.

Ecole Centrale de Nantes

ÉCOLE DOCTORALE

Science Pour l'Ingénieur, Géosciences, Architecture
Année 2011 N° B.U. :

Thèse de DOCTORAT

Spécialité : GENIE MECANIQUE

Présentée et soutenue publiquement par :

JOANNA DAABOUL

le 9 décembre 2011
à L'Ecole Centrale de Nantes

TITRE

MODELISATION ET SIMULATION DE RESEAU DE VALEUR POUR L'AIDE A LA DECISION STRATEGIQUE DU PASSAGE DE LA PRODUCTION DE MASSE A LA CUSTOMISATION DE MASSE.

JURY

Président :	Claudio R. Boër	Professeur des Universités, University of Applied Science of Southern Switzerland
Rapporteurs :	Bernard Yannou	Professeur des Universités, Ecole Centrale Paris
	Bernard Grabot	Professeur des Universités, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tarbes
Examinateurs :	Jean-Paul Bourrières	Professeur des Universités, Université de Bordeaux I
	Pierre Castagna	Professeur des Universités, Université de Nantes
	Ramy Harik	Maître de Conférences, Lebanese American University, Byblos, Liban
	Alain Bernard	Professeur des Universités, École Centrale de Nantes
	Florent Laroche	Maître de Conférences, École Centrale de Nantes

Directeur de thèse : Alain BERNARD
Co-encadrant : Florent LAROCHE
Laboratoire : Institut de Recherche en Communications et Cybernétique de Nantes N° ED 498-206

.

Remerciements

Merci à vous Seigneur, merci pour votre amour.

Merci à toi maman, merci pour payer de ta propre vie et de ta propre joie le prix de mon succès.

Merci à toi Dr. Le Duigou, mon amour, merci pour ton soutien illimité.

Merci à vous ma famille, merci pour votre protection, pour votre amour et votre aide.

Merci à vous chers amis, merci pour tous les heureux moments que nous avons partagé.

Merci à vous prof. Alain Bernard, merci de m'avoir assuré un environnement de travail convivial et de m'avoir poussée à toujours faire mieux.

Merci à vous Prof. Pierre Castagna, merci pour votre aide scientifique sans laquelle ce travail manquerait de valeur.

Merci aux collègues au laboratoire de l'IRCCyN et en particulier Dr. Catherine Da Cunha, merci pour toutes les discussions scientifiques toujours enrichissantes.

Merci à vous Prof. Claudio Boër, merci pour avoir accepté de présider mon jury de thèse et pour m'avoir partagé votre expertise de la customisation de masse.

Merci à vous Prof. Grabot et Prof. Yannou, merci pour avoir accepté de rapporter sur mes travaux de thèse.

Merci à vous Prof. Bourrières et Dr. Harik, merci pour votre participation à mon jury de thèse et à vos remarques pertinentes.

Merci à vous Dr. Florent Laroche, merci d'avoir encadré mes travaux de thèse.

Merci à toi joyeuse vie, merci pour toujours mettre des bons gens et des magnifiques chances sur ma route.

Table des Matières

Introduction générale 2
Comment lire cette thèse ? 3
Chapitre I : La customisation de masse 6
I.1. Introduction 6
I.2. L'évolution de l'économie de la MP à la MC 6
I.3. Définition 7
I.4. Différences entre la production de masse (MP) et la customisation de masse (MC) 8
I.5. Exigences et grandes problématiques de la MC 10
I.5.1. Grandes problématiques de la MC 10
I.5.2. Analyse des exigences et piliers de la MC 12
I.5.3. Conclusion 16
I.6. Classification de la MC 16
I.6.1. Différentes classifications de la MC proposées dans la littérature 16
I.6.2. Les facteurs de classification 19
I.7. Mise en œuvre et Evaluation du passage de la MP à la MC 21
I.7.1. Décision et démarches pour le passage de la MP à la MC 21
I.7.2. Evaluation du passage de la MP à la MC 25
I.8. Conclusion 26
Chapitre II : Performance d'entreprise : Les Concepts 28
II.1. Introduction 28
II.2. Performance 28
II.2.1. Eléments de mesure de la performance 29
II.2.2. Indicateurs de Performance 30
II.3. Les concepts fondamentaux liés à la performance et permettant son évaluation 30
II.3.1. Coût 31
II.3.2. Qualité 31
II.3.3. Délai 32
II.3.4. Valeur 32
II.4. Système considéré pour évaluation de la performance : Chaîne / réseau de valeur 38
II.4.1. Définitions 38
II.4.2. Analyse des modèles de chaîne de valeur et de réseau de valeur 38
II.5. Conclusion 40
Chapitre III : L'évaluation de la Performance d'entreprise 41
III.1. Introduction 41
III.2. De la mesure à l'évaluation de la performance 41
III.3. Courants de pensée sur l'évaluation et l'amélioration de la performance 42
III.3.1. Gestion par analyse des coûts : ABC / ABM 42
III.3.2. Gestion par analyse de la qualité 44
III.3.3. Gestion par analyse de la valeur 46
III.3.4. Vue Globale : ECOGRAI 49
III.3.5. Comparaison des principales méthodes de pilotage de la performance 50
III.4. Modélisation d'entreprise pour l'évaluation de la performance 52
III.4.1. Les langages de modélisation 53
III.5. Conclusion 59
Chapitre 4 : Notre approche : la modélisation pour la simulation de réseaux de valeur 61
IV.1. Notre proposition 61
IV.2. Démarche générale 62
IV.3. Définition du contexte d'étude 64
IV.3.1. Notre proposition de classification de MC 65
IV.3.2. Mode de fonctionnement des différents types de MC 66

IV.3.3. Passage de la MP à la MC 68
IV.3.4. Réalisation de l'étape 1 : Définition du contexte d'étude 69
IV.4. Conclusion 73
Chapitre V : Modélisation d'un réseau de valeur 74
V.1. Introduction 74
V.2. Modèle Conceptuel 74
V.3. Les éléments de notre modèle conceptuel 74
V.3.1. Partenaire 75
V.3.2. Activité 75
V.3.3. Objet d'entrée et de sortie de l'activité : le Flux 78
V.3.4. Variables informationnelles 80
V.3.5. Conclusion sur les éléments de notre modèle conceptuel 80
V.4. Modèle de la Valeur 81
V.4.1. Valeur subjective pour l'entreprise : Image d'entreprise 82
V.4.2. Valeur Objective pour l'entreprise 83
V.4.3. Valeur perçue par le client 84
V.4.4. Mise en correspondance entre les attributs de la valeur et les avantages et les challenges de la MC. 85
V.5. Réseau d'influence 86
V.5.1. Réseau d'influence général 87
V.6. Conclusion 91
Chapitre VI : Plateforme de traitement des données : Outil de modélisation et simulation de réseau de valeur – architecture et fonctionnement 92
VI.1. Introduction 92
VI.2. Langage et modifications 92
VI.3. Outil de modélisation et simulation. 93
VI.3.1. Partenaire (Partner) 95
VI.3.2. Flux physique (Physical Flow) 95
VI.3.3. Activité d'exécution (Execution activity) 97
VI.3.4. Activité de décision (Decision activity) 99
VI.3.5. Déclencheur (Trigger) 101
VI.3.6. Générateur d'ordre 102
VI.3.7. Variante 103
VI.3.8. Modules utilisés des librairies d'Arena 103
VI.3.9. Conclusion et Caractéristiques du simulateur 104
VI.4. Etapes quatre, cinq et six : Vérification, validation et affinage du modèle 105
VI.5. Etape sept : Identification des différentes alternatives pour le scénario « TO-BE » .. 105
VI.6. Etapes huit et neuf : Expérimentation et Analyse des résultats 106
VI.6.1. Choix de la méthode d'analyse multicritère 107
VI.6.2. Déroulement de la méthode AHP 108
VI.6.3. Déroulement de l'étape neuf 108
VI.7. Etape dix : 108
VI.8. Conclusion 109
Chapitre VII : Simulation et validation d'un cas d'étude 111
VII.1. Introduction 111
VII.2. Etape 1 : Définition du contexte d'étude 111
VII.2.1. Évaluation et description de l'état actuel « AS-IS » de l'entreprise 111
VII.2.2. Définition des états futurs probables et possibles « TO-BE » 114
VII.3. Etape 2 : Identification des éléments du modèle (Collecte-préparation des données) : 114
VII.4. Modélisation des influences : Définition et formulation de valeur 116
VII.4.1. Qualité 116
VII.4.2. Phase 2 : Valeur du service 117

VII.4.3. Phase 3 : Instanciation du réseau d'influences 117
VII.5. Construction (réalisation) du modèle « AS-IS » de réseau de valeur 117
VII.5.1. Modélisation des partenaires 117
VII.5.2. Modélisation des flux physiques 118
VII.5.3. Modélisation des activités 118
VII.5.4. Modélisation et calcul de la valeur 119
VII.6. Vérification- validation, modification et affinage du modèle 120
VII.7. Identification des différents alternatives pour le scénario « TO-BE » 121
VII.8. Etapes 8 et 9 : Expérimentation et analyse –interprétation des résultats de simulation des différents alternatives du « TO-BE » scenario 124
VII.9. Etape 10 : Bilan prévisionnel et proposition de choix 125
VII.10. Conclusion 125
Conclusion et perspectives 127
Valorisation Scientifique 131
Bibliographie 133

Table des Figures

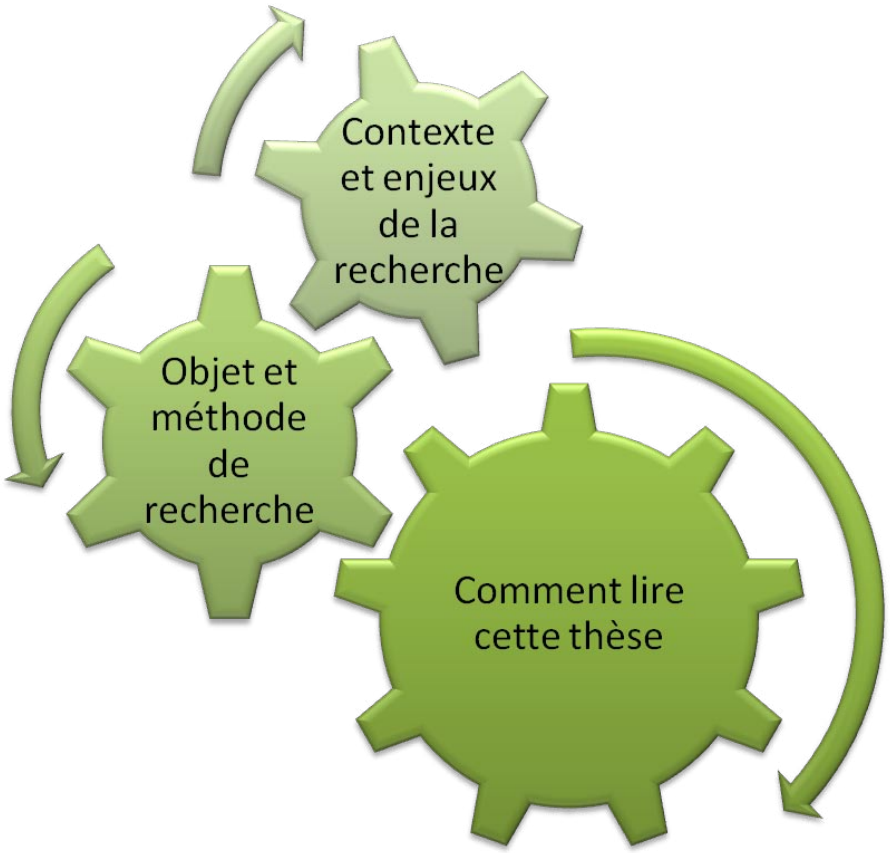
Figure 1 : liens entre les différents chapitres 4
Figure 2: Customisation de Masse, un équilibre entre la production de masse et la pure customisation 8
Figure 3 : Logique de fonctionnement MP vs. MC 10
Figure 4 : Processus de MC modifié (Daaboul et al., 2010a) 10
Figure 5 : Grandes problématiques de la MC 11
Figure 6 : Présentation du CODP 21
Figure 7 : Les quatre phases et leur impact sur le potentiel de la MC (Makippa et al. 2004) 22
Figure 8: Conclusion Chapitre I 27
Figure 9 : Le système de pilotage de l'entreprise et ses cinq niveaux de décision, (Vernadat F. , 1999) 29
Figure 10 : Le modèle de la hiérarchie de la valeur pour le client (Woodruff, 1997) 35
Figure 11 : Chronologie des principaux courants de pensée d'évaluation et amélioration de la performance adaptée de (Matthieu, 2004) 42
Figure 12 : schéma de principe de la méthode Activity-Based Costing (Mévellec, 1994) 43
Figure 13 : les phases de la méthode ABC 43
Figure 14. Construction du modèle SimulValor extrait de (Mauchand, 2007). 48
Figure 15 : Démarche SimulValor (Elhamdi, 2005) 48
Figure 16 : Diagramme de classes UML des éléments de modélisation SimulValor (Mauchand, 2007). 49
Figure 17 : Les phases de la méthode ECOGRAI adapté de (Ducq, 1999) 50
Figure 18: Les trois axes d'analyses possibles pour la modélisation d'entreprise selon la norme CEN ENV 40003 53
Figure 19 : Activité décrite par le modèle IDEF0, (Vernadat, 1999). 54
Figure 20 : Les éléments principaux de BPMN (BPMN) 55
Figure 21 : éléments du langage SimulValor adapté d' (Elhamdi, 2005). 58
Figure 22 : Conclusion Chapitre II et III 59
Figure 23 : Entrées et sorties de notre approche 62
Figure 24 : Démarche globale d'utilisation de l'approche par simulation de réseau de valeur 63
Figure 25 : Les étapes de notre approche. 64
Figure 26 : Changements dans le processus de MC pour chaque type de MC. 67
Figure 27 : Diagramme de classes des objets de l'entreprise par Le Duigou et al. (2011) 74
Figure 28 : Modèle d'activité par (Mauchand, 2007). 76
Figure 29 : Modèle d'objet : Activité 77
Figure 30 : Une activité de décision selon le modèle GRAI (Doumeingts, 1984) 78
Figure 31 : diagramme de classes des Flux 78
Figure 32 : Modèle objet : Produit 79
Figure 33 : Diagramme de classe des éléments de notre modèle conceptuel 81
Figure 34 : Constituants de la valeur 82
Figure 35 : Attributs de la valeur objective de l'entreprise. 83
Figure 36 : Attributs de la valeur pour le client. 85
Figure 37 : Réseau d'influence de la position du CODP sur la valeur 90
Figure 38 : Modifications proposées au langage SimulValor. 93
Figure 39: Librairie développée pour modélisation d'un réseau de valeur 94
Figure 40: interfaces du module partenaire 95
Figure 41: Interface de la liste des caractéristiques au sein du module du flux physique 96
Figure 42: Interface du flux physique 96
Figure 43: Interface de Stockage au sein du module du flux physique 97
Figure 44: Présentation et animation du module du flux physique 97
Figure 45 : Interface des composants d'un produit 98
Figure 46: Interface du module de l'activité d'exécution 98

Figure 47: Interface des ressources au sein du module d'activité d'exécution 99
Figure 48: Interface de coût au sein du module d'activité d'exécution 99
Figure 49: Interface du module de l'activité de décision 100
Figure 50: Interface des variables de décision au sein du module de l'activité de décision 100
Figure 51: Interface de liste des décisions au sein du module de l'activité de décision 101
Figure 52 : Interface du module trigger 101
Figure 53 : Interface pour définir le fichier Excel contenant les OFs. 101
Figure 54 : Interface de gestion de stock du module trigger. 102
Figure 55 : Interface du module "Order Generator". 102
Figure 56 : Interface pour déterminer la liste des variantes ainsi que la probabilité de les commander dans le module "Order Generator" 103
Figure 57 : Liens entre les principaux modules de notre librairie 104
Figure 58 : Ordre de placement des modules pour construction du modèle de simulation 105
Figure 59 : Matrice de décision d'une analyse multicritère 106
Figure 60 : Démarche générale pour une analyse multicritères (Mauchand, 2007). 107
Figure 61 : Les cinq niveaux de maturité de gestion des connaissances adapté de (Paulk, et al., 1995). 112
Figure 62 : Le concept multivolume d'Alpina 112
Figure 63 : Partenaires du réseau de valeur 118
Figure 64 : Les flux physiques du réseau de valeur d'Alpina 118
Figure 65 : La modélisation du sous-processus d'interaction 118
Figure 66 : La modélisation du sous-processus de fourniture 119
Figure 67 : La modélisation du sous-processus de production 119
Figure 68 : La modélisation du sous-processus logistique 119
Figure 69 : Calcul de la valeur pour le client 120
Figure 70 : Valeur générée du réseau de valeur actuel d'Alpina 121
Figure 70 : Position du CODP, alternative 1 du scénario TO-BE 122
Figure 71 : Position du CODP, alternative 2 du scénario TO-BE 122
Figure 72 : Position du CODP, alternative 3 du scénario TO-BE 123
Figure 73 : Position du CODP, alternative 4 du scénario TO-BE 123
Figure 74 : récapitulation de notre approche 129

Table des tableaux

Tableau 1 : Différences entre MP et MC 9
Tableau 2 : Comparaison des différentes classifications de MC proposées par la littérature 19
Tableau 3 : Domaines clés pour la transition entre les stratégies de la MC (Makippa et al, 2004) 23
Tableau 4 : Avantages et désavantages des méthodes principales pour l'évaluation de la performance 51
Tableau 5 : Comparaison des différents langages pour la modélisation de l'entreprise 58
Tableau 6 : Tableau présentant notre classification de MC. 66
Tableau 7: Mapping entre les exigences et les types Principaux de MC 71
Tableau 8 : Principaux partenaires d'un réseau de valeur 75
Tableau 9 : Mise en correspondance entre les avantages de la MC et les attributs de la valeur 85
Tableau 10 : Mise en correspondance entre les challenges de la MC et les attributs de la valeur 86
Tableau 11 : Justification des relations d'influence du réseau d'influence générale 87
Tableau 12 : Mapping entre les éléments du modèle conceptuel et les modules des librairies de Rockwell-Arena 94
Tableau 13 : échelle numérique AHP 108
Tableau 14 : Analyse des capacités et des exigences d'Alpina 113
Tableau 15 : Qualité du produit perçue par le client 116
Tableau 16 : Comparaison entre les résultats réels et les résultats virtuels 120
Tableau 17 : Résultats des simulations des alternatives du scénario TO-BE 124

Introduction Générale



Introduction générale

Contexte de la recherche

En une évolution tout à fait normale, l'économie d'aujourd'hui se transforme d'une économie de production de masse à une customisation de masse (*Mass customization* (MC)) qui consiste à produire un produit personnalisé mais à un prix proche de celui de la production de masse (MP) (Pine, 1993). La MC permet à l'entreprise de survivre dans un temps où le client recherche un produit unique qui reflète ses besoins spécifiques, et où la concurrence entre entreprises d'un même marché et domaine de compétitivité est en progression incessante.

Sachant qu'il y a beaucoup de travaux depuis 1993 se focalisant sur un aspect spécifique de l'entreprise comme la conception d'un produit destiné à une customisation de masse, les logiciels de support pour le client, la gestion de production, la gestion de la chaine logistique, etc., la question qui se pose encore est comment mesurer afin d'améliorer la performance de l'entreprise sous une telle stratégie, comment décider le type de customisation de masse à mettre en place, quels sont les facteurs les plus importants à piloter, et surtout comment évaluer le passage d'un système de MP à celui de MC.

Enjeux de la recherche

Pour la MC l'évaluation de la performance est divisée entre l'évaluation de la customisation offerte et comment cette customisation a été assurée. Donc cela consiste à évaluer les deux axes opposés de la MC, la « customisation » et la « masse ». De plus, il n'existe pas une seule stratégie de MC : celle-ci diffère selon que la customisation proposée au client consiste juste à choisir la couleur du produit ou si le client intervient dans la conception du produit. La mise en place de ces différentes stratégies n'est donc pas la même.

Dans ce cadre, évaluer la performance en regardant seulement le coût, le délai et la qualité n'est pas suffisant. Ici, le client reste le centre de toute cette stratégie et doit être intégré dans l'évaluation d'un tel système. De ce fait, la notion de valeur qui englobe de nombreux facteurs autres que le triplet coût, délai, qualité est intéressante comme mesure principale de la performance d'une entreprise. Néanmoins, la question qui se pose est si le concept de la valeur évolue lui aussi dans le cadre de la MC, et si les facteurs influant sur la valeur changent aussi dans le cadre de la MC.

Une évaluation de la performance de l'entreprise nécessite une interprétation du système réel, en plus d'une modélisation de l'entreprise. Comment modéliser l'entreprise pour évaluer sa performance ? Quel langage est le plus adapté pour notre cadre d'étude ?

Objet de la recherche

L'objectif de ce travail de thèse est d'étudier ce qui existe comme méthodologies et outils pour évaluer la performance de l'entreprise, de voir s'ils sont dans le cas de la MC et de combler les manques afin de proposer aux entreprises une méthodologie qui leur permette d'évaluer leur performance actuelle et de passer à la customisation de masse, tout en précisant les outils à utiliser et les formulations des leviers principaux, coût, délai, qualité et valeur.

Méthode de la recherche

La problématique traitée dans cette thèse est ***comment évaluer le passage de la MP à la MC et comment décider du type de customisation de masse à mettre en place.*** Afin de répondre à cette

problématique, il fallait tout d'abord analyser la différence entre la MP et la MC, et déterminer les différents types de MC. Puis il était nécessaire de comprendre les exigences sous forme de compétences, outils et méthodes de conception et gestion nécessaires au bon fonctionnement de chacun des types de MC.

Ensuite, et afin d'évaluer la performance de l'entreprise, il était nécessaire d'analyser les concepts principaux liés à la performance, outre le coût, le délai, la qualité et la valeur. Comme la valeur est l'indicateur principal de la performance de l'entreprise, une analyse de son modèle actuel et de la pertinence de ce modèle dans le cadre de la MC était nécessaire. Ici une étude sur l'évolution des facteurs influant sur la valeur générée a été réalisée.

Sachant qu'une évaluation de la performance de l'entreprise nécessite une modélisation de cette dernière, il fallait aussi déterminer comment modéliser le système réel, ainsi que le langage à utiliser pour mieux présenter les liens qui nous intéressent entre les différents objets de l'entreprise.

En résumé, pour répondre à notre problématique il était nécessaire de traiter les sous-problématiques suivantes :

Sous-problématique 1 : Quels sont les différents types de MC ? Quels sont les principaux facteurs sur lesquels se baserait une classification de ces différents types de MC ?

Sous-problématique 2 : Quelle est la différence en termes d'exigences entre les différents types de MC ? En d'autres termes, de quoi a-t-on besoin pour mettre en œuvre un type donné de MC ?

Sous-problématique 3 : Comment mesurer et évaluer la valeur dans le cadre de la MC ? Quels sont les facteurs influant sur la valeur dans le cadre de la MC ? Comment évaluer la valeur sachant qu'elle est multicritère ?

Sous-problématique 4 : Comment modéliser l'entreprise ? Quel langage utiliser et quel système considérer ?

En traitant ces quatre sous-problématiques nous sommes capables de proposer une méthodologie aidant l'entreprise à décider du passage de la MP à la MC et du type de MC à mettre en œuvre tout en évaluant sa performance à travers une modélisation et une simulation du comportement de l'entreprise.

Comment lire cette thèse ?

Nous allons analyser dans le premier chapitre la différence entre la production de masse et la customisation de masse.

Dans le deuxième chapitre nous étudierons les concepts de l'évaluation de la performance d'une entreprise comme les indicateurs de performance, le coût, le délai, la qualité, et la valeur.

Dans le troisième chapitre, nous étudierons les différents langages et méthodes existants pour l'évaluation de la performance.

Dans le quatrième chapitre, nous présenterons notre approche de modélisation et de simulation de réseau de valeur pour l'aide à la décision du passage de la MP à la MC.

En outre, nous allons étudier le passage de la MP à la MC, et identifier les leviers principaux influant sur la performance de l'entreprise lors de ce changement.

Ensuite, dans le cinquième chapitre, nous détaillerons et expliquerons notre modèle conceptuel d'un réseau de valeur, et présenterons notre modèle de valeur.

Dans le sixième chapitre, nous présenterons notre plate-forme de modélisation et de simulation d'un réseau de valeur et comment les résultats de la simulation sont analysés. Finalement un cas d'étude est présenté dans le chapitre sept.

Les différents chapitres et les liens entre eux sont présentés dans la figure 1.

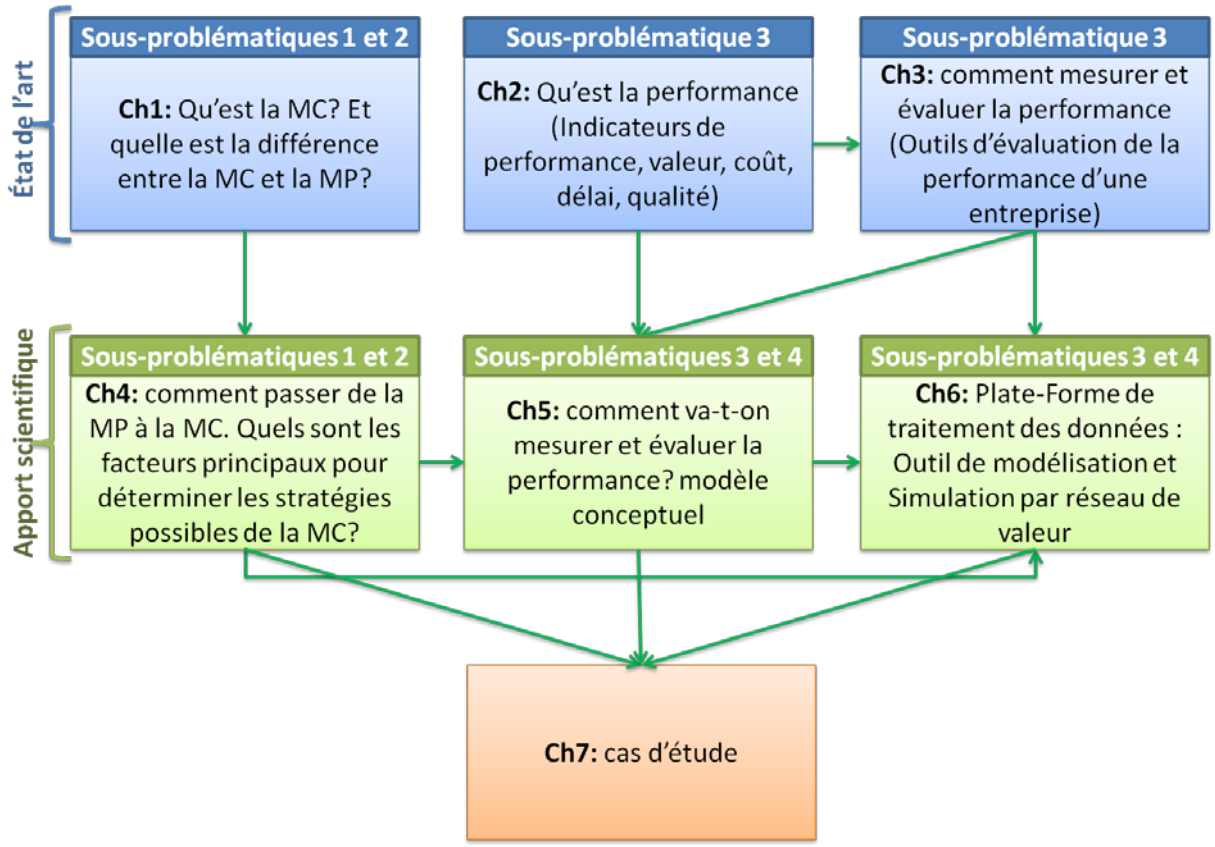
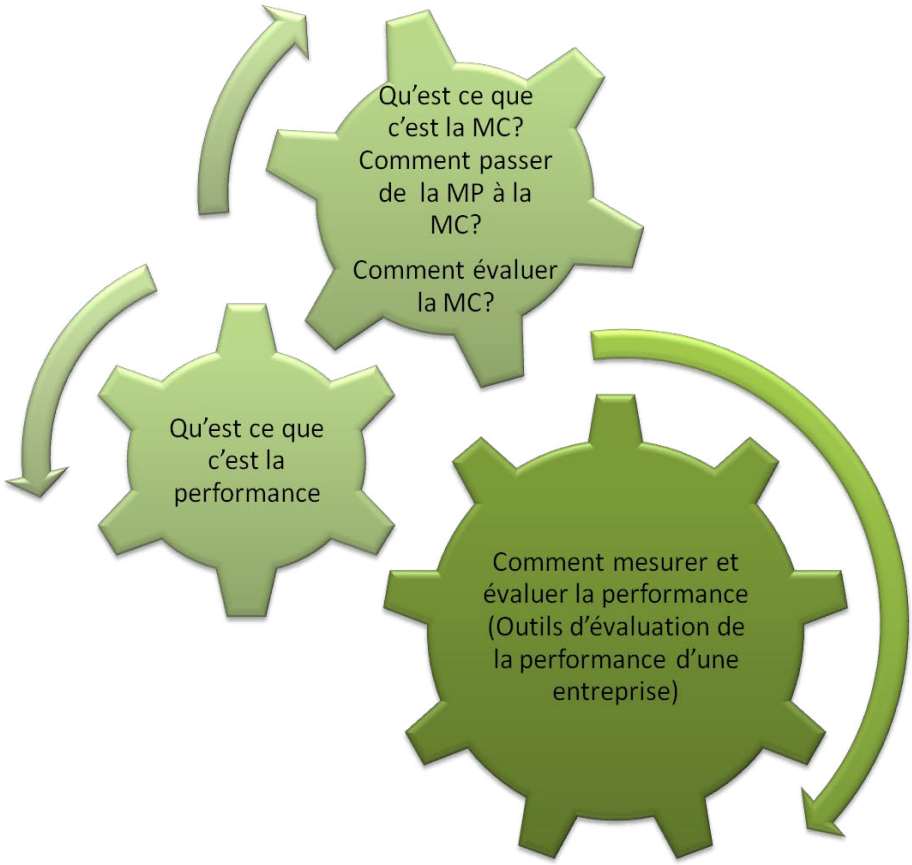


Figure 1 : liens entre les différents chapitres

.

Etat de l'Art


Qu'est ce que c'est la MC?
Comment passer de la MP à la MC?
Comment évaluer la MC?
Qu'est ce que c'est la performance
Comment mesurer et évaluer la performance (Outils d'évaluation de la performance d'une entreprise)

Chapitre I : La customisation de masse

I.1. Introduction

Récemment, la customisation de masse (*Mass Customization*, MC) est devenue une stratégie importante grâce à des clients plus exigeants, à la révolution d'Internet, au raccourcissement des cycles de vie des produits, à la concurrence accrue, à l'intégration entre les différentes parties d'une chaîne logistique (Da Silveira et al., 2001), à la globalisation et la numérisation des marchés (Aigbedo, 2007). Les clients préfèrent aujourd'hui la qualité, le style et l'originalité aux produits standards (Jiao & Tseng, 2003). De nombreuses entreprises ont appliqué avec succès ce concept de MC comme National Bicycles Industrial Company of Japan, Hewlett-Packard, Motorola, General Motors, Ford Motor, Benetton, Chrysler, Levi Strauss, Lgi, miAdidas, NikeID, et Dell. Selon Porter (Porter, 1980) il existe trois stratégies qui permettront à une entreprise de surpasser la compétition :

1. Leadership de coût : dans ce cas l'entreprise offre un produit ou un service similaire à celui de la compétition mais à un prix moins élevé. Hyundai est une entreprise mettant en œuvre cette stratégie.

2. Différenciation : dans ce cas l'entreprise offre un produit ou un service considéré unique. Hewlett-Packard et Mercedes sont deux entreprises mettant en œuvre cette stratégie.

3. Concentration : dans ce cas l'entreprise se focalise sur un segment précis de clients pour créer une valeur spécifique à ce segment. Ainsi, l'entreprise crée une clientèle fidèle. Des exemples de cette stratégie sont les ordinateurs Apple, des produits personnalisés pour les personnes handicapées, etc.

La MC est aussi une stratégie offrant à l'entreprise un avantage lui permettant de surpasser la compétition. Elle permet tout d'abord d'offrir un produit customisé à un prix proche de celui d'un produit standard. Ainsi, le produit customisé a plus de valeur pour le client. En plus, un produit customisé est considéré unique par le client, ainsi la MC permet une différenciation de l'entreprise. En outre, l'entreprise mettant en œuvre la MC se focalise sur une clientèle qui demande un produit individualisé.

Ce travail de thèse se focalise sur le passage de la MP à la MC. En premier lieu il était nécessaire de comprendre les deux concepts et les différences dans leurs fonctionnements. Ainsi dans ce chapitre nous décrivons le phénomène de la MC. Nous commençons par présenter l'évolution de l'économie d'une offre de masse à une offre customisée. Puis nous définissons ce concept dans la troisième section et nous discutons des différences entre la MP et la MC dans la quatrième section. Ensuite, nous présentons les exigences de la MC et ses différentes classifications dans les sections cinq et six respectivement. Finalement nous présentons dans la section sept les approches proposées par la littérature pour exécuter et évaluer le passage de la MP à la MC.

I.2. L'évolution de l'économie de la MP à la MC

L'économie a évolué : depuis l'époque des artisans qui fabriquaient tout à la demande en ayant les outils, les matières et les connaissances nécessaires ; jusqu'à celle de la révolution industrielle qui a mené aux marchés de masse introduits par Henry Ford en 1914.

Le terme de production de masse a été défini dans un article en 1926 dans le supplément de l'Encyclopedia Britannica qui a été écrit d'après une correspondance avec Ford Motors Co. Le New

York Times a utilisé le terme dans le titre d'un article paru avant la publication de l'article Britannica (Hounshell, 1984). Puis Alfred P. Sloan, à la tête de General Motors (GM), est apparu sur la scène. Sloan a commencé à segmenter les consommateurs dans le marché de l'automobile et à les diviser selon le prix qu'ils voulaient payer et les différentes voitures qu'ils voulaient acheter. Ses efforts ont porté leur fruit, et dans les années 1950, GM a dépassé Ford en tant que meilleur constructeur automobile des Etats Unis.

Selon Pine (Pine, 1993), le déclin de la production de masse a commencé dans les années 60, et s'est accéléré dans la décade suivante. Le terme « *mass customization* » a été introduit par Davis en 1987 dans son livre « *Future Perfect* » et a été expliqué en détail par Pine dans son livre « *mass customization : the new frontier in business competition* ». Les avancées technologiques, l'internet, les concepts comme « *lean manufacturing* » et « *just-in-time* », la demande du client pour un produit innovant, pour plus de variété et pour se distinguer, avec une augmentation de compétitivité ont tous mené à la customisation de masse. La MC est perçue comme un moyen de survivre dans ce monde complexe.

I.3. Définition

Avant de définir la customisation de masse, il est nécessaire de différencier entre les deux notions de customisation et de personnalisation. L'acteur à l'origine de l'adaptation du produit aux spécificités individuelles est l'entreprise dans le cas de la personnalisation, tandis que dans le cas de la customisation c'est le consommateur. Contrairement à la personnalisation, la customisation nécessite que le consommateur contribue à la création du produit qu'il va utiliser.

La littérature présente de nombreuses définitions de la customisation de masse. Ce concept a d'abord été identifié par Davis en 1987 (Davis, 1987) comme étant la capacité de produire des produits personnalisés à un coût similaire à celui de la production de masse. Puis il a été défini par Pine en 1993 (Pine, 1993) comme étant la capacité de fournir des produits et des services conçus individuellement pour chaque client en utilisant des processus agiles et très flexibles. (Hart, 1995) semblait réunir les deux définitions précédentes en une seule. Il a également vu la customisation de masse comme une performance idéale qui permet aux clients d'avoir le produit qu'ils désirent, comme ils le désirent, à tout moment et partout où ils le désirent. (Duray, 2000) a présenté une nouvelle vision de la customisation de masse, en mettant l'accent sur la nécessité de la modularité pour réaliser la customisation de masse. Yang et Li (Yang & Li, 2002) ont vu la customisation de masse comme une sorte «de mode de production de produits personnalisés fournis à chaque client en quantité aléatoire, ou à des marchés multi-variants en petits lots. Ce mode est basé sur la production de masse. Il est réalisé par la re-combinaison de structures de produits et de processus de fabrication, en utilisant une série de technologies modernes de l'information, les technologies modernes de fabrication et les nouvelles méthodes de gestion. Ce mode conserve le coût et la vitesse de la production de masse ». Récemment, (Huang et al., 2005) ont identifié la customisation de masse comme une « compétence de performance » voulant dire qu'une entreprise ne peut appliquer la MC sans avoir au moins un niveau minimum de performance.

La définition proposée par Yang et Li, n'est pas tout à fait correcte, car la customisation de masse peut être offerte sans recombinaison de structure de produits ou de processus. La définition adoptée par Duray est basée sur la modularité qui n'est pas le seul moyen d'offrir la MC.

Nous adoptons la combinaison des définitions de Davis et Pine proposée par Hart en 1995. Cette définition combine les deux concepts de masse et de customisation en mettant l'accent sur la mise en oeuvre de la customisation de masse.

La customisation de masse est la capacité de fournir des produits et des services conçus individuellement pour chaque client et ayant un coût similaire à celui de la production de masse, en utilisant des processus agiles et très flexibles.

La MC, comme présentée dans la figure 2, est donc un compromis entre la pure customisation et la production de masse, entre l'individualisme et l'efficacité, entre la variété et la complexité. Plus la variété offerte au client augmente, plus la complexité dans la gestion de production augmente. Pour assurer un équilibre entre ces différentes notions, des processus agiles et flexibles sont nécessaires.

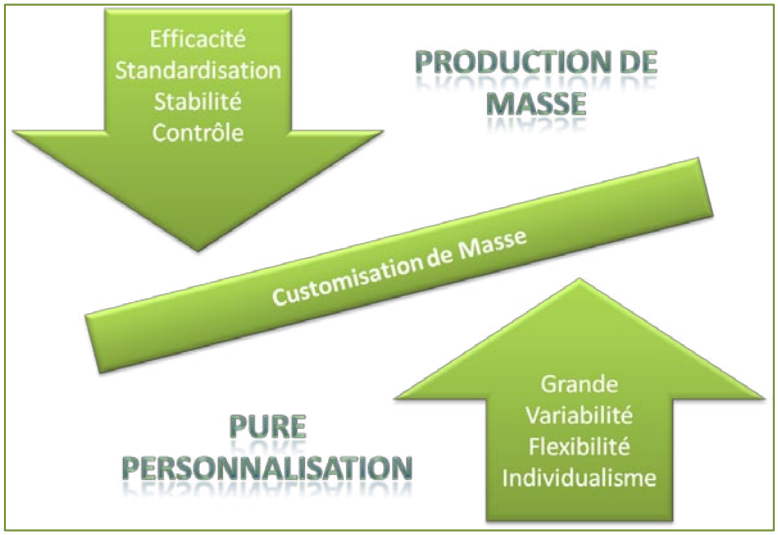


Figure 2: Customisation de Masse, un équilibre entre la production de masse et la pure customisation

La customisation de masse, lorsqu'elle est bien mise en œuvre, offre de nombreux avantages, tels que l'augmentation de la satisfaction des clients, l'augmentation de part de marché, l'augmentation de la connaissance du marché, l'amélioration de la performance de l'entreprise, un profit plus élevé, une meilleure connaissance du client, et une réduction du temps de réponse et de réaction aux besoins des clients (Pine, 1993; Fogliatto & Da Silveira, 2008). Néanmoins plusieurs challenges sont associés à la MC. Ceux-ci sont l'augmentation du coût des matières, l'augmentation du coût de fabrication, la baisse du nombre des livraisons à temps, la performance de livraison des fournisseurs, l'augmentation du temps de réponse à une commande, l'augmentation du niveau des stocks nécessaires pour chaque variante (Aigbeido, 2007) et la réduction de la qualité du produit (Salvador, 2004 ; Krishnapillai & Zeid, 2006)

En outre, l'objectif fondamental de la customisation de masse réside dans l'augmentation du taux de fidélité de la clientèle en lui offrant une valeur concurrentielle (Kwon & Kim, 2011). Néanmoins les entreprises offrant une customisation de masse doivent faire face à l'augmentation du coût des matières premières, à l'augmentation du coût de fabrication, aux aléas de livraison des fournisseurs, et à l'augmentation du niveau des stocks nécessaires pour toutes les variantes de produit (Aigbedo, 2007).

I.4. Différences entre la production de masse (MP) et la customisation de masse (MC)

La principale différence entre la MC et la MP réside dans leur logique de fonctionnement (voir Figure 3). Pour la MP, la logique est la suivante : la baisse des prix conduit à une augmentation des ventes, l'augmentation des ventes conduit à des volumes plus élevés, l'augmentation des volumes

mène à une baisse des coûts, et pour boucler la boucle, la réduction des coûts induit une baisse des prix. Néanmoins, dans la MC, la logique est que la customisation conduit à des clients plus satisfaits et à une innovation continue, ce qui entraînera une augmentation de leur fidélité donc des ventes et des profits. Elle entraîne aussi une meilleure compréhension des clients. Enfin, des bénéfices plus élevés et la connaissance accrue des clients permettent à l'entreprise de mieux satisfaire ses clients en offrant plus de variété qui reflète leurs désirs réels (Pine, 1993). Ainsi, la MP est basée sur l'efficacité et les économies d'échelle, alors que la MC est axée sur le client et basée sur l'offre d'une plus grande variété à des prix abordables. Cela se reflète dans leurs chaînes de valeur respectives, la MP propose de grands volumes de produits pour le client final et sépare l'innovation de la production, alors que la MC est axée sur la clientèle, considérant que l'innovation et la production sont intégrées (Pine, 1993). Les grandes différences entre la MP et la MC sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Différences entre MP et MC

	Production de masse	**Customisation de masse**
Focus	Efficacité grâce à la stabilité et le contrôle	Variabilité et customisation grâce à la flexibilité et la réactivité
Objectif	Développement, production, commercialisation et livraison de biens et de services à des prix suffisamment bas pour que presque tout le monde puisse les acheter	Développement, production, commercialisation et fourniture de biens et de services abordables avec suffisamment de variété et de customisation pour que presque tout le monde puisse trouver exactement ce qu'il souhaite
Caractéristiques Principales	Demande stable Grands marchés homogènes Long temps de développement de produits Long cycle de vie du produit Qualité uniforme Prix bas	Demande fragmentée Niches hétérogènes Court temps de développement de produit Produits à court cycle de vie Haute qualité Prix similaire à celui de la MP
Stratégie de conception du produit	Optimiser les performances à un coût minimum du produit	Créer de la modularité pour retarder la différenciation des produits
Stratégie manufacturière	Réduction des coûts grâce à une haute utilisation des ressources	Maintenir la flexibilité
Stratégie du temps de délai (commande/ réception)	Réduire, mais pas au détriment du coût	Réduire considérablement, même si les coûts sont importants
Stratégie de sélection des fournisseurs	Basée sur le coût et la qualité	Basée sur la vitesse, la flexibilité, la fiabilité et la qualité

Le passage de la MP à la MC est un travail progressif (Pine, 1993). Une entreprise commence par ajouter des services personnalisables pour monter en compétence et être capable de co-concevoir le produit avec le client. Ce travail demande un changement progressif dans toute l'entreprise. Pour mieux identifier ce changement, on utilisera dans les chapitres suivants une adaptation du processus de MC suggéré par (Blecker et al., 2004) et qui est présenté dans la figure 4. Le processus de MC n'est pas différent de celui de la MP en termes de sous-processus, mais il est différent dans l'exécution et le déroulement de chacun de ces sous-processus.

Le passage de la MP à la MC exige des compétences, outils et techniques précis. Avant d'être capable d'exécuter cette transition ou d'appliquer la MC, une entreprise doit vérifier l'acquisition des exigences nécessaires à la MC. Ce passage n'est pas évident, plusieurs problématiques de MC restent non résolues ou en cours de résolution. Ces problématiques sont présentées dans ce qui suit.

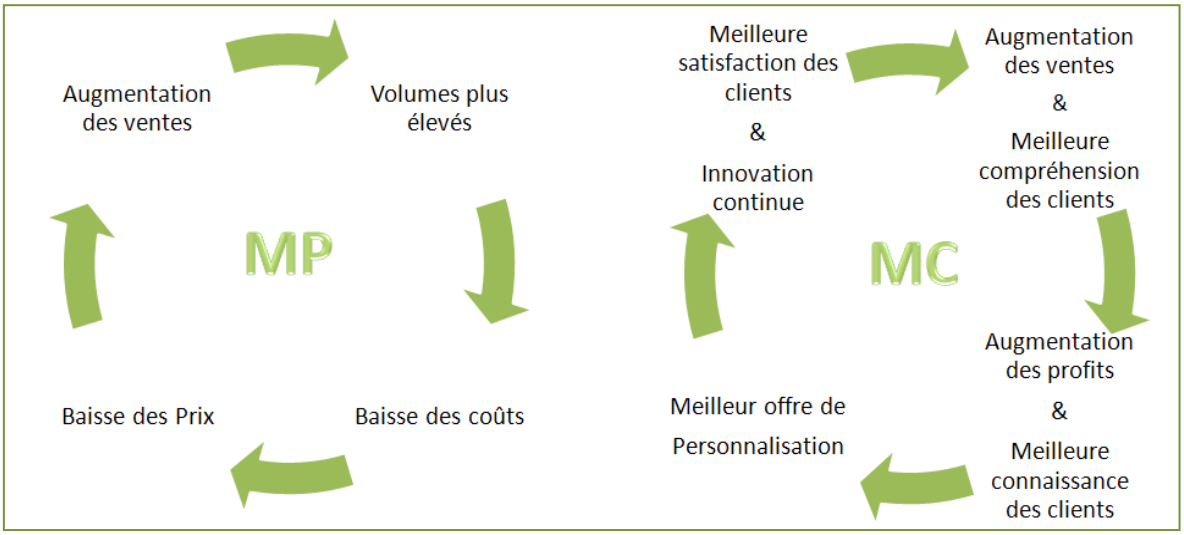


Figure 3 : Logique de fonctionnement MP vs. MC



Figure 4 : Processus de MC modifié (Daaboul et al., 2010a)

I.5. Exigences et grandes problématiques de la MC

I.5.1. Grandes problématiques de la MC

La MC exige des nouvelles solutions ou nouvelles façons de faire, dans la conception du produit, dans sa fabrication, dans la gestion de la chaîne logistique, etc. D'après l'expertise et les connaissances de (Piller & Tseng, 2003) des recherches sont encore nécessaires dans :

1. La conception des produits et des architectures de produits pour la MC
2. Le comportement des consommateurs et les outils d'interaction avec le client
3. Les facteurs influant sur la satisfaction et l'insatisfaction du client des produits customisés
4. La gestion des connaissances sur la clientèle et l'innovation axée sur le client
5. L'analyse de la capacité du système de production et de la chaîne logistique
6. L'évaluation de la MC

Plusieurs chercheurs se sont focalisés sur une de ces problématiques. L'annexe 1 résume une partie de ces travaux les plus importants sans s'intéresser à l'évaluation de la MC qui sera présentée au fur et à mesure dans la suite de ce chapitre.

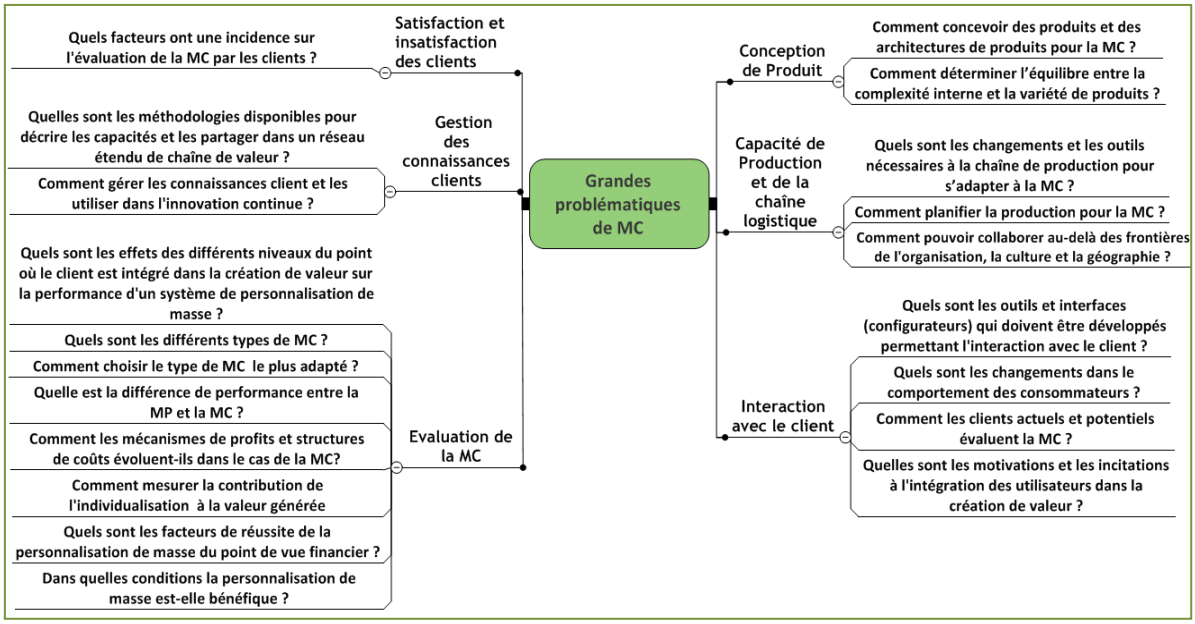


Figure 5 : Grandes problématiques de la MC

Dans ce travail de thèse nous nous intéressons à l'évaluation de la MC. Les principales problématiques rattachées sont les suivantes :

- Quels sont les différents types de MC et comment choisir le plus adapté ?

  La customisation de masse peut être offerte de différentes façons. Ces façons varient de l'ajout d'un service au point de vente à la co-conception du produit. Les entreprises ont besoin de savoir quelles sont ces différentes manières d'offrir la MC, donc les différents types de MC et comment choisir le type le plus adapté en connaissant les exigences de chacun de ces types.

- La mesure de la contribution à la valeur de l'individualisation : dans quelles conditions la customisation de masse est-elle bénéfique ?

  Il est nécessaire de définir des indicateurs permettant l'évaluation de la valeur ajoutée de la MC.

- Quelle est la différence de performance entre la MP et la MC ? Comment les mécanismes de profits et structures de coûts évoluent-ils ?

Sachant que la logique de fonctionnement de la MP et celle de la MC sont très différentes comme vu dans la section I.4, les structures de coûts le sont aussi. Ainsi, il est nécessaire de déterminer les différences entre la performance d'une entreprise offrant de la MP et une entreprise offrant de la MC.

- Quels sont les effets des différents niveaux du point de découplage, *le Customer Order Decoupling Point* CODP, (le point où le client est intégré ou impliqué dans la création de valeur) sur la performance d'un système de customisation de masse ?

  La position du CODP dans la chaîne de production influe sur le type de MC proposée par l'entreprise (explication détaillée en section I.6). L'étude de son influence sur la performance de l'entreprise est nécessaire pour mieux déterminer la meilleure stratégie de MC à mettre en œuvre et pour assurer sa réussite.

- Quels sont les facteurs de réussite de la customisation de masse du point de vue financier ?

  Afin de mettre en œuvre la MC, il est nécessaire de déterminer les facteurs influant sa réussite.

- Comment les clients actuels et potentiels évaluent la MC ? Quels facteurs ont une incidence sur cette évaluation ?

Dans ce travail de thèse, et afin d'aider l'entreprise à décider sur le passage de la MP à la MC et la meilleure stratégie de MC à mettre en œuvre, nous nous attachons à définir les différents types de MC et à déterminer comment choisir le plus adapté. Nous nous intéressons aussi à la problématique d'évaluation de la performance de la MC, à la détermination du niveau de variété à offrir au client et à la détermination de l'influence des différents niveaux de points de découplage sur cette performance.

I.5.2. Analyse des exigences et piliers de la MC

De nombreux travaux ont prouvé analytiquement ou expérimentalement la nécessité d'un outil, d'une méthode ou de certaines compétences pour le succès du passage à la MC. Nous avons combiné tous ces travaux. Nous avons conclu que les exigences dont une entreprise a essentiellement besoin pour la réussite de la MC sont les suivantes :

1. Un système informatique intégré (Da Silveira at al., 2001 ; Selladurai, 2004 ; Moser, 2004).
2. Des processus flexibles (Da Silveira et al, 2001 ; Frutos & Borenstein, 2004 ; Selladurai, 2004 ; Moser, 2004 ; Helms et al., 2008 ; Wang, 2008).
3. Des systèmes de production flexibles « *Flexible manufacturing systems* » FMS (Pine, 1993 ; Duray et al., 2000 ; Da Silveira et al., 2001 ; Moser, 2004).
4. Une modification de la structure organisationnelle : accroître la flexibilité interne et externe (Selladurai, 2004).
5. Le contrôle de la complexité interne causée par la variabilité (Blecker et al., 2006).
6. La modularité du produit et des processus (Pine, 1993 ; Frutos & Borenstein, 2004 ; Partanen & Haapasalo, 2004 ; Selladurai, 2004 ; Moser, 2004 ; Grenci & Watts, 2007 ; Pollard et al., 2008 **;** Wang, 2008) et la standardisation (Partanen & Haapasalo, 2004 ; Selladurai, 2004 ; Pollard et al., 2008).
7. L'automatisation (Selladurai, 2004).
8. Le maintien des fortes relations avec la clientèle (Kotha, 1996 ; Selladurai, 2004), intégration du client (Moser, 2004 ; Pollard et al., 2008).

9. L'adaptation du changement tout au long de la chaîne logistique (Pine, 1993 ; Partanen & Haapasalo, 2004 ; Pollard et al., 2008).
10. La coordination entre les différents acteurs de la chaîne logistique (Piller, 2004 ; Dietrich, Kirn, & Timm, 2006 ; Pollard et al., 2008).
11. Des capacités uniques de fonctionnement combinées avec l'e-commerce, et un système d'aide à la décision destiné à la clientèle et basé sur le web. (Grenci & Watts, 2007 ; Helms et al., 2008).
12. la gestion et l'intégration des connaissances sur les clients pour développer des produits qui répondent mieux aux besoins des clients (Piller, 2004 ; Cross et al., 2009).
13. Réduire les coûts des opérations (Selladurai, 2004).
14. Un haut niveau des capacités de fabrication (Kotha, 1996 ; Duray, 2006).
15. Un menu de choix (catalogue) bien développé (Fogliatto & Da Silveira, 2008).
16. La flexibilité de la main d'œuvre (Pine, 1993 ; Duray, 2006).
17. Un configurateur de produit (Kotha, 1996 ; Piller, 2004 ; Moser, 2004)

I.5.2.1. Sous-processus d'interaction

Le client est le centre d'une stratégie de MC. Tout l'avantage de la MC est d'offrir au client la possibilité d'être unique et d'acheter des produits conformes à ses besoins exacts et à ses préférences. Ainsi maintenir des relations fortes avec le client afin de mieux comprendre ses besoins et ses préférences est nécessaire pour le succès d'une stratégie de MC (Kotha, 1996 ; Selludarai, 2004 ; Piller et al., 2004). Maintenir des fortes relations avec le client est nécessaire pour la réussite d'une MC assemblée, fabriquée, ou conçue, et est complémentaire dans le cas d'une MC distribuée.

Faciliter le processus de customisation au client en lui offrant des outils et méthodes pour mieux gérer la variabilité offerte par la MC est un facteur essentiel pour la réussite de la MC. Huffman et Kahn (1998) ont démontré que la non-satisfaction du client du processus de customisation et la difficulté de ce dernier, induisent un abandon du processus de customisation ou une confusion du client conduisant à des choix non conformes à ses besoins et à ses préférences. Da Silveira et al. (2001) ont analysé plusieurs cas d'étude pour en déduire les piliers de la MC, parmi lesquels on trouve le catalogue de choix. Des produits offrant une customisation plus élevée sont associés à un catalogue de choix extensif, tandis que des produits offrant une faible customisation ou une customisation limitée sont plutôt associés à des catalogues de choix restreints ou des catalogues de modèles prédéterminés (Da Silveira et al., 2001)

Plusieurs chercheurs ont discuté l'importance d'un outil de configuration de produit facilitant le processus de customisation et la communication des préférences et des commandes des clients comme Piller & Tseng (2003) ; Piller et al., 2004 ; Roach et al. (2005), Sievaanen & Peltonen (2006), et Cross et al. (2009). Ramani et al. (2004) précisent que les configurateurs de produits sont nécessaires pour la MC parce qu'ils attachent les informations sur les processus et les informations sur les produits à la conception elle-même plutôt que de gérer les informations sur les produits comme les systèmes PLM. Néanmoins les fonctions du configurateur changent par rapport au type de MC mis en œuvre. Les fonctions principales du configurateur sont :

- enregistrer les données client, calculer le coût (Tseng & Piller, 2003)
- customiser le produit, générer les artefacts techniques (Tseng & Piller, 2003 ; Roach, et al., 2005 ; Cross et al., 2009)
- transférer des données
- vérifier la faisabilité du produit
- une visualisation 3D du produit (Sievaanen & peltonen, 2006 ; Cross et al., 2009).

Les avantages d'utilisation d'un outil de configuration du produit sont des délais plus courts, la réduction des ressources nécessaires pour produire les spécifications et moins d'erreurs dans les spécifications (Forza & Salvador, 2002). Selon Riemer & Totz (2001) la satisfaction du processus de customisation a un grand impact sur la satisfaction du client.

De plus, la qualité perçue du produit par le client et l'expérience du shopping sont très inter-reliés (Anderson & Sullivan, 1993 ; Patterson & Johnson, 1997). Du coup la MC exige des vendeurs formés sur le processus de customisation pour guider et aider les clients à customiser leur produit. En outre l'implication des vendeurs dans le processus de customisation induit une amélioration de la capacité du système de MC à répondre rapidement et effectivement aux demandes des clients (Tu et al., 2001).

I.5.2.2. Sous-processus de développement

La customisation ne peut pas réussir sauf si les produits sont conçus pour la customisation (Krishnapillai & Zeid, 2006). La conception pour la MC (*Design for Mass Customization*) a été introduite par Tseng & Jiao (1996). La conception pour la MC doit être robuste et flexible (Jiao & Simpson, 2007). Une conception axée sur le client est le centre d'un système de MC (Da Silveira et al., 2001).

Huang et al. (2008) ont démontré à travers une étude empirique l'impact de l'apprentissage ou d'une gestion basée sur les connaissances sur la capacité d'offrir de la MC. Aussi, Cross et al. (2009) décrivent l'importance de la gestion des connaissances surtout pour l'amélioration de la conception des produits et afin de réagir rapidement aux changements des besoins des clients.

Selon Pine (1993), Duray et al. (2000) et Selladurai (2004) la modularité est un facteur essentiel pour la réussite de la MC. Selon Pine (1993) la meilleure façon pour offrir la MC est de créer des composants modulaires qui peuvent être configurés en une grande variété de produits finis. La modularité permet d'offrir plus de variété tout en réduisant la complexité interne causée par cette variété (Pine, 1993).

L'utilisation de plate-formes de produits a été largement considérée comme un facteur de succès dans la réalisation de la MC par la littérature. Certains des avantages obtenus en utilisant cette stratégie sont la vitesse accrue dans la customisation des produits, la réduction des coûts de développement de produits, la fiabilité des produits, et l'amélioration de la flexibilité de la stratégie d'entreprise (Meyer & Lehnerd, 1997). De nombreuses définitions ont été présentées pour une plate-forme de produit. Robertson & Ulrich (1998) la définissent comme la collecte d'actifs comme les composants, les processus, les connaissances, les gens et les relations qui sont partagées par un ensemble de produits. La commonalité, la modularité, l'évolutivité et le la différentiation retardée sont les quatre stratégies de base de la plate-forme (Huang et al., 2005).

I.5.2.3. Sous-processus de fourniture

Aujourd'hui la compétition n'est plus entre des entreprises mais entre des chaînes logistiques (Christopher, 2005). De plus, les manques et les problèmes de qualité dans les composants ou produits fournis par des fournisseurs sont des sources supplémentaires de retard de la production. Des fournisseurs fiables peuvent aider à réduire les délais d'exécution, à augmenter la qualité et à améliorer la compétitivité manufacturière (Cusumano & Takeishi, 1991; Blackburn, 1991; Handfield & Pannesi, 1992). Ainsi le rôle des fournisseurs devient de plus en plus important. Plusieurs entreprises offrant de la MC, comme DELL, s'appuient sur la flexibilité, la réactivité et la performance de leurs fournisseurs. Dans le cadre de la MC, la communication avec les fournisseurs devient une nécessité pour assurer la réussite de la stratégie de MC (Sahin & Robinson Jr., 2005 ; Cross et al., 2009).

I.5.2.4. Sous-processus de production

Jiao et al. (2006) affirment que la planification d'une plate-forme de processus est aussi nécessaire que la planification d'une plate-forme de produits. La customisation d'un produit entraîne une augmentation de la variété de façon exponentielle dans les systèmes de production (machines, outils, etc.). En outre les principaux coûts sont endurés au cours de la phase de production, et la qualité ainsi que les délais de mise sur le marché d'un produit sont déterminés à la phase de production. Par conséquent, il demeure nécessaire de gérer les divers processus comme indiqué par Jiao et al. (2000) qui expliquent que cette variété externe et la complexité interne provoquée par la différenciation des produits doivent être optimisées par l'entreprise. Ainsi, les entreprises sont intéressées par le contrôle de la variété interne par la gestion de la variété des processus.

En outre, l'agilité et la flexibilité du système de fabrication sont considérés comme deux piliers de la MC (Duray et al., 2000 ; Da Silveira et al., 2001). L'agilité du système de fabrication est « sa capacité de se développer et prospérer dans un environnement concurrentiel en perpétuel changement et de répondre rapidement aux marchés en évolution rapide conduits par la valorisation des produits basée sur la demande de la clientèle (Lacocca, 1996).

La mise en œuvre des technologies de fabrication avancées (*Advanced Manufacturing Technologies AMTs*) est fondamental pour le développement d'un système MC (Pine et al., 1993 ; Lau, 1995). L'utilisation des AMTs est justifiée par leur capacité inhérente de modifier les économies de la fabrication et d'éliminer les obstacles à la variété et flexibilité des produits (Meredith, 1987). Ces technologies permettent le développement d'usines capables d'exploiter les avantages des attributs fondamentaux de la MC : agilité et flexibilité (Da Silveira et al., 2001). Des exemples tels que NBIC (Eastwood, 1996), Motorola (Kotha, 1995), et Perkins (Vasilash, 1997) soulignent le rôle important des AMTs dans le développement du système de MC.

Partanen & Haapasalo (2004) ont démontré l'avantage de mettre en œuvre une production rapide (fast production) dans le cas de la MC. La production rapide signifie une livraison des produits aux clients plus rapide que le délai du système de fabrication entier (Partanen & Haapasalo, 2002).

Duray (2006) a démontré à travers une étude empirique, que la flexibilité de la main-d'œuvre est critique pour le succès financier de la MC. Duray conclut de son étude empirique qu'une main d'œuvre flexible et qui exerce un travail d'équipe induit une augmentation dans la performance financière d'une entreprise dans le cas de la MC.

I.5.2.5. Sous-processus logistique

Une gestion efficace de la chaîne logistique est aussi un des facteurs clés de la réussite de la MC. Eastwood (1993), Lau (1995), et Kotha (1996) ont décrit comment l'amélioration de la gestion de la chaîne logistique mène à une coordination organisationnelle exigée dans le cas de la MC.

La structure de la chaîne logistique facilite la mise en œuvre d'un certain type de MC. Par exemple DELL possède une structure ATO (*Assemble to Order*) lui permettant d'offrir une grande variété de produits aux clients tout en réduisant les coûts.

Dans le cadre de la MC, et dans le cas où le produit customisé est livré au client, seul un produit est livré à la fois. Ceci augmente la complexité de gestion des livraisons des produits customisés et les coûts de livraison.

I.5.3. Conclusion

D'après l'étude de la littérature, on conclut que beaucoup de travail est encore nécessaire dans les différents domaines afin de mettre en place la MC. En particulier on remarque de l'étude de la littérature que peu de travaux se focalisent sur l'évaluation de la MC qui est discutée dans la section I.7. Il n'existe également que peu de travaux sur la façon de **déterminer le bon type de MC** pour une entreprise donnée. Jusqu'à aujourd'hui, il n'existe pas d'études empiriques comparant différentes stratégies de MC dans un contexte industriel donné (Kwon & Kim, 2011). En s'intéressant à cette problématique et sachant que les exigences de la MC varient d'un type à l'autre, il faut tout d'abord s'intéresser aux différentes classifications de la MC.

I.6. Classification de la MC

Dans cette section nous analysons tout d'abord les différentes classifications de MC proposées dans la littérature et déduisons les facteurs utilisés pour ces classifications. Ensuite nous analysons ces facteurs pour en retirer les plus pertinents pour la classification de la MC.

I.6.1. Différentes classifications de la MC proposées dans la littérature

Dans la littérature, plus d'une dizaine de systèmes de classification pour la MC peuvent être trouvés. En 1993, Pine, dans son livre qui explique le phénomène de la customisation de masse, a défini cinq étapes de la production modulaire et cinq façons de customiser en masse : des services personnalisés où le service marketing et le service livraison modifient des produits standards avant livraison aux clients ; la customisation intégrée où les clients peuvent modifier des produits standards en cours d'utilisation ; la customisation au point de livraison où des services supplémentaires personnalisés peuvent être réalisés au point de vente ; Réagir rapidement : les produits sont livrés dans un court délai de temps, et finalement, la production modulaire où les composants standards peuvent être configurés dans une grande variété de produits et services (Pine, 1993). Dans cette classification, la co-conception des produits n'apparaît pas. En outre, la customisation peut se produire par d'autres moyens que de combiner des composants standards. La MC peut également se produire à travers des processus variables. Ainsi, cette classification ne couvre pas tous les types de MC.

En 1997, Gilmore & Pine ont présenté quatre approches de MC : l'approche collaborative qui est un dialogue entre les concepteurs et les clients, l'approche transparente qui est une adaptation de produits pour des besoins individuels, l'approche adaptative dans laquelle un produit standard peut être modifié par les clients au cours de l'utilisation et l'approche esthétique où la différenciation est la façon dont le produit est présenté (Gilmore & Pine, 1997). Ces approches de MC classent la MC en se basant sur l'offre de customisation, tandis que les étapes de MC définies par Pine se basent sur la façon dont la customisation est atteinte. Néanmoins, le comment et le quoi de la MC ne sont pas détachés l'un à l'autre. Par conséquent, ce système de classification, même lorsqu'il est combiné avec le précédent ne couvre pas tous les types de MC.

En 1996, Ross a également proposé cinq approches pour la customisation de masse. Ces approches sont : la MC de base (où le client peut modifier des fonctions techniques du produit), la customisation post-production (où un produit standard se personnalise par l'ajout de services personnalisables), la customisation chez le revendeur (où la customisation s'effectue au niveau du revendeur), l'auto-customisation des produits, et offrir une grande variété de produits (Ross, 1996).

Ross identifie également trois niveaux de capacité de customisation : cosmétique où le client choisi une des différentes couleurs proposées et personnalise la finition du produit, choix des options fonctionnelles, et customisation de base dans laquelle le client personnalise des éléments de base du produit influant ses fonctions techniques. Néanmoins, la MC de base pourrait être atteinte de différentes manières, à l'étape de l'assemblage lorsque nous avons mis un moteur personnalisé dans une voiture, ou à la production lorsque la voiture est entièrement construite sur commande, ou lorsque le client co-conçoit le produit.

En 1996, Spira a décrit quatre types de customisation : des emballages personnalisés, des services personnalisés, des customisations additionnelles, et l'assemblage modulaire. Dans cette classification, deux types de MC sont manquants, celui où la customisation est réalisée par la fabrication d'un produit personnalisé et la co-conception (Spira, 1996). Puis, en 2000, Duray a classé les entreprises offrant de la MC en quatre types selon le degré d'implication du client et le degré de modularité dans la production : les fabricants, les implicateurs (*involvers*), les modularisateurs (*modularizers*) et les assembleurs. Les fabricants incluent le client dès la conception des produits pour lesquels des nouveaux modules peuvent être conçus spécifiquement pour le client. Les implicateurs incluent aussi le client dès la conception des produits, mais dans ce cas les différents modules formant le produit sont pré-fixés. Les modularisateurs incluent le client dans la phase d'assemblage tandis que les assembleurs incluent le client dans la phase d'utilisation (Duray, 2000). Mais l'offre de customisation n'est pas prise en considération dans cette classification. En outre, en 2000, Alford et al. ont décrit trois stratégies de MC : la customisation de base, la customisation optionnelle et la customisation de forme (Alford et al., 2000). Ces trois stratégies sont en ligne avec les trois niveaux de capacité de customisation proposés par Ross. En fait, ils sont très similaires et ces stratégies sont principalement applicables à l'industrie automobile.

En 2001, Da Silveira et al. ont combiné toutes les classifications précédentes en huit niveaux génériques de MC, qui vont de la normalisation à la conception. Le premier niveau est constitué de la pure normalisation, le second est l'utilisation dans laquelle la MC se produit uniquement après la livraison du produit. Dans le troisième niveau appelé emballage et distribution, le même produit est livré, mais l'emballage est personnalisé en fonction de segments de marché spécifiques. Les quatrième et cinquième niveaux sont des services supplémentaires et des opérations supplémentaires respectivement (Da Silveira et al., 2001). Dans ces deux niveaux, la MC est obtenue par une opération supplémentaire ou des services supplémentaires au point de livraison. L'assemblage est le sixième niveau dans lequel les différents composants modulaires sont assemblés en différentes configurations basées sur une commande personnalisée. Le niveau sept, qui est la fabrication, est la fabrication de produits personnalisés basés sur des conceptions de base prédéfinies. Le niveau final est la conception dans laquelle le produit est fabriqué et livré en fonction des préférences de chaque client. La pure normalisation ne peut pas être un niveau de MC, c'est la production de masse, par définition. Il ne faut pas confondre entre les différentes notions de production de masse, de customisation et de customisation de masse. La figure 2, montre la différence entre ces notions. Dans la classification précédente ni une pure customisation, ni une pure normalisation ne peuvent exister, du fait que les deux sont contradictoires à la définition de la MC.

MacCarthy et al. en 2003 ont examiné et comparé toutes les classifications précédentes de MC et ont démontré que toutes ces classifications sous-estiment l'importance de deux facteurs : les relations temporelles entre les activités, et le caractère fixe ou modifiable des ressources technologiques utilisées dans le traitement des commandes (MacCarthy et al., 2003). En outre, ils ont conclu que le fait de savoir si une entreprise personnalise un produit pour une seule fois ou pour plusieurs fois n'a été considéré par aucune des classifications précédentes. Sur la base de cette analyse, ils ont présenté cinq modes de customisation de masse :

1. Mode A dans lequel une commande client est remplie à partir d'un catalogue, et où l'ordre du client est satisfait par un catalogue des variantes de produits en utilisant des procédés de traitement des commandes normalisés.
2. Mode B dans lequel une commande est satisfaite par un produit conçu spécifiquement pour le client, et fabriqué par des processus standards.
3. Mode C dans lequel une commande d'un client est satisfaite par un produit conçu spécifiquement pour le client, et fabriqué par modification des procédés de traitement de commandes.
4. Mode D dans lequel un produit est conçu sur mesure pour un client, et est fabriqué par des procédés standards de traitement de commandes en prévision des commandes répétées.
5. Mode E qui est le même que le mode D, sauf que les activités de traitement des commandes sont modifiables.

Ces 5 modèles se concentrent sur les relations temporelles et types de ressources (fixes ou modifiables), mais ne montrent pas vraiment ni le point de l'implication des clients dans le cycle de production qui détermine quels sont les processus MTS (*made-to-stock* : basés sur la prévision) ou MTO (*made-to-order* : déclenchés par une commande), ni le niveau de customisation.

D'autres chercheurs ont argumenté que les dimensions de la MC déterminent son type. (Wu et al., 2003) ont défini deux dimensions de la customisation, « Qui personnalise » et « Qu'est ce qui est personnalisé ». (Fan & Poole, 2006) proposent trois dimensions à la customisation qui sont :

- L'aspect de customisation : qu'est-ce qui est customisé, le contenu, l'interface, les fonctions du produits, le réseau de distribution, ou l'accès aux informations.
- La cible de la customisation : à qui est adressée la customisation, à un individu ou à un groupe.
- Qui personnalise : est-ce l'utilisateur ou le système informatique qui customise le produit.

Kwon & Kim proposent en 2011 quatre dimensions pour la mise en œuvre de la customisation de masse. Ces dimensions sont l'objet de la customisation, le niveau de customisation, le sujet de la customisation et la méthode pour augmenter la connaissance sur les préférences du client (Kwon & Kim, 2011). Cette dernière dimension introduit la notion de connaissance du client et son importance. La MC offre l'avantage de mieux connaitre les préférences des clients. Les informations collectées lors de la customisation du produit, si correctement utilisées conduisent à une innovation continue (Piller et al., 2004). Cette classification ainsi que celles de (Wu et al., 2003) et de (Fan & Poole, 2006) se focalisent sur l'offre de la customisation et sur l'expérience de la customisation et ne s'intéressent pas à comment la customisation est assurée. Elles ne considèrent pas la production de masse d'un produit customisé.

A partir de cet état de l'art résumé dans le tableau 2, nous pouvons conclure qu'aucune des classifications proposées antérieurement pour la MC n'est pleinement satisfaisante, et nous ne pouvons pas obtenir d'elle une parfaite compréhension des différents modes de réalisation et de commercialisation de la MC. Il est nécessaire de connaître le niveau de customisation offert et comment la customisation est réalisée et pourquoi. La MC vise à accroître la satisfaction du client en offrant exactement ce qu'il veut ou ce dont il a besoin avec une augmentation des coûts acceptable par rapport aux produits choisis en rayon. Le système de classification devrait refléter le niveau de customisation car il est le principal facteur qui influe sur la satisfaction de la clientèle et devrait aussi prendre en considération comment la MC est atteinte (par assemblage de composants standards, en ajoutant des services et des biens variés au produit, etc.) afin d'évaluer les effets de la MC sur le fonctionnement de l'entreprise. Le système de classification est la base pour comprendre comment la MC est réalisée et pour cartographier les différents types de MC par rapport aux capacités de la société afin d'être capable d'améliorer les décisions au sujet d'une certaine stratégie de MC et sur la

meilleure façon de l'appliquer. Afin de classifier la MC nous analysons dans ce qui suit les facteurs de classification de la MC utilisés dans la littérature pour en retirer ceux qui nous semblent pertinents.

Tableau 2 : Comparaison des différentes classifications de MC proposées par la littérature

	L'objet de la customisation	Le niveau et type de la customisation	Le sujet de la customisation : Qui personnalise le produit	La cible de la customisation	La fréquence de la customisation	Le type de modularité	Le CODP: Comment est la customisation des produits est effectuée	Le type de ressources utilisées pour la gestion d'une commande	La méthode pour gérer les connaissances clients
Les étapes de MC : Pine 1993	×	✓	×	×	×	✓	✓	×	×
Les approches de la MC, Gilmore & Pine 1997	×	✓	×	×	×	×	✓	×	×
Les approches de la MC, Ross 1996	×	✓	×	×	×	×	✓	×	×
Les niveaux de customisation, Ross 1996	×	✓	×	×	×	×	×	×	×
Les types de customisation, Spira 1996	×	✓	×	×	×	✓	✓	×	×
Les types de customisation, Duray 2000	×	✓	×	×	×	✓	✓	×	×
Les stratégies de la MC, Alford et al. 2000	×	✓	×	×	×	×	×	×	×
Les niveaux génériques de la MC, Da Silveira et al. 2001	×	✓	×	×	×	×	✓	×	×
Les modes fondamentaux de la MC, MacCarthy et al. 2003	×	×	×	×	✓	×	✓	✓	×
Les dimensions de la MC, Wu et al. 2003	✓	×	✓	×	×	×	×	×	×
Les dimensions de la MC, Fan & Poole 2006	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×	×
Les dimensions de la MC, Kwon & Kim 2011	✓	✓	✓	×	×	×	×	×	×

I.6.2. Les facteurs de classification

A partir de l'état de l'art présenté sur la classification de la MC, nous pouvons identifier neuf facteurs pour classer la customisation de masse : L'objet de la customisation, Le niveau et type de la customisation, Le sujet de la customisation : Qui personnalise le produit, La cible de la customisation, La fréquence de la customisation, la modularité du produit, Le CODP de production qui est le point d'implication des clients dans le cycle de production : Comment est la customisation des produits effectuée, Le type de ressources utilisées pour la gestion d'une commande, et la méthode pour gérer les connaissances clients. Chacun de ces facteurs est analysé dans ce qui suit afin d'en déduire les facteurs à considérer dans notre classification de la MC.

1. L'objet de customisation est le produit, ainsi que les services qui le complètent. Nous ne distinguons pas un bien et un service dans l'analyse et l'évaluation de la MC. C'est un facteur intéressant du point de vue marketing. Il pourra aussi être intégré dans le type de customisation qui est décrit dans ce qui suit.

2. Le niveau et le type de la customisation offerte : à partir de la littérature, nous pouvons identifier trois principaux types de MC. La customisation de base ou « *core customization* » dans laquelle le client peut modifier les éléments de base, les biens ou services complémentaires dont la customisation est réalisée en effectuant des travaux supplémentaires ou l'ajout de certains services supplémentaires pour le produit, et la customisation cosmétique dans laquelle seule la partie

esthétique du produit est personnalisée (Ross, 1996). Il est important d'identifier l'offre de customisation puisqu'elle a un grand impact sur la satisfaction du client, et sur la valeur du produit perçue par le client.

Le client ne se soucie pas de comment son produit est fabriqué sur mesure, mais il se soucie des options de customisation et souhaite obtenir à temps exactement ce qu'il a demandé.

3. Le sujet de la customisation : deux sujets sont possibles, le client ou le système informatique. Dans les deux cas, c'est le client qui a le dernier mot et qui introduit ses préférences dans le système. Ce facteur est à considérer lors de la mise en œuvre de la MC pour améliorer l'interface avec le client et faciliter l'expérience de la MC. Ce n'est pas un facteur de classification, mais un système d'information intelligent et capable d'assister le client dans la customisation de son produit est une des exigences de la MC.

4. La cible de la customisation : deux cibles sont possibles : un individu ou un groupe. Cela n'influe pas les exigences de MC. Le client final peut être un individu ou une organisation. Ce facteur influe la production et aide l'entreprise à bénéficier des économies d'échelles. Néanmoins il n'est pas nécessairement à considérer parmi les facteurs de classification de la MC.

5. La fréquence de la customisation: ce facteur peut être éliminé car, généralement, dans la MC, les exigences des clients et les données de préférence ainsi que les commandes seront enregistrées et réutilisées pour deux raisons. Premièrement dans le développement de produits, et deuxièmement comme données de préférences des clients pour approvisionnement de futures commandes. C'est pourquoi la gestion des données sera la même dans les deux cas (MC pour une seule fois ou plus). Néanmoins, un changement a principalement lieu dans les prévisions pour l'achat de matériel et de planification de la production si nous nous attendons à de nouvelles commandes similaires. Ce facteur ne sera pas pris en compte dans notre système de classification, car il dépend essentiellement du type de produit. Une voiture sur mesure est probablement achetée deux ou trois fois dans une vie, alors que pour une chaussure, la fréquence d'achat est plus susceptible d'être au moins d'une paire par an.

6. La modularité du produit : Selon Pine (1993), la modularité est un facteur clé pour atteindre la personnalisation de masse. Pine différencie entre la MC offerte à travers la modularité et les autres types de MC, tandis que Duray base sa classification de la MC sur les types de modularité utilisés. La modularité est un moyen d'offrir la MC (Pine, 1993), elle ne définit ni l'offre de customisation offerte ni la structure de la chaîne logistique. La modularité permet d'offrir la MC mais ne permet pas de différencier les différentes classes de la MC. Pine n'a pas classifié la MC selon les différents types de modularité possibles, mais selon la façon dont laquelle la MC a été assurée (modularité, ajout des produits et services, etc.). Ainsi la modularité n'est pas un facteur de classification de la MC mais une méthode pour offrir la MC. Même l'ajout d'un produit ou service peut être considéré comme un module optionnel ajouté au produit.

7. Le point d'implication des clients dans la production (*Customer Order Decoupling Point* - CODP): ce point sépare les activités MTS (*Made-To-Stock*) et les activités MTO (*Made-To-Order*) comme présenté dans la figure 6. Il y a quatre points principaux (Wikner & Rudberg, 2001) : conception, fabrication, assemblage et distribution. Lorsque les clients sont impliqués dès la conception, les produits peuvent être modifiés pour répondre aux attentes des clients avec une grande variété. Dans la phase de fabrication, l'implication des clients se fait en précisant des changements par rapport à une conception standard. Dans la phase d'assemblage, les exigences du client doivent être satisfaites à partir d'un ensemble fini d'éléments. Alors que dans la distribution, ainsi que lorsque le produit est en cours d'utilisation, la customisation est réalisée par des services et fonctionnalités supplémentaires et optionnels. Il ne devrait pas y avoir confusion entre ces étapes.

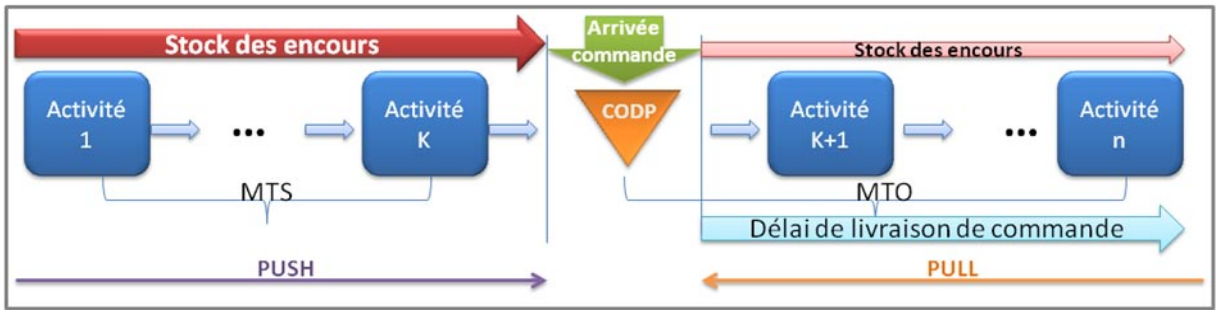


Figure 6 : Présentation du CODP

8. Ressources de traitement des commandes fixes ou modifiables : le fait que les ressources de traitement des commandes sont fixes ou modifiables n'est pas un critère pour le classement de la MC, mais c'est un facteur permettant l'implémentation de la MC. Donc, le même type de MC pour le même produit peut être obtenu en utilisant des ressources fixes ou modifiables de traitement des commandes.

9. La méthode pour gérer les connaissances clients : ceci n'est pas un facteur de classement de la MC, mais un facteur d'amélioration de la performance de l'entreprise assurée par l'utilisation des informations collectées par la customisation sur les préférences des clients pour concevoir des produits innovants et qui satisfont mieux les besoins des clients.

Nous pouvons conclure que deux des neuf facteurs décrits ci-dessous doivent être utilisés pour classer la MC : le point de l'implication des clients dans la chaîne de production et le type de customisation offerte au client.

La classification de la MC est nécessaire pour guider l'entreprise au meilleur type de MC à mettre en œuvre. Néanmoins une démarche pour un passage réussi à la MC ainsi qu'une aide dans la prise de décision sur le type de MC le plus adapté sont nécessaires.

I.7. Mise en œuvre et Evaluation du passage de la MP à la MC

I.7.1. Décision et démarches pour le passage de la MP à la MC

Plusieurs chercheurs se sont focalisés sur l'explication du phénomène de MC, sur ses origines, causes, et exigences (voir Annexe 1). Plusieurs chercheurs ont aussi travaillé sur l'amélioration ou le développement des techniques ou outils nécessaires pour l'application de la MC, comme les outils de communication avec le client, le configurateur du produit, le système d'information, des machines flexibles, et autres… Mais peu ont proposé une démarche pour assurer le passage de la MP à la MC du point de vue industriel. Pine (1993) explique l'existence de trois façons de passer de la MP à la MC : une progression incrémentale (exemples : Toyota Motor Company, IBM Rochester), une transformation du business (exemples : Motorola Pager Division, Computer Products Inc.), et une création d'un nouveau business (exemple : Azimuth Corporation).

(Hart, 1995) propose d'évaluer si une entreprise est prête pour la mise en œuvre de la MC en se basant sur quatre piliers :

1. La sensibilité de customisation des clients : c'est une évaluation de l'équilibre entre l'unicité du besoin des clients et le sacrifice lié au processus de customisation.
2. La susceptibilité du processus : ici les questions concernant la technologie et le potentiel financier sont posées.

3. L'environnement concurrentiel : où les caractéristiques du marché sont décrites.
4. La préparation organisationnelle : afin d'avoir une mise en œuvre réussie de la MC, l'organisation doit y être préparée en maîtrisant la flexibilité et l'agilité des processus. Les gestionnaires doivent évaluer honnêtement la capacité des organisations à gérer les tensions, pressions et complexités causées par la MC. La MC n'est pas seulement une question d'argent, mais c'est surtout une question de personnes (Svenson & Barfod, 2002)

Selladurai (2004) définit cinq méthodes pour mettre en œuvre la MC. Celles-ci sont la standardisation des composants du produit, la standardisation du produit, la standardisation des processus, la standardisation d'approvisionnement et la standardisation partielle. Selon lui la standardisation permet de réduire les coûts, les délais et de bénéficier des économies d'échelle.

Makippa et al. (2004) ont effectué une étude empirique afin de suggérer des principales caractéristiques requises d'un business model de MC. Ils ont basé leur étude sur les quatre différentes stratégies de MC définies par Gilmore & Pine (1997) : esthétique, adaptative, collaborative et transparente. Selon le résultat de leur étude empirique, ils décrivent quatre catégories de soutien de la mise en œuvre de la MC dans les entreprises. Elles sont les suivantes:

1. ERP (*Enterprise Resource Planning*) : phase dans laquelle la fondation du système d'information d'entreprise est mise en ordre
2. SCM (*Supply Chain Management*) : phase qui consiste à stimuler le système d'information de gestion de la chaîne d'approvisionnement
3. CRM (*Customer Relationship Management*) : phase où les relations et les connaissances sur les clients sont approfondies
4. KN (*Knowledge Network*) : phase pour gérer la relation avec les clients, les fournisseurs ou autres partenaires en se basant sur un réseau de connaissances.

La figure suivante présente la corrélation entre ces quatre phases et le potentiel de la MC.

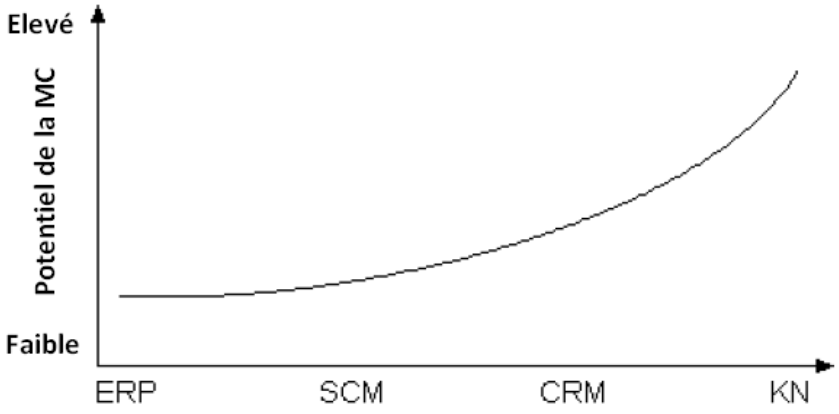


Figure 7 : Les quatre phases et leur impact sur le potentiel de la MC (Makippa et al. 2004)

Ils ont aussi décrit les domaines clés afin de passer d'une stratégie de MC à une autre. Ceux-ci sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Domaines clés pour la transition entre les stratégies de la MC (Makippa et al, 2004)

De la stratégie	A la stratégie	Domaines clés
Adaptive	Collaborative	Développement d'une interface de configuration et son intégration dans le PDM
Adaptive	Esthétique	Standardisation des caractéristiques de base du produit et concentration sur les caractéristiques de surface du produit, efficacité du coût
Adaptive	Transparente	Développement du CRM et son intégration dans le PDM en considérant des systèmes de connaissance
Collaborative	Adaptive	PDM, standardisation partielle, structure modulaire
Collaborative	Esthétique	Standardisation des caratéristiques de base des produits
Collaborative	Transparente	Intégration du PDM au CRM, considération des systèmes de connaissance
Esthétique	Adaptive	PDM, apprentissage du client, caractéristiques de base du produit
Esthétique	Collaborative	Intégration et développement du système de PDM et des outils d'interface de configuration
Esthétique	Transparente	Intégration et développement des systèmes de PDM et de CRM en considérant des systèmes de connaissance
Transparente	Adaptive	Concentration sur des anciens segments de client, apprentissage du client
Transparente	Collaborative	Concentration sur des nouveaux segments de client ou de produit, interface de configuration de produits
Transparente	Esthétique	Customisation efficace des caractéristiques de surface (du produit)

(Boer & Dulio, 2007) ont présenté cinq catégories d'investissements nécessaires pour mettre en œuvre la MC pour un producteur de chaussures. Néanmoins elles peuvent être généralisées pour tous les types de produits. Les cinq catégories sont les suivantes :

1. L'achat d'un service de consultation pour la MC, d'un centre spécialisé (lorsqu'il y a besoin de soutien pour transformer un commerce traditionnel en MC)
2. Les changements dans le processus de vente (achat de technologies nécessaires, formation du personnel, activités de commercialisation)
3. L'achat de logiciels nécessaires pour la gestion des données clients
4. L'achat de machines de production (dans le cas où les technologies disponibles ne sont pas suffisantes pour la MC)
5. La mise en place d'un nouveau système de logistique interne.

Selon (Salvador et al., 2004), les entreprises doivent suivre trois étapes pour offrir la customisation de masse :

1. Identifier l'espace où les besoins des clients divergent le plus : contrairement à la production de masse, qui tente de répondre aux besoins du client universel, la customisation de masse commence par comprendre comment les désirs des consommateurs diffèrent et par définir les caractéristiques du produit les plus utiles à customiser.

2. Atteindre des niveaux de fiabilité de la production de masse : « Pour ce faire, l'entreprise a besoin d'un processus de conception robuste - la capacité de réutiliser ou de recombiner des ressources organisationnelles et de chaîne de valeur - à offrir des solutions personnalisées avec une efficacité et une fiabilité proche de celles de la production de masse ».

3. Minimiser la complexité et offrir un ensemble bien défini de choix : si la customisation de masse offre trop de choix, les clients peuvent se perdre dans le choix et décider d'abandonner l'achat du produit personnalisé. Toutefois, les entreprises peuvent réduire ce risque en mettant en œuvre un système qui offre un ensemble d'options fondées sur les renseignements personnels fournis par le client.

Ces trois étapes sont faciles à décrire, mais difficiles à exécuter. Comment définir le nouveau système de production ? Comment réduire la complexité, et déterminer l'ensemble des choix ? En outre, comment concevoir un produit pour la MC et comment concevoir la chaîne de production, la chaîne de valeur ou plus globalement le réseau de valeur pour être capable d'offrir ces choix d'une manière efficace. **Donc comment concevoir le produit et le processus pour la MC** ? Concevoir un produit pour la MC signifie déterminer des composants customisables et les modules standards, et la conception du processus pour la MC signifie définir des processus déclenchés par la commande. Ce travail de thèse adresse cette problématique.

Plusieurs chercheurs ont proposé des méthodes pour concevoir un produit pour la MC (voir Annexe 1). Mais toutes ces méthodes restent difficiles à appliquer, ou ne prennent pas en compte tous les facteurs influant sur la décision sur le choix des options de customisation à offrir au client.

Concernant la conception du processus de production, les travaux se sont focalisés sur la détermination du CODP, qui sépare les activités *made-to-stock* (MTS) et les activités *made-to-order* (MTO). Ainsi en déterminant la position optimale du CODP, l'équilibre entre l'efficacité et la flexibilité est déterminé. L'efficacité est une notion qui représente le niveau de réalisation des activités planifiées et d'obtention des résultats escomptés (AFNOR FD X-50-158). Tandis que la flexibilité caractérise la souplesse des moyens de production vis-à-vis des évolutions de la demande et de l'environnement économique.

Lors de la détermination de la position du CODP, deux caractéristiques principales sont envisagées : le processus de production et le point de différenciation des produits. D'autres facteurs à considérer sont les temps de préparation, le coût de la technologie de production, le niveau de service à la clientèle, le taux d'utilisation des ressources, et les exigences en termes de stockage et de temps des encours (Jian-hua et al., 2007).

- les temps de préparation : normalement pour la MP, les temps d'installation (*set-up times*) sont minimisés, tandis que dans la MC si on produit un lot de « 1 » les temps d'installation vont augmenter et vont influencer le temps total de production et de livraison de produit.

- le coût de la technologie de production : pour certains types de MC et pour réduire le temps de production, un investissement dans des nouvelles technologies de production est nécessaire. Par exemple, pour les chaussures et pour l'activité de découpage du cuir, normalement un opérateur le coupe avec des couteaux spécifiques, mais dans le cas où cette activité est après le CODP, une machine laser est nécessaire car elle réduit énormément le temps de cette activité en augmentant son efficacité et en éliminant le besoin des patrons de découpage.

- le niveau de service à la clientèle : les outils en support de l'interaction avec le client ont une grande influence sur le CODP. Si les outils nécessaires pour customiser un produit, traiter les informations et les envoyer aux activités concernées n'existent pas, le CODP ne peut pas se positionner à l'assemblage, la production ou la conception.

- le taux d'utilisation des ressources : le coût de non utilisation des ressources doit être considéré dans la détermination de la position du CODP.

- les exigences en termes de stockage : avant le CODP un grand stock de composants de produit est nécessaire. Ce stock augmente exponentiellement avec la variété de produits offerts.

- temps des travaux en cours : tous les temps d'attente et aussi de travail en cours doivent être considérés dans la détermination du CODP. Ces temps apparaissent surtout après le CODP donc ils influent sur le temps total de livraison de l'ordre.

(Gu et al., 2002) ont présenté de nombreux problèmes d'optimisation pour la MC. Ils présentent de façon claire tous les moyens possibles pour améliorer un système de MC sans plonger dans les détails d'optimisation. (Su et al., 2005) ont évalué deux structures de « *postponement* » (retardement) : le « *postponement* » du temps et le « postponement » de forme. Le *postponement* signifie que les entreprises retardent la production, l'assemblage, ou même la conception après que les commandes des clients ont été reçues, ce qui augmente la capacité de raffiner des produits aux souhaits spécifiques du client (Van Hoeck et al., 1998). Ils ont évalué leur rendement en fonction des coûts totaux de la chaîne logistique et le temps d'attente prévisible à la clientèle.

(Jian-hua et al., 2007) ont présenté un modèle pour la position du CODP à deux variables, le CODP et le niveau de stockage de base. Ils ont fait l'hypothèse que le temps de préparation ainsi que les travaux de fabrication en cours sont indépendants de la position du CODP, ce qui n'est pas le cas réel. La position du CODP devrait être déterminée en fonction de la performance globale de l'entreprise. En fait, la position du CODP influe sur le coût total, le temps d'attente des clients, et la performance de la chaîne logistique. Donc nous argumentons que sa position doit être optimisée en prenant en considération non seulement les contraintes de capacité, de coût et de temps, mais aussi le point de différenciation des produits et les possibilités de customisation offertes au client.

I.7.2. Evaluation du passage de la MP à la MC

Les managers ont besoin d'aide pour décider s'il faut passer de la MP à la MC, et dans ce cas, quel type de MC offrir. Il s'agit donc de savoir comment déterminer l'offre de customisation et comment concevoir le processus support de cette offre. Est-ce rentable d'appliquer la MC ? Quel est le ROI (Return On Investement) de la MC ? Est-ce que l'augmentation de la satisfaction des clients et ainsi de la part de marché équilibre la complexité créée par la MC ? Une évaluation de la MC est nécessaire avant qu'une décision ne soit prise. La méthode de base utilisée consiste à évaluer le coût de la mise en œuvre de la MC et le profit généré. Néanmoins considérer le coût ou le profit comme seuls indicateurs d'évaluation ne suffit pas. **Quels indicateurs de performance faut-il donc mettre en place ?**

(Wang, 2008) affirme que l'une des façons d'évaluer la customisation de masse est l'évaluation de l'agilité du système de fabrication. (Yang & Li, 2002) ont suggéré l'utilisation de « *multi-grade fuzzy* » évaluation de la fabrication et de l'agilité d'un produit pour la MC. Ils prennent en considération l'agilité de l'organisation, l'agilité de la conception de produits, et l'agilité de la fabrication. Chacun de ces facteurs est évalué séparément, puis des poids d'importance sont associés à chaque facteur. L'inconvénient de cette méthode est que l'évaluation est fondée sur l'opinion d'experts, qui est subjective. Une autre méthode d'évaluation a été présentée par (Wang, 2008). Il considère cinq facteurs pour évaluer l'agilité du système de MC. Ces facteurs sont l'agilité de l'organisation, l'agilité de la conception de produits, l'agilité de la fabrication, la capacité de formation de partenariats, et l'intégration du système d'information. Le problème est que l'évaluation de l'agilité du système de MC n'aide pas à décider s'il faut mettre en œuvre la MC ou non, mais il détermine si une entreprise est prête ou non pour une telle stratégie. D'autres facteurs doivent être pris en considération pour évaluer la valeur ajoutée de la MC. Deux types principaux d'évaluation de la MC sont possibles, l'évaluation des résultats de la MC et l'évaluation du système de MC lui-même. L'agilité du système est un facteur d'évaluation du système de MC, tandis que pour

évaluer les résultats de la MC des facteurs comme le profit additionnel, la satisfaction des clients, la part du marché, et le positionnement par rapport à la compétition doivent être pris en considération. Ces deux types d'évaluation peuvent être vus comme des évaluations au niveau opérationnel, tactique, et stratégique. L'évaluation de l'agilité du système de MC est une évaluation au niveau opérationnel et tactique tandis que l'évaluation du profit et du positionnement par rapport à la compétition est une évaluation au niveau stratégique. Une évaluation au niveau opérationnel et tactique n'est pas suffisante pour décider de la mise en œuvre de la MC et du choix du type de la MC à mettre en œuvre. **Ainsi, dans ce travail de thèse nous proposons une évaluation au niveau stratégique de la performance de l'entreprise dans le cadre de MP et de MC.**

I.8. Conclusion

Jusqu'à récemment, le système appliqué dans la plupart des industries a été la production de masse (MP). Ce système est apparu dans la fin des années 1800, mais a atteint son plein développement dans les années 1910 avec l'arrivée des améliorations d'Henry Ford et a été nommé le Fordisme. Les principes de la MP sont des pièces standardisées, des machines spécialisées, la concentration sur le processus, la division du travail et le chronométrage. Elle s'est concentrée sur la réduction des coûts et des prix afin de créer des produits standards pour les masses sur les marchés homogènes. La MP a également porté sur l'efficacité opérationnelle, les économies d'échelle, et l'intégration verticale (Pine, 1993). En MP, le client achète ce qui est disponible en rayon ou ce qui est offert par les entreprises. Comme l'a dit Ford : « le client peut avoir n'importe quelle couleur tant qu'elle est noire ». Mais depuis les années 1980 le système ne satisfaisait plus les clients exigeants qui demandent maintenant plus de variété. Les clients ne veulent pas acheter ce qui est offert par les entreprises, mais ils veulent que les entreprises produisent ce qu'ils veulent acheter. De là la nécessité de concevoir et fabriquer des produits axés sur le client a émergé, et la customisation de masse (MC) qui est définie comme offrant des biens personnalisés, mais à un prix proche de celui de la production de masse (Pine, 1993), est apparue.

La MC ou une production orientée client est devenue une réalité, et une stratégie inévitable pour survivre dans notre économie actuelle. Néanmoins, plusieurs entreprises n'ont pas réussi à l'appliquer efficacement. De plus, le plus grand défi de la MC n'a pas été relevé, à savoir équilibrer la complexité et la variété causée par la customisation offerte. Une entreprise voulant appliquer la MC pour survivre, gagner un avantage compétitif, mieux satisfaire les besoins de ses clients ou augmenter sa part de marché ne possède pas les méthodes ni les outils nécessaires. Dans la littérature, nous trouvons des explications sur les origines et les causes du phénomène de la MC, les exigences de la MC, et des outils pour relever les défis que sont concevoir et produire un produit pour la MC. Néanmoins, nous ne trouvons pas de méthodes efficaces pour décider du type de MC à appliquer, ni de la customisation à offrir. Aujourd'hui, on ne trouve pas de méthode permettant la détermination de l'équilibre entre la complexité et la variabilité causées par la MC. Ainsi, un guide pour ce passage de l'économie de production de masse à celle de la customisation de masse, et une méthode pour déterminer la stratégie de MC à mettre en œuvre sont nécessaires. Ce guide ne doit pas seulement décrire les étapes à suivre pour décider et assurer ce passage, mais doit aussi déterminer les outils et méthodes permettant d'exécuter ces étapes.

Ce passage ne doit pas être seulement évalué par le profit généré, mais également par la performance totale de l'entreprise. Ainsi, nous proposons dans ce travail de thèse une méthode d'aide à la décision concernant le passage de la MP à la MC qui se base sur l'évaluation de la performance de l'entreprise. Même si le produit a été conçu pour la MC et même si toutes les technologies nécessaires pour la MC sont disponibles, cela n'est pas suffisant si l'entreprise toute entière n'est pas conçue pour la MC afin d'assurer la réussite de l'application de cette stratégie. Ainsi, dans le chapitre suivant nous allons étudier la performance et les concepts principaux qui lui sont liés. Ensuite, dans le chapitre III, les méthodes de mesure et d'évaluation de la performance de

l'entreprise sont présentées et discutées. La figure 8 résume les constats et problématiques déduits de l'état de l'art, ainsi que les hypothèses scientifiques que nous proposons.

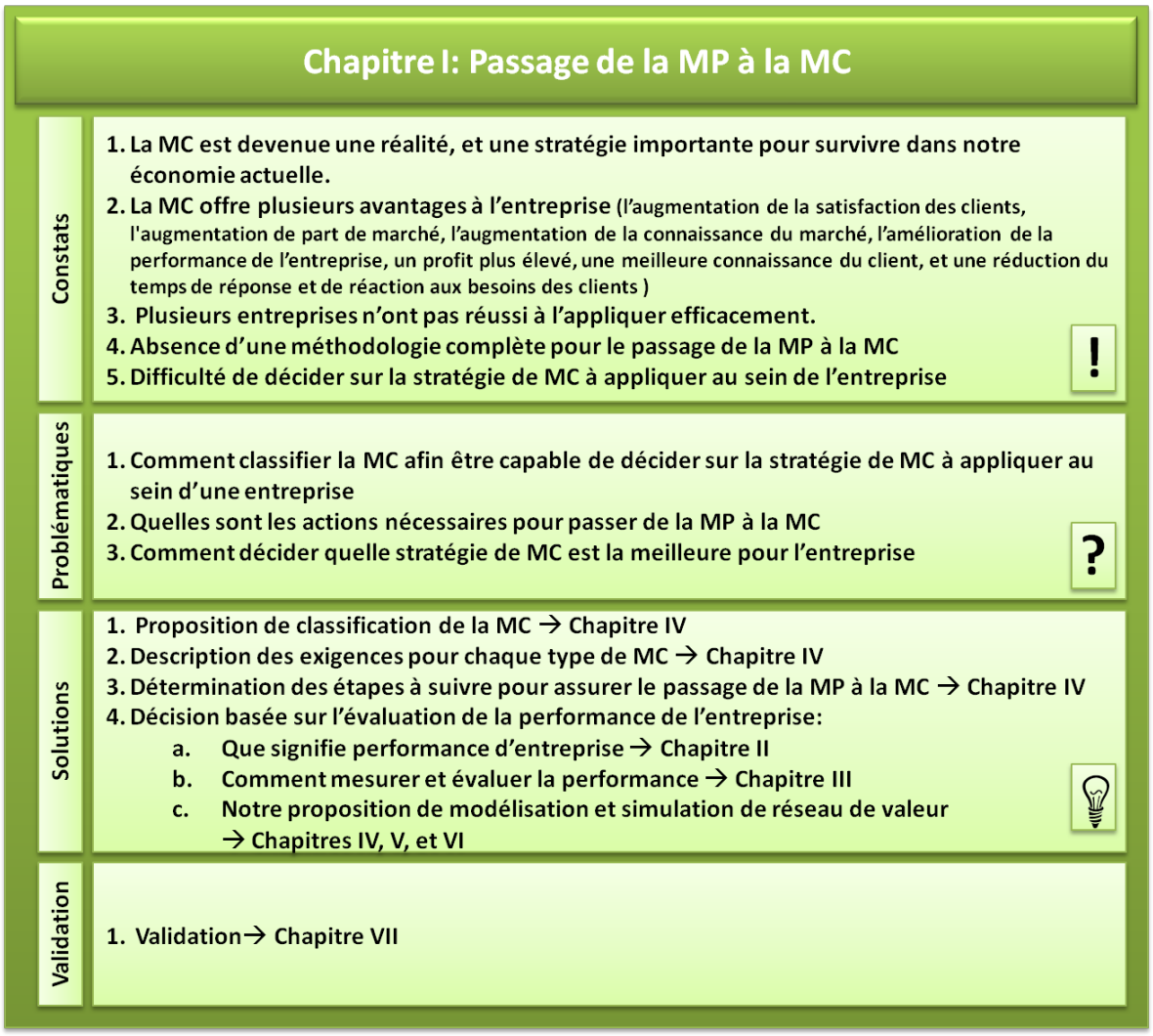


Figure 8: Conclusion Chapitre I

Chapitre II : Performance d'entreprise : Les Concepts

II.1. Introduction

Une décision stratégique comme celle du passage à la MC doit être prise en regard de son influence non seulement sur le profit de l'entreprise mais sur sa performance totale. Dans ce travail de thèse nous proposons une évaluation de la performance de l'entreprise pour décider du passage à la MC et du type de MC à mettre en place. Ainsi, nous devons tout d'abord expliquer ce que nous entendons par performance et définir ses principaux indicateurs choisis pour notre analyse. Ceci est présenté dans ce chapitre qui traite des concepts liés à l'évaluation de la performance. Tout d'abord la performance est définie, puis ses principaux leviers sont décrits, pour définir ensuite les principaux indicateurs de performance. Enfin le système pour lequel la performance va être analysée est déterminé.

II.2. Performance

La performance a longtemps été réduite à sa dimension financière et ce n'est qu'au cours du vingtième siècle qu'elle s'élargie pour prendre en compte d'autres dimensions comme la dimension sociétale et la dimension environnementale. Le terme performance dans sa définition française désigne le résultat d'une action voire de son succès (Bourguignon, 1995). C'est «la réalisation des objectifs organisationnels, quelles que soient la nature et la variété de ces objectifs. Cette réalisation peut se comprendre au sens strict (résultat, aboutissement) ou au sens large du processus qui mène au résultat (action)….» (Bourguignon, 2000). Cette réalisation d'objectifs est due à un ensemble d'efforts d'une entreprise ou d'une organisation ». Ces efforts visent à atteindre des objectifs fixés par l'organisation, tout en produisant des produits (services) d'une manière efficace afin de mieux satisfaire les clients.

La mesure de la performance est essentielle à tout système organisationnel visant à s'améliorer et à progresser vers des objectifs (Voyer, 2006). Selon (Lebas, 1995) la performance est un outil opérationnel. En effet, selon lui la performance est : un élément pour la prise de décision. D'après le dictionnaire de gestion (Burlaud et al., 2004), la performance est la réalisation d'un objectif. Mais cet objectif diffère selon la partie concernée. Pour les actionnaires il s'agit de la création du profit, pour l'entreprise il peut s'agir d'augmenter sa part de marché ou d'offrir des produits d'une meilleure qualité. Etre performant consiste donc à satisfaire les attentes des différents acteurs, comme les clients, les actionnaires, les fournisseurs ou les salariés.

L'histoire de la performance et sa mesure a débuté dans les années 1920 quand D. Brown et A. Sloan ont créé plusieurs outils de contrôle financier inconnus jusqu'alors : le contrôle de gestion. Et c'est au milieu des années 1980 que le besoin de développer des systèmes mieux intégrés pour mesurer la performance est apparu (Johnson & Kaplan, 1987 ; McNair & Masconi, 1987 ; Kaplan, 1990). Ces différents systèmes sont présentés dans le chapitre III. De plus c'est dans les années 1980 qu'est apparue l'idée d'un pilotage de la performance axé sur les activités composant une entreprise. Des méthodes se basant sur cette idée vont être développées, par exemple *l'Activity Based Costing* (ABC) suivi de l'*Activity Based Management* (ABM).

La performance liée au pilotage des processus d'entreprise est reconnue sous le nom de performance industrielle qui fut l'objet d'un grand nombre d'études. Selon (Vernadat F. , 1999), la performance industrielle englobe l'organisation, ses compétences et ses motivations. Ainsi, le système de pilotage de l'entreprise que Vernadat (1999) découpe en cinq niveaux de décision est présenté dans la Figure 9. L'efficacité et l'efficience sont les deux principaux indicateurs de la performance industrielle.

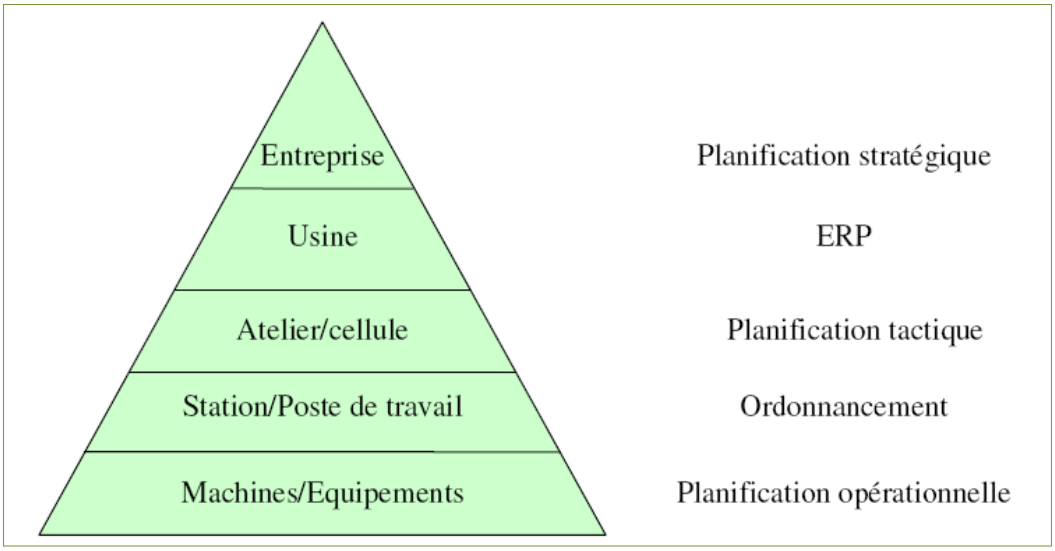


Figure 9 : Le système de pilotage de l'entreprise et ses cinq niveaux de décision, **(Vernadat F. , 1999)**

Toutefois, définir la performance consiste à définir d'abord les différents concepts génériques qui lui sont rattachés à savoir : l'efficacité, l'efficience et l'effectivité.

- L'efficacité représente le niveau de réalisation des activités planifiées et d'obtention des résultats escomptés (AFNOR FD X-50-158).
- L'efficience est relative au rapport entre l'utilisation des moyens et l'obtention des résultats (AFNOR FD X-50-158).
- L'effectivité met en relation les trois variables : objectifs, moyens et résultats.

Il existe plusieurs types de performance (la performance financière, la performance humaine, la performance technologique, la performance organisationnelle, etc.) qui nécessitent des méthodes de mesure différentes. Dans ce qui suit nous étudierons les éléments de mesure de la performance, tandis que les outils et méthodes pour l'évaluation de la performance sont présentés dans le chapitre III.

II.2.1. Eléments de mesure de la performance

Mesurer la performance consiste à déterminer l'écart entre une cible (objectif) et la réalité. Selon l'AFGI (Association Française de Gestion Industrielle), la performance est évaluée par :

- des critères/indicateurs de performance : définis dans section suivante (II.2.2)

- des objectifs relatifs à ces critères : un objectif est une finalité à atteindre à terme donné, dans des conditions définies avec les ressources dotées pour un résultat mesurable ou évaluable (AFNOR FD X-50 158).

- des variables d'action qui permettent d'agir sur le processus qui va produire la valeur mesurée par l'indicateur de performance : une variable d'action est « un levier d'action interne à un processus et qui induit en partie la performance du processus. Elle a un rôle d'inducteur de performance » (Mauchand 2007).

- une mesure des indicateurs qui reflète la performance atteinte.

II.2.2. Indicateurs de Performance

Un indicateur en général, est un « élément ou un ensemble d'éléments d'information significative, un indice représentatif, … résultant de la collecte de données sur un état, sur la manifestation observable d'un phénomène, ou sur un élément lié au fonctionnement d'une organisation » (Voyer, 2006). En outre un indicateur de performance est selon les deux définitions les plus couramment utilisées :

- « Une information devant aider un acteur, individuel ou collectif, à conduire le cours d'une action vers l'atteinte d'un objectif ou devant lui permettre d'évaluer un résultat » (Lorino, 1997)

- « Une donnée quantifiée qui mesure l'efficacité de tout ou partie d'un processus ou d'un système par rapport à une norme, un plan ou un objectif déterminé dans le cadre d'une stratégie d'entreprise » (AFNOR FD X-50-158).

Dans la première définition l'indicateur de performance est un élément de connaissance contribuant à la prise de décision, tandis que dans la deuxième définition l'indicateur est vu comme un chiffre qui informe sur un état relatif à un contexte connu. Selon la Norme AFNOR FD X-50 158, un indicateur est « une information choisie, associée à un critère, destinée à en observer les évolutions à intervalles définis ».

Selon (Guennou, 2001) une mesure d'un indicateur de performance est, prise isolément, équivalente à un indicateur d'état et porte peu d'intérêt, tandis qu'une mesure couplée à un objectif, à des variables d'action, à des moyens d'actions et à un plan d'action détermine une dynamique de progrès en cohérence.

Dans notre gestion quotidienne, nous utilisons différents indicateurs qui se décomposent en cinq catégories : quantité (nombre, volume, taux,…), qualité, montant (bénéfice, coût, prix), temps (délai et fréquence), et une combinaison de ces facteurs (Voyer, 2006). Ceci représente une première typologie des indicateurs en général. (Mauchand, 2007) expose que la typologie des indicateurs de performance s'effectue selon l'objet à analyser (produit, objet d'entreprise, système), la nature des données à quantifier et les variables d'action. Mais la typologie des indicateurs de performance s'effectue aussi selon le type de la performance en question (sociale, financière, stratégique, humaine…).

Avant d'exposer les différents outils et méthodes pour la mesure de la performance, nous nous intéressons tout d'abord à expliquer les différents concepts liés à la performance.

II.3. Les concepts fondamentaux liés à la performance et permettant son évaluation

Nous analysons les concepts nécessaires pour appréhender la problématique de performance en vue de la prise de décisions relatives au produit et au processus industriel permettant une évaluation

de la customisation de masse, et du passage de la MP à la MC. Ces concepts sont principalement : coût, délai, qualité et valeur. Le coût, le délai et la qualité sont parmi les indicateurs de performance les plus répandus. Une meilleure performance est atteinte si on exécute une activité donnée en moins de temps, avec une meilleure qualité et avec un coût moindre. Tandis que la valeur est le concept qui a permis de faire coïncider différents points de vue afin de satisfaire de nombreux besoins différents (pour des partenaires différents) et utilisant le minimum de ressources nécessaires (EN-12973).

II.3.1. Coût

Selon la norme (AFNOR-NF-X50-150), le coût est toute dépense faite pour un produit donné, ou qui lui est imputable. Le coût est un élément d'analyse, un critère d'optimisation et un outil de choix de solutions. Il est nécessaire de définir le but poursuivi et le rôle assigné au coût dans l'analyse considérée avant de choisir les types de coûts à considérer et les méthodes permettant de les déterminer (AFNOR-NF-X50-153).

Dans notre analyse, nous nous intéressons aux coûts rattachés au fonctionnement et à la performance d'une activité.

II.3.2. Qualité

D'après la norme (NF-ISO-2004) « la qualité des produits, services et autres prestations d'un organisme est déterminée par la satisfaction des clients qui les utilisent et résulte de l'efficacité et de l'efficience des processus utilisés pour les créer et assurer leur soutien.» Pour réussir à offrir des produits et services d'une bonne qualité, une entreprise doit principalement proposer des produits qui répondent à un besoin ou objectif bien défini et qui satisfont les attentes des consommateurs et qui sont conformes aux normes et spécifications applicables (NF-ISO-2004). Selon (Zeithaml, 1988) la qualité perçue est le jugement porté par le client sur la totalité de l'excellence du produit. L'excellence du produit est l'appréciation de sa capacité potentielle de réaliser une fonction et de satisfaire un objectif. Ainsi la qualité est une mesure de conformité et de satisfaction des attentes des clients.

Plusieurs types de qualité ont été définis dans la littérature. Plusieurs chercheurs distinguent la qualité subjective et la qualité objective comme (Dodds & Monroe, 1985 ; Garvin, 1983 ; Hoolbrook & Corfman, 1985). (Garvin, 1983) a différencié la qualité basée sur le produit de la qualité basée sur la fabrication. La première est une mesure de qualité concernant des attributs ou ingrédients spécifiques au produit. Tandis que la deuxième est une mesure de conformité aux spécifications de productions et aux standards et est rattachée au taux de défaillance des machines. Une différence entre la qualité du point de vue du manager et du point de vue de l'utilisateur a été mise en évidence par l'étude empirique de Morgan en 1985.

Plusieurs modèles pour la mesure de la qualité ont été proposés également. La plupart mesurent la qualité en se basant sur la valeur de ses attributs. (Olson, 1977) différencie les attributs intrinsèques des attributs extrinsèques de la qualité. Les attributs intrinsèques concernent le produit lui-même, et consistent de sa composition physique. Ils ne peuvent pas être changés sans modifier la nature du produit lui-même. Tandis que les attributs extrinsèques ne font pas partie de la composition physique du produit. Le niveau de publicité et la marque du produit sont deux exemples des attributs extrinsèques. Les attributs intrinsèques de la qualité sont spécifiques à un produit et ne peuvent pas être généralisés tandis que les attributs extrinsèques peuvent être généralisés à des catégories de produits (Zeithaml, 1988).

II.3.3. Délai

Le cycle de vie des produits est devenu très court. Ceci oblige l'entreprise à réduire le délai de lancement d'un produit sur le marché, donc de réduire les délais du développement du produit, de sa fabrication et de sa livraison. Réduire ces différents délais est une nécessité pour améliorer la performance de l'entreprise et survivre à la compétition.

Les différents délais au sein de l'entreprise sont des indicateurs de performance principaux. Moins les délais de fabrication sont longs, moins le coût d'utilisation des ressources est important. Moins le délai de livraison d'un produit est long, plus le client est satisfait.

Réduire les délais joue un rôle très important dans le cadre de la MC, c'est même une exigence de la réussite de la MC. Le client souhaite avoir son produit unique, mais n'attendra pas infiniment pour le recevoir. Ainsi, l'entreprise doit réduire les délais de fabrication, ainsi que les délais de livraison.

En outre, le client n'investira pas beaucoup de temps pour customiser son produit. Ainsi le délai de customisation du produit doit être également réduit afin que le client n'abandonne pas la customisation.

II.3.4. Valeur

Selon la norme Européenne, (EN-12973), l'analyse de la valeur est efficace dans l'amélioration de la performance et la prise en compte d'autres facteurs que le coût. L'évaluation de la performance d'une entreprise ne se limite pas à sa performance financière uniquement.

Dans cette section nous expliquons le concept de la valeur. Nous commençons par une analyse des différentes définitions de la valeur, suivie par une description des relations entre la valeur et les autres concepts prédéfinis, notamment le coût, la qualité et le délai.

II.3.3.1. Définition

Même si les chercheurs conviennent que la gestion axée sur la création de valeur est nécessaire pour survivre de nos jours, ils ne sont pas entièrement d'accord sur une définition de la valeur. Voici les définitions les plus utilisées pour la valeur :

Déf. 1: La valeur est l'évaluation globale par le consommateur de l'utilité d'un produit basée sur la perception de ce qui est reçu et de ce qui est donné (Zeithaml, 1988).

Déf. 2: La perception de la valeur par les acheteurs représente un compromis entre la qualité et les avantages qu'ils perçoivent dans le produit par rapport au sacrifice qu'ils perçoivent en payant le prix (Monroe, 1990).

Déf. 3: La valeur dans un marché économique est l'évaluation en unités monétaires de l'ensemble des bénéfices économiques, techniques, de service et les prestations sociales reçus par l'entreprise cliente en échange pour le prix payé pour un produit, en prenant en considération les offres et prix des fournisseurs disponibles (Anderson, & Jain, 1993).

Déf. 4: La valeur pour le client est la qualité perçue du marché rajustée pour le prix relatif du produit en question (Gale, 1994).

Déf. 5: Par valeur pour le client, nous entendons le lien affectif établi entre un client et un producteur après que le client a utilisé un (ou des) produit(s) ou des services produits par ce fournisseur et a trouvé le produit comme fournisseur de valeur ajoutée (Butz & Goodstein, 1996).

Déf. 6: La valeur perçue par le client est la préférence et l'évaluation perçues par le client pour des attributs du produit, les performances de ces attributs, et les conséquences découlant de l'utilisation qui facilitent (ou bloquent) la réalisation des objectifs du client dans des situations d'utilisation (Woodruff, 1997).

Déf. 7: En termes microéconomiques, la valeur pour le client est considérée ici comme la différence entre la volonté du consommateur de payer et le prix réel payé, qui est égale au «surplus du consommateur», la valeur excédentaire retenue par le consommateur (Hinterhuber, 2004).

Déf. 8: La valeur économique d'un produit est le prix de la meilleure alternative mis en regard de la valeur qui le différencie des autres alternatives (Nagle & Holden, 1999).

Déf. 9: La valeur est le jugement porté par l'utilisateur sur la base de ses attentes et de sa motivation. Plus précisément, c'est une mesure qui augmente lorsque la satisfaction de l'utilisateur augmente ou lorsque les dépenses nécessaires pour le produit diminuent (AFNOR-X50-151)

Déf. 10: La valeur se définit comme la satisfaction d'un besoin ou d'une attente d'une partie bénéficiaire exprimée par l'appréciation des performances réalisées par l'entreprise. La valeur est mesurée par différents indicateurs de résultats (indicateurs de performance de l'entreprise industrielle) qui nous permettent d'évaluer certains critères. La valeur est donc multi-parties et multicritères (Elhamdi, 2005).

Déf. 11: la valeur est le jugement porté sur le produit, sur la base des attentes et des motivations de l'utilisateur, exprimée par un rapport qui grandit lorsque, toutes choses étant par ailleurs égales, la satisfaction de besoin de l'utilisateur augmente et/ou les ressources nécessitées par toutes les étapes du cycle de vie du produit diminuent (adapté de (Lonchampt, 2004) qui a fait évoluer la définition de la valeur selon la norme AFNOR (Mauchand, 2007).

Premièrement, la plupart de ces définitions décrivent la valeur pour le consommateur ou le client. Aussi, la plupart de ces définitions conviennent que la valeur est un compromis entre ce qui est donné et ce qui est reçu. En outre, elles montrent que la valeur pour le consommateur est déterminée de façon subjective, et n'est pas définie de manière objective par le vendeur. La définition 3 divise les bénéfices reçus par le client en avantages économiques, sociaux, techniques et de service, tandis que les définitions 5 et 6 lient la valeur à l'utilisation du produit. La définition 10 lie la valeur à des parties bénéficiaires, et la définition 9 lie la valeur à la satisfaction du client et au prix du produit.

On remarque aussi que ces définitions s'appuient sur d'autres termes pour définir la valeur, comme bénéfices, utilité, qualité .... Et ces termes sont eux-mêmes mal définis (Woodruff, 1997). En outre, ces définitions ne concernent pas le même type de valeur, certaines parlaient de la valeur économique du produit, la valeur pour le client, et d'autres de la valeur dans les marchés, tandis que la définition 10 relie la valeur à une partie bénéficiaire. Ainsi nous pouvons conclure que la valeur est liée à une partie bénéficiaire ou dépend d'un point de vue. La valeur d'un point de vue économique n'est pas équivalente à la valeur du point de vue marketing, du point de vue du design. La valeur pour l'entreprise, n'est pas la même que la valeur pour les consommateurs.

La définition 9 lie la valeur à la satisfaction du client. La satisfaction de la clientèle est-elle une grandeur d'influence sur la valeur, ou est-ce la valeur qui est une variable influente sur la satisfaction du client ? Le client est-il plus satisfait quand il reçoit plus de valeur, ou est-ce que la valeur pour le client augmente quand il est plus satisfait ?

II.3.3.2. Discussion

Si nous essayons de réfléchir sur le sens de la valeur d'une manière philosophique, la valeur d'un bien / service pour quelqu'un est équivalente à combien il/elle a besoin de ce bien ou service pour vivre, combien il le rend heureux, et combien il y est habitué. La valeur de l'eau dans le désert n'est pas la même que dans un pays riche en eau. De même, la valeur de l'eau pour quelqu'un qui a soif n'est pas la même que pour quelqu'un qui n'a pas soif. La valeur de l'eau est donc due à notre dépendance à l'eau pour notre survie, et aux circonstances dans lesquelles nous avons besoin de l'eau. Maintenant, si nous considérons les bijoux, pourquoi ont-ils une grande valeur pour les femmes ? Ils ne sont pas nécessaires à leur survie, néanmoins, ils permettent à chaque femme de se distinguer, et ils la rendent plus heureuse car elle se sent mieux. Ainsi, la valeur des bijoux est due à des raisons psychologiques. Simplement, ils rendent une femme heureuse. Pourquoi un collectionneur est-il prêt à payer des prix élevés, comme des millions de dollars pour un morceau de papier ou une poupée dont le prix initial est inférieur à 100 dollars ? Leur valeur est due à la quantité de satisfaction qu'ils offrent au collectionneur. Prenons maintenant l'exemple d'un oreiller, certaines personnes ne peuvent dormir sans leur oreiller préféré, et quand il est endommagé, elles vont chercher le même, car elles se sont habituées à cet oreiller. Donc, la valeur de cet oreiller n'est pas seulement due à sa qualité, mais aussi au fait qu'il est devenu un élément stable auquel l'utilisateur s'est habitué.

La valeur est également tributaire de la situation. Quand quelqu'un achète un billet pour rentrer à la maison pour les vacances, la valeur d'un billet d'avion est différente de quand il achète un billet pour un voyage le lendemain pour aller voir sa mère malade. La qualité et le prix du billet sont les mêmes, le service est le même. Ce qui a changé ce sont les objectifs du consommateur. Dans le premier cas, l'objectif était d'acheter un billet dans le budget pour les vacances, alors que dans le second cas, l'objectif du consommateur est d'être près d'une personne dans la douleur, sans contrainte de prix. Même pour les chaussures ou les vêtements, leur valeur dépend des objectifs du consommateur.

Même si la valeur est définie par la littérature comme un compromis entre ce qui est donné et reçu, la valeur pour un client n'est pas influencée par le prix d'un bien ou un service, mais par son prix perçu. Le prix du même produit pour la même personne ne sera pas différent si le salaire de cette personne change, mais son prix perçu le sera. La question est : est-ce que sa valeur serait différente ? Cela dépend du degré de nécessité du produit. Peu importe combien le prix des aliments va augmenter, les gens vont toujours en acheter car c'est nécessaire pour leur survie.

En outre, la valeur pour le client n'est pas constante, elle varie selon les circonstances dans lesquelles la clientèle pense à la notion de la valeur (Woodruff, 1997). Par exemple, la valeur perçue par les clients varie entre le moment de l'achat et pendant ou après l'utilisation (Gardial et al., 1994). Les composantes de la valeur dans les deux situations diffèrent. Au moment de l'achat, la valeur du produit est influencée par la qualité perçue, la marque, le service de la vente, et la comparaison entre ce produit et d'autres alternatives. Bien que à l'utilisation du produit, sa valeur ne sera pas influencée ni par la marque ou le service, mais par sa qualité réelle.

Jusqu'à présent, nous avons discuté sur la valeur du point de vue du client. Mais comme vu dans la définition 10, la valeur dépend de la partie bénéficiaire et une partie bénéficiaire peut être l'entreprise, le fournisseur, le concepteur, le fabricant, etc.

La valeur perçue par le client est directement liée aux fonctions du produit. Selon la norme AFNOR NF-X50-150, une fonction est une action d'un produit ou de l'un de ses constituants. Il existe deux types de fonctions : fonction de service et fonction technique. Selon la norme AFNOR, la fonction de service qui concerne les utilisateurs et le marché est une action demandée à un produit ou réalisée par lui, afin de satisfaire une partie du besoin de l'utilisateur donné. La fonction technique est définie comme étant l'action d'un constituant ou l'action intervenant entre les constituants du produit afin d'assurer les fonctions de service.

Un produit qui répond aux fonctions exigées par le client, présente une valeur au minimum acceptable par le client. (Woodruff, 1997) argumente que les facteurs élémentaires qui influent sur la valeur perçue par le client sont les attributs du produit et leurs performances. Ici les attributs représentent les fonctions du produit. En outre, (Sheth et al., 1991) ont intégré l'influence des attributs du produit sur la valeur en distinguant la valeur fonctionnelle des autres catégories de la valeur.

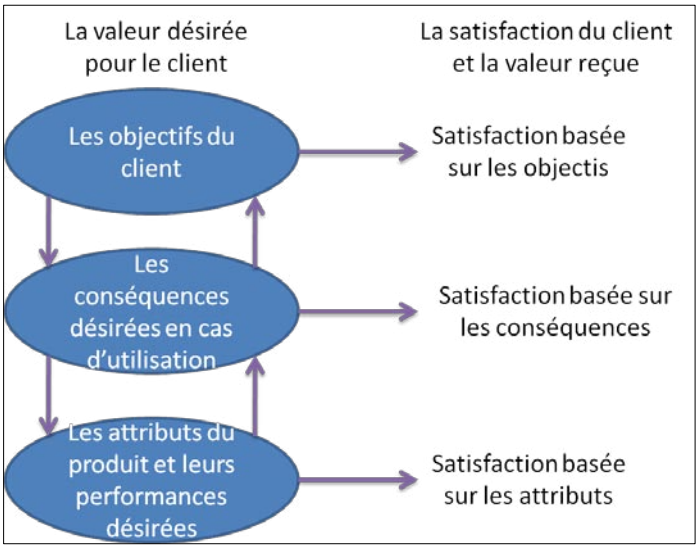


Figure 10 : Le modèle de la hiérarchie de la valeur pour le client (Woodruff, 1997)

II.3.3.3. Relation entre Valeur et autres Concepts

(Gallarza & Saura, 2006) ont présenté une analyse critique sur la relation entre la valeur perçue, la qualité perçue, le prix perçu, l'intention de comportement, la satisfaction et la fidélité (pour les consommateurs). De cette analyse, nous pouvons conclure que la plupart des chercheurs conviennent que la qualité perçue et le prix perçu influencent la valeur perçue, tandis que la valeur perçue influe sur la satisfaction, l'intention de comportement et la fidélité. De même (Sanchez-Fernandez & Iniesta-Bonillo, 2009) ont présenté un résumé des diverses conceptualisations des composantes économiques de la valeur proposées par différents auteurs. Ils ont conclu que les éléments économiques de la valeur sont l'efficacité qui est le rapport des sorties aux entrées, et l'excellence qui est équivalente à la qualité. De plus l'efficacité et l'excellence sont elles-mêmes influencées par plusieurs facteurs.

II.3.3.3.1. Valeur et Coût

Le coût et la valeur sont deux notions différentes mais liées entre elles. Selon Lorino (1989) la valeur est la richesse créée au sein d'une entreprise, tandis que le coût est la richesse consommée pour créer cette valeur. Le coût représente les dépenses nécessaires pour le fonctionnement d'une

activité qui elle est génératrice de valeur. En effet, « un coût ne crée pas obligatoirement de la valeur » (Oger, 2002).

Pour le client, le coût représente le prix payé pour acheter un produit ou un service qui possède une certaine valeur. La valeur pour le client est la qualité reçue pour un prix payé. Ainsi le prix d'un produit qui représente un coût pour le client est un facteur influant la valeur perçue par le client. Acheter un produit, est une décision prise par le client selon sa valeur perçue de ce produit, non pas selon le prix perçu (coût) du produit (Zeithaml, 1988).

Pour l'entreprise, le coût représente les dépenses faites pour créer une certaine valeur.

II.3.3.3.2. Valeur et Qualité

Le rapport qualité/prix a été considéré comme un indicateur principal de la valeur (Elhamdi, 2005). La qualité d'un produit pour le client est une mesure perçue par ce dernier qui indique à quel point le produit en question répond à ses besoins et satisfait ses attentes. Ainsi, la qualité est un des facteurs principaux qui influent sur la valeur. Si la qualité perçue d'un produit augmente, et tout autre chose reste constante (ex. prix), la valeur augmentera aussi. Selon l'analyse de la littérature sur les dimensions et composants de la valeur faite par (Gallarza & Saura, 2006), la littérature est d'accord sur le lien valeur-qualité. La qualité est considérée comme une entrée dans la mesure de la valeur. La valeur est plus individualiste et personnelle que la qualité. D'après la norme ISO 9000 (NF-EN-ISO9000) la qualité découle de la définition des besoins relatifs au produit, de la conception du produit, de la conformité du produit par rapport à sa conception, et du soutien du produit tout au long de son cycle de vie.

II.3.3.3.3. Valeur et délai

Le délai influe sur la valeur non seulement pour le client mais aussi pour l'entreprise. Les délais, et notamment le délai de customisation et le délai de livraison de la commande qui est le temps entre le placement de la commande et sa réception, influent la valeur perçue par le client. L'expérience de customisation doit être facile, et ne doit pas nécessiter plus de temps que le client est prêt à investir (Piller et al., 2004).

Réduire les délais n'influe pas seulement sur la valeur perçue par le client, mais aussi sur la valeur pour l'entreprise. Moins de délais induisent une réduction du coût d'utilisation des ressources. La réduction des délais est une exigence dans le cadre de la MC afin de réduire le temps mis entre la commande et sa satisfaction.

La tolérance des délais et le délai de customisation que le client est prêt à investir dépendent de la typologie du produit. Un client est prêt à investir une semaine pour customiser sa maison, mais ne sera pas prêt à passer plus de 20 minutes pour customiser sa chaussure.

II.3.3.4. Valeur et MC

Plusieurs auteurs ont argumenté que la MC offre une valeur supérieure pour le client (consommateur) par rapport à d'autres stratégies (Duray, 1997 ; Gilmore & Pine, 2000 ; Tu et al., 2001). La MC peut créer de la valeur supplémentaire pour un client en rapprochant le produit de ses besoins sans augmenter énormément son prix. Comme l'origine de la valeur est le besoin d'une personne (Connor & Davidson, 1985), un produit satisfaisant mieux ces besoins peut être perçu comme ayant une valeur supérieure (Squire et al., 2004). (Kotha, 1995 ; Duray, 1997 ; Tu et al., 2001) ont prouvé empiriquement que les clients considèrent généralement que les produits personnalisés ont une meilleure valeur.

Néanmoins, sachant que la MC peut, et souvent fait, augmenter la valeur d'une offre, ce n'est pas toujours le cas (Zipkin, 2001). En d'autres termes, la MC ne représente pas la meilleure stratégie pour toutes les entreprises dans tous les cas.

En outre, (Kwon & Kim, 2011) ont démontré empiriquement que la customisation influe positivement sur la fidélité du client. (Squire et al., 2004) ont considéré la customisation comme l'un des critères de la valeur. Pour notre part, nous avons proposé des indicateurs de performance permettant l'évaluation de la valeur perçue par le client dans le cadre de la MC (Daaboul et al., 2011). La valeur perçue par le client est dépendante du contexte, très subjective et est influencée par plusieurs facteurs, tels que la qualité du produit, son prix, les services fournis, et les délais de livraison. Néanmoins la détermination de l'offre de customisation a un énorme impact sur la valeur dans le cadre de la MC (Jiang et al., 2006). (Squire et al., 2004) proposent une expansion des critères de la valeur pour le client en leur ajoutant la customisation. Mais l'offre de customisation influe la valeur pour l'entreprise aussi. La complexité ainsi que les coûts augmentent pour l'entreprise avec l'augmentation de la variabilité. De plus, un grand nombre de choix possibles pourra créer une confusion pour les clients (Lehman, 1998). Par conséquent, l'impact de la variété des produits sur la satisfaction du client doit être pris en considération dans l'évaluation de la valeur (Piller et al., 2004). Un exemple d'une variété exagérée est celui de Nissan. Selon (Pine II et al. 1993); Nissan a proposé 87 volants différents, mais peu seulement ont été vendus. Dans la fin des années 1980 Toyota a proposé une grande variété de voitures faites sur mesure, mais en réalité 20% de la variété proposée représentaient 80% des achats (Pine II et al., 1993). Il est donc nécessaire de distinguer entre proposer de la variété et la customisation. La customisation répond aux besoins des clients tandis que la variété est l'outil pour atteindre cet objectif et doit être pilotée correctement.

De plus, dans le cas de la MC, la valeur perçue par le client est affectée par l'expérience et la facilité de la customisation. La facilité de l'expérience de customisation est affectée par l'efficacité de l'interface créée à cet effet, par les informations présentées au client, par la façon avec laquelle les informations sont présentées au client (Piller et al., 2004), par l'efficacité du système d'information à communiquer les informations fournies par le client, et par le temps nécessaire pour la finaliser. Elle est aussi influencée par les différentes visualisations possibles du produit personnalisé. Si la customisation est difficile à effectuer ou si elle prend énormément de temps, le client risque de l'abandonner.

II.3.3.5. Conclusion

La valeur est un concept clé qui lorsqu'elle est utilisée au niveau du management stratégique permet d'arbitrer entre différents objectifs et d'éclairer le choix parmi plusieurs alternatives de solutions à un problème posé (AFNOR FD X50-158). **Nous la définissons comme étant un rapport entre la quantité de satisfaction créée par un produit, en remplissant un certain besoin physique, biologique, ou psychologique d'une partie bénéficiaire possédant des objectifs spécifiques et le prix payé pour ce produit. Elle est influencée par de nombreux critères comme le coût, le délai, la qualité perçue, et le prix perçu. Elle peut être objective ou subjective, et dépend des circonstances (contexte). Enfin, la valeur est mesurée par différents indicateurs de performance qui nous permettent d'évaluer certains critères.** Cette définition nous permet de mesurer la valeur en partant des besoins de la partie concernée, en considérant différents points de vue et différentes circonstances, en se basant sur des indicateurs et en analysant le rapport entre ce qui est donné et ce qui est reçu.

La valeur peut s'améliorer par un changement de mise en œuvre des processus contribuant à sa création (AFNOR FD X50-158). Ainsi pour achever une évaluation de la valeur, les processus contribuant à sa création doivent être définis. L'ensemble de ces processus forment ce qu'on appelle une chaîne de valeur qui est décrite dans le paragraphe suivant.

II.4. Système considéré pour évaluation de la performance : Chaîne / réseau de valeur

Nous voulons évaluer la performance d'une entreprise pour prendre une décision stratégique de passage de la MP à la MC. Mais, aujourd'hui une entreprise fait partie d'un grand ensemble d'entreprises collaborant pour créer de la valeur. Et la performance d'une de ces entreprises influe sur la performance de toutes les autres entreprises. Donc le système que nous devons considérer pour l'évaluation de la performance de l'entreprise doit inclure l'ensemble des partenaires de l'entreprise dans la création de la valeur.

II.4.1. Définitions

Selon (Porter, 1985) la chaîne de valeur qui est formée par l'ensemble des activités génératrices de valeur, sert à diagnostiquer un avantage concurrentiel et à trouver les moyens de le renforcer. La chaîne de valeur d'après la norme AFNOR FD X50-158, est « l'ensemble des activités de l'organisme décomposé en éléments porteurs de coûts et contributeurs à la valeur finale du produit ou du service ».

Un réseau de valeur est un ensemble de partenaires collaborant ensemble pour créer de la valeur (Elhamdi, 2005). Le modèle de réseau de valeur est un modèle de transformation de valeurs en entreprise. Les valeurs produites concernent l'entreprise elle-même mais aussi les autres parties qui sont bénéficiaires c'est-à-dire qui en retirent un intérêt ou une satisfaction (Elhamdi, 2005). Le modèle du réseau de valeur, tout comme celui de chaîne de valeur, se base sur l'activité (Elhamdi, 2005).

Un autre concept qui se base sur la notion d'un réseau et qui est utilisé dans l'évaluation et l'amélioration de la performance est celui de l'entreprise étendue. L'entreprise étendue est un ensemble d'entreprises qui collaborent ensemble pour proposer une offre de valeur sur le marché. Une entreprise étendue est centrée sur le client, et se base sur l'échange et le partage d'informations entre les différentes entreprises. Dans le cas d'une entreprise étendue, les plans à long terme sont co-développés par les différentes parties. Les différences entre un réseau de valeur et une entreprise étendue sont dans le type de relations entre les parties. Dans un réseau de valeur, les partenaires ou les différentes parties ont le droit à un comportement égoïste visant en premier lieu leur satisfaction propre, tandis qu'un tel comportement viole les normes et règles d'engagement d'une entreprise étendue (Voyer, 2006). Une entreprise étendue est un type de réseau de valeur.

II.4.2. Analyse des modèles de chaîne de valeur et de réseau de valeur

Le modèle de chaîne de valeur présente plusieurs limites. Tout d'abord, la notion de valeur est limitée à la dimension financière où la valeur pour l'entreprise est égale au chiffre d'affaire réalisé duquel les coûts des activités sont retranchés. Deuxièmement, les activités de la chaîne de valeur sont structurées de façon séquentielle et ordonnée. Cette structuration, selon (Galanos, 1998), est due au modèle économique général de référence de la chaîne de valeur. Enfin, les interactions entre les différentes activités et l'effet de ces interactions sur la valeur générée ne sont pas prises en compte du fait de l'approche linéaire et unidirectionnelle de la chaîne de valeur. En outre, cette approche linéaire ne permet pas d'intégrer les *feedback* (retours) qui résultent de l'interaction de la chaîne de valeur avec des parties externes (Elhamdi, 2005).

(Peppard & Rylander, 2006) expliquent que le concept de chaîne de valeur a été le concept dominant dans l'analyse stratégique des industries. Toutefois, la chaîne de valeur est basée sur une

logique particulière de création de valeur. L'adoption d'une perspective de réseau offre une perspective différente qui est plus adaptée aux nouvelles organisations de l'Economie. Comme les produits et les services deviennent dématérialisés et comme la chaîne de valeur elle-même n'a plus forcement de dimension physique, le concept de chaîne de valeur devient un outil inapproprié pour analyser de nombreuses industries d'aujourd'hui et découvrir les sources de la valeur (Normann & Ramirez, 1994 ; Parolini, 1999; Tapscott et al., 2000 ; Hakansson & Snehota, 1989 ; Campbell & Wilson, 1996).

En outre, plusieurs entreprises visent de plus en plus un comportement coopératif et les relations inter-entreprises jouent un rôle important dans la performance stratégique (Madhavan et al., 1998). La chaîne de valeur se focalise sur le produit final et est conçue autour des activités nécessaires pour le produire. Tandis que dans le concept de réseau de valeur, la valeur est créée par une collaboration de partenaires dans le réseau, ce qui le rend plus adéquat pour représenter la réalité de nos jours.

En adoptant une approche de réseau, les organisations ne se focalisent pas sur une entreprise mais sur le système de création de valeur, dans lequel différents acteurs économiques (fournisseurs, partenaires, client…) collaborent ensemble pour coproduire de la valeur. La compétition d'aujourd'hui n'est plus entre des entreprises individuelles mais entre des réseaux d'organisations interconnectées (Peppard & Rylander, 2006).

La même question fondamentale se pose dans le cas de l'analyse d'une chaîne de valeur ou d'un réseau de valeur : « Comment se crée la valeur ». La base d'analyse d'un réseau de valeur est dans la compréhension de comment la valeur est créée à travers les relations (Anderson, 1995). Ainsi, l'analyse de la création de valeur doit s'élargir à partir de la perspective d'une organisation comme unité isolée à une organisation créant de la valeur au sein d'un réseau.

Un des aspects les plus importants d'une économie basée sur des réseaux est sa nature dynamique. Une action d'un partenaire dans le réseau influencera tous les autres partenaires du réseau. En plus, une action d'un partenaire pourra exiger d'autres actions des autres partenaires pour s'achever efficacement (Peppard & Rylander, 2006). Ainsi le changement dans la performance ou dans le comportement d'un partenaire affectera la performance du réseau donc de tous les autres partenaires. Cet aspect dynamique est essentiel à l'évaluation de la performance d'une entreprise dans le cadre de la MC. Sachant que la commande est personnalisée et plusieurs activités sont retardées jusqu'après l'arrivée de la commande, le moindre retard de n'importe quel partenaire (comme le fournisseur ou le distributeur) influe directement sur le temps de livraison de la commande. De plus, sachant que le client évalue la MC en considérant l'expérience de customisation, si dans le point de vente cette expérience n'était pas plaisante, ou si le client n'a pas été assisté dans la customisation du produit, sa valeur perçue du produit personnalisé et de la MC diminuera.

En outre, la valeur augmente si le produit satisfait mieux les besoins du client, donc si l'entreprise comprend mieux le besoin et les préférences du client. Ceci est possible dans le cadre de la MC au travers d'un échange des informations sur le client et sur sa démarche de customisation entre les différents partenaires, notamment entre le point de vente (la boutique) et le fabricant. Ainsi, la gestion des connaissances sur le client doit être aboutie au niveau du réseau. Ainsi, afin d'évaluer l'impact de la MC sur la performance d'une entreprise, il est nécessaire de considérer comme système d'évaluation le réseau de valeur dans lequel l'entreprise est un partenaire.

II.5. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons défini la performance et les concepts principaux qui lui sont liés, notamment la valeur, le coût, la qualité, et la fonction. Nous constatons, que la valeur est un concept clé permettant d'évaluer la performance d'une entreprise en considérant différents points de vue et différentes parties bénéficiaires. La notion de valeur permet d'évaluer à la fois la qualité, les délais et les coûts, donc d'évaluer l'impact de n'importe quel changement sur la performance globale de l'entreprise contrairement aux seules notions de coût et de qualité. Néanmoins, dans ce travail de thèse, nous nous sommes intéressés au passage de la MP à la MC, à l'évaluation de la performance dans le cadre de la MC. Mais la performance en général et la valeur plus spécifiquement n'ont pas été suffisamment étudiées dans le cadre de la MC par la littérature. Ainsi un modèle de valeur dans le cadre de la MC doit être développé. Le chapitre V comporte notre proposition pour un tel modèle, et le chapitre III discute les méthodes et outils pour la mesure et l'évaluation de la performance.

Chapitre III : L'évaluation de la Performance d'entreprise

III.1. Introduction

Ce travail de thèse vise à aider les managers à prendre une décision stratégique comme celle du passage de la MP à la MC. Pour atteindre cela nous proposons une analyse de la performance de l'entreprise au sein d'un réseau de valeur. Le chapitre II a traité la définition de la performance et la description des concepts clés qui y sont liés. Par contre dans ce chapitre nous nous intéressons à la mesure et l'évaluation de la performance. Une méthode pour évaluer la performance de l'entreprise au sein d'un réseau de valeur dans le cadre de la MC doit être choisie. Ainsi, nous étudions dans ce chapitre les grandes pensées sur l'évaluation et l'amélioration de la performance afin de déterminer la plus adéquate et la plus adaptée à nos travaux. Mais tout d'abord nous présentons la différence entre la mesure et l'évaluation de la performance.

La démarche d'évaluation de performance, qu'elle soit conduite *a priori* ou *a posteriori*, s'appuie toujours sur un modèle d'interprétation du système réel (analyse d'un modèle ou mesure directe) qui décrit les liens de causalité entre des actions sur le système et ses performances en sortie (Burlat & Boucher, 2003). C'est pourquoi dans la quatrième section de ce chapitre nous présentons les langages et méthodes de modélisation d'entreprise, afin de choisir le langage ainsi que le cadre de modélisation les plus adaptés pour modéliser un réseau de valeur afin d'évaluer sa performance.

III.2. De la mesure à l'évaluation de la performance

Avant d'explorer les différents outils et méthodes pour l'évaluation de la performance, il est nécessaire de faire la distinction entre les notions de mesure et d'évaluation de la performance. Selon (Jacot, 1990) « la mesure conserve un rôle important mais s'en tient aux effets. L'évaluation est de portée plus générale : on tente de remonter aux causes et on se prononce également sur les objectifs et leur mise en œuvre ». La mesure de performance est un simple relevé de valeurs, tandis que l'évaluation de performance consiste à comparer ses valeurs à des objectifs. Donc nous concluons que la mesure de la performance est un moyen nécessaire et essentiel à l'évaluation de la performance.

D'après (Burlat & Boucher, 2003) la démarche d'évaluation de la performance s'appuie sur un modèle d'interprétation du système réel par l'analyse de son modèle ou par la mesure directe. Ce modèle doit permettre la description des liens de causalité entre les actions sur le système et ses performances en sortie. Ainsi, trois notions principales structurent l'évaluation de la performance : l'objectif, la mesure et la variable d'action (Bitton, 1990; Berrah & Haurat, 1997). Une variable d'action est une variable qui agit sur la performance du système. Des exemples de variables d'actions sont la qualité des produits fournis par le fournisseur, les compétences des ressources humaines, etc.

Ainsi l'évaluation des performances consiste à comparer les processus et les performances des produits et services à ceux de leaders connus (NF-EN-ISO9004). En d'autres termes, l'évaluation de la performance consiste à comparer l'écart entre la mesure et l'objectif. Plusieurs travaux ont proposé des méthodes et outils pour évaluer la performance. Nous les détaillons dans ce qui suit.

III.3. Courants de pensée sur l'évaluation et l'amélioration de la performance

Nous avons détaillé l'histoire de la performance dans la section 2 du chapitre II. La figure suivante présente les grands courants de pensée dans l'histoire de la performance et de son pilotage.

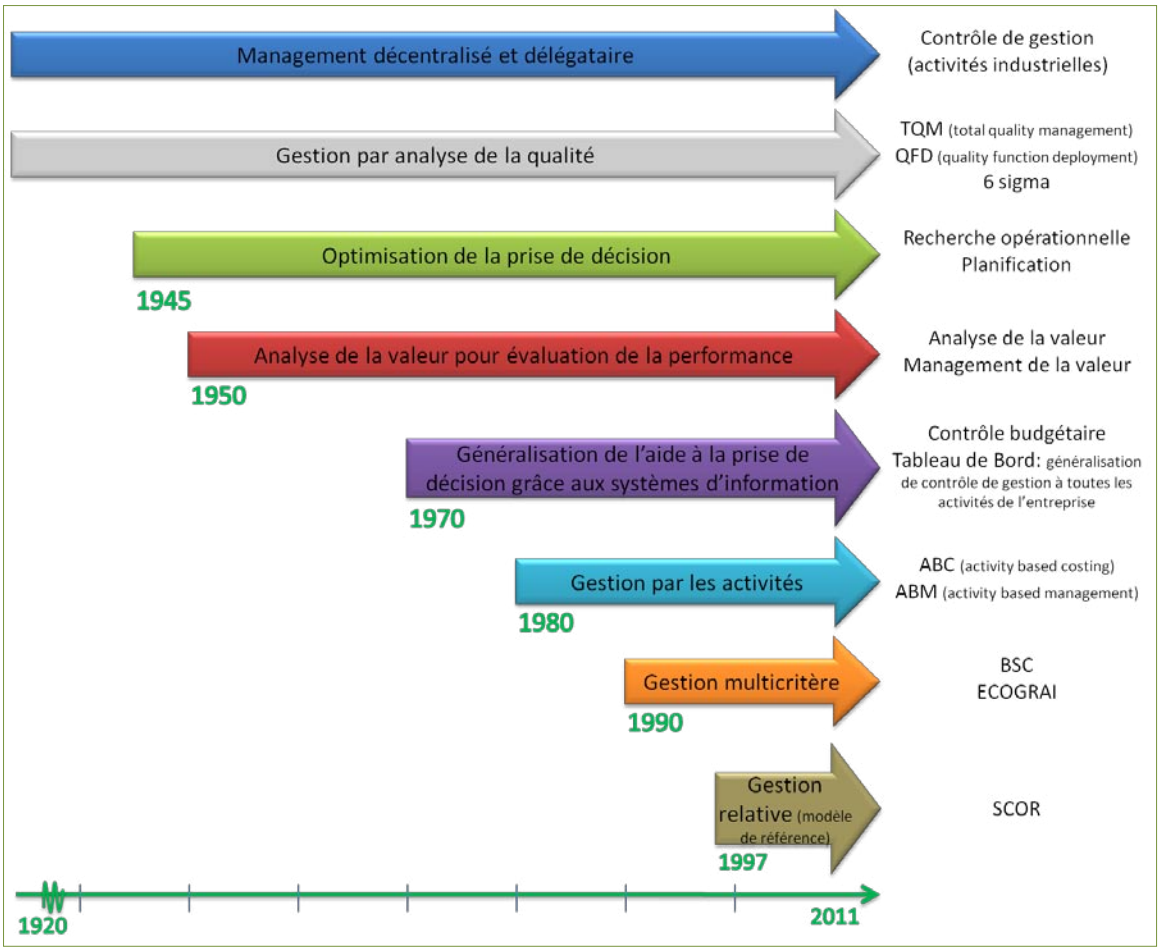


Figure 11 : Chronologie des principaux courants de pensée d'évaluation et amélioration de la performance adaptée de (Matthieu, 2004)

Parmi les méthodes d'évaluation de la performance présentées dans la figure précédente nous nous intéressons à celles qui permettent l'évaluation des concepts principaux liés à la performance et présentés dans le chapitre II, notamment le coût, la qualité et la valeur.

III.3.1. Gestion par analyse des coûts : ABC / ABM

C'est en 1986 que les méthodes ABC et ABM sont apparues dans la publication du Consortium for *Advanced Manufacturing International* (CAM-I) titrée *Cost Management in Today's Advanced Manufacturing Environment : The CAM-I Conceptual Design*.

La méthode ABC est une méthode de gestion de la performance. Elle permet de comprendre la formation des coûts et les causes de leurs variations. Elle révèle les liens entre la réalisation des activités particulières et les exigences de ces activités en termes de ressources de l'organisation. Ainsi elle offre aux gestionnaires une image claire de la façon dont les produits, les marques, les clients, la

chaîne de distribution à la fois génèrent des revenus et consomment des ressources (Cooper & Kaplan, 1991). Le principe de cette méthode, qui est présentée dans la figure 12, se base sur le concept d'activité.

La démarche pour mettre en place la méthode ABC se décompose en cinq phases essentielles. Celles-ci sont présentées dans la figure 13.

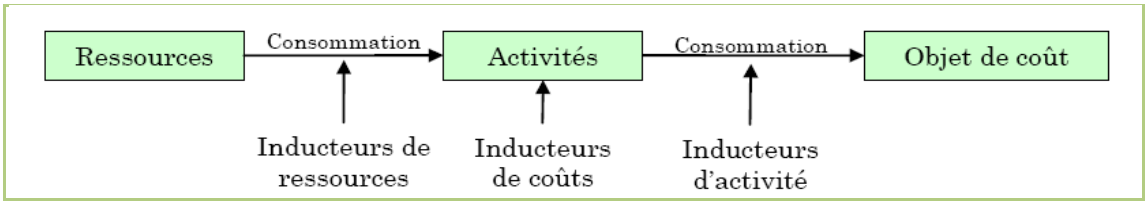


Figure 12 : schéma de principe de la méthode Activity-Based Costing (Mévellec, 1994)

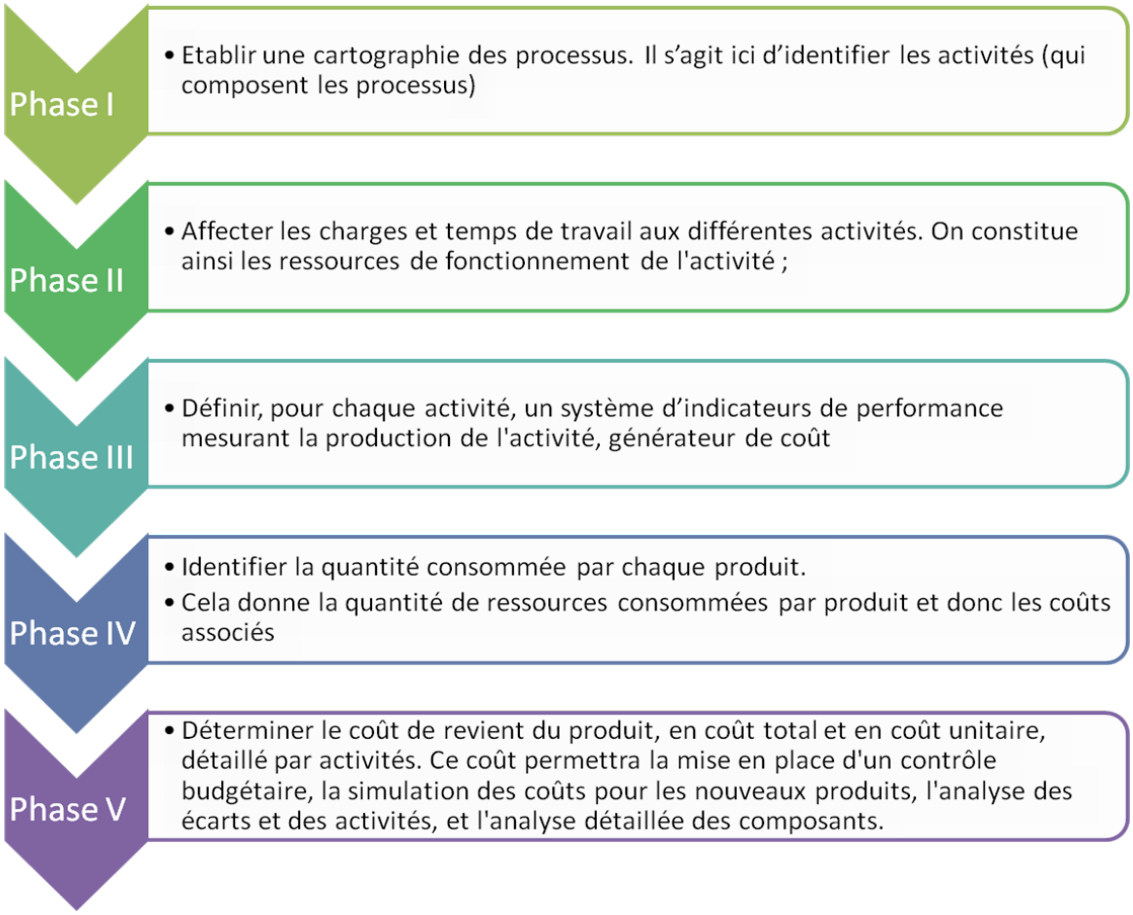


Figure 13 : les phases de la méthode ABC

L'*activity-based management* (ABM) est une approche qui se base sur l'ABC en tant que principale source d'information et qui met l'accent sur la réalisation de la valeur pour le client et des bénéfices de l'entreprise via la gestion des activités (Player, 1999). Les avantages d'une telle méthode sont :

- Identification des coûts redondants
- Analyse des coûts ayant de la valeur ajoutée
- Quantification du coût de la qualité par élément
- Résumé des activités qui se focalisent sur le client

- Mesure du coût de la complexité
- Mesure des coûts des processus et support d'analyse des processus
- Suivi de l'impact des efforts de réingénierie
- Meilleure compréhension des facteurs de coûts
- Budgétisation basée sur les activités (Player, 1999)

Un des désavantages de cette méthode est que les rapports d'ABC ne sont pas conformes aux principes comptables généralement reconnus, et en tant que tel, les entreprises qui appliquent ABC doivent maintenir deux systèmes de coûts et des livres comptables, l'un à usage interne et l'autre pour les rapports externes.

III.3.2. Gestion par analyse de la qualité

La gestion de la qualité vise à améliorer la qualité et donc à satisfaire les besoins exprimés ou non des clients (ou utilisateurs). La qualité est relative puisqu'elle est fonction des exigences des clients. La gestion de la qualité est un concept de management dont l'objet est la gestion des flux matériels et immatériels. Afin de mieux gérer la qualité plusieurs méthodes ont été développées. Parmi celles-ci, les plus connues sont : *Total Quality Management* (TQM), *Quality Function Deployment* (QFD) et Six sigma.

III.3.2.1. Total Quality Management

Le TQM est une philosophie intégrative de la gestion pour améliorer constamment la qualité des produits et des processus (Ahire, 1997). C'est une méthode de traduction des besoins des clients en des spécifications sur les produits et les procédés. Le TQM est basé sur 12 facteurs :

1. Leadership engagé : un engagement à long terme par les hauts gestionnaires à la philosophie de TQM.
2. Adoption et communication du TQM
3. Meilleures relations avec la clientèle
4. Meilleures relations avec les fournisseurs
5. Benchmarking
6. Accroissement de la formation pour améliorer les compétences
7. Open organisation (mettre en place une communication horizontale, et un assouplissement de la hiérarchie traditionnelle)
8. Responsabilisation de l'employé
9. Adoption d'une mentalité zéro défaut
10. Fabrication flexible
11. Amélioration des processus
12. Mesure (mesure constante des performances en visant un but bien défini) (Powell, 1995).

Le TQM a été développé dans les années 40 par Dr. W. Edward Deming qui, dans un premier temps, n'a pas pu convaincre le commerce Américain d'adopter les principes du TQM. Par contre, le TQM fut un grand succès au Japon où il a été adopté par plusieurs entreprises comme Toyota. Le TQM a ensuite été adopté par la chambre de commerce et d'industrie américaine, et a été diffusé largement parmi les « Fortune 1000 entreprises », sans doute parce que les managers ont cru que le TQM améliore les performances. Toutefois, des preuves anecdotiques et des études empiriques suggèrent une variabilité considérable dans l'influence du TQM sur la performance, allant du grand succès à la faillite et l'abandon du TQM (Powell, 1995).

Plusieurs entreprises ont identifié des coûts importants et des obstacles pour la mise en œuvre de la TQM. Les critiques ont suggéré, par exemple, que la TQM génère des coûts excessifs d'entrainement et de formation, consomme énormément de temps de gestion, induit une énorme augmentation de la paperasserie et des formalités, exige un engagement irréaliste des employés, met l'accent sur les processus et non pas sur les résultats, et ne parvient pas à répondre aux besoins des petites entreprises, entreprises de services, ou des entreprises sans profit (Schaffer & Thomson, 1992).

III.3.2.2. Quality Function Deployment

Selon (Sullivan, 1986) le QFD est ''un concept global qui fournit un moyen de traduire les exigences des clients en des exigences techniques appropriées pour chaque étape du développement et de la production du produit (stratégies de marketing, planification, conception de produits, évaluation de prototypes, développement du processus de production, production, et vente)''.

Le QFD a été initialement développé au Japon dans les années 1960 et au début des années 1970 et s'est propagé rapidement aux États-Unis dans les années 1980 et plus tard dans de nombreuses industries dans le monde (Chan & Wu, 1998).

Le QFD est une méthode qui se focalise sur l'amélioration du design du produit. Vaguement défini et structuré, le QFD relève d'un vrai savoir-faire qui reste difficile à mettre en œuvre, ce qui rend son utilisation défavorable pour les entreprises (Chan & Wu, 2002).

III.3.2.3. Six Sigma

La méthode Six Sigma est une approche de gestion axée sur les projets qui vise à améliorer les produits, services, et processus de l'organisation par une réduction continue des rebuts dans l'organisation. C'est une stratégie d'affaires qui se base sur l'amélioration de la compréhension des exigences du client, l'amélioration de la productivité et de la performance financière (Kwaka & Anbari, 2006).

(Anbari, 2002) a souligné que Six Sigma est plus complète que les méthodes précédentes de gestion de qualité comme TQM. La méthode Six Sigma comprend des résultats financiers mesurés. Elle utilise des outils d'analyse de données plus avancés, met l'accent sur les préoccupations des clients, et utilise des outils et méthodes de gestion de projet. Anbari a résumé la méthode Six Sigma comme suit :

La méthode Six Sigma se base sur les principes du TQM en se focalisant plus sur la clientèle et en offrant de meilleurs outils d'analyse de données. Elle offre aussi des résultats financiers et une base de gestion de projet. Ainsi Six Sigma = TQM + Plus grand focus sur la clientèle + meilleurs outils d'analyse de données + résultats financiers + gestion de projet.

La méthode Six Sigma est une méthode limitée qui ne permet pas d'améliorer la performance totale de l'entreprise. L'amélioration de l'efficacité ne conduit pas toujours à l'amélioration du profit. En outre, la réduction des rebuts peut effectivement coûter plus cher. En plus, les données nécessaires ne sont pas toujours disponibles. Ainsi, un temps et coût significatif sont investis dans leur collecte. Une des principales critiques de Six Sigma est qu'elle ne présente pas une nouveauté mais utilise tout simplement les principes et les techniques traditionnelles liées à la qualité (Catherwood, 2002). Les organisations doivent se rendre compte que Six Sigma n'est pas la réponse universelle à toutes les questions du business, et elle ne peut être la stratégie de gestion la plus importante dans une organisation (Kwaka & Anbari, 2006).

III.3.2.4. Conclusion

La gestion de la qualité est préoccupée par le contrôle des activités dans le but de s'assurer que les produits et services sont adaptés à leur objectif et répondent aux spécifications. Elle garantit des produits et des services conçus et fabriqués pour satisfaire ou dépasser les exigences des clients. Ses avantages permettent donc de créer de meilleurs produits et services qui induisent en fin de compte une bonne réputation pour l'entreprise et des revenus plus élevés. Parmi les inconvénients de la gestion de la qualité, on peut souligner la nécessité d'un rôle accru de l'homme pour le maintien et le contrôle de la qualité.

La gestion de la qualité vise à améliorer la qualité, mais cela ne signifie pas nécessairement une amélioration de la performance totale de l'entreprise. Plusieurs facteurs doivent être pris en considération pour évaluer la performance de l'entreprise.

III.3.3. Gestion par analyse de la valeur

L'histoire de l'analyse de la valeur a débuté au lendemain de la Seconde Guerre Mondiale, en 1947, quand L. D. MILES, directeur de General Electric, amorce les premiers travaux d'Analyse de la Valeur avec un petit groupe de travail. La démarche de l'Analyse de la Valeur commence à se formaliser et c'est vers 1955 qu'elle est introduite en Grande-Bretagne et au Japon.

Vers 1958, les grandes entreprises françaises s'intéressent à l'Analyse de la Valeur pour renforcer leur place sur les marchés mondiaux. En 1978 l'AFAV (Association Française pour l'Analyse de la Valeur) se crée et quatre normes seront ensuite publiées en 1984/1985. En juin 2000, la norme européenne EN 12 973 relative au management par la valeur fut publiée.

III.3.3.1. Analyse et management de la valeur

L'analyse de la valeur est définie par la norme AFNOR NF X 50-150 comme étant une « méthode de compétitivité, organisée et créatrice, visant la satisfaction du besoin de l'utilisateur par une démarche spécifique de conception à la fois fonctionnelle, économique et pluridisciplinaire ». Cette définition insiste sur les caractères de créativité et de pluridisciplinarité de la méthode. L'analyse de la valeur est fondée sur un certain nombre de concepts :

- Le concept de la valeur
- Le concept de besoin
- Le concept de fonction
- Le concept de ressources
- Le concept de flexibilité
- L'approche systémique et la prise en compte de l'environnement du système étudié
- Le principe de quantification
- Le principe de pluridisciplinarité
- Le principe de mise en cause
- La démarche créative (AFNOR NF X 50-152).

La démarche d'Analyse de la Valeur (AV) est constituée de six processus qui sont mis en œuvre successivement ou simultanément :

1. Initialisation : l'objectif est de fournir les éléments nécessaires pour décider où lancer une action AV.
2. Lancement : l'objectif est d'organiser et d'entreprendre l'action AV

3. Analyse fonctionnelle du besoin : l'objectif est de fournir une expression fonctionnelle du besoin
4. Recherche et étude de solutions : l'objectif est de proposer des réponses susceptibles de satisfaire aux exigences de l'expression fonctionnelle du besoin
5. Analyse comparative : l'objectif est de présenter des arguments permettant la prise d'une décision
6. Evaluation et retour d'expérience : l'objectif est d'assurer une amélioration continue à la pratique de l'AV (AFNOR NF X 50-152).

L'analyse de la valeur est une des méthodologies sur lesquelles est fondé le management par la valeur qui est défini comme étant «un style de management particulièrement destiné à mobiliser les individus, à développer les compétences et à promouvoir les synergies et l'innovation, avec pour objectif la maximisation de la performance globale d'un organisme » (norme EN 12973 :2000). La pratique du management par la valeur nécessite l'engagement de la direction générale vis-à-vis des concepts de valeur et de fonction, l'existence d'une politique valeur, et la définition des objectifs en termes de valeur.

L'analyse de la valeur est une méthode universelle applicable à tout type de problématique et projet mais son utilisation est limitée à la conception de produits/services (Elhamdi, 2005).

III.3.3.2. Value Stream Management / Mapping

Le *Value Stream Mapping* (VSM) est une méthode de lean manufacturing de cartographie d'un processus. Elle vise à cibler les opérations sans valeur ajoutée, pour ensuite les réduire ou les supprimer. C'est une méthode destinée à repérer les sources de gaspillages dans les chaînes de valeur individuelles, c'est-à-dire pour un produit ou une famille de produits.

Un *value stream* est l'ensemble des activités ayant une valeur ajoutée et des activités n'ayant pas de valeur ajoutée, nécessaires pour concevoir et produire le produit (Rother & Shook, 2003). Adopter une vision « *value stream* » veut dire regarder la grande image et non pas évaluer des activités individuelles. Le *value stream mapping* vise à améliorer l'ensemble des activités et non pas les optimiser séparément. Cette méthode consiste à suivre le chemin de production du produit à partir du client jusqu'au fournisseur, à créer une présentation visuelle de chaque processus, du flux physique et du flux d'information et de poser des questions clés et dessiner un futur *value stream* (Rother & Shook, 2003). Le *value stream mapping* est à la fois un outil de communication, de planification et de gestion du changement (Rother & Shook, 2003). Il vise essentiellement à créer plus de valeur et à réduire les pertes et le gaspillage. Selon (Hines & Rich, 1997), il existe sept outils principaux pour le *value stream mapping* : le mapping des activités et des processus, la matrice de réactivité de la chaîne logistique, l'analyse de la variabilité des processus de production, Le mapping de la filtration de la qualité, le mapping de l'amplification de la demande, l'analyse des points de décision, le mapping de la structure physique.

III.3.3.3. SimulValor

SimulValor a été développé par Elhamdi dans ses travaux de thèse. SimulValor est une approche d'aide à la décision managériale de haut niveau où les actions sont des projets potentiels de développement des activités de l'entreprise et où les critères globaux d'évaluation sont les valeurs générées (Elhamdi, 2005).

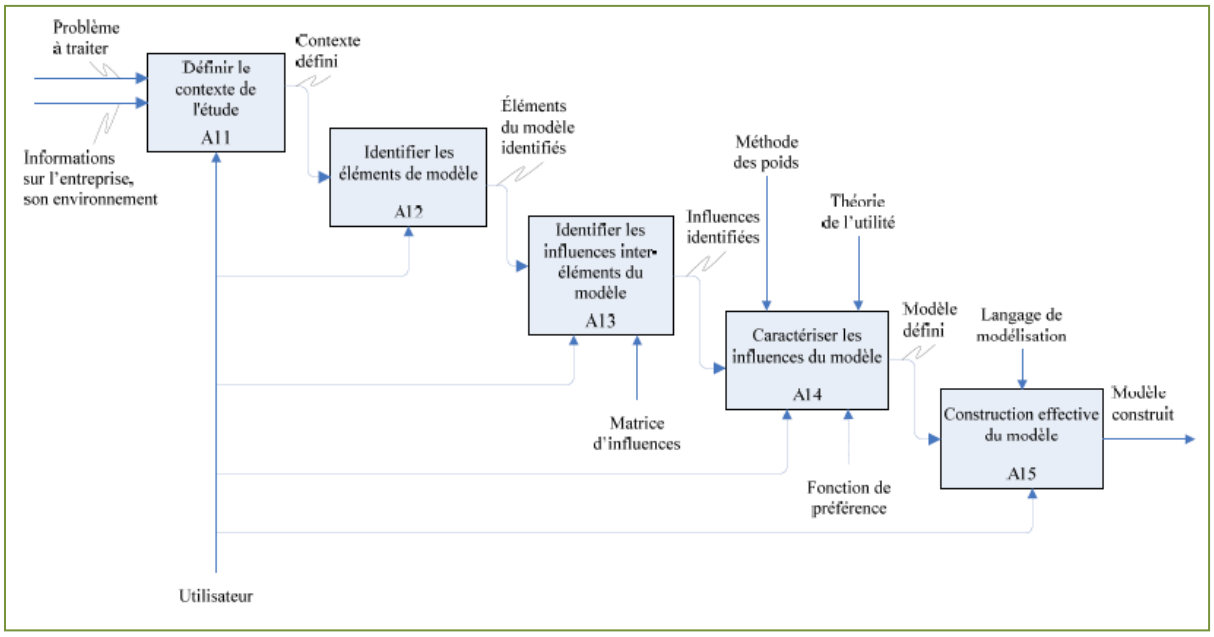


Figure 14. Construction du modèle SimulValor extrait de (Mauchand, 2007).

La démarche pour cette approche est décrite dans la figure 15. La première étape consiste à collecter toutes les données nécessaires. Notamment elle se décline en identifiant les éléments principaux du modèle (activités, parties bénéficiaires, stock), et en déterminant les relations d'influences entre les différentes informations immatérielles et la performance des activités ainsi que les différents types de valeur générés. Les éléments de ce langage sont présentés dans la figure 16. Les étapes à suivre pour construire un modèle SimulValor sont présentées dans la figure 14.

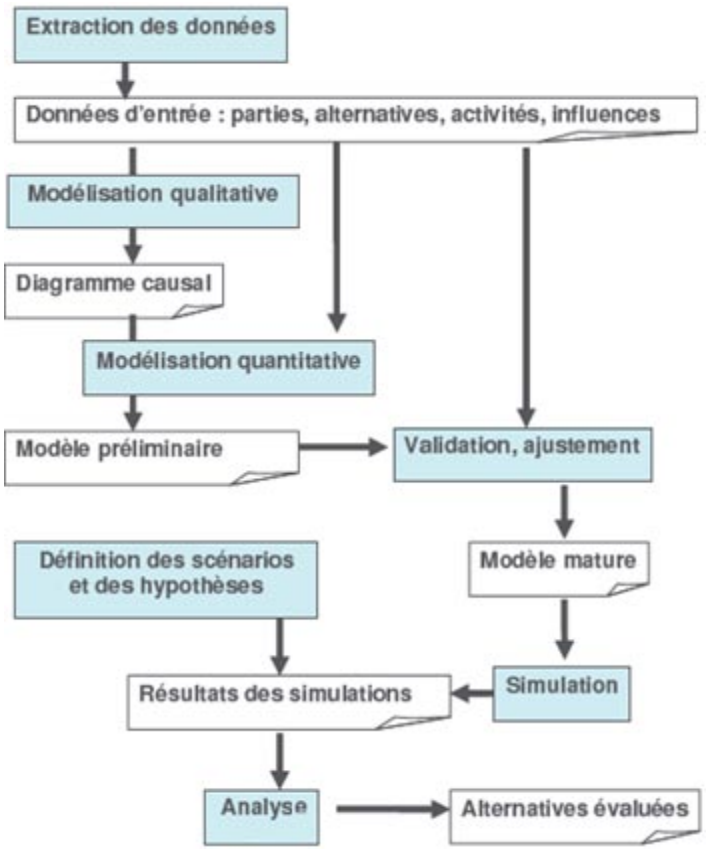


Figure 15 : Démarche SimulValor (Elhamdi, 2005).

SimulValor vise à modéliser la valeur et les variables qui influent sur elle. La valeur générée du système est calculée par l'application de la théorie d'utilité. La valeur est rattachée à une partie bénéficiaire qui bénéficie de cette valeur et l'influence également. Une partie bénéficiaire peut être un concepteur, un fabricant, une entreprise, un fournisseur, etc. Les manques constatés dans cette approche concernent la notion de produit qui n'est pas assez bien définie et modélisée puisque les fonctionnalités du produit n'entrent pas dans le cadre d'étude de ce travail. Elhamdi ne prend pas en compte la relation de causalité entre les fonctions d'un produit et l'exécution des activités. Du même, la relation entre la valeur générée et les fonctions du produit n'est pas prise en compte.

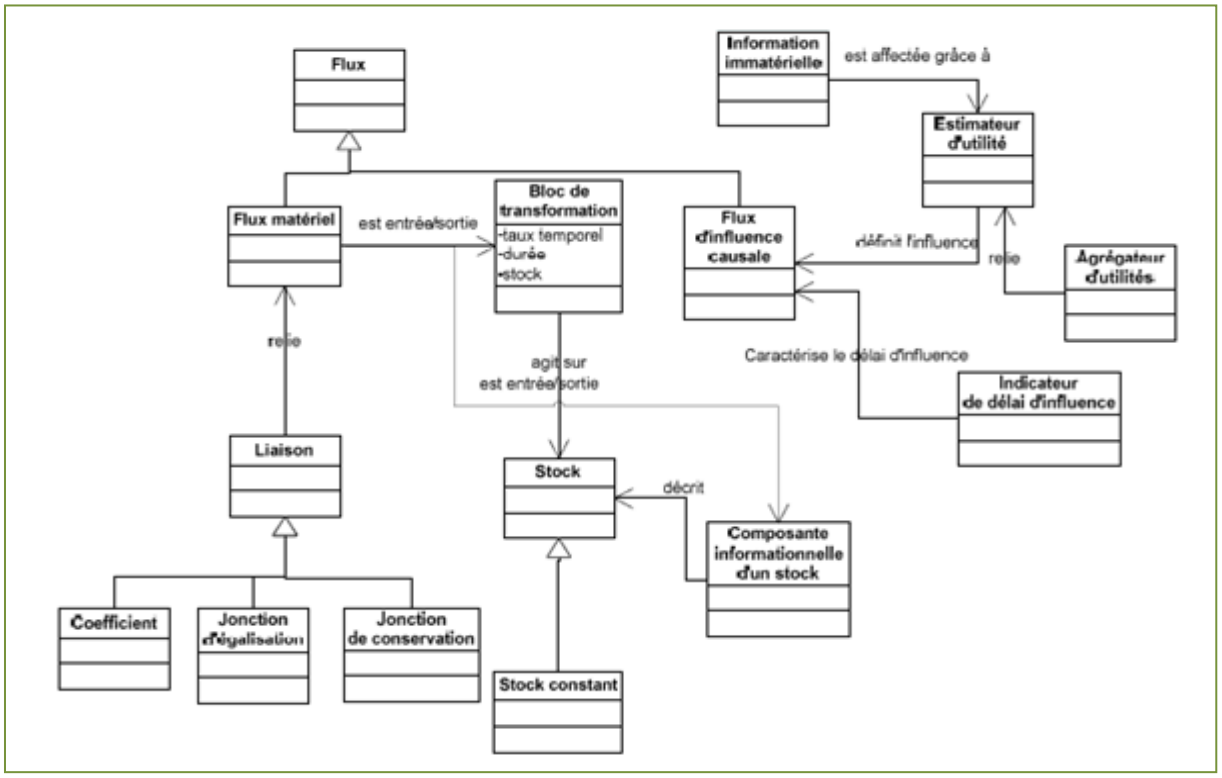


Figure 16 : Diagramme de classes UML des éléments de modélisation SimulValor (Mauchand, 2007).

III.3.3.4. Conclusion

L'évaluation de la valeur est la meilleure approche pour évaluer la performance. Elle englobe des facteurs extérieurs, le comportement des différents acteurs intérieurs et extérieurs, et tient compte non seulement de la qualité, du coût, des délais mais aussi de tout facteur susceptible d'influer sur la valeur. Néanmoins, ni le *value stream mapping*, ni l'analyse de la valeur, ni le management de la valeur sont applicables dans le cas d'une aide à la décision stratégique, tandis que SimulValor l'est.

III.3.4. Vue Globale : ECOGRAI

L'emploi de la méthode ECOGRAI permet d'avoir une vue globale du fonctionnement du système tout en identifiant les fonctions clés, ainsi que l'ensemble d'indicateurs de performance liés à chacune d'elles. Cette méthode se base sur le modèle d'entreprise GRAI (Ducq, 1999), et elle se compose d'une démarche logique de modélisation par approche « descendante » visant à décliner les objectifs stratégiques en objectifs opérationnels et d'une démarche participative de conception auprès des futurs utilisateurs (approche « ascendante »).

Les phases de la méthode ECOGRAI sont présentées dans la figure 17. Premièrement, la structure de pilotage du système est modélisée à l'aide des grilles GRAI. Dans cette première phase, les centres de décision dans lesquels nous souhaitons implanter des indicateurs sont identifiés. Ensuite, les objectifs rattachés à chacun de ces centres de décision sont identifiés. La phase suivante consiste à extraire les variables de décision qui sont les leviers sur lesquels les décideurs peuvent agir pour atteindre leurs objectifs. Ainsi, les indicateurs de performance sont déterminés dans la troisième phase afin de concevoir, développer, implanter et maintenir un système d'information pour le pilotage des indicateurs de performance. Celui-ci doit être intégré dans le système d'information de l'entreprise (Ducq, 1999).

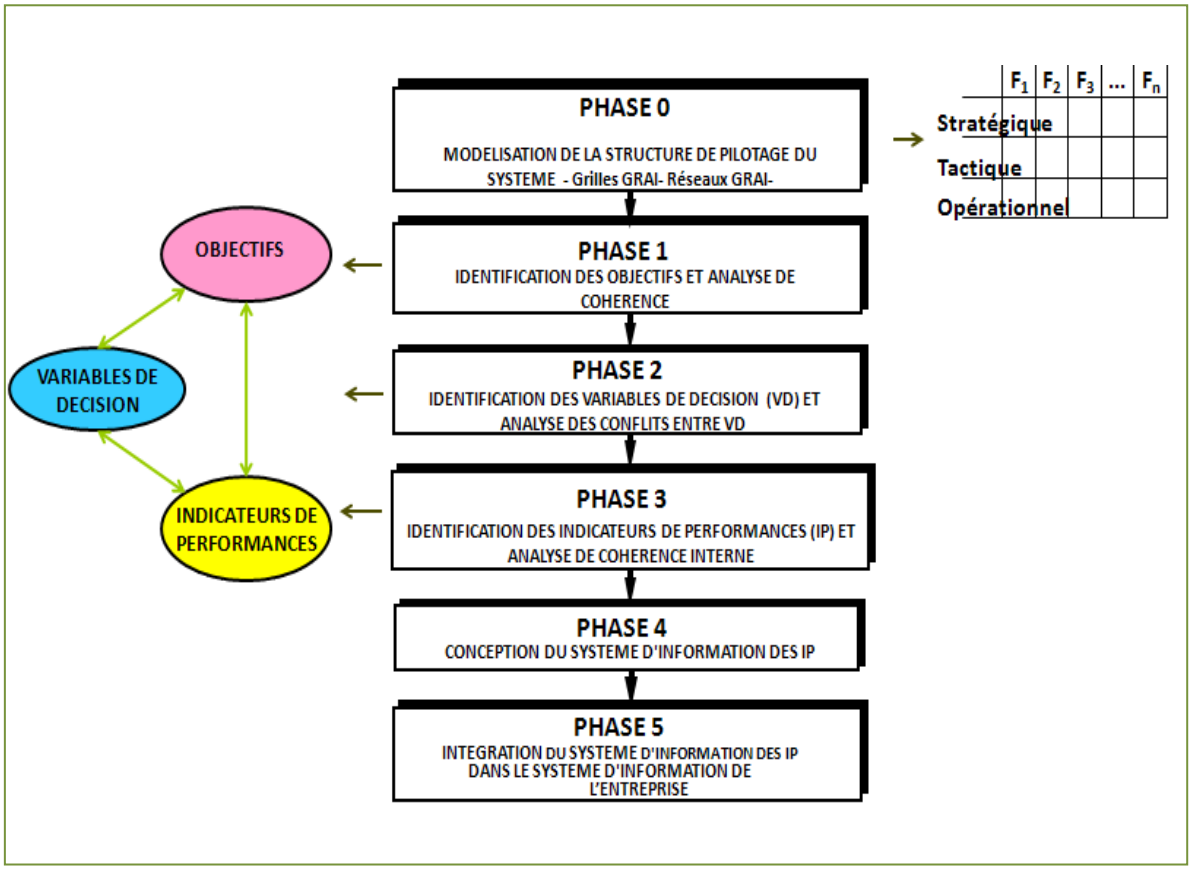


Figure 17 : Les phases de la méthode ECOGRAI adapté de (Ducq, 1999)

Un avantage de la méthode ECOGRAI est qu'elle permet de travailler la définition de système d'indicateurs de performance pertinents et cohérents en rapport avec les variables de décision. Néanmoins, elle n'offre pas d'axes d'analyse approfondis pour la relation causale à la décision. Cet outil, utilisé seul ne permet pas de déterminer les origines d'une déficience.

III.3.5. Comparaison des principales méthodes de pilotage de la performance

Les avantages et inconvénients des principales méthodes pour l'évaluation de la performance sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Avantages et désavantages des méthodes principales pour l'évaluation de la performance

Technique/ Méthode	Avantages	Inconvénients
ABC / ABM	• Complémentaire à la comptabilité et bonne pour la compréhension des processus, des coûts générant de la valeur, et des facteurs de coût	• Application lourde dans les PME • Analyse basée uniquement sur les coûts de revient • Consomme énormément de temps pour collecter les données nécessaires • Les rapports d'ABC ne sont pas conformes aux principes comptables généralement reconnus
TQM	• Introduction du progrès continu à travers toute l'organisation	• Innovation et succès non assuré • Lourde pour les PME
QFD	• Applicable partiellement	• Très lourde application en PME • Consomme énormément de temps de gestion et de coût de formation • exige un engagement irréaliste des employés
Six Sigma	• Bonne performance pour les productions en grandes séries	• Usage limité dans les PME et dans les productions non répétitives • Difficulté de collecte de données nécessaires • Amélioration de la performance financière non garantie
Value Stream Mapping	• Met en évidence la création de valeur. • Permet d'aller au-delà des manifestations du gaspillage • Fournit une base d'échange pour discuter de l'intérêt des divers processus de fabrication • Fait ressortir les liens entre les flux de matières et les flux d'information (Rother & Shook, 2003)	• Impossibilité de mapper plusieurs produits qui n'ont pas de cartes identiques de flux de matières • Échec de relier les délais d'attente et du transport et les tailles de lots de transfert aux paramètres de fonctionnement et les mesures de performance du système de fabrication • Abscence de toute mesure économique de la valeur • N'a pas la capacité, en raison de la méthode de cartographie manuelle, de développer rapidement et d'évaluer des scénarios multiples «*what if*»
Analyse de la valeur	• Méthode universelle applicable à tout type de problématique et projet	• Utilisation limitée à la conception de produits/services • Parfois lourde pour les PME
Managem-ent par la valeur	• Approche systématique qui tient compte de toutes les parties bénéficiaires et de l'environnement de l'entreprise	• Nécessité d'outils pour étendre son application
ECOGRAI	• Permet la définition d'un système cohérent et pertinent d'indicateurs de performance en rapport avec les variables de décision	• N'offre pas d'axes d'analyse approfondis pour la relation causale à la décision • Difficulté de déterminer les origines d'une déficience

Pour mieux évaluer une stratégie de MC, il faudra analyser son influence non seulement sur le profit de l'entreprise, mais aussi sur son image, sur son rang parmi les compétiteurs, sur la satisfaction du client et sur sa fidélité ainsi que sa volonté d'achat. Tous ces facteurs ainsi que d'autres sont intégrés dans la notion de la valeur. Nous concluons donc que la meilleure approche pour l'évaluation de la performance est une approche par évaluation de la valeur. Dans le cadre de ces travaux de thèse nous nous intéressons à l'évaluation de la performance pour assister la décision de passage de la MP à la MC au niveau managérial.

L'approche de l'analyse de la valeur n'est pas applicable dans le cadre des décisions managériales. Toutefois, SimulValor est une méthode d'évaluation de la valeur dans le cadre de décisions managériales. Ainsi nous l'adaptons pour l'évaluation de la performance de l'entreprise afin de permettre de prendre la décision managériale la plus appropriée.

(Burlat & Boucher, 2003) précisent que la démarche d'évaluation de performance, qu'elle soit conduite *a priori* ou *a posteriori*, s'appuie toujours sur un modèle d'interprétation du système réel (analyse d'un modèle ou mesure directe). Ainsi, pour réaliser ce modèle d'interprétation du système réel nous nous appuyons sur la modélisation de l'entreprise qui consiste à « décrire l'organisation des processus d'un système soit dans le but de les simuler pour comparer divers scénarios, soit dans le but de les analyser et de les restructurer pour améliorer la performance du système » (Vernadat F. , 1999). Ainsi, dans ce qui suit nous présentons les langages et cadres principaux pour la modélisation d'entreprise afin de déterminer le plus adapté à notre cas.

III.4. Modélisation d'entreprise pour l'évaluation de la performance

La modélisation d'entreprise est définie **comme l'art de l'externalisation des connaissances ayant une valeur ajoutée à l'entreprise ou qui doivent être partagées.** Les principaux objectifs de la modélisation d'entreprise sont d'offrir une meilleure compréhension de la structure et des opérations de l'entreprise, le soutien de l'ingénierie de l'entreprise, et offrir un modèle utile pour contrôler et évaluer les opérations de l'entreprise (Vernadat F. , 2002). Les éléments qui doivent être modélisés sont les informations sur le produit décrit par un modèle de produit et un modèle de processus de conception, des processus d'affaires qui peuvent être des processus administratifs, de gestion, techniques ou de soutien, les ressources techniques, l'information, l'organisation et les décisions, les humains, et enfin les coûts comme les flux financiers (Vernadat F. , 2002).

Plusieurs langages et cadres de modélisation de l'entreprise ont été proposés par la littérature. La différence principale entre les différents langages ou différentes méthodes réside dans l'objectif de leur utilisation. Dans ce qui suit nous présenterons un résumé de ces langages.

La norme CEN ENV 40003, offre un référentiel partagé de la modélisation d'entreprise. Elle décrit les trois axes d'analyses possibles qui sont présentés dans la figure 18.

La modélisation d'entreprise se base sur un langage. Dans ce qui suit, nous analysons les différents langages qui ont été développés à cette fin pour déterminer le plus adapté à notre problématique de recherche.

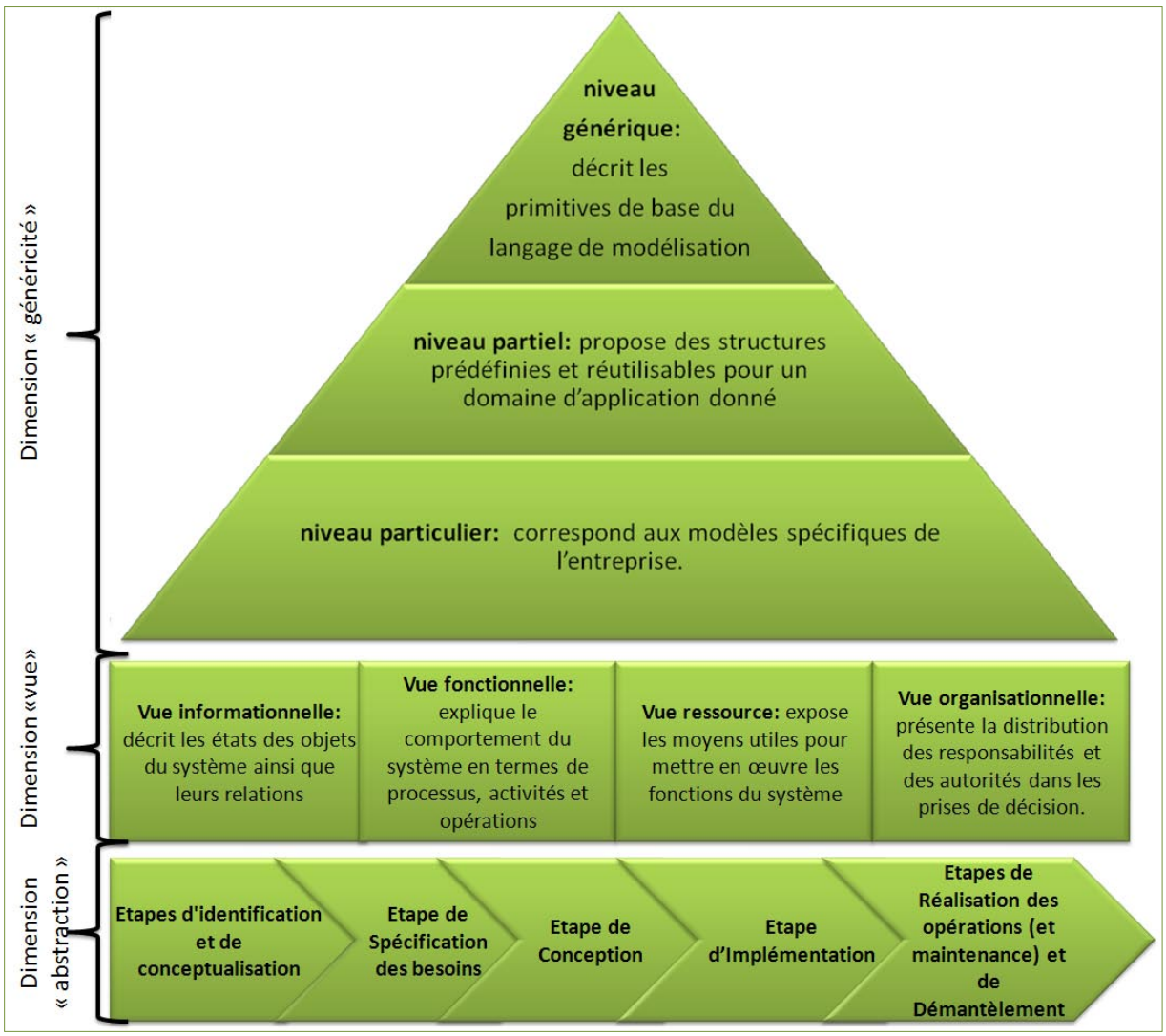


Figure 18: Les trois axes d'analyses possibles pour la modélisation d'entreprise selon la norme CEN ENV 40003

III.4.1. Les langages de modélisation

III.4.1.1. SADT / IDEF

SADT (*Structured Analysis Design Technics*) développé par D. Ross en 1977, permet de modéliser des systèmes à l'aide d'actigrammes. IDEF (acronyme d'*ICAM Definition Method*) regroupe cinq méthodes complémentaires : IDEF0/SADT, IDEF1, IDEF1x, IDEF2, IDEF3.

III.4.1.1.1. SADT/IDEF0

SADT/IDEF0 demeure l'une des méthodes les plus connues de modélisation des activités et par là même des processus. Elle permet de dégager à partir de l'analyse des besoins, les spécifications fonctionnelles du système à concevoir. SADT permet de décomposer un modèle étudié en deux parties : les activités et les données. Ces dernières sont modélisées par deux types de diagrammes (boites) : Actigrammes et Datagrammes. Selon IDEF0, une activité (figure 19) peut être vue comme une fonction qui transforme des objets d'entrée en objets de sortie (réalisation d'une tâche) à partir de directives de contrôle (informations) en s'appuyant sur les potentialités des mécanismes

(ressources). Une activité, peut être décomposée en sous-activités. Un diagramme IDEF0 est donc un ensemble de fonctions connectées par des flux.

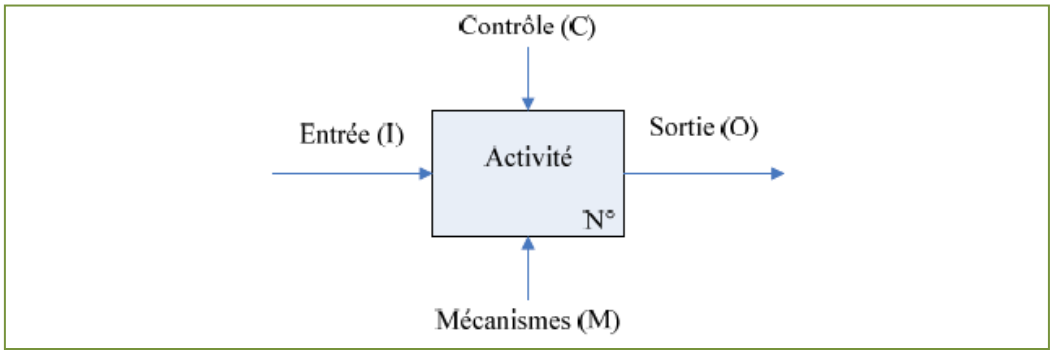


Figure 19 : Activité décrite par le modèle IDEF0, (Vernadat, 1999).

Même si la notation graphique de ce langage et sa syntaxe sont simples et naturelles, il possède plusieurs limites :

- son usage se limite à un point de vue fonctionnel.
- SADT ne distingue pas les différents types de flux entrant et sortant d'une activité ce qui peut provoquer une confusion lors de l'interprétation du modèle obtenu.
- son emploi est réduit à l'utilisation de son formalisme graphique.
- SADT manque de sémantique.
- ce langage permet uniquement de traiter les aspects statiques d'un système, l'évolution dans le temps et l'exécution concourante des différentes activités ne sont pas modélisées (Lutherer, 1996; Daihani, 1994)

III.4.1.1.2. IDEF1

IDEF1 capte l'information qui existe sur les objets dans le cadre d'une entreprise. La perspective IDEF1 d'un système d'information comprend non seulement les composants automatisés du système, mais aussi les composants non-automatisés des objets tels que les personnes, etc. IDEF1 a été conçu comme une méthode pour les organisations pour analyser et énoncer clairement leurs besoins et leurs exigences en information de gestion des ressources. Plutôt que d'une méthode de conception de bases de données, IDEF1 est une méthode d'analyse utilisée pour identifier les éléments suivants:

- Les informations collectées, stockées et gérées par l'entreprise.
- Les règles régissant la gestion de l'information.
- Les relations logiques au sein de l'entreprise reflétées dans les flux d'information.
- Les problèmes résultant de l'absence de gestion de bonnes informations.

III.4.1.1.3. IDEF1X

IDEF1X est une méthode pour concevoir des bases de données relationnelles avec une syntaxe conçue pour supporter les constructions sémantiques nécessaires au développement d'un schéma conceptuel. Un schéma conceptuel est une définition unique et intégrée des données d'entreprise qui est impartiale envers toute demande unique et indépendante de son accès et de son stockage physique. Parce qu'elle est une méthode de conception, IDEF1X n'est pas particulièrement adaptée pour servir d'outil d'analyse As-Is, mais il est souvent utilisé à ce titre comme une alternative aux IDEF1. IDEF1X est le plus utile pour la conception des bases de données logiques.

III.4.1.1.4. IDEF2

IDEF2 est un langage de modélisation du comportement d'un système de production basé sur le concept des files d'attente, dérivé du langage SLAM. Il est basé sur 4 modèles : modèle du système physique, modèle du flux des entités, modèle de gestion des ressources et modèle de contrôle du système. Un inconvénient d'IDEF2 est que le résultat obtenu par la simulation correspond à des cas de fonctionnement particuliers. En effet, aucune généralisation sur le système modélisé n'est possible (Lutherer, 1996).

III.4.1.1.5. IDEF3

IDEF3 est complémentaire à IDEF0, il permet de palier le manque de la représentation du temps dans IDEF0. Il représente les modèles sous la forme de flux de processus et de diagrammes de changement d'état des objets associés. Un objet est une abstraction qui représente une entité physique de l'environnement réel modélisé ou un concept qui intervient dans la description d'un processus. Afin de décrire le flux de processus, des unités de comportements, des fonctions, des liens, et des référents sont utilisés.

Selon (Lutherer, 1996), IDEF3 ne permet pas de gérer les ressources ou les flux de matières. En plus, la richesse de ses outils ne lui permet pas de décrire simplement et formellement une condition sur l'exécution d'un processus, toute information additionnelle est traitée sous forme de commentaire.

III.4.1.2. BPMN

Business Process Modeling Notation (BPMN) a été développée par la *Business Process Management Initiative* (BPMI), et est maintenant maintenue par *l'Object Management Group* (OMG). Son but principal est de fournir une notation qui soit réellement compréhensible par tous les utilisateurs de l'entreprise. BPMN est une notation graphique standardisée pour modéliser des procédures d'entreprise dans un workflow.

Les éléments principaux de BPMN sont les activités, les événements, les objets de connexion (flux physiques, flux d'information, association) et les objets de données. Ces éléments sont présentés dans la figure 20.

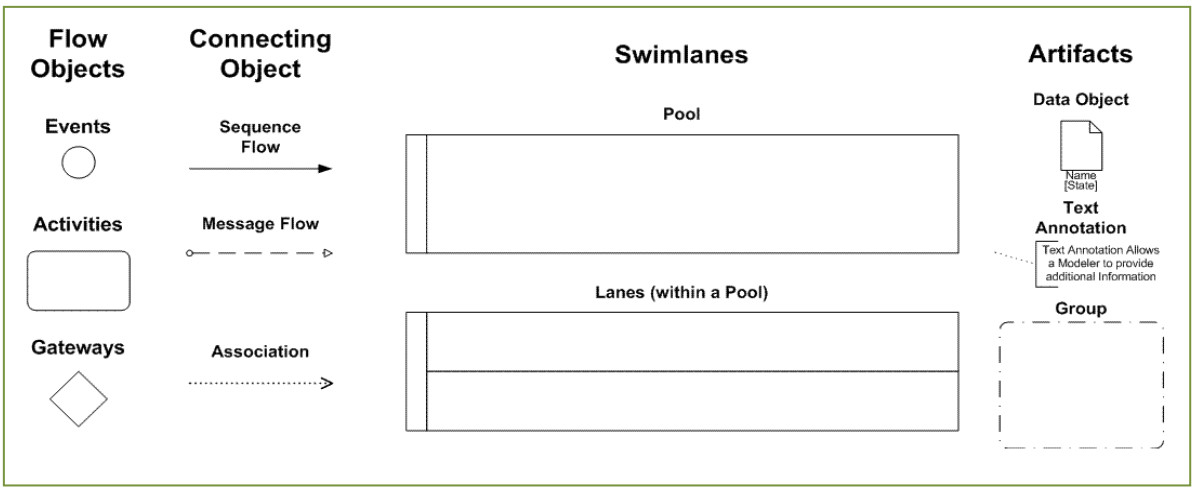


Figure 20 : Les éléments principaux de BPMN (BPMN)

BPMN se focalise sur la vue fonctionnelle. Il est adapté pour la modélisation des activités constituant des processus. Il n'est pas bien adapté pour exprimer les modèles dans le domaine orienté objet. Il manque de concepts comme des hiérarchies de classes. BPMN n'est pas adapté pour la modélisation de structures organisationnelles et des ressources, des découpages fonctionnels, des données et des modèles d'information, de la stratégie ou des règles d'affaires (White et al., 2004).

BPMN a été construit pour soutenir les concepts de modélisation qui sont pertinents pour les processus (BPNI, 2005). Pour cette raison, certains concepts importants en ce qui concerne la spécification des processus au sein d'autres domaines sont absents du langage BPMN.

III.4.1.3. UML

UML (*Unified Modeling Language*) fut accepté par l'OMG en 1997. Ce langage permet la modélisation d'un système selon différents diagrammes :

- Le diagramme de classes : permet de définir les différentes classes d'objets et leurs relations, c'est un langage structurel.
- Le diagramme d'activités et le diagramme de séquences : permettent quant à eux de définir des processus et sont donc des langages comportementaux.
- Le diagramme de cas d'utilisation : permet une première ébauche du besoin, c'est un langage fonctionnel.
- Diagramme de collaboration : offre une représentation spatiale des objets, des liens et des interactions.
- Diagramme de déploiement : permet de représenter le déploiement des composants sur les dispositifs matériels.
- Diagramme d'états-transitions : permet de représenter le comportement d'une classe en termes d'état.
- Diagramme d'objets : permet de représenter des objets et leurs relations, correspond à un diagramme de collaboration simplifié, sans représentation des envois de message.

UML comble une lacune importante des technologies objet. Il permet d'exprimer et d'élaborer des modèles objet, indépendamment de tout langage de programmation. Il a été pensé pour servir de support à une analyse basée sur les concepts objet.

UML est un langage formel et normalisé et un support de communication performant, néanmoins l'intégration d'UML dans un processus n'est pas triviale et améliorer un processus est une tâche complexe et longue. Son principal désavantage est sa difficulté de mise en œuvre au sein de n'importe quel processus. Son apprentissage est assez long et demande beaucoup de rigueur. C'est pourquoi certains hésitent à l'utiliser.

III.4.1.4. SysML

System Modeling Language est une extension d'UML accepté en 2004 par l'OMG. Il reprend les diagrammes d'UML en ajoutant, entre autre, un diagramme de spécifications qui tend à palier le manque d'UML en termes de langage fonctionnel.

SysML est un langage de modélisation pour les systèmes d'applications d'ingénierie donc il est dédié à l'informatique. Il prend en charge la spécification, l'analyse, la conception, la vérification et la validation d'un large éventail de systèmes et de systèmes de systèmes. Ces systèmes peuvent comprendre des matériels, des logiciels, des informations, des processus, des ressources humaines et des installations (Sysml, 2011).

III.4.1.5. SimulValor

SimulValor est un langage développé par Elhamdi en 2005 pour la modélisation d'un réseau de valeur. Elhamdi démontre la nécessité de développer un langage et une méthodologie dédiés à la modélisation d'un réseau de valeur. SimulValor permet de palier le manque de modélisation de la valeur et des facteurs l'influant. SimulValor se base sur le langage de la dynamique des systèmes qui est une méthode de modélisation / simulation adéquate pour le traitement et l'analyse de phénomènes de causalité complexes qui font intervenir généralement un grand nombre de variables et des liens de causalité de délais de concrétisation différents (Elhamdi, 2005).

SimulValor tient compte des particularités de la notion de valeur, notamment des différentes manières de la voir et de la définir par les différentes parties bénéficiaires impliquées, de près ou de loin, dans l'activité de l'entreprise. Les éléments de ce langage (figure 21) sont :

- **Flux matériel** qui désigne la circulation d'entités de type matériel (matières, commandes, temps, coûts…).La variable f associée au flux représente son débit temporel.
- **Stock** qui représente l'accumulation d'une quantité d'entités de type matériel.
- **Stock constant** qui sert à modéliser un stock situé en dehors des limites du système étudié et analysé
- **Bloc de transformation** qui représente une activité
- **Coefficient** qui représente une relation qui lie les valeurs de deux flux.
- **Jonction d'égalisation** qui impose la valeur d'un flux entrant à un ensemble de flux sortants, ou la valeur d'un flux sortant à un ensemble de flux intrants.
- **Jonction de conservation** qui présente une relation d'égalité entre la valeur d'un flux entrant et la somme des valeurs d'un ensemble de flux sortants, ou entre la valeur d'un flux sortant et la somme des valeurs d'un ensemble de flux intrants.
- **Composante informationnelle d'un stock** qui décrit le stock et son contenu : par exemple coût d'achat pour un stock de matières.
- **Flux d'influence causale** qui indique une influence causale directe entre les deux variables liées. En d'autres termes, le calcul de la variable influencée fait intervenir la variable influençante.
- **Information immatérielle** qui intervient dans la structure causale du système industriel modélisé mais qui ne concerne pas nécessairement un stock bien précis : l'image de l'entreprise par exemple.
- **Estimateur d'utilité** qui indique que la variable influente n'influence pas numériquement par sa valeur brute mais à travers une fonction d'utilité qui convertit sa valeur brute en une valeur d'utilité entre 0 et 1. C'est cette utilité est utilisée dans le calcul de la variable influencée. Elle est superposée à un flux d'influence.
- **Indicateur de délai d'influence** qui indique le délai mis par la variable influencée pour prendre en compte une variation de la valeur transmise par l'influence. En d'autres termes, les variations de la variable influente sont prises en compte par la variable influencée avec un retard égal à d. Cet indicateur est superposé à un flux d'influence.
- **Agrégateur d'utilités** qui permet d'agréger plusieurs influences avant de passer à la variable influencée. Ceci est dans le cas où une variable reçoit plus d'une influence et que ces influences sont quantifiées par des fonctions d'utilité. Les poids indiqués sur l'agrégateur indiquent pour chaque influence son coefficient d'importance lors de l'agrégation. Cet élément donne en sortie une moyenne arithmétique des flux en entrée en tenant compte des poids indiqués.

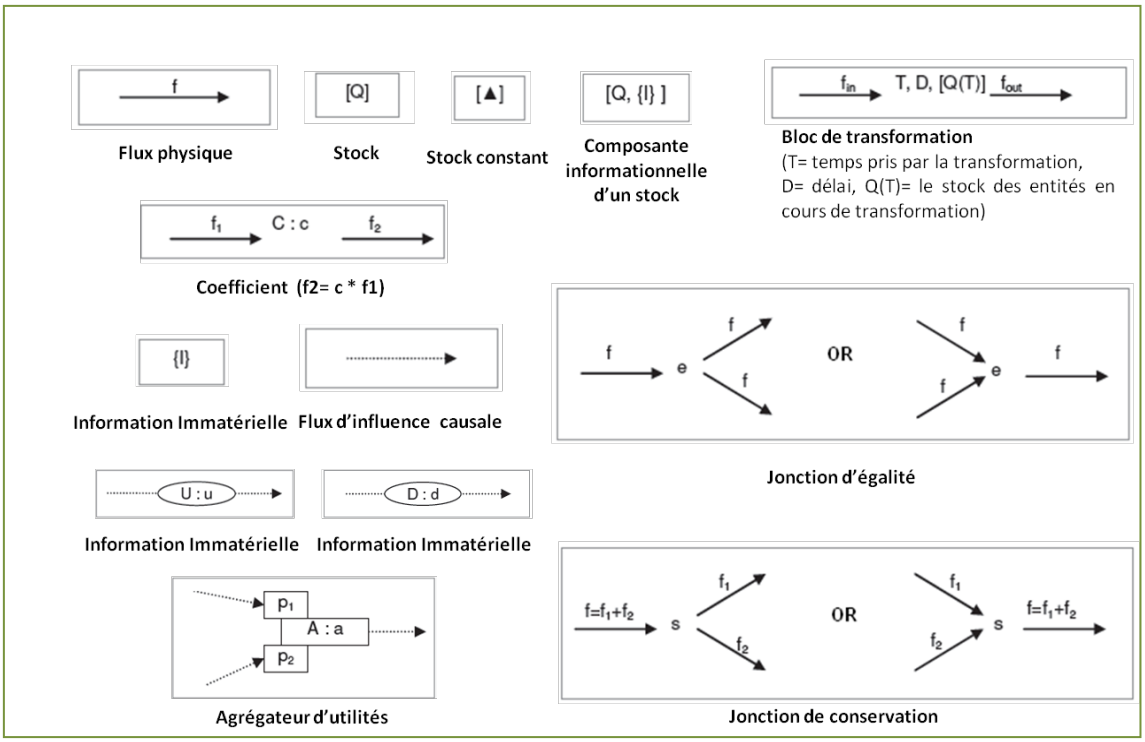


Figure 21 : éléments du langage SimulValor adapté d' (Elhamdi, 2005).

III.4.1.6. Comparaison des différents langages pour la modélisation de l'entreprise

Le tableau 5 positionne les différents langages pour la modélisation d'entreprise. Sachant que nous nous intéressons à la modélisation d'un réseau de valeur afin d'évaluer la performance d'une entreprise dans le cadre de la MC, nous sommes intéressés par un langage qui permet de présenter la valeur ainsi que les relations d'influence et de causalité entre la valeur et les autres objets de l'entreprise. Le seul langage qui permet cette modélisation de la valeur est SimulValor. Ce langage nous permet de présenter dans un seul graphe simple la valeur générée dans un système et l'influence des différentes variables du système sur cette valeur. Néanmoins, les décisions prises au sein du réseau influent sur la valeur générée, ainsi il est nécessaire d'ajouter la notion de décision à ce langage afin de l'améliorer. Ainsi nous nous basons sur la modélisation GRAI d'une activité de décision et nous l'ajoutons au langage SimulValor. Notre amélioration de ce langage est présentée dans le chapitre V.

Tableau 5 : Comparaison des différents langages pour la modélisation de l'entreprise

Langage	Vue			
	Fonction	**Organisation**	**Décision**	**Valeur**
SADT/IDEF0	Oui	Non	Non	Non
IDEF1	Oui	Oui	Non	Non
IDEF1X	Oui	Non	Non	Non
IDEF2	Oui	Non	Non	Non
IDEF3	Oui	Non	Non	Non
BPMN	Oui	Oui	Non	Non
UML	Oui	Oui	Non	Non
SYSML	Oui	Oui	Non	Non
SimulValor	Oui	Oui	Non	Oui

III.5. Conclusion

Dans ce travail de thèse, nous souhaitons évaluer la performance d'une entreprise afin d'aider à la décision managériale de passage de la MP à la MC. Une approche par évaluation de la valeur est la plus adaptée, néanmoins, l'analyse de la valeur telle qu'elle n'est pas applicable dans le cadre de décisions managériales. Ainsi nous proposons une méthodologie pour l'évaluation de la performance qui se base sur une approche d'évaluation de la valeur, pour décider du passage de la MP à la MC. Comme pour toute méthodologie d'évaluation de la performance, une modélisation de l'entreprise est nécessaire. Notre système est un réseau de valeur, ainsi le langage le plus adapté est SimulValor. L'avantage de SimulValor est qu'il permet de modéliser la valeur et les influences des éléments du système sur la valeur. Mais, SimulValor ne satisfait pas pleinement nos attentes, car il ne permet pas de modéliser les décisions et n'offre pas une modélisation du produit et de ses fonctions. Une amélioration du langage est donc proposée dans le chapitre V. Les conclusions de ce chapitre et du chapitre II sont résumées dans la figure 22.

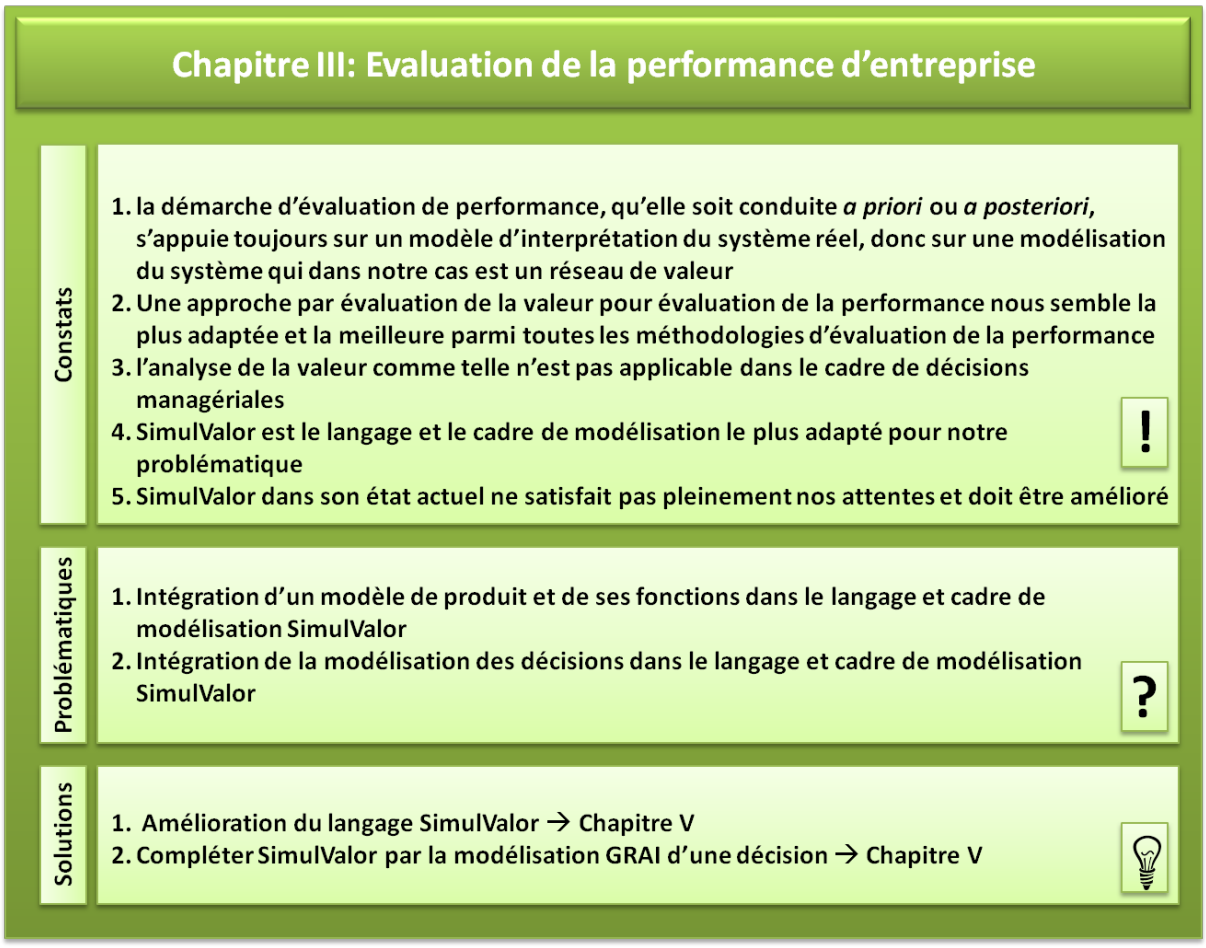
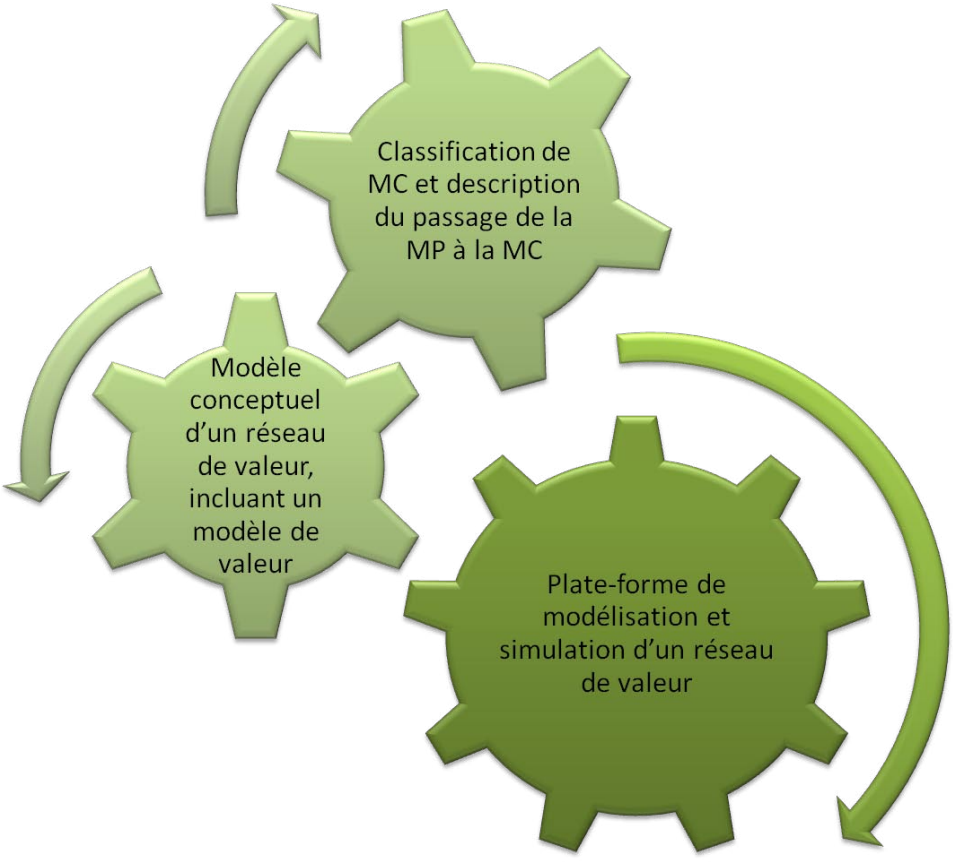


Figure 22 : Conclusion Chapitre II et III

Notre Approche de Modélisation et simulation de réseau de valeur



Chapitre IV : Notre approche : la modélisation pour la simulation de réseaux de valeur.

IV.1. Notre proposition

Comme déjà vu dans le chapitre II, évaluer la performance d'une entreprise en ne mesurant que le coût, le délai, et la qualité n'est pas suffisant. Même si le coût du produit final présenté sur le marché est un facteur essentiel pour la pérennité et la prospérité d'une entreprise, il n'est pas l'unique facteur à inclure dans la prise de décision. Mais donc quels facteurs doivent être inclus ? Quels indicateurs de performance doivent être choisis afin de mieux évaluer la performance d'une entreprise ? De plus, de quel point de vue cette performance doit être évaluée ? En effet, la notion de valeur permet d'apporter des éléments discriminants par rapport à l'unique notion du coût, tout en prenant en compte différents points de vue (objectif et subjectif) et en considérant plusieurs parties bénéficiaires comme l'entreprise et le client. La valeur inclut dans sa notion le coût, les délais, la qualité, et aussi la satisfaction du client, l'image de l'entreprise et beaucoup d'autres facteurs qui sont tous nécessaires à prendre en compte lors d'une décision, en particulier la décision stratégique du passage de la production de masse à la customisation de masse. Le modèle de valeur prenant en compte les différentes parties bénéficiaires et les différents points de vue est expliqué dans le chapitre V.

Pour évaluer la performance de l'entreprise il faut identifier concrètement le système à évaluer. Lors d'une décision stratégique, il est nécessaire d'intégrer le client, les fournisseurs, la chaîne logistique dans le système à évaluer. Ainsi le système considéré est le réseau de valeur dans lequel l'entreprise en question est le fabricant principal qui délivre le produit fini. Comme expliqué par (Elhamdi, 2005) l'analyse de chaîne de valeur se focalise sur les coûts des activités qui interviennent directement sur les phases successives de production et de vente de produit, et ne prend pas en compte des apports de l'activité en termes de satisfaction du client. En outre, cette approche est linéaire et donc empêche la prise en compte des interactions entre les différentes activités. En considérant un réseau de valeur, cela nous permet d'évaluer la performance de l'entreprise en prenant en compte la valeur perçue par le client, l'influence des fournisseurs sur cette valeur, et l'influence de chacun des partenaires du réseau sur cette valeur. En effet, cela nous permet d'intégrer plusieurs partenaires, et différents points de vue. Les concepts fondamentaux de notre méthode sont expliqués dans le chapitre V.

Notre approche de modélisation et simulation de réseau de valeur, tout en étant générale, applicable et adaptable à tout type de produit et entreprise, permet d'évaluer la performance d'une entreprise en considérant non seulement les facteurs classiques comme coût, délai et qualité, mais également d'autres qui sont intégrés dans la notion de la valeur dont le plus important est la satisfaction du client. Cette approche permet également de comparer différents scénarios à l'aide de la simulation afin de choisir le meilleur. La figure suivante résume les entrées et sorties de notre approche.

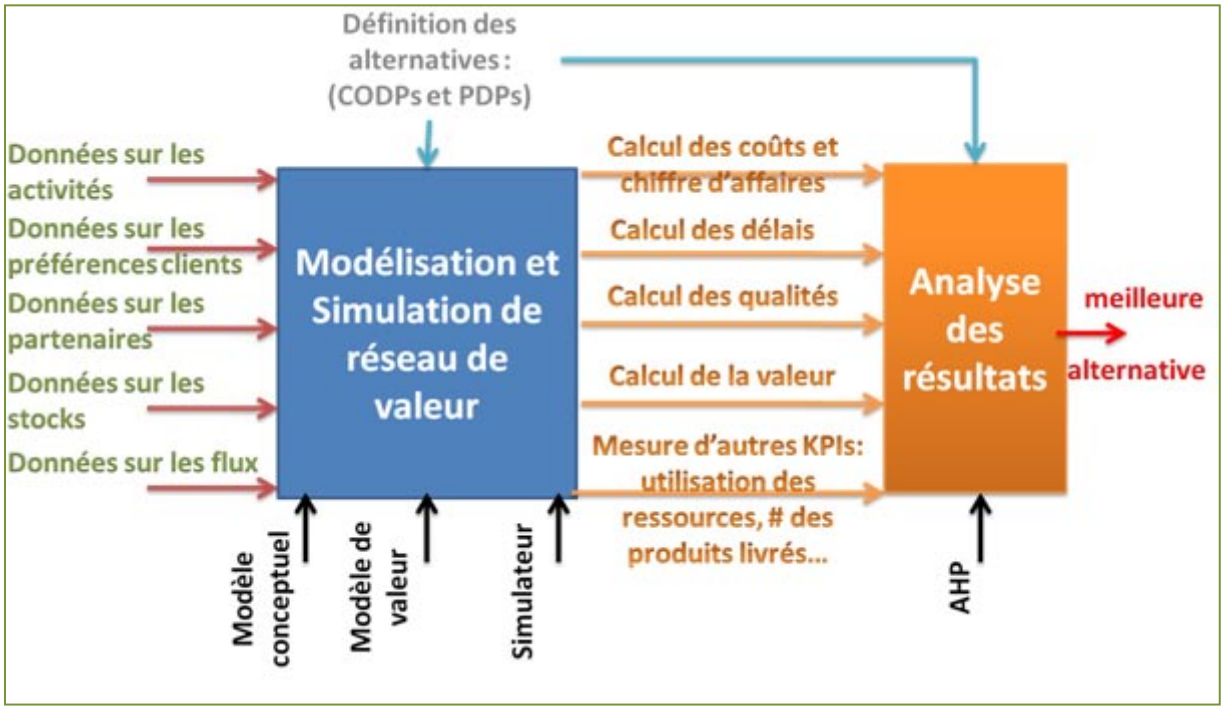


Figure 23 : Entrées et sorties de notre approche

IV.2. Démarche générale

Notre démarche proposée qui est basée sur la modélisation et la simulation de réseau de valeur se décompose en quatre parties successives :

- Partie 1 : La formalisation des éléments nécessaires pour modéliser un réseau de valeur. Cette première partie consiste à analyser le réseau de valeur existant et à extrapoler les données nécessaires à la modélisation de ce réseau. Cette partie comprend les étapes un, deux et trois (voir Figure 24) et sera appliquée dans les chapitres IV et V de cette thèse.

- Partie 2 : Construction et validation du modèle actuel (AS-IS) et définition des différentes alternatives de réseau de valeur futur (TO-BE). Cette partie comprend les étapes quatre, cinq, six et sept (voir Figure 24) et sera appliquée dans les chapitres VI et VII de cette thèse.

- Partie 3 : Expérimentation. Dans cette partie la simulation des alternatives TO-BE de réseaux de valeur a lieu. Cette partie comprend l'étape huit (voir Figure 24) et sera appliquée dans les chapitres VI et VII de cette thèse.

- Partie 4 : Analyse et interprétation des résultats. Cette partie comprend les étapes neuf et dix (voir Figure 24) et sera appliquée dans les chapitres VI et VII de cette thèse.

Ces quatre parties se déroulent en 10 étapes exposées dans la Figure 24. Dans la première étape l'entreprise en question est définie et son état actuel est évalué. Cette étape permet d'évaluer le niveau de maturité de l'entreprise et de déterminer les technologies et compétences qu'elle possède. Cela est nécessaire car le passage de la MP à la MC exige l'existence de certaines technologies et compétences. Si l'entreprise ne les possède pas, des investissements seront nécessaires. A l'aide de cette description de l'entreprise les scénarios futurs probables seront aussi identifiés. Ces scénarios concernent le scénario de MC possible sans grands investissements, et les scénarios qui nécessiteront une mise à niveau. Cette étape qui s'effectue à travers différentes

interviews est décrite dans le chapitre IV, dans lequel tout d'abord les différents types de MC sont identifiés ainsi que leurs exigences technologiques et autre.

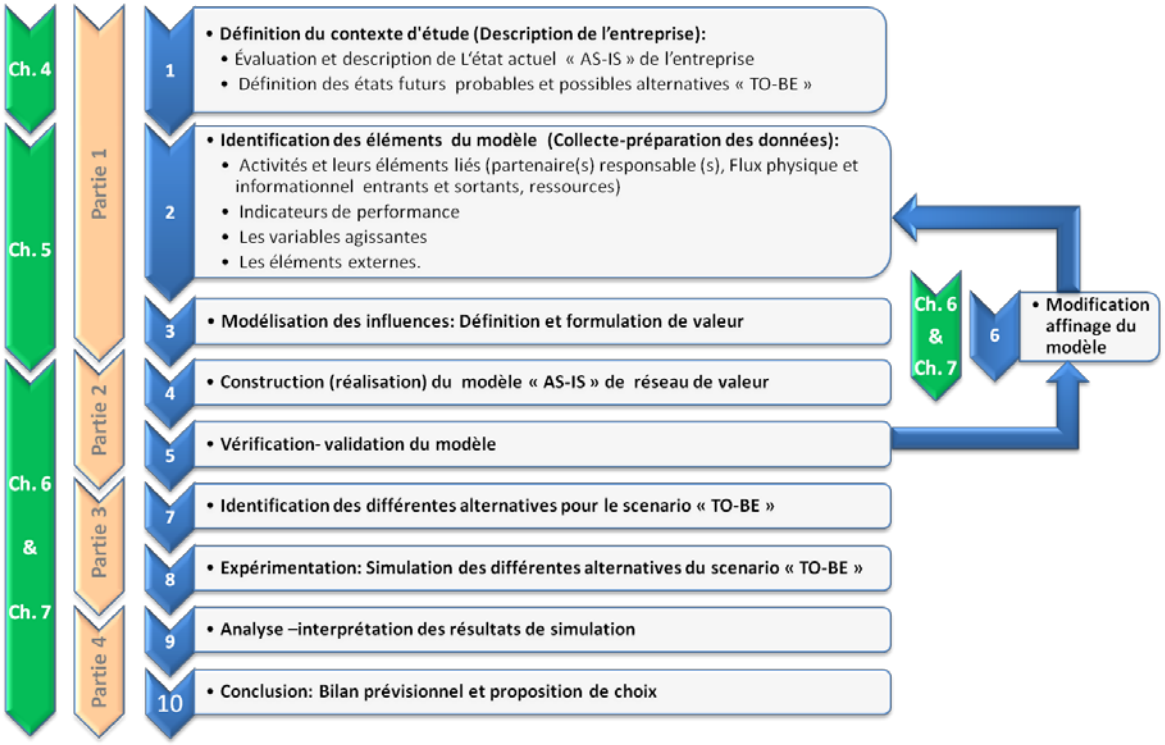


Figure 24 : Démarche globale d'utilisation de l'approche par simulation de réseau de valeur

Dans la seconde étape tous les éléments nécessaires pour modéliser un réseau de valeur doivent être identifiés. Parmi ces éléments il y a les partenaires du réseau, les activités qui génèrent de la valeur, les ressources, les produits, et les variables du système. Ces éléments aussi bien que le langage utilisé sont décrits dans le chapitre V. Notre modélisation utilise le langage de modélisation d'un réseau de valeur SimulValor développé par Elhamdi en 2005. Dans le chapitre V, nos modifications et ajouts à ce langage sont décrits et justifiés. Ce langage comme démontré dans le chapitre III de cette thèse, est le plus adapté pour modéliser un réseau de valeur. Il permet de montrer dans un graphe simple à interpréter, tous les éléments d'un réseau de valeur (partenaires du réseau, les activités générant de la valeur, etc.…) et les interactions entre eux, surtout leur influence sur la valeur qui dépend de la partie bénéficiaire et du point de vue considéré.

Dans la troisième étape, le modèle générique de valeur proposé en chapitre V est adapté à un cas spécifique. Les facteurs influant sur la valeur restant les mêmes, le pourcentage de cette influence change selon le type de produit et selon les réseaux de valeur. Dans le chapitre VII, nous verrons comment le modèle générique de valeur est adapté pour un cas spécifique.

Dans la quatrième étape et tout en utilisant le logiciel Arena de Rockwell softwares, le modèle AS-IS est construit. Le chapitre VI explique comment cela est possible. Les éléments principaux de notre modélisation ainsi que les relations qui les lient sont expliqués dans le chapitre V. Ensuite, dans la cinquième étape, ce modèle est comparé à la réalité. Le modèle AS-IS est simulé comme tel, afin de vérifier qu'il est conforme à la réalité. Cette vérification se fait en comparant les sorties virtuelles du réseau aux sorties réelles. Au cas où le modèle n'est pas conforme, une itération est nécessaire, donc dans l'étape six, on revient à l'étape deux pour vérifier que tous les éléments sont corrects, puis à l'étape 3, 4, 5. La boucle se termine quand le modèle est validé.

Dans l'étape 7 les différentes alternatives de réseaux de valeur futurs (les scénarios TO-BE) à comparer sont définies. La différence entre ces réseaux de valeur sera bien décrite. Un réseau de valeur TO-BE est défini principalement en définissant l'offre de customisation, et comment cette offre sera satisfaite. En outre en précisant quels sont les composants du produit qui seront personnalisables, et quelles seront les activités déclenchées par l'ordre. La précision des alternatives de réseaux de valeur TO-BE est expliquée à travers un cas d'étude dans le chapitre VII.

L'étape 8 consiste à simuler les différentes alternatives de réseau de valeur. L'approche adoptée est une approche par simulation à évènements discrets tout en développant un environnement de simulation de réseau de valeur avec l'application Rockwell-Arena classiquement utilisée en simulation de flux de production.

Enfin, dans l'étape 9, les résultats de la simulation sont interprétés. Les résultats finaux sont la mesure des valeurs générées par le réseau. Une analyse multicritère pour les différentes valeurs générées (valeur pour l'entreprise, valeur pour le client, etc.) nous permet de déterminer le meilleur scénario. Cette étape ainsi que l'étape 10 sont expliquées à l'aide du cas d'étude dans le chapitre VII.

La figure suivante relie ces étapes entre elles, en définissant les entrées et sorties de chaque étape. Comme précisé dans la Figure 24 la première étape est décrite en détail dans la suite de ce chapitre.

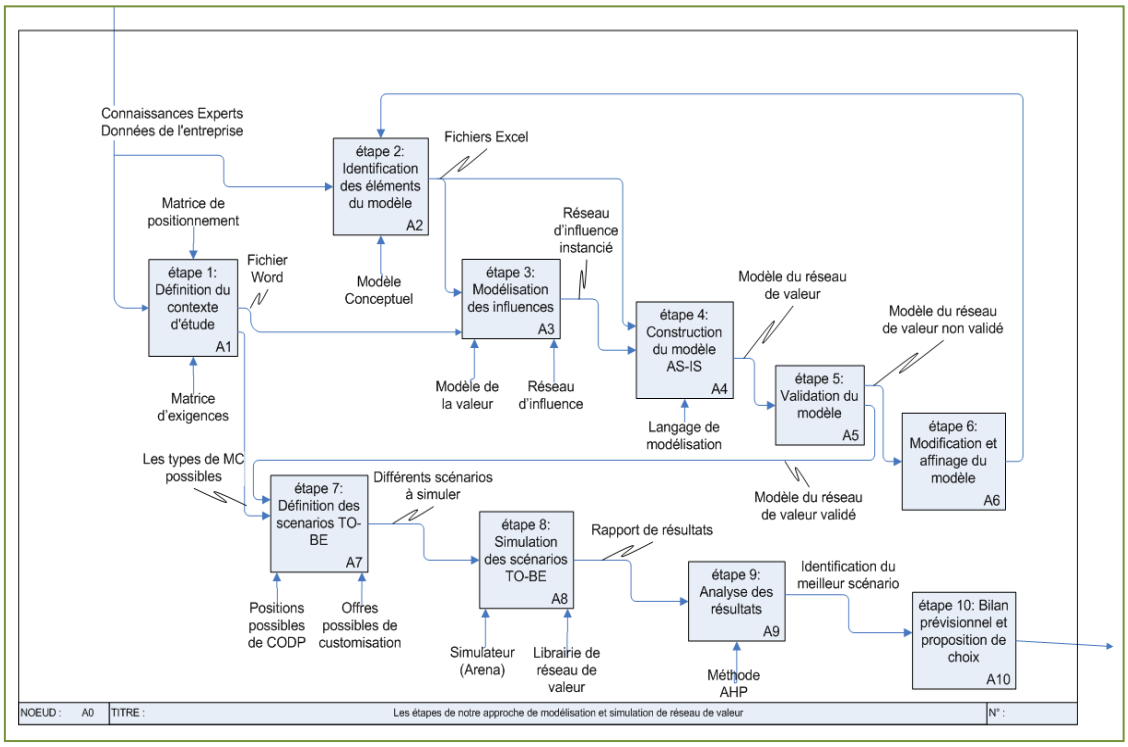


Figure 25 : Les étapes de notre approche.

IV.3. Définition du contexte d'étude

La première étape de notre approche consiste à définir le contexte d'étude. Nous sommes intéressés par le passage de la MP à la MC ou d'un type de MC à un autre tout en améliorant la performance du réseau de valeur. Ainsi la première étape consiste à déterminer l'état actuel (AS-IS) qui peut être la MP ou n'importe quel type de MC, et de définir les différents états futurs possibles (TO-BE).

Afin de comprendre le passage de la MP à la MC, et d'être capable d'améliorer ce passage ainsi que de déterminer l'état actuel et l'état futur, il est nécessaire de déterminer une classification générique de MC. Les exigences de ce passage diffèrent d'un type de MC à un autre. Entre ajouter des services customisables et co-concevoir le produit avec le client, les exigences sont très différentes. Une telle classification est la base d'un système d'aide à la décision de la stratégie de MC à mettre en place, elle nous permet d'évaluer si l'entreprise en question possède toutes les exigences nécessaires pour le type de MC donné, et nous permet de définir facilement le AS-IS et le TO-BE.

Comme vu dans le chapitre I, il n'existe pas de classification totalement satisfaisante qui couvre tous les différents types possibles de MC. Donc, dans ce chapitre nous proposons une classification de MC.

Tout d'abord nous présenterons notre classification de MC. Ensuite nous décrirons les modes de fonctionnement des différents types de MC, pour enfin présenter les étapes du passage de la MP à la MC en spécifiant les exigences pour chaque type de MC.

IV.3.1. Notre proposition de classification de MC

Afin de classer les différents types de la MC nous prenons en compte les deux facteurs précisés dans le chapitre I : le point de l'implication des clients dans la chaîne de production (CODP) et le type de customisation offerte au client. Il existe trois types de customisations possibles :

- le premier est une customisation effectuée par l'ajout des services et des composants additionnels au produit initial. Par exemple, l'ajout d'une ceinture à un pantalon et l'ajout d'une signature sur un pantalon sont des customisations du type additionnel.

- le deuxième est une customisation esthétique où uniquement la forme et la finition du produit sont personnalisées. Par exemple la customisation uniquement de la couleur d'un pantalon sans changement du tissu utilisé est une customisation esthétique.

- le troisième est une customisation de base qui consiste à customiser des éléments affectant les fonctions de base du produit. Par exemple la customisation du tissu d'un pantalon est une customisation de base.

Néanmoins si l'implication du client est dans la phase de conception, cette customisation ne peut être autre qu'une customisation de base, puisque les travaux ou services complémentaires et la customisation esthétique peuvent être effectués au niveau de la fabrication et ne demandent pas la coopération entre l'entreprise et le client lors de la phase de conception. En outre, si la customisation se produit au point de distribution, alors elle ne peut pas être une customisation de base, elle ne peut être qu'une customisation esthétique, ou une customisation réalisée par des services et travaux complémentaires. Nous proposons le classement présenté dans le tableau 6.

Comme (Pine, 1993) l'a expliqué, dans le monde réel, ces catégories de MC n'existent pas individuellement, une combinaison de différents types de MC est utilisée par les entreprises dans la mise en œuvre de la MC. La question principale est l'influence de chaque type de MC sur les coûts, les délais, la complexité interne et sur la satisfaction des clients, ainsi que sur la valeur générée, et ce dont a besoin une entreprise pour mettre en œuvre l'un de ces types de MC. Dans ce qui suit nous allons étudier le mode de fonctionnement de chaque type de MC.

Tableau 6 : Tableau présentant notre classification de MC.

CODP de Production	Conception	Fabrication			Assemblage			Distribution
Type de customisation offerte	Base	Base	Additionnel	Esthétique	Base	Additionnel	esthétique	Additionnel / esthétique
Nom	MC Conçue	MC de Base Fabriquée	MC Additionnelle Fabriquée	MC Esthétique Fabriquée	MC de Base Assemblée	MC Additionnelle Assemblée	MC Esthétique Assemblée	MC Additionnelle et Esthétique Distribuée
Acronyme	MC-C	MC-BF	MC-AF	MC-EF	MC-BA	MC-AA	MC-EA	MC-AED

IV.3.2. Mode de fonctionnement des différents types de MC

Il y a deux histoires qui se déroulent en parallèle pour la MC, celle du client et celle du produit. En MP, c'est une seule histoire qui commence par une idée, transformée en une conception, conduisant à un produit fabriqué qui est envoyé à la boutique où il est choisi et acheté par un client, alors que dans la MC, l'histoire change selon le type de MC. En MC distribuée, le client entre dans la boutique, choisit son produit, le personnalise en choisissant des produits et services additionnels, et puis il/elle paie et s'en va avec le(s) produit(s). Alors que pour la MC fabriquée et assemblée, le client entre dans le magasin, et à l'aide d'un logiciel spécial et de personnel de vente, il personnalise son produit. Selon le logiciel, le client sera en mesure de visualiser le modèle 3D de son produit. Ensuite, et généralement, le client reçoit la date de livraison, paie et s'en va sans le produit. Au moment du paiement, la commande est envoyée au service de la production ou à l'assemblage pour être traitée et envoyée au client/magasin à temps. Enfin, pour la MC conçue, le client entre dans le magasin, et à l'aide d'un logiciel spécial et des vendeurs, il personnalise son produit. Cette information est communiquée au département de conception qui vérifie la faisabilité des choix opérés par le client. Ici, l'ingénieur de production doit être en mesure d'estimer le temps et le coût nécessaire pour fabriquer le(s) produit(s) et de les envoyer au client, afin que le système communique immédiatement les prix et la date de livraison au client. Ensuite, si le client approuve le prix et est prêt à attendre jusqu'à la date de livraison, il paie et s'en va sans le produit. Et quand la commande est finalisée, elle déclenche la chaîne de production. Dans ce cas, le logiciel utilisé (configurateur de produit) doit dans certains cas être en mesure de créer automatiquement des objets techniques (fichiers CAO, nomenclatures) à partir des besoins du client.

Pour mieux comprendre l'influence de toutes les classes de MC sur le réseau de valeur, nous allons étudier son influence sur tous les sous-processus du processus de MC. La figure 26 résume les changements subis dans les différents sous-processus pour chaque type de MC.

Dans le cas de la MC Distribuée, le seul changement intervient dans le traitement des commandes, car le personnel de vente devra ajouter des produits supplémentaires pour satisfaire la commande du client, et devra aussi offrir des services personnalisés. Un changement a lieu dans le sous-processus d'emballage puisque la customisation peut être dans le paquet lui-même.

Un exemple de MC distribuée est le cas de l'entreprise Hewlett-Packard qui ajoute les composants customisés (câbles, manuels) à leurs imprimantes aux centres de distribution locaux. Ils retardent ainsi la customisation du produit le plus loin possible dans le processus de MC.

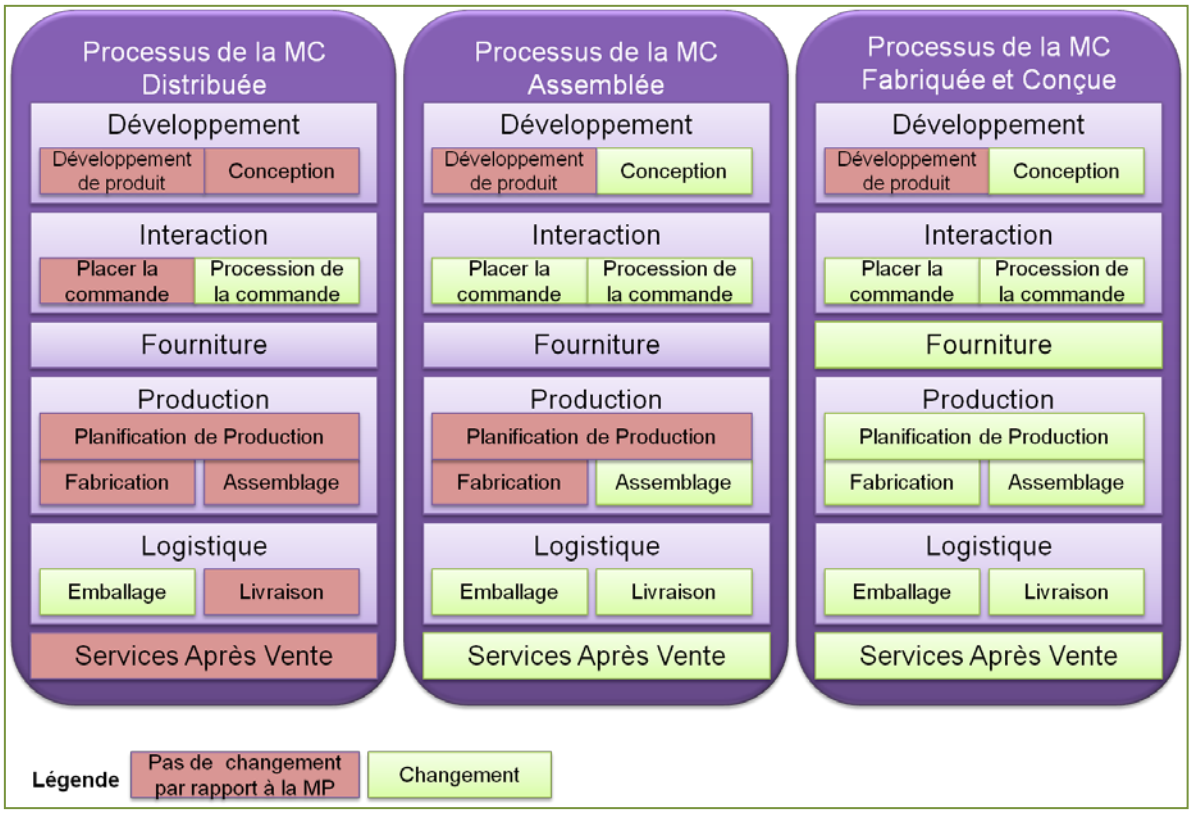


Figure 26 : Changements dans le processus de MC pour chaque type de MC.

En revanche pour la MC Assemblée, le changement aborde d'abord le sous-processus de conception, qui est différent de celui de la MP. Le produit doit être conçu pour la MC, ce qui signifie qu'il faut définir le nombre exact de variantes du produit, définir quels sont les composants standards et les modules personnalisables ainsi que le type de modularité. Cela est influencé par l'offre de customisation proposée par l'entreprise, par le produit lui-même, ainsi que par les capacités de la société. Néanmoins, plus le nombre d'options que nous offrons au client est élevé, plus la complexité dans le processus de fabrication de produit est importante. C'est pourquoi l'entreprise doit optimiser la variabilité externe par rapport à la complexité interne résultante de la différenciation des produits (Blecker et al. 2006; Jiao & Tseng, 2003). Un des principaux facteurs de succès de cette tâche est la disponibilité de l'information et les connaissances nécessaires au sujet de ce que le client désire vraiment. Ces informations doivent être communiquées depuis la boutique (magasin). De plus, la disponibilité d'informations et de connaissances sur la complexité de la production est aussi nécessaire. S'il n'y a pas de vraie communication sur toutes ces informations, il sera difficile de déterminer correctement l'équilibre optimal entre la variabilité externe et la complexité interne.

Parmi les entreprises appliquant une MC assemblée, il y a la société Dell qui offre à ses clients un nombre limité d'options et garde la plupart de ses produits standards. En achetant un ordinateur DELL, le client achète un ordinateur standard qu'il customise en choisissant entre différents types de processeurs (entre 1.4 et 1.7 GHz), entre différentes options de capacité de mémoire (512 MB, 2 GB, etc.) et autres. Dans ce cas la customisation du produit (ordinateur) a lieu à la phase d'assemblage.

Les deux sous-processus de placement des commandes, varient selon le choix de customisation par le client. Les modules à assembler sont définis et la commande est envoyée au sous-processus d'assemblage qui est activé par l'ordre et non par des prévisions comme dans le cas de la MP. Le sous-processus de livraison subit aussi des changements. Une commande spécifique est livrée à un client spécifique à un endroit choisi et dans un délai convenu. En MP, cela se produit aussi en particulier dans l'e-business. Le processus des services après-vente change aussi. Le client peut maintenant retourner le produit non seulement parce qu'il est défectueux, mais aussi parce qu'il n'est pas exactement conforme à ce qu'il a commandé, ce qui signifie qu'au moins une des fonctions personnalisées n'est pas conforme à la commande.

En plus de tous ces sous-processus qui subissent un changement dans le cas de la MC Assemblée, les processus de fabrication et de planification de la production induisent des changements dans le cas de la MC fabriquée. Dans ce cas, la totalité du produit est fabriquée en fonction des commandes. Ceci peut être obtenu par des procédés modulaires et flexibles. Il est possible que certains éléments communs soient fabriqués sur la base des prévisions. Cela a une grande influence sur le sous-processus d'achat. La stratégie d'achat n'est pas la même. Dans ce cas, certaines matières premières ou des composants sous-traités seront classés en fonction de la prévision, mais aussi en fonction des commandes. Cette stratégie dépend aussi de la position exacte du point d'intervention du client.

Pour la MC conçue, les mêmes sous-processus que pour la MC fabriquée subissent des changements mais pas de la même manière. Dans ce cas, la conception est divisée en deux phases, la conception et la co-conception (Daaboul et al., 2010b). La co-conception du produit avec le client représente de nombreux défis. Dans un premier temps, une vérification immédiate de la faisabilité du produit personnalisé devrait être atteinte. En outre, une traduction immédiate entre les exigences des clients et les artefacts techniques doit être assurée via un configurateur de produits. Une méthode très utile dans cette situation, est le raisonnement à base de cas (*Case-Based-Reasonning*, CBR). Pour la fabrication, tous les processus sont activés par la commande (MTO). Dans ce type de MC, des outils et des méthodes pour réduire le temps sont critiques. La production rapide (*Rapid production*) devrait être appliquée dans ce cas (Partanen & Haapasalo, 2004).

IV.3.3. Passage de la MP à la MC

Le passage de la MP à la MC se fait tout d'abord par une analyse de l'état actuel, tout en définissant quel est le type de MC ou MP actuel. Tout depuis les différentes capacités et compétences techniques doivent être listées. Le choix des types de MC possibles à mettre en place se fait en fonction de ces capacités et compétences et en fonction de l'investissement nécessaire pour satisfaire toutes les exigences de ce type de MC. Donc en partant d'une analyse du AS-IS, on définit des scénarios TO-BEs possibles en fonction de la stratégie de l'entreprise, des capacités et compétences actuelles et finalement de l'investissement nécessaire. Par la suite, le meilleur scénario TO-BE sera choisi en appliquant notre méthode de modélisation et simulation de réseau de valeur. Ceci est expliqué à travers le cas d'étude dans le chapitre VII.

En outre pour mettre en place la MC, il faut tout d'abord définir le type de MC en déterminant l'offre de customisation et le CODP. L'offre de customisation est tout d'abord basée sur une étude du marché et des besoins du client, sur le type de produit et les customisations possibles et aussi sur la chaîne de production capable de le produire. Il est plus simple d'augmenter l'offre de customisation progressivement (Pine, 1993). Les entreprises ne passent pas de la MP à la MC totale directement, mais introduisent la MC progressivement en commençant par les types de MC qui génèrent la moindre complexité, entre autre la MC distribuée. Dans ces travaux de thèse nous proposons une méthode aidant la prise de la décision des choix de customisation et de la position du CODP, donc sur le type de MC à appliquer. L'entreprise doit vérifier que tous les sous-processus sont capables de soutenir ce type de MC :

1) Est-ce que le système d'information actuel est capable de supporter toutes les activités nécessaires pour ce type de MC ?
2) Est-ce que le sous-processus de développement est prêt pour un tel type de MC ?
3) Est-ce que tous les outils et compétences nécessaires pour interagir avec le client sont présents ?
4) Est-ce que le système de production est adéquat pour ce type de MC ?
5) Est-ce que la chaîne logistique l'est aussi ? Les fournisseurs sont-ils aussi flexibles que le demande ce type de MC ?
6) Est-ce la chaîne de distribution est capable de soutenir ce type de MC ?
7) Est-ce que le service après vente l'est aussi ?

Afin d'être capable de répondre à toutes ces questions, nous avons mappé les différentes exigences de MC définies au chapitre I (voir section I.5.2) et les différents types de MC dans le tableau suivant (tableau 7). Ce tableau sera un guide pour déterminer si toutes les exigences nécessaires pour un type de MC sont respectées et pour déterminer quels sont les changements et les améliorations nécessaires pour que l'entreprise mette en œuvre le type choisi de MC. Ce tableau a été construit après une analyse de la littérature. Plusieurs chercheurs ont démontré soit analytiquement soit empiriquement la nécessité d'un outil, d'une technologie, d'une méthode de gestion ou de conception, ou d'une compétence pour la réussite de la MC ou d'un type de MC spécifique. Nous avons rassemblé ces travaux dans le tableau 7. Une instanciation de ce tableau pour illustrer son fonctionnement est présentée dans le chapitre VII à travers un cas d'étude. Dans ce tableau on vérifie pour chaque exigence son état actuel au sein de l'entreprise en question. Ensuite cet état actuel est comparé aux différents états exigés pour chacun des types de MC. Finalement une analyse sur la capacité de l'entreprise à mettre en œuvre un type donné de MC est effectuée. Par exemple si un catalogue de choix n'existe pas (ligne 3 du tableau 7) ou un outil de configuration de produit n'existe pas (ligne 4 du tableau 7), cela signifie que dans son état actuel et sans exécuter des changements, l'entreprise ne peut pas mettre en œuvre une autre forme de MC qu'une MC distribuée. Ceci est dû au fait qu'un catalogue de choix et un outil de configuration de produit sont nécessaires pour mettre en œuvre une MC assemblée, fabriquée et conçue comme indiqué dans le tableau.

Les exigences sont groupées sous les différents sous-processus du processus de la MC définis au chapitre I (voir figure 4). Pour faciliter la lisibilité du tableau 7 des abréviations ont été utilisées. Celles-ci sont les suivantes :

- N signifie nécessaire pour le bon fonctionnement de ce type de MC.
- NN signifie non nécessaire pour le bon fonctionnement de ce type de MC.
- NNC signifie non nécessaire pour le bon fonctionnement de ce type de MC mais pourra mener à une amélioration de la performance, à titre complémentaire.

IV.3.4. Réalisation de l'étape 1 : Définition du contexte d'étude

Afin de décrire l'entreprise et de décrire l'état actuel et les probables états futurs, nous utilisons le tableau 7 d'exigences présenté précédemment. Tout d'abord dans le cas où l'entreprise offre déjà une customisation, nous déterminons le type de MC mis en place par l'entreprise en se basant sur notre classification de la MC. Ensuite nous vérifions l'état actuel pour chacune des exigences présentées dans le tableau 7. Ceci nous permet de comprendre l'état actuel de l'entreprise.

Ensuite et en se basant sur cette analyse de l'état actuel de l'entreprise, sur la nouvelle stratégie de MC souhaitée par l'entreprise et sur les investissements possibles par l'entreprise, nous déterminons les types de MC possibles dans l'état futur. Par exemple si les capacités de l'entreprise sont suffisantes pour permettre une MC distribuée ou assemblée et non pas pour une MC fabriquée

ou conçue, l'entreprise peut mettre en place une MC distribuée ou assemblée sans la nécessité d'un investissement conséquent pour l'amélioration de ses outils, méthodes et compétences ; sinon un réel investissement est nécessaire pour obtenir les exigences nécessaires pour une MC fabriquée ou conçue.

Dans l'étape 7 de notre démarche les scénarios futurs (scénarios TO-BE) sont définis plus précisément. Cette étape est décrite dans le chapitre VI. Une évaluation de la valeur générée par le réseau de valeur nous permettra de comparer les différents scénarios TO-BE, donc différentes offres de customisation possibles et différentes positions du CODP afin de définir la stratégie finale de MC la plus adéquate pour l'entreprise.

Tableau 7: Mapping entre les exigences et les types Principaux de MC

	Exigences	MC Distribuée	MC Assemblée	MC Fabriquée	MC conçue
Sous-Processus d'Interaction	e-business	NNC	N	N	N
	Fortes relations avec le client/ coordination	NN	N	N	N
	Catalogue de choix (Oliva, 2002 ; Da Silveira et al., 2001)	N : modèles prédéterminés.	N : Offrir des choix restreints aux clients.	N : catalogue extensif d'options qui couvre la plupart des caractéristiques du produit.	N : catalogue extensif d'options qui couvre la plupart des caractéristiques du produit.
	Outil de configuration de produit	NN	N : pour enregistrer les données client, pour customiser le produit, pour calculer le coût, pour transférer des données, pour générer les artefacts techniques, et pour une visualisation 3D du produit	N : pour enregistrer les données client, pour customiser le produit, pour calculer le coût, pour transférer des données, pour générer les artefacts techniques, et pour une visualisation 3D du produit	N : pour enregistrer les données client, calculer le coût (Piller & Tseng, 2003), customiser le produit, générer les artefacts techniques (Piller & Tseng, 2003 ; Roach, et al., 2005), pour transférer des données, pour vérifier la faisabilité du produit, et pour une visualisation 3D du produit (Sievaanen & peltonen, 2006 ; Cross et al., 2009)
	Vendeurs formés	N	N : compétences d'assemblage	N : compétences d'assemblage + connaissances sur customisation	N : compétences d'assemblage + connaissances sur customisation
Sous-Processus de Développement	Conception	Robuste	robuste et flexible	flexible (on s'intéresse plus à la flexibilité qu'à la robustesse)	flexible (Jiao and Simpson, 2007).
	Plate-forme produit	NNC	N	N	N (Meyer &Lehnerd, 1997)
	Type de conception	-	Conception pour l'assemblage (Design for assembly)	Conception pour la MC. Basée sur architecture des familles de produit architecture & retard de variabilité de produit (Qiao, et al., 2006)	Conception pour la MC (Design for MC), et pour co-conception avec le client
	Modularité (Duray et al. 2000)	NN	N : modularité type: permutation de composants, sectionnelle, mélange de composants, et type bus (Pine, 1993).	N : modularité type: permutation de composants, sectionnelle, mélange de composants, coupage adapté (cut-to-fit) et type bus (Pine, 1993).	N : Partage de composants et coupage adapté (cut-to-fit)
	commonalité/ extensibilité	N	N	N	N
Planification de production	Plate-forme de processus modulaire	NN	NN	N	N (Frutos and Borenstein, 2004 ; Selladurai , 2004 ; Partanen and Haapasalo, 2004 ; Grenci and Watts, 2007 ; Wang, 2008 ; Pine, 1993 ; Qiao et al., 2006)
	Système de fabrication	-	Système d'assemblage flexible	grande flexibilité, système de fabrication flexible et robuste	grande flexibilité, agile manufacturing system (Da Silveira et al., 2001 ; Duray, et al., 2000)
	système dynamique de contrôle du réseau	NN	NN	N	N (Qiao et al., 2006)
	Coût d'opérations minimal	N	N	N	très N (Selludarai, 2004)
	Division des processus production	NN	N seulement pour les processus d'assemblage	N	N (Jiao et al., 2006)

	Exigences	MC Distribuée	MC Assemblée	MC Fabriquée	MC conçue
Sous-Processus de Production : fabrication	Capacité de production / technologies	-	-	équipés de capacités et de rapidité dans l'allocation des ressources et la configuration du plan de production (Qiao et al., 2006)	Capacité de production devant être élevée (Duray, 2006) N Production Rapide (Partanen and Haapasalo, 2004)
	techn. d'automation	NN	NN	N	N
	AMTs (Advanced Manufacturing Technologies)	NNC	N (CNC, FMS, CAD, CAM, CIM, EDI, CAPP)	N (EDI, CAPP, FMS plus utilisés que pour MC assemblée (Duray, et al., 2000)	N (Da Silveira, et al., 2001 ; Eastwood, 1996) (EDI, CAPP, FMS (Duray, et al., 2000))
	technologie de RFID	NNC	N	N	N
	équipements de transport flexible	NNC	N	N	N
	degré extensible des équipements	NNC	NNC	N	N (Yang and Li, 2002)
	main-d'œuvre qualifiée	N : bonnes pratiques de travail d'équipe	N : main-d'œuvre flexible avec des bonnes pratiques de travail d'équipe et grande coordination	N : main-d'œuvre flexible avec des bonnes pratiques de travail d'équipe et grande coordination	N : main-d'œuvre flexible avec des bonnes pratiques de travail d'équipe et grande coordination (Duray, 2006)
	Vue de l'entreprise basée sur les connaissances	NNC	NNC	N : capacité de fabrication améliorée à l'aide de l'apprentissage interne et externe	N : capacité de fabrication améliorée à l'aide de l'apprentissage interne et externe ; vue de l'entreprise basée sur les connaissances (Selludarai, 2004 ; Huang, et al., 2005)
Sous-Processus de Logistique	Structure	MTS	MTS + MTO (ATO)	BTO/ MTO	BTO / MTO / ETO
	Stratégie des fournisseurs	Efficace	Efficace et flexible	Efficace et flexible	Grande coopération (Dietrich, Kirn, and Timm, 2006), flexible (responsive)
	Echange d'informations	NNC	N	N	N (Sahin & Robinson Jr., 2005)
	des systèmes d'info interopérables	NNC	N	N	N
	Chaîne de distribution	fixe, efficace, préconçue	Flexible	Flexible	Flexible
	Livraison	Efficace au niveau du coût	Efficace et flexible	Efficace et flexible	Efficace et flexible

IV.4. Conclusion

Le type de MC à mettre en œuvre repose essentiellement sur deux facteurs : le point d'intervention du client dans la chaîne de production (CODP) et l'offre de customisation. Par conséquent, pour déterminer la stratégie de MC, la position du CODP et l'offre de customisation doivent être prédéfinies. La détermination du CODP et de l'offre de customisation dépend de nombreux paramètres, tels que les capacités de la société, les technologies disponibles, la typologie du produit, des coûts, des délais, de la coopération des fournisseurs et de la satisfaction du client. La satisfaction du client est l'un des principaux facteurs influant la détermination de l'offre de customisation et la position du CODP. Le client est plus satisfait quand il a la possibilité de customiser le produit comme il le veut et de manière simple, quand le coût est réduit, le produit est d'une grande qualité et quand il n'a pas à attendre longtemps avant de recevoir sa commande.

Dans ce chapitre nous avons décrit notre méthode d'aide à la décision pour le passage de la MP à la MC. Nous avons présenté une vue globale de notre proposition qui est une approche par modélisation et simulation de réseau de valeur pour aider dans la prise de la décision du passage de la MP à la MC. Cette approche débute par une étape d'étude du contexte qui permet de décrire l'état actuel de l'entreprise. Cette description se fait par une analyse de l'état actuel des exigences de MC dans l'entreprise en question. En se basant sur l'état actuel, sur la stratégie de l'entreprise, sur les offres de customisation possibles, et sur l'investissement que l'entreprise est prête à engager, les stratégies possibles de MC sont définies. Ensuite différents scénarios futurs (scénarios TO-BE) qui se basent sur les stratégies possibles de MC, sont déterminés dans l'étape 5. La détermination du meilleur scénario futur pour l'entreprise se fait en fonction de la valeur générée. Ce choix est expliqué dans le chapitre VI.

Dans ce chapitre notre approche a été exposée et sa première étape détaillée. Afin d'être capable de déterminer le type de MC à appliquer, nous avons tout d'abord proposé une classification de MC, puis nous avons déterminé les exigences de chacun de ces types. Dans le chapitre suivant nous expliquerons les concepts liés à la modélisation du réseau de valeur qui forme les étapes 2 et 3 de notre approche.

Ce chapitre a traité les sous-problématiques 1 et 2 qui ont été définies dans l'introduction générale. Ces deux sous-problématiques sont :

1. Quels sont les différents types de MC ? Quels sont les principaux facteurs sur lesquels se baserait une classification de ces différents types de MC ?

2. Quelle est la différence en termes d'exigences entre les différents types de MC ? En d'autres termes, de quoi a-t-on besoin pour mettre en œuvre un type donné de MC ?

Chapitre V : Modélisation d'un réseau de valeur

V.1. Introduction

Dans ce chapitre nous détaillons les étapes 2 et 3 de notre démarche globale. Ces deux étapes sont respectivement l'identification des éléments du modèle et la modélisation des influences. La réalisation de ces deux étapes nécessite un modèle conceptuel d'un réseau de valeur, un modèle de la valeur, et un réseau d'influence général qui peut être instancié pour chaque cas spécifique. Ainsi, nous commençons par décrire le modèle conceptuel et ses éléments, puis nous exposons notre modèle de la valeur. Ensuite nous proposons un réseau d'influence général. Enfin nous expliquons comment se déroulent ces deux étapes.

V.2. Modèle Conceptuel

Le modèle conceptuel proposé se veut multi-niveau. Premièrement, il est possible de modéliser une activité au niveau stratégique, tactique, et opérationnel. De plus, des sous-modèles peuvent être modélisés au sein du modèle. Ainsi, un modèle de réseau de valeur peut contenir des sous-modèles modélisant le niveau opérationnel de certains partenaires. Le modèle est aussi multi-objets. Les objets que nous considérons dans notre modélisation sont les objets d'entreprise. Ces différents objets constituant les éléments de notre modèle ainsi que les relations les liant sont décrits et expliqués dans ce qui suit.

V.3. Les éléments de notre modèle conceptuel

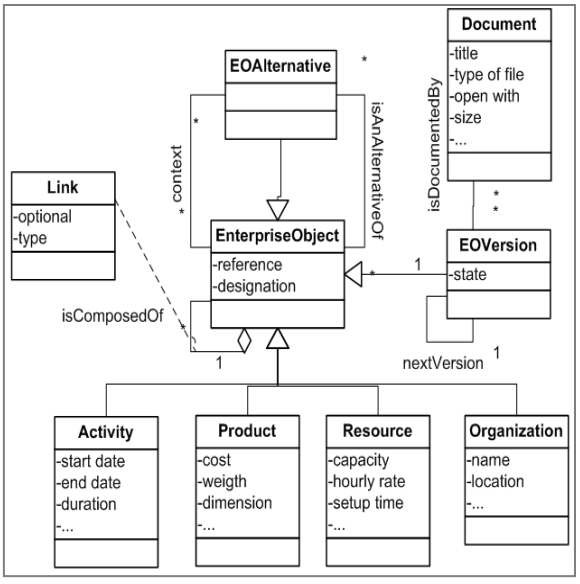


Figure 27 : Diagramme de classes des objets de l'entreprise par Le Duigou et al. (2011)

D'après une analyse de la littérature faite par Le Duigou et al. (2011), et comme présenté dans la Figure 27, les objets d'entreprise à considérer lors d'une modélisation de cette dernière sont

l'activité, le produit, les ressources et l'organisation. Nous retenons les mêmes objets en nommant l'organisation « partenaire » pour être plus conforme à la définition du réseau de valeur.

Comme un réseau de valeur est un ensemble de partenaires qui collaborent ensemble pour générer de la valeur, nous décrivons tout d'abord l'élément « Partenaire » de notre modèle. Ensuite, et sachant que la modélisation d'un réseau de valeur est basée sur l'activité, nous exposerons le modèle de l' « Activité ».

V.3.1. Partenaire

Un réseau de valeur est un groupe de différentes parties ayant chacune des rôles et des responsabilités bien définis qui collaborent ensemble afin de créer de la valeur (Elhamdi, 2005). Ces différentes parties sont nommées les partenaires du réseau.

Les principaux partenaires dans un réseau de valeur sont le client, le fabricant, les fournisseurs et les revendeurs. A cette liste, d'autres partenaires peuvent être ajoutés, tels que les distributeurs et les actionnaires. Le tableau 8 récapitule les principaux partenaires d'un réseau de valeur et montre leur rôle principal dans les cas de production de masse et customisation de masse.

Tableau 8 : Principaux partenaires d'un réseau de valeur

Partenaire	Rôle dans le cas de la MP	Rôle dans le cas de la MC
Client	Choisir et acheter un produit sur étagère	Customiser son produit et définir ce qu'il souhaite acheter exactement.
Fabricant	Produire de grandes quantités de produits de grande qualité et à faible coût	Produire des produits personnalisés à une qualité élevée et à un coût similaire à la MP
Fournisseur	Fournir des produits de haute qualité ou des services de manière efficace	Fournir des produits de haute qualité ou des services tout en étant flexible
Revendeur	Vendre les produits disponibles	Aider la clientèle dans la customisation du produit et dans certains cas effectuer la customisation du produit.

V.3.2. Activité

Nous basons notre modèle d'activité sur le modèle développé par (Mauchand 2007). Ce modèle qui est illustré par la figure 28 était développé pour une modélisation de chaîne de valeur. Ainsi ce modèle est le plus pertinent pour la modélisation d'un réseau de valeur. Ce modèle d'activité prend en considération la valeur créée et la partie bénéficiaire de l'activité. Sachant que nous voudrons modéliser un réseau de valeur, ces deux notions sont très importantes dans notre cas.

Dans ce modèle, une activité est un bloc de transformation, la transformation d'un produit d'un état i à état i +1. Chaque activité a des parties bénéficiaires et utilise des ressources. Ce modèle a été construit pour une chaîne de valeur, tandis que dans notre cas nous nous intéressons à un réseau de valeur. Ainsi en se basant sur la définition d'un réseau de valeur, nous avons modifié le modèle proposé par Mauchand pour obtenir le modèle proposé dans la figure 29.

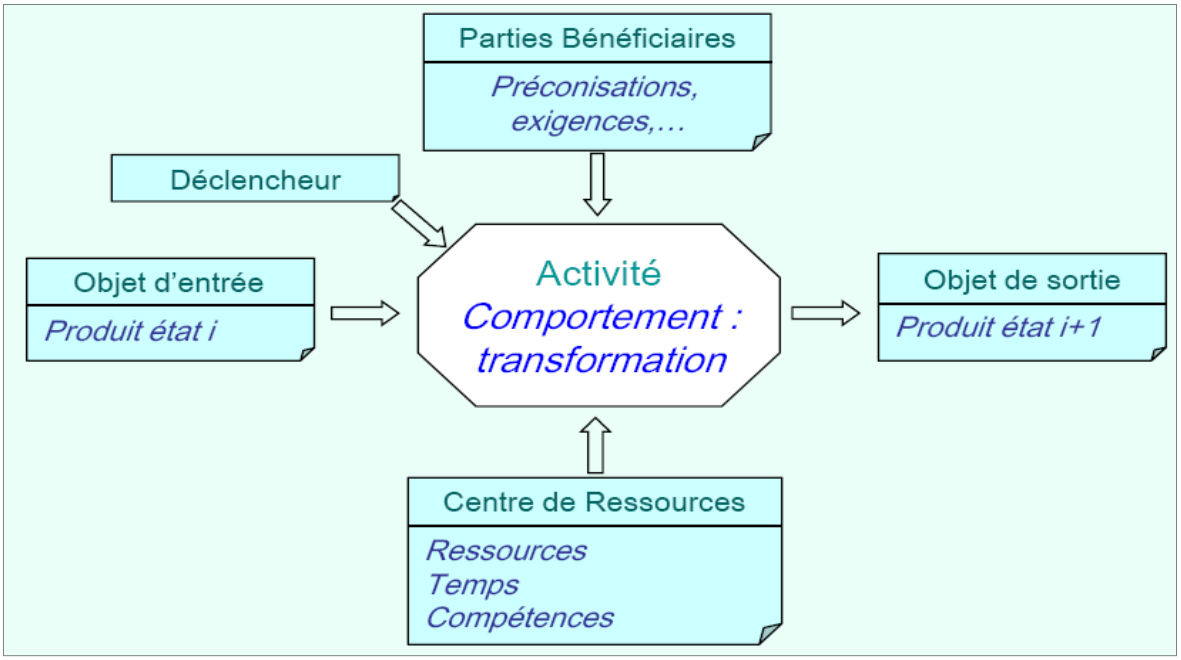


Figure 28 : Modèle d'activité par (Mauchand, 2007).

Nous considérons chaque activité comme disposant d'une ou plusieurs parties responsables de sa réalisation. Les parties bénéficiaires d'une activité A sont les parties qui utilisent les objets sortant de cette activité, mais parfois la partie bénéficiaire de l'activité n'est pas la partie responsable de sa réalisation. Nous nous intéressons plutôt à la partie responsable de la réalisation de l'activité non pas la partie bénéficiaire, car la partie responsable de l'activité influe sur sa performance.

Une activité définit l'action qui a pour objectif de réaliser une tâche. C'est un bloc de transformation ayant des entrées / sorties physiques, financières et informationnelles. Ce sont des activités qui génèrent de la valeur ajoutée, donc avant l'activité (i +1) la valeur était à l'état i, et après l'exécution de l'activité (i +1) la valeur devient à l'état (i +1).

Une activité utilise des ressources. Selon Mauchand (2007) « Le concept de ressource représente tout objet (matériel, énergétique, logiciel, informationnel ou humain,…) exploité afin de satisfaire des objectifs lors de la réalisation d'une activité ».

Les variables informationnelles influencent la performance d'une activité en jouant sur son temps d'exécution et la qualité de l'objet de sortie. Un exemple de ces variables est la compétence du travailleur. En outre, ces variables influencent la valeur.

A titre d'exemple, la qualité du matériel influe sur la qualité du produit et ainsi la valeur perçue du produit pour le client, qui influe sur le comportement d'achat du client. Ensuite, le comportement d'achat du client influence le taux de vente qui influe sur les bénéfices de l'entreprise, donc sur la valeur pour l'entreprise.

Une activité est stimulée par un déclencheur qui peut être physique ou informationnel. Les déclencheurs de type information peuvent être un plan de production ou une commande (ordre). Un déclencheur physique est un flux physique qui est en attente de traitement.

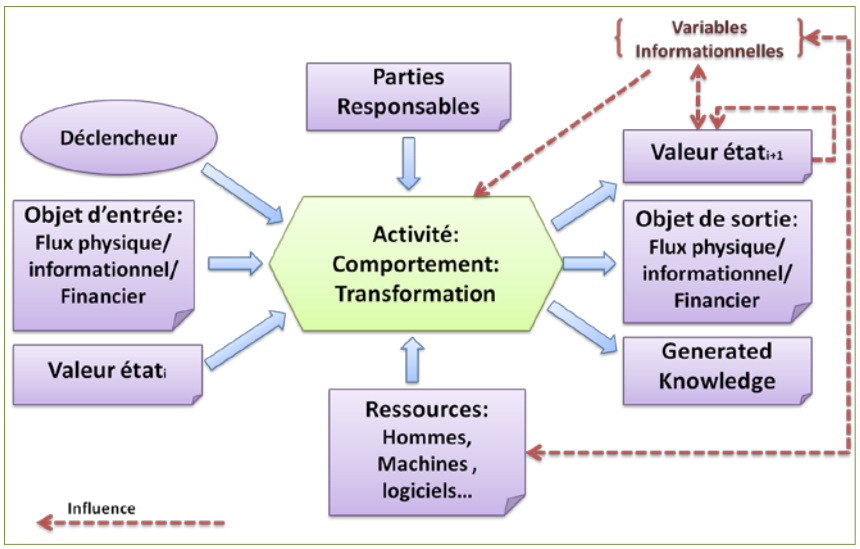


Figure 29 : Modèle d'objet : Activité

Un ensemble d'activités forme un processus. Selon (Labrousse, 2004), un processus est une organisation séquentielle, spatiale et hiérarchique de processus ou d'activités élémentaires faisant appel à des ressources (ou moyens) et conduisant à des produits (ou sorties). Tout en étant un ensemble d'activités un processus possède les mêmes attributs qu'une activité. C'est un comportement de transformation d'objets d'entrée en objets de sortie. Un processus, peut aussi se décomposer en un ensemble de sous-processus. Exemple, le processus de production peut se décomposer en sous-processus de fabrication, et d'assemblage. Ces notions de processus et de sous-processus assurent l'aspect multi-niveaux/multi-échelles de notre modèle.

Le modèle d'activité proposé nous permet non seulement d'étudier et de manipuler le flux physique, mais aussi la circulation de l'information qui est un facteur de réussite dans la customisation de masse.

Ce modèle de l'activité enrichit le modèle d'un bloc de transformation du langage SimulValor. Dans celui-ci, un bloc de transformation possède des flux en entrée et en sortie. La performance de ce dernier est aussi influencée par des variables informationnelles. Nous comblons ce modèle avec celui de Mauchand comme ce dernier représente le déclencheur d'une activité et la valeur comme étant également une entrée et une sortie de l'activité. Les deux modèles d'activité de Mauchand et de bloc de transformation de SimulValor sont complémentaires.

V.3.2.1. Type d'activité

Il existe deux types d'activités, activité d'exécution et activité de décision. Pour cette distinction nous nous basons sur le modèle GRAI qui met en évidence cette distinction et permet de modéliser une activité de décision. La figure 30 représente le modèle GRAI d'une activité de décision.

Une activité de décision ne transforme pas un flux physique, mais uniquement un flux informationnel.

- Objectifs : ce sont les résultats ou la performance à atteindre par le système piloté. S'il y a plusieurs objectifs, ils doivent être hiérarchisés.

- **Variables de décision :** ce sont les degrés de liberté mis en œuvre pour construire les solutions qui permettent d'atteindre les objectifs (performance souhaitée). Les variables de décision influent sur les états du système piloté.

- **Contraintes :** ce sont les limites d'utilisation d'une variable de décision. Elles peuvent exprimer des limites technologiques, contractuelles ou légales, dans l'utilisation des variables de décision. Elles peuvent également avoir une origine interne ou provenir de l'extérieur de l'entreprise.

- Toute l'information additionnelle nécessaire au processus de décision ne faisant pas partie du cadre de décision, comme le suivi de production ou les différents éléments d'information sur l'état du système, est incluse dans la boîte "information" de la Figure 29.

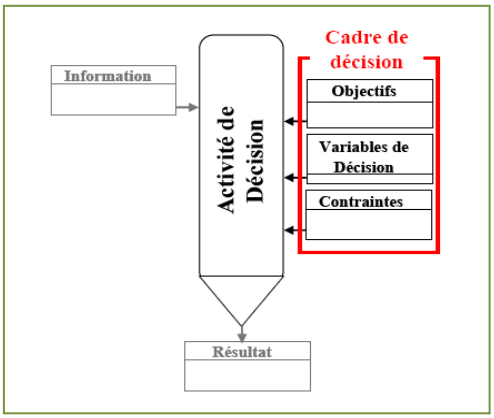


Figure 30 : Une activité de décision selon le modèle GRAI (Doumeingts, 1984)

V.3.3. Objet d'entrée et de sortie de l'activité : le Flux

Le flux (voir figure 31) représente les entités de type physique (produit, matière première, produit semi-fini, composant de produit), de type informationnel et de type financier qui circulent dans le réseau.

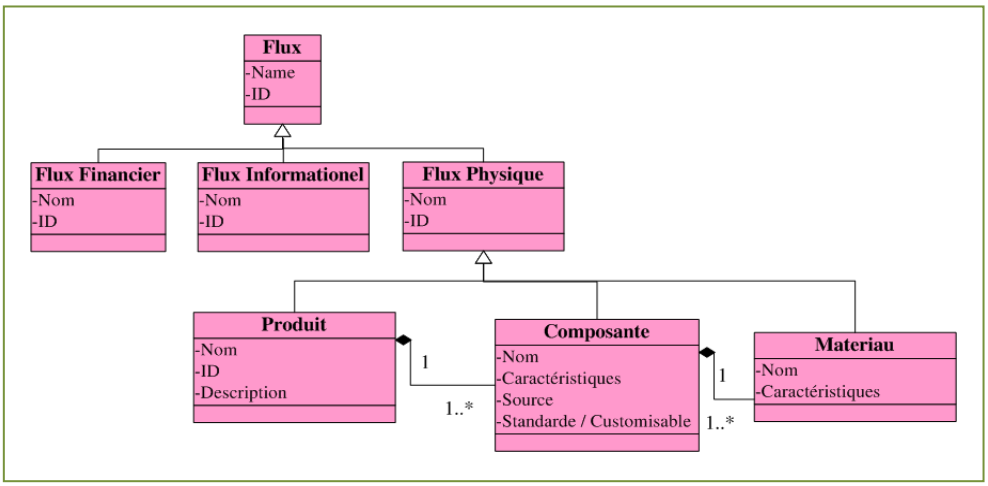


Figure 31 : diagramme de classes des Flux

V.3.3.1. Flux physique

Le flux physique peut être soit un produit, soit un composant de produit, soit une matière première. Le flux physique (produit, composant ou matière première) peut être fourni par un fournisseur.

V.3.3.1.1. Produit

Un produit, comme exposé dans la figure 32, est composé de différents composants et services. Ces composants et services peuvent être standards ou personnalisables. En outre, ils peuvent être facultatifs, donc non nécessaires au bon fonctionnement du produit. Par ailleurs, ils peuvent être réalisés en interne ou achetés. Un produit a également différentes caractéristiques. Ces caractéristiques sont les aspects connus par le client qui constituent le facteur essentiel de sa décision d'achat, et de la valeur perçue du produit.

Un produit répond à des exigences fonctionnelles qui font partie de ses éléments descriptifs qui nous permettent de déterminer sa valeur. Les fonctions ont principalement comme rôle de formaliser les actions d'un produit (ou de ses composants) pour sa conception en explicitant les contraintes auxquelles il doit répondre.

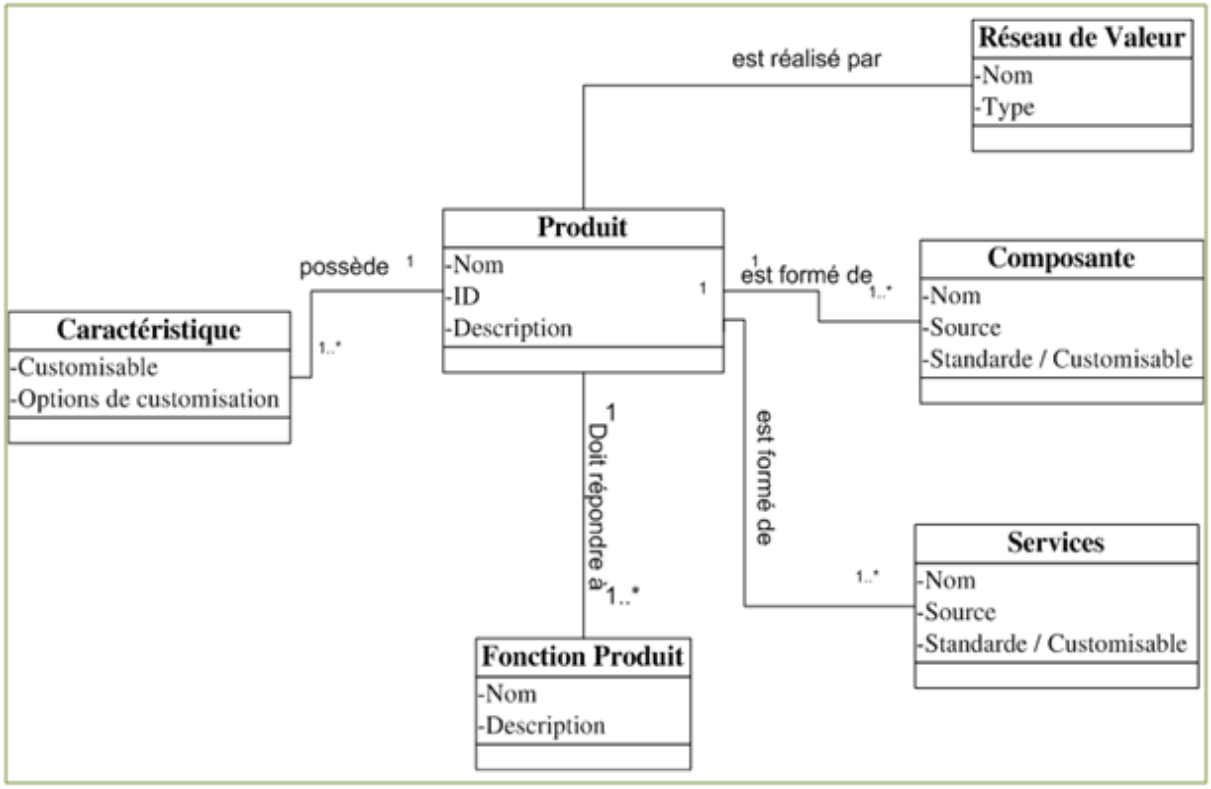


Figure 32 : Modèle objet : Produit

V.3.3.1.2. Composant / Matière première

Un produit se décompose en différents composants qui sont réalisés en utilisant des matières premières. Un produit est le résultat d'assemblage de ses différents composants et services.

V.3.3.2. Flux informationnel

Le flux informationnel représente toutes les données et informations nécessaires pour achever une activité donnée. L'influence de ce flux sur la valeur est expliquée dans la section V.6.

V.3.4. Variables informationnelles

Les variables informationnelles sont des variables du système qui influencent sa performance d'un côté et qui permettent de mesurer cette performance d'un autre côté. Les variables agissantes sur le système sont les variables d'actions, qui influencent l'exécution d'une activité, tandis que les variables d'état sont des indicateurs de performance. Une même variable peut être à la fois une variable d'action et une variable d'état. Par exemple le coût est une variable d'état qui est un des indicateurs principaux de la performance. Mais aussi, le coût influe sur le prix du produit et ainsi la valeur perçue par le client, donc sa volonté d'achat. Les variables informationnelles principales sont décrites dans le modèle de valeur dans la section V.6.

V.3.5. Conclusion sur les éléments de notre modèle conceptuel

La Figure 33 présente le diagramme de classe UML des éléments de notre modèle conceptuel. Le centre de ce modèle est l'activité. Les définitions de ces éléments sont rappelées ci-dessous :

- Une activité : elle définit l'action qui a pour objectif de réaliser une tâche. C'est un bloc de transformation de flux, qui mobilise des ressources, du temps et des méthodes. Elle est déclenchée par un flux physique ou informationnel, elle génère de la valeur et elle est divisée en deux types : activité d'exécution et activité de décision (adaptée de Mauchand, 2007)

- Un partenaire : c'est toute entité ou organisation humaine qui bénéficie de la valeur générée par le réseau et/ou qui peut avoir une influence sur cette valeur. Un partenaire contribue à la création de la valeur. Ce peut être une entreprise, un fournisseur, un distributeur, un client, un revendeur, etc. Il est responsable du déroulement de l'activité (adapté de Mauchand, 2007).

- Une variable informationnelle : les variables informationnelles sont des variables du système qui influencent la performance d'un côté et qui permettent de mesurer cette performance d'un autre côté. En outre, la performance de l'activité est influencée par des variables d'action et mesurée à travers des variables d'état.

- Un processus : c'est une organisation séquentielle, spatiale et hiérarchique d'activités faisant appel à des ressources et conduisant à des produits (ou sorties) (Labrousse, 2004).

- Un flux : c'est un ensemble d'entités de type physique (produit, matière première, produit semi-fini, composant de produit), de type informationnel et de type financier qui circulent dans le réseau (adapté d'Elhamdi, 2005).

- La valeur : c'est un rapport entre la quantité de satisfaction créée par un produit, en remplissant un certain besoin physique, biologique, ou psychologique d'une partie bénéficiaire possédant des objectifs spécifiques et le prix payé pour ce produit. Elle est influencée par de nombreux critères comme le coût, le délai, la qualité perçue, et le prix perçu. Elle peut être objective ou subjective, et dépend des circonstances (contexte). Enfin, la valeur est mesurée par différents indicateurs de performance qui nous permettent d'évaluer certains critères. Le modèle de la valeur est détaillé dans ce qui suit.

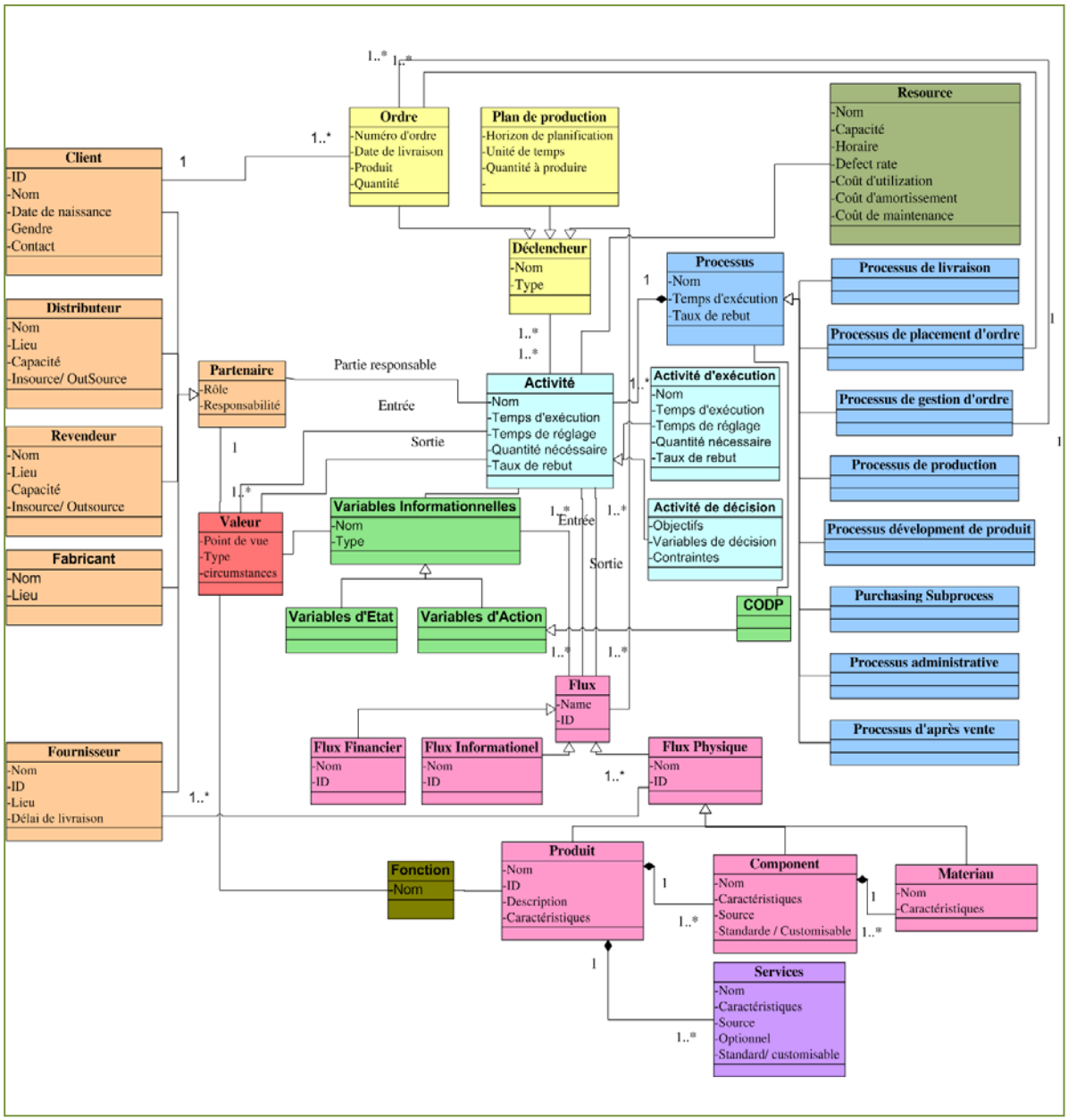


Figure 33 : Diagramme de classe des éléments de notre modèle conceptuel

V.4. Modèle de la Valeur

Comme expliqué dans le chapitre II, la valeur peut s'appréhender selon plusieurs points de vue et dépend des parties bénéficiaires. C'est un rapport entre la quantité de satisfaction créée par un produit, en remplissant un certain besoin physique, biologique, ou psychologique d'une partie bénéficiaire possédant des objectifs spécifiques et le prix payé pour ce produit. Elle est influencée par de nombreux critères comme le coût, délai, qualité perçue, et le prix perçu. Elle peut être objective ou subjective, et dépend des circonstances. Enfin, la valeur est mesurée par différents indicateurs de résultats (indicateurs de performance de l'entreprise industrielle) qui nous permettent d'évaluer certains critères.

Les parties bénéficiaires peuvent être le client, les fournisseurs, l'entreprise, les actionnaires, etc. Dans notre cas, nous ne considérons que la valeur pour l'entreprise et le client. Il existe deux types de valeur pour l'entreprise : l'aspect financier et l'image de l'entreprise. Ces valeurs sont basées sur les critères précédemment définis, coût, délai et qualité. Seule la valeur financière des entreprises,

possède un point de vue objectif tandis que les autres sont subjectives. En outre, la valeur est mesurée par divers indicateurs de résultats (indicateurs de performance de la société industrielle) qui nous permettent d'évaluer certains critères (Mauchand, 2007). Par conséquent, dans les sections suivantes les indicateurs de performance utilisés pour mesurer chacun des types de valeur seront présentés. De plus, la valeur perçue par le client n'est pas constante, elle varie selon les circonstances dans lesquelles la clientèle a la pensée de la valeur (Woodruff, 1997). Par exemple, la valeur perçue par les clients peut différer entre le moment de son achat et pendant ou après l'utilisation (Gardial et al., 1994). Les composantes de la valeur dans les deux situations diffèrent. Au moment de l'achat, la valeur du produit est influencée par la qualité perçue, la marque, le service de la vente, la comparaison entre ce produit et d'autres alternatives. Tandis que pendant l'utilisation du produit, sa valeur ne sera pas influencée par la marque, ni le service, mais par sa qualité réelle. La figure 34 présente les constituants de la valeur. Et dans ce qui suit la valeur pour le client et la valeur pour l'entreprise sont détaillées.

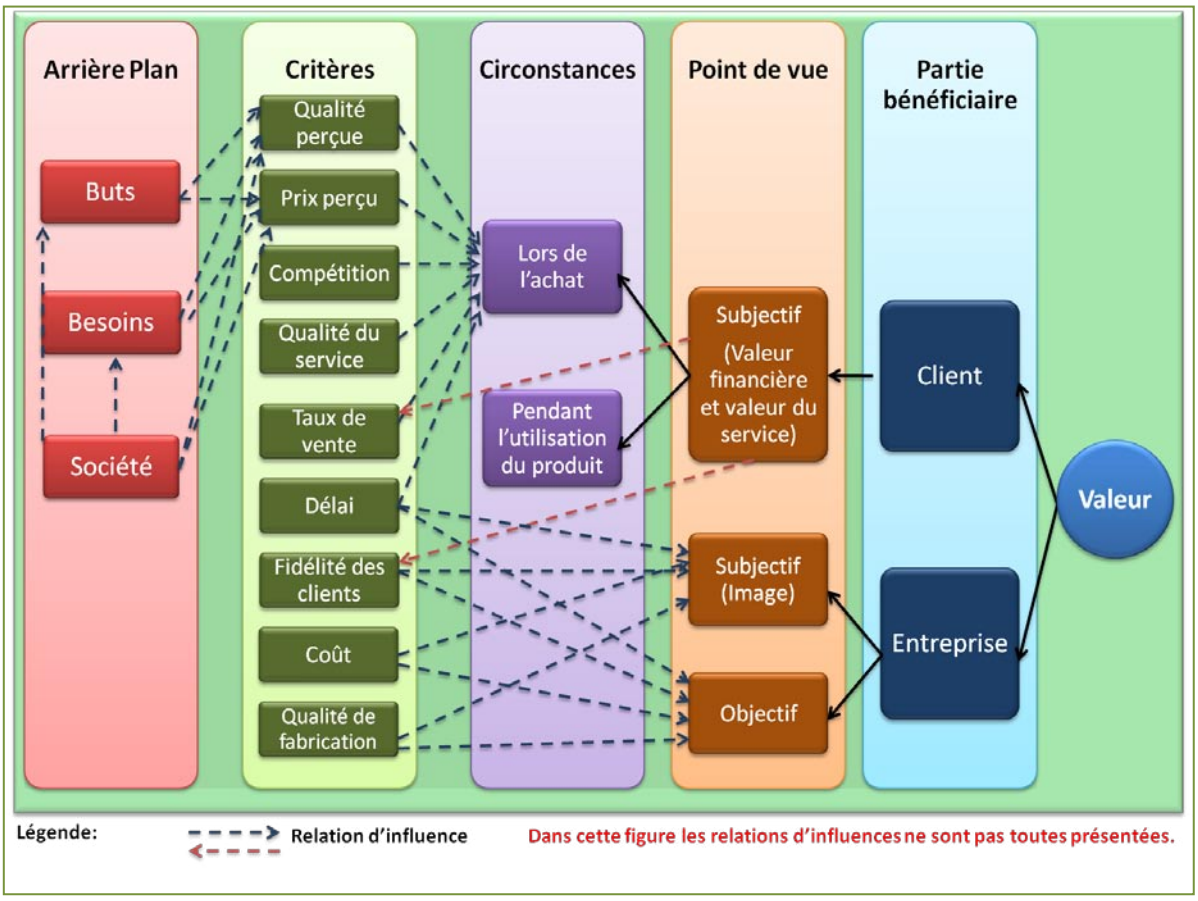


Figure 34 : Constituants de la valeur

V.4.1. Valeur subjective pour l'entreprise : Image d'entreprise

La valeur de l'image de l'entreprise est mesurée par différents indicateurs de performance : taux de vente ; nombre de clients fidèles, à savoir les clients qui passent plusieurs commandes ; classement parmi la concurrence. Néanmoins, dans un modèle virtuel ou simulé, il est difficile de mesurer ce type spécifique de valeur. La première mesure pour l'image de l'entreprise peut être obtenue auprès de l'entreprise elle-même. Ensuite, nous définissons la relation entre ce type de valeur et d'autres variables dans le système. Nous pouvons définir la relation entre la valeur perçue des clients et l'image de l'entreprise, ou l'influence d'une campagne publicitaire sur l'image de l'entreprise.

V.4.2. Valeur Objective pour l'entreprise

La valeur pour l'entreprise est divisée en valeur objective et valeur subjective. Les critères de la valeur objective sont le coût, les délais, et la qualité (voir figure 35). Afin de simplifier l'analyse finale des résultats, nous voudrions avoir une seule valeur par partenaire ainsi la valeur pour l'entreprise a été exprimée sous forme de coût. Ainsi, les délais ont des coûts associés, ainsi que la qualité de fabrication. Ainsi la valeur objective de l'entreprise est représentée par sa valeur financière.

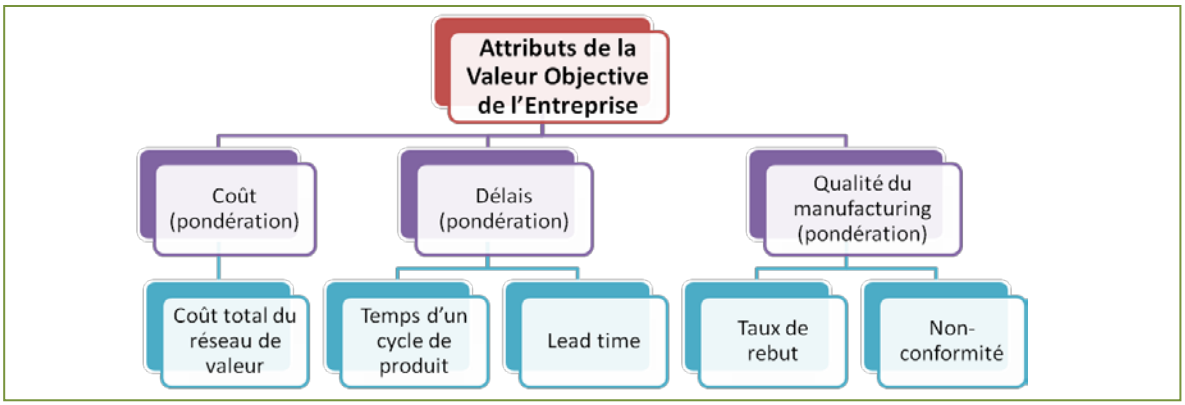


Figure 35 : Attributs de la valeur objective de l'entreprise.

La valeur financière des entreprises est égale au bénéfice de l'entreprise, donc à la déduction du coût des recettes. Les recettes sont égales à la somme des produits vendus par leur prix.

Valeur Financière de l'entreprise = Chiffre d'affaires – Coût = R – TC

$$\text{Chiffre d'affaires} = \sum P_k * Pr_k$$

- P_k est le nombre vendu d'un produit k, $k \geq 0$; $K \in \mathbb{N}$
- Pr_k est le prix du produit K.

Le coût d'une activité est calculé par l'équation suivante :

$$TCA = \sum_{i=1}^{n} C_{R_i} \times t_A + TC_D$$

- C_{Ri} est le coût par unité de temps d'une ressource «i» (machines, hommes, matériel) utilisée pour réaliser l'activité $1 \leq i \leq n$; $i \in \mathbb{N}$
- t_A est le temps de traitement de l'activité A
- TC_D est le coût total de délai

Le coût d'un réseau de valeur est égal à la somme des coûts des activités, le coût des stocks, le coût des retards et les coûts de non conformité des commandes.

$$TC = \sum_{i=1}^{n} TC_{A_i} + \sum_{j=1}^{m} h_j \times I_j + (N \times TC_{NO})$$

- TC_{A_i} est le coût total de l'activité i ; $1 \leq i \leq n$; $i \in \mathbb{N}$
- I_j est l'inventaire moyen de la zone de stockage j ; $1 \leq j \leq m$; $j \in \mathbb{N}$
- h_j est le coût de stockage par unité de produit pour la zone de stockage j
- N est le nombre de commandes non conformes
- TCNO est le coût total d'une commande non conforme

V.4.3. Valeur perçue par le client

La valeur perçue par les clients dépend d'abord du rapport de la qualité perçue sur le prix perçu. Telle que définie dans la norme ISO 9000, la qualité est le «degré auquel un ensemble de caractéristiques intrinsèques satisfait des exigences."

Sachant qu'il est difficile de mesurer et simuler la qualité perçue et le prix perçu, nous mesurons le rapport de la qualité perçue sur le prix.

La qualité dans ce cas, est celle basée sur le produit et est mesurée à travers ses différents attributs intrinsèques et extrinsèques. A chacun de ces attributs des poids d'importance ont été attribués, et les valeurs pour une mauvaise, moyenne et bonne qualité ont été définies. Ainsi la qualité du produit est égale à :

$$Q_{P_i} = \sum_{j=1}^{n} Q_{A_{ij}} * W_{A_{ij}}$$

- Q_{pi} étant la qualité totale du produit i, $1 \leq i \leq n$; $i \in \mathbb{N}$
- Q_{Aij} étant la qualité de l'attribut j du produit i, $1 \leq j \leq m$; $j \in \mathbb{N}$
- W_{Aij} étant le poids de l'attribut j du produit i.

Dans un système de MC en particulier, la valeur perçue des clients est légèrement différente que dans un système de MP. Lorsque le client demande les caractéristiques des produits spécifiques, il commande le produit qui répond à ses besoins et attentes. Maintenant, la valeur perçue des clients et la qualité perçue dépendra fortement de si le client a reçu exactement ce qu'il a commandé ou non. Considérons l'exemple d'une chaussure, la qualité perçue de celle-ci serait liée au fait que la chaussure est aux bonnes dimensions ou non, ou si son esthétique répond ou non aux attentes du client. Mais si le client personnalise sa chaussure, et choisit lui-même les matières en connaissant leur impact sur le confort offert par la chaussure et sur son esthétique, sa qualité perçue sera beaucoup plus liée au fait qu'il reçoit exactement ce qu'il a commandé plutôt que du confort / esthétisme de la chaussure.

Comme présenté dans la figure 36, la valeur perçue des clients est également influencée par le service des ventes. Ce type de valeur est nommé valeur de service et est mesuré par deux principaux indicateurs de performance (Daaboul et al, 2011.) :

1. Indicateur de processus de customisation (*Customization Process Indicator*) (CPI) = temps total du processus de customisation / temps maximal du processus de customisation.

2. Indicateur de variabilité utilisée (*Used Variety Indicator*) (UVI)= $\frac{\sum_{i=1}^{n} W_i \times V_i}{NV}$

   - W_i est le poids moyen de l'importance de la variante I pour les clients
   - V_i est une variante de produit offerte au client $1 \leq i \leq n$; $i \in \mathbb{N}$
   - NV est le nombre total de toutes les variantes possibles

En conclusion la valeur perçue par le client (valeur perçue) est influencée par trois critères principaux : le prix perçu, la qualité perçue, et la valeur du service. C'est un rapport entre ce que donne le client et ce qu'il reçoit. Ainsi c'est un rapport entre la qualité perçue du produit additionnée à la valeur du service, et le prix perçu.

$$\text{Valeur pour le client} = \frac{\text{Qualité perçue} + \text{Valeur du service}}{\text{Prix perçu}}$$

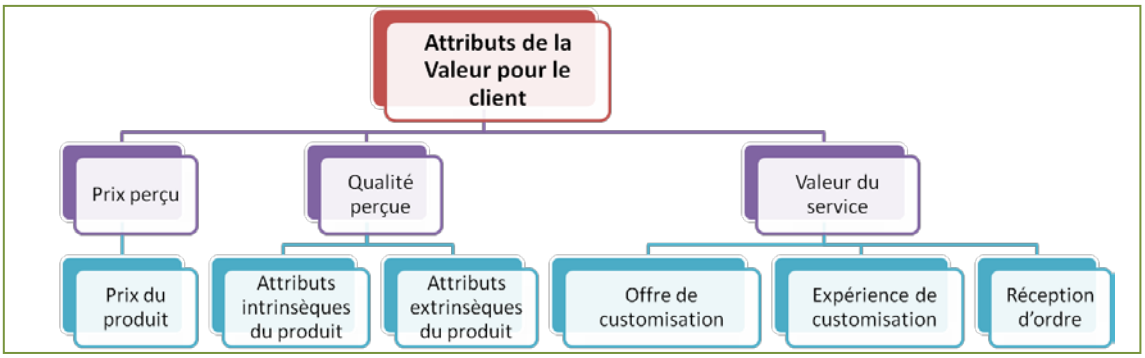


Figure 36 : Attributs de la valeur pour le client.

V.4.4. Mise en correspondance entre les attributs de la valeur et les avantages et les challenges de la MC.

Comme exposé dans le chapitre I, la customisation de masse, lorsqu'elle est bien mise en œuvre, offre de nombreux avantages, tels que l'augmentation de la satisfaction des clients, l'augmentation des parts de marché, l'augmentation de la connaissance du marché, un profit plus élevé, une meilleure connaissance du client, et une réduction du temps de réponse et de réaction aux besoins des clients (Pine, 1993; Fogliatto & Da Silveira, 2008). Ainsi, afin de décider du passage ou pas à une stratégie de MC, il faut considérer tous ces facteurs et non pas seulement le profit ou le coût.

En considérant une approche basée sur l'évaluation de la valeur, il est nécessaire de s'assurer que cette approche permette d'intégrer les avantages offerts par la MC ainsi que les challenges d'une telle stratégie dans l'évaluation de la performance de l'entreprise et par conséquent dans la prise de décision. Le tableau suivant analyse la mise en correspondance entre les attributs de la valeur d'un côté et les avantages ainsi que challenges de la MC d'un autre.

Tableau 9 : Mise en correspondance entre les avantages de la MC et les attributs de la valeur

Avantages de la MC	Attribut de valeur permettant sa considération	Intégration dans la prise de décision	Explication
Augmentation de la satisfaction des clients	Valeur pour le client	Directe	La valeur pour le client permet de mesurer la satisfaction totale du client en prenant en compte le délai, la qualité du produit, le processus de customisation, la variabilité offerte.
Profit plus élevé	Valeur pour l'entreprise	Directe	La valeur pour l'entreprise est formée de trois attributs principaux : le profit, les délais et la qualité.
Augmentation de part de marché	Valeur pour l'entreprise	Indirecte	Ce facteur est considéré à travers le réseau d'influence présenté et expliqué dans la section suivante
Augmentation de la connaissance du marché & Meilleure connaissance du client	Valeur pour l'entreprise et Valeur pour le client	Indirecte	Ce facteur est considéré à travers le réseau d'influence présenté et expliqué dans la section suivante. Les ordres de MC permettent de recevoir des informations et connaissances sur les préférences des clients (et du marché) directement du client. Lorsqu'elles sont correctement incorporées dans la phase de développement du produit, ces informations et connaissances permettent à l'entreprise de proposer des produits qui répondent mieux aux exigences des clients / du marché. (Cross et al., 2009)
Une réduction du temps de réponse et de réaction aux besoins des clients	Valeur pour l'entreprise et Valeur pour le client	Indirecte	Le temps de mise sur le marché du produit (*Time to market*) dans le cas de la MC est réduit par rapport à celui dans le cas de la MP. (Pine, 1993)

Tableau 10 : Mise en correspondance entre les challenges de la MC et les attributs de la valeur

Challenges de la MC	Attribut de valeur permettant sa considération	Intégration dans la prise de décision	Explication
Augmentation du coût des matériaux	Valeur pour l'entreprise	Directe	Les coûts des ressources mobilisées par une activité y compris celui des matériaux sont considérés dans le calcul du coût total du réseau de valeur et dans la valeur pour l'entreprise
Réduction des livraisons à temps	Valeur pour l'entreprise Valeur pour le client	Directe	Les délais de livraison d'une commande sont un attribut principal dans le calcul de la valeur pour l'entreprise et de la valeur pour le client
Performance de livraison d'un fournisseur	Valeur pour l'entreprise Valeur pour le client	Indirecte	Ce facteur est considéré à travers le réseau d'influence présenté et expliqué dans la section suivante. Si un fournisseur livre la commande en retard, ceci influe les délais de livraison de l'entreprise au revendeur ou au client et donc influe la valeur pour l'entreprise et pour le client
Augmentation dans le délai de réponse à une commande	Valeur pour l'entreprise Valeur pour le client	Indirecte	Ce facteur est considéré à travers le réseau d'influence présenté et expliqué dans la section suivante. Le temps mis par une entreprise à satisfaire une commande influe la volonté d'achat du client. La tolérance du client dépend de la typologie du produit.
Réduction de la qualité du produit (qualité du manufacturing)	_____	_____	L'influence d'une stratégie de MC sur la qualité du produit n'est pas considérée. En raison d'un manque d'analyses à ce sujet nous considérons que la qualité de fabrication ne change pas dans le cas de la MC.

V.5. Réseau d'influence

Le réseau d'influence permet de modéliser les influences des variables informationnelles entre elles et sur la valeur. Nous étudions principalement l'influence des deux variables informationnelles définissant le type de MC : la position du CODP et l'offre de customisation. Cette dernière est la variété externe offerte au client. Le but de notre approche est d'évaluer l'influence d'un type donné de MC sur la performance de l'entreprise. Un type de MC est défini par la position du CODP et l'offre de customisation. La performance de l'entreprise est analysée par une évaluation de la valeur générée au sein du réseau de valeur. Ainsi, la détermination de ces relations d'influence entre différentes variables informationnelles (principalement le CODP et la variété du produit) et la valeur, permet de mieux modéliser l'influence d'un type de MC sur la performance de l'entreprise.

Dans ce qui suit, nous présentons respectivement les matrices d'influence du CODP et de la variété du produit sur la valeur totale générée. Ces relations d'influence entre deux variables peuvent être positives, négatives ou neutres. Une influence positive est présentée via le signe "+". Une relation positive indique que si la variable influant augmente la variable influencée augmente aussi, et une diminution de la première variable induit une diminution ou aucun changement dans la seconde.

Alors que l'influence de type négative présentée par le signe "-", indique que l'augmentation de la première variable induit une diminution ou aucun changement dans la seconde. La relation neutre présentée par le signe "~" indique que l'augmentation de la première variable peut induire indifféremment une augmentation ou une diminution dans la seconde variable.

Une variable influençant n'influence pas numériquement par sa valeur brute mais à travers une fonction d'utilité qui convertit sa valeur brute en une valeur d'utilité comprise entre 0 et 1. C'est cette utilité qui est utilisée dans le calcul de la variable influencée. En outre, il existe un certain délai mis par la variable influencée pour prendre en compte une variation de la valeur transmise par l'influence. Ainsi nous modélisons cette utilité et ce délai dans le réseau d'influence en utilisant l'estimateur d'utilité (u) et l'indicateur de délai d'influence (d) (voir figure 21).

Parmi les méthodes qui peuvent être utilisées pour construire une fonction de préférence, (Pomerol et al., 1993) proposent:

- **la méthode des écarts :** il s'agit de demander aux utilisateurs si leur préférence d'un niveau i de A à un niveau j est n fois plus forte que celle du niveau k à j, auquel cas les différences de préférences vérifient la relation suivante : U(i) – U(j) = n (U(k) – U(j)). Ainsi, une approximation raisonnable de la courbe de préférence est faite en posant un nombre suffisant de questions de ce type aux utilisateurs.

- **la méthode des rapports :** partir d'un niveau dont la préférence sert d'unité et évaluer la préférence de l'utilisateur des autres niveaux par rapport à ce niveau-unité.

- **la méthode de bissection :** déterminer les préférences des niveaux extrêmes, déterminer le niveau qui procure une satisfaction intermédiaire puis réitérer pour les nouveaux intervalles.

- **l'évaluation directe :** travailler directement sur la courbe en évaluant les préférences attribuées à un nombre suffisant de niveaux et valider l'allure de la courbe.

- **la théorie de l'utilité** (Keeney & Raiffa 76) : Cette méthode permet de tenir compte de l'éventuelle incertitude sur les niveaux des variables et de construire une fonction de préférence linéaire.

Nous laissons à l'utilisateur la liberté de choisir la méthode qui lui convient.

V.5.1. Réseau d'influence général

Afin de définir un réseau d'influence général qui sera instancié pour un cas spécifique nous avons défini des relations d'influence générales. Ces relations sont présentées dans la figure 37. Dans le tableau suivant nous justifions les relations non évidentes.

Tableau 11 : Justification des relations d'influence du réseau d'influence générale

Variable influente	Variable influencée	Type	Justification
Position du CODP loin dans la chaîne	Options de customisation	-	Dans le cas où le CODP est positionné à la phase de conception, le client peut co-concevoir le produit. Tandis que s'il est positionné à la phase de distribution la customisation est limitée à une customisation esthétique ou additionnelle à travers l'ajout de biens et de services supplémentaires. Néanmoins la même offre de customisation peut être assurée par des réseaux ayant différentes positions du CODP, donc une position du CODP plus loin dans la chaine ne signifie pas nécessairement une diminution des options de customisation, mais une position moins loin dans la chaîne augmente la possibilité d'options de customisation que l'entreprise peut offrir.
Position du CODP loin dans la chaîne	Nécessité de la flexibilité et robustesse des fournisseurs	-	Plus la position du CODP est proche de la phase de distribution, plus la chaîne logistique est similaire à celle de la MP. De même, si l'efficacité de cette chaîne augmente, le besoin de réactivité des fournisseurs diminue.

Variable influente	Variable influencée	Type	Justification
Position du CODP loin dans la chaîne	Stock des encours	+	Si la position du CODP est à la phase de la conception aucun stock d'encours n'existe. Le stock des encours (Work-In-Process) augmente lorsque la position du CODP est plus loin dans la chaîne (Jian-hua, et al., 2007).
Position du CODP loin dans la chaîne	Economies d'échelle	+	Toutes les activités avant le CODP sont déclenchées par des ordres de fabrication basés sur de l'approvisionnement. Dans le cas de ces activités MTS (*made-to-stock*), on bénéficie des économies d'échelle en fabriquant des lots d'une taille plus grande. Aussi les parties standards du produit augmentent dans ce cas, donc on bénéficie des économies d'échelle dans la fourniture des matériaux nécessaires. En fait, plus la position du CODP est loin dans la chaîne, plus cette chaîne ressemble à celle de la MP.
Position du CODP loin dans la chaîne	Temps de réglage.	+	Lorsque la position du CODP s'approche de la phase de conception, la taille des lots de production diminue (les lots ne comportant plus que les OF partageant les mêmes caractéristiques), ce qui entraîne une augmentation du temps de réglage. En outre, lorsqu'il est positionné plus loin dans la chaîne, le temps de réglage diminue grâce à de grandes tailles de lots de production de produits standards.
Position du CODP loin dans la chaîne	Délai de la commande	-	Le temps total de délai de la commande est le temps entre la soumission de la commande et sa réception. Toutes les activités après le CODP sont déclenchées par la commande. Plus la position du CODP est proche de la phase de distribution, moins le délai de commande est élevé (du fait de la réduction du nombre d'activités à exécuter) (voir figure 6).
Position du CODP loin dans la chaîne	Temps de réponse et de réaction aux besoins des clients	-	Lorsque le CODP est loin dans la chaîne, ceci signifie qu'un plus grand nombre d'activités sont déclenchées par des ordres de fabrication basés sur un approvisionnement. Ainsi un grand nombre de produits finis ou semi-finis sont déjà fabriqués. Ceci réduit la possibilité de réagir rapidement aux changements de besoins du client. Tandis que lorsque le CODP se positionne vers les phases de conception et de production, ceci signifie que la plupart des activités sont déclenchées par l'ordre et que les stocks d'encours sont réduits mais ceux des matériaux sont élevés. Donc si l'entreprise se rend compte d'un changement dans le besoin du client, il suffit de re-concevoir le produit, reconcevoir la fabrication instantanément et attendre un ordre se basant sur les besoins changés.
Position du CODP loin dans la chaîne	Qualité du produit perçue par le client	~	Parmi les attributs de la qualité du produit perçue par le client se trouvent les attributs extrinsèques comme l'offre de customisation, sachant que parfois la même offre de customisation peut être assurée par des réseaux ayant différentes positions du CODP.
Performance de livraison d'un fournisseur	Délai de commande	-	Cette influence est plus évidente dans le cas où les activités de fourniture se déclenchent après la commande. Dans le cas de la MP (tout comme la plupart du temps) le délai de la commande est le temps nécessaire de payer à la caisse et récupérer le produit acheté. Tandis que dans le cas de la MC, ce délai diffère selon la position du CODP. Comme le client attend le temps nécessaire d'exécuter toutes les activités après le CODP. L'impact de non disponibilité d'un composant ou matériau fourni par un fournisseur sur le délai de la commande augmente exponentiellement.
Prix des produits	Valeur pour le client	-	Valeur pour le client = $\frac{\text{Qualité perçue} + \text{Valeur du service}}{\text{Prix perçu}}$
Options de customisation	Indicateur de variété utilisée (UVI)	+	UVI est un rapport entre la variabilité offerte multipliée par son poids d'importance et la variabilité possible. Une nouvelle option (amenant plus de variabilité) peut avoir un poids associé nul ou positif.
UVI	Valeur du service	+	Valeur du service = UVI + CPI (Voir section V.4.3)

Variable influente	Variable influencée	Type	Justification
Délai de commande	Livraisons à temps	-	L'augmentation du délai de commande ne signifie pas forcément que la livraison sera retardée. Mais si le délai de commande est réduit on a plus de chance de livrer à temps, et vice-versa.
Livraisons à temps	Valeur perçue par le client	+	Valeur du service = UVI + CPI (Voir section V.4.3)
Valeur perçue par le client	Volonté d'achat du client	+	Lorsque la valeur perçue par le client augmente, sa volonté d'achat augmente aussi (Pine, 1993).
Bénéfices de l'entreprise	Valeur de l'entreprise	+	La valeur objective pour l'entreprise est égale à ses bénéfices.
Données sur les préférences des clients	Connaissance du client	+	Plus on possède de données pour alimenter le système de gestion des connaissances, meilleurs seront les résultats (connaissances) retirés de ces données.
Connaissance du client	Options de customisation	~	Cette influence exige l'application d'un système de gestion de connaissances d'où le point d'exclamation dans la figure 36. Un avantage de la MC est la possibilité d'avoir une meilleure connaissance du client et d'utiliser cette connaissance pour concevoir et développer des produits qui répondent mieux aux besoins des clients (Cross et al., 2009).

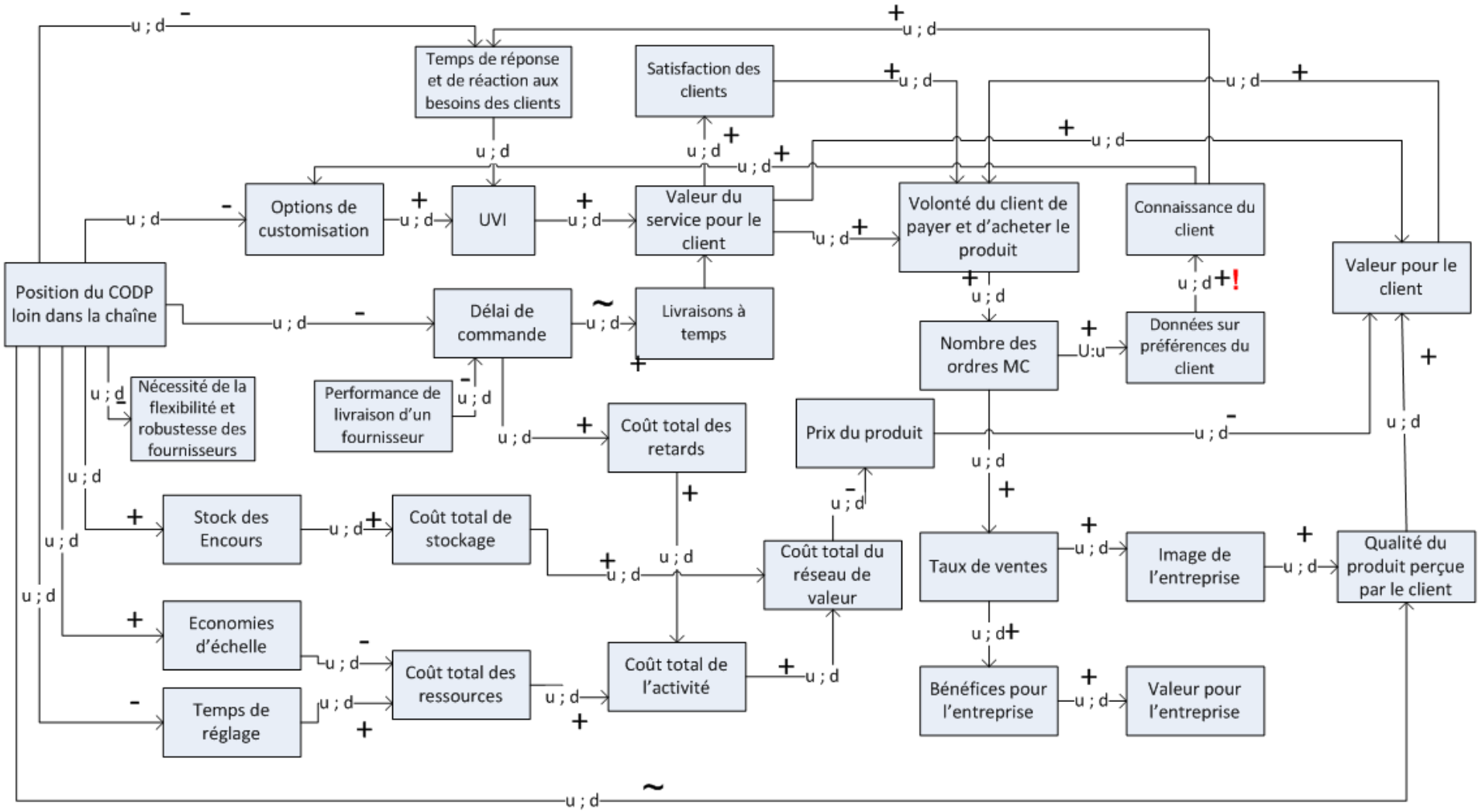


Figure 37 : Réseau d'influence de la position du CODP sur la valeur

.

V.6. Conclusion

Ca chapitre a traité principalement de la sous-problématique 3 présentée dans l'introduction générale : **Comment mesurer et évaluer la valeur dans le cadre de la MC ? Quels sont les facteurs influant sur la valeur dans le cadre de la MC ? Comment évaluer la valeur sachant qu'elle est multicritère ?** Dans ce chapitre nous avons traité les deux premières parties de cette problématique, à savoir, comment mesurer la valeur et quels sont les facteurs qui l'influent. Nous traitons la troisième partie de cette sous-problématique dans le chapitre suivant.

Dans ce chapitre, nous avons donc présenté notre modèle de valeur, et avons expliqué comment se mesure la valeur pour l'entreprise et le client. En outre nous avons exposé le réseau d'influence générale qui décrit les principales influences entre différentes variables informationnelles et la valeur.

Dans ce chapitre, nous avons aussi présenté les étapes 2 et 3 de notre démarche. Ces deux étapes consistent à collecter les données nécessaires à la modélisation concernant les éléments d'un réseau de valeur et à modéliser les influences. Nous avons également décrit ces éléments du modèle de réseau de valeur. Ainsi nous avons traité en partie la sous-problématique 4 de cette thèse : **Comment modéliser l'entreprise ? Quel langage utiliser et quel système considérer ?** Dans ce chapitre nous avons présenté les éléments de notre modèle qui doivent être modélisés. Tandis que dans le chapitre suivant (chapitre VI), le langage ainsi que la plate-forme de modélisation sont décrits.

Chapitre VI : Plate-forme de traitement des données : Outil de modélisation et simulation de réseau de valeur – architecture et fonctionnement

VI.1. Introduction

Ce chapitre détaille les étapes 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 de notre approche. Ces étapes consistent à construire le modèle, à le valider, à le modifier et à l'affiner, à définir les scénarios TO-BE, à simuler ces différents scénarios, et à analyser les résultats.

La construction et la simulation du modèle nécessitent un langage de modélisation ainsi qu'un outil de simulation. Nous commençons ce chapitre par la description de ces deux derniers. Ensuite nous décrivons le déroulement de chaque étape. Néanmoins, l'étape 9 qui consiste à analyser les résultats exige une méthode d'analyse. Sachant que la valeur est multicritère et que nous analysons différents types de valeur, la méthode utilisée d'analyse multicritère est AHP (*Analytical Hierarchy Process*) que nous présentons dans la section VI.6. Les avantages de cette méthode qui repose sur la comparaison de paires d'options et de critères sont sa capacité de structurer un problème complexe, multicritère, multi-personnes et multi-périodes de façon hiérarchique ; la comparaison binaire des éléments (alternatives, critères et sous critères), et la facilité de son support informatique.

Ainsi, ce chapitre traite la sous-problématique 4 présentée dans l'introduction générale : Comment modéliser l'entreprise ? Quel langage utiliser et quel système considérer ?

VI.2. Langage et modifications

Comme expliqué dans le chapitre III, le langage que nous avons choisi est SimulValor, néanmoins des modifications à ce langage étaient nécessaires. SimulValor permet la modélisation des flux physiques et d'information dans un même graphe. Toutefois, il n'y a pas de flux négatifs, ce qui signifie qu'il y a un sens de transformation de la matière. La valeur d'un flux peut être soit positive ou nulle si le stock à partir duquel il est généré est vide. En outre, SimulValor permet une modélisation hiérarchique par la possibilité d'utiliser des sous-modèles.

Les modifications apportées à ce langage (que nous présentons dans la Figure 38) sont les suivantes :

1. Le langage SimulValor présente tout type de flux par un flux matériel. Néanmoins, une activité peut être déclenchée par un flux informationnel, et ensuite elle transforme un flux physique. D'où la nécessité de distinction entre les différents flux. Ainsi nous modifions le langage par la différenciation entre flux physique, flux financier et flux informationnel, par l'ajout d'un nouveau symbole pour les flux d'information.
2. Simulvalor modélise les ressources sous forme de variables informationnelles, comme compétence des ressources et capacité des ressources. Nous souhaitons représenter graphiquement les ressources en ajoutant le symbole [R].

Ceci nous permet aussi de gérer le problème d'allocation des ressources. Le simulateur nous permettra d'analyser l'usage des ressources et ainsi d'améliorer leur allocation.

3. Modification de la représentation d'activité ou bloc de transformation, en ajoutant les partenaires concernés par cette activité. Ceci est une modification cosmétique qui permet de visualiser le partenaire responsable de l'exécution de l'activité.
4. Modélisation des fonctions de produits qui sont présentées comme informations liées au produit ou au flux physique. Ceci était nécessaire pour la modélisation de la qualité perçue du produit, donc de la valeur perçue. La qualité du produit perçue par le client dépend de ses fonctions.
5. Distinction entre activité d'exécution et activité de décision par l'ajout d'un nouveau bloc de transformation concerné par les décisions. Des décisions comme les décisions d'approvisionnement, influencent la performance du réseau de valeur. Ainsi il était nécessaire de les intégrer dans l'analyse donc dans la modélisation.

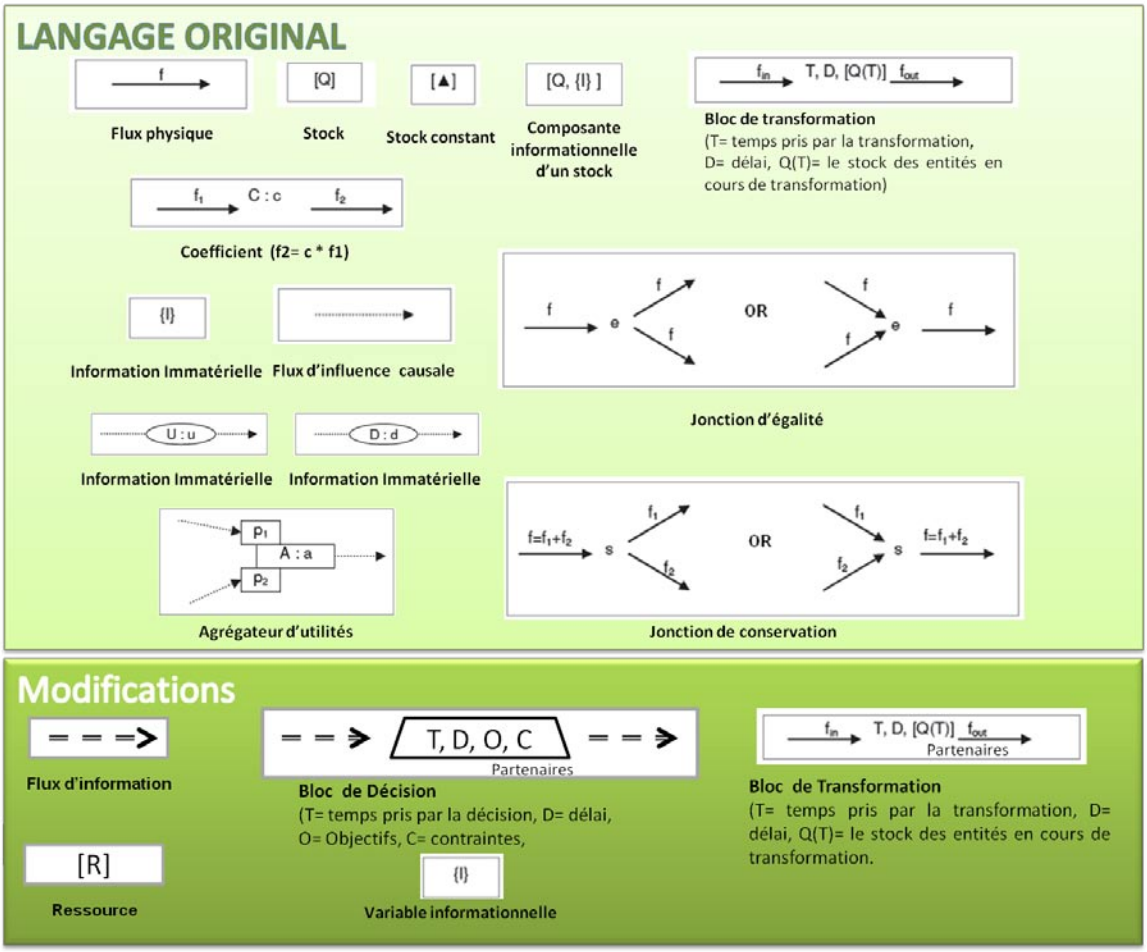


Figure 38 : Modifications proposées au langage SimulValor.

VI.3. Outil de modélisation et simulation

Nous avons choisi la simulation à événements discrets et le logiciel Rockwell-Arena. Il existe plusieurs logiciels pour la modélisation et simulation des processus du business, comme Protos, ARIS, FLOWer, FileNet et CPN tools. Mais selon une analyse effectuée par Jansen-Vullers et Netjes (2006) ARENA est le plus avantageux au niveau des capacités de modélisation et de simulation parmi tous les logiciels nommés précédemment.

Néanmoins, les librairies prédéfinies dans ce logiciel ne nous permettent pas de modéliser comme nous le souhaitons un réseau de valeur. C'est pourquoi nous avons développé notre propre librairie de réseau de valeur que nous présentons dans ce qui suit.

La librairie que nous avons construite permet de modéliser et simuler un réseau de valeur. Elle est exposée dans la figure 39. Les modules nécessaires pour modéliser un réseau de valeur ont été créés (voir diagramme de classe, Figure 33 dans chapitre V ; voir Annexe 4 pour la structure des modules). Le tableau 12 compare les éléments principaux de notre modèle conceptuel de réseau de valeur et les modules des librairies de Rockwell-Arena et de notre librairie de réseau de valeur. Ce tableau justifie le besoin de créer notre propre librairie.

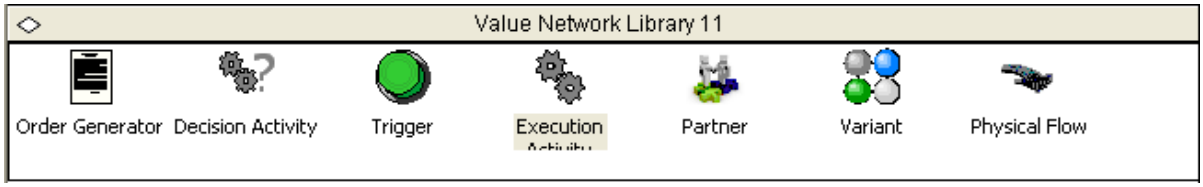


Figure 39: Librairie développée pour modélisation d'un réseau de valeur

Tableau 12 : Mapping entre les éléments du modèle conceptuel et les modules des librairies de Rockwell-Arena

Elément principal du modèle conceptuel	Module correspondant de la librairie de réseau de valeur	Module correspondant des librairies standards Rockwell-Arena.
Partenaire	Le module Partenaire (*Partner*)	Non existant
Activité d'exécution	Le module d'activité d'exécution (*Execution Activity*)	Existant mais non compatible à notre modèle d'activité. Il ne permet de modéliser ni les entrées et les sorties de l'activité, ni les différents coûts, et ni le taux de rebut. Il est limité à la modélisation des ressources nécessaires pour l'activité et sa durée.
Activité de décision	Le module d'activité de décision (*Decision Activity*)	Non existant
Déclencheur	Le module de déclencheur (*Trigger*)	Non existant
Flux physique / Flux financier	Le module de flux physique (*Physical Flow*)	Existant mais non suffisant pour notre modèle (le module *entity*). Il ne permet pas une modélisation des caractéristiques du produit.
Ressources	-	Module ressource (*Resource*)
Flux informationnel	Intégré dans les modules de la librairie mais non visible	Existant sous forme de signaux
Variables informationnelles	-	Module variable
Ordre	Le module « *Order Generator* »	N'existe pas en l'état. Il faut créer une logique en combinant plusieurs modules.

VI.3.1. Partenaire (Partner)

Ce module permet de modéliser les différents partenaires du réseau de valeur. Dans ce module le nom du partenaire est précisé ainsi que son type. Pour définir le type, l'utilisateur doit choisir parmi une liste prédéfinie comprenant : fabricant, fournisseur, revendeur, distributeur, et client.

Dans la figure suivante est présenté l'affichage du module dans l'interface Rockwell-Arena, et la fenêtre permettant de définir un tel module. Dans l'interface, deux variables rattachées à chaque partenaire sont visibles : le coût total induit par le partenaire et le revenu total collecté par le partenaire dans ce réseau de valeur.

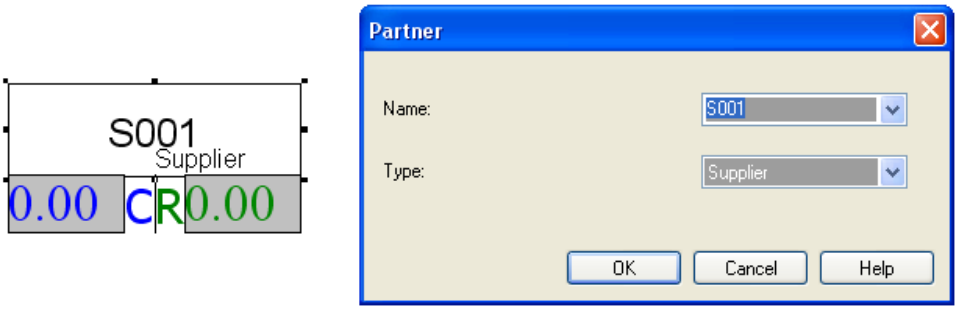


Figure 40: interfaces du module partenaire

VI.3.2. Flux physique (Physical Flow)

Ce module permet de modéliser tous les flux physiques du réseau de valeur, qu'ils soient des produits finaux, des composants du produit, ou des matières premières. Dans ce module, un numéro et un nom sont attribués au flux en question. Puis une liste des caractéristiques du produit est définie.

En cliquant sur ajout (*Add*) de la liste de caractéristiques (voir figure 42), une autre fenêtre s'ouvre (voir figure 41). Dans cette fenêtre le nom de la propriété en question est défini ainsi que toutes les valeurs possibles que cette propriété peut avoir.

Ensuite le coût de stockage de ce flux ainsi que le partenaire qui paye ce coût sont définis. Un flux physique peut être produit chez le revendeur qui est dans ce cas le partenaire payant le coût. Le coût de stockage est automatiquement ajouté au coût total induit par le partenaire dans le réseau de valeur à la fin de la simulation.

Ce module permet de gérer l'action à faire en cas de manque de flux physique, donc dans le cas où on a besoin d'un flux physique avec certaines propriétés mais où le stock est nul. Dans ce module on précise si l'action à exécuter est :

1) de ne rien faire (*no action*) donc attendre que le stock se remplisse
2) d'exécuter une activité, et dans ce cas nous précisons le nom de l'activité d'exécution
3) de prendre une décision, et dans ce cas nous précisons le nom de l'activité de décision

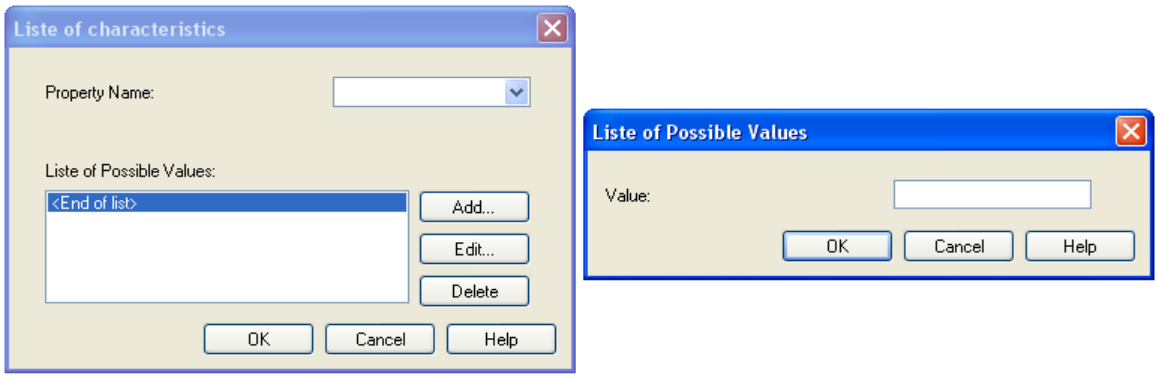


Figure 41: Interface de la liste des caractéristiques au sein du module du flux physique

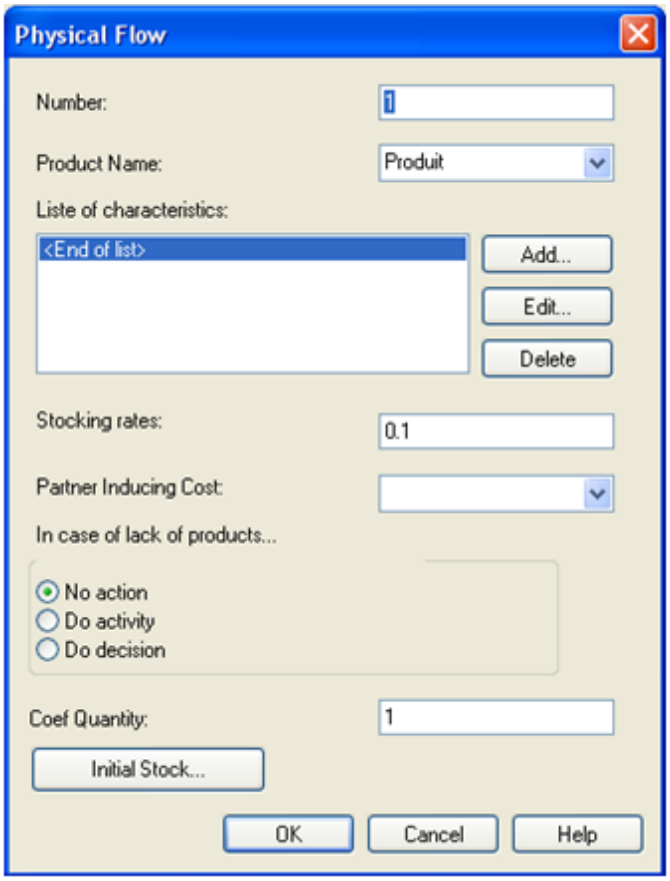


Figure 42: Interface du flux physique

Dans ce module, il est aussi possible de définir un stock initial de flux. La quantité du flux ainsi que les propriétés sont définies dans une nouvelle fenêtre (voir figure 43). Dans cette fenêtre, à chaque propriété du flux est attribuée une de ses valeurs possibles. Plusieurs stocks initiaux pour différentes variabilités du produit (flux physiques) peuvent être définis.

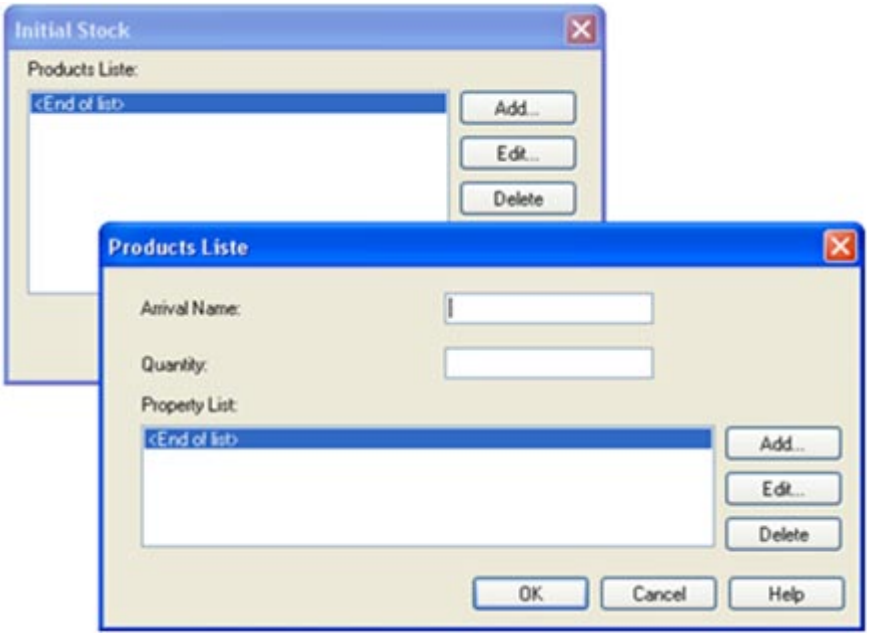


Figure 43: Interface de Stockage au sein du module du flux physique

Le flux physique apparaissant dans l'interface est présenté dans la figure 44. Nous visualisons le nom du flux, la quantité actuelle du flux, la quantité totale du flux, et les propriétés du flux. Nous visualisons aussi la file d'attente dans laquelle est stocké le flux. Dans cette file d'attente deux couleurs d'entité sont visibles, bleu foncé et bleu clair. Une entité de couleur bleu clair signifie que pour une variante de ce flux nous attendons une livraison. Donc cela signifie qu'un ordre d'achat ou de fabrication de ce flux a été lancé et que nous sommes en attente de la livraison. Dans ce module, une notion de flux virtuel est définie. Dès qu'un ordre d'approvisionnement ou de fabrication d'une variante de ce flux est lancé, un flux virtuel correspondant à la quantité de l'ordre est créé. C'est nécessaire surtout pour l'activité de décision qui prend en compte le flux total (réel et virtuel) pour décider si un approvisionnement est nécessaire ou pas…

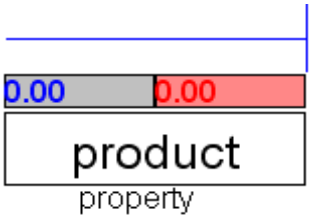


Figure 44: Présentation et animation du module du flux physique

VI.3.3. Activité d'exécution (Execution activity)

Ce module (figure 46) est complexe dans sa logique et il est conforme à notre modèle conceptuel d'une activité (voir figure 29). Premièrement le nom de l'activité ainsi que le temps d'exécution sont définis. Ce temps peut être une constante ou une fonction probabiliste ou pourra faire appel à une variable du système. Le temps de réglage de l'activité est aussi défini ainsi que l'unité de temps considérée. Dans ce module nous précisons si le temps d'exécution dépend de la quantité du flux ou pas. Pour certaines activités le temps d'exécution ne dépend pas de la quantité.

Un exemple sera l'activité de livraison. Normalement la sortie de l'activité est envoyée directement au module du flux physique correspondant, mais l'utilisateur possède le choix de définir une station à laquelle le flux physique est envoyé.

Deuxièmement, les entrées et sorties de l'activité sont définies. Ni l'entrée, ni la sortie ne sont obligatoires. Une activité peut ne pas posséder d'entrées physiques. Par exemple, l'activité d'achat de matières premières ne possède pas d'entrée physique. Dans le cas où des entrées physiques existent (cela est défini en cochant la case *entry_components*), une nouvelle fenêtre s'ouvre permettant de préciser le nom du flux physique en entrée et la quantité nécessaire (voir figure 45).

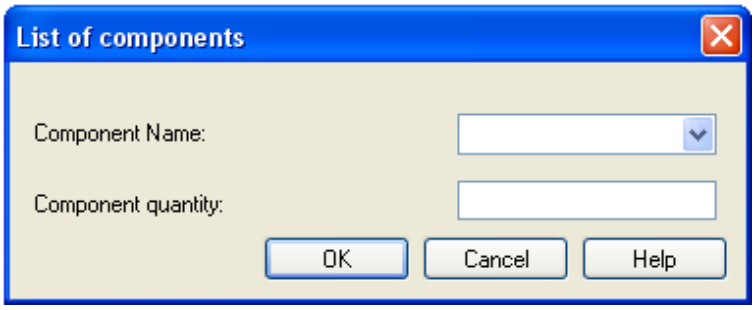


Figure 45 : Interface des composants d'un produit

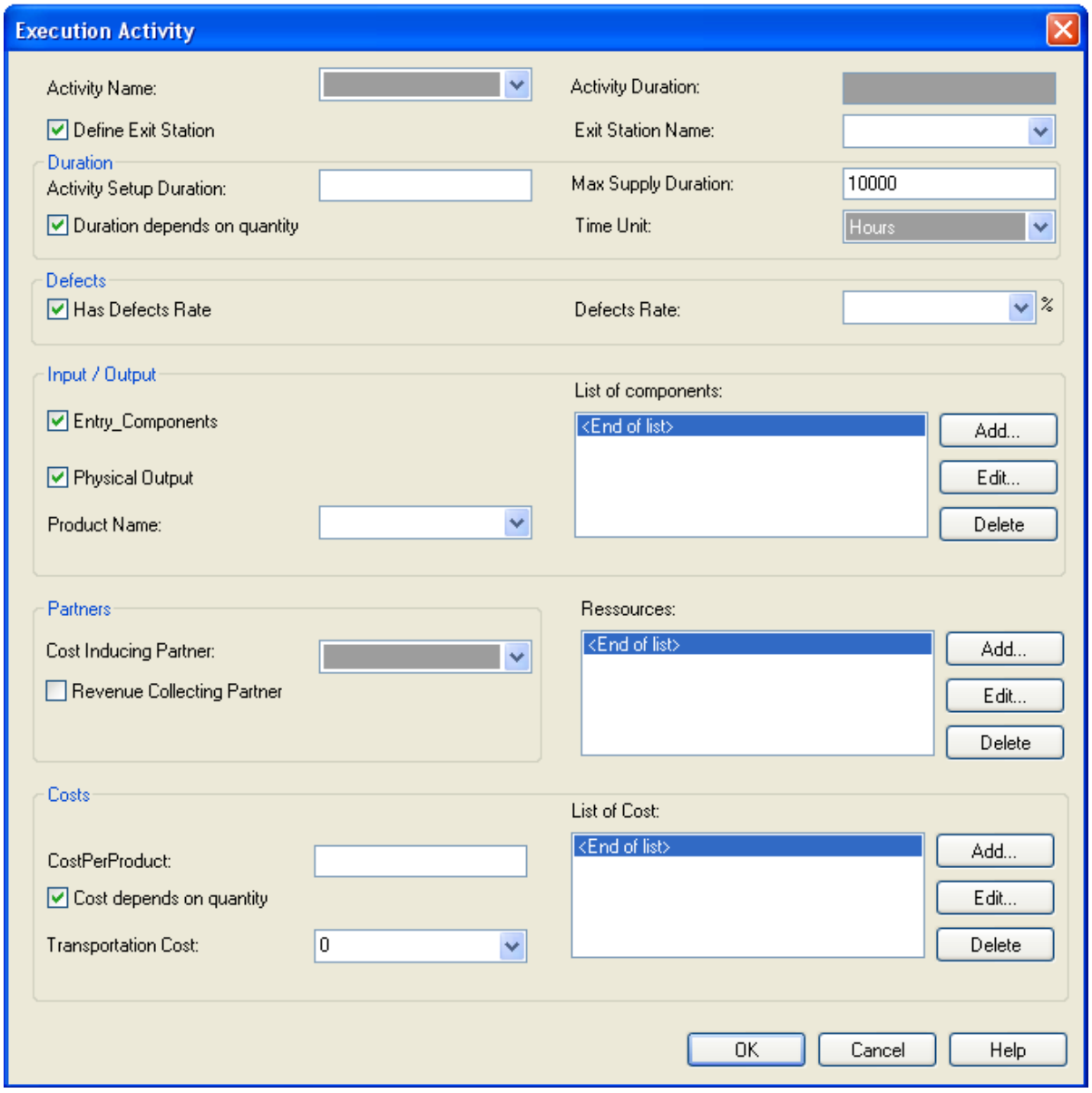


Figure 46: Interface du module de l'activité d'exécution

Troisièmement le partenaire qui subit le coût de l'activité est défini, ainsi que le partenaire collectant le revenu. Un partenaire subissant le coût est obligatoire, mais celui collectant le revenu est optionnel.

Quatrièmement les ressources utilisées par l'activité sont définies. Ici, nous choisissons parmi toutes les ressources du réseau celles utilisées pour cette activité et leurs quantités respectives (voir figure 47). Finalement le coût de l'activité est défini (voir figure 48). Ici nous précisons si le coût varie selon la quantité ; Aussi, nous précisons le coût de transport du flux physique et sa destination.

Le module activité peut désigner une activité à un niveau opérationnel, tactique ou stratégique. Ça peut représenter une entreprise ayant comme entrées tous les composants fournis nécessaires pour fabriquer le(s) produit(s) final (aux) et en sortie le produit final avec le délai et le coût associés, comme ça peut présenter une activité d'assemblage au niveau opérationnel.

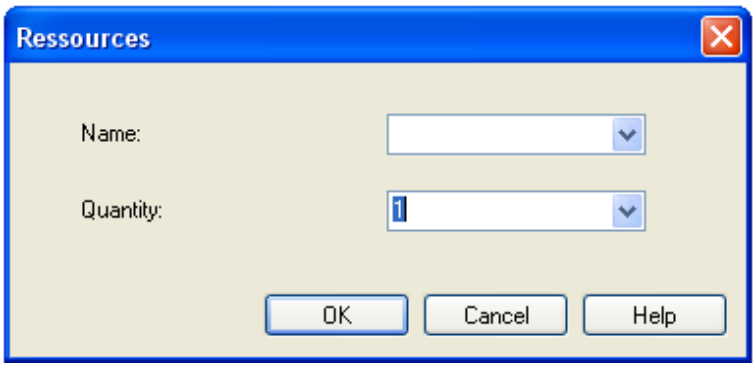


Figure 47: Interface des ressources au sein du module d'activité d'exécution

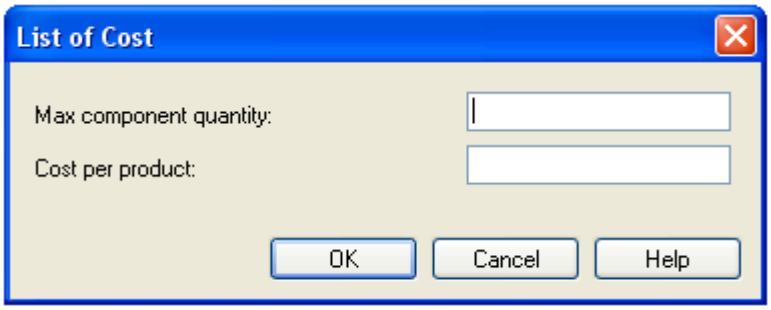


Figure 48: Interface de coût au sein du module d'activité d'exécution

VI.3.4. Activité de décision (Decision activity)

Ce module ne possède pas des entrées physiques, mais uniquement des entrées d'informations. Nous précisons le nom de la décision et si c'est une décision périodique ou pas. Puis nous définissons les variables de décision. Ces variables peuvent être soit :

1) Quantité d'un flux physique : dans ce cas il faut préciser le nom du flux (voir figure 51)
2) Coût d'une activité : dans ce cas il faut préciser le nom de l'activité (voir figure 51)
3) Durée d'une activité : dans ce cas il faut préciser le nom de l'activité (voir figure 51)
4) Toute autre variable du système : dans ce cas il faut préciser le nom de la variable (voir figure 50)

La définition de ces variables se fait à travers une nouvelle fenêtre qui apparait en appuyant sur ajout de variable (Add) (voir figure 49).

Après avoir défini les variables de décision, les contraintes ainsi que l'objectif, et les actions à suivre sont définies en sélectionnant la liste de décision (*DecisionList*) qui mène à une nouvelle fenêtre (voir figure 50). Dans *condition*, les contraintes ainsi que la condition de la décision sont définies. Puis l'activité à exécuter et la quantité sont définies. Nous pouvons dans la liste de décision définir plusieurs conditions sachant que l'application les considérera dans l'ordre. Ainsi, si les contraintes de la première condition sont toutes satisfaites il exécutera l'activité correspondante, ensuite il passera à la deuxième condition définie, et ainsi de suite.

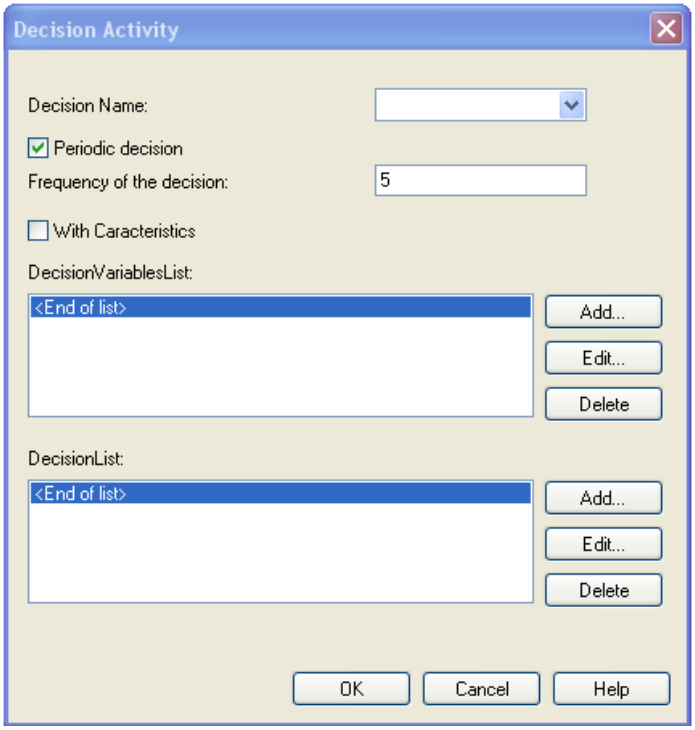


Figure 49: Interface du module de l'activité de décision

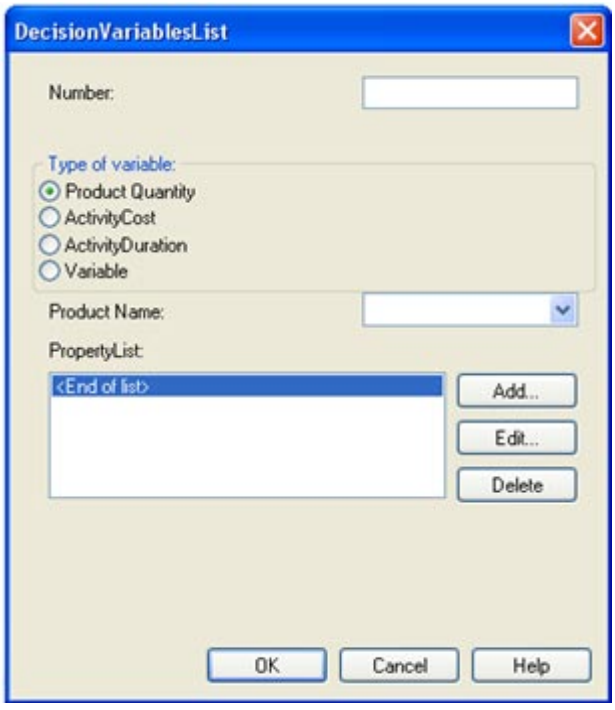


Figure 50: Interface des variables de décision au sein du module de l'activité de décision

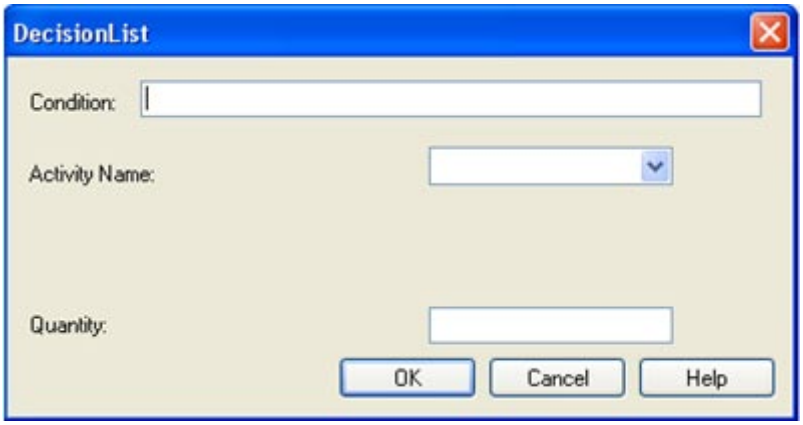


Figure 51: Interface de liste des décisions au sein du module de l'activité de décision

VI.3.5. Déclencheur (Trigger)

Le module de déclencheur déclenche une activité donnée. Dans ce module nous pouvons aussi définir la gestion de stock (voir figure 54). Cela est effectué en précisant le nom du produit (ou flux physique) et ces caractéristiques, la quantité minimum de stock, la quantité à commander, et le temps nécessaire d'approvisionnement.

En cliquant sur « *External OF* » (voir Figure 52) nous précisons le nom et l'emplacement du fichier Excel contenant tous les ordres de fabrication (OFs) (voir Figure 53).

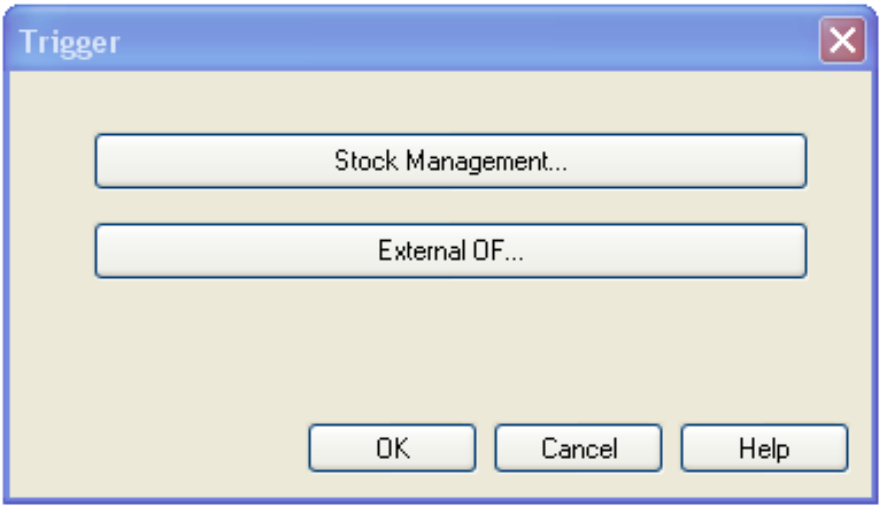


Figure 52 : Interface du module trigger

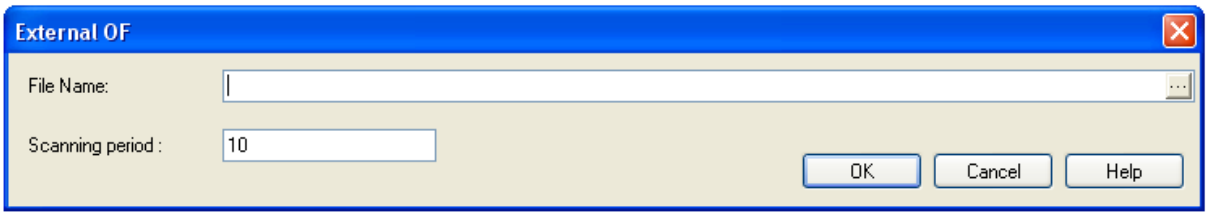


Figure 53 : Interface pour définir le fichier Excel contenant les OFs.

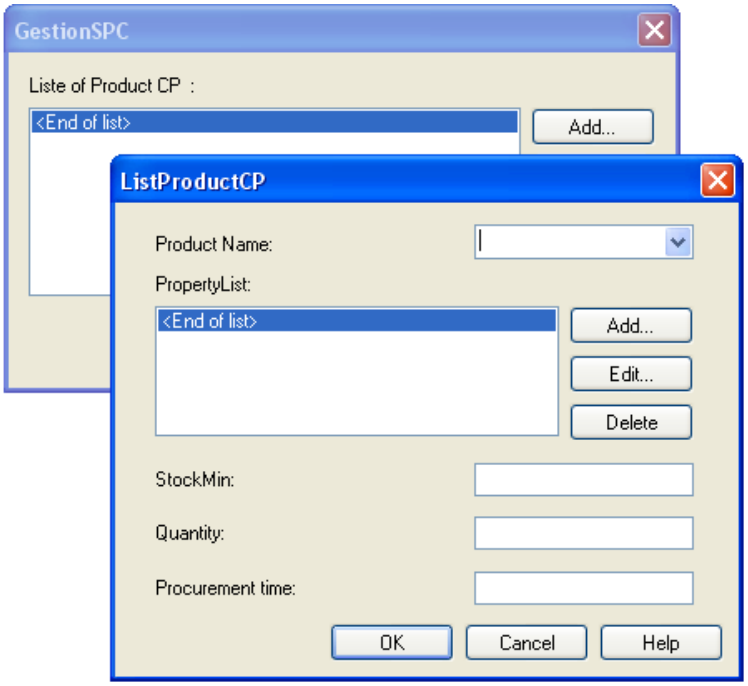


Figure 54 : Interface de gestion de stock du module trigger.

VI.3.6. Générateur d'ordre

Ce module permet de générer aléatoirement les ordres. Nous précisons un nom pour ce module, le produit en question, la station suivante quand l'ordre est reçu et l'intervalle de réception d'ordre. Nous précisons la liste de variantes de produit possibles ainsi que la probabilité qu'une certaine variante soit commandée (voir figure 55). Une variante est déterminée en précisant la valeur des différentes caractéristiques du produit (voir figure 56).

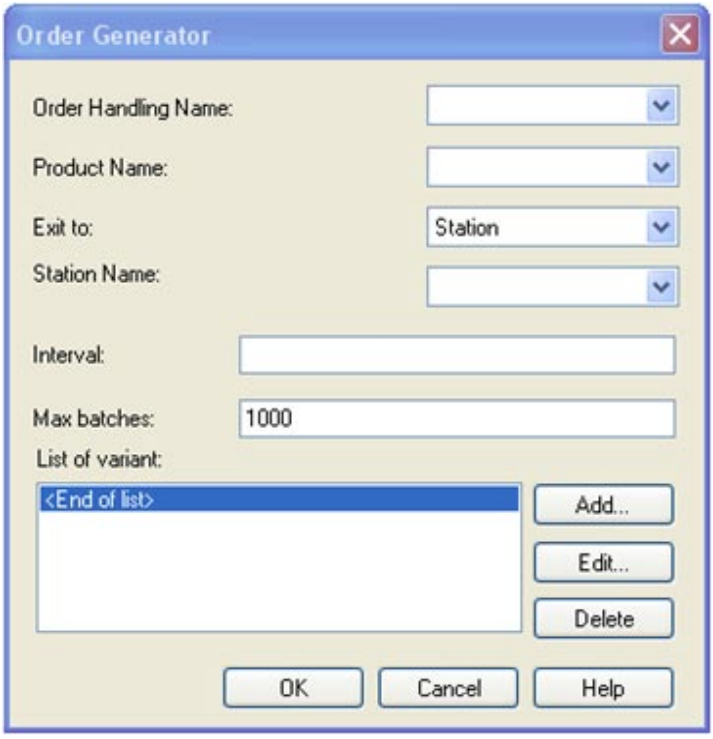


Figure 55 : Interface du module "Order Generator".

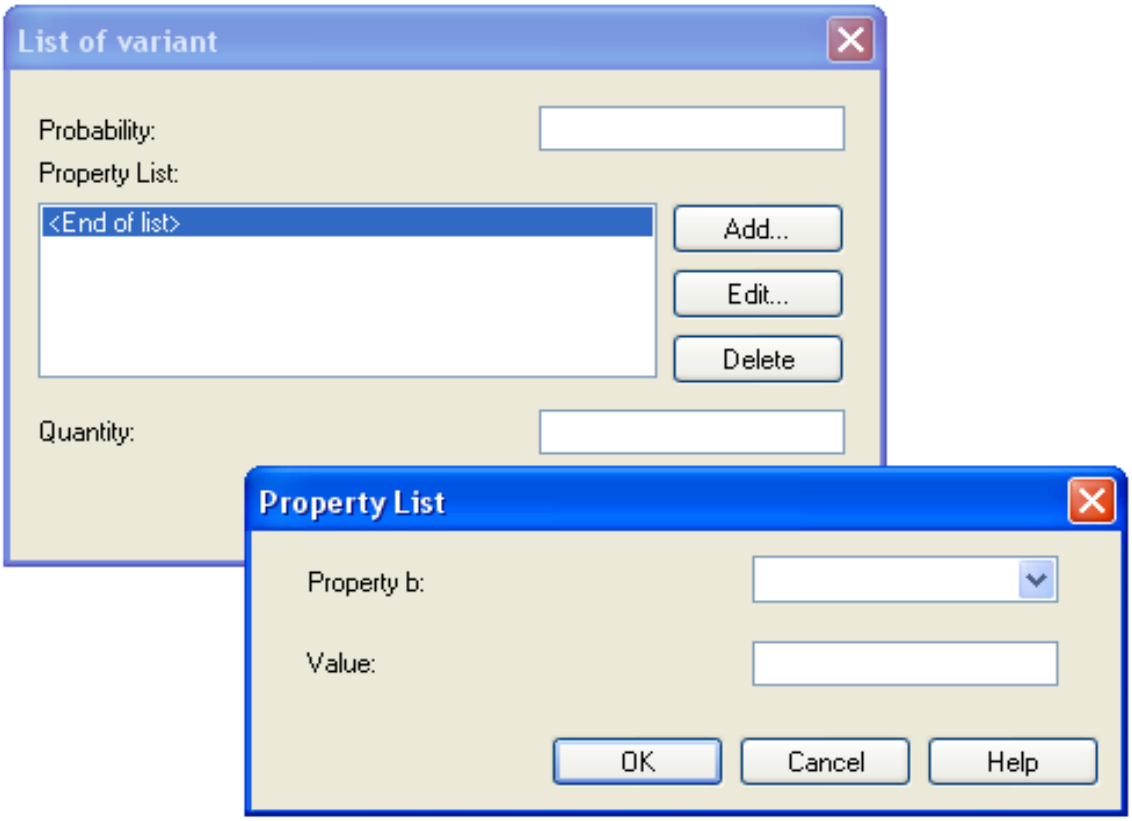


Figure 56 : Interface pour déterminer la liste des variantes ainsi que la probabilité de les commander dans le module "Order Generator"

VI.3.7. Variante

Ce module permet la gestion de la variabilité du produit. Il permet de définir les caractéristiques du produit final qui définissent la variabilité. Ce module calcule automatiquement le nombre des variantes du produit tout au long de la simulation.

VI.3.8. Modules utilisés des librairies de Rockwell-Arena

Certains éléments de notre modèle conceptuel sont déjà existants dans les librairies standards de Rockwell-Arena. Ainsi nous avons utilisés les modules suivants des librairies Rockwell-Arena pour modéliser les ressources ainsi que les variables du réseau de valeur.

1) *Resources* : ce module permet de remplir dans la base de données du simulateur toutes les données concernant les ressources comme leur nom, leur capacité, leur nom d'horaire, et leur nom des défaillances qui ont lieu.
2) *Variables* : ce module permet de définir toutes les variables du système qui ne sont pas déjà automatiquement définies à travers les modules de notre librairie.
3) Horaire (*Schedule*) : ce module permet de définir l'horaire de travail d'une certaine ressource
4) Défaillance (*Failure*) : ce module permet de définir les défaillances possibles des ressources ainsi que les probabilités de leur occurrence. Par exemple une panne de machine, ou une pause de l'opérateur…

VI.3.9. Conclusion et Caractéristiques du simulateur

La figure 57 résume les liens entre les différents modules de notre librairie, et présente les fonctions principales de chaque module.

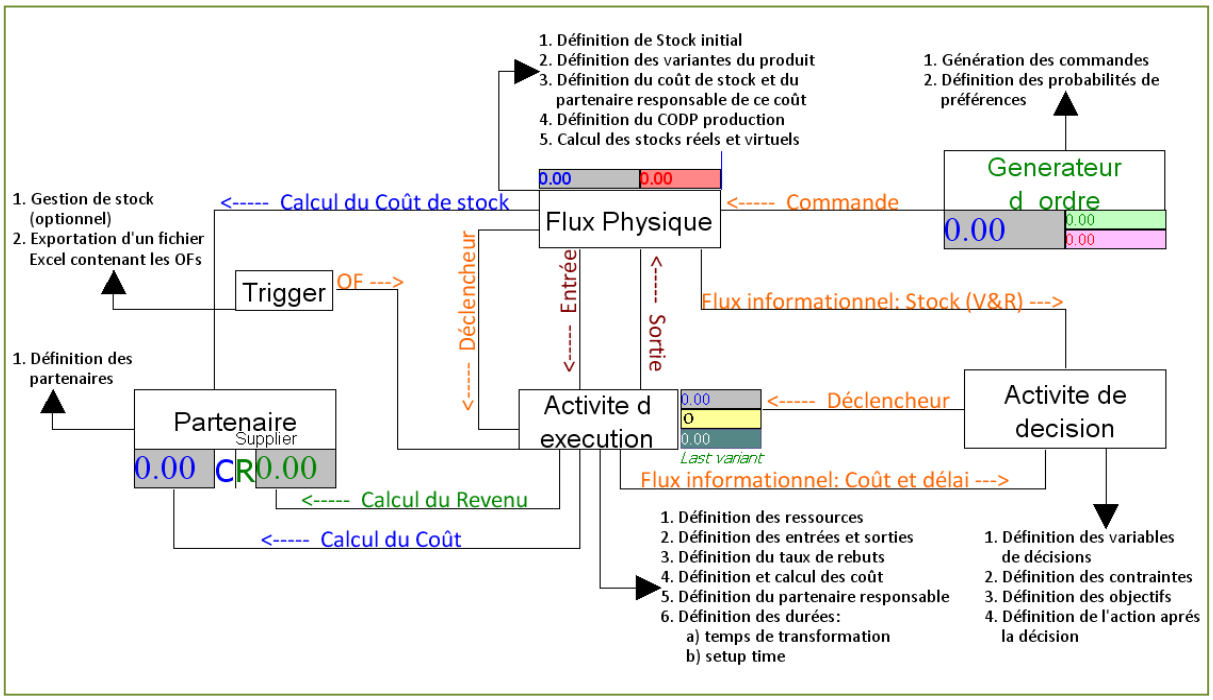


Figure 57 : Liens entre les principaux modules de notre librairie

La librairie développée rend le modèle très flexible. La structure de simulation telle qu'elle est conçue rend le modèle de simulation très flexible et facilite l'ajout d'un nouvel élément au modèle comme partenaire, activité, flux physique (produit). Les activités ne sont pas liées directement entre elles, mais à travers les flux physiques. Ainsi, la sortie d'une activité n'est pas liée à l'entrée d'une autre, ce qui facilite la modification du modèle. En outre, pour ajouter un partenaire, il suffit juste d'ajouter un module partenaire dans le modèle et préciser quelles sont les activités pour lesquelles il est responsable. Par exemple, l'ajout d'un nouveau fournisseur se fait en ajoutant un module partenaire et une activité d'achat de ce partenaire, et en intégrant le choix de ce partenaire dans la décision d'approvisionnement.

A travers la décision d'approvisionnement ou pas pour un stock dans le module de flux physique, nous déterminons si le système est MTS, ATO, MTO ou mixte. Si pour tous les flux physiques la décision est de ne rien faire en cas de manque, ce sont les décisions d'approvisionnement et les plans de production qui désignent quand faire une demande d'un stock ou de lancer une activité, le système est un MTS. Dans le cas où pour tous les flux cette décision est d'exécuter l'activité de production ou d'approvisionnement c'est un MTO. Dans ce cas, à chaque fois qu'une demande pour n'importe quel flux physique (matière première, composant de produit, produit final) arrive, la fabrication est lancée. On peut aussi avoir une partie MTS et une autre MTO… Ainsi nous gérons la position du CODP.

Notre modèle conceptuel est générique et peut être applicable à tout réseau de valeur. De même la librairie développée permet de simuler n'importe quel réseau de valeur en utilisant les mêmes cinq modules fondamentaux.

VI.4. Etapes 4, 5 et 6 : Vérification, validation et affinage du modèle

La construction du modèle se fait en plaçant les modules nécessaires dans l'interface de simulation. Néanmoins, il y a un ordre à suivre comme certains modules font appel à d'autres modules. Cet ordre est décrit dans la Figure suivante.

La vérification et la validation du modèle se font en comparant les résultats calculés (virtuels) aux résultats réels. Ainsi, les différents résultats de simulation comme le nombre de produits fabriqués par jour, les délais, etc. sont comparés à leurs valeurs réelles données par l'entreprise.

Dans le cas où l'erreur est grande, une vérification des données collectées, et des éléments modélisés est nécessaire. Ainsi nous vérifions dans ce cas le bon déroulement des étapes 2, 3 et 4 afin de modifier et affiner le modèle. Une fois ce dernier validé nous passons à l'étape 7.

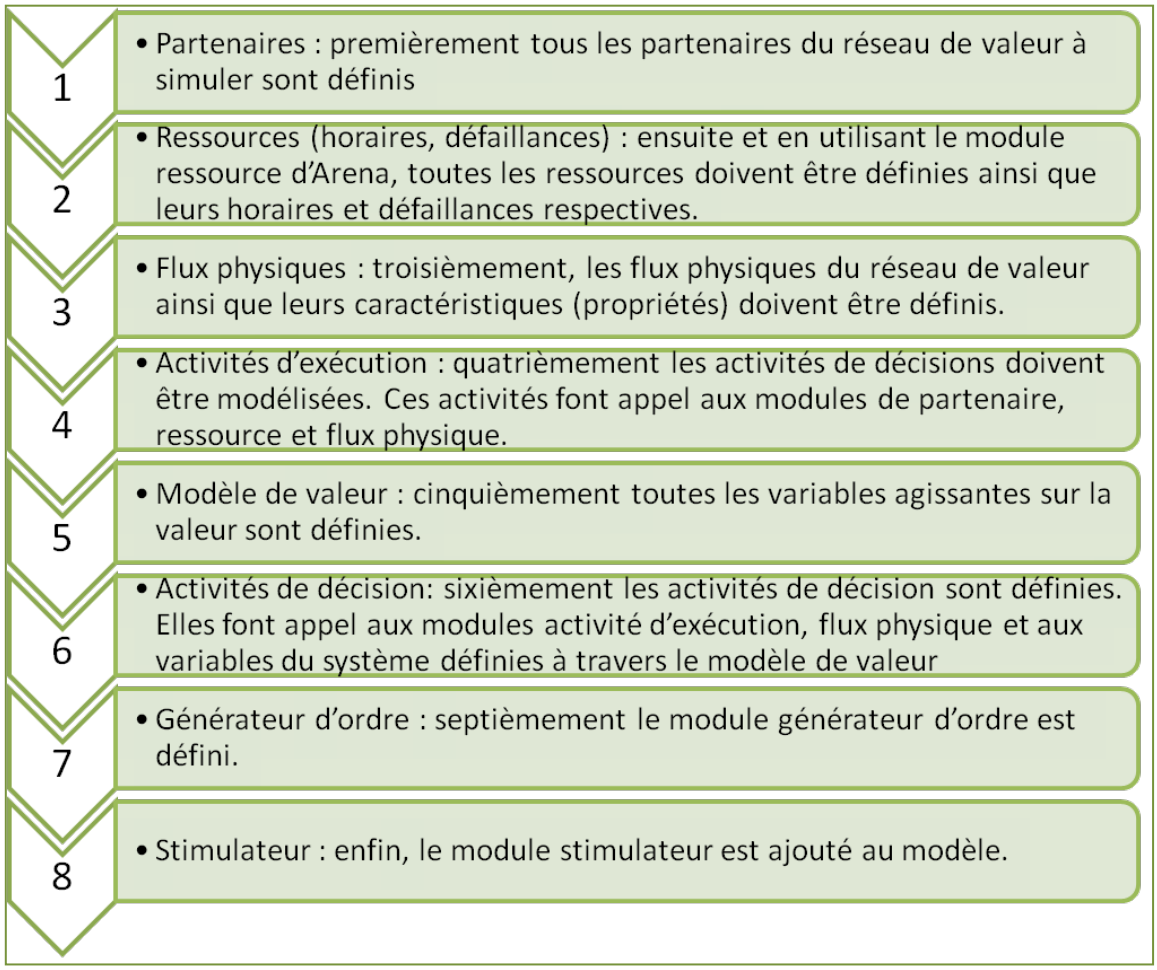


Figure 58 : Ordre de placement des modules pour construction du modèle de simulation

VI.5. Etape 7 : Identification des différentes alternatives pour le scénario « TO-BE »

L'identification de différentes alternatives pour le scénario TO-BE se base sur les types de MC possibles déterminés dans l'étape 1.

Au vu de ces types nous déterminons toutes les positions possibles du CODP en nous basant sur l'offre de customisation définie dans la première étape. En combinant les positions possibles du CODP, et les différentes offres de customisation nous obtenons les alternatives du scénario TO-BE à simuler. Le déroulement de cette étape est expliqué à travers le cas d'étude présenté dans le chapitre suivant.

VI.6. Etapes 8 et 9 : Expérimentation et Analyse des résultats

Sachant que nous traitons un réseau de valeur et que nous analysons la valeur pour les différents partenaires du réseau, nous nous intéressons à une analyse multicritère nous permettant de déterminer la meilleure alternative parmi les scénarios TO-BE.

Dans une analyse multicritère nous définissons selon (Mauchand, 2007) :

- les alternatives potentielles (ou actions) : choix possibles en nombre fini nous permettant de modéliser les alternatives de réseau de valeur ;
- les critères : aspects suivant lesquels les alternatives sont examinées, éléments quantitatifs ou qualitatifs. La famille de ces critères doit répondre à un ensemble de spécifications : en avoir une liste exhaustive, opérationnelle, non redondante, minimale et cohérente et avoir une indépendance entre les critères.
- les unités : façons d'exprimer la performance versus les critères, ce sont les indicateurs de performance ;
- les poids des critères : importances attribuées aux critères ;
- les évaluations ou jugements : notations calculées ou affectées par les experts en fonction de leur point de vue.

Ainsi, en utilisant les éléments décrits ci-dessus nous pouvons construire la matrice de décision présentée dans la figure 59.

$$MD = \begin{pmatrix} c_1 & c_2 & \dots & \dots & \dots & c_m \\ \omega_1 & \omega_2 & \dots & \dots & \dots & \omega_m \\ e_{11} & e_{12} & \dots & \dots & \dots & e_{1m} \\ e_{21} & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & e_{ij} & \dots & \dots \\ e_{n1} & \dots & \dots & \dots & \dots & e_{nm} \end{pmatrix}$$

Figure 59 : Matrice de décision d'une analyse multicritère

- ensemble des alternatives potentielles : A = $\{a_i\}$, i =1, 2, ...,n ;
- c_j = différents critères ; j =1, 2,..., m ;
- w_j = les poids des critères c_j ; j =1, 2,..., m ;
- e_{ij} = les poids des critères pour chaque alternative; i =1, 2,..., n qui désigne l'alternative A en question et j =1, 2,..., m qui désigne le critère en question.

Ainsi la démarche générale à suivre au mépris de la méthode d'analyse multicritère adoptée consiste tout d'abord à déterminer les différentes alternatives et les critères de décision, puis à déterminer les poids de ces critères, afin de finalement traiter les valeurs numériques et classer les alternatives. Cette démarche est présentée dans la figure 60.

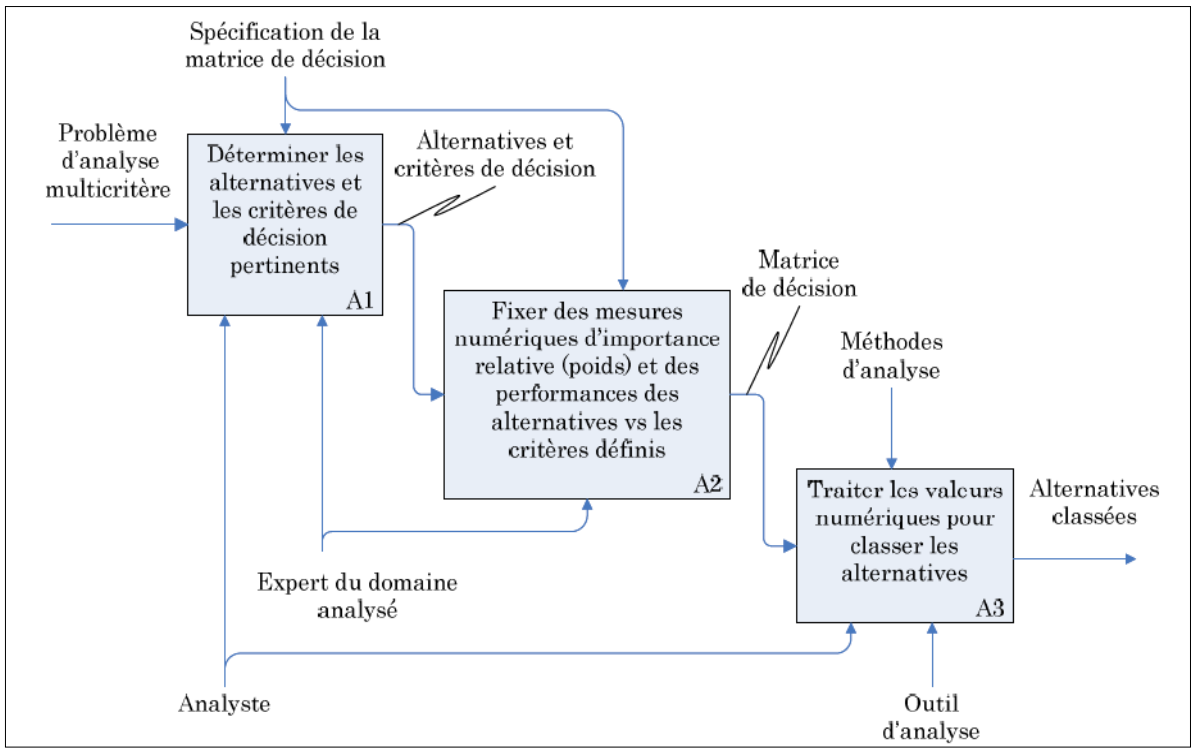


Figure 60 : Démarche générale pour une analyse multicritères (Mauchand, 2007).

VI.6.1. Choix de la méthode d'analyse multicritère

Les méthodes d'analyse multicritère peuvent être divisées en trois catégories selon la façon dont les jugements seront agrégés : méthodes par agrégation complète, méthodes par agrégation partielle, et méthodes par agrégation locale (Schärling, 1985).

En s'intéressant aux méthodes par agrégation complète, quatre méthodes sont représentatives (Caillet, 2003):

1. la méthode WSM (*Weight Sum Method* ou Somme de notes) : une méthode traditionnelle et populaire qui change paramétriquement le poids des fonctions objectifs afin d'obtenir le front de Pareto (Kim & de Weck, 2005).
2. la méthode WPM (*Weight Product Method* ou Multiplication de ratios) : une méthode qui pénalise fortement les actions très mauvaises pour un critère. Méthode similaire à WSM. La différence principale, est qu'ici l'addition est remplacée par la multiplication (Bridgman, 1922).
3. la méthode AHP (*Analytic Hierarchy Process*) : une méthode de classement des alternatives suivant un point de vue (Saaty, 2003).
4. la méthode MAUT (*Multi Attribute Utility Theory*) : méthode développée vers la fin des années 60 par Ralph Keeney et Howard Raiffa. Elle cherche à mesurer l'utilité totale qui peut être tirée de chacune des actions potentielles. Elle est obtenue en combinant les utilités élémentaires ou partielles que présentent cette action aux yeux des différents critères (Dyer et al., 1992)

Nous avons adopté la méthode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). L'avantage principal de cette méthode est de mettre en évidence des niveaux ou catégories de critères. Dans ce cas, le problème complexe est décomposé en sous problèmes plus simples selon une structure hiérarchique (Saaty, 1997). AHP qui surmonte les limitations susceptibles de découler de la simulation (Rabelo, Eskandari, Shaalan, & Helal, 2007), est basée sur un jugement successif d'une alternative par rapport à une

autre au regard d'un critère par exemple le coût d'un produit. Elle augmente la confiance des managers dans les résultats en leur permettant d'inclure leurs expériences personnelles, leurs évaluations et leurs préférences. AHP est très populaire pour les raisons suivantes : elle n'exige pas de connaissances avancées en mathématiques, sa capacité à traiter des facteurs qualitatifs, et l'exploitation de l'expérience et l'expertise des experts (Rabelo, Eskandari, Shaalan, & Helal, 2007). Néanmoins, cette méthode ne nous permet pas de donner directement le critère discriminant d'une alternative.

VI.6.2. Déroulement de la méthode AHP

Les étapes de la méthode AHP sont les suivantes (Saaty, 1994) :

1. Décomposer le problème complexe en une structure hiérarchique (niveaux) : Ici, une arborescence hiérarchique des critères et des sous-critères est définie.

2. Effectuer les combinaisons binaires : Cette étape consiste à comparer à l'aide d'une matrice carrée les critères. Chaque comparaison ou jugement représente lequel des deux sous-critères est plus important relativement à un critère d'un plus haut niveau. Pour évaluer les critères les uns par rapport aux autres, une échelle numérique a été instaurée (voir tableau 13).

Tableau 13 : échelle numérique AHP

Échelle numérique	Échelle verbale
1	Importance égale des deux critères
3	Un critère est un peu plus important que l'autre
5	Un critère est plus important que l'autre
7	Un critère est beaucoup plus important que l'autre
9	Un critère est absolument plus important que l'autre
2, 4, 6, 8	Valeurs intermédiaires entre deux jugements, utilisées pour affiner le jugement

3. Déterminer les priorités
4. Synthétiser les priorités
5. Cohérence des jugements

VI.6.3. Déroulement de l'étape 9

En collaborant avec l'entreprise, les étapes de la méthode AHP sont suivies. Afin de réduire l'erreur due à la subjectivité de la comparaison des critères, plusieurs personnels de l'entreprise ayant des responsabilités différentes comparent les critères.

Après le déroulement de la simulation des différents scénarios TO-BE, les résultats sont exportés à un fichier Excel dans lequel l'analyse AHP est effectuée et la meilleure alternative est déterminée.

VI.7. Etape 10 :

Dans cette dernière étape le Bilan prévisionnel et la proposition de choix sont préparés et présentés à l'entreprise. Le bilan est présenté sous forme d'un fichier Word, résumant les alternatives expérimentées, la matrice de décision, et les résultats de l'analyse AHP qui déterminent la meilleure alternative. Ensuite une analyse sur les exigences nécessaires pour le bon

fonctionnement de l'alternative choisie est présentée tout en se basant sur le tableau d'exigences développé en chapitre IV. Concrètement l'analyse des résultats permet de :

1. Déterminer les flux critères : les flux qui ont été réclamés comme entrée d'une activité sans être disponibles. Ces flux sont déterminés à travers une variable d'état qui est l'index de disponibilité (Availability Index). En fait, le module d'activité d'exécution de notre librairie de réseau de valeur communique avec le module de flux physique en demandant une quantité Q nécessaire pour l'exécution de l'activité. Dans ce cas, le module du flux physique envoie à la fois un flux physique <= Q et un flux informationnel précisant si la demande a été totalement satisfaite, partiellement satisfaite ou non satisfaite.
   L'index de disponibilité est égal au nombre des flux informationnels étant demande partiellement satisfaite ou demande non satisfaite. Le rapport entre cette variable et le nombre total de commandes arrivées aux flux ne doit pas dépasser un certain pourcentage précisé par l'entreprise.

2. Déterminer les activités clés : les activités qui possèdent un délai de livraison d'une commande de l'activité (ou un OF) largement supérieur à leur temps d'exécution. Exemple : une activité qui nécessite 10 minutes pour être exécutée, peut avoir un délai de livraison (temps entre l'arrivée de l'OF ou commande à l'activité et le temps de sortie de la commande ou OF de l'activité) de 20 minutes causé par la non-disponibilité des ressources, attente des flux nécessaires en entrée, et le temps de réglage.

3. Calculer la valeur objective pour l'entreprise (coût, délai, qualité, stock).

4. Calculer la valeur pour le client : ceci sous-entend le calcul des différents attributs de la valeur pour le client.

VI.8. Conclusion

Ce chapitre qui a traité la sous-problématique 4 définie dans l'introduction générale, explique le déroulement des étapes 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 de notre approche. En résumé, le modèle est construit dans l'interface Rockwell-Arena en utilisant les modules de la librairie de réseau de valeur que nous avons développée. Ensuite la simulation de ce modèle est lancée afin de comparer ses résultats à ceux du système réel. Si ce modèle n'est pas validé par l'entreprise, une vérification et une modification des données collectées ou du modèle construit ont lieu. Une fois le modèle validé, nous déterminons les alternatives du scénario TO-BE. Ceci est possible en déterminant les différentes positions possibles du CODP en se basant sur les types de MC possibles définis dans la première étape de notre approche. Ensuite ces différentes alternatives sont simulées et leur résultats analysés en utilisant la méthode AHP. Enfin, un bilan et une proposition du meilleur choix sont préparés et présentés à l'entreprise.

Un langage de modélisation et une plate-forme de simulation étaient nécessaires pour mettre en œuvre notre approche. Le langage choisi est SimulValor qui permet de modéliser un réseau de valeur et de modéliser un modèle de la valeur. Des modifications à SimulValor étaient nécessaires. Elles ont été présentées dans ce chapitre.

Dans ce chapitre nous avons aussi présenté la plate-forme de simulation d'un réseau de valeur. La librairie de réseau de valeur développé dans le logiciel Rockwell-Arena a été décrite, ainsi que la démarche pour construire, simuler et analyser un réseau de valeur. Dans le chapitre suivant, cette plate-forme est testée et notre approche de modélisation et de simulation d'un réseau de valeur est validée par un cas d'étude concernant un fabricant de chaussures.

Application dans l'industrie des chaussures



Chapitre VII : Simulation et validation d'un cas d'étude

VII.1. Introduction

Notre approche a été validée par un cas d'étude effectué dans l'entreprise Alpina qui est une entreprise fabricant des chaussures. Alpina a été fondée en 1941 et son siège se situe en Slovénie. En Décembre 2006, Alpina possède déjà 117 revendeurs en Slovénie.

Ce cas d'étude a tout d'abord permis de valider la modélisation et la simulation du réseau de valeur. Il nous a également permis de valider l'intérêt d'un tel outil pour les industriels souhaitant passer à une production orientée vers le client. Notre approche a été entièrement suivie dans ce cas d'étude et sera présentée dans ce chapitre.

La customisation des chaussures se fait dans trois domaines : la convenance de la pointure de la chaussure, l'esthétique de la chaussure et finalement les fonctions de la chaussure (Boer & Dulio, 2007).

VII.2. Etape 1 : Définition du contexte d'étude

VII.2.1. Évaluation et description de l'état actuel « AS-IS » de l'entreprise

La première étape de notre démarche consiste à décrire et évaluer l'état actuel d'Alpina. Cela est effectué en remplissant une fiche de description présentée dans l'annexe 2.

Alpina qui possède environ 300 salariés, est une entreprise moyenne dans la production des équipements techniques - Cross-country, ski et chaussures de sport – en Slovènie, en Serbie et les marchés scandinaves. Alpina possède une relation directe avec les marchés à travers les directeurs de magasins.

Avant le lancement d'une nouvelle collection, une réunion avec les directeurs des magasins et les vendeurs a lieu. Les informations sur les besoins du marché recueillies lors de ces réunions sont transférées au département de recherche et développement dont les études et la recherche contribuent à la connotation innovante.

Selon la première analyse, Alpina possède une chaîne logistique de structure MTS/MTO. Néanmoins, selon l'analyse présentée dans le tableau 14 sur les capacités ou exigences nécessaires pour la MC, Alpina ne possède pas les compétences, outils et exigences nécessaires pour mettre en place une MC conçue ou fabriquée[1].

Le manque principal est dans la gestion des connaissances et dans un système d'information qui soit capable de soutenir une stratégie de MC qui nécessite un suivi de l'ordre dès la phase de fabrication pour MC fabriquée, et dès la phase d'assemblage pour une MC assemblée.

Une étude effectuée dans le projet Européen DOROTHY sur la maturité du système de gestion des connaissances d'Alpina a montré qu'elle est entre les niveaux 2 et 3 de maturité. Ces niveaux sont présentés dans la figure suivante et sont expliqués dans l'annexe 3.

[1] Voir chapitre IV qui explique les différents types de MC.

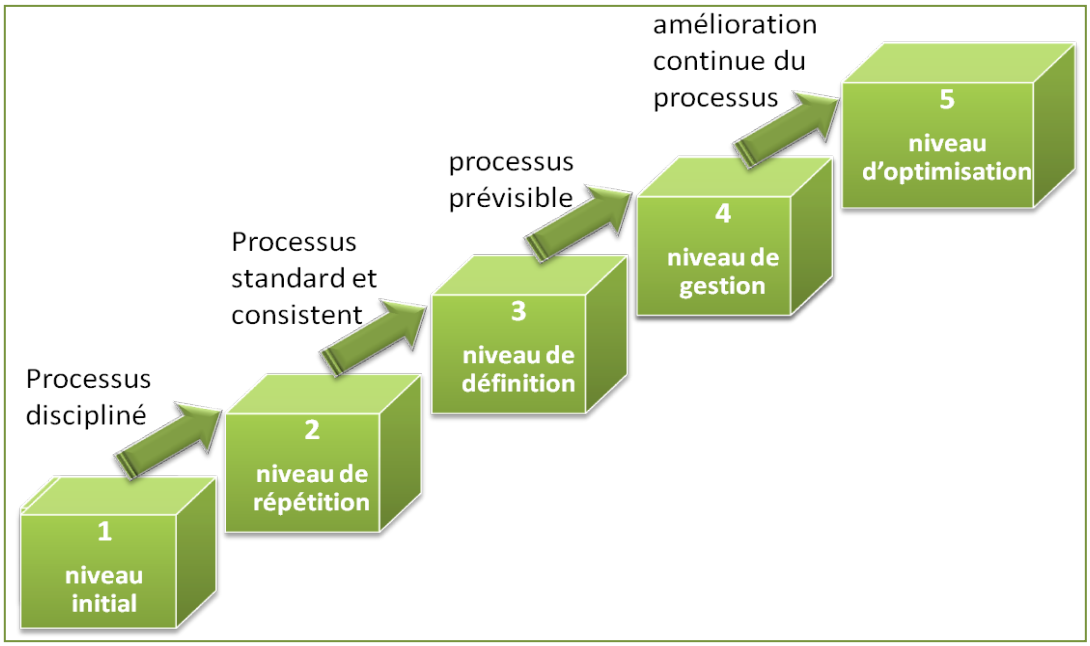


Figure 61 : Les cinq niveaux de maturité de gestion des connaissances adapté de (Paulk, et al., 1995).

De ces deux analyses nous pouvons conclure que la situation actuelle d'Alpina est une structure MTS / MTO de leur chaîne logistique offrant de la MP. Néanmoins, Alpina offre une customisation du volume interne de la chaussure améliorant la convenance de la pointure. Ceci est possible à travers une technologie qu'ils ont développée. Cette technologie est une semelle intérieure spéciale supplémentaire appelée VCP (plaque de contrôle du volume) (voir figure 62). Elle permet la customisation du volume intérieur de chaque chaussure. Cette technologie permet à Alpina d'offrir une customisation de la pointure de la chaussure en utilisant une stratégie de MP et en offrant une plus grande variabilité de la pointure de la chaussure sans aucune complexité ajoutée.

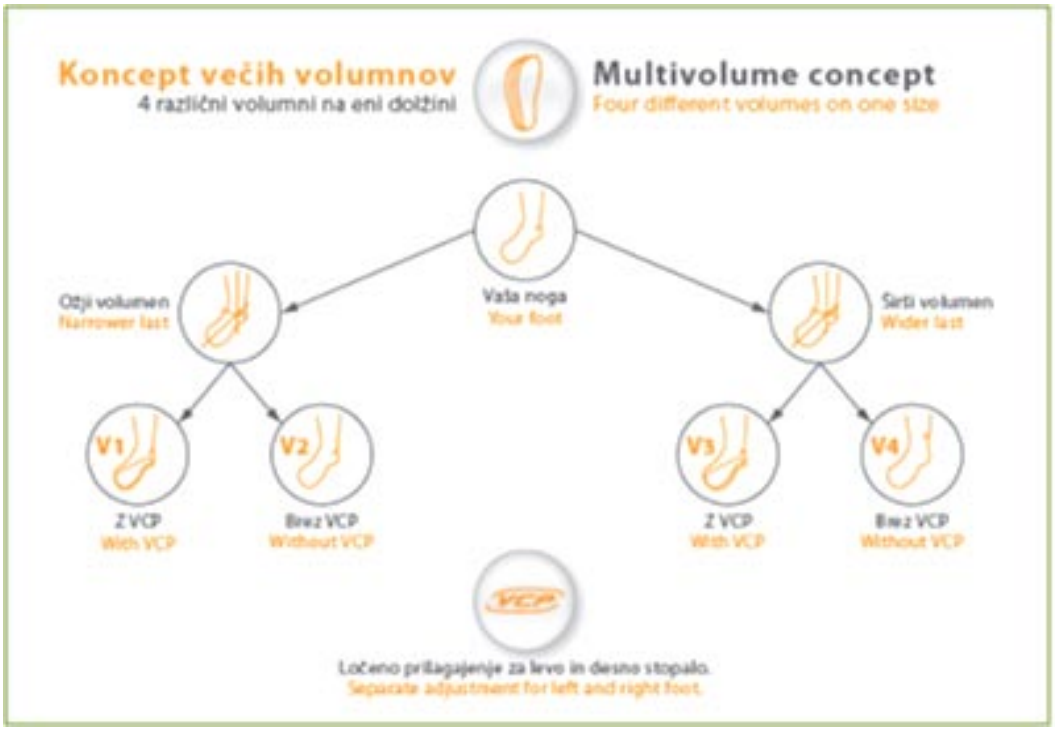


Figure 62 : Le concept multivolume d'Alpina

Tableau 14 : Analyse des capacités et des exigences d'Alpina

	Exigences	Etat Actuel	Type de MC correspondant
Sous-Processus d'Interaction	e-business	Non existant	Tous les types de MC. Mais l'e-business améliore la performance de l'entreprise. Une fois que le client possède une identification, il n'aura plus besoin de venir au magasin pour commander sa chaussure personnalisée.
	Fortes relations avec le client/ coordination	Une bonne relation avec les clients	Tous les types de MC
	Catalogue de choix (Oliva, 2002 ; Da Silveira et al., 2001)	modèles prédéterminés.	MC distribuée
	Outil de configuration de produit	Non existant	MC distribuée
	Vendeurs formés	Les vendeurs sont formés	Tous types de MC. Selon le type de MC mis en place, une nouvelle formation sera nécessaire.
Sous-Processus de Développement	Conception	Robuste	MC distribuée
	Plate-forme produit	Existante	Tous types de MC
	Type de conception	Conception pour MP	Dans le cas d'une chaussure, ce type de conception peut être pour tout type de MC.
	Modularité (Duray et al. 2000)	Type : permutation de composants	MC distribuée et MC assemblée
	Extensibilité		Non applicable dans le cas d'une chaussure
Planification de production	Plate-forme de processus modulaire	Non existante	MC distribuée et MC assemblée
	Système de fabrication	Système d'assemblage flexible qui se base sur la flexibilité de la main d'œuvre	MC distribuée et MC assemblée
	Système dynamique de contrôle du réseau	Non existant	MC distribuée et MC assemblée
	Coût d'opérations minimal	Un coût minimal est maintenu	Tous les types de MC
	Division des processus de production	Les différents processus de la production sont divisés	Tous les types de MC
Sous-Processus de Production : fabrication	Capacité de production / technologies	350 pairs par jour	Tous les types de MC
	Techn. d'automation	L'automation est introduite pour les activités de découpage (du cuir, etc.)	MC distribuée et MC assemblée
	AMTs	CAD, CAM, CNC	MC distribuée, MC assemblée, et MC fabriquée
	Technologie de RFID	Non existante	MC distribuée
	Equipements de transport flexibles	Existant	Tous les types de MC
	Main-d'œuvre qualifiée	Main-d'œuvre qualifiée et ayant des bonnes pratiques de travail d'équipe	Tous les types de MC
	Vue de l'entreprise basée sur les connaissances	Niveau 2 de maturité	MC distribuée
Sous-Processus de Logistique	Structure	MTS + MTO	MC distribuée et MC assemblée
	Stratégie des fournisseurs	Efficace	MC distribuée et MC assemblée
	Echange d'informations	Echange à travers les commandes	MC distribuée et MC assemblée
	Des systèmes d'info interopérables	Non existant	MC distribuée
	Chaîne de distribution	Fixe, efficace, préconçue	MC distribuée
	Livraison	Efficace au niveau du coût	MC distribuée

VII.2.2. Définition des états futurs probables et possibles « TO-BE »

En se basant sur les deux analyses précédentes, nous concluons qu'Alpina ne possède pas les compétences, outils et exigences nécessaires pour mettre en place une MC conçue ou fabriquée. Un investissement pour l'amélioration de ses outils, méthodes, et compétences, est nécessaire pour mettre une place une MC fabriquée. Les scénarios TO-BE possibles de MC ne peuvent pas être une MC conçue. Les scénarios TO-BE possibles, les plus simples à mettre en place et ne nécessitant pas d'énorme changement et investissement sont de type MC assemblée et distribuée.

Concernant l'offre de personnalisation, Alpina souhaite offrir à ses clients la possibilité de personnaliser la couleur de la chaussure, ainsi de choisir à partir d'un catalogue prédéfini les couleurs des différentes parties de la chaussure. Les couleurs proposées restent les mêmes que celles offertes dans le cas de la MP, sauf qu'ici le client peut faire la combinaison qu'il souhaite. Par exemple la combinaison marron et orange n'est pas disponible actuellement. Ainsi, Alpina n'ajoute pas des nouvelles couleurs mais augmente la variété offerte en permettant toute combinaison possible des couleurs existantes. Ceci est une customisation esthétique.

Pour les chaussures d'hommes cinq combinaisons de couleurs sont offertes actuellement : orange–gris, marron-marron clair, bleu-bleu clair, noir, gris-gris clair. Dans le cadre de la MC, Alpina laisse son client choisir une couleur pour sa chaussure ou une combinaison de deux des huit couleurs existantes. De même pour les chaussures femmes, huit combinaisons sont offertes : gris-orange, noir-gris, marron-violet, marron-marron clair, bleu-bleu clair, marron, noir, marron clair. Ainsi, dans le cadre de la MC, une cliente d'Alpina pourra choisir la couleur de sa chaussure ou une combinaison de deux couleurs parmi les neufs couleurs existantes.

Le client aura aussi la possibilité de customiser la couleur des lacets de ses chaussures. Actuellement la couleur de lacets est prédéfinie. Elle peut être noire, grise, beige ou marron. En plus, Alpina souhaite aussi offrir à ses clients la possibilité de customiser la semelle, en choisissant sa couleur parmi les couleurs noir, marron et beige. Ainsi un homme aura une variété offerte de 300 combinaisons au lieu de cinq, et une femme aura 540 combinaisons au lieu de huit.

Alpina souhaite offrir des chaussures standards et des chaussures customisables avec une augmentation de 10% du prix initial de la chaussure.

VII.3. Etape 2 : Identification des éléments du modèle (Collecte-préparation des données) :

La collecte des données nécessaires pour la modélisation a été exécutée en 3 phases :

Phase 1 : Remplissage d'un fichier Excel correspondant aux données nécessaires pour les éléments suivants du modèle : partenaires, activités d'exécution, et flux physiques.

Les données collectées concernant l'activité d'exécution sont :

- Nom de l'activité
- Description de l'activité
- Temps d'exécution
- Temps de réglage
- Partenaire subissant le coût
- Partenaire collectant le revenu
- Coût par produit

- Coût de transport
- Ressources utilisées (et leurs quantités)
- Les entrées et sorties de l'activité

Les données collectées concernant les flux physiques sont :

- Nom du flux
- Caractéristiques du flux et les valeurs possibles de chaque caractéristique
- Partenaire subissant le coût de stockage
- Stock initial

Les données collectées concernant les flux partenaires sont :

- Nom du partenaire
- Type du partenaire (fournisseur, distributeur, …)

Plusieurs experts d'Alpina ont été sollicités pour la collecte des données. Les contrôleurs de gestion sont capables de fournir les éléments de base pour lister les activités de l'entreprise et définir leurs caractéristiques (consommation de ressources, coût global des ressources sur une période, nombre de commandes fermes sur la période…). Les gestionnaires d'approvisionnement et de fourniture ont quant à eux fourni les données nécessaires concernant les partenaires de type fournisseur, tandis que les gestionnaires des commandes et de livraison nous ont fourni les données nécessaires concernant les partenaires de type distributeur ou revendeur.

Phase 2 : Collecte des données nécessaires pour modéliser les activités de décision, en remplissant un fichier Excel définissant les variables, contraintes, conditions et actions de chacune des activités de décision. Les gestionnaires d'approvisionnement et de fourniture ont été sollicités pour la collecte de ces données. Une stratégie de fourniture est modélisée par une activité de décision.

Phase 3 : Collecte des données nécessaires pour les OFs dans un fichier Excel séparé. Les ordres de fabrication nous ont été fournis par Alpina.

Phase 4 : Collecte des données de l'historique de vente.

Cette étape est celle qui a consommé le plus de temps dans l'application de notre approche. Nous avons fait face à plusieurs difficultés :

1. Les données demandées existent mais sous un autre format
2. Les données demandées existent quelque part dans l'entreprise mais c'est difficile de les collecter
3. Les données demandées n'existent pas
4. Des données fournies étaient fausses dans le sens où elles ne reflétaient pas la même chose pour nous et pour l'entreprise
5. La définition de certaines données demandées n'était pas toujours claire pour l'entreprise afin de mieux les collecter.

Il était nécessaire d'avoir plusieurs réunions téléphoniques afin d'expliquer les données demandées et de discuter des données fournies.

VII.4. Modélisation des influences : Définition et formulation de valeur

La définition et la formulation de la valeur ont été réalisées en instanciant notre modèle générique de valeur (voir section V.4 dans chapitre V). Dans ce qui suit nous présentons l'instanciation du modèle de la valeur perçue par le client ainsi que l'instanciation du réseau d'influence.

VII.4.1. Qualité

Une étude sur la qualité perçue par le client a déjà été effectuée par Alpina. Cette étude avait comme but de définir les attributs de qualité du produit perçue par le client ainsi que le poids d'importance attribué à chaque attribut. Ces poids diffèrent pour les hommes et les femmes. L'étude a eu lieu en Slovénie, ainsi ses résultats ne sont valables que pour le marché en Slovénie. Les attributs intrinsèques de la qualité du produit perçue par le client sont la convenance de la pointure de la chaussure, la mode (*fashionability*), le confort thermique, la flexibilité, le poids de la chaussure, la stabilité, la respiration, la durabilité, les matières utilisées, et l'imperméabilité. Les attributs intrinsèques de la qualité du produit perçue par le client sont la marque, l'écologie de la chaussure, et l'aide des personnels dans le choix de chaussure. Le tableau suivant résume ces attributs et leurs poids, ainsi que les niveaux de qualité.

Tableau 15 : Qualité du produit perçue par le client

Qualité du produit perçue par le client								
	Nom de l'Attribut	Poids d'imp. Homme	Poids d'imp. Femme	Très mauvaise qualité (1)	mauvaise qualité (2)	qualité moyenne (3)	bonne qualité (4)	Très bonne qualité (5)
Attributs Intrinsèques	Convenance de la pointure	0.9	0.92	Non convenant pour les deux pieds	Convenance pour un pied	Plus ou moins convenant	Convenance pour un pied et plus ou moins pour l'autre	Convenance pour les deux pieds
	(Mode) Fashionbility	0.66	0.74	Pas sur la mode	Ancienne mode	Mode classique	Sur la mode	Générateur de mode
	Confort thermique	0.88	0.84	> 6°C	6° C	5° C	4° C	< 4° C
	Flexibilité	0.88	0.82	< 2 Or > 8.99	2-2.99 OR 8-8.99	3-3.99	4-4.99 OR 6-6.99	5-5.99
	Poids	0.76	0.82	> 500 g	450-499 g	400-449 g	350-399 g	< 350 g
	Stabilité	0.88	0.78	Instable	Semelle intérieure non épaisse	Semelle intérieure épaisse	Semelle extérieure épaisse	Semelle avec double densité
	Respiration	0.88	0.84	< 0.15 mg/cm2h	0.15-0.29 mg/cm2h	0.3-0.49 mg/cm2h	0.5-0.99 mg/cm2h	> 0.99 mg/cm2h
	Durabilité	0.74	0.78	<0.5 année	0.5 -1 année	1 année	2 années	>3 années
	Matière	0.72	0.82	Synthétique	Plastique	Cuir de type « Full grain side »	Cuir de chèvre	Cuir de porc ou de veau
	Imperméabilité	0.71	0.74	< 20 min	20-39 min	40-59 min	60-80 min	> 80 min
Attributs Extrinsèques	Marque	0.56	0.54	Pas connu	Pas connu	Jello, Reebook, Converse	Alpina, Peko, Nike, Adidas	Deichmann
	Ecologie de la chaussure	0.52	0.5	Matières utilisées ni naturelles ni recyclables	< 0.25 matières utilisées naturelles et recyclables	0.5 matières utilisées naturelles et recyclables	0.75 matières utilisées naturelles et recyclables	Matières utilisées naturelles et recyclables
	Conseil des personnels	0.68	0.66	Pas de conseil ni d'aide	Présentation des choix	Conseil sur la mode actuelle et les plus vendus	Conseil basé sur des données collectées du client	Conseil basé sur une discussion avec client

Qualité d'un produit i perçue par le client k= $Q_{P_{ik}} = \sum_{j=1}^{n} Q_{A_{ij}} * (x_{KH} * WH_{A_{ij}} + x_{KF} * WF_{A_{ij}})$

- Q_{Aij} étant la qualité de l'attribut j du produit i. $1 \leq i \leq m$; $1 \leq j \leq n$; $i, j \in \mathbb{N}$
- WH_{Aij} étant le poids de l'attribut j du produit i dans le cas où le client est un homme
- WF_{Aij} étant le poids de l'attribut j du produit i dans le cas où le client est une femme
- X_{kH} est une variable binaire égale à 1 si le client k est un homme, et à 0 autrement ; $k \in \mathbb{N}$
- X_{kF} est une variable binaire égale à 1 si le client k est une femme, et à 0 autrement

VII.4.2. Phase 2 : Valeur du service

La valeur du service est mesurée à travers l'indicateur de variabilité utilisée, la réception de l'ordre et l'expérience de customisation. La variabilité de la chaussure est basée sur cinq facteurs : la couleur primaire de la chaussure, la couleur secondaire de la chaussure, la couleur de la semelle, la couleur des lacets, et la pointure. Alpina offre toutes les pointures entre 35 et 42 pour femme, et entre 42 et 50 pour homme. L'Annexe 5 résume les valeurs possibles des quatre autres facteurs définissant la variabilité offerte, ainsi que leur poids d'importance pour les hommes et les femmes (deux dernières colonnes de droite). En utilisant ces valeurs l'indicateur de variabilité utilisée peut être calculé.

VII.4.3. Phase 3 : Instanciation du réseau d'influences

Le réseau d'influence générale présenté dans la figure 36 a été instancié pour ce cas d'étude. Ceci se fait en déterminant l'utilité et le délai de toutes les relations d'influences du réseau. Certaines de ces utilités sont un résultat, non pas une entrée de la simulation, comme l'utilité de l'influence de la position du CODP sur le temps de réglage.

VII.5. Construction (réalisation) du modèle « AS-IS » de réseau de valeur

Le modèle se construit en glissant le module souhaité de la librairie de réseau de valeur dans l'interface de simulation et en remplissant le module par les données concernées collectées en étape 2. Nous avons suivi les étapes de construction du modèle définies dans le chapitre VI (voir figure 58). Les figures suivantes représentent le modèle construit dans l'outil.

VII.5.1. Modélisation des partenaires

Les partenaires principaux de ce réseau de valeur sont Alpina, ses fournisseurs, les revendeurs, l'entreprise responsable de la distribution et les clients. La figure suivante représente les partenaires modélisés dans le simulateur en utilisant la librairie que nous avons construit.

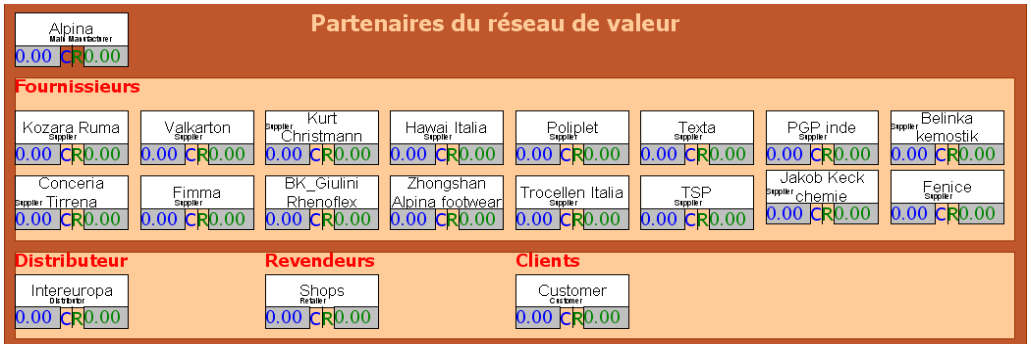


Figure 63 : Partenaires du réseau de valeur

VII.5.2. Modélisation des flux physiques

Les différents flux physiques du réseau ainsi que leurs caractéristiques sont présentés dans la figure suivante.

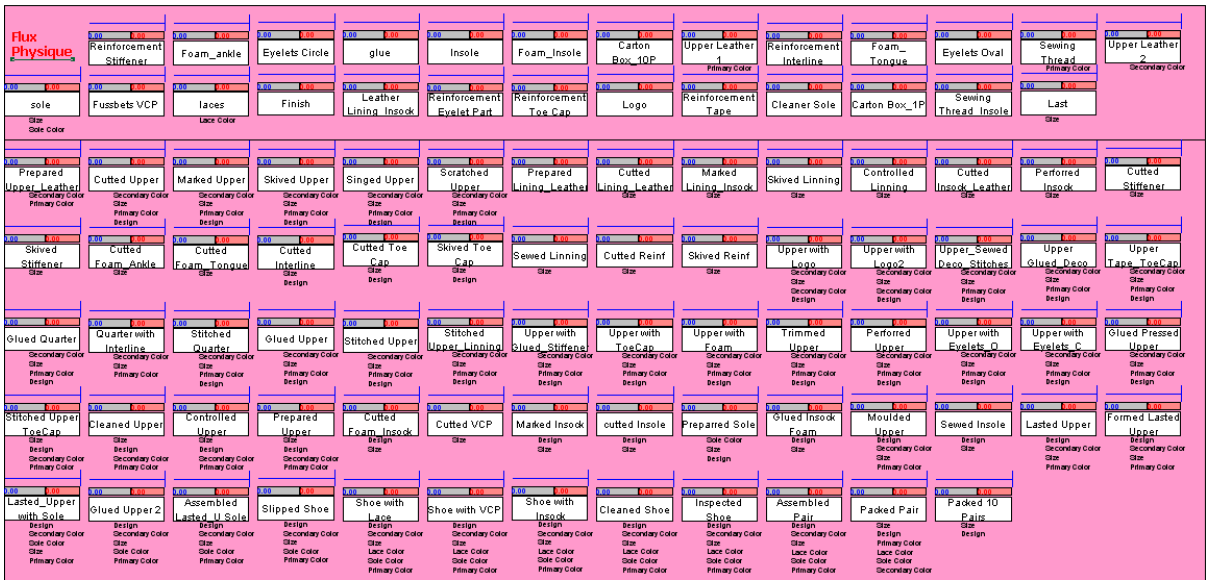


Figure 64 : Les flux physiques du réseau de valeur d'Alpina

VII.5.3. Modélisation des activités

Théoriquement, nous devrions modéliser et simuler les sous-processus présentés dans la figure 4. Néanmoins nous modélisons et simulons le sous-processus d'interaction, le sous-processus de fourniture, le sous-processus de production, et le sous-processus de logistique. Ces sous-processus sont présentés respectivement dans les figures 65, 66, 67 et 68. Nous n'avons pas modélisé le sous-processus de développement et le sous-processus après-vente à cause du manque des données nécessaires concernant les activités constituant ces deux sous-processus.

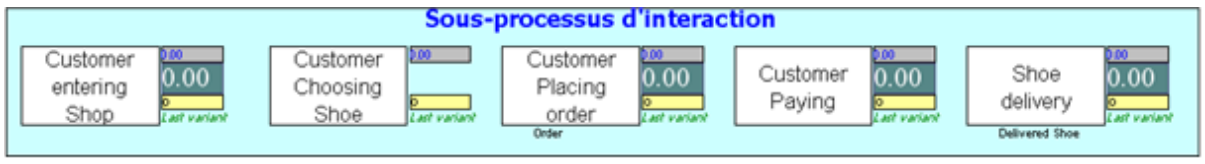


Figure 65 : La modélisation du sous-processus d'interaction

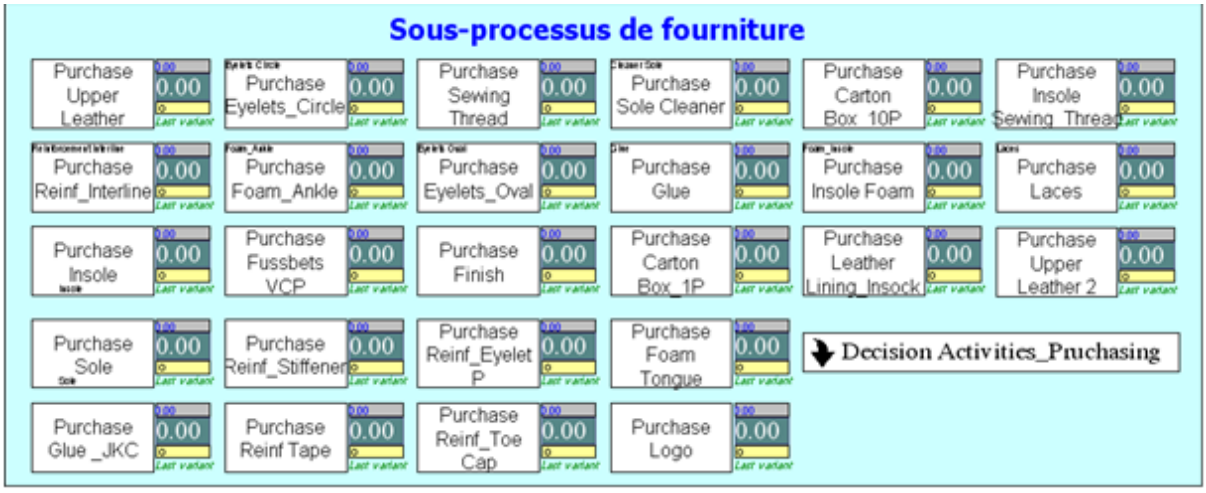


Figure 66 : La modélisation du sous-processus de fourniture

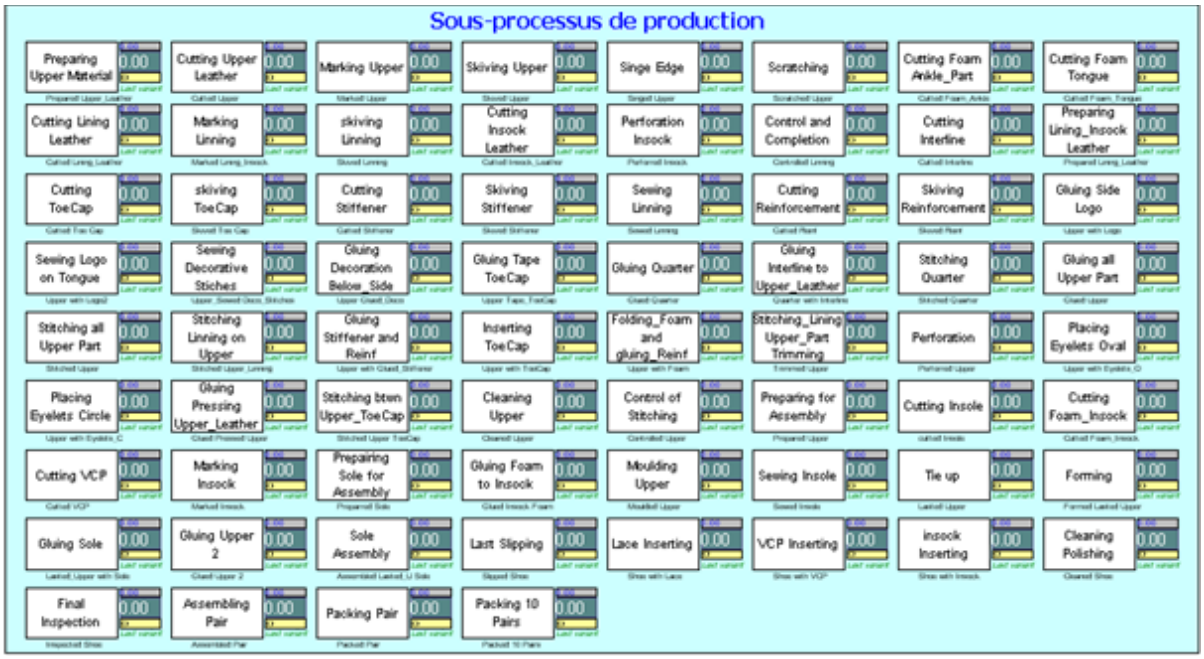


Figure 67 : La modélisation du sous-processus de production

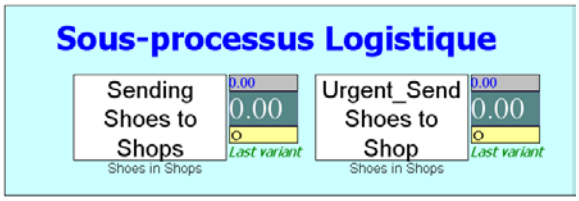


Figure 68 : La modélisation du sous-processus logistique

VII.5.4. Modélisation et calcul de la valeur

La valeur pour l'entreprise est calculée à travers les différents coûts subis par l'entreprise y compris les coûts des délais et les coûts des rebuts. Tandis que la valeur pour le client est calculée en mesurant différents indicateurs. Tout d'abord les différentes variables informationnelles ont été modélisées comme le prix, le délai de livraison, l'index de variabilité utilisée, etc. Ensuite le calcul de la valeur pour le client s'effectue à travers le sous-modèle présenté dans la figure 69 suivante.

A la suite de l'activité de livraison du produit au client, ce sous-modèle calcule la valeur. Tout d'abord la qualité perçue du produit par le client est calculée. Celle-ci est égale à :

((0.5*4) + (0.9*5) + (0.66 * DISC(0.1,2,0.5,3,1,4)) + (0.88*4.5) + (0.88*4) + (0.76*4) + (0.88*4)+(0.88*5) + (0.74* DISC(0.15,3,0.65,4,1,5))[2] + (0.72*4) +(0.71*4) +(0.56*4) + (0.52*4) + (0.68 * DISC(0.2,3,0.6,4,1,5))) , dans le cas où le client est un homme ;

((0.85*4) + (0.92*5) + (0.74*DISC(0.1,2,0.5,3,1,4)) + (0.84*4.5) + (0.82*4) + (0.82*4) + (0.78*4) + (0.84*5) + (0.78 * DISC(0.15,3,0.65,4,1,5)) + (0.82*4) + (0.74*4) + (0.54*4) + (0.5*4) + (0.66 * DISC(0.2,3,0.6,4,1,5))), dans le cas où le client est une femme. (Revoir section VII.4.1).

Ensuite l'indicateur de réception d'ordre est calculé. Finalement la valeur pour le client est calculée en additionnant la qualité perçue du produit à la valeur du service et en les divisant par le prix du produit. (Revoir la section V.4.3 pour une explication de la valeur pour le client).

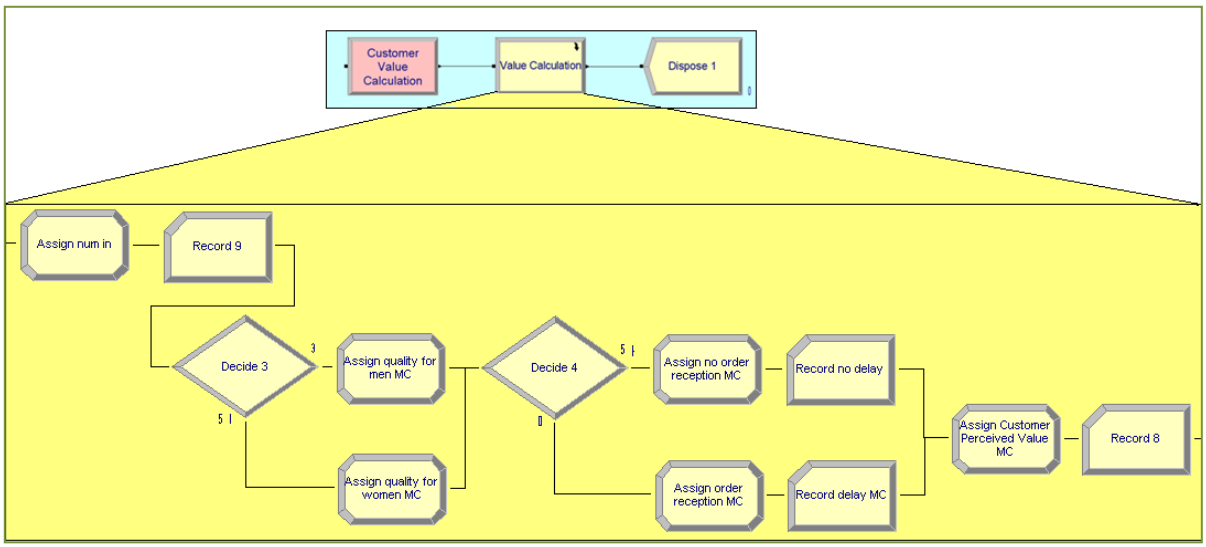


Figure 69 : Calcul de la valeur pour le client

VII.6. Vérification- validation, modification et affinage du modèle

La vérification et la validation du modèle sont effectuées en comparant les sorties virtuelles du modèle AS-IS aux sorties du modèle réel :

Tableau 16 : Comparaison entre les résultats réels et les résultats virtuels

	Valeur Virtuelle	Valeur Réelle
Nombre de produits fabriqués par jour	347 paires en moyenne	350 paires en moyenne
Temps d'un cycle de produit	104.252 min	105.62 min
Délai de livraison commande au magasin (ayant les matières premières)	27 jours en moyenne, valeur min est de 19 jours et valeur max est de 31 jours	3-4 semaines
Délai de livraison commande au magasin (n'ayant pas les matières premières)	57 Jours en moyenne	2 mois

[2] Fonction de distribution « Discrete »

Cette validation a eu lieu à plusieurs reprises :

1. Par comparaison des résultats réels et virtuels
2. Par discussion avec l'entreprise (Alpina) sur le comportement du réseau de valeur dans plusieurs situations.

Les résultats de la simulation du réseau de valeur actuel sont présentés dans la figure 70 suivante. La valeur objective de l'entreprise est égale à 183,305 Euros. Cette valeur est le bénéfice fait par l'entreprise sur ce produit. La valeur pour le client est le rapport entre la valeur du service additionnée à la qualité perçue du produit d'un côté et le prix du produit d'un autre côté.

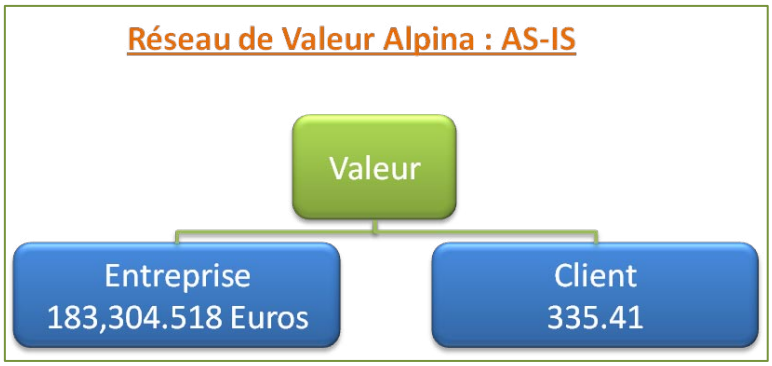


Figure 70 : Valeur générée du réseau de valeur actuel d'Alpina

VII.7. Identification des différents alternatives pour le scénario « TO-BE »

Les différentes alternatives pour le scénario TO-BE diffèrent par rapport à la position du CODP. La position du CODP est définie par rapport à l'offre de customisation, la nomenclature du produit et le résultat de l'étape 1 de notre démarche. En offrant au client la possibilité de choisir la couleur de la tige de la chaussure et de la semelle, plusieurs alternatives pour le CODP sont possibles.

1. L'entreprise fabrique toutes les combinaisons possibles. Ceci revient à une stratégie de MP avec une grande variété du produit, ce qui induit une augmentation des coûts. Cette alternative n'est donc pas considérée.

2. Alternative 1 : L'entreprise fabrique les différents composants de la chaussure sauf la tige (*upper*) qui est fabriquée juste après la commande.

3. Alternative 2 : L'entreprise fabrique les différents composants de la tige (*upper*) et les assemble après la commande

4. Alternative 3 : L'entreprise fabrique toutes les combinaisons possibles de la tige (*upper*)

5. Alternative 4 : La fabrication de la chaussure est déclenchée par la commande. Donc aucun composant de la chaussure n'est fabriqué avant la commande.

Ces positions sont présentées dans les figures 71, 72, 73 et 74. La position du CODP ne concerne que les commandes customisées. En parallèle les commandes de type MP seront traitées avec un CODP à la distribution. L'alternative 4 du scénario TO-BE n'est pas une alternative possible pour Alpina vu le résultat de l'étape 1 (Alpina peut mettre en œuvre une MC assemblée ou distribuée).

Néanmoins nous l'intégrons dans l'étude pour avoir une meilleure analyse de l'influence du CODP sur la valeur totale générée du réseau.

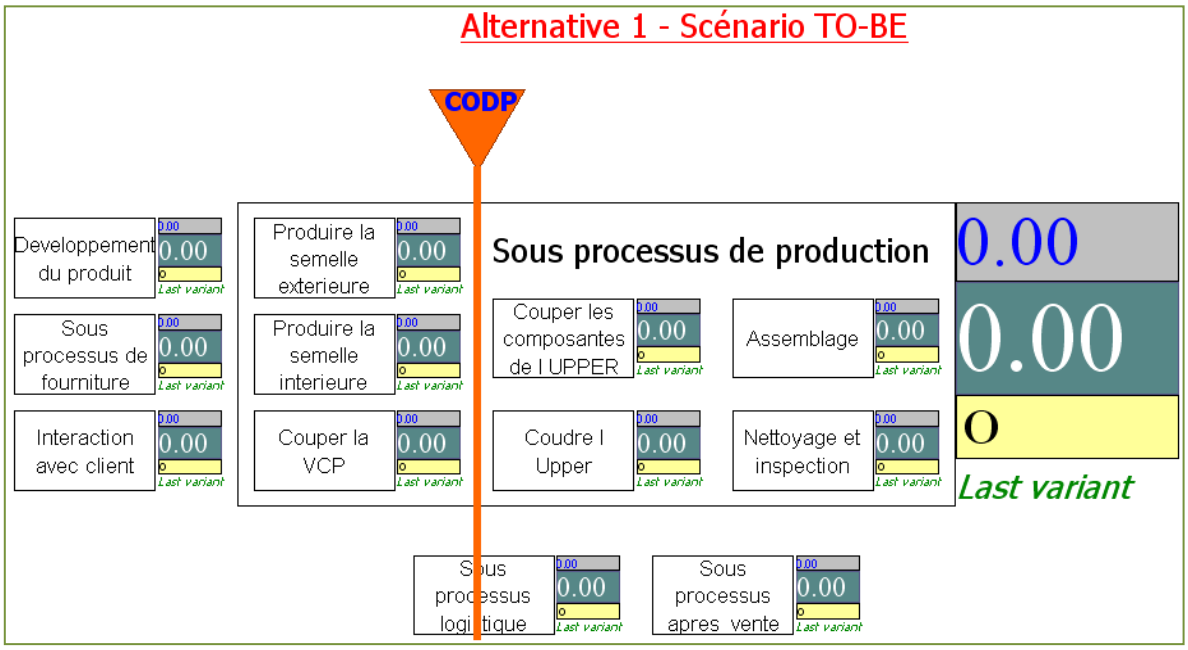


Figure 71 : Position du CODP, alternative 1 du scénario TO-BE

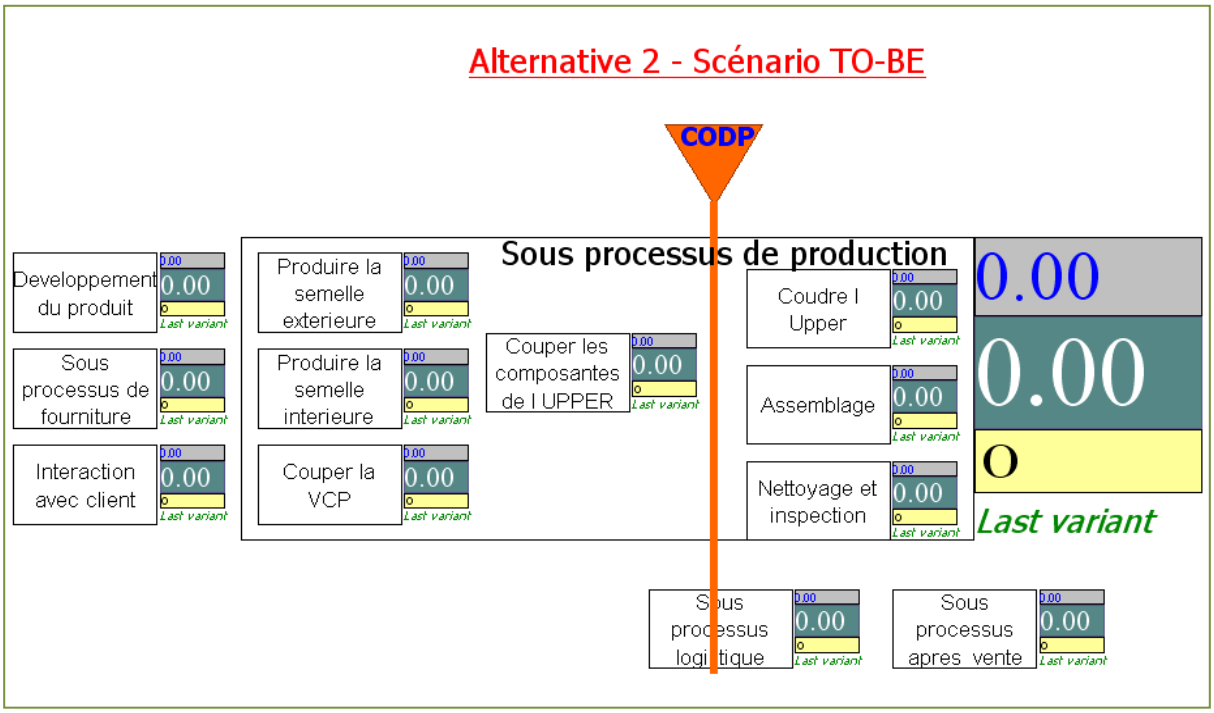


Figure 72 : Position du CODP, alternative 2 du scénario TO-BE

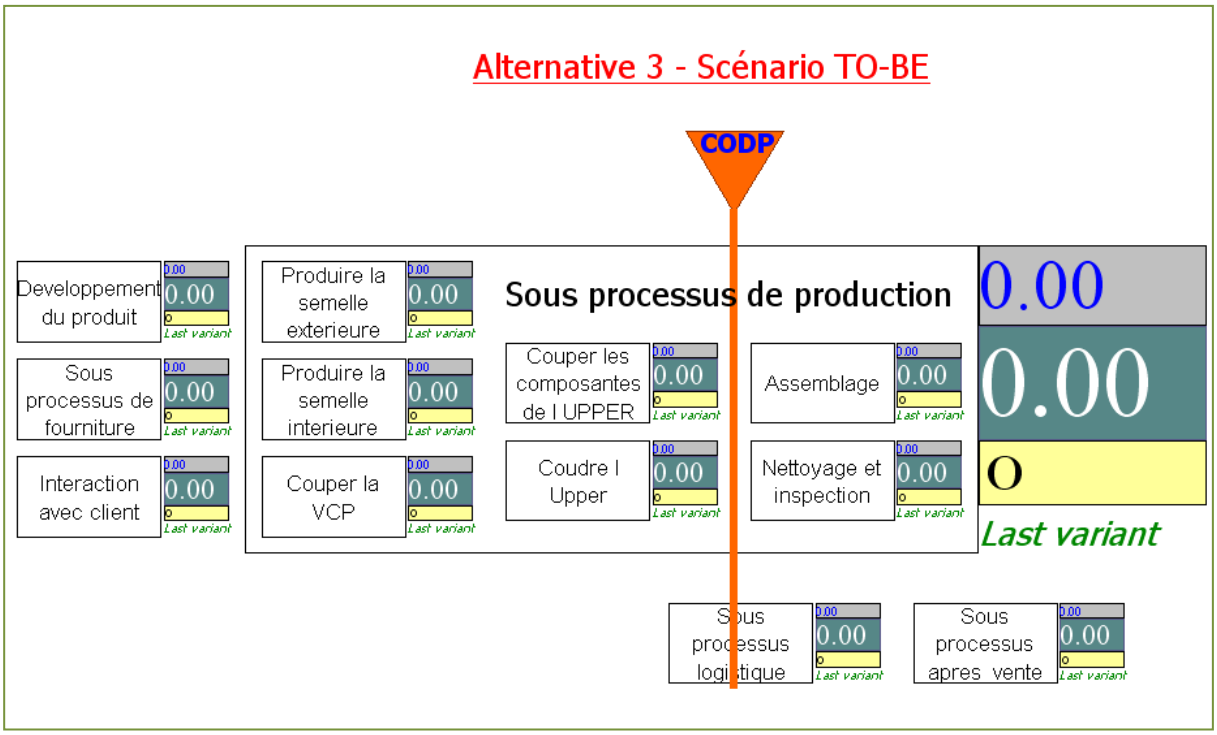


Figure 73 : Position du CODP, alternative 3 du scénario TO-BE

Dans les figures 71, 72, 73 et 74, le sous-processus logistique est à la fois avant et après le CODP. Ceci est du au fait que dans le cas de produits standards non customisés, les activités de ce sous-processus se trouvent avant le CODP. Tandis que pour les produits customisés, les activités de ce sous-processus se positionnent après le CODP et sont ainsi exécutées après l'arrivée de la commande du client.

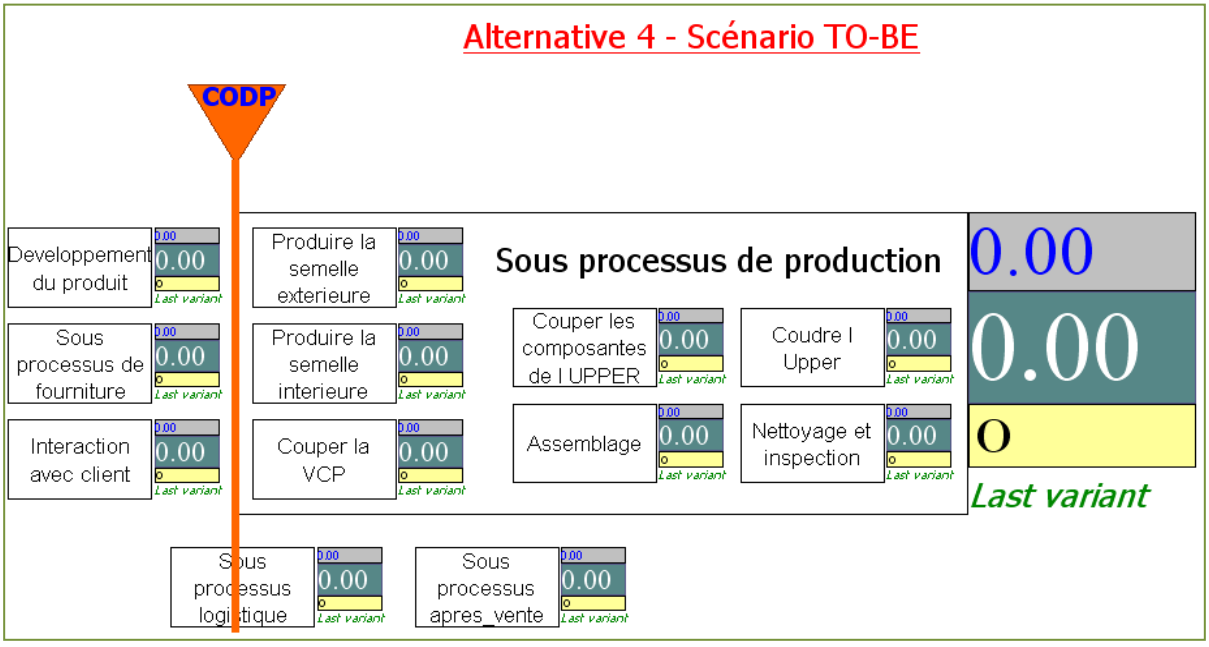


Figure 74 : Position du CODP, alternative 4 du scénario TO-BE

VII.8. Etapes 8 et 9 : Expérimentation et analyse – interprétation des résultats de simulation des différentes alternatives du scénario « TO-BE »

Des changements au réseau de valeur actuel d'Alpina ont été nécessaires pour simuler les scénarios TO-BE.

1. Comme le montrent les résultats sur les poids d'importance des variantes du produit pour les clients (tableaux de l'Annexe 5, colonnes de droite), l'offre de customisation a évolué à un choix parmi 76 choix pour hommes et 83 choix pour femmes dont 5 (pour les hommes) et 8 (pour les femmes) correspondent aux produits standards. Il n'y a aucune valeur ajoutée à offrir des variétés des produits qui ne sont pas appréciées ou préférées par le client.

2. Un calcul de l'approvisionnement des produits standards et un calcul de l'approvisionnement des matières premières étaient nécessaires.

3. L'activité d'ajout des lacets a été reportée au magasin pour les produits standards et pour les produits customisés.

4. L'activité de customisation du produit a été également ajoutée. Cette activité a lieu au magasin. Le client entre dans le magasin, scanne ses pieds grâce à un logiciel et un scanner développé par Alpina. Le logiciel recommande la pointure la plus adaptée pour le pied gauche et pour le pied droit du client. Ensuite, le client customise sa chaussure en utilisant le même logiciel qui lui permet de visualiser la chaussure customisée.

Des variables informationnelles ont été changées ou ajoutées (délai de livraison de commande acceptable (entre 2 et 3 semaines pour les produits customisés), prix d'une chaussure (98 euros pour une chaussure customisée), l'index de variabilité, etc.). Les quatre alternatives du scénario TO-BE ont été simulées. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 17 : Résultats des simulations des alternatives du scénario TO-BE

	Valeur objective pour l'entreprise	Valeur pour le client
Alternative 1	68,398.62	446.36
Alternative 2	47,006.83	480.40
Alternative 3	11,924.51	566.57
Alternative 4	35,411.51	743.96

Nous remarquons que la valeur objective pour l'entreprise baisse énormément par rapport à la MP dans le cas d'Alpina. Ceci est dû à :

- Une augmentation du coût des matières premières causée par l'augmentation du stock nécessaire pour chacune de ces matières.

- Une diminution des économies d'échelle comme la taille du lot de production dans le cas de la MC est égale à 1.

- Une augmentation du coût d'utilisation des ressources, comme le temps d'exécution d'une activité a augmenté avec l'augmentation du temps de réglage (lot = 1)

- Une légère augmentation du coût de transport causée par une augmentation des commandes en retard nécessitant une livraison plus rapide donc plus chère

- Une légère augmentation du chiffre d'affaires. Dans le cadre de la MC, Alpina estimait une augmentation de 5 % de ses ventes (5%*6621 = 332 chaussures). Donc la demande a été estimée à 6952 paires de chaussures dont 900 sont des chaussures customisées. Or, cette augmentation du chiffre d'affaires (une augmentation de 37559 euros) n'était pas suffisante pour couvrir les coûts supplémentaires.

La meilleure alternative pour Alpina reste son état actuel, donc une stratégie de MP. Un passage à la MC demandera une négociation des contrats de fournitures avec les fournisseurs et surtout sur la diminution de la quantité minimum à commander et sur les délais de livraison (Le minimum est égal à 7 jours et le maximum à 1 mois).

Nous remarquons aussi une amélioration de la valeur générée pour le client dans le cadre de la MC. Néanmoins cette valeur est influencée par la position du CODP.

Les résultats montrent que la position du CODP influe sur la valeur générée dans le réseau.

Ces résultats ont été discutés avec l'entreprise Alpina, qui valide l'augmentation du coût dans le cas de MC et qui valide également les causes de cette augmentation. Alpina a elle aussi testé différents scénarios (proches de nos alternatives TO-BEs) mais en se limitant à la phase de production. Les résultats de leur analyse étaient que leur chaîne de production n'est pas adaptée pour la MC et que la meilleure alternative est d'offrir de la MC en poussant le CODP le plus possible vers la distribution.

VII.9. Etape 10 : Bilan prévisionnel et proposition de choix

Un passage à la MC n'est pas recommandé dans le cas d'Alpina. L'application de la méthode AHP n'a pas été nécessaire du fait que cette baisse énorme de la valeur objective pour l'entreprise signifie qu'un passage à la MC n'est pas recommandé, donc pas nécessité d'en choisir la meilleure alternative. Le réseau de valeur d'Alpina tel qu'il est conçu aujourd'hui ne permet pas d'exploiter les avantages de la MC. Une nouvelle conception des relations et responsabilités des différents partenaires du réseau est nécessaire, surtout en termes de quantités minimum et délais de livraison des fournisseurs, en d'autres termes une négociation sur la flexibilité des fournisseurs est nécessaire.

VII.10. Conclusion

Pour conclure sur cette phase de mise en application de la méthode par simulation des réseaux de valeur, la démarche et l'outil développés fournissent une aide à la mise en œuvre de modèles de simulation de réseau de valeur et à l'analyse de la valeur générée par ce réseau.

La mise en application de la méthode a révélé des améliorations possibles en termes de librairie du réseau de valeur, et de la méthode en elle-même. Un travail de développement supplémentaire serait approprié à l'amélioration de la collecte des données, et à l'amélioration de la visualisation des résultats des simulations.

Conclusion Générale

Conclusion et perspectives

Pour répondre au phénomène grandissant de concurrences inter-entreprises d'un même marché et domaine de compétitivité, se distinguer par un avantage concurrentiel indéniable est devenu un atout indispensable à la pérennité et prospérité d'une entreprise. Cette distinction est possible par l'offre d'un produit customisé qui satisfait mieux un client devenu plus exigeant et demandant un produit unique. Néanmoins un produit customisé à un prix relativement non abordable génère une perte des clients, d'où la customisation de masse (MC), qui vise à offrir des produits customisés mais à un prix proche à celui de la production de masse (MP).

La MC combine dans sa définition deux notions contradictoires, la notion de masse donc d'efficacité, et la notion de customisation donc de variabilité et de flexibilité. Un équilibre entre ces deux notions est nécessaire pour la réussite de la MC. Un équilibre entre la variabilité et la flexibilité d'un coté et entre l'efficacité et la standardisation d'un autre. Mais aujourd'hui, de nombreux efforts sont encore nécessaires pour fournir aux entreprises une aide dans la détermination de cet équilibre et dans le choix de la stratégie de MC à mettre en place. Le premier chapitre de cette thèse avait comme but de comprendre le phénomène de MC et de le comparer au phénomène de MP, ainsi que d'analyser les méthodes existantes pour la décision de la stratégie de MC.

Dans la littérature, la détermination de l'équilibre entre la variabilité et l'efficacité, voire la variabilité et la complexité induite par cette dernière se focalisait sur la chaine de production uniquement, or une telle décision stratégique nécessite la considération de toute la chaîne de valeur, voire le réseau de valeur qui est formé de toutes les entreprises collaborant ensemble pour créer de la valeur. En outre, la satisfaction du client est peu considérée, mais elle reste le centre de la MC, ainsi l'inclusion du point de vue du client dans la prise de la décision est nécessaire. Ainsi, une évaluation de la performance totale de l'entreprise en considérant la totalité du réseau de valeur nous permet de mieux décider sur la stratégie de MC et sur cet équilibre entre la notion de masse et celle de customisation.

Pour l'évaluation de la performance de l'entreprise, et comme cela a déjà été souligné à plusieurs reprises, le coût n'est pas le seul facteur économique à prendre en compte bien qu'il soit garant de la pérennité d'une entreprise. Nous proposons de prendre en compte la valeur générée, qui englobe dans sa notion le coût, la qualité, le délai, et la satisfaction du client. Une analyse de la performance ainsi que de ses principaux indicateurs, coût, délai, qualité, et valeur, a été présentée dans le chapitre II duquel nous avons conclu que la valeur est l'indicateur principal à évaluer.

Nous concluons aussi que la valeur peut être identifiée comme étant un rapport entre la quantité de satisfaction créée par un produit, en remplissant un certain besoin physique, biologique, ou psychologique d'une partie bénéficiaire possédant des objectifs spécifiques et le prix payé pour ce produit. Elle est influencée par de nombreux critères comme le coût, le délai, la qualité perçue, et le prix perçu. Elle peut être objective ou subjective, et dépend des circonstances. Enfin, la valeur est mesurée par différents indicateurs de performance de l'entreprise industrielle qui nous permettent d'évaluer certains de ces critères.

Comment évaluer la performance de l'entreprise en général et comment évaluer la valeur plus spécifiquement, étaient les questions auxquelles répondait le chapitre III. Plusieurs méthodes d'évaluation et de gestion de la valeur ont été présentées mais celle qui était la plus pertinente pour notre cas est SimulValor. C'est une méthode d'aide à la décision stratégique proposée par Elhamdi en 2005 dans ses travaux de thèse. Cette méthode considère le réseau de valeur comme système d'évaluation, et permet l'évaluation de la valeur et l'influence des variables du système sur elle. Mais comme toute démarche d'évaluation de la performance, une modélisation du système réel est

nécessaire. Ainsi, une analyse sur les différents langages permettant la modélisation de l'entreprise a été également présentée dans le chapitre III. SimulValor propose aussi un langage de modélisation qui permet de modéliser la valeur et les relations causales avec les variables définies du système. Ce langage qui nous permet de modéliser un réseau de valeur et de le représenter dans un graphe simple nous paraissait le plus pertinent. Néanmoins, ce langage ne permettait pas la modélisation des activités de décision, d'où le besoin de le combiner avec le modèle de l'activité de décision de GRAI.

Souhaitant traiter la problématique suivante :

Comment évaluer le passage de la MP à la MC et comment décider sur le type de customisation de masse à mettre en place ?

Nous étions ramené à traiter les sous-problématiques suivantes :

Sous-problématique 1 : Quels sont les différents types de MC ? Quels sont les principaux facteurs sur lesquels se baserait une classification de ces différents types de MC ?

Sous-problématique 2 : Quelle est la différence en termes d'exigences entre les différents types de MC ? En d'autres termes, de quoi a-t-on besoin pour mettre en œuvre un type donné de MC ?

Sous-problématique 3 : Comment mesurer et évaluer la valeur dans le cadre de la MC ? Quels sont les facteurs influant la valeur dans le cadre de la MC ? Comment évaluer la valeur sachant qu'elle est multicritère ?

Sous-problématique 4 : Comment modéliser l'entreprise ? Quel langage utiliser et quel système considérer ?

Sachant qu'il n'existe pas une seule façon d'offrir la MC, une classification de la MC et une détermination des exigences des différents types de MC était nécessaire. Notre classification et la différence en termes d'exigences entre les différents types de la MC sont présentées dans le chapitre IV.

Une modélisation de la valeur ainsi qu'une étude sur les facteurs influant la valeur dans le cadre de la MC sont proposées dans le chapitre V.

En traitant ces quatre sous-problématiques nous proposons une approche de modélisation et simulation d'un réseau de valeur pour l'évaluation de la performance de l'entreprise comme un outil d'aide à la décision stratégique du passage de la MP à la MC. Notre démarche proposée se décompose en quatre parties successives :

- Partie 1 : La formalisation des éléments nécessaires pour modéliser un réseau de valeur. Cette première partie consiste à analyser le réseau de valeur existant et à extrapoler les données nécessaires à la modélisation de ce réseau.

- Partie 2 : Construction et validation du modèle actuel (AS-IS) et définition des différentes alternatives de réseau de valeur futur (TO-BE).

- Partie 3 : Expérimentation. Dans cette partie la simulation des alternatives TO-BE de réseaux de valeur a lieu.

- Partie 4 : Analyse et interprétation des résultats en utilisant la méthode AHP.

Pour exécuter la première partie, il était nécessaire de définir les éléments de réseau de valeur dont nous avions besoin. Ces éléments ainsi que les liens entre eux sont présentés dans le chapitre V.

La construction du modèle actuel et sa validation nécessitaient un outil de modélisation ainsi qu'un outil de simulation. Nous avons choisi l'outil Arena de Rockwell dans lequel nous avons développé notre propre librairie de réseau de valeur qui est présentée dans le chapitre VI.

Notre approche est résumée dans la figure suivante :

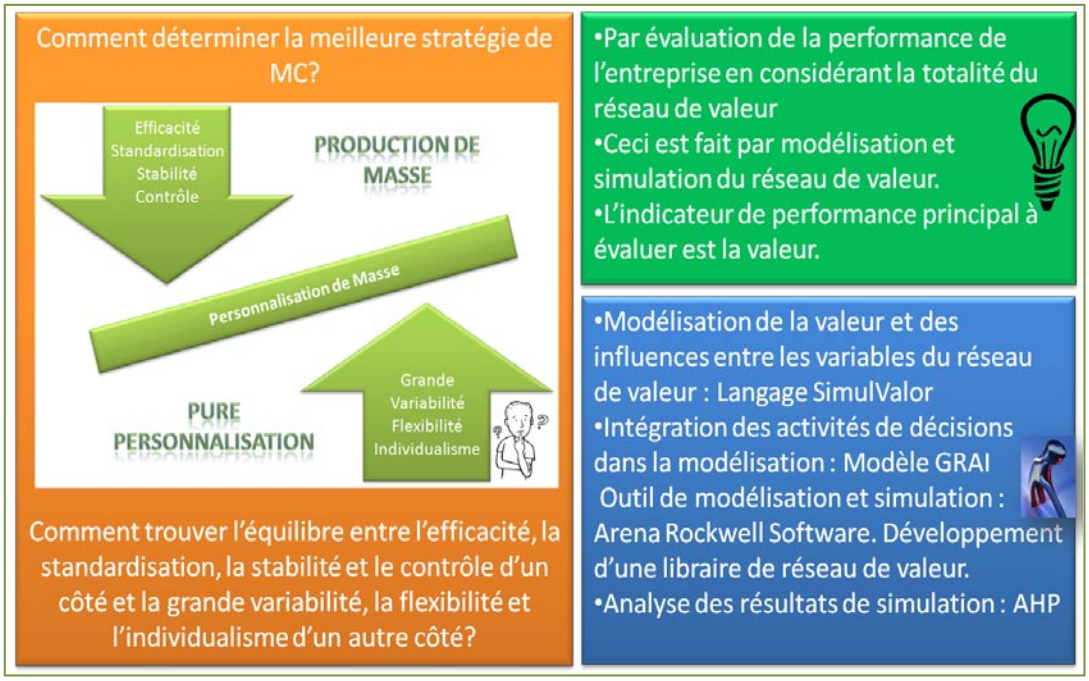


Figure 75 : récapitulation de notre approche

La prise en compte des aspects liés à une valeur globale du produit intégrant les phases d'utilisation et de fin de vie du produit ainsi que l'ensemble des services associés renforcerait la justesse de la prise de décision aux vues de l'ensemble du cycle de vie du produit.

Dans notre approche nous choisissons une meilleure alternative en analysant les résultats de simulation de toutes les alternatives. Néanmoins, une optimisation d'un réseau de valeur qui vise à trouver la stratégie optimale de MC à mettre en œuvre est une perspective d'amélioration du travail qui n'est pas négligeable.

De même, la notion de risque est à inclure dans les perspectives d'amélioration d'évaluation de la valeur. Nous avons considéré la qualité, les coûts, les délais et la satisfaction du client comme critères principaux de la valeur. Une amélioration de ce travail serait d'inclure les risques comme critère additionnel.

Le cadre d'étude considéré étant une vue simplifiée, nous ne nous sommes intéressés qu'à un seul produit et à la simulation de sa réalisation. Pour plus de rigueur, il est envisagé de préconiser une simulation multi-produit qui permette de prendre en compte de façon plus précise l'impact de la gestion de production sur la valeur du produit.

Références Bibliographiques

Valorisation Scientifique

1 – Publications dans des revues d'audience internationale

Daaboul, J., Bernard, A., and Laroche, F., 2010, Extended value network modeling and simulation for mass customization implementation, Journal of Intelligent Manufacturing, DOI: 10.1007/s10845-010-0493-1 ; acceptée et publiée.

Daaboul, J., DaCunha, C., Bernard, A., and Laroche, F., (2011), Design for Mass Customization: Product variety vs. Process variety. CIRP Annals, DOI: 10.1016/j.cirp.2011.03.093, Volume 60, Issue 1, 2011, Pages 169-174. Acceptée et publiée.

Daaboul, J., Bernard, A., Laroche, F., and Boer, C., (2011). Mass Customization: Literature Review, Computers in Industry : publication soumise en Octobre 2010

Daaboul, J., DaCunha, C., Laroche, F., Voorhorst, F., and Bernard, A., (2011), Towards Mass Customization: type classification and enablers identification, International Journal of Production Economics : publication soumise en Mars 2011.

2 – Communications à des congrès internationaux à comité de sélection et actes publiés

Daaboul, J., Bernard, A. and Laroche, F., 2009, Knowledge Management, Value Chain Modeling and Simulation as Primary Tools for Mass Customization, Proceedings of The 15th International Conference on Concurrent Enterprising (ICE), Leiden, The Netherlands, 22 – 24 June, 2009.

Daaboul, J., Bernard, A. et Laroche, F., 2009, Extended Value Chain Modeling and Simulation for Mass Customization Implementation, Proceedings of DET2009 6th International Conference on Digital Enterprise Technology, Hong Kong, 14-16 December 2009.

Daaboul, J., Bernard, A. et Laroche, F., 2009, Implementing Mass Customization: Literature Review, Proceedings of MCPC2009 5th World Mass Customization and Personalization Conference, Helsinki, Finland, 4-8 October, 2009.

Daaboul, J., Laroche, F., and Bernard, A., 2010, Determining the CODP Position by Value Network Modeling and Simulation, proceedings of the 16th International Conference on Concurrent Enterprising (ICE), Lugano Switzerland, June 21 – 23, 2010.

Jufer, Noelle, Daaboul, J., Bathelt, J., Politze, D., Laroche, F., Bernard, A., Kunz, A., 2010, Performance Factory in the Context of Mass Customization, ICE 2010 16th International Conference on Concurrent Enterprising (ICE), Lugano, Switzerland , June 21, 2010.

Daaboul, J., Bernard, A., and Laroche, F., 2010, Knowledge Management for Mass Customization, proceedings of the 20th International CIRP Design conference, Nantes, France, April 19 – 21, 2010.

Daaboul, J., Bernard, A., et Laroche, F., 2010, PLM Requirements for Mass Customization, proceedings of the 7th International Conference on Product Lifecycle Management (PLM), Bremen, Germany, 12 – 14 July, 2010.

Daaboul, J., DaCunha, C., Bernard, A., and Laroche, F., (2011), Value of personalized products: modelling the customer perception, The 2011 World Conference on Mass Customization, Personalization, and Co-Creation (MCPC 2011), Berkely, California, United States, November 17-19, 2011.

3 – Communications à des congrès nationaux et actes publiés

Daaboul, J., Xu, Yang, Vergara, V., Le Duigou, J., Chevallereau, B., Rauffet, P., Laroche, F., da Cunha, C., et Bernard, A., Amelioration de la Performance Industrielle par l'Ingenierie Numerique , Proceedings of 11ème Colloque National AIP PRIMECA La Plagne, France, 22-24 april, 2009.

Chapitres d'ouvrages scientifiques

Bernard, A., Daaboul, Laroche, F., Da Cunha, C., (2011), Mass Customisation as a Competitive Factor for Sustainability, in Enabling Manufacturing Competitiveness and Economic Sustainability, keynote paper, Proceedings of the 4th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual production (CARV 2011), pp18-25, Editor: Hoda A. ElMaraghy, University of Windsor, ON, Canada, ISBN: 978-3-642-23859-8.

Daaboul, J., Laroche, F., and Bernard, A., (2011), Knowledge Management for Mass Customisation, Global Product Development, A. Bernard (Ed.), Part 12, 421-426, DOI: 10.1007/978-3-642-15973-2_42.

Bibliographie

AFNOR FD X-50-158. (1991, 3 5). Retrieved 2009, from http://www.afnor.org/

AFNOR-NF-X50-150. (n.d.). *Vocabulaire du management de la valeur, de l'analyse de la valeur et de l'analyse fonctionnelle.* Retrieved 5 3, 2009, from http://www.afnor.org/

AFNOR-NF-X50-153. (n.d.). *Analyse de la valeur - Recommandations pour sa mise en oeuvre.* Retrieved 5 3, 2010, from www.afnor.org

AFNOR-X50-151. *Management par la valeur - Expression Fonctionnelle du Besoin et cahier des charges fonctionnel - Exigences pour l'expression et la validation du besoin à satisfaire dans le processus d'acquisition ou d'obtention d'un produit.*

Ahire, S. L. (1997). Management Science- Total Quality Management interfaces: An integrative framework. *Interfaces , 27* (6), 91-105.

Aigbedo, H. (2007). An assessment of the effect of mass customization on suppliers, inventory levels in a JIT supply chain. *European Journal of Operational Research , 181* (2), 704-715.

Alford, D., Sackett, P., & Nelder, G. (2000). Mass customization: an automotive perspective. *International Journal of Production Economics , 65*, 99–110.

Anbari, F. (2002). Six Sigma Method and Its Applications in Project Management. *the Project Management Institute Annual Seminars and Symposium.* [San Antonio, Texas.

Anderson, J. (1995). Relationships in business markets: exchange episodes, value creation, and their empirical assessment. *Journal of the Academy of Marketing Science , 23* (4), 346–350.

Anderson, J., Jain, D., & P.K., C. (1993). Customer Value Assessment in Business Markets: A State-of-Practice Study. *Journal of Business to Business Marketing , 1* (1), 3-30.

Anderson, E., Sullivan, M. (1993). The Accedents and Consequences of Customer Satisfaction for Firms. *Marketing Science*, 12, 125-143.

Berrah, L., & Haurat, A. (1997). Une stratégie de mise en place d'indicateurs de performance pour le pilotage de processus de production. *MOSIM.* Rouen.

Bitton, M. (1990). ECOGRAI : méthode de conception et d'implantation de systèmes de mesure de performance pour organisations industrielles. In *Thèse de doctorat, Université Bordeaux I.*

Blackburn, J. (1991). Time-Based Competition: The Next Battleground in Manufacturing. *Business One Irwin,* Homewood, IL.

Blecker, T., Abdelkafi, N., Kaluza, B., & Friedrich, G. (2006). Controlling variety-induced complexity in mass customisation: a key metrics-based approach. *International Journal of Mass Customisation , 1* (2/3), 272–298.

Blecker, T., Abdelkafi, N., Kaluza, B., & Kreutler, G. (2004). A framework for understanding the interdependencies between mass customization and complexity. *2nd International Conference on Business Economics, Management and Marketing.* Athens, Greece.

Boer, C., & Dulio, S. (2007). *Mass Customization and Footwear: Myth, Salvation or Reality?* Springer.

Bourguignon, A. (2000). Performance et contrôle de gestion. In E. Economica (Ed.), *Encyclopédie de Comptabilité, Contrôle de gestion et Audit* (pp. 931-941). Ed. Economica.

Bourguignon, A. (1995). Peut-on définir la performance? *Revue Française de Compatibilité* , 61-66.

BPMN. (n.d.). Retrieved from http ://www.bpmn.org/

BPNI. (2005). *BPNI.org's webpages for Business Process Modeling Notation (BPMN) Information*. Retrieved from http://www.bpmn.org

Bridgman, P. (1922). *Dimensional Analysis.* New Haven, CT, U.S.A: Yale University Press.

Burlat, P., & Boucher, X. (2003). Une utilisation de la théorie des sous-ensembles flous pour le calcul d'indicateurs de performance. *MOSIM.* Toulouse.

Burlaud, A., Eglem, J.-Y., & Mykita, P. (2004). *Dictionnaire de gestion : Comptabilité, finance, contrôle .* Foucher.

Butz, H. J., & Goodstein, L. (1996). Measuring Customer Value: Gaining the Strategic Advantage. *Organizational Dynamics , 24*, 63-77.

Caillet, R. (2003). Analyse multicritère : Etude et comparaison des méthodes existantes en vue d'une application en analyse de cycle de vie. In *Cahiers de la série scientifique, 2003-s53.* Montréal: CIRANO.

Campbell, A., & Wilson, D. (1996). Managed networks: creating strategic advantage. In D. Iacobucci (Ed.), *Networks in Marketing* (pp. 125–143). London: Sage Publishing.

Catherwood, P. (2002). What's different about Six Sigma. *Manufacturing Engineer , 81* (8), 186–189.

Chan, L., & Wu, M. (1998). Prioritizing the technical measures in quality function deployment. *Quality Engineering , 10* (3), 467–479.

Chan, L.-K., & Wu, M.-L. (2002). Quality function deployment: A literature review. *European Journal of Operational Research , 143*, 463–497.

Christopher, M. (2005). *Logistics and Supply Chain Management: Creating Value Adding Networks*, 3rd Edition, Harlow et al., Pearson Education Limited.

Connor, R. A., & Davidson, J. P. (1985). *Marketing our Consulting and Professional Services.* New York: Wiley.

Cooper, R., & Kaplan, R. S. (1991). Profit Priorities from Aotivity-Based Costing. *Harvard Business Review* .

Cross, R., Seidel, R., Seidel, M., & Shahbazpour, M. (2009). Design communication for mass customization. *International Journal of Mass Customization*, 3 (2), 146-164.

Cusumano, M.A., & Takeishi, A. (1991). Supplier relations and management: a survey of Japanese, Japanese-transplant, and US auto plants. *Strategic Management Journal*, 12 (8), 563–588.

Da Silveira, G., Borenstein, D., & Fogliatto, F. (2001). Mass customization: literature review and research directions. *International Journal of Production Economics , 72* (1), 1-13.

Daaboul, J., Laroche, F., & Bernard, A. (2010a). Determining the CODP Position by Value Network Modeling and Simulation. *the 16th International Conference on Concurrent Enterprising (ICE).* Lugano, Switzerland.

Daaboul, J., Bernard, A., & Laroche, F. (2010b). PLM Requirements for Mass Customization. *the 7th International Conference on Product Lifecycle Management (PLM).* Nantes.

Daaboul, J., DaCunha, C., Bernard, A., & F., L. (2011). Design for Mass Customization: Product variety vs. Process variety. *CIRP Annals , 60* (1), 169-174.

Daihani, D. (1994). *Définition de propositions méthodologiques pour l'intégration des principales fonctions de décision dans un système de production.* Thèse d'état:Université d'Aix-Marseille III.

Davis, S. (1987). *Future Perfect.*

Dietrich, A. J., Kirn, S., & Timm, I. J. (2006). Implications of mass customization on business information systems. *International Journal of Mass Customization , 1* (2/3), 218-236.

Dodds, W. B., & Monroe, K. B. (1985). The effect of brand and price information on subjective product evaluations. *Advances in Consumer Research , 12*.

Doumeingts, G. (1984). *Méthode GRAI : méthode de conception des systèmes en productique.* Mémoire de Thèse, Université de Bordeaux I, France.

Ducq, Y. (1999). *Contribution à une méthode d'analyse de la cohérence des systèmes de Production dans le cadre du modèle GRAI .* - Thèse de doctorat de l'université de Bordeaux I .

Duray, R. (1997). *Mass customization configurations: an empirical investigation of manufacturing practices of customization.* The Ohio State University, OH: PhD. Dissertation.

Duray, R. (2000). Mass customization origins: mass or custom manufacturing? *International Journal of Operations and Production Management , 22* (3), 314-328.

Duray, R. (2006). Pursuing capabilities of flexibility and quality: financial performance implications for mass customisers. *International Journal of Mass Customisation , 1* (2/3), 260–271.

Duray, R., Ward, P., Milligan, G., & Berry, W. (2000). Approaches to mass customization: configurations and empirical validation. *Journal of Operations Management , 18* (6), 605-625.

Dyer, J. S., Fishburn, P. C., Steuer, R. E., Wallenius, J., & Zionts, S. (1992). Multiple Criteria Decision Making, Multiattribute Utility Theory: The Next Ten Years. *Management Science , 38* (5), 645-654.

Eastwood, M.A. (1996). Implementing mass customization. *Computers in Industry*, 30, 171-174.

Elhamdi, G. (2005). *Modelisation et simulation de chaines de valeurs en entreprise : Une approche dynamique des systemes et aide à la décision : SimulValor.* PHD thesis in Ecole Centrale Paris.

EN-12973. *Management par la valeur.*

Fan, H., & Poole, M. S. (2006). What is personalization? Perspectives on the design and implementation of personalization in information systems. *Journal of Organizing Computing and Electronic Commerce , 16* (3-4), 179-202.

Fogliatto, F., & Da Silveira, G. (2008). Mass customization: A method for market segmentation & choice menu design. *International Journal of Production Economics , 111*, 606-622.

Forza, C. & Salvador, F. (2002) Managing for variety in the order acquisition and fulfillment process : The contribution of product configuration systems*. International Journal of Production Economics*, 76 (1), 87-98.

Frutos, J., & Borenstein, D. (2004). A framework to support customer-company interaction in mass customization environments. *Computers in Industry , 54*, 115-135.

Galanos, J. (1998). Quel type de valeur choisir en qualité totale pour maîtriser le progrès continu dans les processus ? Marketing, Stratégie et Organisation. *Actes des XIVèmes Journées des I.A.E*, (pp. 331- 348). Nantes.

Gale, B. (1994). *Managing Customer Value.* New York: Free Press.

Gallarza, M., & Saura, I. (2006). Value dimensions, perceived value, satisfaction and loyalty: an investigation of university students' travel behavior. *Tourism Management , 27*, 437-452.

Gardial, S., Clemons, D., Woodruff, R., Schumann, D., & Burns, M. (1994). Comparing Consumers' Recall of Prepurchase and Postpurchase Evaluation Experiences. *Journal of Consumer Research , 20*, 548-560.

Garvin, D. A. (1983). Quality on the line. *Harvard Business Review , 61*, 65-73.

Gilmore, J. H., & Pine, B. J. (2000). *Markets of One: Creating Customer-unique Value through Mass Customization.* Boston: MA: Harvard Business School Press.

Gilmore, J., & Pine, J. (1997). The four faces of mass customization. *Harvard Business Review , 75*, 91–101.

Goetschalckx, M., Vidal, C., & Dogan, K. (2002). Modeling and design of global logistics systems: A review of integrated strategic and tactical models and design algorithms. *European Journal ofOperationalResearch , 143* (1), 1-18.

Grenci, R., & Watts, C. (2007). Maximizing customer value via mass customized e-consumer services. *Business Horizons , 50*, 123-132.

Gu, X., Qi, G., Yang, Z., & Zheng, G. (2002). Research of the optimization methods for mass customization (MC). *Journal of Materials Processing Technology , 129* (1-3), 507-512.

Guennou, P. (2001). Indicateurs de performance. In C. Bonnefous, & A. Courtois, *Maîtrise de la performance, les travaux de l'AFG* (pp. 149-173).

Hakansson, H., & Snehota, I. (1989). No business is an island: the network concept of business strategy. *Scandinavian Journal of Management , 5* (3), 187-200.

Handfield, R.B., & Pannesi, R.T. (1992). Antecedents of lead time competitiveness in make-to-order manufacturing firms. *International Journal of Production Research*, 33 (2), 511–537.

Hart, C. (1995). Mass customization: conceptual underpinnings opportunities and limits. *International Journal of Service Industry Management , 6* (2), 36-45.

Huffman, C. & Kahn, B.E. (1998). Variety for sale: mass customization or mass confusion?. *Journal of Retailing*, 74 (4), 491–513.

0Helms, M., Ahmadi, M., Jih, W., & Ettkin, L. (2008). Technologies in support of mass customization strategy: exploring the linkages between e-commerce & knowledge management. *Computers in Industry , 59*, 351-363.

Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management(IJOPM) , 17* (1), 46-64.

Hinterhuber, A. (2004). Towards value-based pricing : An integrative framework for decision making. *Industrial Marketing Management , 33*, 765– 778.

Hoolbrook, M. B., & Corfman, K. P. (1985). Quality and value in the consumption experience : phaedrus rides again. In J. Jacoby, J. Olson, & Lexington (Ed.), *Perceived Quality* (pp. 31-57). MA : Lexington Books.

Hounshell, D. A. (1984). *From the American System to Mass Production, 1800-1932: The Development of Manufacturing Technology in the United States.* Baltimore, Maryland,, USA: Johns Hopkins University Press.

Huang, G., Zhang, X., & Lo, V. (2005). Optimal supply chain configuration for platform products: impacts of commonality, demand variability and quality discount. *International Journal of Mass Customisation , 1* (1), 107-133.

Huang, X., Kristal, M.M., & Schroeder, R.G. (2008). Linking learning & effective process implementation to mass customization capability. Journal of Operations Management.

Jacot, J.-H. (1990). A propos de l'évaluation économique des systèmes intégrés de production. In *ECOSIP – Gestion industrielle et mesure économique.* Economica.

Jansen-Vullers, M.H., & Netjes, M. (2006). Business process simulation – a tool survey. *Seventh Workshop on the Practical Use of Coloured Petri Nets and CPN Tools*, Aarhus, Denmark.

Jiang, K., Lee, H. L., & Seifert, R. W. (2006). Satisfying customer preferences via mass customization and mass production. *IIE Transactions , 38* (1), 25-38.

Jian-hua, J., Li-li, Q., & Qiao-lun. (2007). Study on CODP Position of Process Industry Implemented Mass Customization. *Systems Engineering – Theory & Practice , 27* (12), 151–157.

Jiao J, Tseng M.M., Ma Q, & Zou Y. (2000). Generic bill of materials and operations for high-variety production management. *Concurr Engng: Res Appl*, 8 (4), 297–322.

Jiao, J., & Tseng, M. (2003). Customizability analysis in design for mass customization. *Computer-Aided Design , 36*, 745-757.

Jiao, J., Zhang, L., & Pokharel, S. (2006). Process platform planning for mass customisation production. *International Journal of Mass Customisation*, 1 (2/3), 237–259.

Jiao, J., & Simpson, T.W., (2007). Product family design and platform-based product development: a-state-of-the-art review. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 17, 5-29.

Johnson, H., & Kaplan, R. S. (1987). *Relevance Lost - the rise and fall of Management.* Boston MA: Harvard Business School Press.

Kaplan, R. S. (1990). *Measures for Manufacturing Excellence.* Boston MA: Harvard Business School Press.

Keeney R., & Raiffa H., (1976). *Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs*. Wiley.

Kim, I., & de Weck, I. (2005). Adaptive weighted-sum method for bi-objective optimization: Pareto front generation. *Struct Multidisc Optim , 29*, 149-158.

Kotha, S. (1995). Mass Customization: implementing the emerging paradigm for competitive advantage. *Strategic Management Journal , 16*, 21-42.

Kotha, S. (1996). From Mass Production to Mass Customization: The Case of the National Industirial Bicycle Company of Japan. *European Management Journal, 14* (5), 442-450.

Krishnapillai, R. & Zeid, A. (2006). Mapping product design specification for mass customization. *Journal of Intelligent Manufacturing,* 17, 29–43.

Kwaka, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Technovation , 26*, 708–715.

Kwon, K., & Kim, C. (2011). How to design personalization in a context of customer retention: Who personalizes what and to what extent? *Electronic Commerce Research and Applications* .

Labrousse, M. (2004). *Proposition d'un modèle conceptuel unifié pour la gestion dynamique des connaissances d'entreprise.* Thèse de doctorat en Génie Mécanique de l'Ecole Centrale de Nantes.

Lebas, M. (1995). Oui, il faut définir la performance. *Revue française de comptabilité , 269*, 66-72.

Le Duigou, J., Bernard, A., & Perry, N., 2011, Framework for PLM integration in SMEs networks, *Computer-Aided Design and Applications*, 8(4), 531-544, DOI: 10.3722/cadaps.2011.531-544

Lehman, D. (1998). Customer reaction to variety: too much of a good thing? *Journal of the Academy of Marketing Science , 26* (1), 62–65.

Lacocca Institute. (1991). *21st Century Enterprise Strategy*, Vol. 1, Lehigh University Press, Bethlehem, PA.

Lau, R. (1995). Mass customization: The next industrial revolution. *Industrial Management*, 37 (5), 18-19.

Lonchampt, P. (2004). *Co-évolution et processus de conception intégrée de produits : Modèle et support de l'activité de conception.* Thèse de doctorat en Génie Industriel de l'INPG.

Lorino, P. (1997). *Méthodes et pratiques de la performance, le guide du pilotage.* Paris: Les Editions d'Organisation.

Lutherer, E. (1996). *Méthodes et outils de modélisation pour la productique.* Thèse de 3éme cycle, INSA Lyon.

MacCarthy, B., Brabazon, P. G., & Bramham, J. (2003). Fundamental modes of operation for mass customization. *International Journal of Production Economics , 85*, 289-304.

Madhavan, R., Koka, B., & Prescott, J. (1998). Networks in transition: how industry events (re)shape interfirm relationships. *Strategic Management Journal , 19*, 439–459.

Makippa, M., Ruohonen, M., & Rihimaa, J. (2004). Implementing Mass customization strategy to enhance customer value - findings from e-business electronics companies. *Proceeding of the 12th European Conference on Information Systems*. Turku, Finland.

Martinez-Olivera (2008). Methodology for realignement of supply chain structural elements. *International Journal of Production Economics*, 114, 714-722.

Matthieu, L. (2004). *Méthodes de diagnostic et d'évaluation de performance pour la gestion de chaînes logistiques : application à la coopération maison-mère – filiales internationales dans un groupe pharmaceutique et cosmétique.* Thèse de doctorat au Centre de Génie Industriel de l'Ecole des Mines d'Albi-Carmaux.

Mauchand, M. (2007). *Modélisation pour la simulation de chaines de production de valeur en entreprise industrielle comme outil d'aide à la décision en phase de conception / industrialisation.* Thèse soutenue à Ecole Centrale Nantes.

McNair, C., & Masconi, W. (1987). Measuring Performance in Advanced Manufacturing Environment. *Management Accounting , 69* (1), 28-31.

Meredith, J. (1987). Automating the factory, *International Journal of Production Research,* 25 (10), 1493-1510.

Mévellec, P. (1994). *Activity Based Costing: a call for a french approach.* FMAC (Articles of Merits).

Meyer M., Lehnerd, A.P. (1997). *The Power of Product Platform – Building Value and Cost Leadership*. New York: Free Press.

Monroe, K. (1990). *Pricing: Making Profitable Decisions.* New York: McGraw-Hill.

Morgan, Leonard A. (1985). The importance of Quality. In *Perceived Quality.Jacob, J., & Olson, J., eds. Lexington, MA : Lexington Books, 61-64.*

Moser, K. (2004). *Mass Customization Strategies : Development of a competence-based framework for identifying different mass customization strategies***.** Lulu Enterprises Inc. United States.

Nagle, T. T., & Holden, R. K. (1999). *Strategy and tactics of pricing (2nd ed.).* Englewood Cliffs: NJ: Prentice-Hall.

NF-EN-ISO9000. *Systèmes de management de la qualité - Principes essentiels et vocabulaire.*

NF-EN-ISO9004. *Gestion des performances durables d'un organisme - Approche de management par la qualité.*

NF-ISO-2004. *Gestion des performances durables d'un organisme - Approche de management par la qualité.*

Normann, R., & Ramirez, R. (1994). *Designing Interactive Strategy: From the Value Chain to the Value Constellation.* Chichester: John Wiley & Sons.

Oger, B. (2002). *La gestion par l'analyse des coûts, 3ème édition.* ISBN : 2130522874, 2002.

Olson, J. C. (1977). Price as an informational cue: effects in product evaluation. In A. G. Xoodside, J. N. Sheth, & P. D. Bennet, *Consumer and Industrial Buying Behavior* (pp. 267-286). New York : North Holland Publishing Company.

Parolini, C. (1999). *The Value Net: A Tool for Competitive Strategy.* Chichester: John Wiley & Sons.

Partanen, J., & Haapasalo, H. (2004). Fast production for order fulfillment: implementing mass customization in electronics industry. *International Journal of Production Economics , 90*, 213-222.

Patterson, P., Johnson, L., & Spreng, R. (1997). Modeling the determinants of customer Satisfaction for Business-to-Business Professional Services. *Journal of the Academy of Marketing Science,* 25, 4-17.

Paulk Mark C., Weber Charles V., Curtis Bill & Chrissis Mary Beth, (1995). *The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process*, Carnegie Mellon Univ. Software Engineering Inst.

Peppard, J., & Rylander, A. (2006). From Value Chain to Value Network: Insights for Mobile Operators. *European Management Journal , 24* (2–3), 128–141.

Piller, F. T., & Tseng, M. (2003). New directions for mass customization. In *The Customer Centric Enterprise: Advances in Mass Customization and Personalization.* New York / Berlin: Springer.

Piller, F. T. (2004). Mass Customization: Reflections on the State of the Concept, *International Journal of Flexible Manufacturing Systems, 16*, 313-334.

Piller, F. T., Moeslein, K., & Stotko, C. M. (2004). Does mass customization pay? An economic approach to evaluate customer integration. *Production Planning & Control , 15* (4), 435 - 444.

Pine II, B., Victor, B., & Boynton, A. (1993). Making mass customization work. *Harvard Business Review* , 108–119.

Pine, B. J. (1993). *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition.* Boston: Harvard Business School Press.

Pine, B., Pietrocini, T. (1993). Standard modules allow mass customization at Bally Engineered Structures. *Planning Review*, 22 (4), 20-22.

Player, R. S. (1999). *Activity-Based Management : Arthur Andersen's lessons from the ABM battlefield* (2nd Edition ed.). (S. Player, & D. E. Keys, Eds.) John Wiley & Sons, Inc.

Pollard, D., Chuo, S., & Lee, B. (2008). Strategies for Mass Customization. *Journal of Business & Economics Research*, 6

Pomerol J.C., & Barba-Romero S., (1993). *Choix multicritère dans l'entreprise, Principes et pratique*. Hermès.

Porter, M. (1980). *Competitive Strategy, Techniques for Analyzing Industries Competitors.* New York: Free Press.

Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance.* First Free Press Edition.

Powell, T. C. (1995). Total Quality Management as competitive advantage : A review and empirical study. *Strategic Management Journal , 16*, 15-37.

Qiao, G., Lu, R.F., & McLean, C. (2006). Flexible manufacturing systems for mass customisation manufacturing. *International Journal of Mass Customisation*, 1 (2/3), 374–393.

Rabelo, L., Eskandari, H., Shaalan, T., & Helal, M. (2007). Value chain analysis using hybrid simulation and AHP. *International Journal of Production Economics , 105*, 536–547.

Ramani, K., Cunningham, R., *et al*. (2004). Technology review of mass customization. *Conference Proceedings, International Conference on Economic, Technical and Organizational Aspects of Product Configuration Systems*, Copenhagen, Denmark, 5–11.

Riemer, K., & Totz, C. (2001). The Many Faces of Personalization − an Integrative Economic Overview. *Proceedings of the World Congress on Mass Customization and Personalization MCPC 2001*, Hong Kong.

Roach, G. M., Cox, J.J., & Sorensen, C. D. (2005). The product design generator: a system for producing design variants. *International Journal of Mass Customisation*, 1 (1), 83 – 106.

Robertson, D., & Ulrich, K. (1998). Planning for Product Platforms. *Sloan Management Review*, 39 (4), 19-31.

Ross, A. (1996). Selling uniqueness—mass customisation: The new religion for manufacturers? *Manufacturing Engineer , 75*, 260–263.

Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See : Value-Stream Mapping to create value and eliminate muda.* Cambridge, MA USA: The Lean Enterprise Institute.

Saaty, T. (2003). Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. *European Journal of Operational Research , 145* (1), 85-91.

Saaty, T. (1994). how to make a decision: the analytic hierarchy process. *Interfaces , 24* (6), 19-43.

Saaty, T. (1997). That is not the analytic hierarchy process: what the AHP is and what it is not. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis , 6* (6), 324-335.

Sahin, F., & Robinson Jr., E.P. (2005). Information sharing and coordination in make-to-order supply chains. *Journal of Operations Management*, 23, 579–598.

Salvador, F., Rungtusanatham, M., & Forza, C. (2004). Supply-chain configurations for mass customization. *Production Planning & Control , 15* (4), 381–397.

Sanchez-Fernandez, R., & Iniesta-Bonillo, A. (2009). Efficiency and quality as economic dimensions of perceived value: Conceptualization, measurement, and effect on satisfaction. *Journal of Retailing and Consumer Services , 16*, 425-433.

Schaffer, R., & Thomson, H. (1992). Successful change programs begin with results. 80-89.

Schärling, A. (1985). *Décider sur plusieurs critères.* Presses Polytechniques Romandes.

Selladurai, R. (2004). Mass customization in operations management: oxymoron or reality. *OMEGA , 32* (4), 295-300.

Sheth, J., Newman, B., & Gross, B. (1991). *Consumption Values and Market Choices. Theory and Applications.* Cincinnati: South-Western Publishing Co.

Sievanen, M., & Peltonen, L. (2006). Mass customising footwear: the left® foot company case. *International Journal of Mass Customisation*, 1 (4), 480 – 491.

Spira, J. (1996). Mass customization through training at Lutron Electronics. *Computers in Industry, 30* (3), 171-174.

Squire, B., Readman, J., Brown, S., & Bessant, J. (2004). Mass customization: the key to customer value? *Production Planning & Control , 15* (4), 459 — 471.

Su., J., Chang, Y.-L., & Ferguson, M. (2005). Evaluation of postponement structures to accommodate mass customization. *Journal of Operations Management , 23*, 305-318.

Sullivan, L. (1986). Quality function deployment. *Quality Progress , 19* (6), 39–50.

Sysml. (2011). http ://www.sysml.org/. visité le 3 Mars 2011.

Tapscott, D., Ticoll, D., & Lowy, A. (2000). *Digital Capital:Harnessing the Power of Business Webs.* Boston: Harvard Business School Press.

Tseng, M.M., & Jiao, J. (1996). Design for mass customization. *Ann CIRP*, 45(1), 153–156.

Tu, Q., Vonderembse, M., & Ragu-Nathan, T. S. (2001). The impact of time-based manufacturing practices on mass customization and value to customer. *Journal of Operations Management , 19*, 201–217.

Van Hoeck, R. I., Commandeur, H. R., & Vos, B. (1998). Reconfiguring logistics systems through postponement strategies. *Journal of Business Logistics , 19* (1), 33-54.

Vasilash, G. (1997). Mass customization at Perkins: An engine with one-trillion possibilities. *Automotive Manufacturing and Production*, 109 (2), 42-44.

Vernadat, F. (2002). Enterprise Modeling and Integration (EMI): Current status and research perspectives. *Annual Reviews in Control , 26*, 15-25.

Vernadat, F. (1999). *Techniques de modélisation en entreprise: applications aux processus opérationnels.* Economica.

Voyer, P. (2006). *Tableaux de bord de gestion et indicateurs de performance.* Presses de l'Université du Québec.

Wang, W.-P. (2008). Toward developing agility evaluation of mass customization systems using 2-tuple linguistic computing. *Expert Systems with Applications* .

White, S. A., & al., e. (2004). *Business Process Modeling Notation (BPMN) Version 1.0.BPMI.org.* Retrieved from http://www.bpmn.org/Documents/BPMN V1-0

Wikner, J., & Rudberg, M. (2001). On the customer order decoupling point. *Working Paper No. WP-284, Department of Production Economics*.

Wikner, J., & Rudberg, M. (2004). Mass customization in terms of the customer order decoupling point. *Production Planning & Control , 15* (4), 445-458.

Woodruff, R. (1997). Customer value: The next source for competitive advantage. *Academy of Marketing Science , 25* (2), 139–153.

Wu, D., Im, I., Tremaine, M., Instone, K., & Turoff, M. (2003). A framework for classifying personalization scheme used on e-commerce websites. *the 36th Hawaii International Conference on System Sciences.* Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press.

Yang, S., & Li, T. (2002). Agility evaluation of mass customization product manufacturing. *Journal of Materials Processing Technology , 129*, 640-644.

Zeithaml, V. A. (1988). Consumer Perceptions of Price, Quality, and Value: A Means-End Model and Synthesis of Evidence. *Journal of Marketing , 52*, 2-22.

Zipkin, P. (2001). The limits of mass customization. *Sloan Management Review , 42* (3), 81-87.

Annexes

Annexes

Table des Matières

A.1. Etat d'art des travaux de recherche sur les différentes problématiques de MC 3

A.2 Description de l'entreprise Alpina 5

A.3 Le Capability Maturity Model 6

A.4 Les logiques des différents modules de la librairie de réseau de valeur 7

A.5 Les variantes du produit 12

A. 1. Etat d'art des travaux de recherche sur les différentes problématiques de MC

Tableau 18 : état d'art des travaux de recherche sur les différentes problématiques de MC

	Description	Référence
Exigences des MC	Définition et description de la MC, du passage de la MP à la MC historiquement et des exigences de la MC	Pine 1993
	Recherche en MC : tendances, directions, intensité de diffusion, et cadres taxinomiques	Kumar et al. 2007
	Discussion des limites de la MC	Zipkin P. 2001
	Description des stratégies organisationnelles pour la MC	Selludarai 2004
	Discussion des conducteurs de MC, de l'applicabilité de la MC, et des défis de la mise en œuvre de la MC.	Peters and Saidin 2000
Planification de la production	Construction d'un modèle de positionnement de CODP avec des contraintes de délais et de capacité, afin de minimiser le coût total, selon les caractéristiques du processus de l'industrie	Jian-hua J. et al. 2007
	Présentation des modèles graphiques et mathématiques pour décrire les méthodes d'optimisation pour la quantité personnalisable minimale, et un minimum de profondeur de customisation.	Gu et al. 2002
	Evaluation de la différenciation retardée dans le temps et la différenciation retardée dans la forme pour la MC	Su et al. 2005
MC classification	Détermination des différents niveaux de la MC	Pine 1993
	Détermination des approches de la MC	Gilmore and Pine 1997
	Détermination des approches et niveaux de la MC	Ross 1996
	Détermination des types de la MC	Spira 1996
	Détermination des stratégies de la MC	Alford et al. 2000
	Détermination des 8 niveaux génériques de la MC	Silveira et al. 2001
	Détermination d'une classification de la MC	Duray et al. 2000
	Définition de 5 modes fondamentaux de la MC	MacCarthy et al. 2003
Outils et méthodes pour conception de produits pour MC	L'utilisation des architectures des « mechanical bus » pour créer une Plate-forme de conception modulaire	Slevinsky M.A. and Gu P. 2005
	Une méthode basée sur la "constructual-theory" pour la conception des produits pour la MC	Hernandez et al. 2006
	Un état de l'art sur la conception de familles de produits et des plate-formes pour le développement de produits	Jiao J. et al. 2007
	Proposition de l'utilisation d'une structure multi-agents de gestion d'information pour la planification des familles de produits pour la MC	Shooter S.B et al. 2005
	Description d'un outil de conception du produit pour la MC qui génère les variantes de produit	Roach G.M. at al. 2005
	Proposition d'un réseau d'influences pour détecter la complexité causée par la variété.	Blecker T. et al. 2006
	Proposition d'une conception basée sur la fusion (merge-based design) : une nouvelle méthode pour la gestion de la variabilité et l'amélioration de la customisation	Alizon F. et al 2009
	Description de la coopération nécessaire entre fabricant, revendeur, et client pour mieux concevoir les produits	Berger C. et al. 2005
	Précision des spécifications de conception pour la MC	Krishnapillai R. et Zeid A. 2006
Outils pour intégration du client	Proposition de l'utilisation de la méthode de « stated preferences » pour la segmentation du marché et pour le développement du catalogue pour la MC	Fogliatto & Silveira 2008
	Structuration du catalogue pour la MC dans le cas de l'industrie de l'habitation	Noguchi M. 2008
Planification de la Production	Utilisation de « la production rapide » pour améliorer la performance de MC	Partanen et Haapasalo 2004
	Proposition de planifier les plate-formes de processus en utilisant des structures génériques, une planification générique et une représentation générique de variété	Jiao J. et al. 2006

	Description	Référence
	Discussion de la planification paramétrique des objets et de la planification paramétrique des processus, basées sur un système CAPP pour la MC	Tiang X. et al.
	Proposition de trois approches pour améliorer la fabrication pour la MC : 1) utilisation des plate-formes généralisées pour les lignes de production afin de les reconFigurer quand nécessaire. 2) modularité des lignes de production. 3) utilisation de XML pour l'intégration des informations.	Qiao G. et al. 2006.
	Démonstration que les performances financières des personnalisateurs de masse sont plus élevées si leur main-d'œuvre applique un vrai travail d'équipe et si les travailleurs sont flexibles.	Duray R. 2006
	Evaluation de l'effet de la MC sur les niveaux de stock d'un fournisseur dans le cadre d'une "just-in-time" chaîne logistique.	Aigbedo 2007
IT system	Présentation d'une ontologie générique pour la MC	Pawlaszczyk D. et al. 2004
	Proposition d'un cadre pour développer le système d'information pour la MC à l'aide des technologies orientées objet	Frutos and Borenstein 2004
	Proposition de l'application de raisonnement basé sur les cas (case-based reasoning) et l'utilisation des nomenclatures graphiques pour la configuration du produit dans le cadre de la MC	Tseng et al. 2005
	Etude de l'influence de la MC sur le système d'information d'entreprise	Dietrich et al. 2006
	Proposition de la construction d'un système d'information qui utilise les architectures basées sur le service.	Dietrich A.J. et al. 2006
	Etude des stratégies en e-business et gestion de connaissances pour les différents types de la MC proposés par Gilmore et Pine en 1997.	Ruohonen et al. ,2006
	Etude du besoin et de la nécessité du service d'e-client pour la MC	Grenci and Watts ,2007
	Proposition d'une procédure pour développer des systèmes de configuration de produit.	Haug A. and Hvam L. ,2007
	Proposition d'amélioration de performances de l'entreprise en appliquant le point de vue de la connaissance dans l'entreprise	Huang et al. ,2008
	Présentation d'une application des systèmes d'informations pour la MC dans l'industrie de la construction. Développement d'un système d'information de finition qui consiste en un PC pour la gestion des commandes, un serveur sur le site pour gérer l'information et un appareil mobile sur le site.	Shin et al. , 2008
	Discussion que la gestion des connaissances et le e-commerce sont des technologies permettant la mise en œuvre de la MC.	Helms et al., 2008
	Proposition d'utilisation des Cartes CRC pour soutenir le développement et la maintenance des systèmes de configuration des produits	Haug A. and Hvam L. 2009
	Proposition d'utilisation des langages d'ontologie web pour la configuration des produits	Yang D. et al. 2009
	Définition des informations communiquées dans le cadre de la MC.	Cross et al. 2009
Supply Chain management	Etude de l'impact de la communalité, de la variabilité dans la demande, et la réduction de coût basée sur les quantités sur la configuration d'une chaîne logistique pour la MC.	Huang G.Q. et al. 2005
	Développement d'une architecture pour un système multi-agent pour la modélisation des chaînes logistiques pour la MC.	Sugumaran V. et al. 2006
	Proposition d'utilisation des multi-agents comme base pour modéliser et simuler des chaînes logistiques dans le cadre de la MC	Labarthe et al. 2006
	Modélisation et analyse des chaînes logistiques du type build-to-order	Gunasekaran, A. and Ngai E. W.T. 2009

A. 2. Description de l'entreprise Alpina (Fiche adaptée de Martinez-Olivera, 2008)

	Business model	MTO	MTO-BTO	BTO	MTS	MTS-MTO
	Taille de l'entreprise	Trés petite (E<50)	Taille moyenne (50<E<500)	Grande taille (E>500) entreprise multinationale	entreprise multinationale	
	Style de gestion	Entrepreneurial			Bureaucratic	
	Environment du processus	Job shop	Lot	Repétitive	Mass	Mass
	Layout des ressources	Cellular		U-line	Ligne d'assemblage	Ligne d'assemblage
Fournisseur	Structure logistique	Une usine/ un entrepôt	Plusieurs usine/ Plusieurs entrepôts	Production/ distribution	Entreposage / distribution	Entreposage / distribution
	Type de fourniture	Production verticale	vaste sous-traitance	Assemblage	Extended enterprise	Entreprise étendue
	Pc- max accepted delivery T / total lead T	1–4/5	4/5–2/5	2/5–1/5	1/5–0	1–3/5
	Rapport entre temps de production et temps total de livraison (P/D)	P/D << 1	P/D< 1	P/D>1	P/D>>1	P/D< 1
Fabrication	Composition du produit	Complex fabrication+ assemblage	Simple fabrication+ assemblage	Assemblage	Une seule composante	(moins) Complex fabrication+ assemblage
	Standardisation du produit	Specifications du client	Sur catalogue, non-standard avec options	Standard avec des options	Standard, sans options	Specifications du client
	Variabilité du produit	(100<n<1,000)	(50<n<100)	(5<n<50)	(1<n<5)	(100<n<500)
	Temps de livraison d'une commande	Mois-semaines	Semaines–jours	Jours–minutes	Minutes–secondes	Semaines–jours
	Volume de production	(1–100 taille du lot)	(100–1000 taille du lot)	(1000–10,000 taille du lot)	(10,000–1M) taille du lot	(1–100 batch size) pour les composants customisables & (10,000–1M) pour les composants standardes
	Type de nomenclature	Série	Assemblage multi-niveau	Divergeant	Assemblage modulaire	Assemblage Mixe
	Flux de production	Varie	Varie avec des modèles	Une pièce	Ligne connectée	Varié
Planification	priorités de gestion	Capacité	Capacité, innovation	Innovation	Distribution	Capacité/ distribution
	Promesse de commande basée sur	Materiau/ disponibilité de capacité	Capacité, disponibilité des componsantes en stock	disponibilité des componsantes en stock	disponibilité des produits finis en stock	Materiau/disponibilité de capacité/ disponibilité du stock
	C variables fixed	Capacité, date d'échéance	Capacité, date d'échéance / Coût, date d'échéance	Coût, date d'échéance / Coût, capacité	Coût, capacité	Capacité, date d'échéance / coût
	Push/pull	Push	Push / Push/ pull	Push/ pull / Pull	Pull	Push/ Pull
	Stratégie de production	LOP	MRP	Just In Time (JIT)	Ordonancement des processus	
Marketing	C order winners/ Qualifiers	Flexibilité, innovation	Flexibilité, innovation, performance	Performance, livraison, coût, qualité	Livraison, coût, qualité	livraison, coût, qualité, flexibilité
	Complexité des opérations De production	Fabrication des composants			Distribution	Fabrication de composants/ distribution
	Incertitude dans les opération de production	Processus de Production			Cycles de vie du produit	Processus de production
	Besoin de main d'oeuvre	Élevé			faible	Faible- élevé
	R Fourniture des matériaux	Comme spécifié/Faible			Planifiée avec des stocks de sécurité/Faible	Planifiée avec des stocks de sécurité/ Faible
Client	Incertitude de la demande	Versatile			Prévisible	Versatile
	Destination du produit	Connue			Non connue	Connue/ non connue
	Niveau des produits finis	Faible			Elevé	Faible
	Niveau des encours	Haute			Faible	Haute–faible (moyenne)
	Coût des matériaux	Faible	Haute	Haute	Faible	Faible

A. 3. Le Capability Maturity Model (CMM)

Ce modèle a été initialement développé par le *Software Engineering Institute* de l'université Carnegie Mellon, pour des projets de logiciel, basé sur des données heuristiques. Le *Capability Maturity Model* (CMM) prédit un chemin de croissance pour le processus dans une entreprise. Il définit une échelle de mesure de la maturité à 5 niveaux, ainsi que les indicateurs nécessaires pour évaluer les activités menées par une équipe par rapport à cette échelle - l'équipe peut être un groupe de travail, un ou plusieurs projets, une société voire une institution d'État. Ce modèle suppose que l'entreprise, à partir de processus mal définis, mûrit à un niveau où les processus et le fonctionnement sont continuellement optimisés et améliorés. Le modèle est utilisé pour guider un chemin d'amélioration, en aidant les entreprises à définir les prochaines étapes et de s'améliorer en termes de processus et d'organisation (Paulk, et al., 1995)..

La maturité d'une organisation est le degré auquel celle-ci a déployé explicitement et de façon cohérente des processus qui sont documentés, gérés, mesurés, contrôlés et continuellement améliorés. Un niveau de maturité correspond à l'atteinte d'un niveau de capacité uniforme pour un groupe de processus. Un niveau de capacité (Capability Level) mesure l'atteinte des objectifs d'un processus pour le niveau donné (Paulk, et al., 1995).

Au niveau 1, la connaissance n'est pas officiellement gérée, néanmoins cela ne signifie pas qu'elle n'est pas créée et transférée, mais ceci est réalisé de manière informelle. En fait, les employés discutent les uns avec les autres sur les problèmes auxquels ils font face, ou de leurs réalisations ... Alors qu'au niveau 5, les connaissances sont gérées, donc elles sont bien structurées et transférées via des protocoles bien définis. Comme un exemple de premier niveau, si quelqu'un a une question, il faudra trouver la personne bien informée à ce sujet, alors que dans le niveau 5, il devrait être capable de trouver la réponse directement à partir du système.

A. 4. Les logiques des différents modules de la librairie de réseau de valeur

Les figures suivantes montrent la logique derrière les modules de la librairie du réseau de valeur. Un module correspond à un ensemble de modules prédéfinis et déterminant sa logique et son comportement.

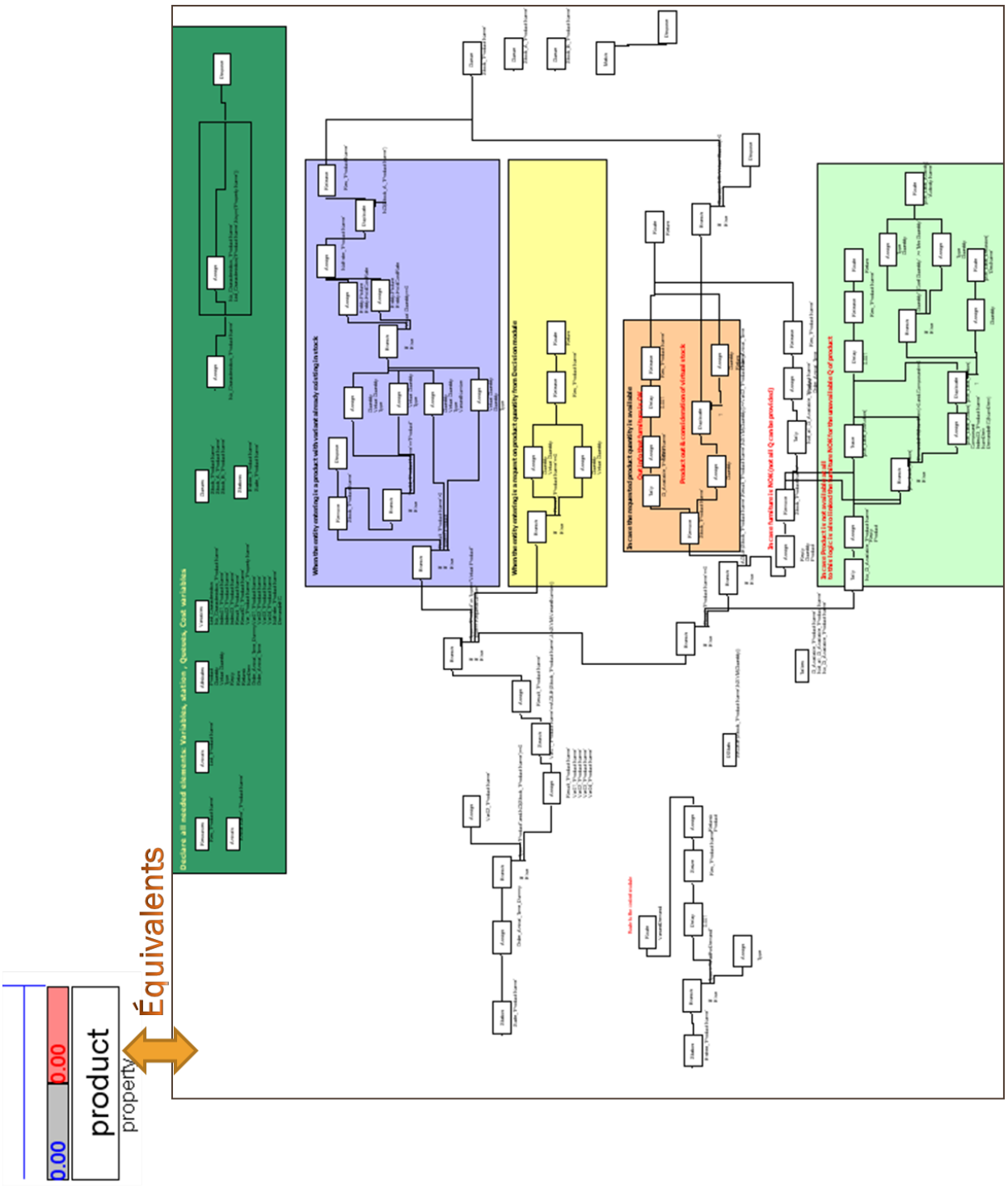


Figure 76 : Logique du module du flux physique

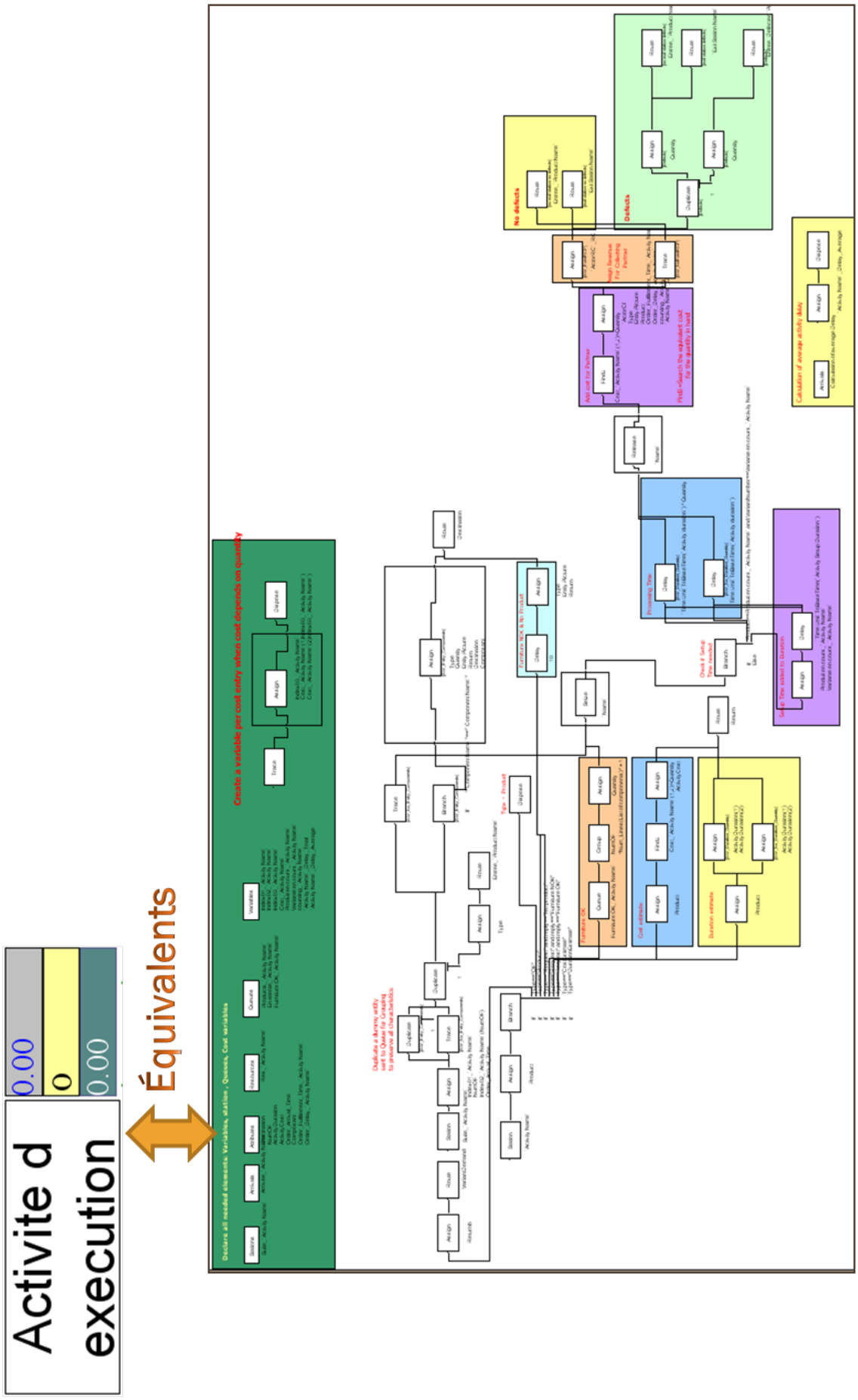


Figure 77 : Logique du module d'activité d'exécution

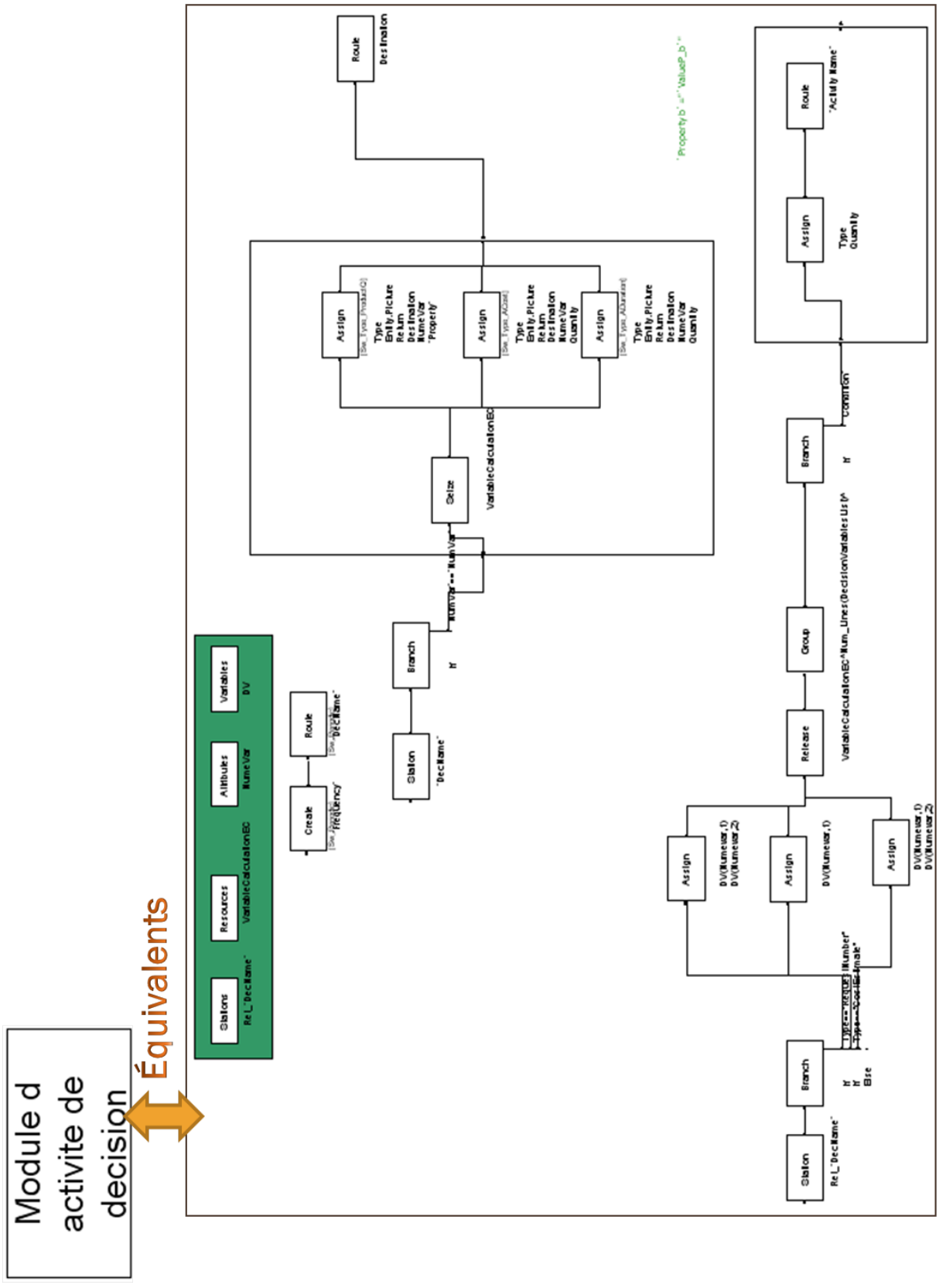


Figure 78 : La logique du module d'activité de décision

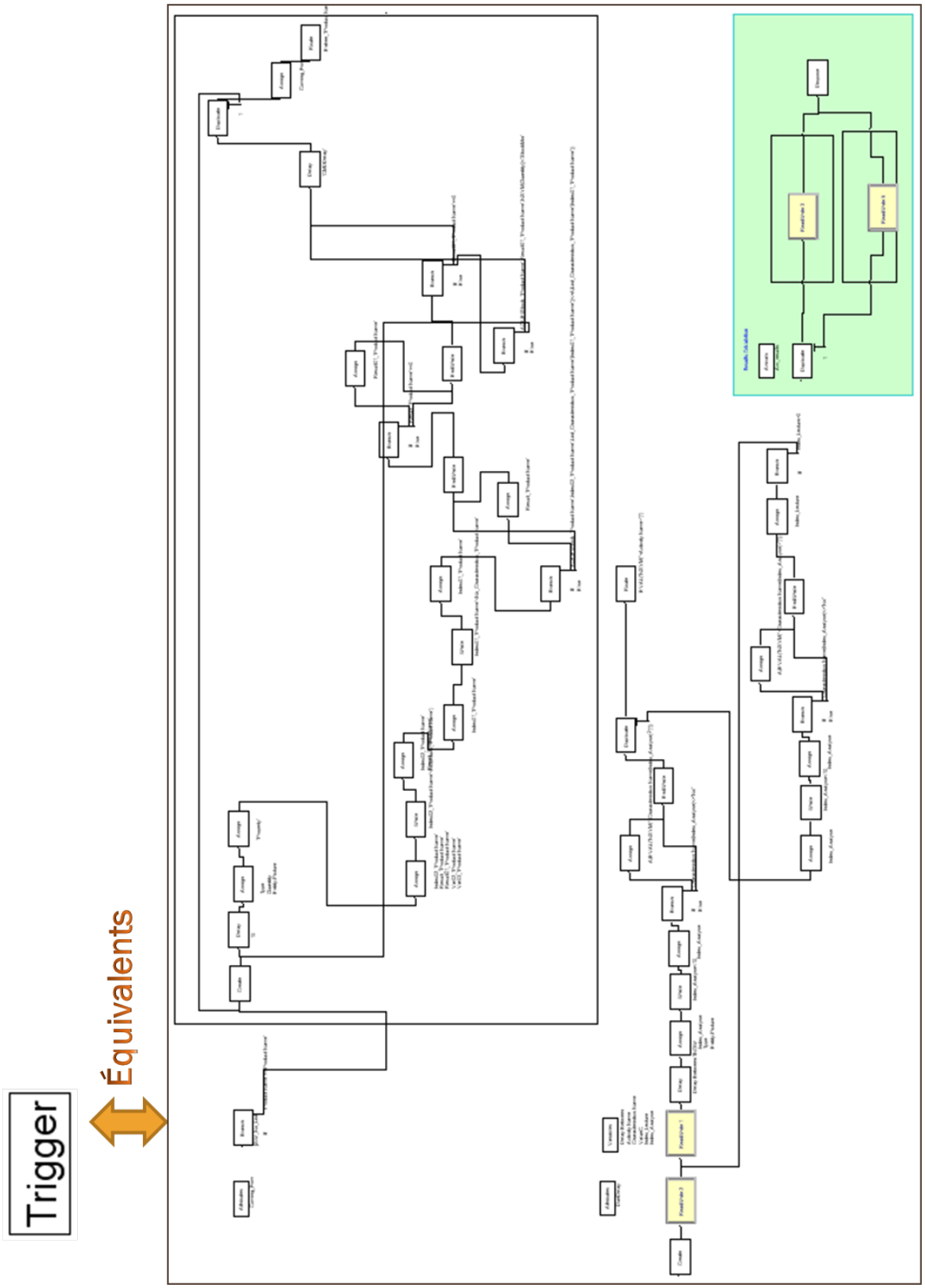


Figure 79 : La logique du module trigger

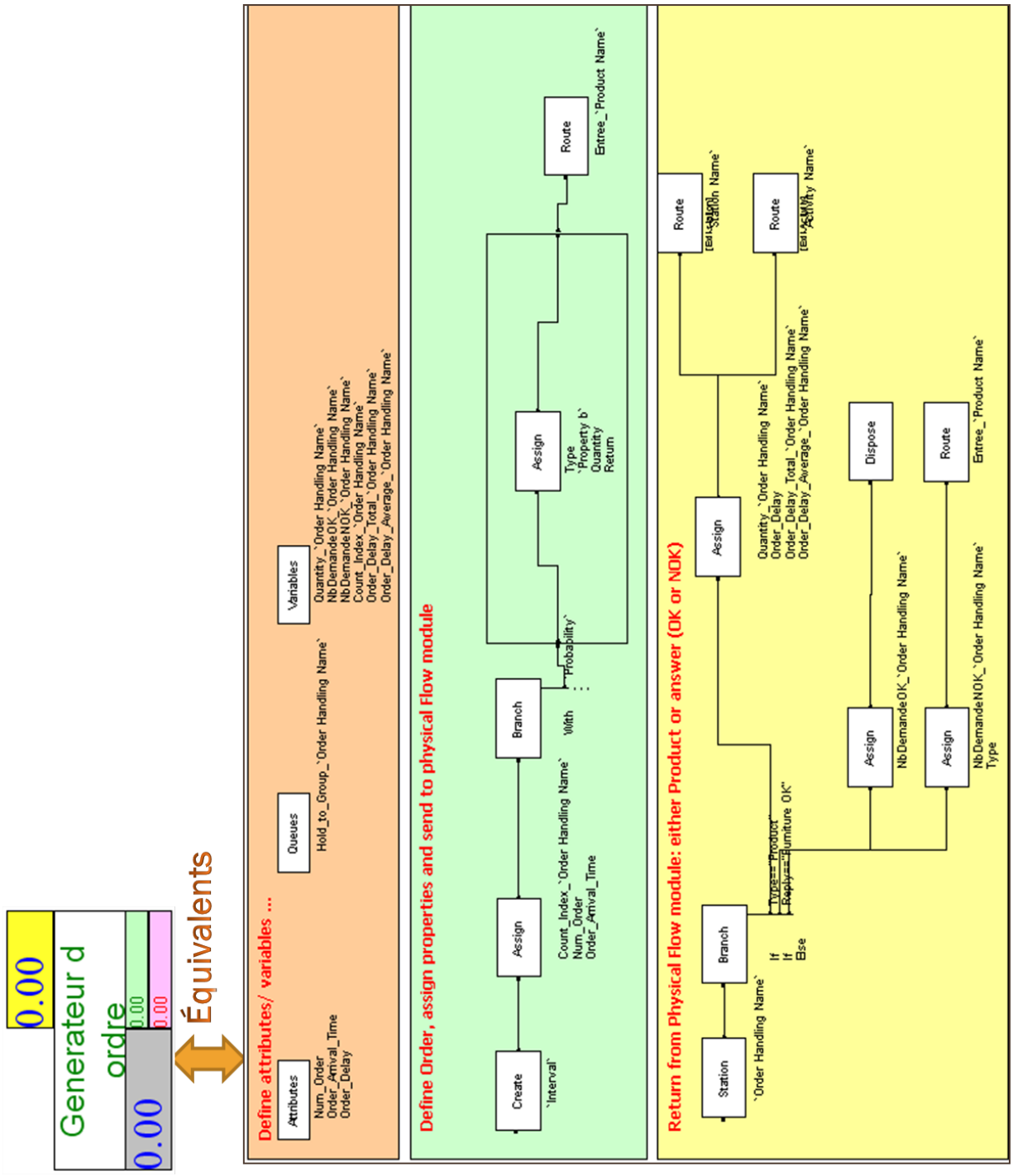


Figure 80 : La logique du module générateur d'ordre

A. 5. Les variantes du produit

Les poids résultent d'une étude marketing effectuée par Alpina, et par l'analyse sur l'historique des ventes. Une variante ayant un poids nul est éliminée des choix de customisation. Un poids est entre 0 et 1, et reflète l'importance moyenne d'une variante pour les clients.

Variante du produit	Couleur primaire	Couleur secondaire	Couleur de la semelle	Couleur des lacets	Poids Associé	
					H	F
1	Noir	Noir	Noir	Noir	0.503	0.654
2	Noir	Gris	Noir	Noir	0.513	0.742
3	Noir	Marron	Noir	Noir	0	0
4	Noir	Bleu	Noir	Noir	0.547	0.236
5	Noir	Marron clair	Noir	Noir	0.113	0.214
6	Noir	Orange	Noir	Noir	0.55	0.612
7	Noir	Violet	Noir	Noir	0	0.627
8	Noir	Bleu clair	Noir	Noir	0.12	0.423
9	Noir	Gris clair	Noir	Noir	0.492	0.402
10	Noir	Noir	Noir	Gris	0.323	0.445
11	Noir	Gris	Noir	Gris	0.615	0.756
12	Noir	Marron	Noir	Gris	0	0
13	Noir	Bleu	Noir	Gris	0	0
14	Noir	Marron clair	Noir	Gris	0	0
15	Noir	Orange	Noir	Gris	0	0
16	Noir	Violet	Noir	Gris	0	0
17	Noir	Bleu clair	Noir	Gris	0.09	0.218
18	Noir	Gris clair	Noir	Gris	0.511	0.411
19	Noir	Noir	Noir	Marron	0	0
20	Noir	Gris	Noir	Marron	0	0
21	Noir	Marron	Noir	Marron	0	0
22	Noir	Bleu	Noir	Marron	0	0
23	Noir	Marron clair	Noir	Marron	0	0
24	Noir	Orange	Noir	Marron	0	0
25	Noir	Violet	Noir	Marron	0	0
26	Noir	Bleu clair	Noir	Marron	0	0
27	Noir	Gris clair	Noir	Marron	0	0
28	Noir	Noir	Noir	Beige	0	0
29	Noir	Gris	Noir	Beige	0	0
30	Noir	Marron	Noir	Beige	0	0
31	Noir	Bleu	Noir	Beige	0	0
32	Noir	Marron clair	Noir	Beige	0	0
33	Noir	Orange	Noir	Beige	0	0
34	Noir	Violet	Noir	Beige	0	0
35	Noir	Bleu clair	Noir	Beige	0	0
36	Noir	Gris clair	Noir	Beige	0	0
37	Noir	Noir	Marron	Noir	0	0
38	Noir	Gris	Marron	Noir	0	0
39	Noir	Marron	Marron	Noir	0	0
40	Noir	Bleu	Marron	Noir	0	0
41	Noir	Marron clair	Marron	Noir	0	0
42	Noir	Orange	Marron	Noir	0	0

Variante du produit	Couleur primaire	Couleur secondaire	Couleur de la semelle	Couleur des lacets	Poids Associé	
					H	F
43	Noir	Violet	Marron	Noir	0	0
44	Noir	Bleu clair	Marron	Noir	0	0
45	Noir	Gris clair	Marron	Noir	0	0
46	Noir	Noir	Marron	Gris	0	0
47	Noir	Gris	Marron	Gris	0	0
48	Noir	Marron	Marron	Gris	0	0
49	Noir	Bleu	Marron	Gris	0	0
50	Noir	Marron clair	Marron	Gris	0	0
51	Noir	Orange	Marron	Gris	0	0
52	Noir	Violet	Marron	Gris	0	0
53	Noir	Bleu clair	Marron	Gris	0	0
54	Noir	Gris clair	Marron	Gris	0	0
55	Noir	Noir	Marron	Marron	0	0
56	Noir	Gris	Marron	Marron	0	0
57	Noir	Marron	Marron	Marron	0	0
58	Noir	Bleu	Marron	Marron	0	0
59	Noir	Marron clair	Marron	Marron	0	0
60	Noir	Orange	Marron	Marron	0	0
61	Noir	Violet	Marron	Marron	0	0
62	Noir	Bleu clair	Marron	Marron	0	0
63	Noir	Gris clair	Marron	Marron	0	0
64	Noir	Noir	Marron	Beige	0	0
65	Noir	Gris	Marron	Beige	0	0
66	Noir	Marron	Marron	Beige	0	0
67	Noir	Bleu	Marron	Beige	0	0
68	Noir	Marron clair	Marron	Beige	0	0
69	Noir	Orange	Marron	Beige	0	0
70	Noir	Violet	Marron	Beige	0	0
71	Noir	Bleu clair	Marron	Beige	0	0
72	Noir	Gris clair	Marron	Beige	0	0
73	Noir	Noir	Beige	Noir	0	0
74	Noir	Gris	Beige	Noir	0	0
75	Noir	Marron	Beige	Noir	0	0
76	Noir	Bleu	Beige	Noir	0	0
77	Noir	Marron clair	Beige	Noir	0	0
78	Noir	Orange	Beige	Noir	0	0
79	Noir	Violet	Beige	Noir	0	0
80	Noir	Bleu clair	Beige	Noir	0	0
81	Noir	Gris clair	Beige	Noir	0	0
82	Noir	Noir	Beige	Gris	0	0
83	Noir	Gris	Beige	Gris	0	0
84	Noir	Marron	Beige	Gris	0	0
85	Noir	Bleu	Beige	Gris	0	0
86	Noir	Marron clair	Beige	Gris	0	0
87	Noir	Orange	Beige	Gris	0	0
88	Noir	Violet	Beige	Gris	0	0
89	Noir	Bleu clair	Beige	Gris	0	0
90	Noir	Gris clair	Beige	Gris	0	0
91	Noir	Noir	Beige	Marron	0	0

Variante du produit	Couleur primaire	Couleur secondaire	Couleur de la semelle	Couleur des lacets	Poids Associé	
					H	F
92	Noir	Gris	Beige	Marron	0	0
93	Noir	Marron	Beige	Marron	0	0
94	Noir	Bleu	Beige	Marron	0	0
95	Noir	Marron clair	Beige	Marron	0	0
96	Noir	Orange	Beige	Marron	0	0
97	Noir	Violet	Beige	Marron	0	0
98	Noir	Bleu clair	Beige	Marron	0	0
99	Noir	Gris clair	Beige	Marron	0	0
100	Noir	Noir	Beige	Beige	0	0
101	Noir	Gris	Beige	Beige	0	0
102	Noir	Marron	Beige	Beige	0	0
103	Noir	Bleu	Beige	Beige	0	0
104	Noir	Marron clair	Beige	Beige	0	0
105	Noir	Orange	Beige	Beige	0	0
106	Noir	Violet	Beige	Beige	0	0
107	Noir	Bleu clair	Beige	Beige	0	0
108	Noir	Gris clair	Beige	Beige	0	0
109	Gris	Noir	Noir	Noir	0.12	0.05
110	Gris	Gris	Noir	Noir	0.718	0.673
111	Gris	Marron	Noir	Noir	0	0
112	Gris	Bleu	Noir	Noir	0	0
113	Gris	Marron clair	Noir	Noir	0	0
114	Gris	Orange	Noir	Noir	0.67	0.582
115	Gris	Violet	Noir	Noir	0	0.358
116	Gris	Bleu clair	Noir	Noir	0.571	0.583
117	Gris	Gris clair	Noir	Noir	0.742	0.482
118	Gris	Noir	Noir	Gris	0.251	0.15
119	Gris	Gris	Noir	Gris	0.818	0.694
120	Gris	Marron	Noir	Gris	0	0
121	Gris	Bleu	Noir	Gris	0	0
122	Gris	Marron clair	Noir	Gris	0	0
123	Gris	Orange	Noir	Gris	0.6	0.512
124	Gris	Violet	Noir	Gris	0	0.384
125	Gris	Bleu clair	Noir	Gris	0.592	0.625
126	Gris	Gris clair	Noir	Gris	0	0
127	Gris	Noir	Noir	Marron	0	0
128	Gris	Gris	Noir	Marron	0	0
129	Gris	Marron	Noir	Marron	0	0
130	Gris	Bleu	Noir	Marron	0	0
131	Gris	Marron clair	Noir	Marron	0	0
132	Gris	Orange	Noir	Marron	0	0
133	Gris	Violet	Noir	Marron	0	0
134	Gris	Bleu clair	Noir	Marron	0	0
135	Gris	Gris clair	Noir	Marron	0	0
136	Gris	Noir	Noir	Beige	0	0
137	Gris	Gris	Noir	Beige	0	0
138	Gris	Marron	Noir	Beige	0	0
139	Gris	Bleu	Noir	Beige	0	0
140	Gris	Marron clair	Noir	Beige	0	0

Variante du produit	Couleur primaire	Couleur secondaire	Couleur de la semelle	Couleur des lacets	Poids Associé	
					H	F
141	Gris	Orange	Noir	Beige	0	0
142	Gris	Violet	Noir	Beige	0	0
143	Gris	Bleu clair	Noir	Beige	0	0
144	Gris	Gris clair	Noir	Beige	0	0
145	Gris	Noir	Marron	Noir	0	0
146	Gris	Gris	Marron	Noir	0	0
147	Gris	Marron	Marron	Noir	0	0
148	Gris	Bleu	Marron	Noir	0	0
149	Gris	Marron clair	Marron	Noir	0	0
150	Gris	Orange	Marron	Noir	0	0
151	Gris	Violet	Marron	Noir	0	0
152	Gris	Bleu clair	Marron	Noir	0	0
153	Gris	Gris clair	Marron	Noir	0	0
154	Gris	Noir	Marron	Gris	0	0
155	Gris	Gris	Marron	Gris	0	0
156	Gris	Marron	Marron	Gris	0	0
157	Gris	Bleu	Marron	Gris	0	0
158	Gris	Marron clair	Marron	Gris	0	0
159	Gris	Orange	Marron	Gris	0	0
160	Gris	Violet	Marron	Gris	0	0
161	Gris	Bleu clair	Marron	Gris	0	0
162	Gris	Gris clair	Marron	Gris	0	0
163	Gris	Noir	Marron	Marron	0	0
164	Gris	Gris	Marron	Marron	0	0
165	Gris	Marron	Marron	Marron	0	0
166	Gris	Bleu	Marron	Marron	0	0
167	Gris	Marron clair	Marron	Marron	0	0
168	Gris	Orange	Marron	Marron	0	0
169	Gris	Violet	Marron	Marron	0	0
170	Gris	Bleu clair	Marron	Marron	0	0
171	Gris	Gris clair	Marron	Marron	0	0
172	Gris	Noir	Marron	Beige	0	0
173	Gris	Gris	Marron	Beige	0	0
174	Gris	Marron	Marron	Beige	0	0
175	Gris	Bleu	Marron	Beige	0	0
176	Gris	Marron clair	Marron	Beige	0	0
177	Gris	Orange	Marron	Beige	0	0
178	Gris	Violet	Marron	Beige	0	0
179	Gris	Bleu clair	Marron	Beige	0	0
180	Gris	Gris clair	Marron	Beige	0	0
181	Gris	Noir	Beige	Noir	0	0
182	Gris	Gris	Beige	Noir	0	0
183	Gris	Marron	Beige	Noir	0	0
184	Gris	Bleu	Beige	Noir	0	0
185	Gris	Marron clair	Beige	Noir	0	0
186	Gris	Orange	Beige	Noir	0	0
187	Gris	Violet	Beige	Noir	0	0
188	Gris	Bleu clair	Beige	Noir	0	0
189	Gris	Gris clair	Beige	Noir	0	0

Variante du produit	Couleur primaire	Couleur secondaire	Couleur de la semelle	Couleur des lacets	Poids Associé	
					H	F
190	Gris	Noir	Beige	Gris	0	0
191	Gris	Gris	Beige	Gris	0	0
192	Gris	Marron	Beige	Gris	0	0
193	Gris	Bleu	Beige	Gris	0	0
194	Gris	Marron clair	Beige	Gris	0	0
195	Gris	Orange	Beige	Gris	0	0
196	Gris	Violet	Beige	Gris	0	0
197	Gris	Bleu clair	Beige	Gris	0	0
198	Gris	Gris clair	Beige	Gris	0	0
199	Gris	Noir	Beige	Marron	0	0
200	Gris	Gris	Beige	Marron	0	0
201	Gris	Marron	Beige	Marron	0	0
202	Gris	Bleu	Beige	Marron	0	0
203	Gris	Marron clair	Beige	Marron	0	0
204	Gris	Orange	Beige	Marron	0	0
205	Gris	Violet	Beige	Marron	0	0
206	Gris	Bleu clair	Beige	Marron	0	0
207	Gris	Gris clair	Beige	Marron	0	0
208	Gris	Noir	Beige	Beige	0	0
209	Gris	Gris	Beige	Beige	0	0
210	Gris	Marron	Beige	Beige	0	0
211	Gris	Bleu	Beige	Beige	0	0
212	Gris	Marron clair	Beige	Beige	0	0
213	Gris	Orange	Beige	Beige	0	0
214	Gris	Violet	Beige	Beige	0	0
215	Gris	Bleu clair	Beige	Beige	0	0
216	Gris	Gris clair	Beige	Beige	0	0
217	Marron	Noir	Noir	Noir	0	0
218	Marron	Gris	Noir	Noir	0	0
219	Marron	Marron	Noir	Noir	0	0
220	Marron	Bleu	Noir	Noir	0	0
221	Marron	Marron clair	Noir	Noir	0	0
222	Marron	Orange	Noir	Noir	0	0
223	Marron	Violet	Noir	Noir	0	0
224	Marron	Bleu clair	Noir	Noir	0	0
225	Marron	Gris clair	Noir	Noir	0	0
226	Marron	Noir	Noir	Gris	0	0
227	Marron	Gris	Noir	Gris	0	0
228	Marron	Marron	Noir	Gris	0	0
229	Marron	Bleu	Noir	Gris	0	0
230	Marron	Marron clair	Noir	Gris	0	0
231	Marron	Orange	Noir	Gris	0	0
232	Marron	Violet	Noir	Gris	0	0
233	Marron	Bleu clair	Noir	Gris	0	0
234	Marron	Gris clair	Noir	Gris	0	0
235	Marron	Noir	Noir	Marron	0	0
236	Marron	Gris	Noir	Marron	0	0
237	Marron	Marron	Noir	Marron	0	0
238	Marron	Bleu	Noir	Marron	0	0

Variante du produit	Couleur primaire	Couleur secondaire	Couleur de la semelle	Couleur des lacets	Poids Associé	
					H	F
239	Marron	Marron clair	Noir	Marron	0	0
240	Marron	Orange	Noir	Marron	0	0
241	Marron	Violet	Noir	Marron	0	0
242	Marron	Bleu clair	Noir	Marron	0	0
243	Marron	Gris clair	Noir	Marron	0	0
244	Marron	Noir	Noir	Beige	0	0
245	Marron	Gris	Noir	Beige	0	0
246	Marron	Marron	Noir	Beige	0	0
247	Marron	Bleu	Noir	Beige	0	0
248	Marron	Marron clair	Noir	Beige	0	0
249	Marron	Orange	Noir	Beige	0	0
250	Marron	Violet	Noir	Beige	0	0
251	Marron	Bleu clair	Noir	Beige	0	0
252	Marron	Gris clair	Noir	Beige	0	0
253	Marron	Noir	Marron	Noir	0.134	0.209
254	Marron	Gris	Marron	Noir	0.025	0.158
255	Marron	Marron	Marron	Noir	0	0
256	Marron	Bleu	Marron	Noir	0	0
257	Marron	Marron clair	Marron	Noir	0	0
258	Marron	Orange	Marron	Noir	0	0
259	Marron	Violet	Marron	Noir	0	0
260	Marron	Bleu clair	Marron	Noir	0	0
261	Marron	Gris clair	Marron	Noir	0	0
262	Marron	Noir	Marron	Gris	0	0
263	Marron	Gris	Marron	Gris	0.059	0.167
264	Marron	Marron	Marron	Gris	0	0
265	Marron	Bleu	Marron	Gris	0	0
266	Marron	Marron clair	Marron	Gris	0	0
267	Marron	Orange	Marron	Gris	0	0
268	Marron	Violet	Marron	Gris	0	0
269	Marron	Bleu clair	Marron	Gris	0	0
270	Marron	Gris clair	Marron	Gris	0	0
271	Marron	Noir	Marron	Marron	0.113	0.218
272	Marron	Gris	Marron	Marron	0.08	0.127
273	Marron	Marron	Marron	Marron	0.1	0.135
274	Marron	Bleu	Marron	Marron	0.253	0.394
275	Marron	Marron clair	Marron	Marron	0.513	0.652
276	Marron	Orange	Marron	Marron	0.334	0.589
277	Marron	Violet	Marron	Marron	0	0.339
278	Marron	Bleu clair	Marron	Marron	0.243	0.216
279	Marron	Gris clair	Marron	Marron	0.07	0.092
280	Marron	Noir	Marron	Beige	0	0
281	Marron	Gris	Marron	Beige	0	0
282	Marron	Marron	Marron	Beige	0.154	0.197
283	Marron	Bleu	Marron	Beige	0	0
284	Marron	Marron clair	Marron	Beige	0	0
285	Marron	Orange	Marron	Beige	0	0
286	Marron	Violet	Marron	Beige	0	0
287	Marron	Bleu clair	Marron	Beige	0	0

Variante du produit	Couleur primaire	Couleur secondaire	Couleur de la semelle	Couleur des lacets	Poids Associé	
					H	F
288	Marron	Gris clair	Marron	Beige	0	0
289	Marron	Noir	Beige	Noir	0	0
290	Marron	Gris	Beige	Noir	0	0
291	Marron	Marron	Beige	Noir	0	0
292	Marron	Bleu	Beige	Noir	0	0
293	Marron	Marron clair	Beige	Noir	0	0
294	Marron	Orange	Beige	Noir	0	0
295	Marron	Violet	Beige	Noir	0	0
296	Marron	Bleu clair	Beige	Noir	0	0
297	Marron	Gris clair	Beige	Noir	0	0
298	Marron	Noir	Beige	Gris	0	0
299	Marron	Gris	Beige	Gris	0	0
300	Marron	Marron	Beige	Gris	0	0
301	Marron	Bleu	Beige	Gris	0	0
302	Marron	Marron clair	Beige	Gris	0	0
303	Marron	Orange	Beige	Gris	0	0
304	Marron	Violet	Beige	Gris	0	0
305	Marron	Bleu clair	Beige	Gris	0	0
306	Marron	Gris clair	Beige	Gris	0	0
307	Marron	Noir	Beige	Marron	0	0
308	Marron	Gris	Beige	Marron	0	0
309	Marron	Marron	Beige	Marron	0.21	0.312
310	Marron	Bleu	Beige	Marron	0	0
311	Marron	Marron clair	Beige	Marron	0.463	0.683
312	Marron	Orange	Beige	Marron	0	0
313	Marron	Violet	Beige	Marron	0	0
314	Marron	Bleu clair	Beige	Marron	0	0
315	Marron	Gris clair	Beige	Marron	0	0
316	Marron	Noir	Beige	Beige	0	0
317	Marron	Gris	Beige	Beige	0	0
318	Marron	Marron	Beige	Beige	0	0
319	Marron	Bleu	Beige	Beige	0	0
320	Marron	Marron clair	Beige	Beige	0	0
321	Marron	Orange	Beige	Beige	0	0
322	Marron	Violet	Beige	Beige	0	0
323	Marron	Bleu clair	Beige	Beige	0	0
324	Marron	Gris clair	Beige	Beige	0	0
325	Marron clair	Noir	Noir	Noir	0	0
326	Marron clair	Gris	Noir	Noir	0	0
327	Marron clair	Marron	Noir	Noir	0	0
328	Marron clair	Bleu	Noir	Noir	0	0
329	Marron clair	Marron clair	Noir	Noir	0	0
330	Marron clair	Orange	Noir	Noir	0	0
331	Marron clair	Violet	Noir	Noir	0	0
332	Marron clair	Bleu clair	Noir	Noir	0	0
333	Marron clair	Gris clair	Noir	Noir	0	0
334	Marron clair	Noir	Noir	Gris	0	0
335	Marron clair	Gris	Noir	Gris	0	0
336	Marron clair	Marron	Noir	Gris	0	0

Variante du produit	Couleur primaire	Couleur secondaire	Couleur de la semelle	Couleur des lacets	Poids Associé	
					H	F
337	Marron clair	Bleu	Noir	Gris	0	0
338	Marron clair	Marron clair	Noir	Gris	0	0
339	Marron clair	Orange	Noir	Gris	0	0
340	Marron clair	Violet	Noir	Gris	0	0
341	Marron clair	Bleu clair	Noir	Gris	0	0
342	Marron clair	Gris clair	Noir	Gris	0	0
343	Marron clair	Noir	Noir	Marron	0	0
344	Marron clair	Gris	Noir	Marron	0	0
345	Marron clair	Marron	Noir	Marron	0	0
346	Marron clair	Bleu	Noir	Marron	0	0
347	Marron clair	Marron clair	Noir	Marron	0	0
348	Marron clair	Orange	Noir	Marron	0	0
349	Marron clair	Violet	Noir	Marron	0	0
350	Marron clair	Bleu clair	Noir	Marron	0	0
351	Marron clair	Gris clair	Noir	Marron	0	0
352	Marron clair	Noir	Noir	Beige	0	0
353	Marron clair	Gris	Noir	Beige	0	0
354	Marron clair	Marron	Noir	Beige	0	0
355	Marron clair	Bleu	Noir	Beige	0	0
356	Marron clair	Marron clair	Noir	Beige	0	0
357	Marron clair	Orange	Noir	Beige	0	0
358	Marron clair	Violet	Noir	Beige	0	0
359	Marron clair	Bleu clair	Noir	Beige	0	0
360	Marron clair	Gris clair	Noir	Beige	0	0
361	Marron clair	Noir	Marron	Noir	0	0
362	Marron clair	Gris	Marron	Noir	0	0
363	Marron clair	Marron	Marron	Noir	0	0
364	Marron clair	Bleu	Marron	Noir	0	0
365	Marron clair	Marron clair	Marron	Noir	0	0
366	Marron clair	Orange	Marron	Noir	0	0
367	Marron clair	Violet	Marron	Noir	0	0
368	Marron clair	Bleu clair	Marron	Noir	0	0
369	Marron clair	Gris clair	Marron	Noir	0	0
370	Marron clair	Noir	Marron	Gris	0	0
371	Marron clair	Gris	Marron	Gris	0	0
372	Marron clair	Marron	Marron	Gris	0	0
373	Marron clair	Bleu	Marron	Gris	0	0
374	Marron clair	Marron clair	Marron	Gris	0	0
375	Marron clair	Orange	Marron	Gris	0	0
376	Marron clair	Violet	Marron	Gris	0	0
377	Marron clair	Bleu clair	Marron	Gris	0	0
378	Marron clair	Gris clair	Marron	Gris	0	0
379	Marron clair	Noir	Marron	Marron	0	0
380	Marron clair	Gris	Marron	Marron	0	0
381	Marron clair	Marron	Marron	Marron	0.084	0.072
382	Marron clair	Bleu	Marron	Marron	0	0
383	Marron clair	Marron clair	Marron	Marron	0.325	0.647
384	Marron clair	Orange	Marron	Marron	0.173	0.218
385	Marron clair	Violet	Marron	Marron	0	0.165

Variante du produit	Couleur primaire	Couleur secondaire	Couleur de la semelle	Couleur des lacets	Poids Associé	
					H	F
386	Marron clair	Bleu clair	Marron	Marron	0.215	0.149
387	Marron clair	Gris clair	Marron	Marron	0.179	0.0769
388	Marron clair	Noir	Marron	Beige	0	0
389	Marron clair	Gris	Marron	Beige	0	0
390	Marron clair	Marron	Marron	Beige	0.216	0.18
391	Marron clair	Bleu	Marron	Beige	0.137	0.227
392	Marron clair	Marron clair	Marron	Beige	0.11	0.368
393	Marron clair	Orange	Marron	Beige	0.085	0.073
394	Marron clair	Violet	Marron	Beige	0	0.051
395	Marron clair	Bleu clair	Marron	Beige	0.154	0.104
396	Marron clair	Gris clair	Marron	Beige	0	0
397	Marron clair	Noir	Beige	Noir	0	0
398	Marron clair	Gris	Beige	Noir	0	0
399	Marron clair	Marron	Beige	Noir	0	0
400	Marron clair	Bleu	Beige	Noir	0	0
401	Marron clair	Marron clair	Beige	Noir	0	0
402	Marron clair	Orange	Beige	Noir	0	0
403	Marron clair	Violet	Beige	Noir	0	0
404	Marron clair	Bleu clair	Beige	Noir	0	0
405	Marron clair	Gris clair	Beige	Noir	0	0
406	Marron clair	Noir	Beige	Gris	0	0
407	Marron clair	Gris	Beige	Gris	0	0
408	Marron clair	Marron	Beige	Gris	0	0
409	Marron clair	Bleu	Beige	Gris	0	0
410	Marron clair	Marron clair	Beige	Gris	0	0
411	Marron clair	Orange	Beige	Gris	0	0
412	Marron clair	Violet	Beige	Gris	0	0
413	Marron clair	Bleu clair	Beige	Gris	0	0
414	Marron clair	Gris clair	Beige	Gris	0	0.291
415	Marron clair	Noir	Beige	Marron	0	0
416	Marron clair	Gris	Beige	Marron	0	0
417	Marron clair	Marron	Beige	Marron	0	0.19
418	Marron clair	Bleu	Beige	Marron	0	0
419	Marron clair	Marron clair	Beige	Marron	0.114	0.296
420	Marron clair	Orange	Beige	Marron	0.187	0.242
421	Marron clair	Violet	Beige	Marron	0	0
422	Marron clair	Bleu clair	Beige	Marron	0.137	0.221
423	Marron clair	Gris clair	Beige	Marron	0	0
424	Marron clair	Noir	Beige	Beige	0	0
425	Marron clair	Gris	Beige	Beige	0	0
426	Marron clair	Marron	Beige	Beige	0.2	0.217
427	Marron clair	Bleu	Beige	Beige	0.0871	0.105
428	Marron clair	Marron clair	Beige	Beige	0.319	0.573
429	Marron clair	Orange	Beige	Beige	0.188	0.261
430	Marron clair	Violet	Beige	Beige	0	0.08
431	Marron clair	Bleu clair	Beige	Beige	0.284	0.135
432	Marron clair	Gris clair	Beige	Beige	0	0
433	Bleu	Noir	Noir	Noir	0.98	0.61
434	Bleu	Gris	Noir	Noir	0.05	0.134

Variante du produit	Couleur primaire	Couleur secondaire	Couleur de la semelle	Couleur des lacets	Poids Associé	
					H	F
435	Bleu	Marron	Noir	Noir	0	0
436	Bleu	Bleu	Noir	Noir	0.315	0.207
437	Bleu	Marron clair	Noir	Noir	0	0
438	Bleu	Orange	Noir	Noir	0.224	0.246
439	Bleu	Violet	Noir	Noir	0	0.194
440	Bleu	Bleu clair	Noir	Noir	0.584	0.239
441	Bleu	Gris clair	Noir	Noir	0.425	0.116
442	Bleu	Noir	Noir	Gris	0	0
443	Bleu	Gris	Noir	Gris	0.176	0
444	Bleu	Marron	Noir	Gris	0	0
445	Bleu	Bleu	Noir	Gris	0.127	0
446	Bleu	Marron clair	Noir	Gris	0	0
447	Bleu	Orange	Noir	Gris	0	0.128
448	Bleu	Violet	Noir	Gris	0	0
449	Bleu	Bleu clair	Noir	Gris	0.1	0.09
450	Bleu	Gris clair	Noir	Gris	0.078	0
451	Bleu	Noir	Noir	Marron	0	0
452	Bleu	Gris	Noir	Marron	0	0
453	Bleu	Marron	Noir	Marron	0	0
454	Bleu	Bleu	Noir	Marron	0	0
455	Bleu	Marron clair	Noir	Marron	0	0
456	Bleu	Orange	Noir	Marron	0	0
457	Bleu	Violet	Noir	Marron	0	0
458	Bleu	Bleu clair	Noir	Marron	0	0
459	Bleu	Gris clair	Noir	Marron	0	0
460	Bleu	Noir	Noir	Beige	0	0
461	Bleu	Gris	Noir	Beige	0	0
462	Bleu	Marron	Noir	Beige	0	0
463	Bleu	Bleu	Noir	Beige	0	0
464	Bleu	Marron clair	Noir	Beige	0	0
465	Bleu	Orange	Noir	Beige	0	0
466	Bleu	Violet	Noir	Beige	0	0
467	Bleu	Bleu clair	Noir	Beige	0	0
468	Bleu	Gris clair	Noir	Beige	0	0
469	Bleu	Noir	Marron	Noir	0	0
470	Bleu	Gris	Marron	Noir	0	0
471	Bleu	Marron	Marron	Noir	0	0
472	Bleu	Bleu	Marron	Noir	0	0
473	Bleu	Marron clair	Marron	Noir	0	0
474	Bleu	Orange	Marron	Noir	0	0
475	Bleu	Violet	Marron	Noir	0	0
476	Bleu	Bleu clair	Marron	Noir	0	0
477	Bleu	Gris clair	Marron	Noir	0	0
478	Bleu	Noir	Marron	Gris	0	0
479	Bleu	Gris	Marron	Gris	0	0
480	Bleu	Marron	Marron	Gris	0	0
481	Bleu	Bleu	Marron	Gris	0	0
482	Bleu	Marron clair	Marron	Gris	0	0
483	Bleu	Orange	Marron	Gris	0	0

Variante du produit	Couleur primaire	Couleur secondaire	Couleur de la semelle	Couleur des lacets	Poids Associé	
					H	F
484	Bleu	Violet	Marron	Gris	0	0
485	Bleu	Bleu clair	Marron	Gris	0	0
486	Bleu	Gris clair	Marron	Gris	0	0
487	Bleu	Noir	Marron	Marron	0	0
488	Bleu	Gris	Marron	Marron	0	0
489	Bleu	Marron	Marron	Marron	0.148	0.253
490	Bleu	Bleu	Marron	Marron	0.254	0.219
491	Bleu	Marron clair	Marron	Marron	0.075	0.108
492	Bleu	Orange	Marron	Marron	0.173	0.188
493	Bleu	Violet	Marron	Marron	0	0.086
494	Bleu	Bleu clair	Marron	Marron	0.403	0.106
495	Bleu	Gris clair	Marron	Marron	0	0
496	Bleu	Noir	Marron	Beige	0	0
497	Bleu	Gris	Marron	Beige	0	0
498	Bleu	Marron	Marron	Beige	0.167	0.384
499	Bleu	Bleu	Marron	Beige	0	0
500	Bleu	Marron clair	Marron	Beige	0.268	0.147
501	Bleu	Orange	Marron	Beige	0.05	0.112
502	Bleu	Violet	Marron	Beige	0	0
503	Bleu	Bleu clair	Marron	Beige	0.144	0.136
504	Bleu	Gris clair	Marron	Beige	0	0
505	Bleu	Noir	Beige	Noir	0.168	0.172
506	Bleu	Gris	Beige	Noir	0	0
507	Bleu	Marron	Beige	Noir	0	0
508	Bleu	Bleu	Beige	Noir	0.092	0.131
509	Bleu	Marron clair	Beige	Noir	0	0
510	Bleu	Orange	Beige	Noir	0	0
511	Bleu	Violet	Beige	Noir	0	0
512	Bleu	Bleu clair	Beige	Noir	0	0
513	Bleu	Gris clair	Beige	Noir	0	0
514	Bleu	Noir	Beige	Gris	0	0
515	Bleu	Gris	Beige	Gris	0.12	0.09
516	Bleu	Marron	Beige	Gris	0	0
517	Bleu	Bleu	Beige	Gris	0	0
518	Bleu	Marron clair	Beige	Gris	0	0
519	Bleu	Orange	Beige	Gris	0	0
520	Bleu	Violet	Beige	Gris	0	0
521	Bleu	Bleu clair	Beige	Gris	0	0
522	Bleu	Gris clair	Beige	Gris	0	0
523	Bleu	Noir	Beige	Marron	0	0
524	Bleu	Gris	Beige	Marron	0	0
525	Bleu	Marron	Beige	Marron	0	0
526	Bleu	Bleu	Beige	Marron	0	0
527	Bleu	Marron clair	Beige	Marron	0	0
528	Bleu	Orange	Beige	Marron	0	0
529	Bleu	Violet	Beige	Marron	0	0
530	Bleu	Bleu clair	Beige	Marron	0	0
531	Bleu	Gris clair	Beige	Marron	0	0
532	Bleu	Noir	Beige	Beige	0	0

Variante du produit	Couleur primaire	Couleur secondaire	Couleur de la semelle	Couleur des lacets	Poids Associé	
					H	F
533	Bleu	Gris	Beige	Beige	0	0
534	Bleu	Marron	Beige	Beige	0	0
535	Bleu	Bleu	Beige	Beige	0	0
536	Bleu	Marron clair	Beige	Beige	0	0
537	Bleu	Orange	Beige	Beige	0	0
538	Bleu	Violet	Beige	Beige	0	0
539	Bleu	Bleu clair	Beige	Beige	0	0
540	Bleu	Gris clair	Beige	Beige	0	0