note - circulaire n° 10 du 8 juillet 1992.

L'information du consommateur est régie réglementairement par deux décrets publiés en même temps au Journal Officiel de la République Algérienne. Il s'agit des décrets exécutifs n° 90-366 du 10 novembre 1990 (relatif à l'étiquetage et à la présentation des produits domestiques non alimentaires) et n° 90-367 du 10 novembre 1990 (relatif à l'étiquetage et à la préservation des denrées alimentaires). Pour rappel, ces décrets prévoient que (IANOR, 2006) :

- les produits doivent être identifiés par le moyen d'étiquettes solidement fixées ou tout moyen approprié,
- les mentions obligatoires informatives doivent être visibles, lisibles, indélébiles et rédigées en langue arabe et à titre complémentaire dans une autre langue,
- l'étiquetage ne doit pas consister en des indications pouvant créer une confusion dans l'esprit du consommateur et notamment sur la nature, la composition, le mode d'obtention, l'origine et les qualités substantielles du produit.

Les conditions et les modalités de mise en œuvre des textes relatifs à l'étiquetage ont été précisées dans la note - circulaire n° 05 du 12 août 1991 (IANOR, 2006).

En ce qui concerne la responsabilité du fabricant en droit Algérien, d'après la Revue Algérienne des Sciences Juridiques Economiques et Politiques, le droit Algérien comme le droit Français dont il dérive ne prévoit pas de dispositions en ce qui concerne la responsabilité des fabricants pour les dommages causés par les produits qu'ils diffusent sur le marché. Le Code Civil Algérien promulgué le 26 septembre 1975 se contente seulement de poser les règles générales tant de la responsabilité civile (Art. 24 et suiv.) que du droit de la vente (Art. 379 et suiv.).

Sauf sur certains points de détails, ces solutions sont identiques à celles prévues par le Code Civil Français dans ses Articles 1382 et suivants (responsabilité civile) et 1342 et suivants (garantie contre les vices) qui était maintenu en Algérie jusqu'au 5 juillet 1975. C'est pourquoi nous nous référons à la jurisprudence qui est sous l'empire de ce code pour examiner la responsabilité du fabricant des produits. Cette responsabilité se trouve ainsi régie par le droit commun (Hasnaoui, 1998).

Ainsi, nous distinguons dans la réglementation Algérienne concernant cet aspect deux grands types de fondements (Hasnaoui, 1998) :

- fondement délictuel : la responsabilité délictuelle fondée sur la fraude obéit aux règles générales posées par l'Article 124 du Code civil. La responsabilité quasi-délictuelle est fondée sur l'Article 138 du Code Civil. Les idées de risque et de garantie sont régies par les Articles 1.645, 1.382 et 1.383 du Code Civil. La notion de défaut d'instructions est régie par l'Article 136 du Code Civil,
- fondement contractuel : lorsque la victime subit un dommage résultant du produit vicié, elle peut demander réparation au fabricant de ce produit sur la base de l'article 379 du Code Civil. Les défauts peuvent être de quatre types : le défaut grave, le défaut caché et non apparent, Le défaut inconnu de l'acheteur, le défaut antérieur à la vente.

Lorsque le produit n'est pas vicié, il peut arriver que ce dernier occasionne un dommage à l'acheteur bien qu'il soit sans défaut par suite de sa mauvaise utilisation, en particulier lorsqu'il s'agit d'un produit dangereux. Le défaut est essentiellement dû à une insuffisance d'informations ce qui peut entraîner une mauvaise utilisation du produit.

II.4- Dispositif législatif relatif à la protection de l'environnement en Algérie

Les pays riches comme les pays pauvres sont à l'origine de la pollution de notre environnement. Le nord a la prérogative de la science et de la technologie et le sud a la prérogative de la pauvreté. Les pays riches ont inventé et utilisé les technologies polluantes qui ont servi à leur essor industriel et à leur richesse.

La prise de conscience concernant le problème de pollution n'est devenue réelle, qu'après les catastrophes successives qui se sont produites ces dernières années et dont la responsabilité incombe à l'homme. La pollution est une conséquence et une rançon des progrès techniques de l'humanité et de la concentration de ses activités. La recherche, à première vue toute légitime d'un plus grand confort et d'un accroissement du niveau de vie, est un facteur important qui se trouve à l'origine de la pollution. En effet, il est plus facile de laver le linge avec une machine qu'à la main, d'utiliser les conserves que de cuisiner et parfois plus économique de jeter des objets que de les réparer. En contrepartie, cela constitue une forme de gaspillage et des déchets supplémentaires qu'il faut jeter. Cela va engendrer une pollution plus importante. Tout le monde sait aujourd'hui qu'il y a une relation directe entre le niveau de vie et la quantité de déchets rejetés. Pour contrôler la situation, il est indispensable de disposer d'une instrumentation juridique en matière de protection de l'environnement. L'Algérie dispose d'une législation relative à la protection de l'environnement qu'elle acquiert au fur et à mesure de son développement économique et de son insertion dans le marché mondial. Or, les différents textes adoptés sont les instruments nécessaires de la politique algérienne de l'environnement spécifique aux préoccupations propres au développement économique du pays et ils constituent les premiers outils de travail et de réflexion qui ouvrent la voie à l'élaboration d'une politique globale de protection de l'environnement.

Cette dernière partie de ce chapitre est consacré aux relations entre l'environnement et l'industrie, car l'industrie constitue à elle seule près des ¾ de la

pollution totale qui provoque la dégradation de l'environnement et vue la nature de notre étude qui porte sur des produits industriels, nous allons nous limiter au cadre législatif national relatif au secteur industriel.

II.4.1- Industrie et environnement en Algérie

Dans la plupart des pays en voie de développement, le développement du secteur industriel pose des problèmes à tous les niveaux. Les gouvernements ont investi principalement pour répondre aux exigences d'une économie axée vers l'exportation et les produits de consommation. L'industrie n'est pas réglementée dans la plupart de ces pays qui n'ont pas encore introduit des normes appropriées en matière de santé et d'environnement.

Les coûts de plus en plus élevés de la pollution et l'épuisement des ressources créent une pression supplémentaire sur les ressources publiques qui s'amenuisent. Devant les difficultés financières actuelles, la gestion de l'environnement est reléguée au second plan. L'action est plutôt mise sur la survie des entreprises. La quasi-totalité de ces dernières est plus préoccupée par l'approvisionnement en matières premières et en pièces de rechange pour l'entretien des équipements, que par la protection de leur environnement. L'absence de coopération, entre l'industrie et les administrations publiques d'une part et les institutions d'enseignement supérieur et de recherches scientifiques d'autre part, fait que ces dernières ne peuvent ni valoriser leurs travaux ni avoir un impact quelconque sur l'environnement, parce qu'elles se trouvent coupées de leur milieu d'action.

Le problème de dégradation de l'environnement est aggravé par le manque de scrupules de certains pays industrialisés qui vendent des technologies dépassées et extrêmement polluantes et déposent parfois leurs déchets industriels dans les pays en voie de développement.

L'industrie algérienne a connu un développement remarqué tant dans sa diversité que dans sa capacité ; mais il faut noter que le processus d'industrialisation s'est effectué dans des conditions qui n'ont pas respecté les préoccupations environnementales.

Les grosses industries générant des polluants atmosphériques, par exemple, ayant un impact direct au niveau des agglomérations urbaines sont peu nombreuses. Mais les effets ressentis par les groupes d'habitants directement exposés seraient très importants. Le tableau II.3 recense les industries les plus importantes dans notre pays, les types de polluants générés ainsi que les villes ou les localités affectées.

Avant la promulgation de la loi relative à la protection de l'environnement (1983), les projets industriels étaient réalisés sans études d'impact sur l'environnement. Les opérateurs économiques privilégiaient les sites faciles à aménager, proches des réservoirs de main d'œuvre, à proximité des voies de communication et disposant de toutes les commodités.

C'est ainsi que l'industrie algérienne s'est développée parfois sur des étendues de terres agricoles, ce qui a eu des effets néfastes sur les cultures.

<i>Wilaya</i>	<i>Industrie</i>	<i>Type de polluants générés</i>	<i>Villes ou localités affectées</i>
Alger	Cimenterie Raïs Hamidou	Poussières	Quartier de Raïs Hamidou à l'ouest d'Alger
	Cimenterie Meftah	Poussières	Agglomérations à l'est de la cimenterie (vents dominants)
	Tabacs SNTA Bab El Oued	Poussières	Quartier de Hamma
	Raffinerie Sidi Arcine Baraki	Gaz de Torche	Toutes les localités proches de la Raffinerie Sidi-Arcine
Annaba	Sidérurgie SIDER Annaba	Poussières, NOX, CO, SO ₂ , NH, Phénols, H ₂ S, CN	Quartiers de Annaba
	Engrais ASMIDAL Annaba	Poussières d'engrais, SOX, NOX	Quartier d'El-Bouni
Tlemcen	Electrolyse de zinc Ghazaouet	Poussières de Zn, SO ₂ , CO	Ville de Ghazaouet
Skikda	Raffinerie de Skikda	Gaz de Torche	Toutes les localités proches de la raffinerie de Skikda et la ville de Skikda
Batna	Cimenterie de Aîn Touta	Poussières de ciment, NO _x , CO et SO ₂	Localité de Aîn Touta
	ENIPEC (Tannerie)- Batna Unité textile COTITEX - Batna	Rejets liquides très pollués dans Oued El Gourzi.	Environs de la ville de Batna

Tableau II.3 : Extrait des industries polluantes en Algérie (IANOR, 2006)

Dans le choix des procédés de fabrication, les critères de protection de l'environnement n'étaient pas essentiels. Cette situation a eu des effets préjudiciables sur l'environnement et il ressort de ce bilan, qu'à grande échelle, le problème de la pollution atmosphérique ne se pose pas en Algérie avec autant d'acuité que dans les pays fortement industrialisés. Cependant, les nuisances à l'échelle locale sont inquiétantes en raison de la relative absence de maîtrise des émissions à l'heure actuelle d'une part, et des fortes probabilités d'augmentation de la production industrielle, du volume de déchets urbains et de l'intensification de la circulation automobile dans le Nord du pays, d'autre part.

Les activités des cimenteries et des unités de plâtre et de chaux ont, également, posé des cas graves de pollution atmosphérique, dans de nombreuses régions du pays. Parmi les cimenteries, nous citons les cimenteries de Raïs-Hamidou, Sour-El-Ghozlane, Meftah, Chlef, Zahana, Beni Saf, Saïda, Hdjar Soud, Aîn-Kebira, Aîn-Touta et Tébessa qui rejettent annuellement de grandes quantités de tonnes de NO_x, de CO et de SO₂. Pour réduire les rejets de cru et de clinker, la totalité des cimenteries sont équipées de dépoussiéreurs qui sont fréquemment en panne pour des problèmes de maintenance ou de maîtrise des paramètres de marche de processus (Laïd, 1997).

Pour ce qui est des plâtrières et unités de chaux dont la plupart sont de faible capacité (inférieure 20.000 tonnes/an). Nous citons à titre d'exemple la plâtrière de Fleurus et l'unité de chaux d'Oum-Djerane qui rejettent annuellement près de 20.250 tonnes de poussières et 72 tonnes de NO_x.

Les activités des raffineries génèrent des rejets dus à la combustion des gaz de torche qui contribuent à augmenter la production des gaz à effet de serre (raffinerie de Skikda par exemple).

D'autres formes de pollutions existent en Algérie. Nous citons par exemple la pollution par les produits chimiques tels que ceux utilisés dans l'agriculture. Une enquête effectuée en 1980 par le Ministère de l'Agriculture avait déjà révélé l'existence de 11000 tonnes de produits périmés (Abdelguerfi & Laouar, 1999). Une deuxième enquête effectuée par l'ONAPSA en 1987 (Office National d'Approvisionnement et des Services Agricoles) avait rapporté l'existence d'un stock estimé à 5000 tonnes seulement ; 6000 tonnes avaient donc disparu dans la nature en l'espace de 6 ans. Ce qui constitue une source importante de pollution de l'environnement et notamment des ressources en eau (Abdelguerfi & Laouar, 1999).

Pour ce qui est des déchets radioactifs rencontrés en Algérie, ils proviennent de l'industrie, des structures hospitalières et de certains laboratoires. En 1991, il a été rapporté les quantités en stock suivantes (D.G.E, 1999) : déchets solides (588 sources), déchets liquides (100 litres) et déchets gazeux (quelques ampoules de krypton). Ces déchets sont récupérés et stockés dans les conditions normalisées par le Centre National de Radioprotection et de Sécurité (D.G.E, 1997).

II.4.2- Evaluation des interventions publiques environnementales en Algérie

L'industrialisation est certes un impératif pour le développement économique mais il est indispensable de se prémunir contre les dangers d'une expansion faite au gré des circonstances sans analyse et sans planification préalable. Les industries chimiques et métallurgiques sont génératrices de grosses pollutions. Les industries agroalimentaires doivent veiller attentivement au niveau du degré de toxicité des produits chimiques entrant dans la fabrication de leurs produits.

Les industries des pays en voie de développement en général et l'industrie nationale en particulier doivent avoir pour objectif l'expansion économique en visant une technologie propre, adaptée aux conditions locales avec moins d'intrants en provenance de l'extérieur tout en étant autonome et endogène pour répondre aux besoins d'une population de plus en plus nombreuse (M.A.T.E, 2000).

Une bonne politique en matière d'environnement ne peut se réaliser que s'il y a une parfaite maîtrise de la science et de la technologie par les cadres locaux. L'Algérie s'est engagée certes dans l'industrialisation mais sans s'engager dans le processus des « compétences techniques » qui seul peut garantir le maintien, l'amélioration et le développement du potentiel industriel.

Dans le cadre des liens entre l'environnement et le développement, il faut privilégier les objectifs suivants (Tabet-Aoul, 1998) : inventaire et action en vue de lutter contre la pollution provoquée par les industries actuelles, recyclage et utilisation des déchets industriels, définition de stratégies industrielles qui tiennent en compte l'environnement, utilisation de technologies moins polluantes par le transfert technologique, la réduction des besoins d'énergie et la mise en œuvre aux niveaux national et régional de banques de données principalement dans le domaine des technologies propres et du traitement des déchets et coopération internationale en matière de protection des ressources communes.

L'action publique dans le domaine de la protection de l'environnement, à l'échelle nationale et à l'échelon locale, a été multiforme, mais s'est effectuée sans une démarche cohérente et intégrée. Des interventions ont eu lieu dans plusieurs secteurs parmi lesquels nous citons à titre d'exemple le domaine de la pollution atmosphérique par les industries (M.A.T.E, 2006) : unités de ciment, complexes pétrochimiques, sidérurgiques et de production des engrais.

Plus récemment, les cimenteries et les unités d'amiante-ciment ont effectué des investissements importants pour la rénovation ou l'installation d'équipements antipollution.

L'Usine d'électrolyse de zinc de Ghazaouet a procédé à des investissements pour ramener la pollution de l'anhydride sulfureux à des niveaux acceptables.

ASMIDAL et SIDER ont fait de même pour réduire les pollutions générées par leurs complexes situés à Annaba.

SONATRACH a également initié un vaste programme de (M.A.T.E, 2006) : rénovation des unités GPL, réalisation de nouvelles unités de traitement, récupération et réinjection des gaz torchés ainsi que la réhabilitation des complexes d'Arzew et de Skikda. Des investissements importants ont été consentis pour la réduction du torchage du gaz.

Pour respecter ses engagements internationaux, notamment ceux contractés dans le cadre de la convention des Nations Unies sur les Changements Climatiques et du Protocole de Montréal relatif aux substances appauvrissant la couche d'ozone, l'Algérie a mis en œuvre un vaste programme destiné à la protection de l'atmosphère portant notamment sur l'inventaire national des gaz à effet de serre et l'élaboration d'une stratégie nationale de lutte contre les changements climatiques et l'élaboration d'un programme national de protection de la couche d'ozone et la réalisation d'une trentaine de projets destinés à éliminer les substances appauvrissant la couche d'ozone (CFC). Par ailleurs, un projet de loi relatif à la maîtrise de l'énergie a été initié récemment et vise à : introduire les normes d'efficacité énergétique, instituer le contrôle de l'efficacité énergétique, rendre obligatoire l'audit énergétique et enfin encourager et inciter à réaliser les économies d'énergie et lutter contre le gaspillage.

Il est à signaler, enfin, que trois projets sont destinés à utiliser des énergies nouvelles et renouvelables au niveau des villes du Sud du pays.

Dans le domaine des déchets industriels, la situation actuelle est très préoccupante malgré les investissements importants consentis particulièrement dans le secteur public. En effet, environ 50% des unités industrielles ont été équipées de systèmes anti-pollution. La plupart de ces systèmes sont actuellement inopérants en raison de leur état de vétusté avancé. Rares sont les installations réhabilitées et les rejets industriels s'effectuent souvent dans le milieu naturel (mer, oued) sans aucun traitement préalable causant ainsi des dégâts importants notamment pour les ressources en eau.

Récemment, une quinzaine d'unités industrielles ont été dotées de stations d'épuration, mais le fonctionnement de ces ouvrages demeure aléatoire.

Quant aux déchets solides industriels, ils sont généralement évacués avec les déchets des ménages. Il faut reconnaître, toutefois, que les déchets hautement toxiques ou dangereux font l'objet d'une attention particulière en raison des risques qui leur sont

liés. Ils ne sont pas rejetés dans la nature, mais stockés dans des sites situés généralement dans l'enceinte des usines ; cependant leurs conditions de stockage laissent à désirer. Ils constituent, de ce fait, une grave menace pour l'environnement.

L'Entreprise METANOF (Complexe de Zinc de Ghazaouet) vient de donner l'exemple en réalisant pour 50 millions de dinars une décharge contrôlée d'un volume de 150.000 m³ pour stocker les déchets dans des conditions garantissant la sécurité de l'environnement.

De même, des mesures ont été prises par la SONATRACH, notamment à Hassi R'mel, pour imperméabiliser les sites au stockage des boues de forages.

Par ailleurs, l'ENIP de Skikda procède actuellement à la reconversion du système d'électrolyse à cathode de mercure par un système à membrane pour éliminer les problèmes liés à la production des boues de mercure.

D'une manière générale, la protection de l'environnement est fondée sur la loi n° 03-10 de 19 juillet 2003 qu'est cadrée par le développement durable. Par ailleurs, des textes réglementaires ont été édictés par le législateur algérien depuis l'indépendance de l'Algérie afin de cerner tous les aspects environnementaux. A ce propos, il y'a lieu de rappeler que cet arsenal juridique a été recensé dans une étude réalisée par TIAR (Tiar, 1997), est présentée sous forme de deux répertoires (un répertoire thématique et un répertoire chronologique). Les différents textes adoptés sont les instruments nécessaires de la politique algérienne de l'environnement et de la conservation des ressources naturelles et ils concernent de divers domaines environnementaux dont le nombre total s'élève à 28 en 1997. L'auteur, signale exclusivement les textes portant sur le développement durable dans l'aspect protection et défense de l'environnement de ce dernier.

Par exemple, pour ce qu'est de la fiscalité de l'environnement, nous citons le décret exécutif n° 93 du 1^{er} mars 1993 relatif aux modalités d'application de la taxe sur les activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement et l'arrêté interministériel du 4 août 1993 précisant les modalités de mise en œuvre des dispositions relatives à la taxe de déversement à l'égout.

L'objectif de ces textes, est que le Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire vise une meilleure mise en œuvre de la fiscalité écologique, instituée par la loi des finances 2002, au niveau des inspections de l'Environnement de wilaya et des services des impôts du Ministère des Finances. Il vise, également, à aller dans les détails des applications (déchets solides, activités polluantes, pollution atmosphérique) et d'augmenter la capacité managériale des collectivités locales et des institutions environnementales nationales.

Les fondements de la fiscalité écologique sont basés sur l'incitation qui consiste à assister les unités polluantes, dans le cadre du contrat de performance, dans la perspective de les aider à polluer moins.

En matière de taux de recouvrement des taxes écologiques enregistrées durant l'année 2000-2001, elles atteignent un niveau très faible. A ce titre, les taxes polluantes sont de l'ordre de 4%. Pour cela, les directeurs et les inspecteurs des impôts de wilayas doivent agir pour un meilleur recouvrement des taxes qui alimentent le Fond National de l'Environnement et de la Dépollution (FEDEP). Le suivi de l'application de la fiscalité sur le terrain doit être assuré par les spécialistes dans ce domaine.

La loi des finances 2002 renforce le dispositif législatif de la fiscalité par un nouveau système visant à pénaliser les pollueurs et à assurer la couverture des coûts de traitement et de gestion des déchets et de la pollution de l'air. Cette politique de fiscalisation environnementale, fondée sur le principe du pollueur payeur, touche les activités à fort taux de pollution est suivie et soutenue par le Ministère de l'Intérieur (M.A.T.E, 2006).

La fiscalité écologique est la source principale du développement durable. Dans ce contexte, le Fond National pour l'Environnement a été institué par la loi des finances n° 91-25 du 18 décembre 1991. C'est un compte d'affectation spécial pour lequel le Ministre Chargé de l'Environnement est ordonnateur. Ce compte est alimenté par : la taxe sur les activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement, le produit des amendes au titre des infractions à la réglementation concernant l'environnement, les dons et legs nationaux et internationaux, les indemnités au titre des dépenses pour la lutte contre les pollutions occasionnées par des déversements accidentels de substances chimiques dangereuses dans la mer, dans le domaine hydraulique et les nappes souterraines publiques ou dans l'atmosphère.

Ainsi, cet organisme permet le financement : des activités de contrôle de la pollution et celles de la surveillance de l'état de l'environnement, des études et recherches dans le domaine de l'environnement réalisées auprès des institutions de l'enseignement supérieur, de recherche scientifique ou par des bureaux d'études nationaux ou étrangers, des dépenses d'information relatives aux moyens mis en œuvre dans les interventions d'urgence en cas de pollution accidentelle, les dépenses d'information, de sensibilisation et de vulgarisation relatives aux questions de l'environnement faites par les institutions nationales de l'environnement ou par des associations d'utilité publique et enfin les subventions aux associations d'utilité publique dans le domaine de l'environnement.

Parallèlement aux actions de cet organisme, d'autres actions réalisées, engagées ou à venir pour la préservation environnementale en Algérie, ont bénéficié d'investissements consentis par l'Etat ou les entreprises nationales. A cette fin, des financements internationaux ont été mobilisés ainsi que des dons (D.G.E, 2000) :

- les cimenteries ont consacré, pour la lutte contre les émissions de rejets polluants, un investissement global de 2324 millions de dinars algériens et les unités d'amiante-ciment 266 millions de dinars algériens pour les installations de dépoussiérage,
- le complexe de zinc de Ghazaouet a investi pour réduire la pollution par l'anhydride sulfurique un montant de 326 millions de dinars algériens,
- les industries sidérurgiques et de fertilisants ont contracté, pour réduire leur pollution, des prêts s'élevant à 67,5 millions de dollars, et quant à l'industrie pétrochimique de Skikda, un prêt de 50 millions de dollars,
- pour la lutte contre les changements climatiques et l'élimination des substances appauvrissant la couche d'ozone, un financement d'un montant de 14,5 millions de dollars a été mobilisé,
- SONATRACH a investi 272 millions de dollars pour la réduction du torchage du gaz,
- le programme de lutte contre la pollution des hydrocarbures a bénéficié d'un don de 6,9 millions de dollars,

- le coût pour désenvaser les principaux ports est estimé à 3600 millions de dinars algériens,
- le projet de gestion des déchets solides urbains au niveau de la wilaya d'Alger a bénéficié d'un prêt de 26 millions de dollars.

La dégradation de l'environnement a un coût de 7% de la richesse nationale, mesurée par le produit intérieur brut, qui sont perdus chaque année (D.G.E, 1999).

L'environnement et le développement durable est régi par le décret exécutif n° 96-481 du 28 décembre 1996 précisant l'organisation et le fonctionnement du haut conseil de l'environnement et du développement durable.

Certes, l'Algérie est à la croisée des chemins en matière d'environnement et de développement durable (persister dans la voie actuelle, ce qui signifie un repli économique et social durable ou bien saisir l'occasion que lui offre la transition vers l'économie de marché, investir dans le développement durable et la conservation des ressources et entrer de plain pied dans la nouvelle économie). Par conséquent, une voie permettant de relever le défi s'impose. Dans ce contexte, notre pays a mis en œuvre une stratégie nationale pour l'environnement (pour la période 2001 - 2010). Cette stratégie, qui s'inscrit dans le cadre d'une démarche programmatique sur dix ans, poursuit plusieurs objectifs (M.A.T.E, 2006) : intégrer la viabilité environnementale dans les programmes de développement socioéconomique du pays, induire une croissance durable, réduire la pauvreté et protéger la santé publique des citoyens.

La mise en œuvre de cette stratégie impose de bâtir des politiques publiques efficaces avec une réglementation crédible, un suivi et une application effective de la législation et des capacités institutionnelles ainsi que des ressources humaines de qualité et à tous les niveaux (notamment à l'échelon le plus décentralisé).

II.5- Discussions et conclusion

Nos commentaires et discussions abordent dans un premier temps l'aspect normatif en Algérie. Ainsi, L'Institut Algérien de Normalisation, IANOR, a été créé par décret exécutif n°98-68 du 21 février 1998 dans le cadre de la restructuration de l'Institut Algérien de Normalisation et de Propriété Industrielle (INAPI). C'est un organisme national représentant l'Algérie auprès de l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) et de l'Organisation Arabe de Développement Industriel et des Mines (AIDMO). En outre, il est le point d'information algérien de l'Obstacle Technique au Commerce (OTC) et ce conformément à l'accord entre l'OTC et l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) (IANOR, 2006).

L'IANOR fournit des services d'informations, d'orientation et d'application en matière de normalisation internationale et algérienne (décret exécutif n° 98-69 du 21 février 1998 portant la création et le statut de l'IANOR (IANOR, 2006)).

Concernant le secteur de l'habitat, deux types de certifications ont été mis en place (IANOR, 2006): la *certification de conformité aux normes*, appelée aussi certification produit, dont l'action de certification se traduit par l'octroi du label de conformité aux normes algériennes et la *certification d'aptitude à l'emploi* qui est une procédure technique qui atteste que les caractéristiques d'aptitude à l'emploi du produit sont conformes aux exigences fixées au préalable.

Concernant le secteur industriel et pour répondre aux besoins de normalisation dans les différents secteurs industriels algériens, 57 comités techniques nationaux ont été installés au niveau de l'IANOR (IANOR, 2006).

En matière de sensibilisation et de communication, le Ministère de l'Industrie et de la Restructuration estime que cette action a pour objectifs d'améliorer la qualité des produits et la compétitivité des entreprises. Par ailleurs, la promotion de la qualité s'appuiera sur l'aide aux entreprises dans la mise en place d'un système d'assurance qualité.

Pour ce qui est du label "TEDJ", marque d'assurance de conformité aux normes gérées par l'IANOR, selon le Ministère de l'Industrie et la Restructuration, il reste faiblement utilisée malgré les efforts de sensibilisation.

En ce qui concerne l'aspect environnemental, nous pouvons affirmer que la gestion environnementale n'est efficace que si elle est fondée sur un dispositif réglementaire consistant et répondant aux besoins des entreprises. Si ces dernières connaissent bien les exigences en matière de protection de l'environnement et en tiennent amplement compte, elles peuvent accroître leur capacité concurrentielle.

L'Algérie fait face à des problèmes sérieux de dégradation de l'environnement et de pertes de ressources naturelles. Les indicateurs sont au rouge ; ils incitent à des actions rapides. La rupture des grands équilibres naturels risque d'aboutir rapidement à une catastrophe écologique et économique.

Notre étude réglementaire montre que l'Algérie est quelque peu en retard par rapport aux pays développés tels que ceux de l'Europe vu que nous notons un vide juridique surtout en matière de responsabilité civile des entreprises polluantes. Pour cela, notre pays doit faire des efforts très importants pour combler ce vide juridique et rattraper le retard en matière de jurisprudence dans le domaine de l'environnement.

La protection de l'environnement en Algérie doit être partie intégrante du développement lui-même. Bâtir des politiques publiques permettant une croissance économique durable, par une réglementation crédible, des mesures incitatives, le renforcement des capacités institutionnelles, constitue le socle de base pour la mise en œuvre de programmes d'utilisation rationnelle des ressources naturelles, de fourniture de services environnementaux de qualité et d'amélioration de la performance environnementale.

Investir dans le développement durable est une nécessité pour l'Algérie et dont les coûts doivent être équitablement partagés entre l'Etat, les collectivités locales, les consommateurs de ces ressources rares et les bénéficiaires de ces ressources naturelles, et, enfin, les générateurs de pollutions diverses. Si la politique de la protection de l'environnement, la santé des citoyens et le droit des générations futures n'ont pas de prix, les changements ne viendront ni facilement ni rapidement.

Aussi convaincre patiemment la société civile avec l'aide du mouvement associatif par des programmes de sensibilisation, l'associer dans la prise de décision est-il une urgence nationale ; mais ceci implique en parallèle l'amélioration rapide du taux de croissance économique et des services environnementaux de base.

En ce qui concerne la qualité des produits, la motivation des entreprises en matière de certification est évidente. C'est pourquoi le nombre des entreprises certifiées

est important comparativement aux certifications existantes ISO 14000 et IAOSH 18000. Le travail qui reste à faire réside au niveau de la pérennisation des efforts réalisés grâce aux suivis et l'amélioration continue des mesures retenues pour assurer et maîtriser la qualité des produits.

Enfin, en ce qui concerne la sécurité des produits, un constat rapide sur la réglementation internationale en la matière permet de situer le cas de l'Algérie. En effet, les Etats-Unis et la Suisse sont les pays les avancés dans le domaine de la sécurité des produits. La France est quelque peu avancée par rapport aux autres pays tels que l'Espagne, l'Italie, le Danemark et la Belgique. Pour ce qu'est de l'Algérie, notre pays dispose d'une réglementation qui s'inspire de la réglementation internationale. Par voie de conséquences, elle dispose des textes qui lui permet d'occuper une place de choix comparativement aux autres pays en voie de développement. Cependant, si l'adaptation de la réglementation internationale semble acquise, sa concrétisation sur le terrain reste de loin une problématique non résolue.

En conclusion de ce chapitre relatif à l'approche réglementaire, nous pouvons affirmer que l'intérêt porté à la réglementation nationale en matière de qualité, de sécurité et d'environnement a été bien fondé et justifié à travers ce chapitre. Une présentation de l'arsenal juridique national dans ces trois domaines a été faite. Des lois et des textes existent, mais reste l'application stricte de cet arsenal juridique qui est à la page et actualisé, ce qui constitue une problématique intéressante, dans notre pays, pour le développement d'éventuelles solutions efficaces pour le respect des normes, lois et règlements.

Chapitre III

Conception de produits

Conception de produits

Introduction

La maîtrise des techniques de production, le contrôle des systèmes de production, l'optimisation des coûts ont fait l'objet de nombreux travaux (Cléroux & al., 1979), (Benedetti, 1991), (Bertin, 1991), (Dunod, 1994), (Chatelet, 1996) et (Lauthéret & Carbarbaye, 2005). Mais ce n'est que depuis une décennie, sous la pression économique et technologique dues principalement à l'internationalisation du marché, qu'améliorer les performances de la phase conception est apparu indispensable. Il ne suffit plus de baisser les coûts de production, il faut élaborer des produits de qualité satisfaisant les besoins du client dans des conditions économiques optimales. Le marché impose de plus en plus de variantes à des produits dont la durée de vie ne fait que décroître : le délai de mise sur le marché doit diminuer. Les contraintes de l'environnement économique imposent une meilleure gestion des dépenses.

La conception doit être observée en tant que projet finalisé, en interaction avec un environnement et en évolution permanente dans le contexte de performance industrielle. Ainsi, la maîtrise de la conception porte non seulement sur les activités du processus, qui conduisent à la définition du produit, mais également sur la compréhension, en vue de leur amélioration, des décisions de pilotage de la fonction conception. En effet, l'activité de conception est ponctuée d'implications diverses sur toutes les phases du cycle de vie des produits.

S'intégrant dans ce contexte, l'objectif de ce chapitre est de proposer, à partir des exigences de performance globales²¹ ou spécifiques²² un processus de conception intégré de produits.

III.1- A propos de la conception des produits

III.1.1- Définition de la conception

Le métier de la conception est complexe puisqu'il consiste à déployer, associer dans un temps réduit, avec des ressources limitées, un ensemble de savoir-faire qui permettra d'aboutir à un compromis technique acceptable vis-à-vis de critères de performance et de contraintes nombreux et souvent contradictoires (De Terssac, 1996).

Cette définition résume en quelques mots l'essentiel de la problématique de conception avec ses nombreuses contraintes et le mélange de trois savoirs (Hatchuel, 1996) : le savoir-faire, le savoir - comprendre et le savoir - combiner.

La conception est un processus composé de trois phases (Semmoud & al., 2005) : la phase conceptuelle dans laquelle les besoins fonctionnels sont transformés en configuration physique, la phase préliminaire où l'on affecte des attributs au concept physique et la phase détaillée où toutes les spécifications sont complétées.

²¹ Ce sont des exigences fonctionnelles des produits.

²² Ces exigences sont liées aux différentes phases de cycle de vie de produits.

Rappelons que pour la réalisation d'un processus de conception, la modélisation des produits est nécessaire. Dans ce contexte, le *modèle - produit* comporte (H'mida & Martin, 2005) :

- des entités de fabrication : une entité de fabrication est l'ensemble de spécifications associées à une forme géométrique (ou à un ensemble de formes géométriques),
- les entités fonctionnelles où chaque entité est l'ensemble d'entités de fabrication
- les processus de fabrication qui sont les modes opératoires nécessaires à la réalisation d'entités fonctionnelles.

Donc, le modèle - produit comporte deux niveaux de description (figure III.1) : le premier niveau est celui d'une description géométrique d'un produit (en entités de fabrication) et le second exprime la façon avec laquelle sont réalisées ces entités.

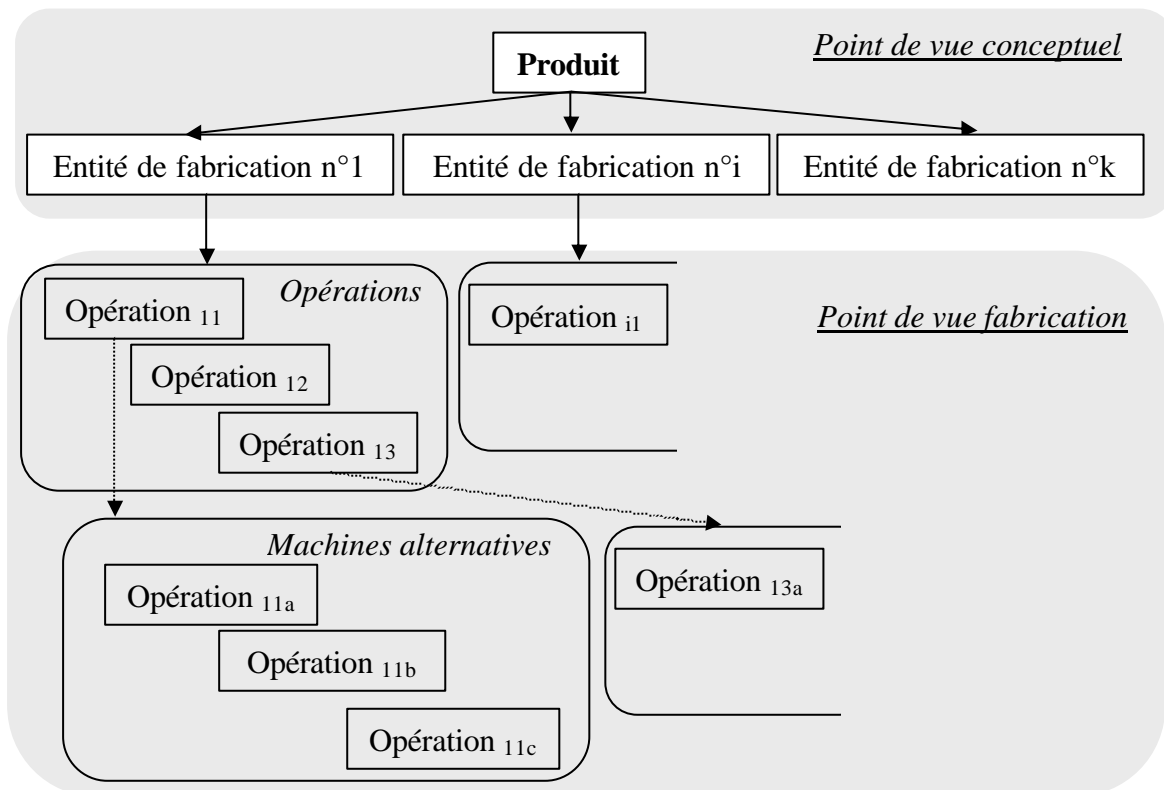


Figure III.1 : Modèle – produit d'après (H'mida & Martin, 2005)

Dans ce modèle, les traits en continu indiquent les liens obligatoires entre produits – entités de fabrication – opérations et les traits en pointillés correspondent aux liens optionnels (machines de secours capables de réaliser une opération bien déterminée).

Ces deux types de liens montrent la nécessité d'effectuer des choix au cours de la conception des produits et plus particulièrement aux niveaux stratégique et tactique (figure III.2).

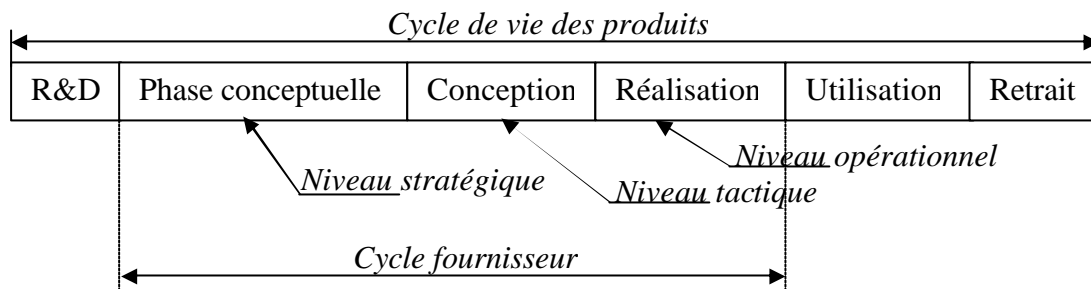


Figure III.2 : Cycle de vie des produits

Dans la section suivante, nous nous limitons essentiellement aux phases conceptuelles et de conception pour lesquelles nous rappelons les méthodes qui leur sont associées.

III.1.2- Panorama des méthodes associées au cycle fournisseur

III.1.2.1- Méthodes associées à la phase conceptuelle

En phase conceptuelle, la méthode la plus adaptée est de loin le Diagramme d'Instances Structurés (SID) qui utilise les bases de connaissances (Semmoud & al., 2005). Car, la compréhension du concept du problème est nécessaire pour la conception des produits ; ce qui permet de définir des stratégies de résolution qui ne sont généralement pas connues à l'avance. Le SID, qui représente la perspective des dessinateurs et l'évolution du problème dans le temps, comporte des tâches, des entités, des relations et des propriétés en rapport avec les entités.

III.1.2.2- Méthodes associées à la phase de conception

En phase de conception, des méthodes d'aide aux concepteurs sont disponibles. Les plus répandues sont : les 3A (AF, AV et AMDEC), le QFD et les plans d'expériences.

A- Les 3A : AF, AV et AMDEC

A.1- L'Analyse Fonctionnelle (AF)

L'Analyse Fonctionnelle (AF), qui décrit les fonctions et leurs relations, est considérée comme une étape initiale de la conception des produits ayant comme objectif de déterminer le besoin à satisfaire pour les futurs utilisateurs du produit (Girard, 2003).

L'évolution des normes définissant l'AF, depuis 1996, fait apparaître deux concepts : celui du point de vue qualifié d'externe et d'interne et celui du cycle de vie.

Le point de vue externe, qui correspond à une AF externe, est connue également sous le nom d'AF du besoin. L'AF externe explicite les services que peut rendre le produit. L'AF interne est celui du concepteur²³ qui doit concevoir un produit répondant aux besoins identifiés. Le cycle de vie est l'ensemble des situations dans lesquelles se trouve le produit. L'intérêt de ce dernier est de définir les contraintes qui doivent être considérées dans la recherche des exigences des produits.

²³ Ce point de vue conduit à une AF interne qualifiée également d'AF technique qui permet d'analyser les ressources nécessaires et leur affectation au regard du service à rendre.

A.2- L'Analyse de la Valeur (AV)

L'Analyse de la Valeur (AV) focalise son intérêt sur l'aspect économique ou coût des produits (Quarante & Magnon, 2004). La norme NFX 50-152 définit l'AV comme suit : « méthode de compétitivité organisée et réactive, visant à la satisfaction des besoins de l'utilisateur par une démarche à la fois fonctionnelle, économique et pluridisciplinaire ».

Le plan de travail de l'AV est composé de six étapes qui sont (Joly, 1989) : l'orientation de l'action, la recherche de l'information, l'analyse fonctionnelle, la recherche des solutions, l'étude - l'évaluation et le choix des solutions, le bilan prévisionnel et suivi de la réalisation.

A.3- L'Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticité (AMDEC)

L'AMDEC est une méthode largement répandue en industrie. Son champ d'application est très large. Elle s'intéresse au triptyque Process – Machines - Produits.

L'AMDEC produit permet de mettre en évidence d'éventuels aléas et de proposer des solutions techniques et/ou organisationnelles permettant d'y faire face.

B- Le QFD

La méthode QFD (Quality Function Deployment) contribue à la satisfaction des clients en exprimant leurs attentes vis-à-vis de tous les services de l'entreprise. La QFD, qui s'inscrit dans une démarche de qualité, s'attache à répondre aux trois questions suivantes (Decreuse & Feschotte, 1998) : Quelles sont les attentes des clients à considérer en priorité pour assurer la réussite commerciale du produit ? Quelles sont les réponses techniques à privilégier ? Quelles sont les difficultés potentielles du cycle de développement du produit ?

La mise en œuvre du QFD consiste, donc, à élaborer puis à déployer les matrices QUOI – COMMENT qui permettent à la fois de : définir les spécifications du produit (comment) à partir des clients (quoi), comparer le produit avec ses concurrents et faire apparaître la solution optimale à mettre en place.

C- Les Plans d'expériences

Les plans d'expériences ont pour but de répondre à des questions du type (Le Coz, 1998) : Quels sont les facteurs qui ont un rôle majeur ? Quels sont ceux qui n'ont aucune influence sur la solution envisagée ? Quelle est la valeur de cette influence ? Quelle est la signification des interventions entre facteurs ? Peut-on modéliser les facteurs principaux et leurs interactions ?

Le déroulement des plans d'expériences s'effectue en huit étapes (Le Coz, 1998) : définition du problème, recherche des causes, recherche des solutions et des facteurs, choix du plan le mieux adapté au problème (plan factoriel complet, plan composite centré, plan de mélange, plan de Taguchi, ...), évaluation du plan, analyse des résultats, expérience complémentaire si c'est nécessaire et enfin bilan et conclusion.

D- Commentaires et discussions

La conception des produits est supportée par de nombreuses méthodes qui sont le plus souvent utilisées de manière isolée et vues comme indépendantes les unes des

autres. Partant de ce constat, il est primordial d'avoir une démarche cohérente et structurée permettant de mettre en évidence les liens directs reliant certaines de ces méthodes dont le point de départ consiste à exprimer les **Exigences Fonctionnelles du Produit** (EFP) sous forme quantifiable.

A. Aidi énumère la liste des exigences suivantes (Aidi & al., 2003) : exigence technique, exigence d'utilisation et de la satisfaction des utilisateurs, exigence de sécurité et de respect de normes, exigence de qualité et de coût et exigence de situation de vie (transport, maintenance, ...).

La formulation quantifiée de l'ensemble de ces exigences nécessite la combinaison des méthodes de conception. La figure suivante illustre le lien entre ces diverses méthodes pour l'expression des EFP.

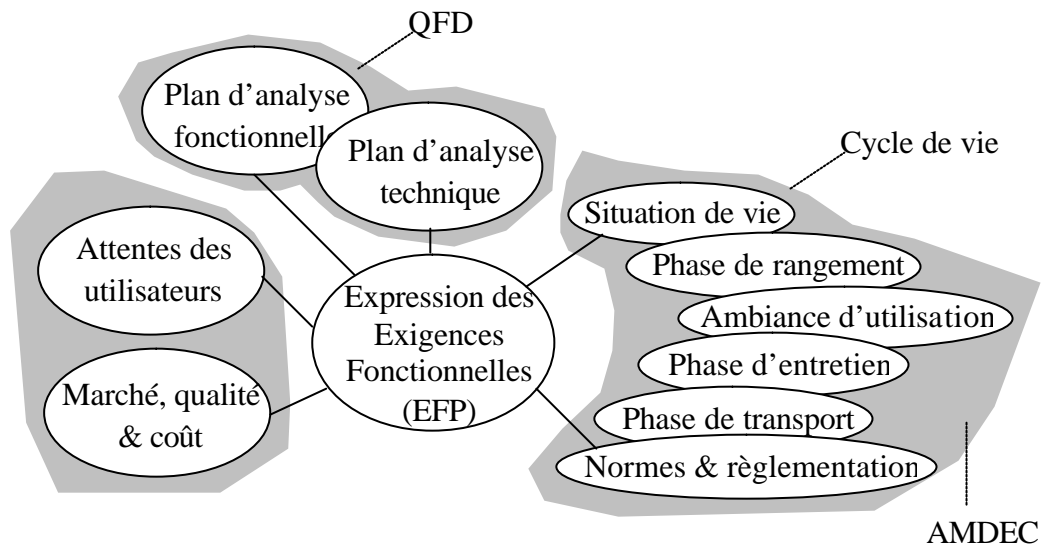


Figure III.3 : Intérêt des méthodes de conception pour formuler l'EFP d'après (Aidi & al., 2003)

L'examen de la figure ci-dessus montre l'existence de la complémentarité entre les méthodes de conception et l'intérêt qu'elles présentent pour l'expression des EFP. Cependant, la prise en compte de l'ensemble de ces méthodes est un travail fastidieux qui risque d'alourdir la tâche des concepteurs quant à la formulation des EFP.

Pour cette raison, nous avons jugé utile de considérer le strict minimum de méthodes pour mener à bien la formulation des EFP. Ces méthodes s'articulent dans le cadre d'un processus de conception qui fera l'objet de la section suivante.

III.2- Proposition d'un processus de conception de produits basé sur la formulation des exigences de performance globale de produits

La démarche proposée au niveau du chapitre I (figure I.23), étant basée sur l'AMDEC. Cette démarche a été testée avec succès sur un autre domaine d'étude qui n'est pas investi dans le cadre de cette thèse -sécurité routière- (Bahmed & al., 2004).

La procédure de formulation des EFP ainsi que l'articulation des méthodes retenues dans ce processus sont présentées ci-après.

III.2.1- Description du processus de conception intégrée des produits

Le point de départ de notre démarche était l'ensemble des fonctions participant à la performance globale des produits. Dans le cas où l'on décide de traduire cette performance globale sous forme d'EFP, notre démarche du chapitre I (figure I.23) sera modifiée en prenant en considération le nouveau point de départ (qui sont les EFP) et la nécessité d'intégrer d'autres outils à l'AMDEC dans le but de considérer les trois aspects complémentaires qui sont : l'aspect fonctionnel, l'aspect technique et l'aspect QSE.

Dans le cadre de notre processus, nous focalisons notre intérêt sur des méthodes pouvant s'intégrer dans un processus basé sur une volonté de considérer les trois aspects complémentaires :

- l'aspect fonctionnel, traité par la méthode AF et qui traduit les besoins exprimés et attendus par le client en spécifications techniques sous forme de fonctions,
- l'aspect technique considérant les différentes solutions permettant de répondre au besoin précédemment exprimé et utilisant la méthode QFD qui contribue dans ce cadre à l'évaluation des choix effectués,
- l'aspect Qualité – Sécurité - Environnement des produits étudié par AMDEC.

Nous obtenons, ainsi, un processus cohérent permettant de concevoir efficacement les produits (figure III.4).

Il est à noter qu'une EFP s'effectue sur la base de critères quantifiables. Par conséquent, elle doit être complétée par des intervalles de tolérances permettant d'assurer une certaine flexibilité au niveau de la conception des produits.

Les EFP qui traduisent les performances de produits ne sont pas toujours mesurables à ce niveau de stade de vie des produits. Le recours à la simulation permet de valider l'EFP (Turgeon, 1997).

Signalons que le recours à la simulation n'est pas systématique. Par contre, en cas de nécessité, la simulation se prête à valider les EFP. Elle est considérée, de ce fait, comme étant un *processus secondaire* de conception des produits.

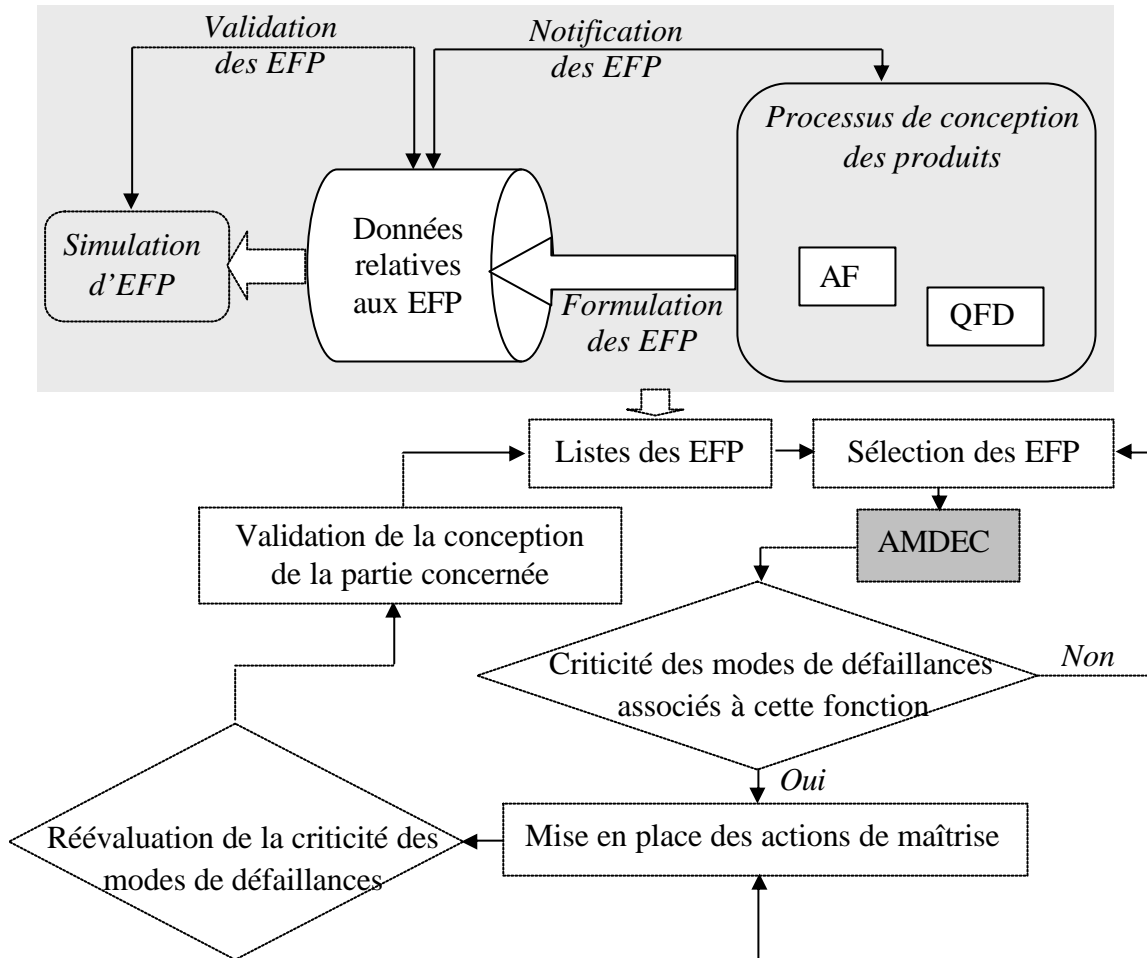


Figure III.4 : Processus de conception de produits basé sur les EFP

III.2.2- Illustration du processus de conception de produits basé sur la formulation des EFP sur deux exemples d'application

Deux exemples d'application sont retenus dans notre étude en vue d'une illustration du processus de conception de produits basé sur la formulation des EFP. Il s'agit de deux produits industriels : « les tubes spiraux » utilisés dans le domaine du transport des hydrocarbures et « les emballages métalliques à base de fer blanc » utilisés dans les emballages de produits alimentaires et industriels (peintures, huiles, etc...). Nous justifions notre choix par le fait que ce sont des produits à très large utilisation au niveau national et au degré des risques encourus par ces produits (en cas de préjudices causés par ces derniers).

III.2.2.1- AF des deux exemples d'application

A- AF de l'exemple d'application « tubes spiraux »

Le premier exemple d'application retenu est, donc, celui des tubes spiraux, produits de SIDER El Hadjar (voir annexe 2) qui sont des produits à large utilisation dans le domaine de transport des hydrocarbures et à haut risque. Ils ont acquis qualitativement une position notable dans le domaine de la construction de canalisations à haute pression. Le procédé de fabrication des tubes spiraux est représenté par la figure suivante.

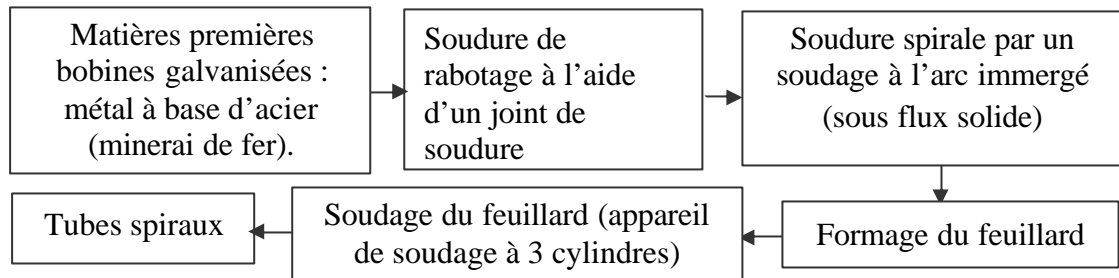


Figure III.5 : Procédé de fabrication des « tubes spiraux »

Le procédé de fabrication des « tubes spiraux » exige une largeur de bande supérieure à celle des tubes à soudure longitudinale et une longueur sans interruption (infinie). Cette longueur est obtenue à l'aide d'un joint de soudure (soudure de rabotage) entre la fin de la bobine en aval et le début de la bobine en amont. Ce processus fonctionne en discontinu dans la Tubaire spirale, c'est-à-dire que la soudure de rabotage est exécutée après interruption du processus de cintrage du tube.

B- AF de l'exemple d'application « Emballages métalliques à base de fer blanc »

Les emballages métalliques à base de fer blanc sont des produits à très large utilisation comme nous l'avons souligné précédemment. Le fer blanc est un produit d'une grande importance par rapport à son vaste domaine d'utilisation. Ce sont des aciers extrêmement doux qui sont revêtus électrolytiquement d'une couche d'étain.

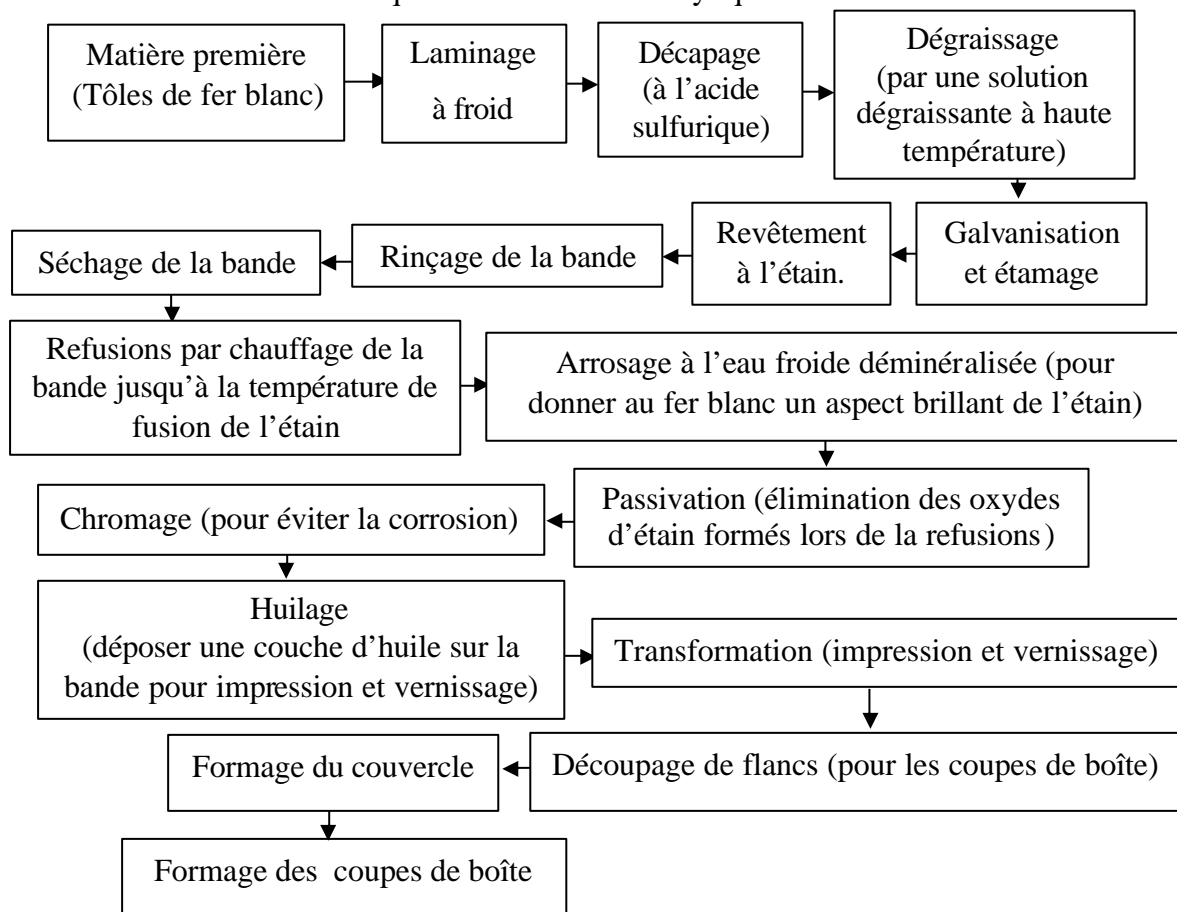


Figure III.6 : Procédé de fabrication de « l'emballage métallique à base de fer blanc ».

III.2.2.2- QFD des deux exemples d'application

L'outil de base QFD est la maison de la qualité. Elle consiste à développer le concept entier d'un nouveau produit ou service en partant des besoins des clients et en déterminant les caractéristiques à lui donner et l'importance relative à chacune d'elles. Il en résulte une grille qui permet de bien voir le processus de conception et son résultat -figure III.7-a- (Viguier, 1992).

La méthode QFD se déroule en deux phases (Akao, 1990) : la construction de la maison de la qualité (figure III.7-a) et le déploiement de la maison qualité (figure III.7-b).

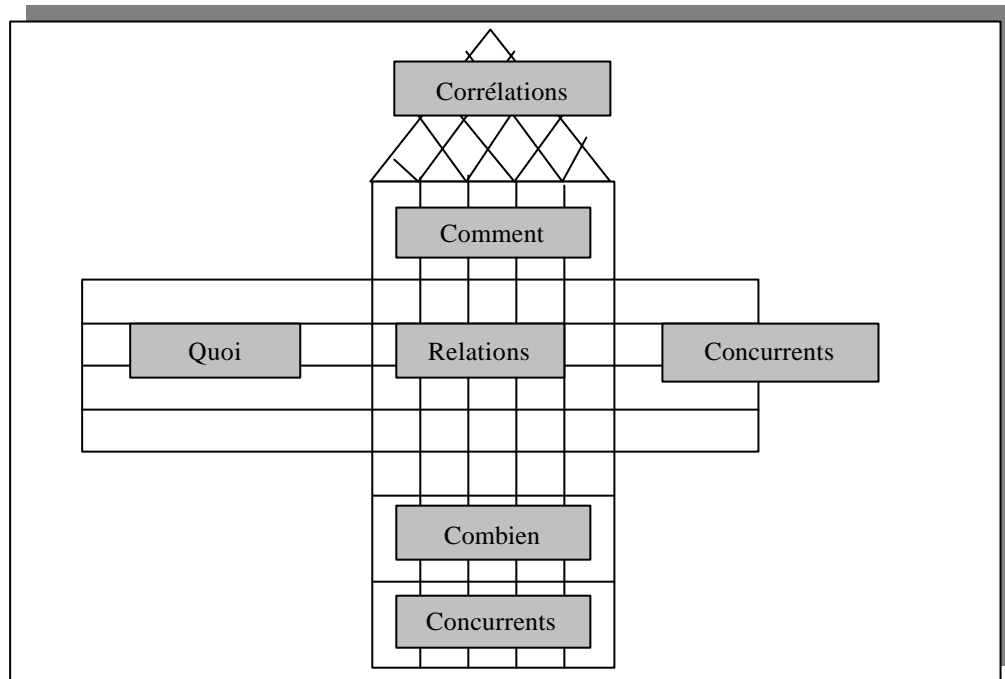


Figure III.7-a : Construction de la maison de la qualité. Méthode QFD (Akao, 1990)

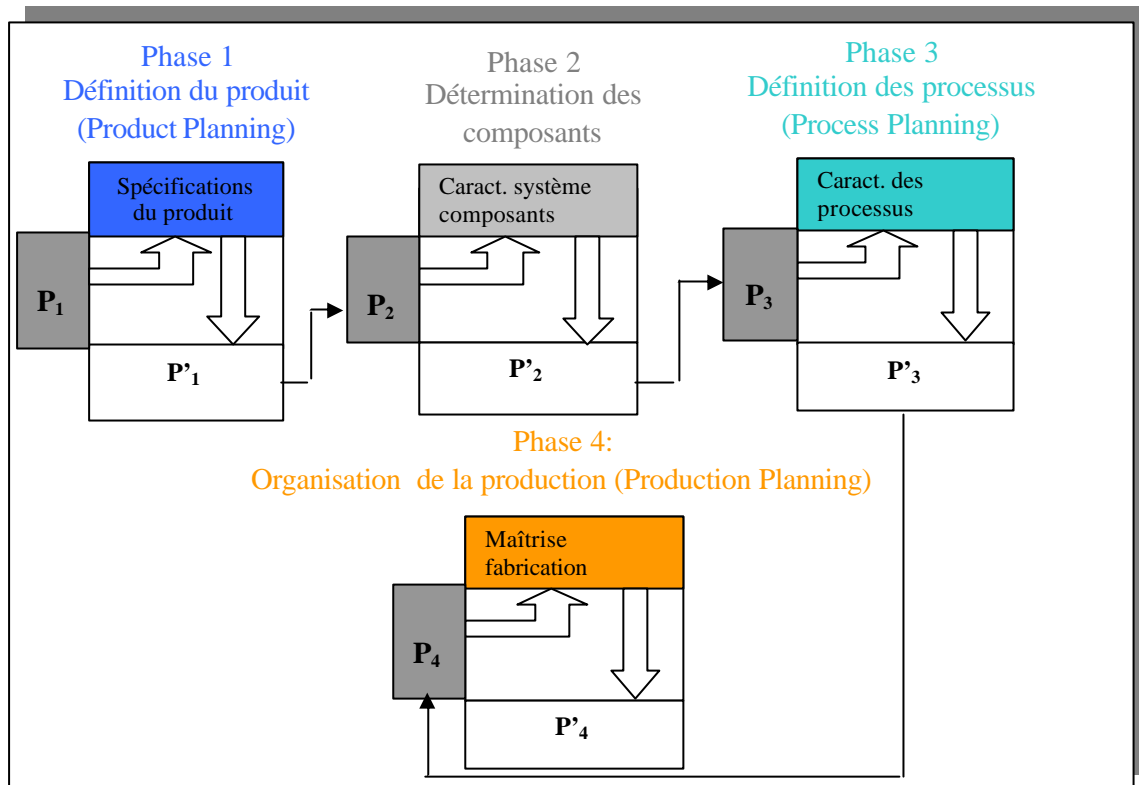


Figure III.7-b : Déploiement de la fonction qualité à tous les services de l'entreprise : cas des tubes spiraux et de l'emballage métallique à base de fer blanc.

L'interprétation du QFD de l'exemple des produits industriels «tubes spiraux » de l'entreprise SIDER El Hadjar est fondée sur la légende suivante :

- **P₁** : Besoins du client = accord entre le fabricant (SIDER El Hadjar) et le client (SONATRACH). La garantie de la qualité est portée sur un cahier des charges du produit.
- **P'₁** : Tubes spiraux pour le transport des hydrocarbures.
- **P₂** : Spécifications du produit (longueur, largeur, épaisseur, ... etc).
- **P'₂** : Tubes spiraux à base de bobines galvanisées. Métal à base d'acier (minerai de fer).
- **P₃** : Caractéristiques système composants (métal à base d'acier : minerai de fer).
- **P'₃** : Matières premières = bobines galvanisées, soudure de rabotage, joint de soudure, soudure spirale : soudage à l'arc, formage du feuillard, soudage du feuillard : appareil de soudure à 3 cylindres, produit fini : tubes spiraux.
- **P₄** : Caractéristiques des processus (utilisation de plusieurs procédés mentionnés dans l'AF du processus de fabrication en figure III.5).
- **P'₄** : Différents contrôles au cours de la fabrication = contrôle réception matière première (contrôle visuel, par ultra-sons, essais mécaniques du métal, analyses chimiques), contrôles non destructifs au cours de la fabrication (ultra-sons, contrôle visuel du tube, contrôle radiographique par rayons X) et contrôle réception produit fini (épreuve hydraulique, contrôle radiographique par rayons X et contrôle réception finale).

L'interprétation du QFD de l'exemple des produits industriels « emballages métalliques à base de fer blanc » de l'entreprise SIDER El Hadjar est fondée sur la légende suivante :

- **P₁** : Besoins du client = accord entre le fabricant (SIDER El Hadjar) et les clients (différentes industries nationales de l'agro-alimentaire et des peintures et huiles). La garantie de la qualité est portée sur un cahier des charges du produit.
- **P'₁** : Emballages métalliques à base de fer blanc pour la conserve des produits de consommation des produits industriels (peintures, huiles) et alimentaires (confitures, tomate concentrée, etc...).
- **P₂** : Spécifications du produit (dimensions : volume, épaisseur, ... etc).
- **P'₂** : Emballages métalliques à base de fer blanc.
- **P₃** : Caractéristiques systèmes composants = fer blanc traité à travers plusieurs procédés.
- **P'₃** : Matières premières = fer blanc (aciers extrêmement doux)
- **P₄** : Caractéristiques des processus (utilisation de plusieurs procédés mentionnés dans l'AF du processus de fabrication en figure III.6).
- **P'₃** : Différents contrôles au cours de la fabrication = contrôle visuel, contrôle de revêtement d'étain par deux méthodes : la méthode physique à rayons Gamma et la méthode d'analyses chimiques, le contrôle du taux d'alliage par colométrie par électrochimie (l'étain allié à l'acier de base), contrôle du taux d'huile déposé par un bac hydrophile, contrôle du taux d'oxyde d'étain par électrochimie par réduction cathodique, contrôle du taux de chrome déposé par spectrophotométrie, contrôle de la dureté (par duro-mètre) et de son indice d'emboutissage (par emboutissage) Enfin, vient le contrôle réception produit fini (épreuve hydraulique, contrôle radiographique par rayons X et contrôle réception finale).

Nous tenons à mentionner que les causes principales portant préjudice à la qualité des produits « tubes spiraux » et « emballages métalliques à base de fer blanc » sont dues à plusieurs facteurs dont les plus importants sont : le problème classique de propreté du métal, la qualité de l'acier (aciérie), les problèmes de laminage, le mauvais réglage et mauvais état des outillages de transformation et la défektivité de certaines composantes des systèmes de contrôles sont défektivées.

Dans la pratique, la plupart des applications QFD se limitent à la construction d'une maison de la qualité. La méthode offre cependant des possibilités qui vont bien au delà de cette première phase. En effet, on peut, à l'étape du déploiement (figure III.7-b), préciser encore davantage les exigences des clients. On reprend alors la démarche (construire une deuxième maison) en partant d'éléments de la première. On transfère l'information d'un niveau supérieure à un niveau inférieur. Le comment et le combien (étapes 2 et 4) de la première maison deviennent le quoi (étape 1) de la seconde maison (figure III.7-b).

A l'issue de l'application de l'AF et du QFD, nous nous proposons d'énumérer la liste des EFP retenues pour les exemples retenus. Cette liste des EFP a été élaborée sur la base des facteurs Qualité, Sécurité et Environnement.

<i>Facteur</i>	<i>EFP retenues</i>
Qualité	<ul style="list-style-type: none"> - EFP₁ = Exigences (techniques et fonctionnelles) de qualité des « tubes spiraux » et « emballages métalliques à base de fer blanc » par rapport au cahier des charges. - EFP₂ = Exigence d'utilisation et de satisfaction des besoins du client (Sonatrach pour les « tubes spiraux ») et (entreprises industrielles et agroalimentaires nationales pour les « emballages métalliques à base de fer blanc »). - EFP₃ = Exigence du coût (produits bon marché). - EFP₄ = Exigence du respect des normes et de la réglementation en matière de qualité.
Sécurité	<ul style="list-style-type: none"> - EFP'₁ = Exigence de sécurité du procédé de fabrication. - EFP'₂ = Exigence de sécurité des produits (transport d'hydrocarbures et conservation des produits alimentaires et autres sans risques). - EFP'₃ = Exigence du respect des normes et de la réglementation en matière de sécurité (EFP'₃).
Environnement	<ul style="list-style-type: none"> - EFP"₁ = Exigence de procédé de fabrication « propre » (respectueux de l'environnement). - EFP"₂ = Exigence de produits (tubes spiraux et emballages métalliques) « propres » (respectueux de l'environnement). - EFP"₃ = Exigence de respect des normes et de la réglementation en matière de protection de l'environnement.

Tableau III.1 : Liste des EFP retenues pour la cas des « tubes spiraux » et « emballages métalliques à base de fer blanc » selon les concepts QSE.

Remarquons que la liste des EFP retenues est la même pour les deux produits en question. La différence réside dans l'aspect technique et fonctionnel (exigence de la qualité) relatifs à chaque produit.

III.2.2.3- AMDEC des deux exemples d'application

L'élaboration des AMDEC, pour les deux produits étudiés, s'effectue par les EFP identifiés ci-dessus et selon les trois concepts en question (qualité, sécurité et environnement)..

A- AMDEC de l'exemple d'application « tubes spiraux »

Les AMDEC des tubes spiraux selon les EFP relatifs à l'aspect « Qualité » sont représentées par les tableaux III.2, III.3, III.4 et III.5.

Les AMDEC des tubes spiraux selon les EFP relatifs à l'aspect « Sécurité » sont représentées par les tableaux III.6, III.7 et III.8.

Les AMDEC des tubes spiraux selon les EFP relatifs à l'aspect « Environnement » sont représentées par les tableaux III.9, III.10 et III.11.

L'AMDEC des Emballages métalliques selon EFP₁ (relatif à l'aspect « qualité » est représenté par le tableau III.12.

AMDEC Système «*Produit*»

 AMDEC Système «*Processus*»

Organisme : Complexe Sidérurgique d'El Hadjar (Algérie)

N° de Produit : XXXX

Département (ou service): Production

Responsable : YYYY

Date : Novembre 2005.

Système : Tubes spiraux

Éléments du système (N° de code): Métal à base d'acier : minerai de fer

Fonction (tâches) : Fabrication de bobines galvanisées (transport des hydrocarbures)

Description de la défaillance

<i>EFP₁</i>	<i>Modes de défaillance</i>	<i>Causes</i>	<i>Conséquences</i>
Exigence de la qualité des tubes spiraux	Mauvaise qualité des tubes spiraux	* Qualité du métal et des bobines : - Mauvaise galvanisation des bobines. - Mauvais traitement du métal à base d'acier. * Forme des tubes spiraux : - Mauvaise soudure de rabotage. - Mauvaise soudure spirale. - Mauvais formage du feuillard. - Mauvais soudage.	* Corrosion : - Durée de vie limitée (fuites dues à un mauvais soudage). - Mauvais transport ou transport des hydrocarbures avec risques de fuites. - Mauvaises canalisations.

Détection

<i>Gravité (S)</i>	<i>Fréquence (A)</i>	<i>Mesures de Détection</i>	<i>Prob de Non Détection</i>	<i>Criticité (Acceptabilité du risque) (SXAXD)</i>
3	2	- Observations et contrôles. - Essais mécaniques du métal. - Analyses chimiques. - Contrôle par examen non destructif. - Contrôle réception PF. - Conditions plus sévères que les conditions réelles d'utilisation.	2	12 (élevé)

Mesures de prévention

<i>Mesures de prévention normale</i>	<i>Mesures de prévention exceptionnelle (si le risque n'est pas acceptable)</i>
- Prétraitement des tôles (à base d'acier) avant galvanisation. - Bonne galvanisation des bobines. - Réalisation d'un bon soudage (sur tous les types de soudage). - Bon formage du feuillard.	- Choix du métal + préparation galvanisation et bobinage. - Respect des conditions qui régissent le procédé de fabrication (délai, qualité des différents types de soudure, respect des formes des feuillards). - Diminution de A et de D (risques de corrosion, de fuites et mauvais transport acceptables) $R = S \times A \times D = 3 \times 1 \times 1 = 3$

Tableau III.2 : AMDEC des « tubes spiraux » selon EFP₁

<input checked="" type="checkbox"/> AMDEC Système « <i>Produit</i> »	<input type="checkbox"/> AMDEC Système « <i>Processus</i> »			
<p><i>Organisme</i> : Complexe Sidérurgique d'El Hadjar (Algérie) <i>N° de Produit</i> : XXXX <i>Département (ou service)</i>: Production <i>Responsable</i> : YYYY <i>Date</i> : Novembre 2005.</p>				
<p><i>Système</i> : Tubes spiraux <i>Éléments du système (N° de code)</i>: Métal à base d'acier : minerai de fer <i>Fonction (tâches)</i> : Fabrication de bobines galvanisées (transport des hydrocarbures).</p>				
<i>Description de la défaillance</i>				
<i>EFP₂</i>	<i>Modes de défaillance</i>	<i>Causes</i>	<i>Conséquences</i>	
Exigence d'utilisation et de satisfaction des clients	Insatisfaction des besoins des clients	* Mauvaise qualité des produits tubes spiraux. * Production en quantité insuffisante	* Détérioration de la qualité des produits. * Produits achetés ailleurs (recherche de nouveaux fournisseurs par les clients)	
<i>Détection</i>				
<i>Gravité (S)</i>	<i>Fréquence (A)</i>	<i>Mesures de Détection</i>	<i>Prob de Non Détection</i>	<i>Criticité (Acceptabilité du risque) (SXAXD)</i>
5	2	- Diminution de la demande des clients. - Stocks en surplus. - Image de marque ternie sur la marché.	1	10 (élevé)
<i>Mesures de prévention</i>				
<i>Mesures de prévention normale</i>			<i>Mesures de prévention exceptionnelle (si le risque n'est pas acceptable)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Amélioration continue de la qualité des produits (selon les mêmes techniques mentionnées précédemment au niveau de l'AMDEC précédente). - Etude de marché (qualité et quantité). - Veiller au respect des besoins des clients en quantités suffisantes. 			<ul style="list-style-type: none"> - Les mêmes mesures techniques de prévention exceptionnelles sont recommandées en ce qui concerne la qualité des produits. - Nouvelle appréciation du risque. - Diminution de A et de D (risques de corrosion, de fuites et mauvais transport et risques de quantités du PF produites insuffisantes acceptables) <p style="text-align: center;">R= S x A x D = 3 x 1 x 1= 3</p>	

Tableau III.3 : AMDEC des « tubes spiraux » selon EFP₂.

AMDEC Système «*Produit*»

 AMDEC Système «*Processus*»

Organisme : Complexe Sidérurgique d'El Hadjar (Algérie)

N° de Produit : XXXX

Département (ou service): Production

Responsable : YYYY

Date : Novembre 2005

Système : Tubes spiraux

Éléments du système (N° de code): Métal à base d'acier : minerai de fer

Fonction (tâches) : Fabrication de bobines galvanisées (transport des hydrocarbures).

Description de la défaillance

<i>EFP₃</i>	<i>Modes de défaillance</i>	<i>Causes</i>	<i>Conséquences</i>
Exigence du coût des produits	Insatisfaction des besoins des clients en matière de coût des produits	* Coût des produits «tubes spiraux» élevé.	* Produits non vendus * Produits achetés ailleurs (recherche de nouveaux fournisseurs par les clients)

Détection

<i>Gravité (S)</i>	<i>Fréquence (A)</i>	<i>Mesures de Détection</i>	<i>Prob de Non Détection</i>	<i>Criticité (Acceptabilité du risque) (SXAXD)</i>
5	2	- Diminution de la demande des clients sur le marché. - Stocks en surplus.	1	10 (élevé)

Mesures de prévention

<i>Mesures de prévention normale</i>	<i>Mesures de prévention exceptionnelle (si le risque n'est pas acceptable)</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Révision du coût des produits (coût de matière première, coût de production, coût de la main d'œuvre, etc...). - Etude de marché (coûts). - Veiller au respect de la satisfaction des clients en matière de coût des produits. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recherche de nouveaux fournisseurs (de matières premières, équipements, main d'œuvre à moindres coûts). - Nouvelle appréciation du risque. - Diminution de A et de D (risque de produits non vendus et achetés ailleurs par les clients acceptable) <p>R= S x A x D = 5 x 1 x 1= 5 (nouveau chiffre d'appréciation du risque).</p>

Tableau III.4 : AMDEC des « tubes spiraux » selon EFP₃

<input checked="" type="checkbox"/> AMDEC Système « <i>Produit</i> »	<input type="checkbox"/> AMDEC Système « <i>Processus</i> »			
<p><i>Organisme</i> : Complexe Sidérurgique d'El Hadjar (Algérie) <i>N° de Produit</i> : XXXX <i>Département (ou service)</i>: Production <i>Responsable</i> : YYYY <i>Date</i> : Novembre 2005</p>				
<p><i>Système</i> : Tubes spiraux <i>Éléments du système (N° de code)</i>: Métal à base d'acier : minerai de fer <i>Fonction (tâches)</i> : Fabrication de bobines galvanisées (transport des hydrocarbures)</p>				
Description de la défaillance				
<i>EFP₄</i>	<i>Modes de défaillance</i>	<i>Causes</i>	<i>Conséquences</i>	
Exigence du respect des normes et de la réglementation en matière de qualité	<ul style="list-style-type: none"> *Technologies non conformes aux normes de qualité. *Produits non conformes aux normes de qualité. *Technologies non conformes à la réglementation en vigueur en matière de qualité. *Produits non conformes à la réglementation en matière de qualité. 	<ul style="list-style-type: none"> * Absence de normes nationales et de normes d'entreprises en matière de qualité. * Non actualisation des normes qualité. * Non respect des normes qualité. * Absence d'une réglementation en qualité. * Réglementation non actualisée. * Non respect et non application des textes réglementaires en qualité. 	<ul style="list-style-type: none"> * Produits non vendus (boycottés) * Image de marque de l'entreprise ternie sur le marché. * Perte de la confiance des clients 	
Détection				
<i>Gravité (S)</i>	<i>Fréquence (A)</i>	<i>Mesures de Détection</i>	<i>Prob de Non Détection</i>	<i>Criticité (Acceptabilité du risque) (SXAXD)</i>
5	2	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution de la demande des clients sur le marché. - Stocks en surplus 	1	10 (élevé)
Mesures de prévention				
<i>Mesures de prévention normale</i>			<i>Mesures de prévention exceptionnelle (si le risque n'est pas acceptable)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Elaboration de normes nationales et d'entreprises en matière de qualité. - Actualisation des normes en matière de qualité. - Respect des normes qualité. - Actualisation de la réglementation en qualité. - Respect de la réglementation en vigueur. 			<ul style="list-style-type: none"> - Nouvelle appréciation du risque. - Diminution de A et de D (risques de boycott des produits acceptables) <p style="color: green;">R= S x A x D = 5 x 1 x 1= 5 (nouveau chiffre d'appréciation du risque).</p>	

Tableau III.5 : AMDEC des « tubes spiraux » selon EFP₄

AMDEC Système «*Produit*»

 AMDEC Système «*Processus*»

Organisme : Complexe Sidérurgique d'El Hadjar (Algérie)

N° de Produit : XXXX

Département (ou service): Production

Responsable : YYYY

Date : Novembre 2005.

Système : Tubes spiraux

Éléments du système (N° de code): Métal à base d'acier : minerai de fer

Fonction (tâches) : Fabrication de bobines galvanisées (transport des hydrocarbures)

Description de la défaillance

<i>EFP₁</i>	<i>Modes de défaillance</i>	<i>Causes</i>	<i>Conséquences</i>
Exigence de la sécurité du procédé de fabrication des tubes spiraux	Installations et machines défaillantes et non sécuritaires (dangereuses)	<ul style="list-style-type: none"> * Mauvais entretien des équipements * Mauvaise maintenance des équipements. * Absence de contrôles de sécurité réguliers * Non respect des consignes de sécurité * Manque d'information et de sensibilisation en sécurité * Manque de formation en sécurité * Manque ou absence d'équipements de protection individuelle et collective. 	<ul style="list-style-type: none"> * Installations et machines défaillantes. * Installations et machines dangereuses (portant préjudice aux utilisateurs). * Accidents de travail fréquents (blessures, décès).

Détection

<i>Gravité (S)</i>	<i>Fréquence (A)</i>	<i>Mesures de Détection</i>	<i>Prob de Non Détection</i>	<i>Criticité (Acceptabilité du risque) (SXAXD)</i>
5	3	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôles de sécurité visuels. - Contrôles par équipements de détection de sécurité. - Enquêtes d'accidents - Statistiques d'accidents. 	2	30 (Très élevé)

Mesures de prévention

<i>Mesures de prévention normale</i>	<i>Mesures de prévention exceptionnelle (si le risque n'est pas acceptable)</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Bon entretien et bonne maintenance des équipements. - Contrôles de sécurité réguliers des équipements - Information, sensibilisation et formation à la sécurité. - Respect des consignes de sécurité. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nouvelle appréciation du risque : diminution de A et de D (risques d'accidents et de défaillances des équipements acceptables). - Nouveau chiffre d'appréciation du risque: R= S x A x D = 5 x 1 x 1= 5

<input checked="" type="checkbox"/> AMDEC Système « <i>Produit</i> »	<input type="checkbox"/> AMDEC Système « <i>Processus</i> »			
<p><i>Organisme</i> : Complexe Sidérurgique d'El Hadjar (Algérie) <i>N° de Produit</i> : XXXX</p> <p><i>Département (ou service)</i>: Production <i>Responsable</i> : YYYY</p> <p><i>Date</i> : Novembre 2005</p>				
<p><i>Système</i> : Tubes spiraux</p> <p><i>Eléments du système (N° de code)</i>: Métal à base d'acier : minerai de fer</p> <p><i>Fonction (tâches)</i> : Fabrication de bobines galvanisées (transport des hydrocarbures).</p>				
<i>Description de la défaillance</i>				
<i>EFP₁</i>	<i>Modes de défaillance</i>	<i>Causes</i>	<i>Conséquences</i>	
Exigence de la sécurité des produits « tubes spiraux »	Produits défectueux et non sécuritaires (Transport d'hydrocarbures avec risque de rupture et de fuite)	<ul style="list-style-type: none"> *Mauvaise qualité des produits. *Mauvais entretien des produits *Mauvaise maintenance des produits * Absence de contrôle de qualité et de sécurité des produits * Non respect des consignes de sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> * Produits défectueux. *Produits dangereux. * Accidents lors du transport des hydrocarbures (ruptures et fuites fréquentes). 	
<i>Détection</i>				
<i>Gravité (S)</i>	<i>Fréquence (A)</i>	<i>Mesures de Détection</i>	<i>Prob de Non Détection</i>	<i>Criticité (Acceptabilité du risque) (SXAXD)</i>
5	2	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôles de qualité et de sécurité visuels. - Contrôles par équipements de détection de sécurité. - Nombre de rebus des produits pour non conformité aux normes de sécurité. - Statistiques d'accidents. 	2	20 (élevé)
<i>Mesures de prévention</i>				
<i>Mesures de prévention normale</i>			<i>Mesures de prévention exceptionnelle (si le risque n'est pas acceptable)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Bon entretien et bonne maintenance des produits. - Contrôles de sécurité réguliers des produits. - Respect des consignes de sécurité. 			<ul style="list-style-type: none"> - Nouvelle appréciation du risque : diminution de A et de D (risques d'accidents et de défaillances des équipements acceptables). - Nouveau chiffre d'appréciation du risque: R= S x A x D = 5 x 1 x 1= 5 	

Tableau III.7: AMDEC des « tubes spiraux » selon EFP₂

AMDEC Système «*Produit*»

 AMDEC Système «*Processus*»

Organisme : Complexe Sidérurgique d'El Hadjar (Algérie)

N° de Produit : XXXX

Département (ou service): Production

Responsable : YYYY

Date : Novembre 2005.

Système : Tubes spiraux

Éléments du système (N° de code): Métal à base d'acier : minerai de fer

Fonction (tâches) : Fabrication de hobines galvanisées (transport des hydrocarbures)

Description de la défaillance

<i>EFP₃</i>	<i>Modes de défaillance</i>	<i>Causes</i>	<i>Conséquences</i>
Exigence du respect des normes et de la réglementation en matière de sécurité	*Produits défaillants et non sécuritaires. * Produits non conformes aux normes de Sécurité. *Produits non conformes à la réglementation en matière de qualité.	* Absence de normes nationales et de normes d'entreprises en matière de sécurité des produits. * Non actualisation des normes en sécurité des produits. * Non respect des normes de sécurité des produits. *Absence d'une réglementation en sécurité des produits. * Réglementation non actualisée. * Non respect et non application des textes réglementaires en sécurité des produits.	* Produits non vendus (boycottés). * Image de marque de l'entreprise ternie sur la marché. * Perte de confiance des clients. Amendes, pénalités et dédommagements en cas d'accidents et de préjudices portés aux utilisateurs ou aux populations lors du transport des hydrocarbures.

Détection

<i>Gravité (S)</i>	<i>Fréquence (A)</i>	<i>Mesures de Détection</i>	<i>Prob de Non Détection</i>	<i>Criticité (Acceptabilité du risque) (SXAXD)</i>
4	2	- Diminution de la demande des clients sur le marché. - Stocks en surplus.	2	16 (élevé)

Mesures de prévention

<i>Mesures de prévention normale</i>	<i>Mesures de prévention exceptionnelle (si le risque n'est pas acceptable)</i>
- Elaboration de normes nationales et d'entreprises en matière de sécurité des produits. - Actualisation des normes en matière de sécurité des produits. - Respect des normes de sécurité des produits. - Actualisation de la réglementation en sécurité des produits. - Respect de la réglementation en vigueur en sécurité des produits.	- Nouvelle appréciation du risque. - Diminution de A et de D (risques de boycott des produits acceptables) $R = S \times A \times D = 4 \times 1 \times 1 = 4$ (nouveau chiffre d'appréciation du risque).

<input checked="" type="checkbox"/> AMDEC Système « <i>Produit</i> »	<input type="checkbox"/> AMDEC Système « <i>Processus</i> »			
<p><i>Organisme</i> : Complexe Sidérurgique d'El Hadjar (Algérie) <i>N° de Produit</i> : XXXX <i>Département (ou service)</i>: Production <i>Responsable</i> : YYYY <i>Date</i> : Novembre 2005.</p>				
<p><i>Système</i> : Tubes spiraux <i>Éléments du système (N° de code)</i>: Métal à base d'acier : minerai de fer <i>Fonction (tâches)</i> : Fabrication de bobines galvanisées (transport des hydrocarbures).</p>				
<i>Description de la défaillance</i>				
<i>EFP''₁</i>	<i>Modes de défaillance</i>	<i>Causes</i>	<i>Conséquences</i>	
Exigence de Procédé de fabrication « propre » (respectueux de l'environnement)	Procédé de fabrication non « propre »	<ul style="list-style-type: none"> *Installations et machines polluantes. *Matières premières polluantes. * Absence ou mauvaise gestion des déchets solides. * Absence de traitement des rejets liquides (eaux de refroidissement du métal par exemple). 	*Pollution de l'environnement et des populations avoisinantes.	
<i>Détection</i>				
<i>Gravité (S)</i>	<i>Fréquence (A)</i>	<i>Mesures de Détection</i>	<i>Prob de Non Détection</i>	<i>Criticité (Acceptabilité du risque) (SXAXD)</i>
3	2	<ul style="list-style-type: none"> - Installations et machines générant une pollution importante. - Matière premières polluantes. - Quantité importante de déchets solides - Rejets liquides générés. 	2	12 (élevé)
<i>Mesures de prévention</i>				
<i>Mesures de prévention normale</i>			<i>Mesures de prévention exceptionnelle (si le risque n'est pas acceptable)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Choix de technologie «verte» (propre ou non polluante). - Choix de matières premières « propres » (respectueuses de l'environnement). - Bonne gestion des déchets solides (récupération, traitement, recyclage, réutilisation) - Traitement des rejets liquides (station dépuration). 			<ul style="list-style-type: none"> - Nouvelle appréciation du risque : diminution de A et de D (risques d'accidents et de défaillances des équipements acceptables). - Nouveau chiffre d'appréciation du risqué: $R = S \times A \times D = 5 \times 1 \times 1 = 3$ 	

Tableau III.9 : AMDEC des « tubes spiraux » selon EFP''₁

<input checked="" type="checkbox"/> AMDEC Système « <i>Produit</i> »	<input type="checkbox"/> AMDEC Système « <i>Processus</i> »			
<p><i>Organisme</i> : Complexe Sidérurgique d'El Hadjar (Algérie) <i>N° de Produit</i> : XXXX <i>Département (ou service)</i>: Production <i>Responsable</i> : YYYY <i>Date</i> : Novembre 2005.</p>				
<p><i>Système</i> : Tubes spiraux <i>Éléments du système (N° de code)</i>: Métal à base d'acier : minerai de fer <i>Fonction (tâches)</i> : Fabrication de bobines galvanisées (transport des hydrocarbures).</p>				
<i>Description de la défaillance</i>				
<i>EFP''₂</i>	<i>Modes de défaillance</i>	<i>Causes</i>	<i>Conséquences</i>	
Exigence de Produits « propres » (respectueux de l'environnement)	Produits non « propres »b (tubes spiraux polluants)	<ul style="list-style-type: none"> *Absence d'une politique de gestion des déchets. *Absence d'une politique de gestion des produits en fin de vie (récupération, traitement, recyclage et réutilisation). *Absence d'une politique de gestion des produits en fin de vie (récupération, traitement, recyclage et réutilisation) dès la phase de conception des produits (éco-conception). 	*Pollution de l'environnement et des populations avoisinantes.	
<i>Détection</i>				
<i>Gravité (S)</i>	<i>Fréquence (A)</i>	<i>Mesures de Détection</i>	<i>Prob de Non Détection</i>	<i>Criticité (Acceptabilité du risque) (SXAXD)</i>
3	2	<ul style="list-style-type: none"> - Quantité de déchets importante lors de la fin de vie des produits. - Dégradation de l'environnement à cause des rejets des produits en question dès leur fin de vie. 	2	12 (élevé)
<i>Mesures de prévention</i>				
<i>Mesures de prévention normale</i>			<i>Mesures de prévention exceptionnelle (si le risque n'est pas acceptable)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Etablissement d'une politique de protection de l'environnement. - Conception de produits « propres ». - Conception pour la réparation, la réutilisation et le recyclage des produits dès leur fin de vie. - Bonne gestion des déchets (produits en fin de vie). 			<ul style="list-style-type: none"> - Nouvelle appréciation du risque : diminution de A et de D (risques d'accidents et de défaillances des équipements acceptables). - Nouveau chiffre d'appréciation du risqué: $R = S \times A \times D = 3 \times 1 \times 1 = 3$ 	

Tableau III.10 : AMDEC des « tubes spiraux » selon EFP''₂

<input checked="" type="checkbox"/> AMDEC Système « <i>Produit</i> »	<input type="checkbox"/> AMDEC Système « <i>Processus</i> »			
<p><i>Organisme</i> : Complexe Sidérurgique d'El Hadjar (Algérie) <i>N° de Produit</i> : XXXX <i>Département (ou service)</i>: Production <i>Responsable</i> : YYYY <i>Date</i> : Novembre 2005.</p>				
<p><i>Système</i> : Tubes spiraux <i>Éléments du système (N° de code)</i>: Métal à base d'acier : minerai de fer <i>Fonction (tâches)</i> : Fabrication de bobines galvanisées (transport des hydrocarbures)</p>				
Description de la défaillance				
<i>EFP₃</i>	<i>Modes de défaillance</i>	<i>Causes</i>	<i>Conséquences</i>	
Exigence du respect des normes et de la réglementation en matière de protection de l'environnement	<ul style="list-style-type: none"> *Technologies de production non conformes aux normes environnementales * Produits non conformes aux normes environnementales. *Technologies non conformes à la réglementation en matière de protection de l'environnement. *Produits non conformes à la réglementation en matière de qualité. 	<ul style="list-style-type: none"> * Absence de normes nationales et de normes d'entreprises en matière de protection de l'environnement. * Non actualisation des normes environnementales. * Non respect des normes environnementales. *Absence d'une réglementation en protection de l'environnement. *Réglementation en environnement non actualisée. * Non respect et non application des textes réglementaires en protection de l'environnement. 	<ul style="list-style-type: none"> * Produits non vendus (boycottés par les associations de protection de l'environnement et le mouvement des consommateurs). * Image de marque de l'entreprise ternie sur le marché. * Perte de confiance des clients. * Amendes, pénalités et dédommagements en cas de pollution de l'environnement 	
Détection				
<i>Gravité (S)</i>	<i>Fréquence (A)</i>	<i>Mesures de Détection</i>	<i>Prob de Non Détection</i>	<i>Criticité (Acceptabilité du risque) (SXAXD)</i>
4	2	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution de la demande des clients sur le marché. - Stocks en surplus. 	2	16 (élevé)
Mesures de prévention				
<i>Mesures de prévention normale</i>			<i>Mesures de prévention exceptionnelle (si le risque n'est pas acceptable)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Elaboration de normes nationales et d'entreprises en matière de protection de l'environnement. - Actualisation des normes en matière de protection de l'environnement. - Respect des normes environnementales. - Actualisation de la réglementation en protection de l'environnement. - Respect de la réglementation en vigueur en protection de l'environnement. 			<ul style="list-style-type: none"> - Nouvelle appréciation du risque. - Diminution de A et de D (risques de boycott des produits acceptables) <p>$R = S \times A \times D = 4 \times 1 \times 1 = 4$ (nouveau chiffre d'appréciation du risque).</p>	

Tableau III.11 : AMDEC des « tubes spiraux » selon EFP'₃

B- AMDEC de l'exemple d'application « Emballages métalliques à base de fer blanc »

L'AMDEC des « emballages métalliques à base de fer blanc » selon l'EFP relatif à l'aspect « Qualité » est représentée par le tableau III.12 suivant.

<input checked="" type="checkbox"/> AMDEC Système « <i>Produit</i> »	<input type="checkbox"/> AMDEC Système « <i>Processus</i> »			
<p><i>Organisme</i> : Complexe Sidérurgique d'El Hadjar (Algérie) <i>N° de Produit</i> : XXXX <i>Département (ou service)</i>: Production <i>Responsable</i> : YYYY <i>Date</i> : Novembre 2005.</p>				
<p><i>Système</i> : Emballages métalliques à base de fer blanc <i>Éléments du système (N° de code)</i>: Etain <i>Fonction (tâches)</i> : Assurer le revêtement des tôles de fer blanc.</p>				
Description de la défaillance				
<i>EFP₁</i>	<i>Modes de défaillance</i>	<i>Causes</i>	<i>Conséquences</i>	
Exigence de la qualité des emballages métalliques	Mauvais revêtement du métal	<ul style="list-style-type: none"> * Forme et qualité des tôles : <ul style="list-style-type: none"> - défaut du au laminage à froid - mauvais décapage - mauvais dégraissage - mauvaise galvanisation * Défauts de conservation dus : au rinçage, au séchage, à la fusion, au chromage et à la passivation. * Défaut de transformation 	<ul style="list-style-type: none"> * Corrosion : <ul style="list-style-type: none"> - Durée de vie limitée 	
Détection				
<i>Gravité (S)</i>	<i>Fréquence (A)</i>	<i>Mesures de Détection</i>	<i>Prob de Non Détection</i>	<i>Criticité (Acceptabilité du risque) (SXAXD)</i>
3	2	<ul style="list-style-type: none"> - Observations et contrôles. - Exposition à des conditions plus sévères que les conditions réelles d'utilisation. 	2	12 (élevé)
Mesures de prévention				
<i>Mesures de prévention normale</i>		<i>Mesures de prévention exceptionnelle (si le risque n'est pas acceptable)</i>		
<ul style="list-style-type: none"> - Pré – traitement des tôles avant revêtement. - Maintenance régulière et bon réglage des outillages de transformation et des systèmes de contrôle. 		<ul style="list-style-type: none"> - Choix du métal + préparation. - Respect des conditions qui régissent le procédé de fabrication (délai température, dose des produits chimiques utilisés). - Nouvelle appréciation du risque. - Diminution de A et de D (risques de corrosion des produits acceptables) <p style="text-align: center;">$R = S \times A \times D = 3 \times 1 \times 1 = 3$</p>		

Tableau III.12 : AMDEC des « Emballages métalliques » selon EFP₁

Nous signalons que l'AMDEC des produits « emballages métalliques à base de fer blanc » selon les autres EFP retenues à travers les trois aspects QSE sont identiques à celles des produits « tubes spiraux ». La différence ne réside que dans l'aspect technique de la qualité²⁴.

III.2.2.4- Discussions et commentaires

Les exemples choisis étant simples et ont pur but d'illustrer le processus de conception des produits que nous avons proposé. Ces exemples montrent que si les EFP sont facilement identifiables, on applique la démarche conçue et présentée au niveau du chapitre I (figure I.23). Dans le cas contraire, l'AF complétée par le QFD s'avère nécessaire pour l'identification de l'ensemble des EFP.

Donc, le premier avantage de notre démarche est l'utilisation du juste nécessaire de méthodes dans le processus de conception (AMDEC, sinon AF/ AMDEC ou bien AF-QFD / AMDEC).

Dans tous les cas, quelle que soit la complexité du produit à concevoir, les trois méthodes AF, QFD et AMDEC permettent de mener à bien le développement du processus de conception intégrant les facteurs QSE.

Quant à la simulation, elle peut être utilisée à deux niveaux : pour la validation des EFP retenues (utilisation en amont du processus de conception) ou bien pour la validation des produits conçus (utilisation en aval du processus de conception).

Notons enfin que, si l'on s'intéresse à des exigences spécifiques de performance de produits (par exemple, les exigences traduisant le comportement de produits dans les différentes phases de leur cycle de vie), l'utilisation d'autres méthodes (telle que la méthode d'analyse multicritères) permet de fournir aux concepteurs des moyens pour améliorer l'intégration de ces exigences spécifiques dans un processus de conception.

Afin d'illustrer nos propos, nous présentons dans la suite de ce chapitre des exemples de ces exigences spécifiques liées aux phases développement, utilisation et retrait de produits.

III.3- Intégration des exigences spécifiques liées aux phases de cycle de vie de produits dès la phase de leur conception

L'enchaînement méthodologique retenu dans cette section sera fondé sur un ordre d'idées permettant d'aboutir à un modèle global dont l'objectif est la maîtrise de la conception intégrée de produits (figure III.8).

²⁴ Qualité et sécurité sont intimement liées vu que la sécurité est une composante de la qualité, ce qui explique le rapprochement entre les modes de défaillances, les conséquences et les mesures de préventions propres pour les deux aspects.

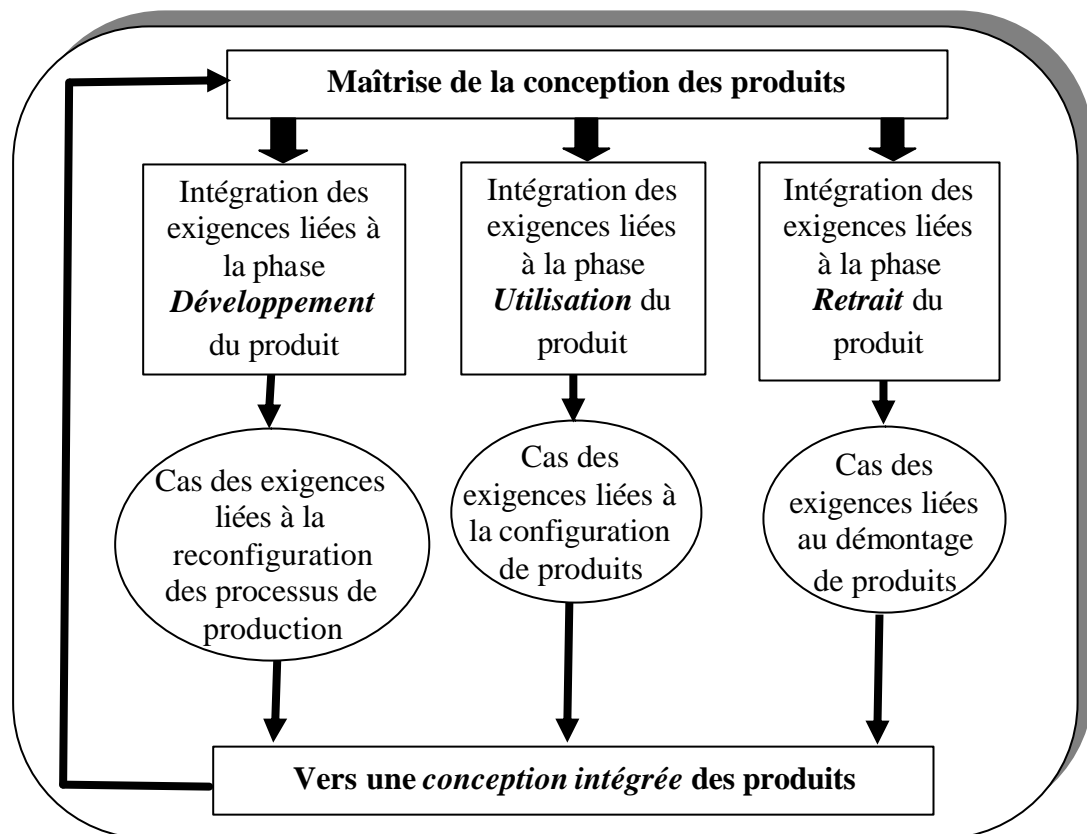


Figure III.8 : Maîtrise de la conception des produits

III.3.1- Intégration des exigences spécifiques à la phase «développement des produits » dès la phase de leur conception

III.3.1.1- Caractérisation de la phase développement des produits

La phase de développement des produits correspond à un flux de matière produit permettant de transformer les matières premières achetées en un produit fini prêt à être mis sur le marché. Cette phase se réalise sur la base de dossiers d'accompagnement. Ainsi, le produit passe de l'état d'idées à l'état de concepts, puis de spécifications, de maquettes, de prototypes, ... etc. Le produit devient lui-même, sous sa forme définitive standardisée. Se matérialisant, ses performances techniques et d'usage évoluent considérablement dans leur définition, mais aussi dans leur concrétisation. Leur mesure et leur vérification se font au moyen des essais des prototypes, dans diverses conditions d'utilisation. Parmi les performances économiques, certains coûts de fabrication et d'utilisation commencent à se préciser. Mais ils restent encore très éloignés de ce que seront les réalités (Grenier, 2000).

A chaque phase du cycle de vie de produits correspond un certain risque. En phase de développement de produits c'est bien le *risque processus* qui devra être géré. Car, la durée du développement de produits peut être mieux employée ou réduite si les métiers des différents intervenants sur le produit formulent leurs contraintes mutuelles de façon simultanée et vérifient leur prise en compte.

Le respect de la durée de production des produits dépend de la *réaction aux défaillances* dans le système de production (Pellegrin, 2002). Cette réaction est une décision qui s'actualise dans le cadre d'un processus d'allocation de ressources (Djebabra & al., 2005).

D'un point de vue temporel, la réaction est un processus qui peut être scindé en trois phases : la phase antérieure à la réaction et au cours de laquelle est apparu la défaillance, la phase de réaction proprement dite caractérisée par des actions sur les ressources et la phase postérieure à la réaction qui correspond aux conséquences de la réaction prise.

D'un point de vue conceptuel, les variables caractéristiques de tout processus de décision, et en particulier du processus associé à une décision de réaction, sont (Pellegrin, 2002) : sa variété (capacité de prédire le déroulement de la réaction en fonction de l'apparition de la défaillance) et sa formalisation (capacité de traduire la réaction en procédures).

Selon ces deux variables, la réaction à la défaillance peut être de trois types (Pellegrin, 2002) : régulation, adaptation ou reconfiguration.

La reconfiguration est, de loin, la réaction la plus difficile à mettre en œuvre. Elle est souvent précédée, de préférence, par une réaction de régulation sinon par une réaction d'adaptation.

Car, en reconfiguration d'un procédé de production, la réaction à la défaillance ne prend pas seulement la forme d'une adaptation des capacités pour satisfaire un plan de production mais conduit à une réaffectation des produits et par voie de conséquences au changement de leurs routages (c'est un problème d'ordonnancement).

De plus, la reconfiguration des procédés de production est un problème multicritères faisant intervenir, entre autres, le coût et le temps de réaffectation des produits et les performances des machines aptes à recevoir ces produits.

Afin de contribuer à résoudre ce problème de complexité lié à la reconfiguration des procédés de production, nous avons jugé utile de présenter, dans ce qui suit, une approche de *reconfiguration des procédés de production* que nous avons développée et de montrer qu'une bonne réflexion au niveau de la conception des produits (produits aptes à être traités par plusieurs machines, par exemple) facilite cette reconfiguration des procédés de production.

Pour atteindre cet objectif, nous rappelons brièvement ce qu'est un processus de reconfiguration des processus de fabrication des produits.

III.3.1.2- A propos de la reconfiguration des processus de fabrication de produits

Classiquement, la stratégie de reconfiguration des procédés de production avait pour objectif de respecter, en partie ou en totalité, le plan de production.

Pour cela, trois types de ressources sont couramment identifiées (Berruet & al., 2001) : les ressources engagées en production en considérant une configuration précise de ces derniers, les ressources utilisées en production avec toutes leurs configurations possibles ainsi que les ressources en attente et les ressources arrêtées, hors tension, mais non en panne.

Basée sur cette allocation de ressources, la procédure de reconfiguration est fondée sur une connaissance des potentialités du procédé et de l'état de ce dernier au moment de la production. Les paramètres d'entrées de ladite procédure sont : les machines défaillantes, leurs durées estimées de réparation et les produits (semi-finis) en cours de fabrication et qui sont bloqués au niveau de ces machines.

Si le choix de la réaffectation de ces produits est nécessaire, les paramètres de sortie de cette procédure correspondent aux machines cibles qui seront aptes à recevoir ces produits.

Finalement, la procédure de reconfiguration des procédés de fabrication des produits est fournie par la figure suivante.

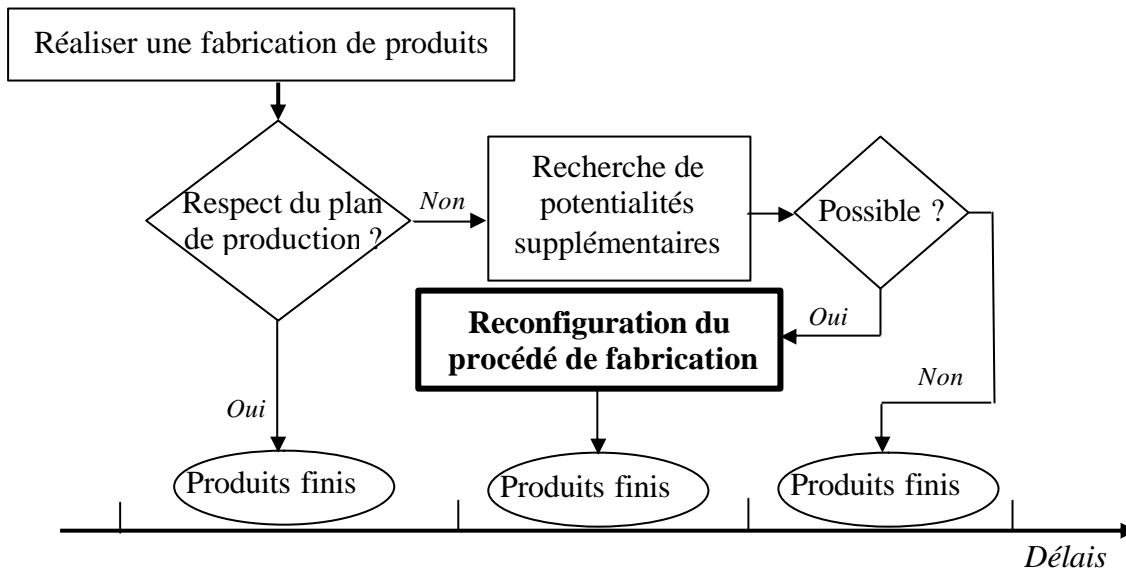


Figure III.9 : Procédure générale de reconfiguration des procédés de fabrication des produits

L'examen de la figure ci-dessus, montre que la procédure de reconfiguration est définie en prenant en compte l'ensemble des opérations retenues dans la configuration initiale ainsi que l'ensemble des opérations possibles qui conditionne la procédure de reconfiguration.

Cette reconfiguration des procédés devient nécessaire lorsque le système de production passe du mode de fonctionnement nominal (ou normal) à un mode de fonctionnement dégradé²⁵.

Car, en fonctionnement dégradé, le système de production, bien que fonctionnel, est fragilisé par une partie qu'est défaillante. Pour assurer le rétablissement de cette partie, on procède à sa restauration. Cependant, en cas d'insuffisance de réparateurs, le fonctionnement des systèmes en mode dégradé est prolongé davantage. Evidemment, une solution consiste à mobiliser suffisamment de réparateurs. Dans la pratique, cette solution est à écarter en raison des coûts associés aux réparateurs (coûts et disponibilité de main d'œuvre qualifiée).

Le fonctionnement en mode dégradé des systèmes de production, accentué par une insuffisance logique de réparateurs, engendre un phénomène d'attente des produits

²⁵ Le système de production ne répond plus au nominal mais assure une continuité de service partielle.

au niveau des machines défaillantes et par voie de conséquence, leur blocage au niveau de ces machines.

Pour remédier à ce problème, nous proposons une démarche de reconfiguration des procédés de fabrication de produits basée sur la réaffectation de certains produits bloqués au niveau de certaines machines défaillantes vers d'autres en service.

Il est à noter que :

- cette réaffectation de produits n'est possible que si ces derniers sont aptes à être reçus par d'autres machines. D'où l'intérêt de prendre cette clause dès la conception des produits,
- l'avantage de cette démarche réside dans le respect simultané de la contrainte fonctionnelle du système de production représentée par l'insuffisance du nombre de réparateurs et la contrainte temporelle traduite par le respect du plan de production initial.

III.3.1.3- Proposition d'une démarche de reconfiguration des processus de fabrication de produits

La mise en œuvre de notre démarche de reconfiguration des procédés de fabrication des produits requiert les étapes suivantes (Djebabra & al., 2005) :

- définition de la situation nécessitant la reconfiguration du procédé,
- analyse des paramètres de reconfiguration du procédé en vue d'une prise de décision,
- Mise en œuvre de la réaffectation des produits.

A- Définition de la situation nécessitant la reconfiguration d'un procédé de fabrication

L'occurrence d'une défaillance engendre des effets qui peuvent se traduire en : perte du temps de production (production, démarrage, ajustement, ...), perte de la cadence de la fabrication des produits (vitesse de fabrication) et perte de la performance globale du produit en terme de QSE.

Afin de définir une situation permettant de déclencher la procédure de reconfiguration d'un procédé, il est logique de décrire cette situation d'une manière chiffrée. En d'autres termes, il s'agit de quantifier cette situation par un indicateur de réaffectation.

La littérature spécialisée dans le domaine propose l'Indicateur Global d'Efficacité des Machines (IGEM) qui s'exprime par (Kaanit, 2005) :

$$\text{IGEM} = \text{ID} \times \text{TP} \times \text{TQ} \quad [1]$$

Avec :- ID = Indicateur de Disponibilité qu'est égal au temps de fonctionnement de la machine sur son temps de fonctionnement total.

Pour rappel, le temps de fonctionnement total d'une machine est la somme de ses temps de fonctionnement et d'arrêt.

- TP = Taux de performance d'une machine qui s'exprime par le rapport entre (le temps de cycle théorique x quantité produite) et le temps opératoire effectif.

- TQ = Taux de qualité d'une machine qui s'exprime par le rapport entre (le volume effectif produit – pertes de qualité) et le volume effectif produit.

Dans notre cas, la situation de reconfiguration d'un procédé, est définie qualitativement par le phénomène d'insuffisance de réparateurs. D'où l'utilité de recourir à des modèles capables de prendre en compte ce phénomène d'insuffisance de réparateurs.

Pour cette raison, le procédé de fabrication doit être modélisé par un modèle adéquat. C'est le cas des Réseaux de Petri (RdP) que nous retenons comme formalisme de modélisation utilisé dans cette démarche.

Pour rappel, un RdP original est formé de : places (représentées par des cercles), transitions (représentées par des tirets) et d'arcs (permettant de lier les transitions aux places et vice-versa).

Pour assurer un dynamisme dans le réseau, on insère des jetons (marques) qui indiquent l'évolution du réseau. Ainsi, la configuration des jetons à un moment donné indique le marquage du réseau qui correspond à un état spécifique du système étudié. Evidemment, l'évolution des jetons dans le RdP est conditionnée par le franchissement des transitions pour lesquelles deux types de délais sont associées (Dutuit, 1997) : délai fixe (la transition correspondante est dite déterministe) et délai aléatoire (la transition correspondante est dite probabiliste).

Dans le cas où les transitions d'un RdP sont probabilistes, le RdP est dit stochastique et la simulation Monte-Carlo se prête bien à étudier les systèmes modélisés par ce formalisme.

Afin d'illustrer cette étape de notre démarche, on considère un atelier flexible composé de quatre machines (M_1 , M_2 , M_3 et M_4) qui fabriquent quatre types de pièces (P_1 , P_2 , P_3 et P_4) et où chaque type de pièces doit subir un certain nombre d'opérations sur les machines dans un ordre bien déterminé (figure III.10) :

- un renvoi d'angle pour la commande de table d'une affûteuse

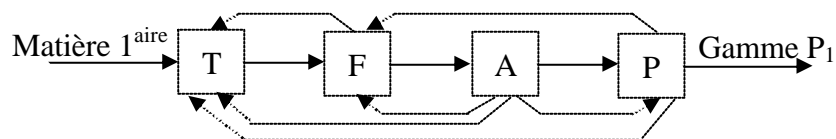


Figure III.10-a : Gamme de fabrication de P_1

- un support pivotant de la broche porte-outil des affûteuses

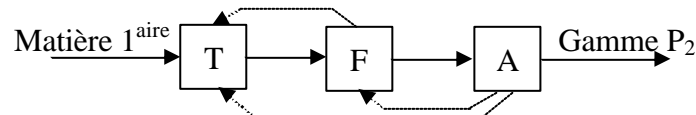


Figure III.10-b : Gamme de fabrication de P_2

- porte fraise

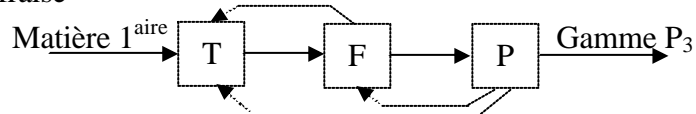


Figure III.10-c : Gamme de fabrication de P_3

- support guide d'une plieuse

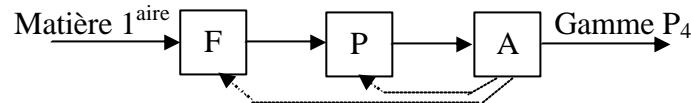


Figure III.10-d : Gamme de fabrication de P_4

Le regroupement des quatre gammes dans une même figure est fourni par la figure III.10-e suivante :

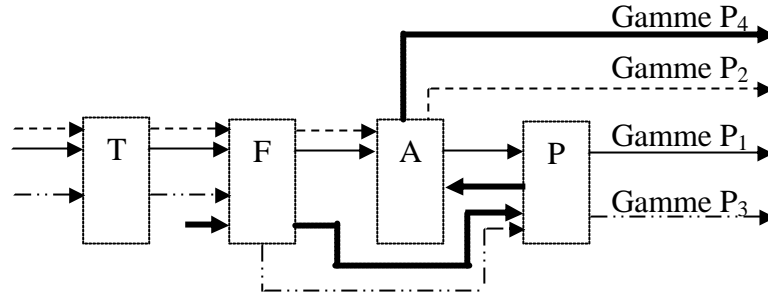


Figure III.10-e : Gammes de fabrication des quatre produits

Dans les figures ci-dessus, les éléments T, F, A et P correspondent, successivement, aux centres de tournage, de fraisage, d'alésage et de perçage.

Les traits en pointillés des figures III.10-a à III.10-d illustrent les opérations de réaffectation des produits en cas de la panne de l'une des machines intervenant dans la gamme de ces produits. Par exemple, l'opération d'alésage du produit 1 (figure III.10-a) est réalisée sur un centre d'alésage ; mais en cas de sa panne, le produit 1 est réaffecté soit vers un centre de fraisage, soit vers un centre de tournage ou soit vers un centre de perçage.

La modélisation par RdP du routage du produit P_1 est fournie par la figure suivante.

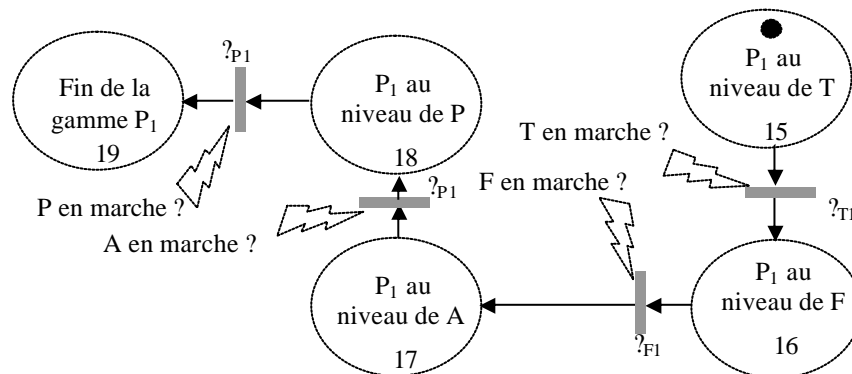


Figure III.11 : RdP relatifs au routage au produit P_1

De même, quatre RdP de taille réduite (à raison de trois places et trois transitions par réseaux plus deux places communes qui représentent la disponibilité du réparateur et le nombre de machines en pannes) sont également élaborés. Une illustration du RdP relatif au fonctionnement de l'Aléseuse est fournie par la figure III.12.

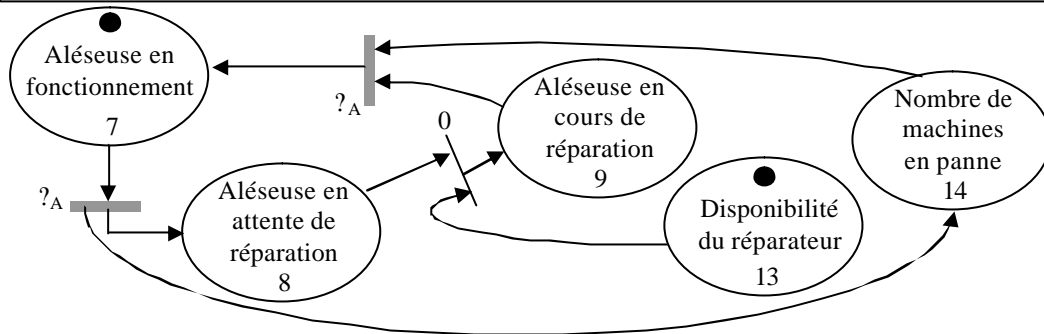


Figure III.12 : RdP relatif au fonctionnement de l'Aléseuse

Dans la figure ci-dessus, la situation nécessitant la reconfiguration du procédé de fabrication des pièces est conditionnée par la présence d'au moins deux jetons dans la place 14 : ce qui correspond au phénomène d'attente de réparation vu l'insuffisance de réparateurs (un seul réparateur, un jeton dans la place 13, qui n'est plus disponible).

Rappelons que la nécessité de cette reconfiguration du procédé a des impacts positifs sur la performabilité des systèmes de production qui impose l'assurance de la totalité ou, à défaut, d'une partie de l'atelier en autorisant des changements dans le routage des produits. Car, le développement d'un routage figé de produits peut s'avérer incompatible avec la performabilité des systèmes de production soumis à des contraintes variables tel que le cas du phénomène d'attente de réparateurs.

B- Analyse des paramètres de la reconfiguration d'un procédé de fabrication

Illustrons cette étape de notre démarche sur l'exemple de la gamme 1. Plus exactement à la réaffectation du produit 1 suite à la défaillance de l'Aléseuse. Dans ce cas, nous avons le choix entre la Fraiseuse, le Tour ou la Perceuse. Supposons, de plus, que le Tour est déjà défaillant et est en cours de réparation. Il reste le choix entre la Fraiseuse et l'Perceuse.

Le choix entre ces deux machines est un problème multicritère. Notre objectif est de choisir la meilleure alternative pour le routage de la pièce 1 bloquée au niveau de l'Aléseuse.

Le choix du nouveau routage de la pièce 1 est un problème de décision où plusieurs critères, souvent contradictoires, doivent être prise en compte. Ces critères sont explicités ci-après.

B.1- Formulation des critères de réaffectation des produits

Dans notre cas, les critères les plus utilisés et que nous retenons sont (Ounnar, 1999) : la fiabilité des machines de réception, le temps nécessaire à la réaffectation et le coût nécessaire de cette réaffectation.

B.1.1- Formulation du critère fiabilité des machines de réception

Ce critère est représenté par l'indicateur *Durée de vie* des machines ($?_k$) aptes à recevoir des pièces bloquées au niveau de la machine en panne et qui est en attente de réparation. Suivant ce critère, on choisit la machine M_k dont la durée de vie est la plus grande : $? = \text{Max} (?_k)$ [2]

Avec : $k = 1.. n$ et n étant le nombre de machines concernées par la réaffectation.

B.1.2- Formulation du critère temps nécessaire à la réaffectation de produits

Ce critère est représenté par l'indicateur Durée moyenne nécessaire à la réaffectation (t_{ik}) qui est composée de :

- la durée moyenne de passage d'une pièce au niveau d'une machine notée (t_{ij}). Pour cette durée, seul le cas où la pièce à réaffecter est en début de son passage qu'est prise en compte dans notre cas²⁶,
- la durée moyenne de transport de la pièce réaffectée vers M_k (noté t'_{ik}),
- la durée moyenne d'attente de cette pièce au niveau de la nouvelle machine (noté t_{mk}).

Donc, la durée moyenne de la réaffectation de la pièce P_i vers une machine M_k (suite à la panne de la machine M_j) est fournie par la relation suivante :

$$t_{ik} = t_{ij} + t'_{ik} + t_{mk} \quad [3]$$

Suivant ce critère, on choisit la machine dont le temps nécessaire à la réaffectation est faible (minimal).

B.1.3- Formulation du critère coût associé à la réaffectation des produits

Ce critère est représenté par l'indicateur coût de réaffectation (C_{ik}) qu'est composé du coût de transport (C_{Ti}) de la pièce P_i vers la machine M_k (suite à la panne de la machine M_j) et du coût moyen d'attente au niveau de cette machine (C_{Aik}) à cause de son indisponibilité (la machine M_k étant occupée).

L'expression de ce coût est la suivante : $C_{ik} = C_{Ti} + C_{Aik}$ [4]

Suivant ce critère, on choisit la machine dont le coût associé à la réaffectation est faible (minimal).

B.1.4- Combinaison des critères de réaffectation des produits

La combinaison des trois critères de réaffectation présentés ci-dessus nous permet de choisir la meilleure solution qu'est un compromis entre ces trois critères.

Si l'on effectue une combinaison par paires des indicateurs « durée de vie des machines et durée moyenne de réaffectation » nous obtenons un indicateur qui représente l'Intérêt de la Réaffectation (FR). Il s'exprime par l'expression suivante :

$$IR_{ik} = (?_k - ?_j) - t_{ik} \quad [5]$$

Avec : - IR_{ik} = faisabilité de la réaffectation de la pièce i à la machine k ,
 - $?_k$ et $?_j$ = durées de vie moyennes de la machine k (qu'est apte à recevoir la pièce i) et de la machine j (qu'est défaillante et en attente de réparation),
 - t_{ik} = durée moyenne de la réaffectation du produit i vers la machine k .

Ainsi, si $IR_{ik} > 0$, alors la réaffectation de la pièce i est nécessaire. Sinon cette réaffectation est inutile vers la machine k apte à recevoir la pièce en question ; car cette machine est en fin de vie utile (réaffectation non intéressante ou inutile) ou bien elle est

²⁶ L'autre cas, qui correspond à la présence de la pièce au niveau d'une machine depuis un certain temps, est exclu et la pièce en question est rejetée (fin de la gamme de cette pièce qui n'est pas conforme aux spécifications de sa conception). Nous justifions notre supposition par le fait que cette pièce est irrécupérable.

déjà défaillante. Dans ce cas, il y'a lieu de voir la possibilité de cibler d'autres machines afin d'accélérer le routage de la gamme i.

Pour des raisons de simplification d'écriture de certaines relations utilisées dans ce paragraphe, la relation $IR_{ik} > 0$ (affectation \neq nécessaire) sera représentée par l'expression simplifiée suivante : IR^+_{ik} .

La combinaison des critères IR^+_{ik} et C_{ik} est difficile à mettre en œuvre directement en raison de leurs unités qui sont différentes (temps pour l'indicateur IR et Dinars Algériens pour l'indicateur coût associé à la réaffectation). En conséquence, cette combinaison nécessite de faire appel à une méthode d'aide à la prise de décision multicritère.

Dans ce contexte, plusieurs méthodes ont été développées en environnement industriel. Parmi lesquelles, citons (Ounnar, 1999) : les méthodes de pondération simple, les méthodes fondées sur la théorie de l'utilité multi attribut, les méthodes de sur classement, les méthodes ordinales et la méthode analytique d'hierarchisation.

Pour notre cas, nous nous sommes orientés vers la méthode de pondération simple (ou plus exactement de sommation linéaire des scores) pour des raisons de sa simplicité et sa rapidité d'exécution ; car notre objectif, rappelons-le, consiste à illustrer les retombées d'une bonne conception des produits au niveau de leur phase de développement.

La procédure utilisée est la suivante :

- le critère « coûts associés aux réaffectations des pièces » est évalué qualitativement à l'aide d'une échelle subjective composée de trois niveaux : faible, moyen et élevé,
- le critère faisabilité de la réaffectation d'une pièce i vers la machine (IR^+_{ik}) est également évalué qualitativement à l'aide d'une échelle subjective composée de trois niveaux : peu recommandée, recommandée et vivement recommandée,
- ces évaluations qualitatives sont ensuite transformées en scores sur une échelle numérique (tableau III.13).

<i>Appréciation du coût de réaffectation</i>	<i>Score</i>		<i>Appréciation de la faisabilité de la réaffectation</i>	<i>Score</i>
Faible	9		Peu recommandée	2
Moyen	5		Recommandée	4
Fort	1		Vivement recommandée	12

Tableau III.13 : Pondération des critères de reconfiguration des procédés de fabrication de produits

A partir de cette pondération, on procède au remplissage d'une matrice que nous qualifions de *matrice de performance de réaffectation* qui présente les attentes de cette réaffectation (tableau III.14) où chaque ligne exprime les performances de la réaffectation de la pièce i vers la machine k relativement aux deux critères considérés (C_{ik} et IR^+_{ik}). De même, chaque colonne exprime les pondérations de toutes les réaffectations possibles de la pièce i (vers les machines aptes à recevoir cette pièce) relativement à ces deux critères. La dernière colonne de cette matrice représente la somme linéaire des pondérations obtenues.

Une illustration de l'utilisation de la matrice de performances sur la réaffectation de la pièce 1 suite à la défaillance de l'Aléseuse est fournie dans le tableau III.14.

	Coût de la réaffectation (C_{ik})	Intérêt de la réaffectation (IR_{ik}^+)	?
Réaffectation vers le Tour		$IR_{ik} < 0$	
Réaffectation vers la Fraiseuse	5	4	9
Réaffectation vers la Perceuse	9	4	13

Tableau III.14 : Pondération des critères de réaffectation de la pièce 1 en cas de la défaillance de l'Aléseuse

L'examen des résultats de ce tableau montre que la réaffectation de la pièce 1 vers le Tour n'est pas intéressante (car le Tour est déjà défaillant et en cours de réparation). Par contre, l'examen des deux autres possibilités montre que l'avantage est pour le basculement du routage de la pièce 1 vers la Perceuse.

C- Mise en œuvre de la réaffectation des produits

Enfin, la dernière étape consiste en une reconfiguration du routage d'une pièce bloquée au niveau d'une machine en panne et en cours de réparation vers la machine qui a plus de prédispositions à la recevoir.

L'illustration de cette mise en œuvre d'une réaffectation est fournie, pour le cas de la pièce 1, par les RdP de la figure suivante.

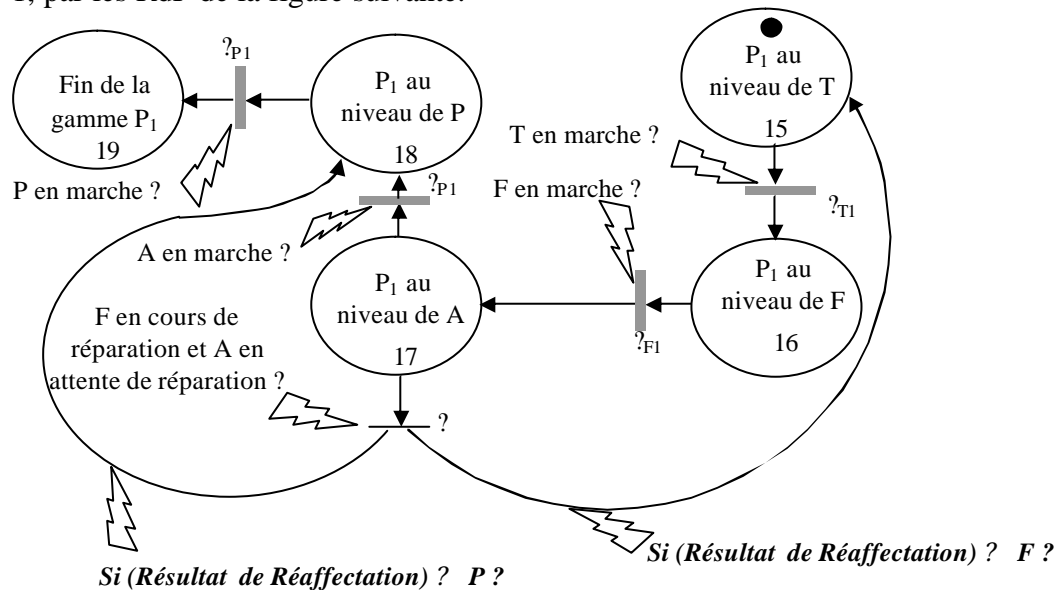


Figure III.13 : Illustration d'une reconfiguration du routage de la pièce 1

D- Commentaires et discussions

La démarche de reconfiguration développée dans ce chapitre a pour objectif de montrer que la réaffectation de produits est un problème complexe qui nécessite le recours à des méthodes d'aide à la décision multicritères. Dans ce contexte, nous avons utilisé une méthode de pondération simple basée sur une sommation linéaire des scores relatifs aux différents indicateurs retenus dans notre démarche.

Evidemment, les résultats obtenus dépendent de la manière avec laquelle les échelles sont quantifiées ainsi que des écarts entre les différents scores.

Il est à signaler que malgré ces contraintes, cette méthode de sommation des scores demeure la plus utilisée en matière d'aide à la prise de décision multicritère (Ounnar, 1999).

D'un autre côté, le recours aux RdP a permis de modéliser les procédés de fabrication et de mettre en évidence la réunion des conditions de réaffectation des produits afin de déclencher la procédure de réaffectation de produits.

Mis à part la complexité due aux choix des routages possibles de produits (problème multicritère), la conception de produits intégrant ces phases de cycle de vie offre à ces derniers autant de possibilités pour débloquer la situation au niveau des machines défailtantes et en attente de réparation à cause d'insuffisance de réparateurs. Ainsi, cette conception permet d'assurer la continuité de la production en présence de défaillances (systèmes de production fonctionnent en mode dégradé).

III.3.2- Intégration des exigences spécifiques à la phase « utilisation de produits » dès la phase de leur conception

La vision adoptée lors de cette phase du cycle de vie des produits est celle des utilisateurs potentiels pour lesquels deux caractéristiques d'utilisation requièrent une importance capitale. Il s'agit de la *logistique de maintenance* et de la *politique de maintenance*.

Dans ce paragraphe, nous proposons de faire le point sur ces deux caractéristiques selon les deux aspects suivants : la *configuration des produits* pour la logistique de maintenance et la *durabilité des produits* pour la politique de maintenance.

III.3.2.1- A propos de la configuration des produits

Un produit, une fois développé, entre en service et tout son succès dépend de la façon dont il se comporte opérationnellement et de sa facilité quant à son utilisation.

Son fonctionnement continu (et sa durée de vie prolongée) est conditionné par l'existence d'une logistique adéquate, qui se traduit par des opérations de maintenance (préventive et/ou corrective).

La gestion de la configuration des produits est l'ensemble des activités liées avec l'identification des points de configuration sous contrôle avec sa documentation appropriée (Vierra & Moura, 1994). L'importance d'une telle gestion répond à une nécessité de l'intégrer dans la phase d'utilisation de produits et en particulier leur maintenance.

La gestion de la configuration de produits est, donc, une application de méthodes techniques et administratives pour (Vierra & Moura, 1994) :

- connaître la configuration de produits par la définition de ces derniers, l'identification de leurs constituants et la définition de la configuration de référence,
- maîtriser cette configuration en traitant toutes les informations utiles,
- contrôler la configuration des produits par des revues formelles de configuration qui assurent leurs conformités en respectant le principe « les

éléments simples constitutifs d'un produit doivent donner un produit final parfaitement intégré et opérationnel ».

L'un des problèmes cruciaux de la gestion de la configuration de produits est bien celui de la gestion d'approvisionnement des produits en pièces de rechange. Souvent ces pièces sont non conformes à la configuration initiale où certains paramètres de performance de produits ne sont pas respectés (qualité des pièces de rechange, en particulier). Ces pièces de rechange causent des préjudices aux utilisateurs de produits et leurs intégrations se traduisent par l'insatisfaction de ces utilisateurs et par une dégradation des performances globales de produits.

En Algérie, les problèmes des pièces de rechanges résident dans (Ahlem, 2006) :

- le non respect des normes nationales en qualité et sécurité des produits,
- la fraude et la contrefaçon,
- l'indisponibilité,
- le manque ou la défaillance de contrôle et régulation,
- le taux d'importation dont le coût est élevé à 3,5 milliards de dollars par an.

En ce qui concerne la contrefaçon par exemple, cette dernière a vu le jour en Algérie à la suite de l'ouverture du marché extérieur au secteur privé. A partir de 1995, les opérateurs importaient des pièces parfois de qualité, mais le professionnalisme manquait. Ces nouveaux importateurs se rabattent forcément sur des pays où la pièce est contrefaite tels que ceux du sud-est asiatique notamment la chine, ... etc. Parfois, la pièce de rechange contrefaite est importée des pays européens (khris, 2005).

C'est vers les années 1998 et 2000 qu'on a commencé à parler de contrefaçon dans le domaine de la pièce de rechange en Algérie. Le fléau a été constaté par les professionnels qui importaient des produits de qualité, autrement dit d'origine. Ils se sont rendus compte que les pièces qu'ils commercialisaient sur le marché national ont été vendues moins cher. D'apparence, il s'agit du même produit, mais les prix pratiqués sont plus bas par rapport à ceux des importateurs professionnels. Après vérification, ils ont pu constater que ces produits sont faux (khris, 2005).

Or, il se trouve que certains produits peuvent porter atteinte à la sécurité voire mettre en danger le consommateur. Nous citons à titre d'exemple, la pièce de rechange automobile qui est comme un produit alimentaire, si elle est contrefaite, elle peut tuer. Abstraction faite des éléments accessoires, certaines pièces (telles que les freins, les amortisseurs, ...) peuvent provoquer des accidents mortels. Le danger est d'autant plus grand puisque le consommateur n'est pas informé ou coopère et achète l'existence de produits contrefaits en Algérie.

Il y a, également, le problème des conséquences de la concurrence déloyale des produits contrefaits du point de vue prix et paiement des taxes. La logique voudrait que toute pièce de rechange, qui n'est pas normalisée, testée et agréée par le fabricant ne doit aucunement être introduite en Algérie. La réalité du terrain est malheureusement toute autre.

L'une des raisons de l'apparition de ce phénomène a essentiellement trait à l'érosion du pouvoir d'achat du citoyen. L'Algérie est paradoxalement passée d'un marché de qualité à un marché de prix.

Les pièces de rechange en Algérie, ne répondent pas aux règles des cahiers des charges très strictes du constructeur. Ainsi, l'Etat algérien doit faire le ménage au

niveau du marché en instaurant des procédures administratives les plus fines possibles. La défaillance de contrôle est à l'origine de ce fléau.

III.3.2.2- A propos de la durabilité des produits

D'après la norme X50-500, la durabilité des produits reflète la durée d'usage pour les utilisateurs potentiels de produits. Sa valeur est directement liée aux résultats de fiabilité et de maintenance (Boitel & Hazard, 1987).

D'un point de vue de maintenance, la durabilité est la durée probable durant laquelle il faudra faire face au besoin technique d'entretien et de remise en bon état. C'est une donnée essentielle permettant l'organisation rationnelle de la maintenance. Elle s'exprimera en durée de vie utile de produits et s'évaluera à partir des données prévisionnelles des coûts. Car, la mise en retrait d'un produit peut être choisie à partir des coûts de maintenance : le retrait d'un produit sera justifiée dès que les frais de maintenance deviennent prohibitifs (figure III.14).

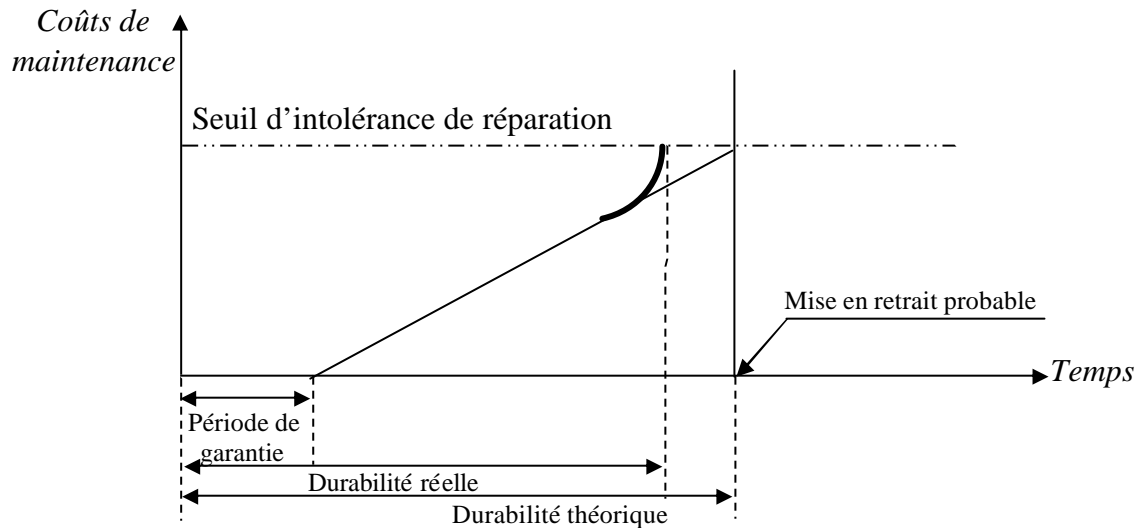


Figure III.14 : Durabilité de produits

Cette figure montre qu'après la période de garantie, les coûts de maintenance (essentiellement, les coûts cumulés) évoluent suivant une fonction linéaire (cette évolution traduit la durabilité théorique fixée lors de la conception de produits). Par contre, si les coûts de maintenance croissent plus vite, on met en évidence la durabilité réelle (ou opérationnelle).

Remarquons que la durabilité réelle est inférieure à la durabilité théorique. La différence entre ces deux grandeurs, qu'est qualifiée de *durabilité résiduelle*, est due aux conditions d'utilisation des produits mais également à leurs conceptions.

D'où l'utilité d'une conception de produits orientée vers la gestion de cette durabilité : réduction de l'écart entre les valeurs des durabilités théorique et opérationnelle dans le sens de la maximisation de la valeur de la durabilité opérationnelle : Conception de produits orientée vers la gestion de leur durabilité ? une durabilité résiduelle négligeable.

Par ailleurs, l'évaluation de la durabilité réelle d'un produit permet d'enrichir, par retour d'expérience, la maîtrise de la conception de produits. Elle contribue de ce fait à la *re-conception* de produits.

Pour rappel, l'évaluation de la durabilité de produits s'effectue suivant trois visions : économique, empirique et d'optimisation.

La vision économique a pour but d'évaluer la *durabilité économique* en se basant sur la notion des coûts. Deux types de coûts sont d'usage courant (Boitel & Hazard, 1987) : coût cumulé de maintenance et coût annuel de maintenance. En effet, le retrait de certains produits (irréparables ou difficilement réparables) débute dès que leurs coûts cumulés de maintenance dépassent les 50 % de leurs valeurs d'achats. Par contre, pour les produits réparables et où les pièces de rechange sont disponibles, le retrait de produit devient envisageable dès que leurs coûts annuels de maintenance dépassent la valeur résiduelle d'échange (Boitel & Hazard, 1987).

La vision empirique consiste à pondérer *le critère de durabilité* de certains produits qu'est le rapport entre le coût moyen annuel de maintenance sur la valeur d'achat du produit.

Enfin, la vision d'optimisation consiste à prouver que toute action de maintenance est inutile. En d'autres termes, cela revient à prouver que toute politique de maintenance n'est plus performante. Suivant cette vision, l'évaluation de la durabilité de produits s'effectue *indirectement* par le biais de la performance des politiques de maintenance et tout le travail consiste, donc, en une *optimisation* de toute politique de maintenance. Dans ce contexte, une politique de maintenance est dite optimale si elle optimise un de ses critères de maintenance (par exemple : la minimisation des coûts de maintenance ou la maximisation de la disponibilité des produits).

Signalons, par ailleurs, qu'il n'est pas toujours évident de déterminer une politique optimale de maintenance. Pour cette raison, les chercheurs définissent une classe de stratégie de maintenance et déterminent la stratégie optimale dans cette classe. Dans ce contexte et depuis les années quarante, plusieurs politiques de maintenance ont été développées, et nombreuses sont les revues de la littérature qui résument et regroupent ces politiques en différentes classes (Mc Call, 1965), (Pierskalla & Voelker, 1976), (Sherif & Smith, 1981), (Florts & Feldman, 1989), (Wang, 2002), (Bris & al., 2003), (Nourelfath & Dutuit, 2004), (Fleurquin & al., 2006) et (Boschian & al., 2006).

De toute façon, l'optimisation d'une politique de réparation permet de gérer la maintenance des produits. Cette gestion est renforcée, davantage, lorsque la conception des produits intègre les politiques de maintenance.

Pour récapituler, la gestion de la durabilité d'un produit s'effectue par maximisation de sa durabilité réelle et la maîtrise de cette gestion permet de retarder, le plus possible, la phase de retrait de produits.

III.3.3- Intégration des exigences spécifiques à la phase « retrait de produits » dès la phase de leur conception

III.3.3.1- Caractérisation de la phase retrait de produits

La phase «retrait de produits », connue également sous l'appellation Produits en Fin de Vie (PFV), marque le début de la valorisation de produits en fin de vie dont la finalité est d'aboutir au démontage ou au broyage de PFV.

Le démontage (ou le désassemblage) est une récupération sélective des pièces et matériaux du PFV (c'est-à-dire, lors d'un désassemblage, on vise la séparation des matériaux et l'extraction de certains éléments polluants).

Le démontage est, la plupart du temps, réalisé manuellement. L'outillage utilisé est généralement classique, mais certaines opérations peuvent requérir un outillage spécifique. Ces opérations nécessitent peu de qualification.

Des développements de cellules de démontage automatisé de produits sont également en cours en Europe, incluant par exemple les travaux de recherche de D. Chevron (Chevron, 1999) et de G. Eckerth (Eckert, 2001). Les cellules de démontage automatisé de composants spécifiques, tels que les composants de cartes électroniques font également l'objet de recherches et développements industriels (Knoth, 2000) et (Kopacek, 1999). Ces travaux n'offrent généralement que peu de flexibilité sur la nature et la géométrie des produits à démonter, ce qui explique les faibles déploiements industriels.

Citons enfin, et à titre de rappel, d'autres travaux de recherches concernant le démontage actif de produits sur la base d'utilisation de matériaux à mémoire de forme (Chiodo, 1998) et (Chiodo, 1999).

Plus que toute autre étape de valorisation, le démontage manuel d'un produit complexe en fin de vie est extrêmement difficile à modéliser pour deux principales raisons (Mathieux, 2002) : d'abord, le démontage d'un produit est une succession d'opérations unitaires (dévissage, déclipage, manipulation de pièces, ...) réalisées selon les gammes diverses et puis, le démontage est hautement fluctuant avec le temps (les gammes de démontage sont pleinement dépendantes des cours économiques des sortants principaux).

Partant de ce constat, nous avons jugé utile de nous limiter dans la suite de ce paragraphe au démontage manuel des produits.

III.3.3.2- Objectifs du démontage manuel de produits

Le démontage manuel des PFV vise la séparation des produits pièces, de sorte que certaines pièces dites «polluantes», soient traitées conformément à la réglementation en vigueur²⁷, et que les autres sortants respectent les conditions d'entrée des filières de valorisation en aval.

Afin d'être démonté manuellement, un PFV ne doit pas présenter un caractère dangereux pour l'opérateur. Toute opération de démontage devant mener à la manipulation d'une pièce dangereuse ne peut pas être réalisée par un démontage manuel.

III.3.3.3- Nécessité d'une modélisation du démontage manuel de produits

La maîtrise de la complexité du démontage manuel n'est possible que par une modélisation de cette procédure.

²⁷ En Europe, c'est le cas de la Directive Européenne sur les Produits Electriques et Electroniques en Fin de Vie (DEPEEFV).

Afin d'illustrer l'intérêt que présente la modélisation de la procédure de démontage manuel des produits, nous présentons ci-après le modèle proposé par F. Mathieux (Mathieux, 2002).

A- Modèle de Mathieux pour le démontage manuel de produits

Le modèle de Mathieux est basé sur le principe suivant (Mathieux, 2002) : soit P un produit composé de N pièces destinées à des étapes de valorisation en aval distinctes. L'étape de démontage transforme P en $(N+1)$ mélanges P_i qui sont orientés vers $(N+1)$ destinations différentes, dont une est l'élimination. La structure de chacune des pièces des mélanges est conservée. La gamme de démontage est déterminée par les conditions d'entrée et les performances des filières de valorisation en aval.

La transformation est représentée sur la figure III.15.

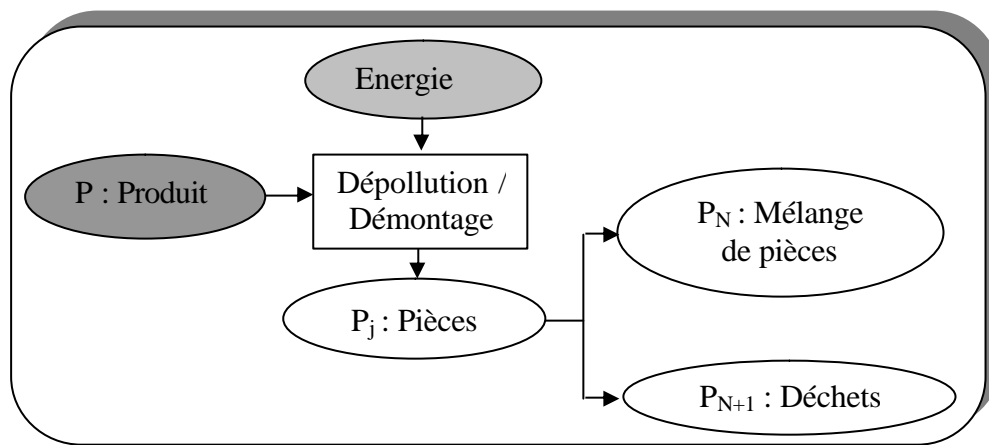


Figure III.15 : Procédure de transformation d'un produit en pièces au cours d'un procédé de démontage manuel (Mathieux, 2002)

Les principaux sortants orientés vers l'élimination sont ceux pour lesquels aucun procédé de valorisation en aval n'est applicable à un coût supportable par le dernier détenteur.

Donc, le démontage manuel de PFV a pour objet d'aboutir à deux classes de produits : pièces (matériaux) réutilisables ou recyclables et pièces mises en décharge.

Evidemment, lors de l'opération de démontage, le critère de recyclabilité économique est prépondérant : les performances du procédé vis-à-vis de ce critère, en particulier, liées aux coûts de mise en œuvre, fonctions du temps de démontage et du coût de main d'œuvre. A chaque opération unitaire de démontage est alloué un temps de démontage générique, propre au type de liaison et au nombre de fixations constituant la liaison. A titre d'illustration, le tableau ci-dessous résume les temps de démontage alloués à plusieurs opérations unitaires de démontage. Ces temps ont été établis lors d'expériences de démontage de produits menés à l'ENSAM Chambéry²⁸ et sont cohérents avec les données d'autres sources, notamment avec celles de C. Boks (Boks, 2002).

²⁸ ENSAM : Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (France).

<i>Opérations unitaires</i>	<i>Manipulation d'un élément</i>	<i>Dévisage</i>	<i>Déclipsage</i>	<i>Destruction d'une liaison collée</i>
Temps pour chaque opération	3s par élément manipulé	3s par vis	1,5s par clips	Variable

Tableau III.15 : Temps alloués à quelques opérations de démontage (Mathieux, 2002)

Souvent, une opération de démontage est effectuée pour extraire une pièce *problématique*, qui est donc entièrement responsable de l'opération et il convient d'établir des règles d'allocation du temps (donc du coût) du démontage aux sortants générés. La règle suivante d'allocation est adoptée dans le modèle de F. Mathieux (Mathieux, 2002) :

Si le démontage d'un produit génère un sortant présentant un caractère « polluant », alors le temps de démontage est alloué à ce seul produit. Par contre, si le procédé de démontage génère plusieurs sortants avec ou sans la présence de ce caractère, alors le temps de démontage est alloué à chacun de ces sortants.

B – Discussions du modèle Mathieux relatif au démontage manuel des produits

L'examen du modèle ci-dessus mérite de soulever les remarques suivantes :

- notons, d'abord, que les enseignements du modèle de démontage présenté ci-dessus concernent le démontage qu'est l'aptitude d'un produit à être démonté,
- signalons, également que dans ce modèle, la règle d'allocation utilisée est basée sur la notion temps de démontage du produit qu'est l'indice de l'indicateur coût de démontage. L'auteur de ce modèle rappelle qu'une règle similaire d'allocation de l'impact environnemental de la procédure de démontage aux sortants principaux est également adoptée,
- la règle d'allocation utilisée dans ce modèle est applicable aux différentes séquences possibles du démontage afin de retenir la séquence optimale (modèle minimal selon Mathieux) qui sert de base pour la re-conception de produits grâce à l'enrichissement par retour d'information des données de conception.

L'objectif final du modèle Mathieux est de fournir aux concepteurs des informations précieuses permettant l'intégration du démontage dans le processus de conception de produits. En d'autres termes, la modélisation du démontage des PFV permet la maîtrise de leur conception. Finalement, le modèle Mathieux est axé plus sur la classe de produits composée de pièces et matériaux réutilisables ou recyclables que sur les pièces polluantes destinées à la mise en décharge. Alors que, pour faire du démontage manuel de PFV l'étape fondamentale du processus de leur valorisation, il est primordial de prendre en considération lors de la modélisation du processus de démontage les deux principales classes de produits à savoir la classe de pièces réutilisables ou recyclables et la classe de pièces destinée à la mise en décharge.

Pour chacune de ces deux classes, nous devons fixer des objectifs bien déterminés. Ainsi, pour la première classe, l'objectif consiste à déterminer la séquence optimale permettant de sélectionner les pièces réutilisables et/ou recyclables. Par contre, pour la seconde classe, l'objectif consiste en une allocation des impacts environnementaux des pièces mises en décharge.

La prise en considération de ces deux objectifs lors de la phase de conception de produits permet, certainement, une meilleure maîtrise de cette conception ou plus exactement une meilleure intégration de la préoccupation environnementale dès la phase de conception de produits.

Afin d'illustrer nos propos, nous proposons, dans la section suivante, une formulation simple de ces deux objectifs.

C – Procédure de détermination de la séquence optimale permettant la sélection des pièces et matériaux réutilisables et/ou recyclables

La procédure que nous proposons, pour ce premier objectif, est composée des deux étapes explicitées ci-après.

C.1 – Liste des séquences de démontage à retenir

La première étape de cette procédure consiste en une énumération des séquences de sélection des pièces (et matériaux) récupérables. Pour cela, chaque séquence doit être caractérisée par les taux suivants :

$$\text{- Taux de Récupération: TR} = \frac{? \text{ masses des pièces récupérables}}{\text{Masse initiale du produit}} \quad [6]$$

$$\text{- Taux de Mise en Décharge : TMD} = \frac{? \text{ masses des pièces polluantes}}{\text{Masse initiale du produit}} \quad [7]$$

Ainsi, le Taux de Valorisation (TV) des PFV est, donc, la somme des taux de récupération et de mise en décharge : $TV = TR + TMD$.

Rappelons que la réglementation internationale exige un TV des PFV de 70% à 80% selon la catégorie de PFV avec un TR de 50% à 70%. La mise en œuvre de cette règle permet **d'éliminer les séquences de démontage** dont les pièces (et matériaux) récupérables ayant un taux $TR < 50\%$.

Les séquences retenues, ayant un $TR \geq 50\%$, sont ensuite classées provisoirement par ordre décroissant de leur taux TR.

C.2 – Classement définitif des séquences de démontage retenues

Afin d'affiner ce classement, nous devons prendre en considération d'autres critères permettant de caractériser la complexité du démontage ainsi que sa lourdeur. Pour chacun de ces deux critères, une liste d'indicateurs est établie (tableau III.16).

Critère	Indicateur	Appréciation			Score
		Faible	Moyen	Important	
Complexité de démontage	I ₁ = nb. de fixation				
	I ₂ = variété de fixation				
	I ₃ = facilité d'enlèvement de fixations				
Lourdeur de l'opération du démontage	I ₄ = nb. de pièces				
	I ₅ = danger associée à la sélection d'une pièce				
	I ₆ = utilisation d'outils spécifiques				
				Total	

Echelle d'appréciation : Faible = 3 ; Moyen = 2 ; Important = 1 ;

Tableau III.16 : Grille de classement des séquences de démontage de PFV

C.3 – Application à l'exemple de vieilles batteries de démarrage automobile

Rappelons que les vieilles batteries de démarrage automobiles (et autres engins) sont considérés comme des déchets spéciaux. Par conséquent, ils ne doivent pas être déposés n'importe où dans la nature surtout que des matériaux contenus dans ces batteries peuvent être réutilisés et/ou recyclés.

Les composants d'une vieille batterie de démarrage automobile sont : l'enveloppe de protection, les bouchons, les bornes (positive et négative), électrode positive (en dioxyde de plomb), électrode négative (en plomb), les séparateurs d'éléments et la solution d'électrolyte constituée d'acide sulfurique dilué.

Le fonctionnement d'une batterie se résume en une succession de cycles « charges – décharges » qui se traduisent par une consommation du plomb sous forme d'oxydation. D'où la production de déchet qui se caractérise visuellement par la formation du « sulfate de plomb ». Les composants de la batterie (plomb métal et acide sulfurique) se déstructurent pour se recombinaison et forment le sulfate de plomb en cristaux qui s'accumulent sur les plaques positives et négatives de la batterie en formant un isolant qui réduit considérablement les échanges électriques.

Pour remédier à cette anomalie, on procède à la régénération de la batterie qui triple la durée de vie d'une batterie. Sont exclus de cette régénération les batteries cassées, celles qui ont subi des courts-circuits ou celles qui ont déjà fait l'objet d'au moins deux régénérations.

Pour ces derniers cas, on procède à leur démontage manuel en vue de leur recyclage.

Les séquences de démontage manuel d'une batterie usée (en fin de vie) que nous avons retenues sont schématisées par la figure III.16.

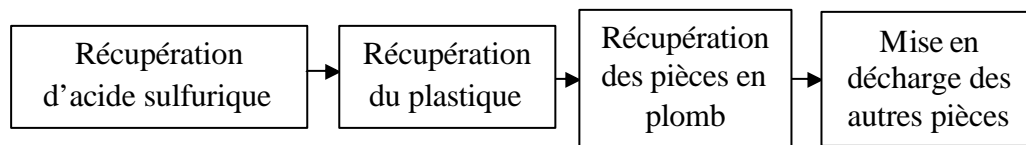


Figure III.16-a : Séquence linéaire (non destructive) de démontage manuel d'une batterie usée

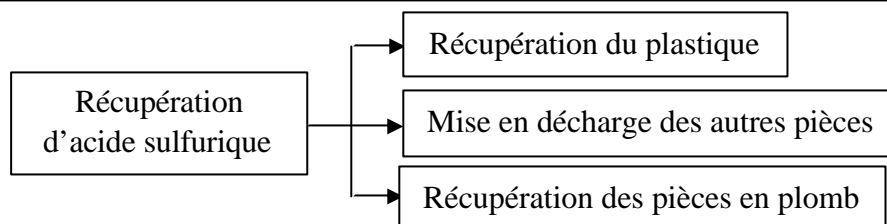


Figure III.16-b : Séquence non linéaire (destructive) de démontage manuel d'une batterie usée

Le calcul des taux de récupération pour ces deux séquences montre que ces taux (TR_{seq1} et TR_{seq2}) sont de l'ordre de 90% avec un avantage pour la première séquence ($TR_{\text{seq1}} > TR_{\text{seq2}}$). Donc, le classement provisoire des deux séquences est le suivant : {séquence 1 puis séquence 2}.

L'étape suivante consiste en une évaluation multicritère de ces deux séquences par l'utilisation de la grille du tableau III.17

Critère	Indicateur	Appréciation						Score	
		Faible		Moyen		Important		Séq.1	Séq.2
		Séq.1	Séq.2	Séq.1	Séq.2	Séq.1	Séq.2		
Complexité de démontage	I_1 = nb. de fixation			x	x			2	2
	I_2 = variété de fixation	x	x					3	3
	I_3 = facilité d'enlèvement de fixations	x					x	3	1
Lourdeur de l'opération du démontage	I_4 = nb. de pièces	x	x					3	3
	I_5 = danger associée à la sélection d'une pièce	x					x	3	1
	I_6 = utilisation d'outils spécifiques	x			x			3	2
Total								17	12

Echelle d'appréciation : Faible = 3 ; Moyen = 2 ; Important = 1 ;

Tableau III.17 : Evaluation multicritère des deux séquences de démontage d'une batterie usée

L'examen du tableau ci-dessus confirme l'avantage que présente la séquence linéaire non destructive pour le démontage manuel d'une batterie usée. Car cette séquence de démontage permet de récupérer facilement (comparativement à la seconde séquence) : les pièces de plomb qui seront refondues pour être utilisées pour la fabrication des batteries neuves, la matière plastique qui est parfois broyée pour être utilisée comme volume de charge pour les bâtiments et l'acide sulfurique qu'est réutilisé après filtrage et traitement spécifique dans le domaine de l'industrie chimique pour la fabrication de produit à lessive.

C.4 – Application à l'exemple du compteur à eau SNR 15²⁹

Le compteur d'eau froide SNR 15 fera l'objet d'une application du modèle de séquences proposé précédemment. Nous signalons qu'il s'agit de l'ancien produit de l'entreprise AMC- El Eulma (il y a près de 03 années, période où nous avons effectué nos travaux sur cette partie de la thèse).

C'est un compteur dynamique première prise à jets multiples, conçu pour montage en conduite horizontale. Il est muni d'une horlogerie noyée à cadran sec avec totalisation à rouleaux chiffrés. La plus petite quantité lisible sur ces derniers est de 100 litres, un disque indicateur qui permet en outre la lecture des unités. Sa capacité totale d'enregistrement est de 10.000m³. Le totaliseur à rouleaux chiffrés est logé sous vide, toute perturbation de lecture comme encrassement ou formation de buée est ainsi évitée (voir annexe 3). Les compteurs à eau, en fin de vie, sont des déchets recyclables par rapport aux principales matières dont ils sont composés (plastique et bronze). Pour cela, on procède à leur démontage manuel en vue de les recycler.

Les principaux sous-ensembles constituant le compteur d'eau froide SNR 15 sont les suivants : l'intérieur complet (constitué d'un corps en bronze alimentaire, d'un pignon, d'une bague, d'un rouleau chiffré (axe) et d'un entraîneur), la turbine, la minuterie (sous vide) et l'écrou de fermeture (couvercle en plastique alimentaire).

Les séquences de démontage manuel que nous avons retenues sont schématisées par la figure III.17 (a, b et c).

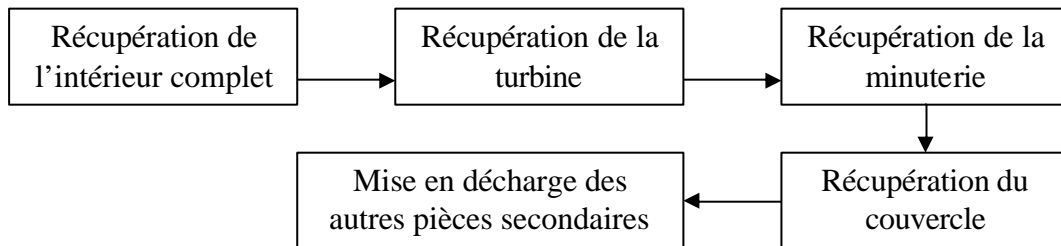


Figure III.17-a : Séquence 1 de démontage manuel d'un compteur à eau en fin de vie.

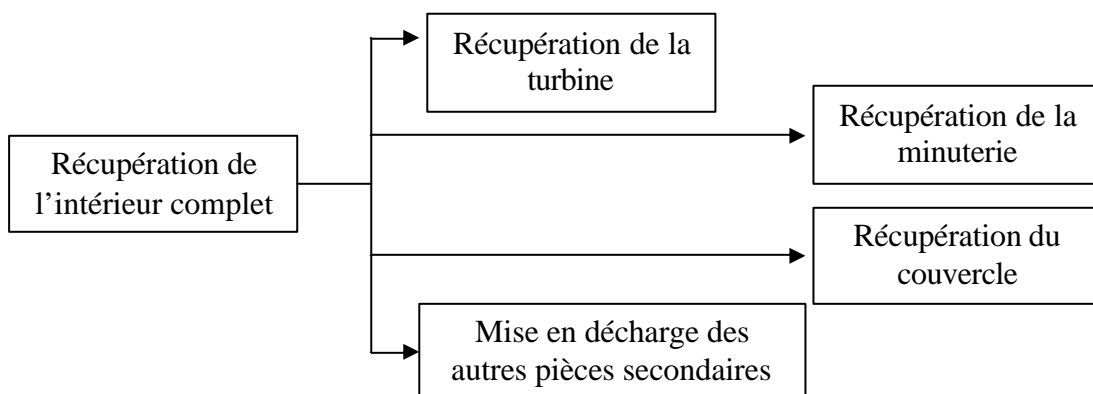


Figure III.17-b : Séquence 2) de démontage manuel d'un compteur à eau en fin de vie.

²⁹ Produit de l'AMC El Eulma (Entreprise Nationale d'Appareils de Mesure et de Contrôle) (voir annexes).

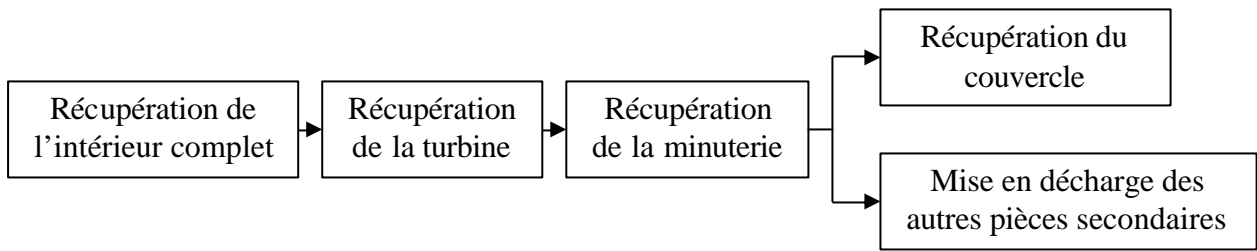


Figure III.17-c : Séquence 3 de démontage manuel d'un compteur à eau en fin de vie.

Le calcul des taux de récupération pour ces trois séquences montre que ces taux (TR_{seq1} , TR_{seq2} et TR_{seq3}) sont de l'ordre de 90% avec un avantage pour la première séquence ($TR_{seq1} > TR_{seq3} > TR_{seq2}$). Donc, le classement provisoire des trois séquences est le suivant : {séquence 1 puis séquence 3 puis séquence 2}.

L'étape suivante consiste en une évaluation multicritère de ces trois séquences par l'utilisation de la grille du tableau III.18

Critère	Indicateur	Appréciation									Score		
		Faible			Moyen			Important			Séq 1	Séq 2	Séq 3
		Séq 1	Séq 2	Séq 3	Séq 1	Séq 2	Séq 3	Séq 1	Séq 2	Séq 3			
Complexité de démontage	I_1 = nb. de fixation							x	x	x	1	1	1
	I_2 = variété de fixation							x	x	x	1	1	1
	I_3 = facilité d'enlèvement de fixations	x							x		3	1	2
Lourdeur de l'opération du démontage	I_4 = nb. de pièces							x	x	x	1	1	1
	I_5 = danger associée à la sélection d'une pièce	x									3	1	2
	I_6 = utilisation d'outils spécifiques	x					x	x			3	2	2
<i>Total</i>											12	07	09

Echelle d'appréciation : Faible = 3 ; Moyen = 2 ; Important = 1 ;

Tableau III.18 : Evaluation multicritère des trois séquences de démontage d'un compteur à eau en fin de vie

L'examen du tableau ci-dessus confirme, également, l'avantage que présente la séquence linéaire non destructive pour le démontage manuel d'un compteur à eau en fin de vie. Car cette séquence de démontage permet de récupérer facilement (comparativement à la seconde et à la troisième séquence) les pièces en bronze et en

plastique qui seront refondues pour être recyclées, sur place (au niveau de l'entreprise en question), pour la fabrication de compteurs neufs.

D – Procédure d'allocation des impacts environnementaux

Signalons, auparavant, que cette procédure d'allocation des impacts environnementaux sur les pièces destinées à mises en décharge est identique à celle utilisée en fiabilité des systèmes dont l'objectif est d'aider les concepteurs à améliorer la conception de produits.

Son principe est le suivant : considérons un produit en début de phase de retrait, **P_R**, pour lequel on s'intéresse à la classe de pièces destinées à la mise en décharge. L'impact causé à l'environnement est chiffré à **I**. De plus, la valorisation de ces pièces (réutilisation et/ou recyclage) n'est plus possible soit pour des raisons techniques ou bien pour des raisons économiques (TR < 50%).

Ces pièces sont en nombre de **m**. Dans ces conditions, l'impact environnemental du produit **I** s'exprime en fonction des impacts environnementaux de ses pièces polluantes :

$$I = f(I_1, I_2, \dots, I_m) \quad [8]$$

Si l'on désire valoriser cette classe d'un produit afin de diminuer l'impact environnemental **I**, on doit fixer un nouveau environnemental³⁰ **I*** de sorte que : **I* < I**.

Pour atteindre cet objectif, il faudra que les impacts associés aux pièces *destinées à la mise en décharge* ($I_1^*, I_2^*, \dots, I_m^*$) satisfassent l'inéquation suivante :

$$f(I_1^*, I_2^*, \dots, I_m^*) \leq I^* \quad [9]$$

Pour répartir le nouveau impact environnemental **I*** sur les pièces destinées à la mise en décharge P_i^* ($i = 1 \dots m$), on procède à la *pondération* de ces pièces de sorte à ce que chaque poids, w_i , traduise l'importance de la pièce p_i dans le PFV :

$$w_i = I_i / I \quad [10]$$

Puis, à partir de l'impact environnemental seuil **I*** qui caractérise le produit valorisable, on effectue sa répartition entre les différentes pièces propres, P_i^* , proportionnellement à leurs poids w_i :

$$I_i^* = w_i I^* \quad [11]$$

La procédure d'allocation de l'impact environnemental sur un produit non réutilisable (ou recyclable) présentée ci-dessus a le mérite d'agir sur la classe composée de pièces destinées à la mise en décharge. L'action consiste à revoir la nature et la composition de ces pièces dès la phase de la conception des produits.

E – Bilan provisoire des deux propositions explicitées ci-dessus

Les deux propositions présentées ci-dessus consistent à étudier la faisabilité de la procédure de démontage des produits en s'appuyant sur une modélisation plus fine du

³⁰ Cet impact environnemental est en réalité le seuil que l'on tolère à ce produit qui porte le label produit écologique (c'est-à-dire caractérisé par un TR ? 50%).

démontage de produit, sur l'appréciation de l'aptitude d'une pièce à être démontée et sur la détermination de gammes (ou séquences) optimales de démontage.

Dans le cas où cette procédure de démontage s'avère impossible ou non rentable, l'action est, alors, orientée vers l'allocation des impacts environnementaux qu'il faut maîtriser afin de rendre le produit plus écologique.

Nous souhaitons que nos modestes propositions constituent le point de départ pour le développement d'une méthodologie d'évaluation du démontage de produits, s'appuyant notamment sur une modélisation plus fine et sur des échelles d'appréciation plus appropriées.

Conclusion

La genèse du produit est à la charge de l'entreprise, sa vie sur le marché est à celle de l'utilisateur, enfin son élimination est aujourd'hui de la responsabilité de tous, en particulier de l'entreprise.

La conception de produits est une étape importante car c'est elle qui donne naissance aux produits, de façon à ce qu'ils puissent devenir une réalité physique et être conforme aux souhaits exprimés. L'intérêt de celle-ci est qu'elle dépende des phases recherche & développement et l'analyse des besoins.

Le besoin peut ne pas être totalement satisfait par le produit livré où le besoin peut évoluer ; il est alors nécessaire d'apporter des modifications et donc de réitérer le processus. Mieux encore, la conception conditionne la suite des étapes du cycle de vie du produit vu que si cette dernière est bien réalisée, les retombées en seraient très positives en retardant la phase de déclinaison des produits par allongement de tout le cycle de vie des produits.

C'est dans ce contexte, que nous avons tenté de mettre en exergue les intérêts d'une conception intégrée de produits.

Chapitre IV

Eco-conception dans les entreprises industrielles : proposition méthodologique

Eco-conception dans les entreprises industrielles : proposition méthodologique

Introduction

L'éco-conception est, depuis peu, une nouvelle problématique, que l'entreprise pourrait bien prendre en compte pour en tirer, à terme, un avantage concurrentiel. C'est concevoir des produits en ayant considéré, dès leur phase de conception, tous les impacts qu'ils peuvent engendrer sur l'environnement pendant leur cycle de vie (Millet, 1995), (Ehrenfeld, 1997), (Kaila & Hyvarinen, 1998), (Janin, 2000) et (Mathieux, 2002).

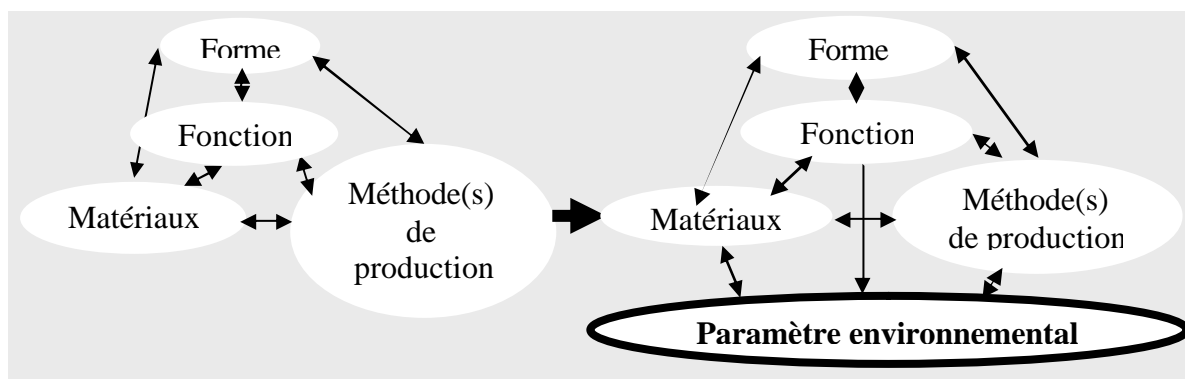
L'objectif de ce chapitre est de mieux cerner ce que recouvre en fait le terme d'éco-conception (ou conception respectueuse de l'environnement), traduit de l'anglicisme *Ecodesign* et de proposer un processus de conception orienté vers l'éco-conception.

IV.1- A propos de l'éco-conception de produits

Une conception dite "respectueuse de l'environnement" nécessite de prendre en compte une nouvelle contrainte : l'environnement, dans le processus de développement des produits.

D'après les travaux de Holloway (Holloway & al., 1994), qui cite K. Jakobsen (Jakobsen, 1987), il apparaît que l'harmonie idéale d'un produit réside dans la prise en compte du choix des matériaux et des méthodes de production avant même de déterminer la forme finale du produit. Selon l'auteur, ceci conduit à la conclusion que c'est à ce niveau de la conception que l'introduction des préoccupations d'environnement peut aussi se faire.

Dans la figure IV.1, qui illustre l'évolution du modèle classique de conception de Jakobsen vers un modèle d'éco-conception, on peut remarquer des processus cycliques, où les exigences en terme de fonctions, matériaux, méthode(s) de production, forme et environnement interagissent les uns avec les autres jusqu'à l'obtention d'une solution de conception ou d'éco-conception satisfaisante.



(a) : modèle classique de Jakobsen

(b) : Modèle d'éco-conception

Figure IV.1 : Evolution des modèles de conception d'après (Holloway & al., 1994)

De même, la prise en compte de l'environnement dans un métier comme la conception implique des connaissances nouvelles à acquérir, car les équipes de travail ont parfois du mal à se saisir. Elle est de surcroît vécue comme une contrainte difficile à cerner car transversale sur de nombreux métiers « l'environnement est partout ». Par ailleurs, certains objectifs fixés aux équipes (pourcentage de diminution de la consommation énergétique du produit, pourcentage d'accroissement du taux de recyclabilité du produit, ...), dans le cadre d'une stratégie particulière d'entreprise ou d'une réglementation, par exemple, peuvent paraître totalement irréalisables si l'on ne sait de quoi l'on parle et comment l'on s'organise pour satisfaire à ces exigences.

"Comprendre" et "s'organiser", sont donc les deux thèmes qui méritent d'être détaillés dans cette section à la lumière d'un certain nombre de travaux internationaux réalisés depuis le milieu des années 90. Dans ce contexte, l'accent sera, particulièrement, porté sur les grandes lignes d'un projet d'éco-conception et sur ce qui pourra concourir à sa réussite mais aussi son échec.

IV.1.1- Les différentes visions et approches de l'éco-conception

L'éco-conception correspond, en fait, à une abréviation de l'expression "conception écologique". C'est un moyen de concevoir des produits en prenant en compte les aspects environnementaux. Mais nombre de nuances et de terminologies existent. Ainsi, nous allons essayer de faire toute la lumière sur ces diverses visions et approches.

IV.1.1.1- Les différentes visions de l'éco-conception

Conny Bakker, dans sa thèse intitulée "Environmental information for industrial designers" (Bakker, 1995) propose, en fait, deux définitions de l'éco-conception, définitions faisant appel à des visions différentes de la production industrielle. L'une axée sur l'amélioration technologique des produits pour les rendre plus respectueux de l'environnement et la seconde sur l'amélioration même du mode de vie en concevant des produits dans un objectif de développement durable.

L'éco-conception est tout d'abord vue comme l'intégration du paramètre environnement dans le processus de développement de produits. L'objet d'une telle démarche est la réduction des impacts d'un produit sur l'environnement tout au long de son cycle de vie depuis l'extraction de ses matériaux constitutifs jusqu'à son élimination en fin de vie. Le concept de base d'une telle définition est le modèle du cycle de vie où tous les entrants (matériaux et énergie) et sortants (émissions polluantes et déchets) des processus utilisés en phases de fabrication, distribution, utilisation et élimination, sont identifiés et pris en compte.

Dans un contexte de production industrielle, sans cesse accrue, on qualifiera cette approche de technologique, puisque les critères considérés sont purement techniques (choix des matériaux, durabilité du produit, consommation d'énergie,...). On ne cherche pas à diminuer la quantité de produits fabriqués mais à rendre cette production la plus inoffensive possible vis-à-vis de l'environnement. Dans ce cas, on essaye de concevoir des produits moins énergétivores, contenant moins de matériaux toxiques susceptibles de représenter un danger pour son utilisateur, plus facilement réparables de manière à accroître leur durée de vie, ...

Une seconde vision sera qualifiée de plus globale dans le sens où l'accent n'est plus porté sur l'amélioration technologique des produits pour les rendre plus respectueux de la nature qui les entoure, mais sur le développement de nouveaux produits, nouveaux services permettant de vivre en totale harmonie avec la nature et en assurant un mode de vie plus durable.

Une telle vision est davantage axée sur des préoccupations d'ordre socioculturel dont le respect de la terre et de ses ressources naturelles épuisables, l'équilibre des richesses,... etc. Il ne s'agit plus de produire pour produire, même si l'on respecte la nature, mais de produire intelligemment en éliminant ce qui peut l'être (l'inutile et le superflu). On en vient dans ce cas à la remise en cause même des produits. Cela consiste à repenser leur fonctionnalité pour concevoir des produits rentables, où le rapport fonctions / coûts est le plus grand possible et les fonctions inutiles, parfois sources de désutilités environnementales, éliminées.

C. Bakker cite Ezion Manzini lorsqu'il définit cette approche de l'éco-conception comme "une activité de conception dont l'objectif est de lier ce qui est techniquement possible à ce qui est écologiquement nécessaire afin de proposer des solutions acceptables socialement et culturellement" (Manzini, 1991).

Sur la base de ce qui précède, nous avons donc deux manières de présenter l'éco-conception mais ce vocable recouvre, en fait, plus de deux acceptions différentes, fonction des échelles temporelles et environnementales mises en jeu. Cette variété rendant difficile les comparaisons des nombreux travaux entrepris sur le sujet, nous allons essayer d'appréhender les différentes approches afin de mieux situer le niveau de notre étude.

IV.1.1.2- Les diverses approches de l'éco-conception

Les recherches d'une équipe américaine du Georgia Institute of Technology (Coulter & al., 1995) ont permis d'identifier et de classer pas moins de cinq types d'approches différentes de réduction des impacts environnementaux des produits, en fonction d'une part du type d'impact pris en compte et d'autre part de l'échelle de temps considérée.

Ainsi, on peut distinguer (Bras, 1997) : l'ingénierie de l'environnement, la prévention de pollution, la conception respectueuse de l'environnement (ou conception pour l'environnement), l'écologie industrielle et le développement durable (ou soutenable).

A- L'Ingénierie Environnementale

L'Ingénierie Environnementale va concerner : le management et le contrôle de polluants dans les eaux, les rejets atmosphériques, les déchets solides. Dans le contexte de production industrielle, cette terminologie recouvre les traitements dits "end of pipe". Elle va consister à minimiser les impacts environnementaux engendrés lors de la fabrication des produits. D'autres emploient le terme de "environmental design" traduit improprement en français par "conception environnementale". Cette approche caractérise les premiers travaux des entreprises en matière d'environnement au cours des années 70. Elle s'est principalement démocratisée dans les années 80.

B- La prévention de pollution

La Prévention de pollution, considérée comme une alternative essentielle aux traitements end of pipe (ou ex-post), fut introduite vers la fin des années 70 aux Etats-Unis, par des entreprises pionnières comme 3M avec son programme 3P ("Pollution Prévention Pays", (Millet & al., 2001), et ce à la suite de réglementations de plus en plus drastiques sur les déchets. Elle se développa dans les années 80 et fit apparition en Europe dans les années 90. Elle regroupe toute une série d'approches dont la réduction à la source (moins de production de déchets) et le recyclage en boucle ouverte (recyclage des matériaux ou composants pour utilisation dans un produit différent) ou fermée (recyclage des matériaux ou composants pour une utilisation dans un même produit) en cours de production. L'objectif est donc d'éliminer tout type de pollution par des équipements ou des procédés de fabrication,... en re-concevant les produits pour substituer des matériaux, modifier certaines technologies, éliminer des étapes polluantes inutiles, ...

A l'instar de l'ingénierie environnementale, cette approche est toujours focalisée sur l'étape de fabrication des produits.

C- La conception respectueuse de l'environnement

Signalons que cette catégorie est désignée par plusieurs termes anglo-saxons très répandus dans la littérature spécialisée dans le domaine environnemental (Janin, 2000) : Design for the Environment (DFE), Environmentaly Conscious Design and Manufacturing (ECDM) ou encore Life Cycle Design (LCD), Les propos qui suivent vont définir chacune de ces terminologies.

Ces terminologies concernent le cycle de vie complet d'un produit, en incluant non seulement les impacts environnementaux potentiels de sa fabrication, mais aussi ceux de son utilisation et de son élimination en fin de vie. Elles désignent une approche de conception plus globale développée récemment et plus particulièrement à partir de 1993 (Janin, 2000).

Dans la littérature, il est très courant de les désigner par des sigles explicités ci-après et où les acceptions sont assez proches et souvent indifféremment utilisées.

C.1- L'ECDM

L'ECDM (Environmentaly Conscious Design and Manufacturing) est l'approche la plus récente en matière de conception respectueuse de l'environnement. Elle recouvre à la fois la conception de produits et celle de process. L'idée générale est que les concepteurs sont conscients dans leur tâche qu'il y aura fatalement des effets environnementaux négatifs sur l'ensemble du cycle de vie du produit et essayent d'inclure certaines contraintes dans leurs réflexions pour pallier ces effets.

C.2- Le DFE

Le *DFE* (Design for the Environment) est un concept où le critère environnement est partie intégrante de la conception d'un produit au même titre que le coût, la qualité ou la performance. Il est issu de la volonté de certains industriels de fixer aux concepteurs des objectifs environnementaux spécifiques à intégrer dans le développement de nouveaux produits. Pour Coulter (Coulter & al., 1995), d'un point de vue sémantique la conception pour l'environnement est un non-sens puisqu'elle devrait

signifier "zéro impact" en ne concevant donc rien! Il s'agit en fait de prendre en compte les contraintes d'environnement dès la conception et d'avoir une démarche de progrès pour diminuer les nuisances de manière continue (notion d'amélioration continue de la norme ISO 14001).

Le *DFE* fait partie des méthodes de conception dites DFX (Bralla, 1996) au même titre que *Design for Manufacturing*, *Design for Serviceability*, *Design for Safety*, *Design for Quality*, ...

C.3- Le Life Cycle Design

Le *Life Cycle Design* (Mc Aloone & Holloway, 1995) est décrit comme une approche cycle de vie systématique, du berceau à la tombe, avec l'objectif de donner un profil environnemental d'un produit ou service le plus complet possible. L'argumentaire est que la prise en compte du cycle de vie complet va aider le concepteur à développer des produits dont l'essentiel des impacts environnementaux potentiels auront été identifiés et minimisés, et non simplement déplacés comme dans le cas de l'ingénierie environnementale ou la prévention de la pollution qui sont focalisées uniquement sur la fabrication. Car, il se peut qu'une réduction de production de déchets au cours de cette phase puisse engendrer un fort accroissement de déchets en fin de vie et ce par le simple fait d'avoir modifié un procédé de mise en forme ou un matériau.

Cette approche, avant tout largement défendue par les américains, a été reprise en Europe, et notamment au Danemark, où on la présente comme le fondement même d'une production durable (Alting & Jorgensen, 1993). Elle nécessite des connaissances multidisciplinaires et une vision à long terme.

C.4- Autres sigles

Sont encore inclus dans cette approche plusieurs types de conception où, pour chacun, le critère environnement a été pris en compte dans un but bien précis (Sweatman & Simon, 1996) :

- *Design for Energy Efficiency* ou conception d'un produit peu énergétivore,
- *Design for Recovery* qui signifie une conception permettant de faciliter la valorisation du produit en fin de vie,
- *Design for disassembly* qui traduit la conception facilitant le démontage du produit. Ce démontage pourra avoir plusieurs objectifs :
 - o *Disassembly for repair* en vue de faciliter la réparation du produit,
 - o *Disassembly for maintenance* en vue de faciliter sa maintenance en cours d'utilisation,
 - o *Disassembly for use* en vue de le réutiliser pour une seconde vie,
 - o *Disassembly for recycle* en vue de recycler ses matériaux constitutifs,
- *Design for Recycling* ou *Recyclability* qu'est une conception en vue de pouvoir recycler les matériaux du produit en fin de vie.

Ces diverses conceptions sont en fait chacune axée sur une phase du cycle de vie du produit ou l'une de ses caractéristiques. Elles nécessitent des connaissances d'un type bien particulier comme celles, par exemple, qui sont relatives au recyclage des matériaux.

Il est important de rappeler que les conclusions sur les résultats obtenus avec ce type d'approche doivent être formulées avec grande précaution car la focalisation sur un

critère ou une phase n'assure en rien que le produit sera respectueux de l'environnement sur l'ensemble de son cycle de vie. Il se peut par exemple que le produit soit facilement démontable et recyclable en fin de vie (approche DFD ou DFR) mais très énergétivore ou constitué de matériaux dangereux.

Les approches DFX sont, donc, complémentaires les unes des autres et le produit fabriqué sera le plus respectueux de son environnement si plusieurs critères et le cycle de vie complet du produit auraient été pris en compte en cours de conception.

D- L'écologie industrielle et le développement durable

L'Écologie Industrielle et le développement durable, enfin, dépassent quant à eux l'échelle du cycle de vie d'un seul produit en termes d'impact et de temps. On ne parle plus d'approches orientées produits mais orientées systèmes (Fox, 2006).

Le concept d'écologie industrielle constitue les bases d'une approche intégrée de la gestion des impacts environnementaux de l'emploi d'énergie et de matériaux dans un écosystème industriel (Froch & Gallopoulos, 1989).

Le développement durable est lui un concept environnemental plus global encore en terme d'échelle, où le contexte industriel se mêle à des approches culturelles et sociales. Une conception durable impose de prendre en compte le caractère renouvelable des ressources utilisées pour la production industrielle et afin que les populations actuelles puissent subvenir à leur besoin sans compromettre l'aptitude des générations futures à répondre aux leurs.

Nous trouverons dans cette catégorie toutes les études réalisées sur la notion de (Meijkamp, 1997) et (Ryan, 1992) :

- *durabilité des produits* ou produits de longue durée de vie ayant une grande valeur affective auprès des clients,
- *dématérialisation* où on ne vend plus un produit mais un service,
- *partage de l'utilisation de produits* et ce précisément dans un objectif d'économie de ressources. Les produits sont dans ce cas conçus pour être Multi-Utilisateurs et pour durer.

Un autre indicateur, qui mérite d'être rappelé en matière de développement durable, est celui de l'éco-efficacité (*ou l'Eco-efficiency*). C'est un indicateur du développement durable puisqu'il correspond à une mesure du degré de « soutenabilité » de la production (WBCSD, 1996) et (Simon & Sweatman, 1997).

Ce terme d'éco-efficacité a été introduit lors du « Sommet de la Terre » de Rio en 1992. Il désigne pour chaque entreprise un moyen de contribuer au développement durable et correspond à un certain taux de réduction des impacts environnementaux du cycle de vie d'un produit.

D'après le WBCSD³¹, l'objectif de l'éco-efficacité pour un produit est de maximiser sa valeur tout en minimisant les impacts environnementaux sur son cycle de vie complet (WBCSD, 1999). Son calcul s'effectue de la manière suivante (Janin, 2000) :

$$\text{Eco-efficacité} = \text{valeur du produit (ou du service)} / \text{impact environnemental}$$

³¹ World Business Council for Sustainable Development.

Où la valeur du produit est exprimée en fonction de sa masse, son volume ou le nombre de produits (services) fabriqués. Pour les impacts environnementaux, ils sont exprimés en termes de : consommation d'énergie, consommation de matière, consommation d'eau, émissions de gaz à effet de serre et émissions de substances détruisant la couche d'ozone.

Pour Manzini (Manzini, 1997), deux composantes sont essentielles pour évoquer l'éco-efficacité de la production : la technologie et la culture (comportement du client), composantes auxquelles M. Simon (Simon & Sweatman, 1999) a adjoint la troisième : la nature (non prise en compte ici : l'épuisement des ressources naturelles). Ces trois composantes peuvent être représentées selon trois axes orthogonaux (les axes du développement durable).

Le tableau suivant récapitule les différents types de produits fabriqués en fonction de composantes susnommées prises en compte.

	<i>Technologie</i>	<i>Culture</i>	<i>Nature</i>
<i>Produits « gris »</i>			
<i>Conception pour l'environnement</i>	x		
<i>Demande réduite de produit</i>		x	
<i>Produits biodégradables ou renouvelables</i>			x
<i>Produits - Services (dématérialisation)</i>	x	x	
<i>Ecologie industrielle</i>	x		x
<i>Développement durable</i>	x	x	x

Tableau IV.1 : L'industrie, les produits et les trois dimensions du développement durable (Simon & Sweatman, 1999)

E- Conclusion partielle sur les approches d'éco-conception

Une étude anglaise sur les stratégies d'entreprise en matière d'*Ecodesign* a permis d'élaborer une classification des approches industrielles, depuis la plus simple jusqu'à la plus élaborée (tableau suivant).

	<i>Type d'approche</i>	<i>Stratégie d'entreprise</i>	<i>Initiative hiérarchique</i>
<i>Approche Process</i>	Dépollution : approche en réponse à l'évolution de la réglementation (Clean up initiatives)	Résolution des problèmes environnementaux par des solutions dites "end of pipe". Les travaux sont concentrés sur les procédés de fabrication et les émissions de polluants. <i>Moteur</i> : La réglementation.	Descendante

	Economie domestique : approche orientée sur les ressources en matériaux et en énergie pour les économiser.	Mise en place de circuits de recyclage des déchets à tous les niveaux et d'équipements de production moins énergétivores, dans un objectif de faire des économies. Quelques initiatives d'organisation sont laissées au choix du personnel. <i>Moteurs</i> : La baisse des coûts et la pression du personnel.	Descendante & Ascendante
Approche Produit	<i>Conception verte</i> : approche de conception focalisée sur un critère environnemental. Modifications incrémentales du produit.	L'approche est focalisée sur un aspect environnemental du produit, sans forcément prendre en compte les impacts les plus significatifs. Cette approche est très opérationnelle. <i>Moteurs</i> : la réglementation, la pression du marché ou une initiative proactive personnelle d'un membre de l'équipe de conception	Ascendante
	<i>Eco-conception</i> : approche de conception prenant en compte l'ensemble des impacts environnementaux d'un produit sur son cycle de vie complet	Approche stratégique en considérant tous les niveaux de l'entreprise. Tous les impacts environnementaux potentiels du produit sont pris en compte et les actions engagées sont parties intégrantes de la politique d'entreprise. <i>Moteurs</i> : une stratégie d'entreprise désireuse de se différencier et la réglementation.	Descendante
Approche système	<i>Conception globale</i> : dans l'optique du développement durable d'un système de conception globale liant une entreprise à d'autres	Approche globale née d'une forte prise de conscience environnementale et prenant en compte outre l'environnement, des questions d'ordre culturel, éthique et économique. L'entreprise n'est plus considérée seule dans le système mais avec la société qui l'entoure. <i>Moteur</i> : La politique de développement durable du gouvernement (notion d'Agenda 21).	Descendante & Ascendante

Tableau IV.2 : Différentes approches industrielles de l'éco-conception (Dewerry, 1995)

Pour conclure sur l'ensemble de ce paragraphe, son essentiel objet était avant tout de comprendre les différentes acceptions en matière de conception de produits respectueuse de l'environnement et le concept de développement soutenable, pour ensuite situer le niveau de nos travaux de recherche.

IV.1.2- Les dimensions fondamentales de l'éco-conception

La caractérisation précise de l'approche d'éco-conception nécessite la prise en considération de trois dimensions fondamentales (Janin, 2000) : la dimension stratégique qui vise la faisabilité d'intégration de cette approche, la dimension organisationnelle qui s'intéresse, en plus à l'organisation de l'entreprise, aux acteurs à mobiliser par un tel projet et, enfin, la dimension cognitive qui cadre la procédure d'intégration de cette approche.

IV.1.2.1- Dimension stratégique : les enjeux d'une démarche d'éco-conception

Pour « éco-concevoir », une entreprise va être motivée par un ou plusieurs facteurs internes et externes. Pour distinguer ces deux types de facteurs, on parlera de facteurs externes pour désigner ce que doit faire l'entreprise vis-à-vis de l'environnement et de facteurs internes, pour désigner ce que veut faire l'entreprise vis-à-vis de l'environnement (Brezet & Van Hemel, 1994).

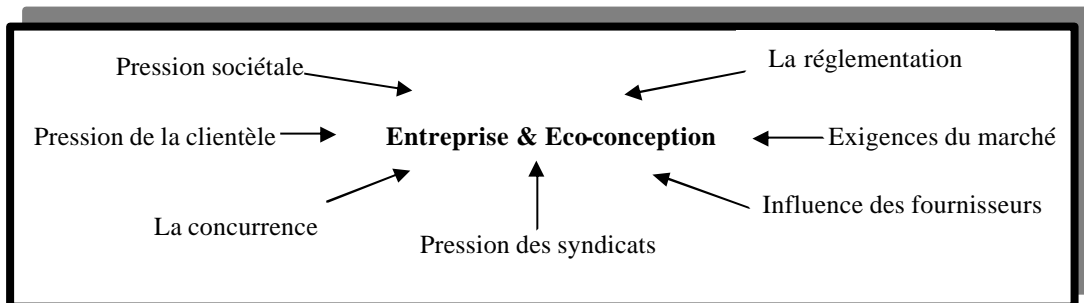


Figure IV.2-a : Principaux facteurs externes de l'éco-conception (Janin, 2000)

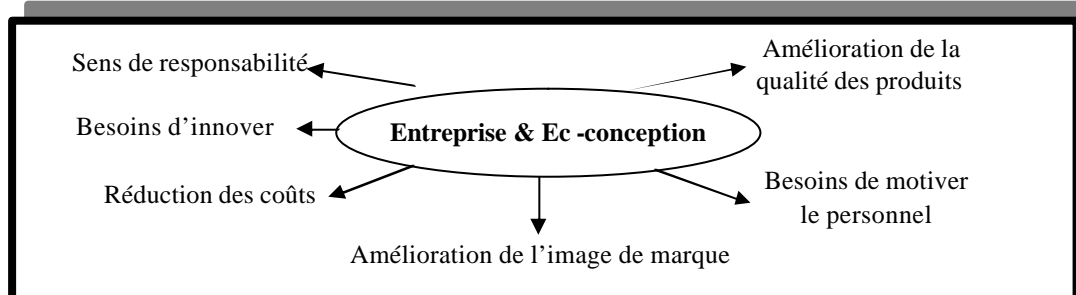


Figure IV.2-b : Principaux facteurs internes de l'éco-conception (Janin, 2000)

Donc, les moteurs externes relèvent plutôt d'une stratégie réactive de l'entreprise en réponse à des pressions extérieures (ils sont vécus comme des contraintes auxquelles l'entreprise doit se soumettre). Les moteurs internes, quant à eux, relèvent plutôt d'une stratégie proactive, d'une volonté délibérée de se positionner sur certains marchés, de faire des économies ou bien encore d'améliorer la qualité de ses produits. Ce sont des opportunités pour l'entreprise.

IV.1.2.2- Dimension organisationnelle : comment s'organiser en interne et en externe ?

L'organisation dans l'entreprise ne va pas de soi et l'on ne peut véritablement parler d'une structure organisationnelle « type » autour de l'éco-conception. Selon le

secteur d'activité et la taille de l'entreprise, les acteurs et leurs responsabilités respectives peuvent varier.

Quoi qu'il en soit, des études de la littérature ont permis d'identifier les principaux acteurs concernés et les rôles qu'ils peuvent ou pourraient tenir par rapport à la problématique environnementale. Ces acteurs sont les suivants (Janin, 2000) : les acteurs en puissance, les modes de structuration interne et le mode d'organisation avec les partenaires externes (c'est-à-dire vers une recombinaison des relations industrielles).

IV.1.2.3- Dimension cognitive : comment constituer et divulguer les connaissances nécessaires ?

La prise en compte de l'environnement dans la conception nécessite des connaissances nouvelles et la mise en place de dispositif pour apprendre. Ce dispositif traduit (Lenox & al., 1996) : les sources de connaissance (internes et externes), les liens de communication (entre ces sources et entre les équipes de conception) et les structures permettant d'interpréter ces connaissances et les traduire pour l'équipe de conception

Cela dépendra aussi de la connaissance approfondie de l'activité même de conception. L'entreprise saura-t-elle exploiter les connaissances issues de sources diverses ? Ceci revient à considérer deux problèmes à résoudre : comment constituer l'information et comment la transmettre puis la traduire à son destinataire ?

Cette problématique cognitive implique que l'entreprise s'inscrive dans une trajectoire de connaissance progressive permettant de constituer son réseau (Mer, 1998). D'où la nécessité de construire un modèle d'apprentissage qui ne doit pas être considéré comme idéal et transposable à toutes les situations (Janin, 2000).

IV.1.3- L'éco-conception et les systèmes de management

Le choix de l'intégration du triptyque QSE qui a été justifié au niveau de l'introduction générale est renforcé par la détection de points d'analogie entre le Système de Management de la Qualité (SMQ), le Système de Management de la Sécurité (SMS) et le Système de Management Environnemental (SME) et spécialement les correspondances entre les Normes ISO 9001 version 1996, les Normes OHSAS 18001 version 1999 et les Normes ISO 14001 version 1996 (présentées dans le premier chapitre).

Ainsi, on retrouve des similitudes entre les trois types de normes au niveau des exigences directement liées au management. Les entreprises familières des démarches sécurité et qualité ne sont pas dépaysées lorsqu'elles abordent, dans leur projet environnemental, les aspects suivants : définition de politique, attribution de responsabilités, déploiement d'objectifs, déclenchement d'actions correctives et préventives, conduite d'audits internes ou de pilotage par des revues de direction. Il serait donc judicieux d'adopter des procédures communes aux trois systèmes afin de conserver les acquis capitalisés dans la démarche d'éco-conception développée.

En termes de mise en œuvre de cette dernière, beaucoup de schémas sont possibles mais les intégrations ne nous semblent des raisons d'être qu'à condition de prendre en compte la très forte spécificité des problématiques *Qualité*, *Sécurité* et *Environnement* notamment dues aux contraintes réglementaires qui s'imposent à elles. C'est pour cette raison que lorsqu'un système de management intègre les trois paramètres, celui-ci doit confier fréquemment leur gestion à des directions différentes.

En effet, notre étude sur l'aspect juridique en matière de qualité, sécurité et environnement (chapitre II), a montré que l'Algérie est très en retard par rapport aux pays industrialisés tels que les pays de l'Europe et les Etats-Unis, bien que ces derniers sont à leurs débuts dans le domaine de l'éco-conception tant du point de vue technique que réglementaire.

Pour cela, notre pays doit d'abord combler le vide juridique en matière des trois paramètres du triptyque QSE et prendre l'initiative d'appliquer des systèmes de management au niveau des entreprises par des certifications ISO 9000, BS 8000 et/ ou OHSAS 18000 et ISO 14000 vu que ce genre de certifications n'est réalisé que pour un nombre très restreint d'entreprises algériennes mentionnées dans notre étude et qui ne se sont contentées que d'une unique certification du type ISO 9000.

L'objectif étant finalement la triple certification selon les normes ISO 9000 et 14000 et l'OHSAS 18000.

Bien que cette triple certification a été réalisée dans quelques pays, nous citons à titre d'exemple la France, où 12 entreprises en sont titulaires (Rosset, 2002) et en dépit de l'incompatibilité totale entre les trois normes ISO 9000, BS 8800 et 14000 (sauf dans certains points que nous avons énumérés précédemment et qu'il faut exploiter pour justifier la validation du triptyque QSE), ces entreprises sont parvenues à mener ces trois projets de fond, notamment en concevant une «table de transversalité » qui s'est traduite par la rédaction d'un seul système documentaire.

Cette démarche QSE, qui nécessite un investissement important sur une période de temps bien déterminée, s'est concrétisée sur le terrain par (Rosset, 2002) : une augmentation de la productivité d'au moins 10%, une valorisation des déchets de 85%, une réduction de 60% de la fréquence des accidents et une réduction du taux de réclamation des clients.

Ce genre de démarche serait intéressant à condition qu'il soit fondé sur une démarche d'éco-conception selon le modèle que nous avons développé (Bahmed & al., 2002).

Pour l'heure actuelle, au niveau international, tout le monde s'accorde à dire qu'il s'agit bien effectivement de structurer la démarche d'éco-conception mais aucun consensus n'a encore abouti à l'élaboration d'une norme. De certains, comme les Etats-Unis et la Grande Bretagne, estiment que le sujet est déjà traité pour partie dans la norme ISO 14001 et que certaines exigences d'autres normes peuvent aussi servir aux industriels, d'autres comme la France, soutenue par le Japon et la Corée du Sud, persistent à penser que les deux démarches *management de site* et *management de produit* sont indépendantes et que tous les points spécifiques au produit ne sont pas traités dans la norme ISO 14001 (Janin, 2000). Le Comité ISO/TC 207 l'ayant autorisé, ces derniers ont constitué en octobre 1999 un groupe de travail chargé de réfléchir sur l'élaboration d'un guide, traduction à l'international du fascicule NF X 30-310 relatif à la prise en compte de l'environnement dans la conception des produits (ENV/12, 1999).

S'agirait-il d'ajouter des préoccupations environnementales liées au produit dans certains paragraphes de la norme ISO 14001, comme prévu à l'origine de l'élaboration de cette norme, ou d'imaginer une autre norme et un système de l'Eco-conception? C'est une réflexion qui pourrait faire l'objet de perspectives de recherche : **vers un Système de Management d'Eco-conception.**

La suite de ce chapitre, qui s'intègre dans ce contexte, aborde l'architecture d'un projet intégrant la dimension environnementale dans les entreprises industrielles sur la base de la vision suivante : la conception des produits s'effectue suivant de différentes spécifications, parmi lesquelles figure la compatibilité avec l'environnement

IV.2- Architecture d'un processus d'éco-conception

Il s'agit, ici, de présenter la démarche d'élaboration d'un projet dit d'éco-conception dans les entreprises industrielles. Pour atteindre ce but, l'intérêt sera porté sur les objectifs d'un projet d'éco-conception, ses étapes de développement, les facteurs de réussite et enfin les risques d'échec dans l'entreprise.

IV.2.1- Les objectifs d'un processus d'éco-conception

Lorsqu'une entreprise décide d'élaborer un projet d'éco-conception, les objectifs qui l'animent, outre le fait de développer un éco-produit et ainsi œuvrer pour le développement durable, sont d'ordres multiples. Il va ainsi s'agir pour elle de (Lenox & al., 1996) :

- chercher de nouvelles informations, éventuellement de nouvelles voies, celles relatives à l'environnement et exploiter ces connaissances pour les mettre à profit dans le processus de conception,
- s'habituer à manipuler des données, outils et méthodes relatifs à l'environnement,
- considérer le critère environnement au même titre que les autres critères de développement (coût, délai, performance) et évaluer son poids,
- avoir une vision prospective sur le moyen et long terme, s'il lui en est possible et dépasser ses propres frontières (prendre en compte également les fournisseurs et les valorisations),
- systématiser par la suite la prise en compte du critère environnement dans le développement de ses produits.

La démarche à suivre est de procéder progressivement pour permettre à chacun d'apprendre et d'intégrer cette nouvelle donnée dans ses activités «quotidiennes».

IV.2.2- Les étapes d'un processus d'éco-conception

IV.2.2.1- *La nécessité d'intégrer la composante environnementale*

L'intégration du paramètre environnement, dès la conception, implique l'adjonction de réflexions environnementales et l'utilisation d'outils supplémentaires dans les différentes étapes d'un processus de conception «classique ». Nous postulons que le déroulement du processus demeure le même depuis l'étape de planification du projet jusqu'à l'industrialisation du produit.

Pour intégrer le paramètre environnement, il paraît fondamental d'agir dès la phase de conception des produits (80% des nuisances du produit déterminés à cette étape) et le plus en amont possible dans le processus de conception, qui constitue de ce fait un lieu et un vecteur pertinent d'intégration de la dimension environnementale dans l'entreprise (Millet, 1995) et (Millet & al., 2001).

La figure IV.3 corrobore ce propos puisqu'elle montre effectivement que la recherche de solutions plus environnementales doit se faire lorsque le champ d'alternatives de conception est plus large possible. Plus on avancera dans le projet et plus les remises en cause jugées nécessaires seront problématiques, voire impossibles.

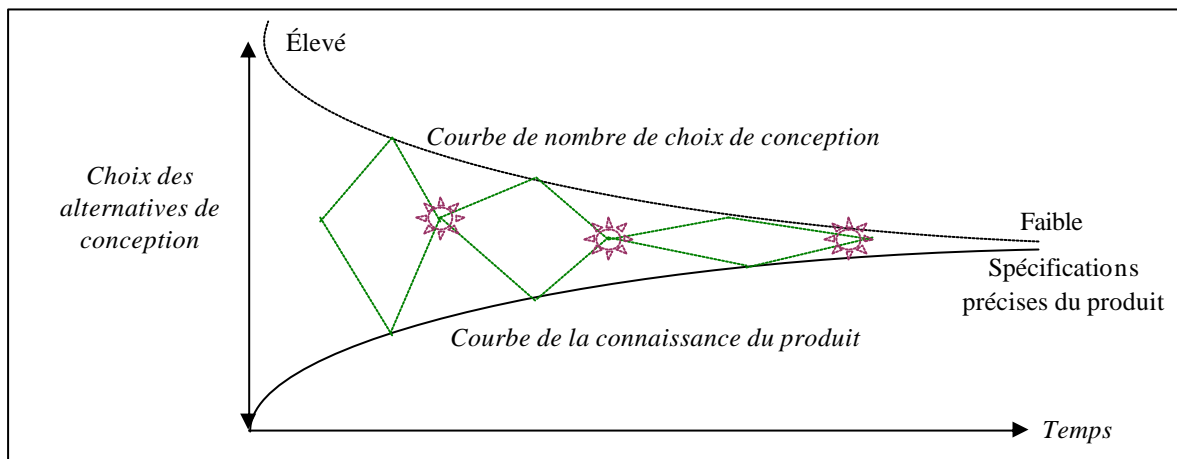


Figure IV. 3 : La recherche d'alternatives de conception au cours du processus de développement (Kortman & al., 1995)

A chaque changement d'étape, une revue de conception permet de choisir entre les nombreuses solutions possibles (cela correspond aux « nœuds » sur la figure ci-dessous). Au fur et à mesure de l'avancée du projet, le degré de liberté d'action décroît, le nombre de solutions de conception s'amenuise et connaissance du produit s'élargit.

L'intégration de la donnée environnementale dans le processus de conception relève d'une approche méthodologique puisque le problème étant complexe et les incertitudes sont nombreuses, il importe que l'équipe du projet puisse se référer à un support méthodologique de travail dans sa démarche.

IV.2.2.2- Modélisation du processus d'éco-conception

Les modèles de processus de conception, intégrant la donnée environnementale, sont nombreux. Cette section se propose de faire le point sur les modèles les plus utilisés en éco-conception.

Un processus de conception « classique » peut se décliner de la manière représentée par la figure IV.4 (Quarante & Magnon, 1996) et (Jouineau, 1993).

Bakker (Bakker, 1995), dans ses recherches sur l'information environnementale nécessaire aux concepteurs, s'est également intéressé aux étapes d'un processus de conception environnementale. Elle s'est particulièrement attelée à comprendre le modèle de processus de conception classique proposé par Pahl & Beitz (Pahl & Beitz, 1984), comparé à deux modèles de processus d'éco-conception, l'un proposé par Keoleian (Keoleian & al., 1995) et le second par Brezet (Brezet & Van Hemel, 1994).

Ces modèles ont été formalisés par C. Bakker selon une structure de processus caractérisé par les étapes fournies par la figure IV.5 où la phase «planning produit» est identique à la phase «planification du projet» évoqué dans le synoptique du processus de conception «classique». Par contre, on note l'absence de l'étape de conception préliminaire dont a fait état dans la description précédente du processus classique.

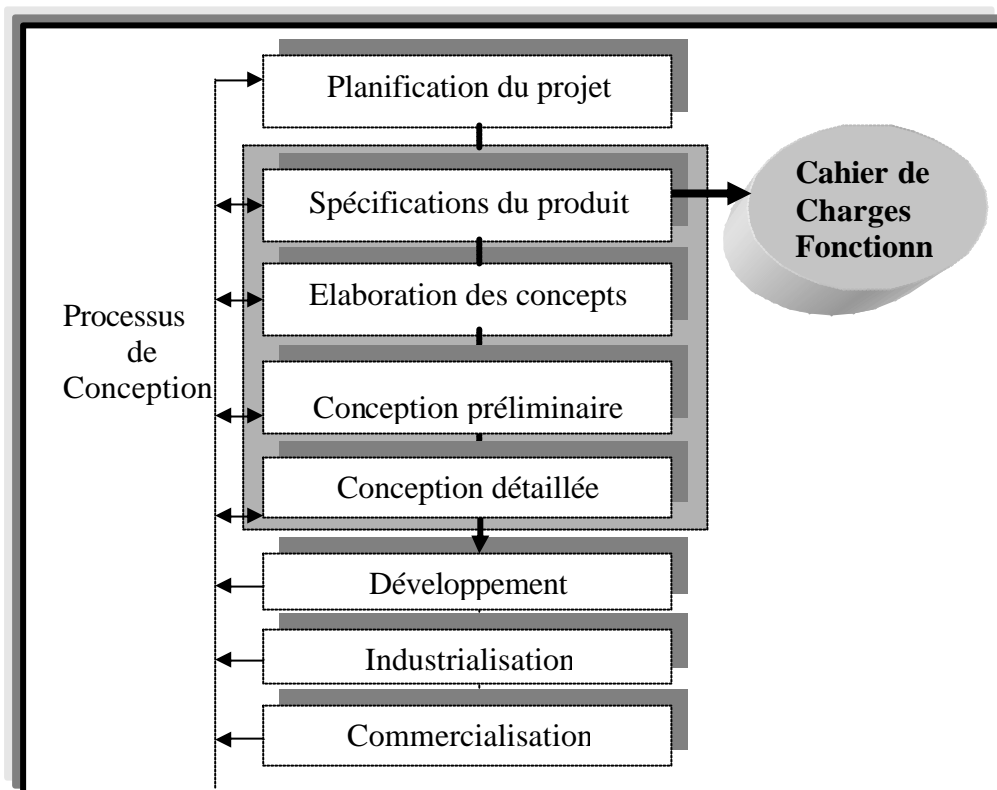


Figure IV. 4 : Les principales étapes d'un modèle de processus de conception de produit d'après (Quarante & Magnon, 1996) et (Jouineau, 1993)

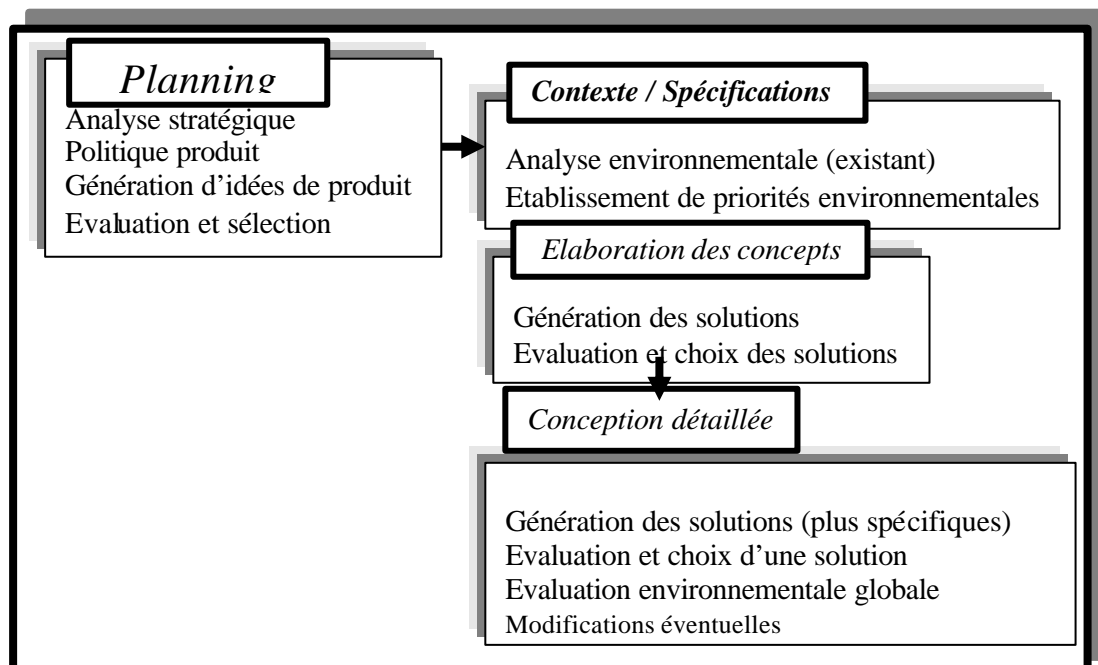


Figure IV. 5 : Modélisation du processus de conception des produits proposé par Bakker (Bakker, 1995)

Des modèles précédents, seul celui de Brezet ne distingue que deux étapes dans la conception (conceptuelle ou élaboration des concepts et détaillée). Mais, d'après Bakker le choix entre deux ou trois étapes est arbitraire puisque quoi qu'il en soit, le déroulement du processus reste identique depuis un concept de produit jusqu'à sa définition très précise.

L'étape de réalisation, qui concerne le développement, l'industrialisation et la commercialisation du produit, n'apparaît pas dans le modèle «consensus» de Bakker (figure ci-dessus) puisqu'elle ne relève plus directement des concepteurs.

Charter et ses collaborateurs (Charter & Chick, 1996) proposent la *Check-list* suivante qui rappelle les premières étapes d'un projet éco-conception :

- ☞ ***Engagement de la Direction***
- ☞ ***Choix du projet***
- ☞ ***Constitution d'une équipe projet et désignation d'un expert en éco-conception***
- ☞ ***Création d'un budget alloué au projet***
- ☞ ***Etudes de Marché et de Benchmarking***
- ☞ ***Eco-revue de l'existant (analyse et évaluation environnementales)***
- ☞ ***Politique en matière d'éco-conception et objectifs de développement***
- ☞ ***Elaboration d'une stratégie d'éco-conception (axes) pour atteindre les objectifs***
- ☞ ***Elaboration d'un programme de travail avec un planning et la désignation des responsabilités de chacun des membres de l'équipe (planning à court, moyen ou long terme selon la définition de la politique)***
- ☞ ***Constitution d'une check-list pour le développement d'un éco-produit***

L'expérience de l'équipe américaine du professeur Ehrenfel (Enherenfeld & Lenox, 1997) et (Janin, 2000), ayant collaboré avec la société *Digital Equipment Corporation* à l'élaboration d'un guide pour aider l'entreprise à intégrer les concepts de DfE³², a montré qu'il faut avoir cinq tâches essentielles dans l'accomplissement d'un projet d'éco-conception.

L'intégration des exigences environnementales dans les processus classiques de conception est fondée sur des objectifs multiples qui consistent, en particulier, à minimiser l'emploi de ressources naturelles, la consommation d'énergie, la génération des déchets et les risques de santé, de sécurité et de la dégradation des écosystèmes (Keoleian & al., 1995).

Pour G. Keoleian, les exigences sont identifiées par différents services en termes d'environnement, de performance, de coût, de réglementation et de culture (Aoussat, 1990). Une fois établies, ces exigences seront hiérarchisées pour distinguer les exigences critiques des exigences « souhaitables ». On peut affecter un poids à chacune de ces exigences classées ensuite et réparties en plusieurs groupes, selon la classification suivante (Keoleian & Menery, 1994) et (Aoussat, 1990) :

³² Design for the Environment.

- *exigences obligatoires* considérées en toute priorité. Si elles ne sont pas respectées le produit ne peut être accepté,
- *exigences désirées* considérées moins importantes et pouvant conduire l'équipe à rechercher la meilleure solution, celle qui ne satisfait pas que les exigences obligatoires,
- *fonctions auxiliaires* non prioritaires relevant davantage du confort, de l'estime du client. Elles peuvent être prises en compte si elles ne remettent pas en cause les exigences critiques.

La plupart du temps ces exigences sont conflictuelles, l'absence de conflit révélant en fait des exigences trop imprécises. La génération et le choix de nouvelles solutions de conception (répondant à l'essentiel du champ des exigences) vont donc donner lieu à des exercices de compromis au cours de nombreuses discussions au sein de l'équipe projet (Janin, 2000).

Sur la base de cette revue bibliographique rapide des modèles de l'éco-conception et en se référant aux commentaires relatifs aux systèmes de management Q, S et E que nous avons formulés dans le premier chapitre, nous proposons un modèle d'intégration de la dimension environnementale dans le processus de conception classique selon une démarche fondée sur les normes ISO 9001, ISO 14001 et OHSAS 18001 (figure IV.6).

Les étapes du processus d'éco-conception proposé sont présentées ci-après.

A- Principales étapes du processus d'éco-conception

A.1- Etape 1 : La politique

Cette première étape correspond à l'étude de faisabilité d'un projet d'éco-conception (développement d'un processus d'éco-conception). Lors de cette étape, les responsables de l'entreprise doivent afficher leur volonté quant au développement de ce processus.

L'implication de la direction de l'entreprise dès cette étape est primordiale. Car, elle permet : de juger de l'opportunité du projet, de superviser son déroulement et surtout de réunir les moyens nécessaires à mettre en œuvre.

L'autre catégorie à impliquer, dès cette étape, est bien le personnel de l'entreprise qui doit être intégré de manière progressive (c'est-à-dire au fur et à mesure que le projet avance).

En fonction de l'implication des acteurs potentiels de l'entreprise et d'un certain nombre de critères (prise en charge des contraintes : réglementaires, concurrentielles et de satisfaction des besoins des utilisateurs) que la politique d'éco-conception peut être choisie. Son principe est basé sur la trilogie suivante : **Objectifs** \simeq **cibles** \simeq **Actions**

Les objectifs, qui traduisent la prise en charge des trois contraintes évoquées ci-dessus, sont formulés en termes de : performance réglementaire pour la contrainte réglementaire, performance d'éco-conception pour la contrainte concurrentielle et performance de serviabilité pour la contrainte satisfaction des utilisateurs (ou consommateurs).

Les cibles du programme sont bien les procédés de fabrication où l'on intègre les préoccupations environnementales associées aux différentes phases de cycle de vie des

produits (tels que par exemple, la valorisation de produits en fin de vie ou bien la réduction de la consommation d'énergie lors de sa fabrication).

Les actions définissent les procédures d'éco-conception (telles que : la procédure d'inventaire des exigences réglementaires et autres, la procédure de contrôle et de surveillance, la procédure de documentation, la procédure de communication en interne et en externe, ...).

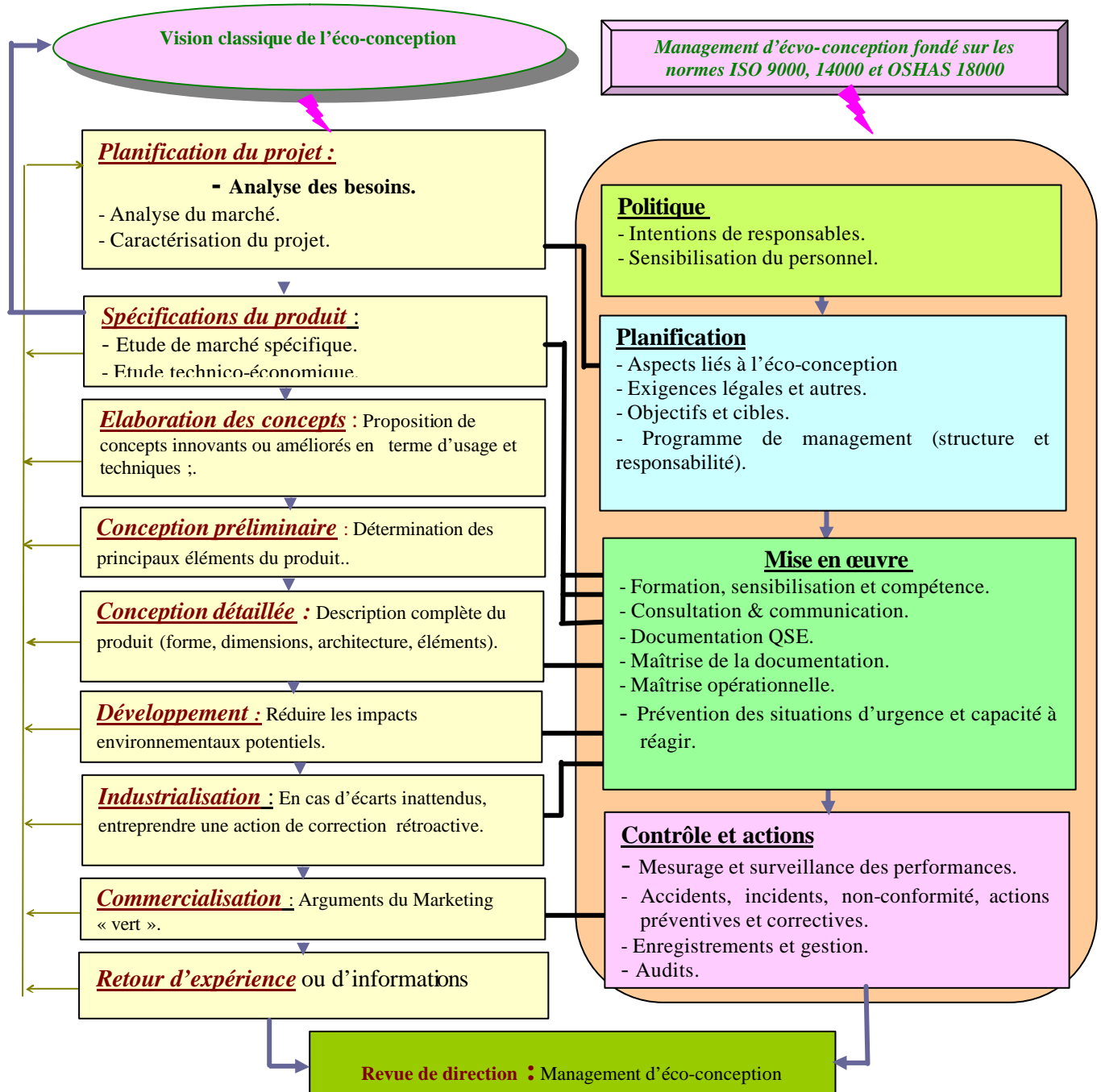


Figure IV. 6 : Modèle proposé de management d'éco-conception basé sur une démarche fondée sur les normes ISO 9001, ISO 14001 et OHSAS 18001 (Bahmed & al., 2005).

A.2- Etape 2 : La planification

La politique d'éco-conception étant choisie, la deuxième étape consiste à fixer les objectifs à atteindre, de les formuler sous forme quantifiable et de définir la stratégie pour les atteindre. Il s'agit d'un programme d'éco-conception axé essentiellement sur : le recueil de données relatives à l'éco-conception, l'identification des endroits nécessitant l'intégration de la dimension environnementale, la définition des tâches, l'établissement des délais et l'attribution de responsabilités.

Dans ce contexte, deux comités doivent être installés. Il s'agit du Comité de Pilotage et du Comité d'Exécution dont la constitution et le rôle sont décrits ci-dessous :

- le Comité de Pilotage est constitué du chef du projet (qui consiste en un développement d'un processus d'éco-conception) et de représentants des différents départements (ou services) de l'unité industrielle. Parmi les rôles de ce comité, figurent : la décision au vu des propositions négociées et approuvées, l'assurance du respect des engagements de la direction, la détermination des grandes orientations du processus d'éco-conception et sa réorientation si nécessaire,
- le Comité d'Exécution composé de personnes ayant une connaissance et une expertise du produit conçu ainsi que de son procédé de fabrication. Sa composante est, donc, multidisciplinaire. Ce comité est dirigé par un responsable désigné par le Comité de Pilotage. Parmi les rôles de ce comité, citons : la validation des choix proposés et des décisions prises par le Comité de Pilotage, l'assurance de l'intégration de la dimension environnementale dans le processus de re-conception des produits, l'identification des tâches cibles sur lesquelles portent l'intégration environnementale, la coordination des ressources et l'information du Comité de Pilotage du développement du processus d'éco-conception.

A.3- Etape 3 : La mise en œuvre

D'un point de vue organisationnel, la mise en œuvre du processus d'éco-conception est centré essentiellement sur :

- la sensibilisation du personnel de l'unité industrielle aux changements dus à l'intégration de la dimension environnementale,
- la formation du personnel pour une meilleure intégration de la dimension environnementale,
- la communication en interne sur le développement du processus d'éco-conception et les retombées de la communication en externe portant sur les aspects environnementaux,
- l'élaboration d'un système documentaire³³ qui assure la traçabilité du développement du processus d'éco-conception,
- la maîtrise de la documentation (organisation, disponibilité, pertinence, simplicité, ...),
- la gestion des situations d'urgence par anticipation des dérives (ou à défaut par une meilleure intervention permettant la maîtrise de la dérive).

³³ Dans notre cas, le système documentaire correspond essentiellement en une définition de la terminologie utilisée dans le processus d'éco-conception et une description des procédures à respecter ainsi que les résultats générés par les procédés de fabrication.

D'un point de vue technique, la mise en œuvre du processus d'éco-conception est centrée sur les tâches de re-conception de produits intégrant la dimension environnementale. En d'autre terme, cette mise en œuvre est traduite par l'élaboration d'un plan de re-conception produit/procédé (voir figure IV.7).

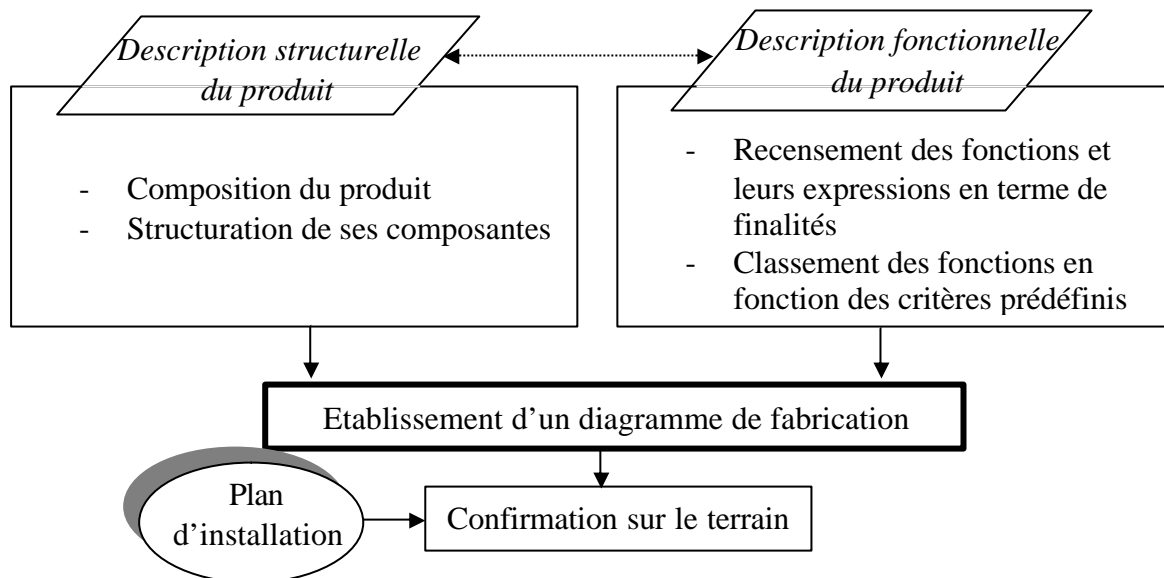


Figure IV. 7 : Principe d'élaboration d'un plan de re-conception produit/procédé

Dans le diagramme de fabrication, chaque tâche est formalisée par le quadruplet suivant : sa description, ses ressources, ses relations avec les tâches amonts et avals et sa durée d'exécution.

La finalité de cette description est de localiser les tâches que nous qualifions de *tâches cibles* qui doivent être détaillées afin d'intégrer la dimension environnementale. La procédure de localisation de ce type de tâches est facilitée par le remplissage de tableaux spécifiques dont la forme est celle représentée par le tableau suivant.

Tâches	Description	Objectifs	Dimension environnementale											
			Prise en charge ?				Nécessité de cette prise en charge ?				La tâche est-elle cible ?			
Tâche X	x	Oui		Non						Oui	x	Non
Tâche Y		Oui	x	Non		Oui	x	Non		Oui		Oui
Tâche Z		Oui	x	Non	x	Oui	x	Non	x	Oui		Non

Tableau IV. 3 : Principe de sélection de tâches cibles

A.4- Etape 4 : Contrôle et actions

Le contrôle du processus d'éco-conception a pour objet d'anticiper l'occurrence des dérives par des actions appropriées. Ces actions, qui peuvent être correctives et/ou préventives, permettent d'assurer le bon développement du processus en prenant en charges les non-conformités et, surtout, de rendre le processus d'éco-conception performant.

B- Avantages du processus d'éco-conception proposé

Le processus d'éco-conception proposé n'est pas figé. Il présente des avantages certains par rapport aux modèles présentés dans les paragraphes précédents (action à chaque étape de la vie des produits, l'optimisation des procédés de fabrication des produits et la contribution aux nouvelles orientations industrielles qui visent une meilleure gestion environnementale).

Il s'agit d'un processus fondé sur l'intégration de la dimension environnementale dans le processus de conception classique selon une démarche fondée sur les systèmes de management (en l'occurrence les normes ISO 9001 et ISO 14001 et OHSAS 18001), ce qui caractérise sa spécificité par rapport aux modèles classiques. Il s'agit, en fait, de développer un processus d'éco-conception à travers toutes les étapes des lignes directrices des systèmes normatifs relatifs au QSE (établissement d'une politique de management, planification de cette politique, sa mise en œuvre et contrôle du processus par des actions appropriées).

Les avantages d'un tel processus résident dans la prise en compte du concept d'éco-conception qui permet de concevoir et de produire un produit performant et écologique. C'est un aboutissement objectif et concret vers un management environnemental dont les répercussions s'avèrent très positives sur les performances technico-socio-écologico-économiques des entreprises.

IV.2.3- Les facteurs de réussite d'un projet d'éco-conception

D'après plusieurs études sur le contexte organisationnel de l'approche d'éco-conception, il ressort que les principaux facteurs de réussite sont (Mc Alonne & Holloway, 1996) : la motivation du groupe et de la direction d'entreprise, la déclinaison des engagements de la direction en objectifs concrets pour les concepteurs, le travail d'équipe, l'appropriation des mécanismes classiques de conception, la nécessité d'incitations, de suivi des actions et de communication, la mise en place de formations et d'outils pragmatiques et pédagogiques adaptés et l'aide d'un expert en éco-conception pour aider les concepteurs dans leur travail.

En définitive, l'approche d'éco-conception doit être *globale, structurée* et avant tout très *pragmatique*.

IV.2.4- Les risques d'échec d'un projet d'éco-conception

Les principaux obstacles qui risquent potentiellement de freiner l'éco-développement d'un produit, voire même de conduire à l'échec sont les suivants (Ram & Van Knippenberg, 1998), (Tiger & Millet, 1998) et (Charter & Belmane, 1999) :

- le manque de savoir-faire et de connaissances sur l'environnement de la part du personnel impliqué dans le projet. Il manque aussi trop souvent des outils, des procédures et des interlocuteurs ayant les réponses aux nombreuses questions,
- de très nombreuses incertitudes liées à la temporalité des phénomènes (quelle vision adopter et comment prévoir l'avenir ?), au grand nombre d'acteurs concernés (qui impliquer dans l'entreprise et à l'extérieur ?), aux techniques à mettre en place (quelles techniques de traitement, par exemple, existeront à court terme, à long terme ?), à l'évolution très rapide de la réglementation,....

- une incompréhension de certains enjeux, comme le respect de la réglementation ou la réduction des coûts en interne et des opportunités concurrentielles ou une amélioration de l'image de marque de l'entreprise en externe,
- aucune méthode consensuelle d'évaluation environnementale des produits n'existe réellement,
- peu de normes existent encore sur ce sujet,
- la prise en compte du critère « environnement » est encore bien souvent considérée comme contraire aux objectifs économiques. La notion de durabilité des produits est ainsi opposée à la logique commerciale.

IV.3- Application de l'entreprise de l'AMC-EL Eulma

Nous nous proposons, dans cette partie du chapitre, de réaliser une étude de l'entreprise nationale de fabrication d'appareils de comptage et de mesures d'El-Eulma. La méthodologie que nous avons retenue pour concrétiser cette étude pratique se résume en trois étapes essentielles :

- étape de diagnostic de la situation environnementale au sein de l'AMC-El Eulma qui a pour objet d'effectuer une étude de faisabilité quant au développement du processus d'éco-conception,
- étape de développement proprement dit du processus d'éco-conception,
- élaboration d'un document de projet d'éco-conception.

Ces trois étapes sont détaillées ci-après.

IV.3.1- Diagnostic de l'AMC- El Eulma

Rappelons que dans un projet d'éco-conception, l'étape de diagnostic est de loin la plus importante car elle conditionne la suite du développement du processus d'éco-conception. Partant de ce constat, nous avons jugé utile de diagnostiquer l'intégration de la dimension environnementale au sein des activités de l'AMC-El Eulma en deux volets qui sont complémentaires : le premier volet correspond à un inventaire, aussi exhaustif que possible, sur la situation environnementale au sein de l'AMC- El Eulma suivant des critères bien définis et le second volet est consacré au personnel de cette unité où le diagnostic environnemental s'effectue sous l'angle «évaluation de la perception de la dimension environnementale au sein de cette unité industrielle ».

IV.3.1.1- Inventaire de la situation environnementale au sein de l'AMC-El Eulma

L'inventaire de la situation environnementale au sein de l'AMC-El Eulma nécessite l'utilisation des méthodes (ou modèles) de diagnostic environnemental. Dans notre cas, nous utiliserons une méthode simple qui permet d'inventorier l'ensemble des informations utiles au diagnostic de cette unité industrielle en fonction d'un certain nombre de critères qui sont :

- état des lieux de l'AMC-El Eulma,
- infrastructures et équipements associés,
- procédé de fabrication / équipements associés / utilités,
- personnel,
- produits fabriqués et leur suivi sur le marché.

Ces informations sont représentées sous forme de tableaux (voir tableau IV.4).

<i>Critère</i>	<i>Description</i>	<i>Impact environnemental</i>	<i>Mesures prises</i>	<i>Intégration environnementale</i>
<i>☞ Etat des lieux de l'AMC-El Eulma</i>				
Situation de l'unité	Située dans une zone industrielle au sud de la ville d'El Eulma et d'une superficie de 13 hectares dont 45 hectares couverts.	<ul style="list-style-type: none"> - Déchets solides (boues contenant du cr trivalent et les métaux lourds - Fe, Ni, Cu et Zn-) - Rejets liquides générés des opérations de traitement de surface (divisions électrique et fluide). 	<ul style="list-style-type: none"> - Traitement de déchets sur place par oxydation des cyanures en cyanites. - Neutralisation des eaux usées à pH neutre et décantation des eaux neutralisées pour la séparation des boues (emballées dans des sachets en plastique rigides, placés dans des fûts stockés dans des containers cadenassés au dessus d'une dalle imperméable à béton). 	<i>Nécessité de management environnemental pour une meilleure prise en charge de la dimension environnementale</i>
Etablissements ou organismes plus proches	EN-TPL (ex SNS), ONAB, Naphtal, terrain vague (annexe AMC), cité 40 logements AMC, terrain vague APC	Interactions de proximité		
Voies d'accès routière / ferroviaire	Route nationale N°5 (vers Constantine), Route nationale N°5 (vers Sétif), route secondaire (vers Batna), voie ferrée à proximité de l'EN-TPL .			
Délais des interventions	Intervention dans 5 minutes des intervenants externes.	Possibilité d'impacts en cas de défaillances d'intervention externe	- Prévoir l'installation d'une équipe de protection civile dans la zone.	

Tableau IV. 4-a : Diagnostic environnemental de l'AMC-El Eulma selon le critère « état des lieux de l'unité »

<i>Critère</i>	<i>Description</i>	<i>Impact environnemental</i>	<i>Mesures prises</i>	<i>Intégration environnementale</i>
<i>☞ Infrastructure et équipements associés</i>				
Conception, construction et entretien de l'infrastructure	- Direction générale et autres directions. - Bâtiments ventes, poste infirmerie, cantine, poste garde, garage, chaufferie, local huiles et trois parkings.	Impacts environnementaux en cas d'un mauvais entretien des équipements associés à l'infrastructure	Procédure d'entretien exécutée occasionnellement en cas de nécessité	<i>Nécessité d'un management environnemental en optimisant la périodicité des procédures d'entretien</i>
Equipement associé à l'infrastructure	- Equipements d'éclairage et de ventilation générale (naturelle et artificielle - climatisation) et localisée. - Divisions opérationnelles (fluide, électricité, industrielle, logistique et outillage)	Déchets solides	Collecte de déchets et mise en décharge (fréquence de mise en décharge dépend du service de collecte de la commune)	<i>Nécessité de management environnemental pour une meilleure prise en charge de la dimension environnementale</i>
Entretien des équipements associés à l'infrastructure	Procédures de maintenance et de réparation des équipements en cas de pannes	Impact du essentiellement à la politique d'entretien qui se limite à l'intervention en cas de panne	Réparateurs disponibles et interviennent en cas de nécessité.	<i>Nécessité d'un management environnemental par établissement des procédures d'entretien avec optimisation de leur périodicité</i>

Tableau IV. 4-b: Diagnostic environnemental de l'AMC-El Eulma selon le critère « infrastructure et équipements associés »

<i>Critère</i>	<i>Description</i>	<i>Impact environnemental</i>	<i>Mesures prises</i>	<i>Intégration environnementale</i>
<i>☞ Procédé de fabrication / équipements associés / utilités</i>				
Adéquation de l'infrastructure de l'unité avec les exigences du procédé de fabrication	Sol ou par terre des ateliers inadéquat aux exigences du procédé de fabrication.	Impact sur l'environnement interne de l'entreprise (des poussières en suspension, présence de copeaux et autres objets inutiles sur les lieux ☞ impact sur la santé du personnel).	Revêtement du sol de tous les ateliers par une peinture spéciale électrostatique qui permet d'éliminer les poussières en suspension par leur rétention.	<i>Nécessité de management environnemental pour une meilleure prise en charge de la dimension environnementale</i>
Équipement associé aux procédés de fabrication	<ul style="list-style-type: none"> - La fonderie, - La transformation de la matière première et des métaux, - La fabrication des bobines et ressorts, - Usinage - Fabrication générale (chaînes des divisions : électricité et fluide), - Traitement de surface (02 chaînes). 	<ul style="list-style-type: none"> - Déchets solides, - Rejets liquides, - Boues contenant le Cr trivalent et les métaux lourds (Fe, Ni, Cu, Zn, ...). 	<ul style="list-style-type: none"> - Traitement des déchets par oxydation des cyanures en cyanites, - Oxydation des cyanites en CO₂, - Ajustement du pH des eaux neutralisées entre 7 et 7,5, - Décantation des eaux neutralisées pour la séparation de la boue, - Stockage et entreposage des déchets solides (emballage des bous dans des sachets en plastiques rigides, placés dans des fûts stockés dans des containers cadenassés au dessus d'une dalle imperméable à béton. 	

<p>Adéquation des équipements de fabrication avec les exigences du procédé de fabrication</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Inadéquation des procédés de traitement de surface par rapport à ses impacts. - Inadéquation des procédés d'usinage classiques. - Inadéquation de la fonderie. - Inadéquation des groupes frigorifiques par rapport au gaz frigorifique utilisé (fréon). 	<ul style="list-style-type: none"> - Impacts sur l'environnement (nature des déchets et rejets liquides générés décrits précédemment). - Nature du gaz frigorifique. -Emissions de la fonderie 	<ul style="list-style-type: none"> - Substitution et modernisation des moyens de production (utilisation d'une technologie propre). -Elimination des deux chaînes de traitement de surface. - Elimination de la fonderie et sa substitution par un four électrique. - Elimination des procédés d'usinage classiques. - Substitution des groupes frigorifiques par de nouveaux fonctionnant à base d'un gaz non polluant (A₃). - Substitution des anciens produits compteurs d'Electricité électromécaniques par des compteurs électroniques et leur contrôle par des moyens d'étalonnage selon un programme basé sur les cartes électroniques (appareils de précision). 	<p><i>Nécessité d'un management environnemental pour une meilleure prise en charge de la dimension environnementale</i></p> <p style="text-align: center;"><i>✍</i></p> <p><i>Eco-conception (des technologies de production et des produits plus propres.</i></p>
<p>Entretien des équipements associés au procédé de fabrication</p>	<p>Procédures de maintenance et de réparation des équipements en cas de pannes et entretien systématique des équipements (une fois par an)</p>	<p>Impact environnemental du à la fréquence d'entretien des équipements associés au procédé de fabrication</p>	<p>Politique de maintenance simple</p>	<p><i>Intégration de l'environnement dans la politique de maintenance utilisée</i></p>
<p>Degré d'automatisation des procédés</p>	<p>Existence de 03 modes de fabrication : manuel, semi-automatique et automatique.</p>	<p>Rejets (de différents types) et résidus</p>	<p>Importance accordée aux mesures de protection</p>	<p><i>Nécessité d'une Eco-conception de produits</i></p>

Profil économique de production	<ul style="list-style-type: none"> - Chiffre d'affaire : Evolution continue pour toutes les divisions. - Position sur le marché : aléatoire. Concurrents potentiels : produits étrangers et privés (Gharadaia). Type de la clientèle : Sonelgaz et Naphtal. 			
Profil de sécurité	<ul style="list-style-type: none"> - Organisation générale de la sécurité : suivant la réglementation en vigueur - Accidents de travail : Nombre élevé (120/an jusqu'en 2003). - Maladies professionnelles : dermatoses, infections et insuffisances respiratoires, allergies provoquées par les matériaux et produits manipulés ainsi que les poussières en suspension inhalées. 		Effort consistant en matière de réduction des accidents de travail.	<i>Etablissement d'une politique sécuritaire en harmonie avec la préoccupation environnementale</i>

Tableau IV. 4-c : Diagnostic environnemental de l'AMC-El Eulma selon le critère « procédé de fabrication et équipements associés »

<i>Critère</i>	<i>Description</i>	<i>Impact environnemental</i>	<i>Mesures prises</i>	<i>Intégration environnementale</i>
<i>☞ Procédé de fabrication / équipements associés / utilités</i>				
Energie	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de lignes, de transfo : 02 arrivées triphasées en redondance passive. - Fréquence moyenne d'interruption électrique et délais moyens de rétablissement : 2 à 3 fois/ an et rétablissement en quelques secondes car il existe un relais inverseur qui déclenche le groupe électrogène (continuité de service à 98%). - Groupes électrogènes : 06 groupes (installés par compartiments). - Postes transformateurs : 05 postes (03 fonctionnels et 02 de secours à vide) 	Rejets et résidus importants en cas d'interruption électrique ou en cas de courts-circuits.	<ul style="list-style-type: none"> - Protection par disjoncteurs et fusibles. - Installation de batteries de compensation d'énergie réactive débitée afin de stabiliser le réseau électrique interne et d'augmenter la durée de vie et la fiabilité des installations et équipements. 	<i>Nécessité d'un management environnementale en vue d'une meilleure utilisation des utilités</i>

Eau	<p>- Réseau d'eau potable : 02 citernes en plastique (arrivée d'eau de ville : 3000m³) + 11 fontaines fraîches munies de robinets distribuées à travers toute l'entreprise.</p> <p>- Réseau d'eau incendie : bache d'eau de 1200 m³ (dont 200 m³ toujours conservée dans une autre petite bache au dessous de la grande bache –stock de sécurité incendie-)</p>	<p>- Hygiène et propreté des locaux et ateliers.</p> <p>- Incendie</p>	Stock de sécurité en eau	
Matières premières	<p>- Bronze et plastique en provenance d'Europe (France et Italie). Les quantités varient selon les besoins de l'entreprise. Le bronze et le plastique utilisés sont alimentaires (qualité de l'eau et sécurité du consommateur).</p>	déchets solides (copeaux et autres)	<p>- Recyclage sur place pour les anciens procédés de fabrication (puisque l'Unité disposait d'une fonderie)</p> <p>- Substitution d'anciens procédés par de nouveaux plus propres.</p>	<i>Nécessité d'une éco-conception de produits et procédés (élimination des opérations d'usinage et limitation qu'aux opérations de montage qui sont respectueuses de l'environnement).</i>
Rejets atmosphériques	Poussières à l'intérieur des ateliers pour les anciens procédés de fabrication.	Impacts sanitaires	Substitution des technologies de production polluantes par des technologies de production propres.	<i>Nécessité d'une éco-conception de produits et procédés de fabrication</i>

Rejets d'eaux usées	Eaux usées générées par les traitements de surface.	Impact sur la flore et les nappes phréatiques.	02 stations d'épuration étaient en fonctionnement pour traiter les rejets d'eaux usées et des traitements de surface. Lorsqu'il y a eu élimination des traitements de surface, on procède à la déminéralisation des eaux de refroidissement des machines par des résines d'adsorption atomique).
Déchets (solides / liquides)	- Déchets solides (boues contenant du cr trivalent et les métaux lourds : Fe, Ni, Cu, Zn). - Rejets liquides générés des opérations de traitement de surface (divisions électrique et fluide).	Impacts dus aux déchets solides et rejets liquides	Traitement sur place et substitution des anciennes technologies de production et des anciens produits par des technologies et des produits propres

Tableau IV. 4-c : Diagnostic environnemental de l'AMC-El Eulma selon le critère « procédé de fabrication et équipements associés »
(suite)

<i>Critère</i>	<i>Description</i>	<i>Impact environnemental</i>	<i>Mesures prises</i>	<i>Intégration environnementale</i>
<i>☞ produits finis et leur suivi sur le marché</i>				
Produits finis et quantités produites (types et)	Auparavant (avant 02 à 03 ans), les types de produits sont résumés dans le tableau présenté en annexe 4.	Voir impacts dus aux procédés de fabrication (tableaux ci-dessus)	Substitution des anciens produits par des produits modernes et simplifiés (grande précision et facilité de montage).	<i>Vers une éco-conception de produits</i>
Certification	ISO 9000 (ISO 9002) en 2001		Application stricte des systèmes de management de la qualité (SMQ)	
Suivi sur le marché	- Identification des produits à retirer du marché : produits homologués Sonelgaz et ENML - Capacité de retrait : faible - Relevés de distributeurs : par le service après-vente qui assure une garantie variant de 12 à 36 mois selon les produits et qui dispose d'une équipe ou d'une brigade mobile du SAV à travers tout le territoire national - Documents : disponibles au niveau de la gestion de production (cahiers des charges, registres de suivi, ...).	Présence d'anciens produits en fin de vie sur le marché	Substitution d'anciens produits par de nouveaux produits plus modernes et respectueux de l'environnement	<i>Nécessité d'une mise en place d'une procédure de récupération d'anciens produits pour leur démantèlement</i>

Tableau IV. 4-d : Diagnostic environnemental de l'AMC-El Eulma selon le critère « produits finis et leur suivi sur le marché ».

<i>Critère</i>	<i>Description</i>	<i>Impact environnemental</i>	<i>Mesures prises</i>	<i>Intégration environnementale</i>
<i>Personnel</i>				
Effectif et qualification	<ul style="list-style-type: none"> - Effectif total : 1232 - Effectif des ouvriers permanents : 832 - Pourcentages des deux sexes : 48% femmes et 52% hommes - Effectif des ouvriers temporels : 400 (contractuels et autres) Pourcentage des cadres : 10.47% Pourcentage des autres catégories du personnel : 27.29% d'agents de Maîtrise et 61.61% d'agents d'exécution. soit - Pas d'ouvriers partis en retraite, de rupture ou de fin de contrat. 			<i>Vers une culture environnementale du personnel</i>
Qualification et formation	<ul style="list-style-type: none"> - Cadres : niveau universitaire. - Ouvriers permanents qualifiés ou titularisés par ancienneté. - Les cadres subissent des stages de formation et de recyclage 2 à 3 fois/an dans les domaines (linguistique, de communication, de management, aux nouvelles technologies et aux nouveaux produits). 	Ignorance de l'intérêt de la préservation environnementale	Etablissement d'un programme rigoureux de formation et de recyclage du personnel à tous les niveaux (dans leur spécialités) et dans des domaines spécifiques selon les besoins de l'entreprise.	

Tableau IV. 4-e : Diagnostic environnemental de l'AMC-El Eulma selon le critère « personnel »

Nous signalons que l'élaboration du diagnostic environnemental de l'AMC El-Eulma a été réalisée en se basant sur des informations détaillées relatives à la situation de l'entreprise avant 03 années de cela (période où nous avons réalisé des travaux sur le compteur à eau SNR 15. Le détail de ces derniers a été présenté au niveau du chapitre III), et à la situation actuelle dont l'entreprise a abouti par des mesures très rigoureuses ayant été prises en matière de technologies de production, de produits et d'environnement (bien que celle-ci n'est pas encore certifiée ISO 14000).

L'examen des tableaux précédents montre que le diagnostic environnemental de l'AMC-El Eulma fournit une première ébauche quant au développement du projet d'éco-conception. En effet, les parties IV.4-c, IV.4-d et IV.4-e fournissent une idée claire quant aux propositions d'améliorations et étude de leur faisabilité. En effet, les résultats de ce diagnostic nous ont permis d'opter pour la structuration du principe du développement du projet d'éco-conception³⁴ en se basant sur la formulation des objectifs d'éco-conception, les facteurs de réussite (opportunités et éléments de force), les contraintes (Menaces et éléments faibles).

Par ailleurs, le diagnostic effectué ci-dessus n'a pas mis en exergue le rôle que peut jouer l'être humain dans le développement du projet d'éco-conception (exception faite pour la nécessité de la formation du personnel et sa sensibilisation).

Partant de ce constat et afin de faire le point sur le rôle que peut jouer le personnel de l'AMC-El Eulma dans le développement du projet d'éco-conception, nous avons jugé utile de détailler, dans le paragraphe IV.3.1.2, ce diagnostic en s'intéressant à la perception de la dimension environnementale chez le personnel de cette unité.

IV.3.1.2- Evaluation de la perception de la dimension environnementale chez le personnel de l'AMC-El Eulma

L'évaluation du niveau de la perception de la dimension environnementale au sein de l'AMC-El Eulma nécessite, logiquement, le recueil de données du terrain ainsi que leur traitement par le biais des méthodes spécifiques que nous détaillerons dans ce qui suit.

A- Recueil des données

Dans une telle étude, nous avons procédé à une évaluation du niveau de perception de la dimension environnementale par le biais de trois méthodes qui sont : l'observation, l'entretien et le questionnaire.

A travers l'observation, nous avons pu avoir une idée générale sur le niveau de la protection de l'Environnement (observation des rejets, essentiellement des déchets solides et des rejets liquides, à l'œil nu).

Par l'entretien et sur la base d'un guide d'entretien présenté en annexe 5, et à travers les discussions que nous avons menées avec les différentes catégories du personnel, nous avons pu avoir une idée sur les tendances des différentes catégories du personnel envers la dimension environnementale.

³⁴ Les éléments clés du développement du projet d'éco-conception sont fournis dans la figure IV.6 du présent chapitre.

Sur la base de cet entretien et pour quantifier ces résultats, nous avons eu recours au questionnaire que nous avons conçu (voir annexe 6). Lors de la distribution du questionnaire, nous étions contraints d'expliquer en arabe surtout pour les catégories de maîtrise et des opérateurs ; sachant que leur niveau de formation est assez faible à part quelques cas d'exception, dont le niveau permet d'assimiler et de comprendre les questions posées. La recherche comprenait une visite de chaque département de l'unité avec entretien et enquête par questionnaire aux différentes catégories du personnel (cadres, agents de maîtrise et opérateurs). Les données qualitatives proviennent des entretiens réalisés auprès des enquêtés. Pour analyser ces données, nous nous sommes appuyés sur les discussions avec les différentes catégories du personnel de l'entreprise.

Sur le plan quantitatif, quelques 352 personnes (parmi un effectif total de 1232 agents³⁵) ont complété le questionnaire. Notre échantillon de la population ayant répondu au questionnaire comprend l'effectif suivant : 77 Cadres (soit 60% de l'effectif des cadres), 86 Agents de Maîtrises (soit 25% de l'effectif des Agents de maîtrise) et 189 Opérateurs (soit 25% de l'effectif des Opérateurs).

B- Analyse des données

B.1- Méthodes retenues pour l'analyse des données

Après avoir réalisé l'entretien et rempli les questionnaires, nous avons procédé au dépouillement de ces derniers. Ceci étant réalisé, vient la phase de l'analyse statistique. Nous avons utilisé, pour cela, deux outils statistiques : l'Analyse des Distributions des Fréquences (ADF) en utilisant le tableur *Excel*, et l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) en utilisant le logiciel *Statistica*.

Les réponses obtenues concernent l'année 2005 (c'est-à-dire après la certification ISO 9000). A chaque enquêté, nous avons demandé d'indiquer, parmi les différentes questions, la modalité qui l'intéresse. Pour chaque question, il y a cinq solutions possibles. Chacune d'elles définit, donc, sur l'ensemble des enquêtés, une variable qualitative à cinq modalités selon cinq principaux types de modalités présentés dans le tableau suivant.

<i>Type de modalités</i>	<i>Description</i>
Variable qualitative à 5 Modalités de type 1	Très Souvent (TS), Souvent (S), Parfois (P), Rarement (R), Jamais (J).
Variable qualitative à 5 Modalités de type 2	Excellent (E), Très bon (TB), Bon (B), Moyen (M), Mauvais (Mv).

Tableau IV.5 : Description des types de modalités des variables qualitatives utilisées dans le questionnaire

B.1.1- L'Analyse de Distribution des Fréquences (ADF)

La spécificité de l'analyse des fréquences est qu'elle montre les interactions par questions de tendances des différentes catégories envers la dimension environnementale.

Evidemment, la méthode ADF nécessite le codage des données (voir annexes) où pour chaque question nous avons cinq réponses selon plusieurs types de modalités tels

³⁵ 129 Cadres soit 10.47% , 344 agents de Maîtrise soit 27.29% et 759 Agents d'exécution soit 61.61%

qu'ils sont représentés dans le tableau précédent. Sachant que l'échelle que nous avons adoptée est ordinale où nous avons utilisé la notation selon l'exemple suivant : Très souvent (TS) qui signifie que c'est très bon et une cotation de 5, Souvent (S) qui signifie que c'est bon et a pour cote 4, Parfois (P) qui signifie que c'est moyen et à une cotation de 3, Rarement (R) qui signifie que c'est faible et à pour cote 2 et enfin Jamais (J) qui signifie que c'est très faible et à une cote de 1.

Pour le calcul des tendances des différentes catégories du personnel envers la dimension environnementale, nous prenons le nombre de réponse pour chaque modalité et on le multiplie par sa cote, ceci pour toutes les questions :

$$(n_1 \times m_1) + (n_2 \times m_2) + (n_3 \times m_3) + (n_4 \times m_4) + (n_5 \times m_5) = N \quad [1]$$

Avec : n_i est le nombre de réponse pour chaque modalité et m_i étant la modalité.

L'étape suivante consiste à diviser le nombre N par le nombre total des enquêtés pour chaque cas : $N \div n_T = Moy_1$ [2]

Avec : n_T est le nombre total des enquêtés pour chaque catégorie et Moy_1 étant la moyenne pondérée de chaque question (ce qui signifie que la moyenne des réponses est Moy_1 pour une catégorie définie, pour une question j).

De la même manière, nous avons procédé pour les autres catégories. Une fois terminée, nous avons additionné les moyennes pondérées :

$$Moy_1 + Moy_1 + \dots + Moy_1 = M \quad [3]$$

Ensuite, nous avons divisé le nombre M par le nombre de questions données :

$$M \div n = MG \quad [4]$$

Avec : M est la somme des différentes moyennes pondérées ; n est le nombre de questions et enfin MG est la moyenne générale qui va nous donner une idée sur le niveau de perception de la dimension environnementale.

B.1.2- L'Analyse des Correspondances Multiples (AMC)

L'Analyse des Correspondances est une méthode statistique descriptive adaptée aux tableaux de contingence³⁶ et permet d'étudier les éventuelles relations existant entre deux variables nominales. Elle fournit, par extension, des descriptions satisfaisantes de certains tableaux de codages discontinus (Lebart & al., 2004).

L'ACM permet de décrire de vastes tableaux binaires, dont les fichiers d'enquêtes socio-économiques constituent un exemple privilégié : les lignes de ces tableaux sont en général des individus ou observations (il peut exister plusieurs milliers) et les colonnes sont des modalités de variables nominales (le plus souvent des modalités de réponses à des questions).

De ce fait, L'ACM permet d'étudier une population de I individus décrits par J variables qualitatives (Pagès & Escofier, 1998).

³⁶ Le tableau de contingence dit aussi de dépendance ou tableau croisé est obtenu en ventilant une population selon deux variables nominales. L'ensemble des colonnes du tableau désigne les modalités d'une variable et l'ensemble des lignes correspond à celles de l'autre variable. De ce fait, les lignes et les colonnes, qui désignent deux partitions d'une même population, jouent des rôles symétriques et sont traitées de façon analogue.

L'application la plus courante de l'ACM est le traitement de l'ensemble des réponses à une enquête. Chaque question constitue une variable dont les modalités sont les réponses proposées.

Dans la méthode ACM, les données peuvent être rassemblées dans un tableau de type individus x variables. Les lignes représentent les individus, les colonnes représentent les modalités des variables (figure suivante) ; à l'intersection de la ligne i et de la colonne k se trouve la variable X_{ij} de l'individu i pour la modalité k de la variable j (qui vaut 1 ou 0) selon que l'individu i a choisi cette modalité ou non. Généralement, X_{ij} est le numéro de la modalité de la variable j possédée par i .

	Variable 1		Variable j		Variable J		Marge
	1		1	K	K _r	K	
1							J
i	0	1	0	X_{iK}	0	1	J
I							J
marge	I_1			I_K		I_{KJ}	I_J

Figure IV.8 : Tableau des données (Pagès & Escofier, 1998)

Cette analyse est représentée par des graphiques illustrant des nuages de points (figure IV.9). Dans ces graphiques, l'objectif est de fournir des images planes approchées au nuage N_{ij} situé dans l'espace R^k appelées axes factoriels sur lesquels on projette le nuage N_{ij} sur U_s .

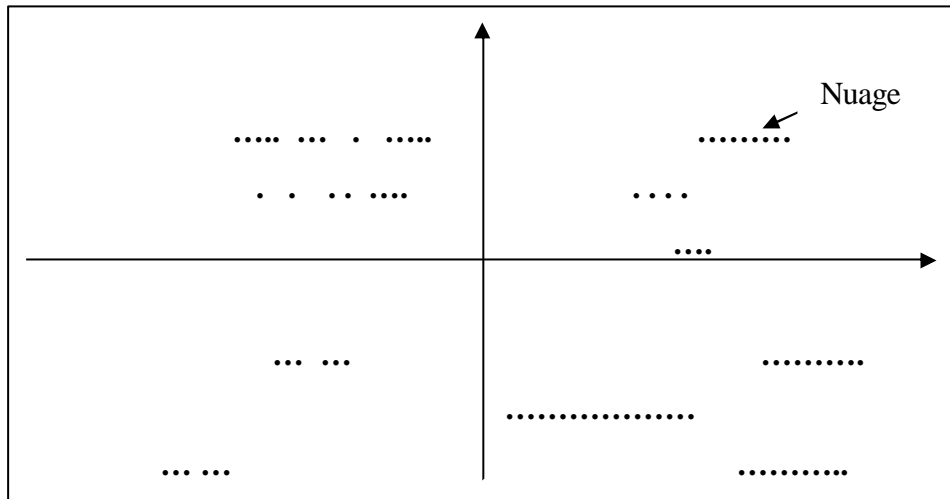


Figure IV.9 : Illustration d'un nuage N_{ij} situé dans l'espace R^k (Pagès & Escofier, 1998)

B.2- Résultats qualitatifs

Les résultats de notre analyse qualitative sur l'aspect Environnement, au sein de l'entreprise AMC El Eulma, ont montré que toutes les catégories du personnel sont d'accord que cet aspect est quelque peu négligé par rapport à d'autres aspects connus dans ce domaine (à s'avoir la qualité et la sécurité) et que la production passe avant tout. Néanmoins, l'entreprise fait de son mieux pour se conformer aux lois en vigueur.

Selon les Cadres et les Agents de Maîtrise, toutes les mesures de protection de l'environnement sont prises dans leur entreprise et que la situation environnementale de cette dernière ne fait pas peur par rapport à la nature de l'activité qui ne constitue en aucun cas une grande menace pour l'environnement comme c'est le cas des cimenteries, des hydrocarbures et des complexes chimiques et pétrochimiques. Ils affirment que l'activité de leur entreprise se limite aux rejets de quelques déchets solides et effluents liquides qui sont bien gérés et traités. Donc les déclarations des Cadres et des Agents de Maîtrise se rapprochent dans ce sens.

Quant aux Opérateurs, ils affirment que l'environnement n'est pas bien protégé par rapport à la nature des produits dangereux générés par l'entreprise vu qu'ils sont très touchés par les maladies professionnelles chroniques causées par ce genre de produits dont les effets ont, peut être des répercussions plus néfastes sur tout l'environnement (faune, flore et être humain) à des quantités considérables générées quotidiennement.

La déclaration des opérateurs nous conduit à rappeler que l'entreprise AMC dispose de deux chaînes de traitement des surfaces : la chaîne de la division électrique (pour les opérations de phosphatation, de nickelage, de cuivrage, d'argenture et de passivation chromage) et la chaîne de la division fluide (pour les opérations de zingage, d'étamage et de passivation chromique).

Ainsi, les différents types de déchets générés par l'entreprise correspondent, essentiellement, aux : boues (qui contient, dans leur composition, le chrome trivalent et les métaux lourds, à savoir Fe, Ni, Cu, Zn, ...), eaux usées (qui sont neutralisées à $pH = 7$ à 7.5), rejets liquides et déchets solides.

Les mesures de prévention mises en œuvre dans l'entreprise consistent en un traitement des déchets par : une oxydation des cyanures en cyanites, une oxydation des cyanites (CNO⁻) en gaz carbonique CO₂, un ajustement du pH des eaux neutralisées à un pH = 7-7.5 (neutre), une décantation des eaux neutralisées pour la séparation de la boue, un stockage et un entreposage des déchets solides (la boue est emballée dans des sachets en plastique rigides qui sont placés dans des fûts stockés dans des containers cadenassés au dessus d'une dalle imperméable en béton).

B.3- Résultats quantitatifs

Rappelons que l'évaluation des résultats de quantitatifs est réalisée à l'aide des deux outils ADF et ACM décrits précédemment.

Les résultats de l'ADF et ceux de l'ACM montrent que la tendance de toutes les catégories du personnel va dans un sens assez positif, bien que la catégorie des Cadres l'emporte toujours par rapport au niveau hiérarchique et au niveau intellectuel mais dont la tendance se rapproche de celle des Agents de Maîtrise.

Dans le cas de l'analyse par ADF, l'ensemble des résultats se trouve dans la zone positive, ce qui signifie que l'aspect environnement est pris au sérieux (figure IV.10).

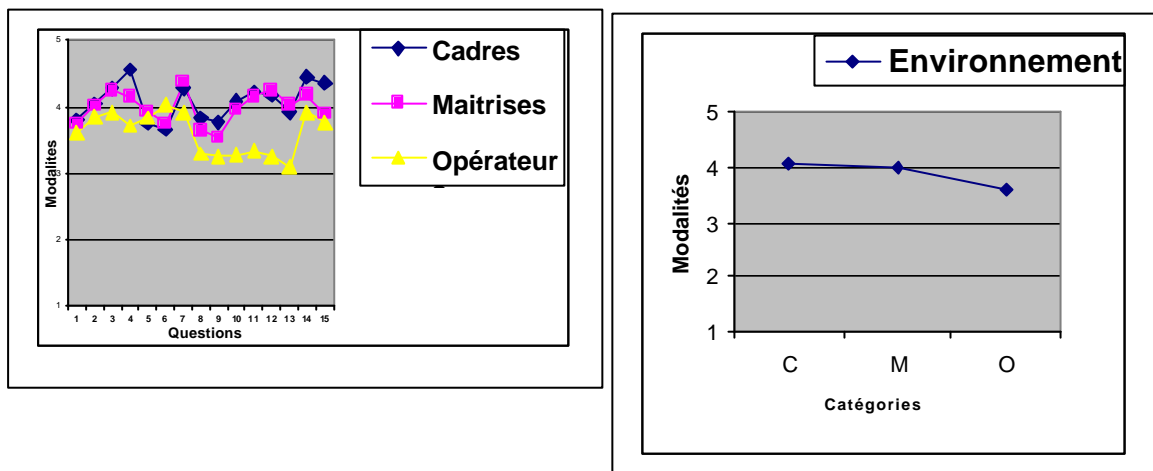


Figure IV.11 : Tendances des différentes catégories du personnel de l'AMC- El Eulma envers l'Environnement selon l'ADF.

D'après l'analyse statistique, les valeurs des niveaux d'appréciation des différentes catégories du personnel envers l'environnement se présentent, successivement, comme suit : 4,1 pour les cadres, 3,93 pour les agents de maîtrise et 3,5 pour les opérateurs.

Ces résultats signifient que la tendance des différentes catégories du personnel et spécialement celle des agents de maîtrise, envers l'environnement, se rapproche bien de celle des cadres qui l'emporte. Néanmoins, la catégorie des opérateurs est située à un niveau de perception très acceptable par rapport au niveau d'instruction et à la position hiérarchique. Les résultats sont, nettement, meilleurs par rapport à ceux d'autres entreprises telles que la SCIMAT (Abdesslem, 2001).

L'analyse par ACM montre que lorsque nous examinons la projection des tendances envers l'environnement, nous remarquons qu'il existe un certain écart entre les différentes catégories du personnel. Ceci est dû au type et au niveau de questions

posées (voir le questionnaire en annexes) ainsi qu'aux réponses données. Bien que cela n'empêche pas que la tendance, envers l'environnement, de l'ensemble du personnel, est favorable mais pas idéale (figure IV.11).

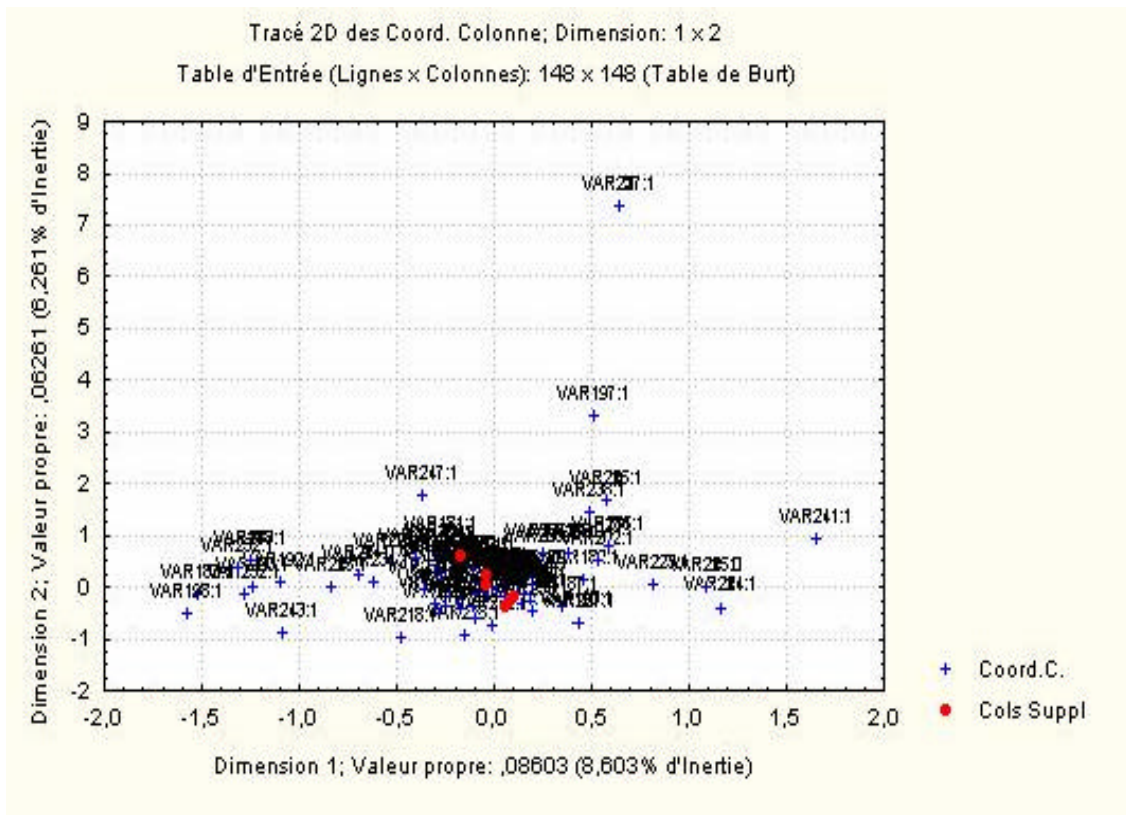


Figure IV.11 : Tendances des différentes catégories du personnel de l'AMC envers l'Environnement selon l'ACM.

Si nous examinons la projection des deux groupes de variables (questions x individus) sur le plan factoriel de la figure IV.11, nous remarquons que les modalités d'une même variable sont toujours alignées avec l'origine des axes. En effet, en ACM, l'origine des axes est au barycentre des modalités d'une même variable (Lebart & al., 2004), (Lebart & al., 2000), (Lebart & Salem, 1994) et (Lebart & al., 1984).

Les modalités lourdes (ayant une valeur 0) sont près de l'origine tandis que les modalités légères (ayant une valeur 1) sont excentrées. En terme de mécanique, nous retrouvons le principe du bras de levier, et ceci pour tous les cas de l'étude. D'ailleurs, au niveau du tri du questionnaire, presque toutes les modalités lourdes (réponses négatives, par exemple Mauvais, Rare, Pas du tout) sont des colonnes nulles au niveau du codage des données relatives au traitement du questionnaire (voir annexe 7).

Le graphe de nuage des tendances envers l'environnement à l'AMC est assez positif. En effet, le premier facteur F1 (Dimension 1 a une valeur de 0,0860) classe les modalités qui ont contribué à son inertie. Les modalités dont la contribution à l'inertie est la plus importante sont : Parfois, Moyen, Quelques et Assez.

Quant au deuxième facteur F2 (Dimension 2 dont la valeur est de 0,0626) qui n'est autre que la moyenne des rapports de corrélation entre le facteur et chacune des variables supplémentaire (les 3 catégories), oppose donc la catégorie C aux autres

catégories (qui trouve que l'environnement est plus atteint). Les premiers se situent à gauche du graphique et les seconds à droite du graphique.

B.4- Interprétation des résultats

Dans l'ensemble, il y a une bonne concordance entre les résultats de l'analyse qualitative et ceux de l'analyse quantitative. En effet, les résultats montrent que le niveau de tendance envers l'environnement est positif, ceci résulte, probablement, du fait que les Cadres (C) font confiance aux services de prévention et aux laboratoires du contrôle environnemental et insistent sur le bon fonctionnement des stations d'épuration et que les agents de Maîtrise (M) et les Cadres (C) ont des tendances rapprochées, probablement, par rapport à leur avis positif sur le respect de l'environnement à l'intérieur de l'entreprise (niveau de salubrité et de propreté des locaux qui est très acceptable) et à l'extérieur (gestion des déchets, traitement des rejets, ... etc.).

Donc, le niveau de perception de l'aspect Environnement à l'AMC a une valeur bonne $MG = 3,84$ (proche de 4). Ceci signifie qu'une politique environnementale existe au sein de l'entreprise, grâce aux efforts de sensibilisation du personnel envers l'environnement.

IV.3.2- Etape de développement du processus d'éco-conception

Le diagnostic de la situation environnementale de l'AMC-El Eulma permet de cadrer le développement du processus d'éco-conception.

Cependant, pour des raisons de commodité avec le contexte dans lequel nous avons réalisé cette étude, nous suggérons de substituer le mot « processus » par le mot « projet ». Par conséquent, cette étape est, donc, celle du développement d'un projet d'éco-conception.

Pour le développement du projet d'éco-conception, nous nous sommes référés à l'approche produite présentée dans le tableau IV.2 du présent chapitre. La mise en œuvre du projet d'éco-conception s'effectue sous tous les produits fabriqués par l'AMC El Eulma. Une illustration est fournie ci-après sur le produit « compteur à eau SNR15 ».

IV.3.2.1- Mise en œuvre du procédé d'éco-conception sur les produits AMC El Eulma « compteurs à eau SNR 15 »

A- Description structurelle du produit compteur à eau SNR 15

Le compteur d'eau froide SNR 15 fera l'objet d'une application du projet d'éco-conception proposé précédemment. Nous signalons qu'il s'agit de l'ancien produit de l'entreprise AMC- El Eulma (il y a près de 03 années, période où nous avons effectué nos travaux sur cette partie de la thèse comme nous l'avons déjà mentionné au niveau du chapitre 3).

C'est un compteur dynamique première prise à jets multiples, conçu pour montage en conduite horizontale. Il est muni d'une horlogerie noyée à cadran sec avec totalisation à rouleaux chiffrés. La plus petite quantité lisible sur ces derniers est de 100 litres, un disque indicateur qui permet en outre la lecture des unités. Sa capacité totale d'enregistrement est de 10.000m^3 . Le totaliseur à rouleaux chiffrés est logé sous vide, toute perturbation de lecture comme encrassement ou formation de buée est ainsi évitée.

Les compteurs à eau, en fin de vie, sont des déchets recyclables par rapport aux principales matières dont ils sont composés (plastique et bronze alimentaires). Pour cela, on procède à leur démontage manuel en vue de les recycler.

Les principaux sous-ensembles constituant le compteur d'eau froide SNR 15 sont les suivants : l'intérieur complet (constitué d'un corps en bronze alimentaire, d'un pignon, d'une bague, d'un rouleau chiffré (axe) et d'un entraîneur), la turbine, la minuterie (sous-vide) et l'écrou de fermeture (couvercle en plastique alimentaire).

B- Description fonctionnelle du processus de fabrication du produit « compteur à eau SNR 15 »

La description fonctionnelle du processus de fabrication du produit « compteur à eau SNR 15 » est d'une importance incontestable pour la détermination et la description des tâches cibles afin de faire des propositions concernant les conduites à tenir afin de prendre en charge la dimension environnementale au niveau de chaque tâche cible. Ainsi, nous nous proposons de la réaliser à travers la représentation séquentielle suivante :

- **Tâche A : Début de la procédure**
 - Sous tâche 1 = Transformer les matières premières
 - ✍ Transformation du bronze en bronze alimentaire
 - ✍ Transformation du plastique en plastique alimentaire
- **Tâche B : Fabrication des pièces principales**
 - Sous tâche 1 = réalisation du corps (tour)
 - Sous tâche 2 = réalisation du pignon (presse d'injection plastique)
 - Sous tâche 3 = décolletage de la bague (tour à décolleter)
 - Sous tâche 4 = cirage du couvercle (dispositif de cirage)
 - Sous tâche 5 = mise de la minuterie sous vide (pompe à vide)
- **Tâche C : Montage des sous-ensembles**
 - Sous tâche 1 = utilisation de quelques pièces secondaires achetées
 - Sous tâche 2 = montage de l'intérieur complet du compteur, de la turbine, de la minuterie (sous vide) et de l'écrou de fermeture.
- **Tâche D : Rodage du produit fini (compteur à eau SNR 15)**
- **Tâche E : Réglage optique au stroboscope**
- **Tâche F : Contrôle métrologique (mécanique)**
- **Tâche G : Etiquetage (notices)**
- **Tâche H : Plombage**
- **Tâche I : Emballage (mise en boîte)**
- **Tâche J : Fin de la procédure**
 - Sous tâche 1 = stockage au magasin
 - Sous tâche 2 = vente

Figure IV.12 : Description du procédé de fabrication du produit « compteur à eau SNR 15 ».

Dans le diagramme de fabrication, chaque tâche est formalisée par le quadruplet suivant : sa description, ses ressources, ses relations avec les tâches amonts et avals et sa durée d'exécution.

Les pièces principales sont fabriquées au niveau de l'unité : intérieur complet du compteur (corps, pignon, bague, rouleau chiffré ou axe et entraîneur), turbine, minuterie (sous-vide), écrou de fermeture (couvercle en plastique alimentaire). Quelques pièces secondaires achetées ou importées d'Europe.³⁷

IV.3.2.2- Optimisation de l'intégration de la composante environnementale en se basant sur le repérage des tâches cibles

La finalité de cette description est de localiser les tâches que nous qualifions de *tâches cibles* qui doivent être détaillées afin d'intégrer la dimension environnementale. La procédure de localisation de ce type de tâches est facilitée par le remplissage de tableaux spécifiques dont la forme est celle représentée par le tableau IV.6 que nous proposons ci-après.

Tâches	Description	Objectifs	Dimension environnementale						
			Prise en charge ?		Nécessité de cette prise en charge ?		La tâche est-elle cible ?		
Tâche A	Transf. des MP	Transf. du bronze et du plastique	Oui						Non
Tâche B	Fabrication des pièces principales	Réalisation du corps, pignon, bague, et couvercle		Non	Oui			Oui	
Tâche C	Montage des sous-ensembles	Réalisation des assemblages de l'intérieur complet, la turbine, la minuterie et du couvercle	Oui						Non
Tâche D	Rodage	Première mise en fonctionnement du compteur		Non			Non		Non
Tâche E	Réglage au stroboscope	Réalisation d'un réglage optique		Non			Non		Non
Tâche F	Contrôle métrologique	Réalisation d'un contrôle mécanique		Non			Non		Non
Tâche G	Etiquetage	Mise en étiquette des notices		Non	Oui			Oui	
Tâche H	Plombage	Mise en plombage et scellage du produit		Non			Non		Non

³⁷ Nous signalons qu'il s'agit de l'ancien produit, celui qui existait pendant la période de notre passage au niveau de l'unité il y a quelque trois années. En ce qui concerne les nouveaux produits, les pièces principales sont importées d'Europe (d'Italie et de France) puis assemblé sur place.

Tâche I	Emballage	Ensachage et mise en boîte		Non	Oui		Oui	
Tâche J	Stockage et vente	Stockage des produits fabriqués au niveau du magasin et commercialisation		Non		Non		Non

Tableau IV. 5 : Principe de sélection des tâches cibles du procédé de fabrication du compteur à eau SNR 15.

L'intégration environnementale est recommandée à toutes les étapes du procédé de fabrication du compteur à eau bien que certaines étapes nécessitent une attention plus particulière par rapport à d'autres. Nous citons, à titre d'exemple, les étapes de transformation des matières premières et de traitement de surface et les étapes d'étiquetage et d'emballage : les étiquette et emballages (sachets et boîtes en carton) doivent être respectueux de l'environnement (non encombrants, recyclables et réutilisable) dès la phase de leur conception.

Dans le tableau IV.6, nous nous réalisons une application du principe de sélection des tâches cibles repérées au niveau du procédé de fabrication du compteur à eau SNR 15 et pour lesquelles les mesures d'éco-conception doivent être mises. En d'autres termes, ces mesures permettent de prendre en compte la dimension environnementale en conception ou en amélioration du produit³⁸.

Les mesures générales concernant l'optimisation de la dimension environnementale (à travers l'éco-conception) au niveau des tâches cibles du processus de fabrication du compteur à eau SNR 15 sont proposées au niveau du tableau IV.7.

<i>Tâche cible</i>	<i>Description des éléments d'intégration environnementale</i>
Transformation de matières premières	Sélection de matériaux et de substances à moindres impacts et réduction des quantités de matières.
Fabrication des pièces principales	Optimisation des techniques de production et notamment des opérations de fabrication des pièces principales.
Etiquetage	Prévoir des étiquettes à base de matières recyclables ou biodégradables et d'encre à composition de matières non nocives pour l'environnement (prévoir le cas du rejet des étiquettes lors de la fin de vie du produit).

³⁸ La conception concerne l'entreprise Suisse Aquametro qui a réalisé la conception proprement dite du produit et l'amélioration concerne l'entreprise AMC- El Eulma qui réalise des modifications en matière de conception (amélioration du produit).

Emballage	<p>Optimisation des emballages et de la logistique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'ensachage doit être à base de sacs en plastique respectueux de l'environnement (matière plastique recyclable ou biodégradable et à base de colorants non nocifs pour l'environnement ou de préférence transparents). - L'opération de mise en boîte doit se réaliser dans des boîtes en carton résistant, pas trop épais et recyclable. - Les boîtes doivent être ajustées à la taille exacte et à la forme du produit afin qu'elles ne soient pas encombrantes.
Produit	<p>Les mesures d'amélioration ponctuelles du produit dès la phase de conception sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La réduction des impacts sur la sécurité des consommateurs d'eau pendant la phase d'utilisation du produit en question par l'amélioration du bronze et du plastique utilisés dans la fabrication en matériaux alimentaires. - L'optimisation de sa durée de vie. - L'optimisation de sa fin de vie.
Entreprise	<p>Associer le plus en amont possible les différentes compétences de l'entreprise AMC-El Eulma (production, recherche & développement, environnement, service clientèle, marketing, finance, etc...) autour du projet d'éco-conception que nous avons proposé.</p>

Tableau IV. 7 : Optimisation de l'intégration de la dimension environnementale.

IV.3.3- Elaboration du document du projet d'éco-conception

Le diagnostic de la situation environnementale de l'AMC-El Eulma permet de cadrer le développement du processus d'éco-conception.

Cependant, pour des raisons de commodité avec le contexte dans lequel nous avons réalisé cette étude, nous suggérons de substituer le mot « processus » par le mot « projet ». Par conséquent, cette étape est, donc, celle du développement d'un projet d'éco-conception.

Sur la base des informations issues du diagnostic, nous proposons quelques éléments clés pour le développement du projet d'éco-conception au sein de l'AMC-El Eulma que nous regroupons dans le tableau suivant.

<i>Etape du projet d'éco-conception</i>	<i>Objectifs</i>	<i>Facteurs de réussite</i>	<i>Contraintes</i>	<i>Observations</i>
☞ Politique d'éco-conception	<ul style="list-style-type: none"> - Gestion des ressources - Serviabilité de la clientèle grâce à une politique de suivi des produits (récupération des compteurs usés) - Intégration de la valorisation des produits fabriqués dès leur conception 	<ul style="list-style-type: none"> - l'AMC-El Eulma a fait l'objet d'une certification ISO 9000. - Les enjeux technico-socio-écologico-économiques (prise de conscience d'opportunité en matière d'éco-conception). 	<ul style="list-style-type: none"> - Techniques - Organisationnelles (notamment pour le suivi du produit sur le marché qui nécessite l'implication de l'ensemble des acteurs potentiels de l'AMC). 	La motivation de la direction et des acteurs potentiels (distributeurs) est normalement acquise sur la base de la certification ISO 9000 (plus particulièrement son volet d'amélioration continue).
☞ Planification	<ul style="list-style-type: none"> - Diversification des options permettant d'atteindre les objectifs d'éco-conception. - Choix du plan qui offre le plus de chances d'atteindre les objectifs visés en matière d'éco-conception. - Définition des moyens humains, matériels et financiers en considérant les points de vue des différentes parties concernées par le projet. - Répartition des acteurs potentiels en comités de pilotage et d'exécution. - Attribution de responsabilités (responsables, animateurs, experts, ...). - Etablissement des échéances de mise en œuvre et du contrôle. 	<ul style="list-style-type: none"> - Acquisitions de la certification ISO 9000 	Contraintes rencontrées lors de la certification (qui ne sont pas surmontées) ou celles qui sont externes à l'unité.	Etablissement des marges temporelles pour prendre en charge les contraintes qui subsistent

<p>☞ Mise en oeuvre</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Intégration progressive du personnel au projet d'éco-conception. - Formation et sensibilisation à l'éco-conception. - Elaboration d'un système documentaire. - Bonnes pratiques de communications. - Gestion des conflits (divergences d'opinions, conflits interpersonnels et organisationnels). - Gestion des changements (réactionnels, planifiés, stratégiques, structuraux, technologiques et organisationnels). 	<p>Acquisitions de la certification ISO 9000 notamment en matière de procédures :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'inventaire des exigences réglementaires et autres, - d'information et de sensibilisation, - de contrôle et de surveillance, - d'anticipation de dérives et/ou d'intervention pour faire face à ces dérives, - de gestion de déchets, - de communication en interne et en externe, ... 	<p>Vérification / test / validation de ces procédures</p>	<p>La quasi-totalité des procédures élaborées dans le cadre de la certification ISO 9000 nécessitent une mise à jour afin d'intégrer la dimension environnementale (le principe d'intégration de cette dimension est explicité dans la présentation du processus d'éco-conception – voir tableau IV.4).</p>
<p>☞ Contrôles et actions</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Définitions des procédures : de surveillance du programme d'éco-conception, de non-conformité, d'intervention de prévention, de gestion de dérives et du suivi sur le marché. - Réajustement des objectifs d'éco-conception en cas de nécessité. - Pérennisation des actions par une démarche de pérennisation 	<p>Acquisition de la certification ISO 9000 notamment en matière d'amélioration continue</p>	<p>Vérification / test / validation de ces procédures et des objectifs réajustés</p>	

Tableau IV.8 : Propositions de développement du programme de management d'éco-conception à l'unité AMC d'El-Eulma

IV.3.4- Bilan provisoire de l'étude de l'AMC-El Eulma

Nous avons suivi tout au long du développement du projet d'éco-conception à l'AMC-El Eulma une stratégie qui permet de mettre en exergue les facilitateurs de ce développement, acquis lors de la certification ISO 9000, afin d'évaluer le travail restant (ou à faire).

Les quatre étapes du projet d'éco-conception sont formulées sous forme d'objectifs d'éco-conception qui sont fondées sur le diagnostic environnemental que nous avons réalisé et où l'accent a été mis en particulier sur les parties techniques, organisationnelles et humaines.

L'étude de la l'AMC-El Eulma nous a permis de tester, en partie, le développement du processus d'éco-conception conçu. Toutefois, l'appréciation du niveau de perception de la dimension environnementale chez le personnel de l'AMC-El Eulma nous a permis, d'une part, de mieux s'approcher de la réalité du terrain notamment en matière du retour d'informations quant à la certification ISO 9000 et, d'autre part, d'utiliser des logiciels tel que Statistica afin de mieux traiter les informations recueillies.

L'étude de la perception de la dimension environnementale a permis de mettre en exergue le rôle que peut jouer le facteur humain dans un processus d'éco-conception. En effet, l'intégration du facteur humain est une nécessité pour la maîtrise du processus d'éco-conception. Certes, nous n'avons pas détaillé les spécificités du fonctionnement humain mais, les résultats d'appréciation obtenus nous permettent de revenir, très rapidement, sur les colonnes 3 et 4 du tableau IV.8 (facteurs de réussite et contraintes) pour souligner : l'importance de la dimension collective de tels projet, du rôle croissant des interactions «hommes – machines – interfaces », du rôle croissant de l'information et des devoirs et obligations du personnel de l'AMC-El Eulma pour l'instauration de la culture environnementale au sein de cette unité.

Signalons enfin, que ce bilan provisoire sur le projet d'éco-conception de l'AMC-El Eulma a justifié la faisabilité d'un tel projet dans cette unité. C'est un souhait que nous formulons pour nos entreprises industrielles.

Conclusion

Pour conclure ce chapitre, nous insistons sur le fait que le système de management d'éco-conception proposé dans ce chapitre n'est pas une «recette» toute prête applicable dans n'importe quelle situation. Nous avons simplement souhaité évoquer la procédure du développement d'un système de management d'éco-conception en identifiant précisément les points d'entrée de la composante environnementale.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Les travaux présentés dans cette thèse portent sur les approches d'intégration des concepts Qualité, Sécurité et Environnement dans la conception de produits en Algérie.

Pour atteindre cet objectif, nous avons rappelé dans le premier chapitre les notions de base pour l'étude des produits et nous avons rapidement abordé les tendances actuelles en matière d'approches d'étude des produits. Ceci nous a permis de retenir trois aspects qui nous ont permis de cadrer notre problématique. Il s'agit des aspects législatif, méthodique et normatif.

Ainsi, suivant l'aspect législatif, nous avons développé un dispositif organisationnel et légal permettant d'encadrer les produits en Algérie suivant les aspects Qualité, Sécurité et Environnement.

Suivant l'aspect méthodique nous nous sommes intéressés au processus de conception intégrée de produits basé sur la formulation des exigences globales et spécifiques (pour rappel, les exigences globales traduisent les facteurs QSE et les exigences spécifiques sont liées aux différentes phases du cycle de vie de produits).

Enfin, l'aspect normatif (ou managérial) est détaillé par le développement d'un système de management d'éco-conception.

Tout au long de la réalisation de ce travail de recherche, notre souci majeur a été de concrétiser les objectifs assignés à notre travail et de répondre le mieux possible à l'interrogation (hypothèse) posée au niveau de notre problématique de recherche par une approche scientifique objective et bien fondée.

Ainsi et au travers les résultats de notre recherche, nous rappelons la chronologie de nos différentes contributions que nous récapitulons ci-dessous :

- En effet, notre première contribution nous a permis de dresser un bilan de la réglementation algérienne en matière d'encadrement des produits suivant les paramètres Qualité, Sécurité et Environnement.
- Notre deuxième contribution étant la proposition d'un processus de conception des produits basé sur la formulation des exigences fonctionnelles de produits que nous avons valorisée sur deux exemples d'application issus de l'industrie métallurgique nationale.

Parmi les avantages que présente le processus de conception proposé, l'utilisation d'un strict minimum de méthodes et leur articulation dans un même processus. Ce critère d'utilisation optimale de méthodes de conception, a été respecté même dans le cas où l'on s'intéresse à d'autres exigences spécifiques qui sont souvent associées aux différentes phases du cycle de vie de produits. Dans ce contexte, nous avons utilisé la méthode d'analyse multicritère.

- La troisième contribution concerne la proposition d'une démarche de reconfiguration des procédés de fabrication qui s'intègre parfaitement dans la vision moderne des systèmes de production caractérisés par leur grande flexibilité. La validation de cette démarche s'est effectuée sur un système mécanique que nous avons adapté.
- La quatrième contribution consiste en une formulation des objectifs relatifs à deux classes de démontage de produits en fin de vie ainsi que le développement de deux démarches permettant la formulation et la concrétisation de ces objectifs. Il s'agit de démarches :
 - o d'élaboration de la séquence optimale de démontage pour la classe des pièces récupérables que nous avons validée sur un exemple de batteries usées et sur un autre exemple relatif au compteur à eau (SNR 15),
 - o d'allocation des impacts environnementaux pour la classe des pièces non récupérables (ou destinées à la mise en décharge).
- Enfin, notre cinquième et dernière contribution consiste en un développement d'un processus d'éco-conception dont l'étude de faisabilité a été illustrée sur le cas de l'unité AMC El-Eulma qui a déjà fait l'objet d'une certification ISO 9000.

Au travers nos différentes contributions que nous avons réalisées dans le cadre de cette thèse, nous pouvons dire que nous avons cadré notre problématique tout en prenant en considération l'évolution de la recherche scientifique en la matière ainsi que les mutations régulières et rapides de nos entreprises industrielles.

Nous signalons que la norme IEC 61508³⁹ n'a pas été abordée dans cette étude vu qu'il s'agisse d'une norme qui traite le processus de conception des systèmes (ou produits). Cependant, elle se limite aux systèmes instrumentés (catégorie spécifique de produits), alors que notre travail de recherche s'est porté sur les produits au sens large du terme.

Enfin et pour mettre un terme provisoire à notre travail de recherche, deux voies méritent d'être approfondies :

- Elargissement du système de management développé dans le chapitre IV aux concepts QSE de sorte à évoluer vers un système de management global et harmonisé QSE. Nos ambitions consistent en une concrétisation de l'implémentation de ce système sur quelques entreprises algériennes. Cette concrétisation n'est possible que par le biais d'un partenariat Universités - Industries que nous tenons à encourager.
Dans le même contexte, et pour se rapprocher de la réalité du terrain, nous nous proposons de porter un intérêt particulier à l'aspect humain en tant que facteur important de réussite de tout système de management à travers l'étude de son évolution culturelle et comportementale vis-à-vis de la dimension environnementale au niveau des entreprises algériennes. Par conséquent, nous estimons que l'approche humaine est d'une importance incontestable dans les pays en voie de développement tels que l'Algérie, ce qui sous entend que tout investissement doit être

³⁹ IEC (International Electrotechnology Commission) ou bien CEI (Commission Electrotechnique Internationale) : norme européenne relative à la conception des systèmes instrumentés.

humain en premier lieu, sans pour autant négliger les aspects organisationnel et technique.

- Etablissement des échelles de cotation par catégories industrielles afin de mieux cerner les appréciations quantitatives des indicateurs de reconfiguration de procédés de production et ceux relatifs aux séquences de démontage manuel de produits.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

Abdelguerfi, A., Laouar, M. (1999). *Les ressources génétiques en Algérie : un préalable à la sécurité alimentaire et au développement durable*. Institut National d'Agronomie, Algérie.

Abdesslem, N. (2001). *Evaluation des niveaux Qualité, Environnement et Sécurité : Cas de la Cimenterie de Ain Touta. Etude sur le système de management intégré du triptyque QES*. Mémoire de Magister en Hygiène et Sécurité Industrielle- Option : Gestion des risques. Institut Hygiène et Sécurité Industrielle, Université de Batna, Algérie.

Adda, J. (1998). *La mondialisation de l'économie*. Tome 1, Casbah Editions, Alger.

Ahlem. (2006). *L'Algérie importe pour 3,5 milliards de pièces de rechange*. Le Quotidien d'Oran du 13 septembre 2006. Algerie-dz.com.

Aidi, M., Tollenaere M.& Pouny F. (2003). *Le processus de quantification du produit par la gestion des données fonctionnelles en conception / simulation*. Communication orale présentée au Séminaire International sur la Conception Intégrée en Production CPI2003. Casablanca, Maroc. pp. 1-15.

Akao, Y., (1972). *New product development and quality assurance, system of quality function*, Edition AFNOR, France.

Akao, Y., (1990). *Quality Function Deployment*. Productivity Press, Cambridge M.A.

Akao, Y., (1993). *QFD prendre en compte les besoins du client dans la conception du produit*, Edition AFNOR, France.

Alting, L., & Jorgensen, J., (1993). *The Life Cycle Concept as a Basis for Sustainable Industrial Production*. Annals of the CIRP, Vol. 42/1, pp.163-167.

Aoussat, A., (1990). *La pertinence en innovation : nécessité d'une approche plurielle*. Thèse de Doctorat, ENSAM, Paris - France.

Ashby, W.R., (1956). *An introduction to cybernetics*. Chapman and Hall, Royaume-Uni.

Audrtetsch et Thurik., (2000). *Capitalism and Democracy in the 21st Century: From the managed to the Entrepreneurial Economy*. Journal of Evolutionary Economics, Vol 10 n°1, pp. 17-34.

Ayres, R.X., Ayres, LW., (1998). *Accounting for resources*. Edward Elgor, USA.

Bahmed, L., Bouam, N., Djebabra, M., (2006). Apport de l'approche systémique dans la prévention des risques industriels, technologiques et leur impact sur l'environnement. Communication orale présentée aux Journées Internationales sur les Risques Industriels, Technologies et Impact sur l'Environnement JIRITE 2006, Skikda les 17 et 18 janvier 2006, Algérie.

Bahmed, L., Boukhalfa, A., Djebabra, M., (2005) *Eco-conception in the Industrial Firms : Methodological Proposition*, Journal Management of Environmental Quality :

An International Journal, Emerald Group Publishing, may 2005, Issue 5, Volume 16, pp. 530-547.

Bahmed, L., Djebabra, M., (2001). *Conception : une démarche qui allie sécurité, qualité et respect de l'environnement*. Revue Instantanés Techniques n°24 de décembre 2001 / janvier - février 2002, de la Revue des « Techniques de l'Ingénieur », pp. 3-5.

Bahmed, L., Djebabra, M., Bencherif, H., (2004). *Management de la sûreté de fonctionnement des projets: cas des carrefours sans feu en Algérie*. Revue Transports, septembre-octobre n°427, Paris, France, pp. 307-311.

Bahmed, L., Djebabra, M., Boukhalfa, A., (2005 bis). *Management des risques environnementaux : proposition d'une démarche basée sur une approche systémique*. Communication orale présentée au 1^{er} séminaire international sur l'environnement et ses problèmes connexes -SIEPC'05, les 05-07 juin 2005 Bejaia, Algérie.

Bahmed, L., Djebabra, M., Chaabane, H., (2002). *Architecture d'un projet intégrant la dimension environnementale*. Revue Pheobus, la revue de la sûreté de fonctionnement n°20, janvier-février-mars 2002, Groupe Préventique, Bordeaux, France, pp. 65-75.

Bahmed, L., Djebabra, M., Chaabane, H., (2004). *Dispositif réglementaire et organisationnel relatif à l'encadrement de la qualité en Algérie : Aspects importants pour les Entreprises*, Communication orale présentée au Symposium International QUALIMA'01 « Qualité et Maintenance au Service de l'Entreprise », Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen, le 21 et 22 novembre 2004, Tlemcen, Algérie. p. 419-427.

Bahmed, L., Djebabra, M., Chaabane, H., Bourmada, N., (2001). *Conception de produits compatibles avec l'environnement*. Communication orale présentée au Congrès Euro- Méditerranéen de la Matière Condensée- CEMMC-, Laboratoire des Matériaux et des Energies Renouvelables- Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen, Tlemcen le 04, 05 et 06 juin 2001, Algérie.

Bakker, C., (1995)., *Environmental Information for Industrial Designers*. Thèse de Doctorat, Delft University of Technology, Delft, Pays-Bas.

Bassetti, A. L., (2002). *Gestion du changement, gestion de projet : convergence-divergence. Cas des risques en conception et mise en place d'une organisation de management de l'environnement*. Thèse de Doctorat en Génie Industriel, ENSAM, Paris, France.

Belkacem, H., (1993). *L'entreprise, l'environnement, la qualité*. Revue de l'Economie- APS n°5, pp. 5-8.

Benedetti, C., (1991)., *Gestion des opérations*, 3ème Edition, Chap.5. Edition Etudes Vivantes, Montréal, Canada.

Berruet, P., Cratye, E., Taguci, A., (2001). *Modèles et algorithmes pour la surveillance - supervision*. Dans Maîtrise des risques et sûreté de fonctionnement des systèmes de production sous la direction de Niel E. Editions Hermès-Lavoisier, France.

Bertalanfy, L. Von., (1968). *General System Theory*. Foundation Development applications, New York, Etats-Unis.

Bertin, P., (1991)., *Le coût d'obtention de la qualité*. Edition Informations Chimie n°23, janvier-février 1991, pp. 167-170.

Bhardwaj, A., (2003). *Globalisation, World Trading System and Indian SMEs*. <http://www.smentwork.net/wto/Article%-AB.PDF>.

Bhavani, D., (2004). *Strengthening the Competitiveness of Small and medium Enterprises in the Globalisation process: Prospected and Challenges*. www.unescap.org/tid/publication/chap1_indpud2259.pdf. Accessed on 10 July 2004.

Boitel, D., Hazard, C., (1987). *Guide de la maintenance : lycées professionnel, lycées techniques, formation continue*. Edition Nathan Technique, Paris, France.

Boks, C., (2002). *The relative importance of uncertainly factors in product end-of-life- A quantification of future developments in design, economy, technology and policy*. Thèse de Doctorat, Engineering Department, Delft University of Technology, Delft (Pays Bas).

Boutaleb, K., (2004). *L'assurance qualité: un enjeu stratégique pour les entreprises algériennes*. Communication présentée au Symposium International sur la Qualité et Maintenance au Service de l'Entreprise QUALIMA'01, Tlemcen, le 21 et 22 novembre, Algérie, pp 159-165.

Bralla, J.G., (1996). *Design for Excellence*. Mc Graw Hill, New York, USA.

Bras, B., (1997) *Incorporating Environmental Issues in Product Design and Realization, Product Design and the Environment*. United Nation Environment Program Industry and Environment (UNEP/ IE), Vol. 20, N° 1-2, pp. 7-13, Paris, France.

Brezet, J.C., Van Hemel, C., (1994). *Product Development with the Environment and Innovation Strategy- The Promise Approach*. Delft University of Technology Report, Delft, Pays-Bas.

Brezet, J.C., Van Hemel, C., (1997). *Ecodesign: A Promising approach to sustainable production and consumption*. PNUE, Paris.

Bris, R., Chatelet, E., Yalaoui, F., (2003) *New method to minimize the preventive maintenance cost of series-parallel systems*. Reliability Engineering and System Safety, 82, p. 247-255.

Brilman, J., (2001). *Les meilleures Pratiques de Management- Au coeur de la Performance*. Edition d'Organisation, Paris, France.

Brown, A., Van Der Wiele, T., (1995). *Industry experiences with ISO 9000*. Asia Pacific Journal of Quality Management, Vol 4 N°2, pp 8-17.

Butel-Bellini, B., Janin, M., (1999). *Eco-conception : état de l'art des outils disponibles*. Techniques de l'Ingénieur, Traité Environnement G6010, Paris, France.

CACQE (Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et de l'Emballage). (1992). *Etude d'approche sur l'obligation de la sécurité des produits*. Ouvrage d'information sur l'aspect juridique de la sécurité des produits, décembre 1992, Direction de la Concurrence et des Prix de la Wilaya de Sétif, Algérie.

Chapouille, P., (1998). *Maintenabilité- Maintenance*. Techniques de l'Ingénieur, Traité l'Entreprise Industrielle T4300, Paris, France.

Charter, M., Belmane, I., (1999). *Integrated Product Policy (IPP) and eco-product development (EPD)*. The Journal of Sustainable Product Design, Vol. 10, pp. 17-29.

Charter, M., Chick, A., (1996). *Managing Ecodesign*. The CfSD Newsletter, vol. 1, n°2.

Chatelet, J. M., (1996). *Méthodes productique et qualité*. Edition Ellipses Technosup, S.A, Paris, France.

Chery, O., (1999). *Vers une intégration des approches qualité, environnement et sécurité*. Communication présentée au Congrès International QUALITA'99, pp. 281 - 289.

Chevron, D., (1999). *Contribution à l'étude de la supervision d'une cellule de démontage de produits techniques en fin de vie*. Document interne du Laboratoire d'Automatique de Grenoble, INPG, Grenoble - France.

Chiodo, J.D., Billet, E., Harrisson, D., (1998). *Active disassembly*. Journal of Sustainable Product Design (7), pp. 26- 36.

Chiodo, J.D., Boks, C., (1999). *A feasibility study on active disassembly using smart materials- A comparison with conventional end-of-life strategies*. 6th International seminar on life cycle engineering, Kingston (Canada) CIRP, 21-23 June 1999.

Churchman, C.W., (1968). *The System Approach*. Dell Publishing Co, New York, Etats-Unis.

Cléroux, R., Dubuc, S., Tilquin, C., (1979). *Replacement problem with minimal repair and random repair costs*. Operations Research, 27 (6), pp.1158-1167.

Coulter, S., Braas, B., Foley, C., (1995). *A Lexicon of Green Engineering Terms*, International Conference on Engineering Design (ICED), Prague, République Tchèque.

Decreuse, C., Feschotte, D., (1998). *Ingénierie simultanée*. Techniques de l'Ingénieur, Traité l'Entreprise Industrielle A5310, Paris, France.

De Terssac, G., (1996). *Le travail de conception : de quoi parle-on ?* Coopération et Conception. Octares Editions, Toulouse – France.

D.G.E (Direction Générale de l'Environnement), (1997). *Action 21*, Algérie.

D.G.E (Direction Générale de l'Environnement), (1999). *Revue Algérie, Environnement n°2*, pp. 28-28.

D.G.E (Direction Générale de l'Environnement), (2000). *Indicateurs pour le développement durable en Méditerranée*. Document de Projet relatif à la stratégie nationale et le plan d'action en matière de diversité biologique, Algérie.

Dewerry, E., (1995). *Ecodesign Strategies*. Eco-design, Vol. IV, n°1, pp. 32-33.

Dewerry, E., Goggin, P.A., (1996). *Spaceship eco-design*. eco-design Journal, n° 5-6, pp.12- 17.

Djebabra, M., Bencherif, H., Bahmed, L., (2004). *La revue SDF-totale: outil adéquat pour la maîtrise des projets*. Actes des 3èmes Journées d'Etudes Techniques JET'2004, Marrakech du 14 au 16 avril 2004, Maroc.

- Djebabra, M., Bendada, L., Bahmed, L., Mokrani, L., (2005) *La réaffectation des produits : une aide à l'optimisation de la productivité des systèmes de production*. Communication orale présentée à la 4^{ème} Conférence internationale Conception et production intégrées -CPI'05, les 09-11 novembre. Casablanca, Maroc. pp. 1-10.
- Donnadieu, G., Karsky M., (2002). *La systémique, penser et agir dans la complexité*. Edition Liaisons, n° de septembre.
- Dubois, P.L., Jolibert, A., (1989). *Le marketing : fondement et pratique*. Edition Economica.
- Dunod, M., (1994). *Maîtriser la qualité et coûts des produits*. Edition Masson, Paris, France.
- Durand, D., (1979). *La systémique*. Edition PUF (Presses Universitaires de France. ISBN 2-13-052345-5.
- Durand, D., (2002). *La systémique*. Edition PUF (Presses Universitaires de France.
- Dutuit, Y., Chatelet, E., Signoret, J.P., Thomas P., (1997) *Dependability modelling and evaluation by using stochastic Petri nets*. Reliability Engineering and System Safety, 55, n°2, pp. 117-124.
- Eckerth, G., (2001). *Beitrag zur planung flexibel automatisierter Demontagesysteme für komplexe Gebrauchsgeräte um Beispiel Bildschirmgeräte und Robotertechnik (IHRT., Technischen Iniverstät Wien, Vienne (Autriche).*
- Edighoffer, J.R., (1998). *Précis de gestion d'entreprise: repères pratiques*. Editions Nathan, Paris, France.
- Ehrenfeld, J., (1997). *Implementing Design for Environment*. A primer guide developed by Digital Equipment and The Massachusetts Institute of Technology program on Technology, Business & Environment, Etats-Unis.
- Ehrenfeld, J., Lenox, M.J., (1997). *The Development and implementation of Dfe programs*. The Journal of Sustainable Product Design, Vol. 1, pp. 17-27.
- ENV/12 Environnement, (1999). *Eco-conception : travaux de l'AFNOR et de l'ISO*, Environnement, n°21, P. 15.
- Fox, G., (2006). *Statistical in Ecological Risk Assesment*. Human and Ecological Risk Assesment, Volume 12, n°1, pp. 120-129.
- Fleurquin, G. , Riane, F., Roland, B., Dehombreux, P., (2006). *Optimain : Plate-forme d'élaboration des stratégies de maintenance des systèmes complexes*. Proceeding de la 6^{ème} Conférence Francophone de MOdélisation et SIMulation-MOSIM'06 du 03 au 05 avril- « Modélisation, Optimisation et Simulation des Systèmes : Défis et Opportunités », Rabat, Maroc.
- Freeman, C., Perez, C., (1990). *The diffusion of technical innovations and changes of tecno-economic paradigm*. Arcangeli & al., Editions, The diffusion of New Technologies, Vol 3: Technology Diffusion and Economic Growth: International and National Policy Perspectives, Oxford University Press, New York, USA.
- Froman, B., Gey, J.M., Buiffet, F., (2002). *Qualité - Sécurité- Environnement: construire un Système de Management Intégré*. Editions AFNOR.

- Frosch, R., Gallopoulos, N., (1989). *Strategies of Manufacturing*, Scientific American, Vol.261, 3. pp. 144-152.
- Gerondeau, C., Lefranc, J., (1998). *Une méthodologie de la sécurité du produit*. Techniques de l'Ingénieur, Traité l'Entreprise industrielle T3210, Paris, France.
- Girar, Ph., (1999). *Etude de la conduite de la conception des produits manufacturés- Contribution à l'ingénierie des systèmes de conception*. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux 1 - France.
- Gogue, J.M., (2000). *Traité de la qualité*. Edition Economic.
- Grenier, B., (1996). *Analyse du produit*, Techniques de l'Ingénieur, Traité l'Entreprise Industrielle, T50, France.
- Guilhon, A., Weill, M., (1995). *Démarche qualité: de la stratégie d'adaptation aux processus stratégiques de changements dans les PME. Résultats d'un test empirique*. Communication présentée à la 5^{ème} conférence Internationale de Management Stratégique, Lille, France.
- Haas, R.W., (1982). *Industrial marketing management*. Kent Publishing.
- Hadj-Hammou, K., (2002). *Contribution à la conception de produits à forte diversité et de leur chaîne logistique: une approche par contraintes*. Thèse de Doctorat en Systèmes Industriels, soutenue le 10 décembre 2002, Institut National Polytechnique de Toulouse, France.
- Haouès, N., (2006). *Contribution à l'intégration des contraintes de désassemblage et de recyclage dès les premières phases de conception de produits*. Thèse de Doctorat en Génie Industriel. Ecole Nationale Supérieure D'arts et Métiers, Institut Conception, Mécanique et Environnement, Chambéry, France.
- Hasnaoui, A., (1993). *Le dispositif législatif et réglementaire régissant la qualité et la sécurité des produits*. Communication des journées d'études du 20 et 21 janvier sur la qualité et la sécurité des produits, Direction Générale de la Concurrence et des Prix, Direction de la Qualité et de la Consommation, Algérie.
- Hasnaoui, A., (1998). *Jurisprudence en matière de responsabilité du fabricant des produits*. RASJEP. Revue Algérienne des Sciences Juridiques Economiques et Politiques n°106-98, Algérie.
- Hatchuel, A., (1996). *Apprentissages collectifs et activités de conception, Apprentissages formels et informels dans les organisations*. Collection dossiers documentaires. Editions Anact, pp. 187- 199.
- H'mida, F., Martin, P., (2005) *L'estimation des coûts en phase de conception : un cadre d'aide à la décision*. Communication présentée au Séminaire International sur la Conception Intégrée en Production CPI2005. Casablanca, Maroc. pp. 1-13
- Holloway, L., Cleggs, D., Tranter, I., (1994). *Incorporating Environmental principles into the design process*. Materials & Design, Vol. 15, pp. 259-267.
- IANOR (Institut Algérien de Normalisation). (2006). Site WEB www.ianor.org.dz. Centre Documentation, dernière mise à jour janvier 2006.

- Jackson, R.H., (1977). *Children, the environment and accidents*. Edition Pitman Medical, Tunbridge, Royaume-Uni.
- Jakobsen, K., (1987). *Design principles with special reference to aluminum*. Aluminium, pp. 56-57, Skanaluminium.
- Janin, M., (2000). *Démarche d'éco-conception en entreprise. Un enjeu: construire la cohérence entre outils et processus*. Thèse de Doctorat. Institut Conception, Mécanique et Environnement, ENSAM, Chambéry, France, 323p.
- Joly, M., (1989). *Contrôle des coûts et délais*. Techniques de l'Ingénieur, Traité l'Entreprise Industrielle A8850, Paris, France.
- Jouineau, C., (1993). *Analyse de la valeur*. Techniques de l'Ingénieur, Traité Conception des produits industriels AG6, Paris, France.
- Julien, M., (1998). *Analyse fonctionnelle d'usage*. Techniques de l'Ingénieur, Traité l'Entreprise Industrielle T4050.
- Kaanit, O., (2005). *Aide à la décision multicritères par le choix des politiques de maintenance dans un système de production*. Mémoire de Magister soutenu au Département Génie Industriel de l'Université de Batna.
- Kaila, S., Hyvarinen, E, (1998). *Integrating Design for Environment into the product design.*, Nokia Ressources Center, Finland.
- Keoleian, G.A., Koch, J.E., Menerey, D., (1995). *Life Cycle Design Framework and Demonstration Projects- Profiles of AT & T and AlliedSignal*, EPA Report N° 600/R-95/107.
- Keoleian, G.A., Menerey, D., (1994). *Sustainable Development by Design : Review of Life Cycle Design and Related Approaches, Air & Waste*. Vol. 44, pp. 664-668.
- Knoth, R., Hoffmann, M., Kopacek, B., Kopacek, P., (2000). *Intelligent disassembly of electronic equipment with a flexible seli automatic disassembly cell (à confirmer)*. EGG 2000, Berlin, Allemagne.
- Kopacek, B., Kopacek, P., (1999). *Intelligent disassembly of electronic equipment*. Annual Review in Control, 23: pp 165-170.
- Kortman, J., Van Berkel, R., Lafleur, M., (1995). *Towards an Environmental Design Toolbox for Complex Products; Preliminary results and experiences from selected projects*, Proceedings of International Conference o, Clean Electronics Products and Technology. Edimbourg, Royaume-Uni, pp. 35-40.
- Khris, B., (2005). *Importation de la pièce de rechange: «la contrefaçon, 90% du marché »*. Liberté du 27 janvier 2005. Algérie-dz.com.
- Kotler, Ph., (1980). *Principles of marketing*. Editions Prentice Hall.
- Laïd, D.Y., (1997). *Bilan et diagnostic*. Rapport d'Expert N°6 Environnement et Santé., Algérie.
- Laulhéret, R., Carbarbaye A., (2005). *De l'évaluation à l'optimisation en sûreté de fonctionnement*. Actes du congrès Qualita'2005, Bordeaux-France, 16-18 mars 2005, pp. 1-8.
- Lebart, L., Morineau, A., Piron, M., (2000). *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Edition Dunod, 3^{ème} Edition, Paris, France.

Lebart, L., Morineau, A., Piron, M., (2004). *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Edition Dunod, 3^{ème} Edition, Paris, France.

Lebart, L., Salem, A., (1994). *Statistique textuelle*. Edition Dunod, Paris, France.

Lebart, L., Morineau, A., Warwick, K., (1984). *Multivariate descriptive analysis*. John Wiley & Sons, New York.

Le Coz, E., (1998). *Méthodes et outils de la qualité : nouveaux outils*. Techniques de l'Ingénieur, Traité l'Entreprise Industrielle, Paris, France.

Le Moigne, J. L., (1974). *Les systèmes de décision dans les organisations*. Presses Universitaires de France PUF, Paris, France.

Le Moigne, J. L., (1977). *La Théorie du Système Général, Théorie de Modélisation*. Presses Universitaires de France PUF, Paris, France.

Le Moigne, J. L., (1983). *La théorie du système général, Théorie de la modélisation*. Col. Systèmes de décisions, Presses Universitaires de France, deuxième édition, Paris, France.

Lenox, M., Jordan, B., Ehrenfeld, J., (1996). *The Diffusion of Design for environment: A Survey of Current Practice*, IEE'96 Symposium on Electronics & the Environment Proceedings, pp. 25-30, USA.

Manzini, E., (1991). *The limits and possibilities of eco-design*. Communication lors d'un Workshop d'experts "Eco design of Products", Delft, Pays-Bas.

M.A.T.E (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement), (2000). *Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement*. Edition. Office de coopération allemand GTZ, Algérie.

M.A.T.E (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement), (2006). *Demain l'Algérie*.

Mathieu, S., Levêque, L., Massé, J.P., (2003). *Outil d'auto diagnostic par la mise en place d'un management intégré Qualité- Sécurité- Environnement*. Editions AFNOR.

Mathieux, F., (2002). *Contribution à l'intégration de la valorisation en fin de vie dès la conception d'un produit : une méthode basée sur l'évaluation multicritères de la recyclabilité du produit et sur l'identification de ses points faibles de conception*. Thèse de Doctorat, spécialité génie industriel, ENSAM, Chambéry, France.

Mélèze, J., (1974). *L'analyse modulaire des systèmes de gestion*. A.M.S, Editions Hommes et Techniques, Puteaux, France.

Mer, S., (1998). *Les mondes et les outils de la conception- Pour une approche socio-technique de la conception de produit*. Thèse de Doctorat, INPG, Grenoble.

McAdam, R., McKeown M., (1999). *Life after ISO: An analysis of the impact of ISO 9000 and Total Quality Management on small businesses in Northern Ireland*. Total Quality Management, Volume 10 n°2, pp. 229-241.

Mc Aloone, T.C., Holloway, L.P., (1996). *From Product Designer to Environmental Conscious Product Designer*. Applied Concurrent Engineering Conference, Seattle, USA.

- McTeer, M.M., Dale, B.G., (1994). *Are the ISO 9000 Series of Quality Management System Standards of value to small companies?*. European Journal of Purchasing and Supply Management, Volume 1, n°4, pp. 227-235.
- Meijkamp, R., (1997). *Changing consumer needs by eco-efficient services and empirical study on Car Sharing*. 2nd International Conference “Towards sustainable product design”, The Center for Sustainable Design, Londres, Royaume-Uni.
- Millet, D., (1995). *Prise en compte de l’environnement en conception : Proposition d’une démarche d’aide à la conception permettant de limiter les ponctions et rejets engendrés par le produit sur son cycle de vie*. Thèse de l’ENSAM, Paris – France.
- Millet, D., Bista Gnino, L., Camous, R., Aoussat, A., (2001). *Etat des lieux des outils méthodologiques environnementaux : proposition d’une nouvelle classification basée sur les niveaux de transformation de l’entreprise*. 4^{ème} Congrès International de Génie Industriel, Marseille, France, juin 2001.
- MIR (Ministère de l’Industrie et de la Restructuration), (2004). *Annuaire des entreprises certifiées ISO 9000 et laboratoires accrédités*, Rapport de la Direction de la Normalisation de la Qualité et de la Protection Industrielle, novembre 2004, Alger, Algérie.
- Nourelfath, M., Dutuit, Y., (2004). A combined approach to solve the redundancy optimization problem for multi-state systems under repair policies. *Reliability Engineering and System Safety*, 86, pp. 205-213.
- OHSAS (Occupational Health and Safety Act Systems), (1999). *OHSAS 18001: systèmes de management de l’hygiène, e et de la sécurité du travail- Spécifications- Série pour l’évaluation de l’hygiène et de la sécurité du travail*. BSI, ISBN 058028298 8, Londres, Royaume-Uni.
- Olsen, R.E., (1994). *Process Safety and Quality Management: how they fit together*. Process Safety Progress, Volume 13 N°2, Birmingham, UK. 59-60 p.
- Ounnar, F., (1999). *Prise en compte des aspects décision dans la modélisation par réseaux de Petri des systèmes flexibles de production*. Thèse de Doctorat soutenue à l’INPG de Grenoble, France.
- Pagès, J. , Escofier, B., (1998). *Analyses factorielles simples et multiples : Objectifs, méthodes et interprétation*. Edition DUNOD, Paris, France, 279 p.
- Pahl, G., Beitz, W., (1984). *Engineering Design : a systematic approach*. Design Council, Londres, Royaume-Uni.
- Pelleguin, C., (2002). *Organisation et décision de la réaction à la défaillance dans un système de production*. Dans *Maîtrise des risques et sûreté de fonctionnement des systèmes de production sous la direction de Niel E*. Editions Hermès-Lavoisier, France.
- Pentacle, (2002). *Modélisation du système QHSE (Qualité- Sécurité- Environnement)*, Document Technique, Le Groupe Conseil Pentacle inc, Canada.
- Perilhon, P., (2000). *Analyse des risques, éléments méthodiques*. Phoebus n°12, 1^{er} trimestre, Bordeaux, France, pp. 31-49.
- Quarante, D. , Magnon, L., (1996). *Design industriel*. Techniques de l’Ingénieur, Traité Génie Industriel AG6, Paris, France.

- Quazi, H.A., Padibjo, S.R., (1998). *A journey toward Total Quality Management through ISO 9000 certification- A study on small and medium sized enterprises un Singapore*. International Journal of Quality and Reliability Management, Volume 15, n° 5, pp. 489-508.
- Quibel, J., (1998). *Les fonctions commerciales et le marketing*. Techniques de l'Ingénieur, Traité l'Entreprise Industrielle A4250.
- Ram, B., Van Knippenberg, P., (1998). *Ecodesign Workshop*. Philips CEEO & Philips CFT.
- Rosset, L., (2002). *Triple certification pour Ricard*. Instantanés Techniques, Revue des Techniques de l'Ingénieur, Rubrique Actualité, N°24 de décembre 2001/ janvier/février 2002, Paris, France, p. 24.
- Roumieux, P., (2002). *Les apports de la norme ISO 14031*. Instantanés Techniques, Revue des Techniques de l'Ingénieur, Rubrique Actualité, n° 24 de décembre 2001/ janvier/février 2002, Paris, France, pp. 15-15.
- Ryan, C., (1992). *Eco Design not Eco Technology: Social and cultural factors as they key to design in a greener market*. Technovision Conference, Copenhagen, Danemark.
- Semound, F.E., Belaidi, A., Belaidi, T., (2005) *Méthode de conception créative de nouveaux produits*. Communication présentée au Séminaire International sur la Conception Intégrée en Production CPI2005. Casablanca, Maroc. pp. 1-10
- Schmitt, C., (1999-2000). *Ordre et désordre en PME: contribution du visuel au développement organisationnel*. Direction et Gestion, n°180-181, nov-déc 99- jan-fév 00, pp. 45-60.
- Schmitt, C., (2000). *Le paradoxe de la valeur et du désordre en entreprise: vers le développement d'une recherche ingénierie basée sur le visuel*. 9^{èmes} Journées de Rochebrune, Rencontres interdisciplinaires sur les systèmes complexes sur le thème « Représentations graphiques dans les systèmes complexes », Rochebrune 30 janvier-4 février, pp. 229-248.
- Schmitt, C., Bayad, M., (2001). *La vision stratégique en PME: l'apport de l'Analyse de la Valeur*. Congrès AFAV 2001, Paris, 6-7 novembre, pp.211-220.
- Schmitt, C., Grandhaye, J.P., (1999). *Ordre et désordre en PME: Approches des situations complexes par la notion de perturbation*. 4^{ème} Congrès Européen de Systémique, Valencia, Espagne, 20-24 septembre, p.173-186.
- Schmitt, C., Julien P.A., Lacchance, R., (2002). *Pour une lecture des problèmes complexes en PME: approche conceptuelle et expérimentation*. Revue Internationale PME, vol 15, n°2, pp. 26-34.
- Schmitt, C., Leymarie, S., (2002). *Pratiques managériales et développement de valeur en entreprise: entre observation et intervention*. Journées des IAE, Paris, 10-12 septembre, France, pp. 56-61.
- Schonbachler, O., Steidle, F., (1998). *Management environnemental: système d'application*. Risk Management en pratique, Risk Management Services, n° 19-96 janvier 1998, Zurich, Suisse.
- Simon, M., Sweatman, A., (1999). *Products for Sustainable future*. The International Sustainable Development Research Conference, Manchester, Royaume-Uni.

- Simmons, B.L., White, M.A., (1999). *The Relationship between ISO 9000 and business performance: Does registration really matter?*. Journal of Managerial Issues, Volume 11, n°3, pp. 330-343.
- Slaimi, A., (2000). *Pour un redéploiement et une structuration industrielle comme interface de l'intégration euro-maghrébine*. Colloque International sur l'Impact de l'Elargissement de l'Europe sur le Projet EURO6Méditerranéen, Annaba, le 06 et 07 décembre, Algérie.
- Solvay. S., (2001). <http://www.Solvay.com/safety.htm>
- Sonatrach., (2004). *Textes législatifs relatifs à la santé, la sécurité et la protection de l'environnement*. Direction Centrale HSE- Sous Direction Promotion et Valorisation, Groupe Réglementation & Normes, Sonatrach, Algérie.
- Sweatman, A., Simon, M., (1996). *Design for Environment Tools and Product Innovation*. CIRP, 3rd International Seminar on Life Cycle Engineering Eco-Performance'96, Zurich, Suisse.
- Tabet Aoul, M., (1998). *Développement Durable et Stratégie de l'Environnement*. Edition OPU, Alger, Algérie.
- Terziovski, M., Samson, D., Dow, D., (1997). *The business value of Quality Management Systems Certification: evidence from Australia and New Zealand*. Journal of Operations Management, Volume 15, n°1, pp. 1-18.
- Tiar, T., (1997). *Législation de la Protection de l'Environnement et de la Nature et des Ressources Naturelles*. Volume II, Répertoire Chronologique (1962- 1996), Collection L'Algérie Ecologique, Edition ONPS, Alger, Algérie.
- Tiger, H., Millet, D., (1998). *Conception pour l'environnement : inventer de nouveaux outils et de nouveaux systèmes d'actions*. Conception de produits mécaniques, Chap. 10, pp. 219-244, HERMES, Paris.
- Todorov, B., (1996). *ISO 9000 Required*. Portland, Oregon, Productivity, Press.
- Turgeon, B., (1997). *La pratique du management*-. 3^{ème} Edition Chenelière- McGraw-Hill, Montréal- Toronto, Canada.
- Verot, Y., (2000). *Démarche Générale de Maîtrise du Risque dans les Industries de Procédés*. Techniques de l'Ingénieur AL 605, Paris - France, pp 1-5.
- Vierra, R., Moura J.T., (1994) *Nouvelle approche de la qualité et de la gestion de la configuration*. Séminaire International de fiabilité et maintenabilité ??'94. Esrel, France. p. 1043-1048.
- Viguié, M., (1992). *La pratique du QFD*-. Les Editions d'Organisation, Paris, France.
- Wang, H., (2002). *A survey of maintenance policies of deteriorating systems*. European Journal of Operational Research, Volume 39, pp. 469-489.
- W.B.C.S.D (World Business for Sustainable Development), (1996). *Eco-Efficient Leadership for Improved Economic and Environmental Performance*, Technical Report.
- W.B.C.S.D (World Business for Sustainable Development), (1999). *Eco-Efficiency Indicators: A Tool for better Decision-Making*., Technical Report.

Wenmoth, B.A., Dobbin, D., (1994). *Experience with implementing ISO 9000*. Asia Pacific Journal of Quality Management, Volume 3, n°3, pp. 9-27.

Wildman, D.E., (1980). *The Elements of Product Safety Program*. Document Pédagogique, Université de New York, Etats-Unis.

Yahiaoui, O.M., (1992). *Promotion et contrôle de la qualité*. Communication des journées d'études du 29 décembre 1992, Ministère de l'Economie, Direction de la Qualité et de la Consommation.

Zanin, J.P., (1998). *Cahier des charges fonctionnel*. Techniques de l'Ingénieur, Traité Génie Industriel A5090.

Zennaki, D., (2002). *La mise à la consommation des produits*. Revue Le Phare, n°36 avril 2002, p.60.

Zennaki, D., (2004). *La qualité a-t-elle sa place en législation algérienne ? Problématique en droit algérien de la consommation*. Communication orale, Symposium International : qualité et maintenance au service de l'entreprise, QUALIMA 01, Tlemcen les 21 et 22 novembre 2004.

Annexes

Annexe 1 : Compatibilités entre les normes ISO 9000, ISO 14000 et OHSAS 18000

ISO 9001 : 1994 Norme de qualité	OHSAS 18001 : 1999 Normes de sécurité	ISO 14001 : 1996 Norme environnementale
1- Politique qualité	1- Politique santé et sécurité	1- Politique environnementale
2- Planification 2.1- Aspects relatifs à la qualité 2.2- Exigences légales et autres exigences 2.3- Objectifs en matière de qualité 2.4- Programme de management de la qualité	2- Planification 2.1- Planification pour l'identification, l'évaluation et la maîtrise des risques 2.2- Exigences légales et autres exigences 2.3- Objectifs en matière de sécurité 2.4- Programme de management de la santé et de la sécurité au travail	2- Planification 2.1- Aspects environnementaux 2.2- Exigences légales et autres exigences 2.3- Objectifs et cibles 2.4- Programme de management environnemental
3- Mise en œuvre et fonctionnement 3.1- Structure et responsabilité 3.2- Formation, sensibilisation et compétence 3.3- Communication 3.4- Documentation 3.5- Maîtrise de la documentation 3.6- Maîtrise opérationnelle 3.7- Prévention des situations d'urgence et capacité à réagir	3- Mise en œuvre et fonctionnement 3.1- Structure et responsabilité 3.2- Formation, sensibilisation et compétence 3.3- Consultation et communication 3.4- Documentation 3.5- Maîtrise des documents et des données 3.6- Maîtrise opérationnelle 3.7- Prévention des situations d'urgence et capacité à réagir	3- Mise en œuvre et fonctionnement 3.1- Structure et responsabilité 3.2- Formation, sensibilisation et compétence 3.3- Communication 3.4- Documentation du système de management environnemental 3.5- Maîtrise de la documentation 3.6- Maîtrise opérationnelle 3.7- Prévention des situations d'urgence et capacité à réagir
4- Contrôle et action corrective 4.1- Mesurage et surveillance des performances 4.2- Accidents, incidents, non-conformités, actions correctives, actions préventives 4.3- Enregistrements et gestion des enregistrements 4.4- Audits de qualité	4- Contrôle et action corrective 4.1- Mesurage et surveillance des performances 4.2- Accidents, incidents, non-conformités, actions correctives, actions préventives 4.3- Enregistrements et gestion des enregistrements 4.4- Audits de sécurité	4- Contrôle et action corrective 4.1- Surveillance et mesure 4.2- Non-conformités, actions correctives, actions préventives 4.3- Enregistrements 4.4- Audits du système de management environnemental
5- Revue de direction	5- Revue de direction	5- Revue de direction

Annexe 2 : Industrie métallurgique en Algérie (SIDER EL HADJAR)

1) Description et situation géographique

Le noyau de l'industrie métallurgique algérienne est le Complexe Sidérurgique d'El Hadjar, issu de la restructuration de la Société Nationale de Sidérurgie (SNS). Il est situé à 15 km de la ville de Annaba et étendu sur une superficie de 800 hectares.

L'acheminement du minerai de fer et du charbon depuis la mine d'El Ouenza, située à 150 km du complexe, s'effectue par voie ferrée débouchant sur le port de Annaba au niveau duquel s'effectue la distribution du produit pour la consommation locale et l'exportation.

2) Domaines d'activité, production et partenariat

L'entreprise SIDER est chargée de la recherche, du développement, de la production, de l'importation et de la distribution des produits relevant de la sidérurgie et de la métallurgie de base.

Le complexe sidérurgique principal, centre d'activité sidérurgique du pays, est responsable de l'ensemble des opérations nécessaires à l'exploration des ateliers et installations existants sur le site d'EL Hadjar. Sa mission principale est de valoriser les ressources naturelles du pays, particulièrement le minerai d'EL Ouenza, d'alimenter en produits sidérurgiques tous les autres secteurs de l'activité économique du pays, à savoir: l'industrie de transformation mécanique et métallique, l'industrie agroalimentaire, le secteur pétrochimique, la construction manuelle, hydraulique, bâtiment, etc...

La production est de deux millions de tonnes d'aciers par année dans une gamme de production diversifiée. Les matières premières réceptionnées sont : le charbon, le minerai, la castine, les ferro-alliages, les lingots de zinc et les lingots d'aluminium.

Actuellement, l'entreprise SIDER est associée à des partenaires étrangers, lesquels prennent en charge, en plus de l'apport financier, la gestion quotidienne et stratégique.

Annexe 3 : Compteur à eau SNR 15

Description

Le compteur d'eau froide SNR est un compteur dynamique de première prise à jets multiples. Il est muni d'une horlogerie noyée à cadran sec avec totalisation à rouleaux chiffrés.

La plus petite quantité lisible sur les rouleaux chiffrés est de 100 litres. Un disque indicateur permet en outre la lecture des unités.

La capacité totale d'enregistrement est de 10 000 m³.

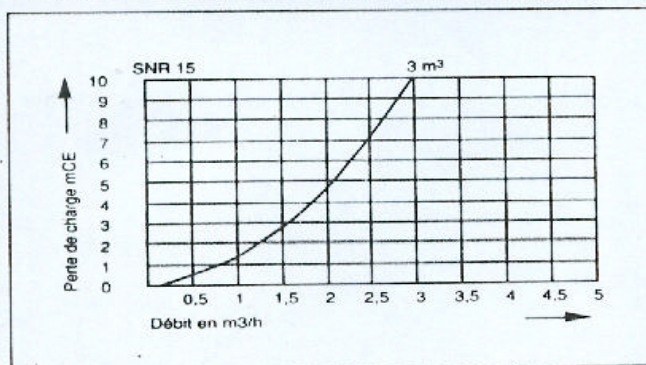
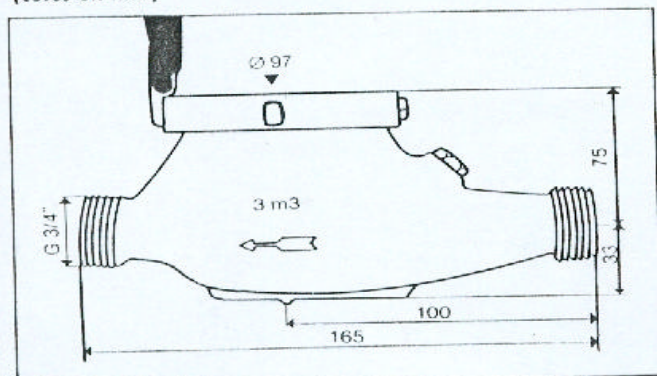
Le totalisateur à rouleaux chiffrés est logé sous vide, toute perturbation de lecture, comme encrassement ou formation de bulles est ainsi évitée.

Ce compteur est conçu pour montage sur une conduite horizontale.

Caractéristiques techniques

Diamètre nominal DN	15 mm
Raccordement fileté	3/4" G
Débit de surcharge Qs	8 m ³ /h
Débit nominal Qn	1,6 m ³ /h
Longueur sans raccords	165 - 190 mm
Longueur avec raccords	231 - 256 mm
Poids approx sans raccords	1,5 - 1,6 Kg
Poids approx avec raccords	1,7 - 1,8 Kg
Température maximale	50°C
Pression maximale	16 bars

Fabriqué sous licence AQUAMETRO Suisse
selon NF 17002

Courbe de perte de charge**Schéma d'encombrement
(côtes en mm)****Compteur d'eau
SNR 15**

Annexe 4 : Caractéristiques générales des produits AMC- El Eulma

Gamme	Produits	Donneur de licence
Compteur Electricité	Monophasé cl Triphasé MI	Landes et GYR (Suisse)
Disjoncteur	Unipolaire F 161 Bipolaire Diff F192 Tétrapolaire diff F194 Magneto-thermique S 160	ABB. Stotz (Allemagne)
Contacteurs et relais	Contacteur de puissance Lcld Relais Uemergue LR1D Discjontacteur LE1D Contacteur auxilliare CA2Dn Locs de contact LAID	AMCO (U.S.A)
Compteur d'eau	Monojet 3 m ³ /h Multijet 3 m ³ /h	Aquametro (Suisse)
Produits gaz	Compteur gaz AC5M Régulateur gaz 293-1893 B Régulateur gaz B25 Régualteur gaz B26- B10	AMCO (U.S.A)
Volucompteur, essence, gaz-oil	50l/mn 90l/mn	NUOVO PIGNONE (Italie)

Annexe 5 : Questionnaire

Enquête sur les tendances des différentes catégories du personnel de l'entreprise AMC El- Eulma envers l'environnement

Ce questionnaire entre dans le cadre d'une recherche au Département Hygiène et sécurité de l'Université de Batna. Pour cela, nous vous prions de bien vouloir répondre aux questions en mettant une croix devant la réponse qui correspond le mieux à votre avis.

? Votre réponse est strictement anonyme.

? Pour toute information, adressez vous aux personnes vous ayant remis le questionnaire.

? Il n'y a, bien sûr, ni bonnes, ni mauvaises réponses.

Nous comptons sur vos réponses
MERCİ DE VOTRE COLLABORATION

Atelier :

Catégorie : Cadre supérieur Cadre Agent de maîtrise Opérateur

Age : ans

Ancienneté : ans

Sexe : Masculin Féminin :

- 1- A votre avis, s'ils existe une politique environnementale, est-elle appliquée au niveau de votre entreprise ?
 Très souvent Souvent Parfois Rarement Jamais
- 2- Pensez-vous que les rejets de votre entreprise ont des impacts sur l'environnement ?
 Très souvent Souvent Parfois Rarement Jamais
- 3- Votre entreprise a-t-elle mis en place des outils d'évaluation de ses produits en matière de protection de l'environnement ?
 Très souvent Souvent Parfois Rarement Jamais
- 4- Votre entreprise envisage-t-elle de positionner ses produits sous label (marque spéciale) vert ?
 Très souvent Souvent Parfois Rarement Jamais
- 5- Votre entreprise a-t-elle mis en place une enquête auprès de la population avoisinante pour voir ses attitudes envers ses rejets ?
 Très souvent Souvent Parfois Rarement Jamais
- 6- Votre entreprise introduit-elle la dimension environnementale dans sa politique globale ?
 Très souvent Souvent Parfois Rarement Jamais
- 7- L'inspection de l'environnement intervient-elle pour inspecter les lieux dans l'entreprise ?
 Très souvent Souvent Parfois Rarement Jamais
- 8- Votre entreprise assure-t-elle le suivi et le contrôle des filières (déchets et eaux usées) ?
 Très souvent Souvent Parfois Rarement Jamais
- 9- Votre entreprise évalue-t-elle pour chacun de ses produits les risques et nuisances lors de leur utilisation et de leur élimination ?
 Très souvent Souvent Parfois Rarement Jamais

- 10- Votre entreprise collabore t-elle avec des associations de l'extérieur en matière d'environnement ?
___ Très souvent ___ Souvent ___ Parfois ___ Rarement ___ Jamais
- 11- Quel est l'état de fonctionnement des deux stations d'épuration de l'entreprise ?
___ Excellent ___ Très bon ___ Bon ___ Moyen ___ Mauvais
- 12- Quel est le degré d'intégration de la protection de l'environnement dans le processus de fabrication ?
___ Excellent ___ Très bon ___ Bon ___ Moyen ___ Mauvais
- 13- Quel est le degré du respect de l'environnement au sein de votre entreprise ?
___ Excellent ___ Très bon ___ Bon ___ Moyen ___ Mauvais
- 14- Pensez-vous que les produits de votre entreprise sont respectueux de l'environnement ?
___ Très souvent ___ Souvent ___ Parfois ___ Rarement ___ Jamais
- 15- Pensez vous que l'intégration du concept Environnement dès la phase de conception des produits est un facteur de réussite de votre entreprise ?
___ Très souvent ___ Souvent ___ Parfois ___ Rarement ___ Jamais

Glossaire

Critère de conception : critère relatif à la conception d'un produit (nombre de composants, nombre de matériaux, nombre de vis, taux de recyclabilité, temps d'assemblage, temps de désassemblage, ...).

Critère écologique ou environnemental : critère couramment utilisé dans le cadre des analyses de cycle de vie (effet de serre, destruction de la couche d'ozone, acidification atmosphérique, ...).

Déchet : tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance ou matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon.

Développement Durable : développement qui correspond à une forme de progrès répondant aux besoins du présent sans compromettre l'aptitude des générations futures à répondre aux leurs.

Démontabilité : aptitude d'un produit à être démonté.

Dépollution : extraction d'un élément dit « polluant » d'un produit.

Durabilité : la durabilité des produits reflète la durée d'usage pour les utilisateurs potentiels de produits. Sa valeur est directement liée aux résultats de fiabilité et de maintenance.

Eco-conception : intégration de la protection de l'environnement dès la conception des produits et des procédés industriels.

Ecolabel : système de certification des produits ayant une moindre incidence sur l'environnement par rapport à d'autres produits remplissant les mêmes fonctions.

Elimination : ce terme recouvre l'ensemble des opérations de collecte, transport, traitement et/ou mise en décharge de déchets.

Facteur d'impact : consommations entrants (entrées ou inputs) et rejets sortants (sorties ou outputs) du système étudié.

Flux : entrées et sorties du système.

Impact : effets d'un flux sur l'environnement.

Indicateur environnemental : instrument de mesure permettant d'évaluer la performance environnementale d'un produit en donnant des indications utiles au suivi, au contrôle et ce dans un objectif d'amélioration.

Inventaire : bilan quantitatif des flux entrant et sortant d'un système défini (deuxième étape de l'ACV).

Management environnemental : ensemble des activités de management qui déterminent la politique environnementale, les objectifs et les responsabilités et qui la mettent en œuvre par des moyens tels que la planification des objectifs environnementaux, la mesure des résultats et la maîtrise des effets sur l'environnement.

Performabilité : performance continue des processus ou des procédés.

Profil environnemental : ensemble des effets sur l'environnement d'un produit ou d'une filière de production.

Réaffectation : une nouvelle affectation « produits-machine ».

Reconfiguration : réaffectation de nouveaux routages aux produits pour des cas de force majeure (défaillance de machines accentuées par insuffisance de réparateurs).

Récupération : elle se situe en amont de la valorisation. Opération qui permet de sortir un déchet de son circuit traditionnel de collecte et de traitement. Elle suppose une collecte séparée ou un tri, un démontage, une démolition, puis la séparation et le conditionnement de certains déchets en vue d'une valorisation.

Recyclage : réintroduction effective d'un déchet dans un cycle de production en remplacement total ou partiel d'une matière première vierge (recyclage des matériaux)

Recyclabilité : aptitude d'un produit à être valorisé en fin de vie.

Réemploi : nouvel emploi du déchet pour usage analogue à celui de sa première utilisation (réemploi de certains composants de produits électriques ou électroniques,...).

Réutilisation : utilisation d'un matériau récupéré pour un usage différent de son premier emploi, ou introduction de ce matériau dans un autre cycle de production que celui dont il est issu.

Traitement : c'est l'ensemble des opérations qui transforment un déchet : compostage, tri, valorisation, incinération, traitement physico-chimique, ... en vue soit d'obtenir une matière première secondaire, soit de diminuer la toxicité initiale du déchet.

Valorisation matière : terme générique recouvrant le réemploi, la réutilisation, le recyclage, la régénération des déchets. Réemploi et réutilisation ne sont néanmoins pas toujours désignés comme des valorisations matière.

Valorisation énergétique : consiste à utiliser les calories contenues dans un déchet en les brûlant et en récupérant l'énergie ainsi produite sous forme de chaleur ou d'électricité. La valorisation énergétique peut être réalisée en usine d'incinération, en cimenterie, ...

Abréviations

ACV : Analyse du Cycle de Vie.

ACM : Analyse des Correspondance Multiples

ADF : Analyse de Distribution des Fréquences

AF : Analyse Fonctionnelle.

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité.

AV : Analyse de la Valeur.

CACQE : Centre Algérien de Contrôle de la Qualité et de l'Emballage

CEE : Communauté Economique Européenne.

CET : Centre d'Enfouissement Technique.

DFE : Design for Environment.

E : Environnement.

ECDM : Environmentally Conscious Design and Manufacturing.

EFP : Exigences Fonctionnelles du Produit.

IANOR : Institut Algérien de Normalisation.

l : litre

LCD : Life Cycle Design

mn : minute

PEFV : Produit électrique ou électronique en fin de vie.

PFV : Produit en fin de vie

Q : qualité

QFD : Quality Function Deployment.

QSE : Qualité, Sécurité et Environnement.

RAS : Rien à signaler

RdP : Réseaux de Pétri.

S : Sécurité.

SID : Diagramme d'Instances Structurées.

SME : Système de Management de l'Environnement.

SMQ : Système de Management de la Qualité.

SMS : Système de Management de la Sécurité.

WBCSD : World Business Council for Sustainable Development

