



**THÈSE DE DOCTORAT
PRÉSENTÉE À L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI
COMME EXIGENCE PARTIELLE POUR L'OBTENTION DU
DOCTORAT EN MANAGEMENT DE PROJETS**

**PAR
SERGE RODRIGUE NENKAM, PMP
Directrice de thèse : Caroline Gagné, Ph. D.**

**LA GESTION DES GASPILLAGES DANS LES PROJETS AU SEIN DES
ENTREPRISES DE PRODUCTION : APPLICATION D'UN NOUVEAU MODÈLE
DE MANAGEMENT DE PROJET LEAN À SOTREM-MALTECH**

AOUT 2015



Mise en garde/Advice

Afin de rendre accessible au plus grand nombre le résultat des travaux de recherche menés par ses étudiants gradués et dans l'esprit des règles qui régissent le dépôt et la diffusion des mémoires et thèses produits dans cette Institution, **l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** est fière de rendre accessible une version complète et gratuite de cette œuvre.

L'auteur conserve néanmoins la propriété du droit d'auteur qui protège ce mémoire ou cette thèse. Ni le mémoire ou la thèse ni des extraits substantiels de ceux-ci ne peuvent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

Motivated by a desire to make the results of its graduate students' research accessible to all, and in accordance with the rules governing the acceptance and diffusion of dissertations and theses in this Institution, the **Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** is proud to make a complete version of this work available at no cost to the reader.

The author retains ownership of the copyright of this dissertation or thesis. Neither the dissertation or thesis, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

À la mémoire de mes parents

À ma famille

Remerciements

Je suis très reconnaissant envers ma directrice de recherche, la professeure Caroline Gagné, pour son abnégation et sa rigueur scientifique. Dès notre première rencontre, elle m'a exprimé toute sa confiance et son soutien pour la réalisation de cette thèse dans des délais optimaux. Ce qui fut dit, a été fait. Étant restée souple mais rigoureuse dans ses conseils et ses orientations, sa sagesse et son intelligence m'ont éclairé tout au long de cette recherche. Je veux lui exprimer mes remerciements de tout cœur.

Je remercie les membres du jury, MM. Stéphane Aubin, Christophe Leyrie et Michel Gagnon, d'avoir disposé de leur précieux temps pour évaluer le contenu de la thèse.

Mes remerciements vont également à l'endroit des responsables de l'entreprise Sotrem-Maltech, plus particulièrement à MM. Michel Boudreault, Patrick Dubé, Daniel Lemay et à Mme Lyne Vaillancourt pour leur soutien sans faille pendant mon séjour organisationnel.

Cette thèse est élaborée avec le soutien du MITACS, à qui je transmets mes vifs remerciements pour leur apport financier et logistique. Le Gouvernement du Canada par ce bras séculier de la recherche m'a permis de mener à terme et dans de très bonnes conditions les objectifs poursuivis. Toute ma reconnaissance et mes remerciements.

Pendant mon projet de recherche, j'ai également bénéficié du soutien technologique et opérationnel de M. Babissakana, PMP, General Manager de la firme de l'intelligence pour

la technologie du management de projet en Afrique, PRESCRIPTOR®. Je lui transmets, ainsi qu'aux cadres de cette entreprise qui promeut le management de projet en Afrique et dans le monde, ma reconnaissance et mes remerciements.

J'ai bénéficié de l'assistance académique et logistique de MM. Brahim Meddeb et Stéphane Aubin. Grâce à leur réseau de connaissances professionnelles, ils ont favorisé et facilité l'effectivité du séjour organisationnel et la réalisation de la thèse, tout en mobilisant les ressources académiques disponibles. Puissiez-vous trouver par ce geste l'élan de mes sincères remerciements.

C'est grâce au Département des Sciences Économiques et Administratives de l'Université du Québec à Chicoutimi que le projet de thèse a vu le jour et a été réalisé avec succès. Je tiens à remercier Mme Isabelle Lemay, M. Yves Lachance, les enseignants MM. Julien Bousquet, Marc-Urbain Proulx, Tierno Diallo, Mmes Imen Latrous, Salmata Ouedraogo, Lise Plourde, ainsi que le personnel, Lyne Desmeules, Line Duchesne et Cathy Tremblay pour leur soutien sur mesure.

Enfin et spécialement, je suis très reconnaissant à mes enfants, ma chère et tendre épouse, mes amis, ainsi que mes sœurs et frères qui ont soutenu et animé ce travail pendant que j'étais parfois dans le doute ou taraudé par l'idée d'abandonner. Trouvez ici l'émoi de ma modeste personne. Une pensée particulière à la mémoire de mes parents Papa TCHOMGWI François et Maman NJENKAM Catherine qui n'ont pas eu le temps de voir cette œuvre. Reposez en paix.

RÉSUMÉ

Cette thèse a pour but d'apporter une contribution à l'avancement des connaissances sur l'une des thématiques qui préoccupent tant les chercheurs en milieu universitaire que les professionnels en management de projet en rapport avec la philosophie du management de projet Lean (MPL).

La recherche entreprise tente de porter un regard nouveau sur la compréhension des lignes directrices du Lean et du MPL. Elle propose, teste et évalue en milieu organisationnel un nouveau modèle de management de projet Lean qui vise la satisfaction des parties prenantes dans un projet au moindre coût. En connectant simultanément la philosophie du Lean aux bonnes pratiques de management de projet, l'objectif général de la recherche est de parvenir à réaliser les projets au sein des entreprises de production selon les exigences des parties prenantes externes tout en maximisant la valeur.

Le cas empirique étudié

Dans le cadre du programme de Doctorat en Management de Projets (DMP) de l'Université du Québec à Chicoutimi, la thèse doit se pencher sur une problématique vécue en milieu organisationnel. C'est l'exigence supplémentaire de ce Doctorat Professionnel qui, en plus de générer des connaissances théoriques, contribue au monde de la pratique par la résolution immédiate ou progressive d'une problématique organisationnelle réelle (Prévost et Roy, 2012).

Ainsi, il est question, pendant huit mois, de conceptualiser et de tester des pratiques de la philosophie du Lean et du management de projet à Sotrem-Maltech, entreprise de transformation de l'aluminium située dans la région administrative du Saguenay-Lac-Saint-Jean au Québec. Sotrem-Maltech considère chaque commande d'un client comme un nouveau projet. Elle implémente déjà certaines pratiques du management Lean telles que le flux tiré : la production est déclenchée en fonction de la demande du client. Par contre, pour gérer ses projets, Sotrem-Maltech n'utilise pas de démarche opérationnelle structurée de management de projet. Ainsi, l'entreprise souhaite renforcer ses pratiques du Lean déjà amorcées et mettre sur pied une cartographie de management de projet uniforme pour toutes ses commandes clients. Cette préoccupation constitue le point de départ de la recherche qui se veut à la fois théorique et pratique. Théorique parce qu'elle apporte un éclairage nouveau sur les lignes directrices du Lean et du MPL et pratique parce que la recherche permet de résoudre un problème organisationnel concret.

Plusieurs outils et techniques ont été proposés et testés, certains dans leur intégralité. Ce qui permet déjà de percevoir les premiers résultats probants : l'entreprise Sotrem-Maltech a considérablement réduit les gaspillages dans sa chaîne de production et atteint un niveau de maîtrise de ses projets que les dirigeants eux-mêmes n'avaient jamais envisagé. Comme résultats préliminaires, les dirigeants de l'entreprise constatent par exemple, la réduction du temps de cycle de production de 37.5%, la réduction de l'ordre de 40% des délais moyens de retard des projets, la réduction de la taille des non conformités de l'ordre de 48%, la maîtrise de l'attribution des rôles et des responsabilités grâce à l'adoption de la charte de projet pendant la phase de lancement, le suivi structuré des projets à partir de la technique du management de la valeur acquise ou encore la lisibilité claire des processus de production grâce aux diagrammes de flux. Le modèle proposé peut être généralisable à d'autres entreprises de production. Cependant, il est important de noter que les résultats escomptés vont davantage dépendre des facteurs environnementaux, des actifs organisationnels de l'entreprise et de la résistance aux changements des employés. Par ailleurs, ce modèle présente quelques limites qui peuvent susciter de nouvelles recherches : il s'appuie sur la posture épistémologique de Howell et Koskela (2000) qui considèrent qu'il est possible de situer les bases d'une théorie du management de projet, ce qui fait débat. Nous pouvons également noter que le modèle n'a pas été testé en contexte de gestion de programme ni de portefeuille. Ce qui pourrait rendre difficile son implantation dans ces environnements.

La présente thèse s'articule autour de six chapitres : l'introduction, le contexte théorique, la revue de littérature, le modèle proposé et ses outils, le cas empirique et la conclusion. L'introduction définit le contexte global de la recherche, la problématique, les objectifs et la méthodologie générale de recherche. Le contexte théorique présente les différentes théories qui nous servent d'appui pour l'élaboration du modèle MPL. La revue de la littérature explore les insuffisances des modèles dominants en management de projet à intégrer la gestion des gaspillages énumérés par Ohno (1978). Le modèle proposé et ses outils conceptualisent la cartographie de management de projet que nous proposons pour gérer efficacement les gaspillages dans une chaîne de production. Le cas empirique met en œuvre certains outils du modèle identifiés pour apporter une réponse au problème organisationnel.

ABSTRACT

This thesis aims to make a modest contribution to the advancement of knowledge on one of the themes that concern both academic researchers as project management professionals in connection with the philosophy of Lean management. This is the Lean Project Management (LPM).

The research is trying to take a fresh look on understanding the guidelines of Lean and LPM. It proposes, tests and evaluates a new project management model to meet the project stakeholders at the lowest cost. The simultaneous connection of the Lean philosophy and good project management practices has the overall objective the achievement completion of projects within production companies according to the requirements of external stakeholders while maximizing value.

The empirical case study

As part of the PhD program in Project Management (DMP) of the Université du Québec à Chicoutimi, the thesis must address a problem experienced in organizational environment. This is the additional constraint of this Professional PhD that, in addition to generating theoretical knowledge, contributes to world of practice by the immediate or gradual resolution of organizational problems (Prévost and Roy, 2012).

In doing so, it comes for eight months, conceptualizing and testing practices of Lean philosophy and project management to Sotrem-Maltech which is the aluminum processing firm located in the administrative region of Saguenay-Lac-Saint-Jean, Quebec. Sotrem-Maltech considers each order from a client as a new project. It already implements some of the Lean management practices such as pull system, since it is the customer that takes production. By cons, to manage its projects, Sotrem-Maltech does not use structured operational approach to project management. Thus, the company wants to strengthen its Lean practices already underway and establish a uniform project management mapping for all customers' orders. This concern is the starting point of the research that is both theoretical and practical. Theoretical because it sheds new light on the guidelines of Lean and LPM and practice because research solves a concrete organizational problem.

Several tools and techniques have been proposed and tested, some in full. This can already see the first positive results: the company Sotrem-Maltech has significantly reduced waste in its production line and reached a level of control of its projects the leaders themselves had never considered. As preliminary results, the leaders of the firm such note,

the reduction of 37.5% production cycle time, reduction in the order of 40% of project delay means delays, reducing the size of non-conformities in the order of 48%, the control of the allocation of roles and responsibilities through the adoption of the draft charter during the launch phase, structured monitoring of projects from the technical management of the value acquired or clear readability of production processes with flow diagrams. The proposed model can be generalized to other production companies. However, it is important to note that the expected results will depend more on environmental factors, organizational assets of the company and employee resistance to change. Furthermore, this model has some limitations that may encourage new research: it relies on the epistemological posture Koskela and Howell (2000) who consider it possible to place the foundations of a theory of project management, making debate. We can also note that the model has not been tested in the context of program or portfolio. This could make its implementation difficult in these environments.

This thesis is structured around six chapters: introduction, the theoretical background, the literature review, the proposed model and its tools, the case of application and conclusion. The introduction sets the overall context of research, problem, objectives and research methodology. The theoretical background presents the different theories that serve us as support for the development of the MPL model. The literature review explores the shortcomings of the dominant models in project management to integrate the management of waste listed by Ohno (1978). The model and tools conceptualize project management mapping that we propose to effectively manage the waste in a production line. If the application implements some of the tools identified model to provide a response to organizational problems. The conclusion gives the contributions of research, its limits and new perspectives.

CONTRIBUTIONS SCIENTIFIQUES

Article publié

1. NENKAM, S. et GAGNÉ, C., 2015. « La normalisation en management de projet : comprendre les corpus dominants de connaissances dans la discipline ». Organisations & territoires, Volume 24, no 1, pp. 89-96.

Articles en préparation ou en arbitrage

1. Innovations en gestion : implantation du 5S dans une entreprise de production.
2. La démarche de la chaîne critique par l'exemple : implantation à Sotrem-Maltech.

Colloques

1. Intervention au colloque du 19 avril 2013 sous le thème de la Gestion de Projet, organisé par le Laboratoire d'Études Multidisciplinaires en Gestion de Projet.
2. Intervention au colloque du 23 avril 2014 organisé par le Laboratoire d'Études Multidisciplinaires en Gestion de Projet sous le thème : La gestion des gaspillages dans les projets.

Concours et prix

1. Finaliste du concours « Ma thèse en 180sec » organisé par l'Université du Québec à Chicoutimi pour le compte de l'Association Francophone du Savoir (ACFAS), 2015.

TABLE DES MATIÈRES

<i>Remerciements</i>	<i>ii</i>
<i>RÉSUMÉ</i>	<i>iv</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>vi</i>
<i>CONTRIBUTIONS SCIENTIFIQUES</i>	<i>viii</i>
<i>TABLE DES MATIÈRES</i>	<i>ix</i>
<i>LISTE DES TABLEAUX</i>	<i>xiii</i>
<i>LISTE DES FIGURES</i>	<i>xiv</i>
CHAPITRE 1 INTRODUCTION GÉNÉRALE	17
1.1. Mise en contexte et raison d'être de la recherche	18
1.2. Problématique	21
1.3. Objectifs de recherche et facteurs de succès du modèle	24
1.4. Méthodologie de recherche	26
1.4.1. Nature de la recherche.....	27
1.4.2. Stratégie de recherche	28
1.4.3. Le terrain de recherche : une entreprise de production des dérivés de l'aluminium	37
1.4.4. Déroulement de la recherche	37
1.4.5. Calendrier de la recherche.....	39
1.5. Schéma logique de la recherche	41
1.6. Considérations éthiques, fiabilité et validité de la recherche	43
CHAPITRE 2 CONTEXTE THÉORIQUE	45
2.1. Introduction	46
2.2. Théorie de la production Lean	47
2.2.1 Historique, définition et évolution du Lean.....	47
2.2.2. Système Lean, alternative à la production de masse	51
2.2.3. Définition de la chaîne de valeur et des gaspillages	55

2.2.4. Le Lean est-il l'équivalent du système de production de Toyota ou du modèle 4P du Toyota Way ?	56
2.2.5. Principes du Lean	58
2.2.5.1. Principes du Lean établis par Womack et Jones (2005)	58
2.2.5.2. Principes du Lean selon J. Liker (2009)	62
2.2.5.3. Quelques outils du Lean	65
2.3. Théorie du management de projet	67
2.4. Théorie des contraintes	69
2.4.1. Présentation (Theory Of Constraints - TOC)	69
2.4.2. Management par la chaîne critique (Critical Chain Method - CCM)	70
2.4.3. Étapes de la planification par la chaîne critique	71
2.5. Théorie des modèles	72
2.6. Conclusion	77
CHAPITRE 3 REVUE DE LITTÉRATURE	79
3.1. Introduction	80
3.2. MPL : principes, moyens et résultats	81
3.2.1. Principes du MPL	82
3.2.2. Moyens et résultats d'une démarche MPL	85
3.3. Brève genèse du management de projet	87
3.4. Les modèles dominants en management de projet	91
3.5 Norme ISO 21500, lignes directrices sur le management de projet	101
3.6. Conclusion : MPL, alternative au management de projet pour la gestion des gaspillages ?	105
CHAPITRE 4 LE MODÈLE PROPOSÉ ET SES OUTILS	107
4.1. Introduction	108
4.2. Structure du modèle proposé	109
4.3. Description des outils et techniques du modèle	112
4.3.1. Le temps de conception du produit	112
4.3.2. Le temps de développement du produit	117
4.3.3. Le temps de livraison du produit	122
4.4. Conclusion	124
CHAPITRE 5 APPLICATION DU MODÈLE	127
5.1. Introduction	128
5.2. Description du terrain d'application : Sotrem-Maltech	129
5.2.1. Présentation et situation géographique du groupe Sotrem-Maltech	129

5.2.2. Le personnel	130
5.2.3. Matières premières	131
5.2.4. Produits finis	132
5.2.5. Services offerts.....	134
5.2.6. Environnement extérieur	134
5.3. Méthodologie pratique.....	135
5.3.1. Les entrevues.....	136
5.3.2. Conduite des entrevues	137
5.3.3. Analyse des informations collectées	139
5.4. Forces et insuffisances du système de production de Sotrem-Maltech	142
5.4.1. Points forts de la production de Sotrem-Maltech	142
5.4.1.1. Le flux tiré	142
5.4.1.2. La standardisation ISO 9001	143
5.4.1.3. La technologie fiable et simple	143
5.4.1.4. Le leadership et le management.....	144
5.4.1.5. L'innovation	144
5.4.2. Insuffisances du système de production de Sotrem-Maltech	145
5.4.2.1. Le syndrome de l'étudiant	145
5.4.2.2. Le syndrome de Parkinson.....	146
5.4.2.3. Le multitâche	146
5.4.2.4 La circulation des informations et la lisibilité des processus	146
5.4.2.5 Les rangements	147
5.4.2.6 Les non conformités et la maîtrise des temps de production	147
5.4.3. Identification des outils spécifiques au cas de Sotrem-Maltech.....	148
5.5. Application des outils identifiés et évaluation des résultats	149
5.5.1. Mise en œuvre de la cartographie de la chaîne de valeur	149
5.5.2. Mise en œuvre des diagrammes de flux d'informations.....	161
5.5.3. Mise en œuvre de la chaîne critique	170
5.5.4. Mise en œuvre de l'outil 5S	180
5.5.5. Mise en œuvre de l'outil 5 Zéros	185
5.5.6. Mise en œuvre de la technique du management de la valeur acquise	188
5.6. Conclusion	188
CHAPITRE 6 CONCLUSION GÉNÉRALE.....	201
6.1. Rappel des objectifs et de l'intérêt du sujet	202
6.2. Principales contributions.....	203
6.2.1. Premier objectif : apporter un éclairage nouveau sur les thématiques du Lean et du MPL.....	203
6.2.2. Deuxième objectif : proposition d'un nouveau modèle du MPL	204
6.2.3. Troisième objectif : test et évaluation des outils du modèle en milieu organisationnel	204
6.3. Limites de la recherche et nouvelles perspectives de recherche	205
RÉFÉRENCES.....	209

ANNEXES.....	217
Annexe 1. Lettre d’appréciation du séjour organisationnel.....	218
Annexe 2. Certificat éthique.....	219
Annexe 3. Gabarit de charte de projet proposé à Sotrem-Maltech.....	220
Annexe 4. Gabarit de plan de management de projet élaboré pour Sotrem-Maltech.....	221
4.1. Plan de gestion du contenu.....	222
4.2. Plan de gestion des ressources	223
4.3. Plan de gestion des délais	224
4.4. Plan de gestion des coûts	225
4.5. Plan de gestion des risques	226
4.6. Plan de gestion de la qualité.....	227
4.7. Plan de gestion des approvisionnements	228
4.8. Plan de gestion des communications	229
4.9. Plan de gestion des parties prenantes.....	230
4.10. Plan de gestion des modifications	231
4.11 et 4.12. Plan de gestion des exigences et de la configuration	232
4.13. Plan d’amélioration des processus	233
Annexe 5. Formulaire de collecte des leçons apprises.....	234
Annexe 6. Symboles utilisés pour la cartographie de la chaîne de valeur (Garnier, 2010) 235	

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1-1. Les quatre natures de recherche présentées par Post et Andrew (1982)</i>	<i>28</i>
<i>Tableau 1-2. Intervenants dans la chaîne de recherche pour le séjour organisationnel.</i>	<i>41</i>
<i>Tableau 2-1. Recension de certains outils et techniques du Lean</i>	<i>66</i>
<i>Tableau 3-1. Cartographie des processus ISO 21500.....</i>	<i>104</i>
<i>Tableau 5-1. Questionnaire utilisé pendant les entretiens à Sotrem-Maltech</i>	<i>138</i>
<i>Tableau 5-2. Catégorisation du contenu.....</i>	<i>140</i>
<i>Tableau 5-3. Points forts et insuffisances de Sotrem-Maltech</i>	<i>148</i>
<i>Tableau 5-4. Insuffisances identifiées et outils proposés</i>	<i>149</i>
<i>Tableau 5-5. Exemple de matrice ABC.....</i>	<i>151</i>
<i>Tableau 5-6. Matrice produits/Équipements de Sotrem-Maltech.....</i>	<i>153</i>
<i>Tableau 5-7. Questions posées pour l'élaboration de la CCV de Sotrem-Maltech</i>	<i>155</i>
<i>Tableau 5-8. Cas d'application de la chaîne critique.....</i>	<i>170</i>
<i>Tableau 5-9. Marges et battements du projet.....</i>	<i>174</i>
<i>Tableau 5-10. Résultats de l'application de la planification par la chaîne critique</i>	<i>179</i>
<i>Tableau 5-11. Résolution du cas : management de la valeur acquise.....</i>	<i>194</i>

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1-1. Échéancier de réalisation de la thèse</i>	<i>40</i>
<i>Figure 1-2. Schéma logique de la recherche</i>	<i>42</i>
<i>Figure 2-1. Évolution du Lean depuis 60 ans (adaptée de la version originale du Lean Enterprise Institute).....</i>	<i>50</i>
<i>Figure 2-2. Les principes du Lean selon Womack et Jones (2005).....</i>	<i>61</i>
<i>Figure 2-3. Principes du Lean expliqués par Liker (2009).....</i>	<i>64</i>
<i>Figure 2-4. Représentation des deux types de modèle selon Badiou (1969)</i>	<i>74</i>
<i>Figure 3-1. Interconnexion du Lean et du management de projet.....</i>	<i>83</i>
<i>Figure 3-2. Le MPLMPL selon Ballard et Howell (2010)</i>	<i>85</i>
<i>Figure 3-3. Les standards, les bonnes pratiques et les extensions qui complètent le Guide PMBOK®, v5</i>	<i>95</i>
<i>Figure 3-4. Le modèle des compétences de l'IPMA®</i>	<i>98</i>
<i>Figure 3-5. Le modèle des processus de PRINCE2.....</i>	<i>100</i>
<i>Figure 3-6. Pays ayant participé à l'élaboration de l'ISO 21500 (2012, v.1).....</i>	<i>102</i>
<i>Figure 4-1. Modèle MPL.....</i>	<i>111</i>
<i>Figure 4-2. Modèle : le temps de conception du produit.....</i>	<i>113</i>
<i>Figure 4-3. Illustration de la structure d'une CCV selon Mathey (2011).....</i>	<i>116</i>
<i>Figure 4-4. Modèle : le temps de développement du produit</i>	<i>117</i>
<i>Figure 4-5. Symboles utilisés dans un diagramme de flux</i>	<i>119</i>
<i>Figure 4-6. Modèle : le temps de livraison du produit</i>	<i>123</i>
<i>Figure 5-1. Organigramme des ressources humaines de Sotrem-Maltech</i>	<i>131</i>
<i>Figure 5-2. Aluminium coupeaux et aluminium solide</i>	<i>132</i>
<i>Figure 5-3. Les produits de Sotrem-Maltech : 1- Déox, 2- Lingots d'aluminium.....</i>	<i>134</i>

<i>Figure 5-4. Schéma de la démarche opérationnelle d'élaboration de la CCV.....</i>	<i>150</i>
<i>Figure 5-5. Détermination du coefficient de corrélation entre deux séries</i>	<i>152</i>
<i>Figure 5-6. CCV de l'état présent de Sotrem-Maltech</i>	<i>157</i>
<i>Figure 5-7. Plan d'action pour l'amélioration de la production Alugreen®</i>	<i>160</i>
<i>Figure 5-8. Diagramme de flux d'approvisionnements</i>	<i>164</i>
<i>Figure 5-9. Diagramme de flux de traitement des données de production</i>	<i>165</i>
<i>Figure 5-10. Diagramme de flux du pré-broyage.....</i>	<i>166</i>
<i>Figure 5-11. Diagramme de flux de fabrication du produit fini.....</i>	<i>167</i>
<i>Figure 5-12. Diagramme de flux de la livraison au client</i>	<i>168</i>
<i>Figure 5-13. Diagramme réseau du projet et chemin critique.....</i>	<i>173</i>
<i>Figure 5-14. Chaîne critique du projet étudié</i>	<i>176</i>
<i>Figure 5-15. Chaîne critique du projet intégrant l'indisponibilité de la ressource matérielle.....</i>	<i>178</i>
<i>Figure 5-16. Un panneau 5S de Sotrem-Maltech.....</i>	<i>184</i>
<i>Figure 5-17. Évolution des non-conformités à Sotrem-Maltech. A- Avant la sensibilisation au 5 Zéros. B-Après la sensibilisation.</i>	<i>187</i>
<i>Figure 5-18. Exemple d'application du management de la valeur acquise</i>	<i>192</i>
<i>Figure 5-19. Courbe en « S » du projet présenté de Sotrem-Maltech</i>	<i>197</i>

CHAPITRE 1

1

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1.1. Mise en contexte et raison d'être de la recherche

L'entreprise peut être représentée comme un système d'activités humaines constitué d'un ensemble cohérent et autonome d'interactions capables de transformer des éléments en entrée (inputs) en d'autres éléments de sortie (outputs) qui apportent une valeur ajoutée aux intrants (Kerzner, 2013). Dans le but de réaliser son plan stratégique, l'entreprise conçoit et met en œuvre des initiatives temporaires devant aboutir à la création d'un produit, d'un service ou d'un résultat unique qui répond tant aux besoins de ses clients qu'aux exigences liées à sa capacité de production (coûts, ressources humaines, machines, espace). Ces initiatives, qui favorisent à la fois l'innovation et la créativité, sont des *projets* (PMI, 2013).

Dans un article intitulé « *Toward a typological theory of project management* », Shenhar et Dvir (1996) classent les projets selon plusieurs critères :

- complexités technologiques : projets à complexité technologique faible, moyenne ou élevée ;
- types d'industries : projets de construction, de production, des travaux publics ou de développement ;
- types de produits : télécommunications, informatiques, ponts et chaussées, bâtiments, nouveaux produits, amélioration de produits existants, nouveaux systèmes militaires, projets d'installation mécaniques ;
- nombre de cycles de conception : projets à un cycle de conception et projets à plusieurs cycles de conception (réingénierie à la fin de chaque phase) ; et
- styles de management : projets flexibles (susceptibles de s'adapter aux circonstances) et projets moins flexibles (changements difficiles).

Dans le même ordre d'idées, en s'inspirant du contenu de l'ouvrage de Kerzner (2013), il est possible de constater que les projets ont les mêmes caractéristiques classiques quels que soient leurs types : temporels, uniques et nouveaux, réalisés sous contraintes, objectifs spécifiques, non répétitifs, contextes instables, décisions parfois irréversibles, prépondérance du commanditaire et influence des facteurs environnementaux.

Outre ces caractéristiques classiques attribuables aux projets, les problématiques étudiées en management de projet et leurs perspectives d'analyse varient généralement selon les attentes du milieu organisationnel : relations entre les parties prenantes, optimisation des stratégies de management, développement de nouveaux processus, optimisation des contraintes concurrentes (coûts, délais, contenus, qualité, ressources, risques, rendement), gouvernance de projets, communication et stratégies de mobilisation, logistiques et approvisionnements. Il apparaît ainsi opportun de préciser que les projets considérés dans cette recherche, seront analysés dans une perspective de production : développement de nouveaux produits ou réalisation des commandes des clients. Selon l'étude de Shenhar et Dvir (1996), cette catégorie de projets impose un style de management moins flexible : les exigences des parties prenantes externes sont difficilement modifiables. Dans ce contexte, la démarche opérationnelle de management de projet adoptée par le chef de projet doit être assez rigoureuse pour éviter les non conformités, les réfections, les temps d'attente et favoriser les améliorations continues (Womack et Jones, 2005).

Cela dit, la recherche en management de projet contribue à générer de connaissances nouvelles qui permettent aux entreprises d'éviter l'autosatisfaction grâce aux améliorations

continues (Womack et Jones, 2005 ; Prévost et Roy, 2012). Ce challenge se manifeste le plus souvent par le développement de nouvelles méthodes et modèles managériaux capables de réduire ou, beaucoup mieux, d'éliminer les gaspillages dans la chaîne de production. Sur ces aspects, plusieurs modèles de management de projet ont été élaborés jusqu'ici et proposent aux professionnels en milieu organisationnel des cartographies, des outils et des techniques divers à chaque étape du cycle de vie du projet (Horman et Kenley, 2002). L'atteinte des objectifs des parties prenantes constitue le plus souvent le principal enjeu des chefs de projet qui s'exercent à réaliser les projets dans les limites des contraintes fixées par les différents acteurs (clients, promoteurs, États, communautés, partenaires, fournisseurs, etc.). Tout bien considéré, Shenhar et Dvir (1996) affirment que l'utilisation d'une démarche structurée en management de projets peut contribuer à augmenter la probabilité de succès des projets et favoriser une meilleure efficacité organisationnelle. Cependant, la problématique qui préoccupe parfois les dirigeants des entreprises de production est toute autre. Pour eux, il ne s'agit plus seulement de réaliser les projets dans les limites fixées (contenu, délais, coûts, qualité, ressources), mais de favoriser l'atteinte de ces objectifs au moindre coût. L'une des pistes pour y parvenir est la réduction des gaspillages dans la chaîne de production. Ces gaspillages ont été recensés par Ohno (1978) et complétés par Liker (2009) dans son ouvrage intitulé « *Le modèle Toyota : 14 principes qui feront la réussite de votre entreprise* ». Ils concernent : la créativité inexploitée qui consiste à perdre du temps et des idées, la surproduction, les temps d'attente, les transports ou manutentions inutiles, les usinages inutiles ou les procédures mal faites, les stocks excédentaires, les défauts et les non-conformités. Plusieurs auteurs dans la littérature

affirment que le système Lean, pensé dans les entreprises Toyota, constitue un véritable antidote pour éliminer ces gaspillages et stimuler de nouvelles améliorations dans le système de production (Ohno, 1978 ; Womack et Jones, 2005 ; Shigeo Shingo, 1989 ; Liker, 2009 ; Shimokawa et Fujimoto, 2009). De même, la littérature considère que l'application des bonnes pratiques de management de projet contribue à augmenter les chances de réalisation des projets avec succès (IPMA, 2006 ; ISO 21500, v.1, 2012 ; PMI, 2013). De ce fait, connecter la philosophie de gestion des gaspillages et d'amélioration continue aux bonnes pratiques de management de projet pourrait significativement augmenter les gains de productivité pour les entreprises réalisatrices de projets : c'est la raison d'être de cette recherche.

1.2. Problématique

Plusieurs chercheurs et professionnels en management de projet nous demandent souvent pourquoi continuer à proposer de nouveaux modèles alors qu'il existe sur le terrain une palette bien variée de méthodes, de corpus de connaissances et d'outils ? La raison est simple : dans la pratique, les entreprises de production et de transformation sont confrontées au défi de l'innovation et des changements. C'est grâce à ce challenge que ces entreprises évitent l'autosatisfaction et tendent en permanence vers une qualité de production plus rentable (Womack et Jones, 2005). Dans le champ du management de projet, les récentes recherches ont été pour la plupart très fécondes et les chercheurs prolifiques. Plusieurs outils, corpus, méthodologies, modèles et bonnes pratiques permettent désormais de réaliser les projets en respectant les contraintes établies par les

parties prenantes. Le problème des entreprises de production, surtout celles qui sont dites manufacturières, n'est plus à ce niveau, ou du moins, est un peu plus révolu. En effet, ces entreprises qui transforment des biens sont de plus en plus confrontées à l'obstacle des gaspillages qui empêchent de réaliser des gains supplémentaires de productivité (Porter, 1985). Il se pose donc un **questionnement général** qui dégage deux préoccupations majeures : comment favoriser la satisfaction des parties prenantes au moindre coût ? La première préoccupation liée à l'atteinte des objectifs des parties prenantes dans un projet, trouve sa réponse dans la théorie des contraintes du professeur Goldratt (1990) que nous développons à la Section 2.3. La seconde préoccupation, qui concerne la gestion des gaspillages, a trouvé sa réponse grâce à la venue du système Lean, issu du modèle de production de Toyota, le TPS (Toyota Production System) présenté dans cette thèse à la Section 2.2. De manière plus spécifique, **la question de recherche** résidente est par ricochet de savoir quels outils et techniques permettent d'opérationnaliser une démarche qui connecte simultanément la philosophie de la gestion des gaspillages (Lean) et les bonnes pratiques de management de projet ?

Horman et Kenley (2002), deux chercheurs de l'Université de Melbourne, avaient déjà envisagé cette piste de recherche comme une perspective intéressante pour l'avenir du management de projet dans leur article intitulé « *The application of Lean production to project management* » dans lequel ils mentionnent :

Il est maintenant nécessaire de développer de nouveaux outils et techniques de management de projet pour la démarche du MPL et c'est ce qui constituera la base pour la poursuite des recherches dans ce domaine. Les outils et techniques obtenus à partir de la production Lean et du management de projet devront s'intégrer dans cette nouvelle méthodologie (Horman et Kenley, 2002, p. 6) [Notre traduction].

Tel que nous le démontrons au Chapitre 3 consacré à la revue de littérature, depuis les travaux de Horman et Kenley en 2002, très peu d'auteurs se sont intéressés à cette problématique. Même les modèles dominants en management de projet, qui ont pourtant multiplié les éditions depuis cette date, n'intègrent pas suffisamment la philosophie de gestion des gaspillages dans leurs processus. Quelques modèles, par exemple, évoquent le management de la qualité comme éléments de réponse aux gaspillages (PRINCE2, 2009 ; PMI, 2013). Somme toute, cela semble insuffisant pour apporter une réponse efficace à certaines situations de gaspillages vécues par les professionnels en milieu organisationnel. De plus, ces modèles préconisent presque tous, l'inter-opérationnalité avec d'autres pratiques de management (IPMA, 2006 ; PMI, 2013). De ce fait, réaliser un modèle qui connecte directement la philosophie de gestion des gaspillages à certaines bonnes pratiques de management de projet ne serait donc pas un exercice vain. En outre, deux parutions sur le MPL ont attiré ces dernières années l'attention de la communauté scientifique intéressée par le sujet. La première parution est l'étude de Nekoufar et Azharul qui ont proposé en 2011 un article intitulé « *Lean Project Management in large scale industrial and infrastructure project via standardization* ». Dans cet article, les auteurs présentent un modèle du MPL structuré autour de trois concepts : définition claire du projet, amélioration des contrats entre partenaires et identification du contenu et des spécifications techniques. Nekoufar et Azharul dégagent en substance trois avantages spécifiques à la démarche du MPL : réduction des coûts du projet, réduction des délais de réalisation et management simplifié. L'étude de Nekoufar et Azharul ne s'appuie sur aucun cas pratique ; de plus, leur étude ne s'intéresse qu'aux projets de construction. La seconde parution a été publiée en

2012 par Stöterau dans son article intitulé : « *Lean Project Management: How to manage a project with a minimum of overhead* ». L'auteur utilise les cinq groupes de processus du PMBOK[®] v4 pour montrer que le management de projet selon une démarche Lean est orienté vers une stratégie d'investissement à long terme. Cependant, le travail de Stöterau est théorique et ne s'appuie sur aucun cadre pratique. Son étude se limite à présenter théoriquement les cinq cycles de vie du projet selon le PMBOK[®] (initiation, planification, exécution, surveillance/maîtrise et clôture) en l'orientant vers une vision Lean : philosophie à long terme, amélioration des processus, amélioration des relations avec les partenaires et méthode consensuelle de résolution des problèmes. Toute chose étant égale par ailleurs, la problématique du MPL pour les entreprises de production demeure et constitue encore de nos jours une préoccupation majeure tant pour les professionnels que pour les chercheurs intéressés par le sujet.

1.3. Objectifs de recherche et facteurs de succès du modèle

Le MPL, qui est le terme proposé par Koskela (1992) pour désigner cette démarche, est une approche relativement nouvelle. Plusieurs chercheurs, parmi lesquels Horman et Kenley (2002), ont souligné, comme nous l'avons montré précédemment, la nécessité de mettre en œuvre de nouveaux outils propres à cette démarche. Cette recherche, qui est réalisée en milieu organisationnel, s'inscrit dans le cadre de la continuité du travail de Horman et Kenley. Son objectif général est de proposer et de tester des outils découlant simultanément de la philosophie du Lean et des bonnes pratiques de management de projet

capables d'engendrer des gains supplémentaires de productivité pour les entreprises de production réalisatrices des projets et pour les clients.

Au vu de ce qui précède, il est maintenant possible de formuler plus aisément les objectifs poursuivis par cette recherche. Spécifiquement, il s'agit :

- d'apporter un éclairage nouveau sur les lignes directrices du Lean et du MPL ;
- de proposer un modèle de MPL qui intègre des outils découlant des démarches classiques de management de projet et de la philosophie de la production Lean capables de contribuer simultanément à l'atteinte des exigences des parties prenantes et à la réalisation des projets *sans gras* (gaspillages) ; et
- de tester et d'évaluer en milieu organisationnel les outils du modèle proposé afin de dégager ses avantages et ses limitations.

L'application d'un modèle en sciences de la gestion ne se limite pas à sa mise en œuvre, mais nécessite des jalons de contrôle de son efficacité (Badiou, 1969). Ainsi, en ce qui nous concerne, le modèle sera jugé efficace si les indicateurs suivants sont observés.

1. Pour l'entreprise, il s'agit:

- de viser une réduction des délais de réalisation des projets ;
- de renforcer les compétences des employés au niveau de la préparation, de la planification, de l'exécution, de la clôture et du suivi des projets ;
- de libérer son espace de stockage par une meilleure démarche de rangement ;
- d'améliorer la taille des non-conformités ;
- de s'approprier une meilleure stratégie d'évaluation et de suivi des projets ;
- d'améliorer la circulation de l'information dans son système de production ; et
- de parvenir à une visibilité claire de tous les flux de production.

2. Pour les employés, le modèle va être apprécié à trois niveaux :

- amélioration de l'environnement de travail ;
- acquisition de nouvelles pratiques de management de projet ; et
- réduction du nombre d'accidents dans les ateliers.

1.4. Méthodologie de recherche

Pour atteindre les objectifs fixés précédemment, une place très importante doit être accordée à la méthodologie de recherche qui est une étape intermédiaire entre la prise de contact avec l'organisation, la phase d'observation et l'action de mise en œuvre de la recherche. Cette section traite de la méthodologie générale que nous considérons comme étant le design de la recherche. Les aspects méthodologiques spécifiquement liés au terrain de recherche (protocole de recherche), notamment les critères de choix des participants, le nombre de participants, les outils de collecte des données, la démarche d'entrevue et la mise en œuvre de l'analyse du contenu, sont développés à la Section 5.3 qui porte sur la méthodologie pratique. Ce choix méthodologique, qui est fait intentionnellement, vise à dissocier le cadre de recherche (établi avant le début du séjour organisationnel) du protocole de recherche (conçu avec les participants). Dans le cadre de cette recherche, la phase d'observation s'est déroulée en même temps que la prise de contact et la construction de l'objet d'étude.

Il est maintenant question de clarifier la nature de la recherche, le type de recherche, les raisons du choix du terrain de recherche, la démarche de collecte et d'observation ainsi que le plan de la recherche qui permet de mieux questionner l'adéquation entre le processus de recherche, la problématique et les objectifs de recherche.

1.4.1. Nature de la recherche

Le développement de notre sujet de recherche exige une démarche cohérente et rigoureuse pour connecter la problématique, les objectifs poursuivis et le plan de recherche. Il est de prime abord nécessaire de déterminer spécifiquement le statut accordé à cette recherche. S'agit-il de décrire, de confirmer, d'explorer ou d'expliquer le phénomène organisationnel étudié (Post et Andrew, 1982) ?

Le Tableau 1-1 présente les quatre natures de recherche développées par Post et Andrew (1982) en fonction de l'effort fourni. Comme on peut le constater, **la recherche exploratoire** est l'œuvre du pionnier. Elle fournit les premiers résultats sur le phénomène étudié. Ceux-ci ont un caractère provisoire. **La recherche descriptive** cherche à informer, à articuler les intrants du phénomène en une situation cohérente afin de rendre intelligible une problématique de recherche. Cette catégorie de recherche est influencée par la posture du chercheur qui est libre d'exposer son point de vue. **La recherche explicative** repose sur des propositions et des hypothèses que l'on peut tester empiriquement. **La recherche prédictive** débouche sur des prévisions et présente dans la plupart des cas, différents scénarios de résolution du phénomène.

Tableau 1-1. Les quatre natures de recherche présentées par Post et Andrew (1982)

Type de recherche	Question	Usages principaux
Descriptive	Que se passe-t-il ?	Développer empiriquement les fondements d'une étude à venir. Illustrer une théorie
Exploratoire	Comment l'organisation fonctionne-t-elle ?	Étude pilote permettant de structurer une étude plus large. Permet de clarifier les variables en cause.
Explicative	Quelle est l'origine de la recherche ?	Construire une théorie en testant des hypothèses.
Prédictive	Que se passera-t-il si ?	Concevoir et vérifier des hypothèses.

Pour les raisons que nous venons d'évoquer, il est difficile d'établir de manière univoque la nature de cette recherche pour deux raisons :

- Tel que mentionné plus tôt, la question générale de départ « Comment favoriser la satisfaction des parties prenantes au moindre coût ? », nous place dans une démarche exploratoire. La revue de littérature présentée plus loin explore les approches qu'adoptent les différents modèles en management de projets quant à la gestion des gaspillages ;
- la partie expérimentale, de construction et de test des outils du modèle se classe plutôt dans la catégorie des recherches explicatives puisque les résultats obtenus après les tests seront éprouvés et le phénomène étudié transformé.

1.4.2. Stratégie de recherche

La problématique traitée dans cette recherche relève de l'organisation qui nous accueille. Elle est conçue avec, pour et par les acteurs de Sotrem-Maltech. Il est question d'opérer un changement. Ce positionnement implique une stratégie de recherche dont la démarche et les outils accordent une place importante aux acteurs de l'entreprise. Plusieurs auteurs consultés (Lewin, 1951 ; Morin, 1992, vol.1 et 2 ; Barbier, 1996 ; Ardoino, 2003 ; Colin, 2003) considèrent que la recherche action répond à cette exigence.

Selon Ardoino (2003, p.48) par exemple, « *La recherche action opère un changement et requiert dans nos modes de connaissance une approche de la réalité à des fins de changement* ».

La recherche action est présentée comme un type de recherche qui expérimente un certain nombre de projets d'entreprise par un certain nombre de formules ou d'actions réalisées par les universitaires ou des praticiens en interaction dynamique avec les acteurs de l'entreprise (Colin, 2003). Dans la littérature, la recherche action apparaît sous plusieurs formes. Cependant, celles-ci ont toutes les mêmes caractéristiques (Verspieren, 1990) : séparation du chercheur avec son objet de recherche, division du travail et objectivité. Il existe aussi une forme de recherche action où le chercheur se rapproche davantage des acteurs du milieu organisationnel pour obtenir de ceux-ci des informations de première main, au plus près de la source.

Ce chercheur, que Verspieren (1994, p. 1) appelle « acteur masqué », se sert des praticiens comme informateurs. La recherche action intégrale (RAI) de Morin (1992) fait écho dans cette dernière catégorie puisque Verspieren la présente comme étant un type de recherche qui se fait par, pour et avec les acteurs concernés par le problème organisationnel. Morin (1992) a édité un ouvrage en deux volumes qui présentent trois cas pratiques pour exposer sa théorie. Dans le Volume 1 intitulé « *Recherche action intégrale et participative, méthodologie et études de cas* », l'auteur illustre l'application de la RAI dans la production et les projets d'évaluation. De manière didactique, on peut noter que ce volume explique l'enjeu de ce type de recherche qui vise à aider les

acteurs de la société à planifier, organiser, réaliser eux-mêmes leurs changements de manière libre et intelligente avec le plus de flexibilité possible (Morin, 1992, vol.1, p. 15). Cette posture implique la coopération des acteurs à participer à l'amélioration de leur propre condition de vie tout en étant des sujets actifs de la recherche. Même si les cas utilisés sont tirés de l'éducation, il n'en demeure pas moins que la RAI telle que présentée par l'auteur se caractérise par une dimension systémique ouverte qui peut bien s'appliquer en sciences de la gestion et dans de nombreuses recherches en économie. La RAI de Morin est un instrument opérationnel qui présente de manière pragmatique les réponses aux questions que se posent souvent les chercheurs en milieu universitaire et organisationnel : comment, pourquoi, quand, où, avec qui mener une recherche dans un contexte coopératif où il n'y a pas d'action sans recherche et pas de recherche sans action, dicit Morin (1992, vol.2, p. 90). Dans le Volume 2 intitulé « *Théorie et rédaction du rapport* », Morin considère que la RAI vise le changement par la transformation réciproque de l'action et du discours (Morin, 1992, vol. 2, p. 21). Morin (1992) propose à la suite de cette vision une grille à cinq dimensions dynamiques qui fournissent le cadre des explications théoriques et permettent de lier la théorie à la pratique.

Cette grille est présentée sous forme de spirale avec cinq phases bien imbriquées :

1. **contrat** : ferme, factuel, ouvert, formel ;
2. **participation** : passive, représentative, coopérative, cogérée ;
3. **changement** : applicatif, développement, inductif, transformationnel ;
4. **discours** : soumis, rationnel, conscient, critique ; et
5. **action** : communautaire, collective, individuelle, de groupe.

Morin (1992) n'a pas seulement conçu la grille, mais il l'a également validée en explorant et en ré-analysant chaque terrain expérimental couvert dans le premier volume pour vérifier si la grille permettait de mieux comprendre la RAI. L'analyse s'est déroulée de manière verticale et horizontale. L'analyse verticale a permis de dégager de nouvelles leçons de la RAI. L'analyse horizontale ou comparative a permis de mettre sur pied une méthodologie. Dans la RAI, tous les éléments de la grille ne sont pas au même niveau. Selon Morin, la participation est essentielle, le contrat est une des conditions qui l'assure, le changement en est la finalité, les effets de la participation apparaissent dans le discours ou dans la transformation à travers des actions. Tous les éléments constitutifs des étapes de la RAI peuvent être utilisés dans toute recherche appliquée. Selon Morin, la recherche appliquée peut être toute science ou connaissance construite à partir du terrain.

Dans la RAI, l'accent est mis sur l'élaboration d'un **contrat** qui peut être une entente ouverte entre les différents groupes. Selon Morin (1992, vol.2), le contrat est ouvert s'il implique la participation très active du client. Il s'allie au professionnel pour résoudre le problème posé. Il va contrôler toutes les actions du début à la fin sans laisser le chercheur faire ce qu'il veut, comme il veut et quand il veut. Le contrat ouvert est voulu et délibéré. Il s'établit sur des bases claires et les buts, les responsabilités et les rôles sont bien définis. C'est par le contrat que la recherche débute. Le contrat est établi en respectant les valeurs idéologiques du groupe et dans un langage commun aux différentes parties. En appliquant la vision de Morin à notre cas, la recherche a été initiée par la signature et l'approbation d'une entente formelle par toutes les parties prenantes engagées

dans le changement organisationnel : le groupe Sotrem-Maltech, les chercheurs et les sponsors de la recherche (le MITACS et l'Université du Québec à Chicoutimi). Ce contrat a également servi de code de déontologie et de bonnes pratiques professionnelles pour notre séjour organisationnel. Dans cet ordre d'idées, le PMI (2013) propose quatre principes déontologiques qui doivent régir les relations contractuelles entre les parties prenantes d'un projet : responsabilité, respect, équité et honnêteté. La responsabilité fait allusion à la confidentialité de l'information, l'engagement au secret professionnel et la détermination à mener à terme les recherches selon le plan établi. Le respect est relatif aux biens et personnes qui interviennent dans le processus de changement. L'équité est la partie du contrat qui encadre les décisions prises dans les processus d'acquisition de ressources matérielles et de recrutement des agents de la recherche. L'honnêteté appelle au sens du travail bien fait et à un rendu exact de la situation ou des résultats. Ainsi, selon Morin (1992, vol.2), le contrat est une condition sine qua non en RAI.

La **participation** du chercheur et des différents acteurs est également un engagement qui se manifeste par l'interdépendance des parties prenantes. La vision de Morin (1992) de la RAI est très soucieuse d'éviter les conflits violents au cours du processus de recherche. D'ailleurs, Morin considère que la participation en RAI est un engagement personnel qui fait primer le dialogue dans une relation de coopération et de collaboration. Deux niveaux de participation peuvent être envisagés dans un modèle coopératif : un niveau supérieur où chacun prend sa part de rôle et de responsabilité et un niveau inférieur qui crée les interdépendances entre les différents acteurs d'un même niveau. La participation des différents groupes va aboutir ipso facto à une cogestion du

groupe, impliquant la participation de chaque membre à toutes les tâches et à toutes les décisions qui vont être prises. Dans cette optique, le processus de travail est participatif et inclusif et non exclusif ou individuel. Chacun a son mot à dire. Dans la plupart des cas, le chercheur va s'intéresser aux « sans voix », aux personnes qui n'ont pas l'habitude de parler afin d'extraire de celles-ci certaines informations pertinentes. Morin relève quand même quelques limites de la RAI dues à l'implication du chercheur qui peut poser parfois le problème de la non-distanciation par rapport à l'objet de recherche. Cet « acteur masqué » selon l'expression de Verspieren (1994, p. 1), peut inquiéter les acteurs de son attitude de juge et de partie. Pour Morin, le chercheur doit, autant que faire se peut, adopter un comportement de neutralité tout au long du processus. Dans notre cas, la participation était au centre de nos préoccupations. Partant du président du groupe Sotrem-Maltech jusqu'à l'opérateur et en passant par les différents responsables fonctionnels, tous ont apporté de la matière à l'évolution de la recherche. La participation des acteurs au recueil d'informations s'est déroulée de manière neutre objective, sans à priori ni considérations hiérarchiques. L'objectivité et la neutralité se sont matérialisées par l'élaboration d'un protocole de recherche rigoureux : observation, écoute, définition des rôles et responsabilités des participants.

Le **changement** permet de répondre à la question : quelle est la finalité de la recherche. Grâce au changement, la transformation peut avoir lieu et permettre de passer d'un état à un autre. Cette transformation se fait de manière spiralée avec des moments d'interaction entre les différentes activités à mettre en œuvre. Selon Morin (1992), le changement est synonyme de modification, de mutation et de transformation. Le changement est la finalité

globale de la recherche. Le changement, selon Morin, s'inscrit dans la nature même de la RAI puisqu'il se produit tant dans l'esprit des chercheurs que dans les actions que ceux-ci posent. Le changement est lié aux processus et aux personnes puisqu'il engage tant les valeurs des acteurs que les modifications des façons de faire les choses. Un changement n'est effectif que s'il se traduit dans l'action et dans le discours. Pour Morin, l'action ne vient toujours pas avant la théorie.

Le **discours** dans une RAI permet au chercheur de planifier ses activités avant de les mettre en œuvre. Une RAI va être axée sur le discours s'il procède par le raisonnement ou repose sur lui : « *C'est un discours qui fait de l'homme et la femme des auteurs de l'histoire* » (Morin, 1992, vol 2, p. 91). C'est grâce au discours que l'action va être menée pour aboutir in fine à la transformation. Le discours n'interrompt pas l'action, mais favorise l'interdisciplinarité pour que l'action puisse s'inscrire. Le discours doit être connecté au vécu pour favoriser l'éveil collectif et le rapprochement des différentes parties. Un discours qui s'éloigne de la réalité organisationnelle ne permet pas aux acteurs de participer efficacement aux activités de la recherche. Dans cette recherche, la direction de Sotrem-Maltech a mentionné de manière formelle que les expressions utilisées devaient être perceptibles par les employés de l'entreprise. Ainsi, des mots tels que *Lean, management, Kaizen*, ou bien *muda* devraient être éliminés du discours de la recherche pour laisser place aux mots habituellement prononcés dans l'entreprise comme travail, processus, employé, amélioration. Un discours doit pouvoir transformer le monde.

L'action selon Morin (1992) est le point final de la RAI. Le caractère indispensable

du trait d'union entre la recherche et l'action sera plus efficace s'il obtient le consensus de tous. Le mot « action » en RAI se caractérise par l'anticipation, la planification, la réalisation, le tout dans un cadre coopératif et collaboratif. L'anticipation est la capacité du chercheur à devenir proactif sur les événements qui l'entourent. Le chercheur doit anticiper les risques, les réponses aux problèmes qui sont posés. Lorsqu'une problématique se dégage de l'analyse du système, le chercheur doit anticiper une solution potentielle à celle-ci et ne pas se laisser surprendre par des options non-réalisables, parfois distillées par les responsables organisationnels.

Le rapport final constitue le point d'orgue de la RAI de Morin. Dans le second volume, Morin propose un plan modifiable en six chapitres (Morin, 1992, vol. 2, p. 155-157) :

1. présentation du problème par les acteurs du terrain ;
2. description du contexte du terrain ou du cadre théorique général ;
3. méthodologie ;
4. analyse des résultats selon les étapes d'une planification en spirale ;
5. comparaison avec des expériences semblables ou des théories pertinentes ; et
6. conclusions.

Comme toute recherche classique, la RAI prend en compte les étapes de collecte et d'analyse des données : de la formulation des problèmes, la négociation d'accès au terrain, la collecte des données, leur évaluation et leur analyse à la présentation des résultats (Barbier, 1996, p. 35). La RAI se situe entre la recherche et l'action. Pour la formulation du problème, la RAI n'a pas à formuler à priori des hypothèses et des préoccupations théoriques, ni de les traduire en concepts opératoires susceptibles d'être mesurés par des instruments standardisés (Barbier, 1996). Alors que la recherche classique instrumente et décrit la façon de collecter les données, la RAI quant à elle,

utilise des instruments plus interactifs et appliqués tels que les discussions de groupe, les ateliers dirigés, les entrevues, les brainstormings. L'évaluation des données dans la RAI vise à retransmettre les données collectées aux différentes parties prenantes afin d'apprécier leur pertinence par rapport au problème posé et de les valider. Cette étape peut aboutir à une redéfinition du problème. Pour l'analyse et l'interprétation des données, la recherche quantitative utilise généralement les mathématiques avec des méthodes telles que le Khi2 (χ^2) ou le moindre carré qui ne sont pas souvent perceptibles par les acteurs impliqués. En revanche, la RAI, qui dans notre cas est utilisée en contexte de recherche qualitative, va procéder par consultation, coopération et participation : l'interprétation et l'analyse sont le produit de la discussion des groupes.

Dans le domaine des sciences de la gestion, la RAI est utilisée dans la volonté de trouver une satisfaction aux clients, dans l'adaptation et le changement d'un service afin de le rendre plus compétitif (Morin 2010, p. 48). Le changement doit être une transformation durable de la pratique, issue de la réflexion et de l'application de connaissances et inspirée par une philosophie de responsabilisation et de participation de tous les intéressés.

1.4.3. Le terrain de recherche : une entreprise de production des dérivés de l'aluminium

Un séjour en milieu organisationnel nous a amené à choisir et à délimiter un terrain de recherche correspondant à notre problématique. Ainsi, il nous a semblé pertinent de concevoir et de tester les outils du modèle du MPL dans une entreprise de production, Sotrem-Maltech, qui transforme l'aluminium en dérivés réutilisables. La raison de ce choix est simple : dans un premier temps, il faut viser une entreprise de production au sens propre du terme, avec la possibilité de tester la philosophie du système Lean dans toute l'intégralité de la chaîne de production ; dans un second temps, il est question de trouver une entreprise qui organise sa production sous forme de projets. Ainsi, en optant pour une entreprise qui considère chaque commande de client comme un nouveau projet, il est dès lors intéressant d'imbriquer la philosophie du Lean aux techniques de management de projet pour mettre en exergue cette nouvelle démarche.

1.4.4. Déroulement de la recherche

Le projet du séjour organisationnel a commencé en décembre 2012 et s'est achevé en janvier 2014. Il est important de revenir succinctement sur les moments qui la précèdent. L'origine de la recherche est initiée par la direction du Doctorat en Management de Projets qui a bénéficié d'une relation bien entretenue depuis plusieurs années dans le cadre des mandats de recherche. C'est ainsi qu'est née l'idée du projet de séjour organisationnel à Sotrem-Maltech. À cette époque, plusieurs réunions de contact et de planification se sont tenues entre le candidat, la directrice de recherche, le directeur du programme, les promoteurs (MITACS et Université du Québec à Chicoutimi) et les cadres de l'entreprise.

Ces réunions ont abouti à l'élaboration écrite d'une première proposition et d'une planification initiale des étapes de la recherche dans le courant du mois de mars 2013. À ce moment, nous sommes encore loin de ce qui sera plus tard la problématique de recherche : les préoccupations de l'entreprise portent sur l'amélioration du système d'information, la gestion des inventaires de matières premières et la mise sur pied d'une formule capable de réduire les non conformités.

C'est sans doute à ce moment qu'il faut voir le tout début de la recherche. Mais, il est important de noter que jusqu'à ce point aucun travail méthodique n'a commencé. Le mois d'avril 2013 est consacré à la validation de la problématique finale et des objectifs de recherche, la signature du contrat de recherche entre le candidat, la directrice de recherche, l'entreprise et le partenaire de financement de la recherche du Canada, le MITACS.

Parmi les questions de départ apparaissent notamment la réduction des gaspillages dans la production, la gestion des inventaires, la mise sur pied des outils d'amélioration continue et de standardisation des pratiques de management de projet.

1.4.5. Calendrier de la recherche

Comme le montre la Figure 1.1, le processus complet de ce projet d'étude doctorale a duré environ 39 mois, allant du 28 août 2012 au 21 août 2015 (date de soutenance de la thèse). L'échéancier présenté sur cette Figure montre les différentes matières ainsi que les enseignants qui ont participé à chaque étape du processus. Cet échéancier est subdivisé en cinq grandes phases : la scolarité doctorale (12 mois), l'examen de synthèse (4 mois), le séjour en milieu organisationnel et son évaluation (14 mois), la proposition de doctorat et son évaluation (4,4 mois), la phase de rédaction et d'évaluation de la thèse (22,55 mois).

La phase de séjour en milieu organisationnel et son évaluation ont duré 14 mois avec l'intervention des acteurs présentés au Tableau 1-2. Tel que le montre ce Tableau, la recherche proprement dite a été interactivement menée par les acteurs de l'entreprise et le candidat, le tout sous la supervision de la directrice de recherche et de l'encadreur professionnel, qui est le responsable commercial de Sotrem-Maltech. C'est l'essence même de la RAI.

Figure 1-1. Échéancier de réalisation de la thèse

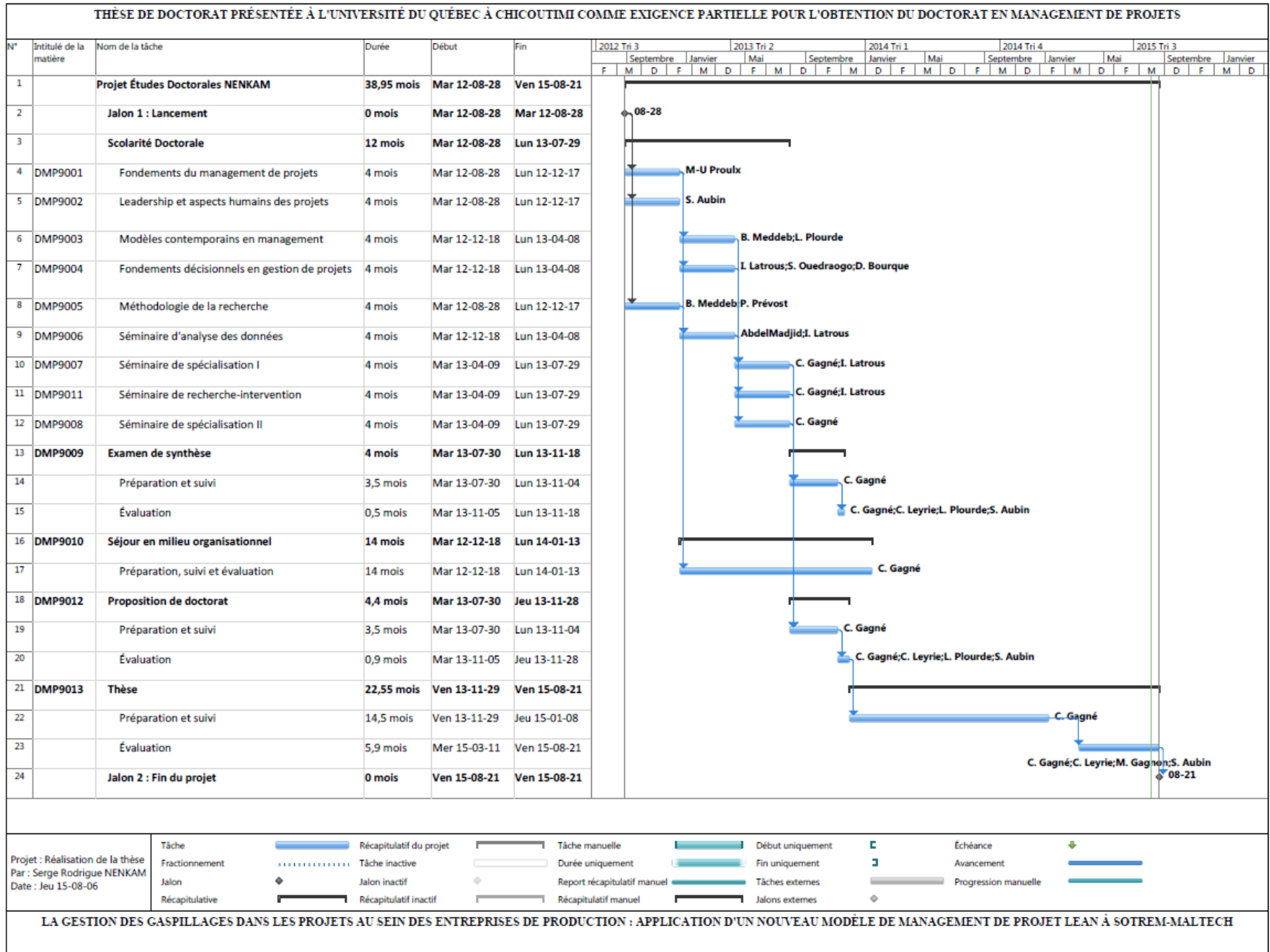


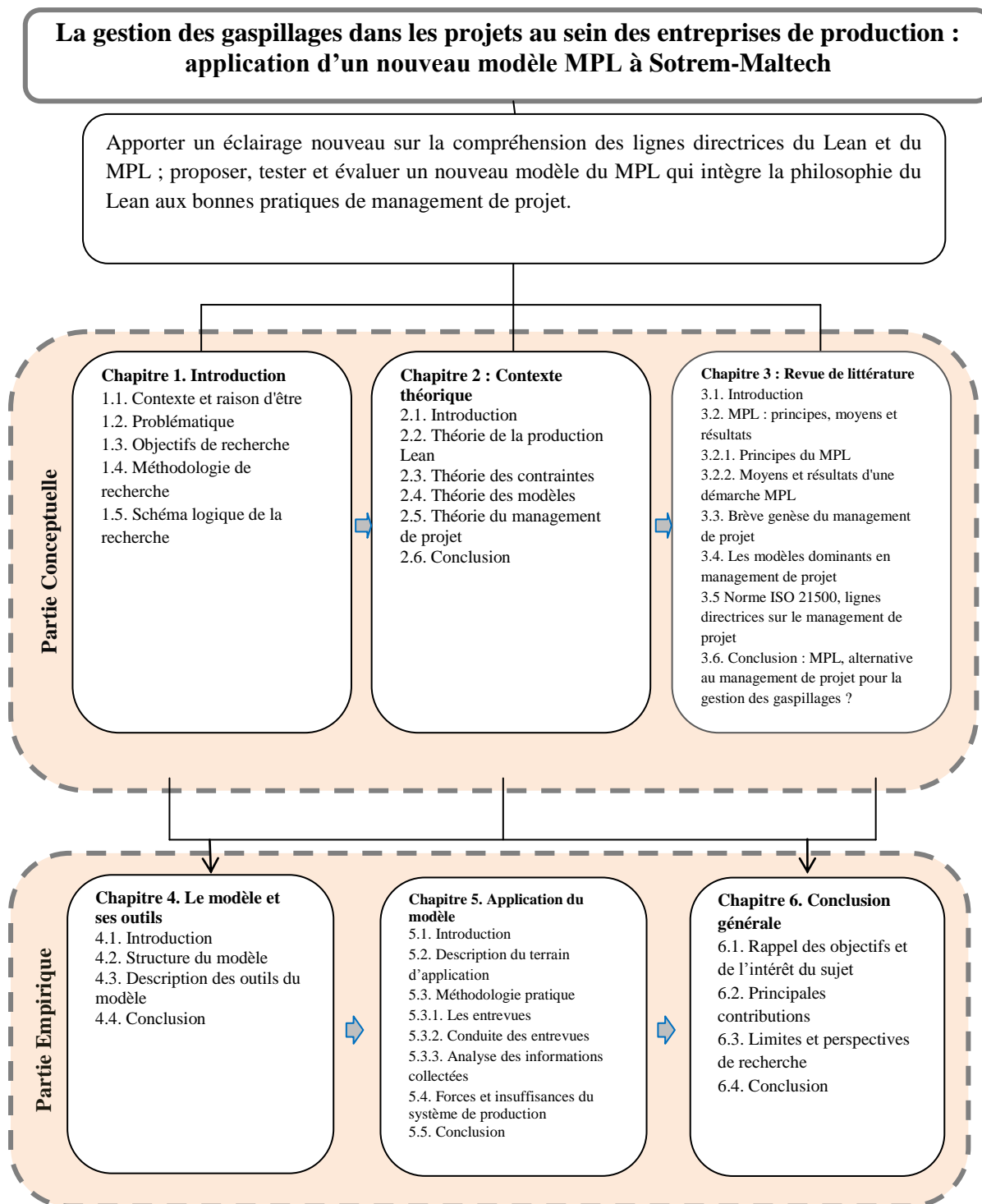
Tableau 1-2. Intervenants dans la chaîne de recherche pour le séjour organisationnel

Phases de la recherche	Intervenants	Méthode ou technique
De janvier à mars 2013 : Identification de la problématique de l'organisation	- directrice de recherche - directeur du programme - candidat - employés de Sotrem-Maltech	- brainstorming - ateliers dirigés - technique de Delphi
Entre mars et mai 2013: signature du contrat de stage	- directrice de recherche - candidat - encadreur professionnel - MITACS - bureau de recherche de l'UQAC	- contrat
De mai à juin 2013 : observation, définition des problèmes, validation des propositions de réponse	- candidat - directrice de recherche - encadreur professionnel	- entretiens - ateliers dirigés - descente sur le terrain
Juillet à septembre 2013 : implémentation des solutions, tests, améliorations	- candidat - directrice de recherche - encadreur professionnel	- cartographie de la chaîne de valeur - logiciels, ateliers dirigés
Octobre à décembre 2013 : suivi et rédaction des rapports	- candidat - directrice de recherche	- visite des ateliers - ateliers semi dirigés

1.5. Schéma logique de la recherche

La Figure 1-2 présente le schéma logique de la recherche. La thèse est organisée en six chapitres. La section introductive présente le contexte de la recherche, la problématique de recherche, les objectifs de recherche, la méthodologie et le type de recherche. Le Chapitre 2 développe le contexte théorique sur la base duquel le modèle puise ses fondements. Le Chapitre 3 élabore la revue de littérature sur le MPL. Les Chapitres 4 et 5 présentent respectivement le modèle, ses outils et son application. La conclusion élabore les apports de la recherche, ses limites et les perspectives.

Figure 1-2. Schéma logique de la recherche



1.6. Considérations éthiques, fiabilité et validité de la recherche

Dans une recherche qualitative comme la nôtre, les questions éthiques se posent de manière particulière pour trois raisons (Malherbe, 2000) : la présence du chercheur et des sujets sur le même terrain de recherche, les relations qui s'établissent entre le chercheur et les sujets et la protection des données issues des différentes entrevues. Ces considérations peuvent entraver sérieusement la fiabilité et la validité de la recherche. Cette perspective est également signalée par Harrisson (2000) lorsqu'il définit les préoccupations de l'éthique par rapport au comportement social et moral des humains :

L'éthique se préoccupe des valeurs qui guident les conduites et les comportements humains. Fondée sur des principes moraux, l'éthique concerne essentiellement la détermination des principes qui distinguent le bien et le mal, le bon du mauvais, le vrai du faux (Harrisson, 2000, p. 36).

S'agissant du cas particulier de la recherche action, la distanciation entre l'objet d'étude, le chercheur et le terrain d'étude peut créer une intersubjectivité dans les différentes interactions qui régissent les participants. Ainsi, pour mieux cerner les problèmes d'éthique qui sont capables d'entraver la validité et la fiabilité de la recherche, il est important que le chercheur fasse abstraction des préjugés de son environnement (Morin, 1992, v2).

C'est dans ce sens que Ardoino (2003) signale clairement la difficulté de la recherche action à établir une distanciation entre l'objet de recherche, le terrain d'étude et le chercheur :

Dès que nous parlons de recherche-action, l'objectivité de jadis, valeur privilégiée, et la distanciation, vont faire place à deux énoncés contradictoires : distanciation, peut-être, mais implication d'abord. Nous allons passer du credo de l'objectivité traditionnelle à une intersubjectivité reconnue entre le chercheur et ses partenaires, laquelle aurait été appelée « objet » dans la lignée antérieure.
(Ardoino, 2003, p. 42).

Cette intersubjectivité peut poser quelques problèmes quant à la fiabilité des résultats. Cependant, il est important de mentionner, comme Morin, (1992) l'effort que doit mener le chercheur pour rester objectif dans ses relations avec les acteurs engagés dans le processus de recherche. Parfois la rigueur du chercheur permet de faire abstraction des préjugés de fiabilité des données recueillies et de validité du modèle.

Dans le cadre de cette recherche, il a été question d'anticiper les comportements capables de créer des confusions au niveau de la collecte, de l'analyse et de l'interprétation des données. Ainsi, il nous a été donné de faire valider nos questionnaires et grilles d'entrevue auprès du comité éthique de l'Université du Québec à Chicoutimi (Certificat éthique en Annexe 2). De ce fait, le but était de créer un contexte sécurisé pour les données de l'entreprise et favoriser un climat de travail objectif comme le suggère Malherbe (2000).

CHAPITRE 2

2**CONTEXTE THÉORIQUE**

2.1. Introduction

Ce chapitre traite des théories qui vont permettre de concevoir le modèle et de le comprendre.

D'entrée de jeu, la théorie de la production Lean situe l'opportunité de la détection et de l'élimination des gaspillages dans les projets. Un cas probant de la littérature est celui de Toyota qui a occupé pendant une année (2006) le rang de premier constructeur mondial d'automobiles (Liker, 2009).

Les auteurs dans la littérature sont divisés sur l'existence ou non d'une théorie unifiée en management de projet. Dans le cadre de cette thèse, la recherche est menée en considérant la posture épistémologique de Howell et Koskela (2000) qui affirment qu'il est possible de situer les bases théoriques du management de projet en les décomposant en deux théories subséquentes : la théorie du projet et la théorie du management.

Par la suite, la théorie des contraintes de Goldratt (1990) enrichit le modèle par sa démarche très appliquée dans les projets à travers le management de la chaîne critique. Le Professeur Goldratt dans son ouvrage intitulé « The critical Chain » a montré à la communauté scientifique l'efficacité de cette méthode que permet de planifier les projets en se souciant, en plus des délais et des coûts, de la disponibilité des ressources.

Enfin, la théorie des modèles de Badiou (1969) permet de situer le type de modèle que nous élaborons. S'agit-il d'un « *modèle pour* » ou d'un « *modèle de* » ?

2.2. Théorie de la production Lean

2.2.1 Historique, définition et évolution du Lean

Le premier article scientifique qui développe la logique du Système de Production de Toyota (TPS) a été publié en 1977 par Y. Sugimori, Fujio Cho, et leurs deux collègues (Sugimori et al., 1977). Un an plus tard, Taiichi Ohno (1978) a écrit lui-même l'histoire et les modalités de mise en œuvre du TPS dans son ouvrage intitulé *Toyota Production System*. Le terme *Lean* quant à lui n'a été inventé qu'en 1987 par John Krafcik comme un terme pour représenter l'interdépendance des différents éléments d'un système qui permet de produire sans gaspillages. C'est James Womack, Daniel Jones et Daniel Roos, tous membres de l'*International Motor Vehicle Program* du MIT autant que John Krafcik qui ont popularisé la démarche du Lean dans leur ouvrage bien connu intitulé « *The machine that changed the world* » (Womack et al., 1990). Le terme Lean a fait depuis l'objet de nombreuses traductions en français, allant de mince à agile en passant par flexible, ajustée ou parfois, production au plus juste. Aucune de ces expressions n'a vraiment fait l'objet d'un usage unanime. C'est pourquoi, chercheurs et professionnels francophones s'accordent pour reconnaître le mot employé internationalement : Lean.

Le *Lean* est souvent difficile à définir et à expliquer. Plusieurs visions ont été proposées. Certains auteurs le considèrent comme un concept, une méthodologie et la mise en œuvre de quelques outils et techniques de détection et d'élimination des gaspillages dans la chaîne de production.

En voici un exemple :

Le Lean est un concept, un processus, un ensemble d'outils et techniques, et une méthodologie qui permettent de réduire les gaspillages et de favoriser l'atteinte des objectifs des entreprises (Atkinson, 2004, p.18) [Notre traduction].

Pour Koskela (1992), il faut concevoir le Lean plutôt comme une philosophie. Celle-ci permet aux dirigeants des entreprises de penser à investir pour une rentabilité à long terme même si les résultats immédiats ne sont pas perceptibles. De ce point de vue, le Lean représenté par Koskela est une culture, un état d'esprit qui éveille en permanence toutes les parties prenantes de l'organisation.

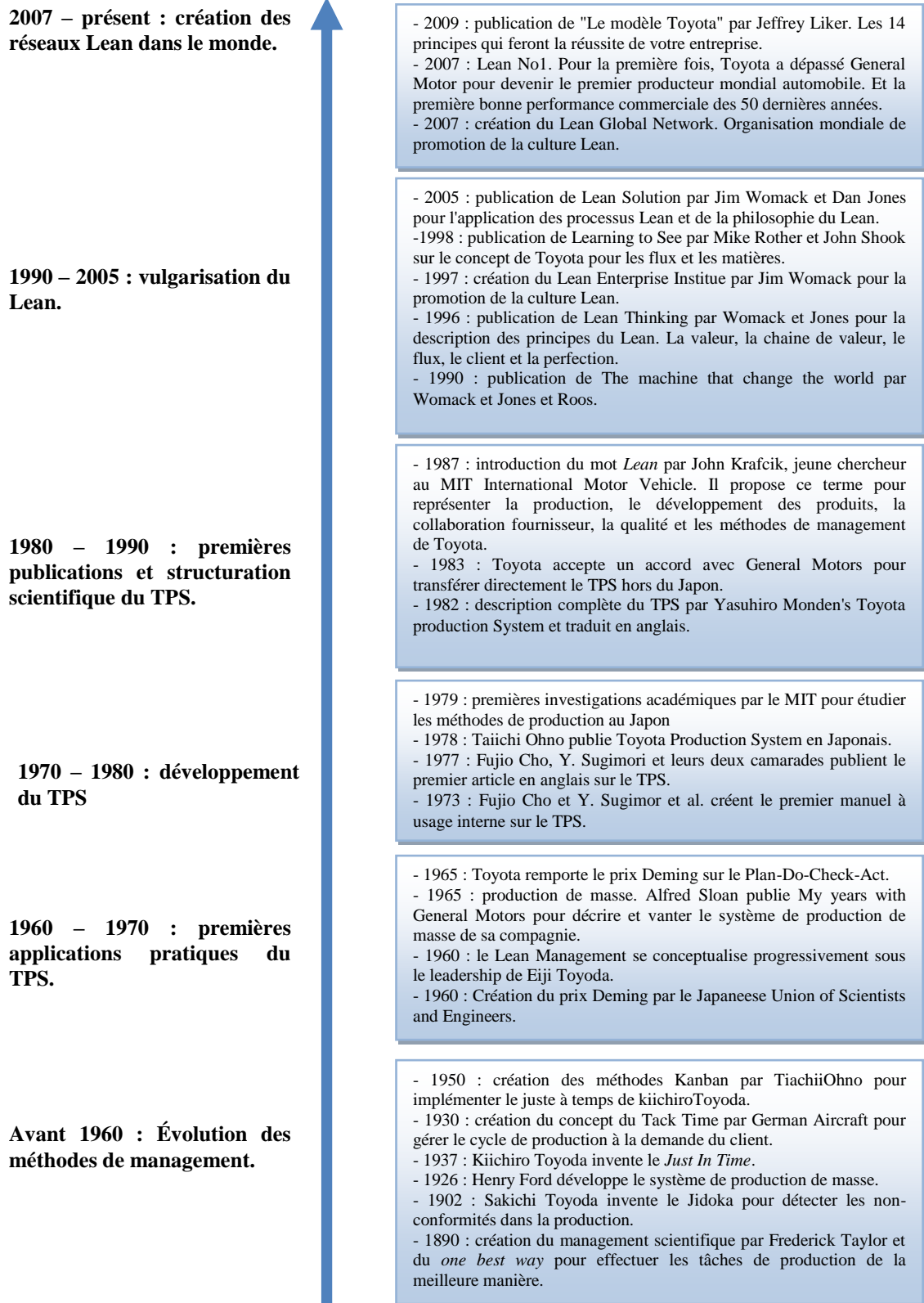
Une bonne partie des auteurs intéressés par les thématiques du Lean s'accorde pour reconnaître la définition établie par Womack et Jones (2005) respectivement fondateur du *Lean Enterprise Institute* et du *Lean Academy Institute*. D'ailleurs, plusieurs auteurs sont aussi d'accord pour soutenir que *Système Lean*, sous le titre « *Penser l'entreprise au plus juste* » de Womack et Jones représentait en 2005 le livre de management le plus important des dix dernières années (Liker, 2009). Dans *Système Lean*, Womack et Jones définissent le *Lean* en se basant non seulement sur le TPS, mais également sur deux éléments importants : les principes de la démarche et des cas empiriques. La définition de Womack et Jones intègre les visions précédentes en y ajoutant une touche particulière : la prépondérance du client comme élément central du système de production. Selon Womack et Jones (2005), le *Lean* est une conjonction entre l'amélioration continue et l'élimination des gaspillages dans le but de fournir au client un produit de meilleure qualité, dans les délais prévus, suivant de meilleurs coûts tout en bonifiant le rendement de l'entreprise.

En somme, nous reconnaissons qu'il existe plusieurs définitions du terme Lean. Cependant, chercheurs et professionnels s'accordent pour dire que le Lean est un système de production qui a pour but la détection et l'élimination des gaspillages dans la chaîne de production, en plus de favoriser les améliorations continues.

Le Lean a traversé plusieurs étapes depuis ses fondements. Aujourd'hui, grâce au *Lean Enterprise Institute*, il est possible de retracer son cheminement depuis 60 ans. De cette évolution, le succès le plus patent qui a marqué les esprits et confirmé le succès de la démarche est celui concédé par Toyota en 2006, en déclassant le robuste constructeur General Motors pour devenir le premier producteur automobile mondial et la première bonne performance commerciale des 50 dernières années.

La Figure 2-1, adaptée et mise à jour à partir du schéma du *Lean Enterprise Institute*, représente l'évolution de la production Lean depuis 60 ans. Il est intéressant de constater que le Lean puise certains de ses fondements depuis Taylor (1890) et Ford (1926) aux États-Unis.

Figure 2-1. Évolution du Lean depuis 60 ans (adaptée de la version originale du Lean Enterprise Institute)



2.2.2. Système Lean, alternative à la production de masse

Après avoir connu le désastre de la seconde guerre mondiale et face à l'urgence de développer et de renouveler son économie, le Japon, aidé par les États-Unis, a utilisé des techniques d'étalonnage pour développer un nouveau système de production qui devait concurrencer le système de production de masse : « copier c'est gagner », comme le relate un slogan nippon (Simatupang et al., 2004). Dans un contexte où la concurrence prenait de plus en plus de place face au monopole, les modèles de production traditionnels étaient devenus obsolètes (Shimokawa et Fujimoto, 2009). Il était désormais question de penser de nouveaux modèles plus flexibles capables de limiter les gaspillages et favoriser les améliorations continues (Shiego Shingo, 1989). L'originalité des nouvelles recherches était centrée sur la mise sur pied de nouvelles alternatives qui devaient permettre aux entreprises de produire juste ce qu'elles étaient certaines de vendre, c'est-à-dire produire en fonction de la demande du client. Le modèle de management de Toyota a alors été conçu comme une alternative au fordisme qui, lui, représentait le modèle typique de production de masse (Théry, 2010). En effet, la production de masse a permis aux entreprises Ford et General Motors de livrer aux clients des produits à bas coûts tout en mobilisant plusieurs moyens de production dans un contexte où la demande était toujours supérieure à l'offre. Initialement, la philosophie de Henry Ford (1863-1947) était de proposer des produits à faibles coûts dans le but de toucher le plus grand nombre de clients (Ohno, 1978). Cette approche a connu un succès éclatant avant et pendant la deuxième guerre mondiale au cours desquelles tous les produits fabriqués étaient vendus. Avec la démocratisation du secteur de l'automobile, le modèle de production de Ford n'a pas pu résister à la

concurrence et s'est rapidement essoufflé. Certains chercheurs et professionnels perçoivent même le modèle de production de Toyota comme une autocritique de la pensée taylorienne (Shimokawa et Fujimoto, 2009).

Toujours selon Shimokawa et Fujimoto (2009), c'est Eiji Toyoda et Taiichi Ohno qui ont développé les articulations du système de management de projet sans gaspillages aussi appelé *management de projet Lean*. Ce système est devenu plus tard le système de production de Toyota, le TPS, dans les entreprises Toyota Motor Company après la deuxième guerre mondiale dans le but inavoué de contrer la montée en puissance de la production de masse. Dans « *The birth of Lean* », une conversation de Taiichi Ohno, Eiji Toyoda et de plusieurs autres chercheurs et professionnels intéressés par la thématique du Lean, Shimokawa et Fujimoto (2009) relèvent que, dans les années 1930, le Japon n'avait pas encore une véritable industrie automobile. Taiichi Ohno alors directeur de production à Toyota Boshoku a implanté un système souple et flexible de conception des automobiles consistant à concevoir des produits réalisables par tous les opérateurs sur le plancher. C'était le début de la standardisation et de la mise sur pied de la production allégée. Le système de production conçu avait pour objectif de combiner les avantages de la production de masse et de la production artisanale tout en évitant la rigidité de ces deux systèmes. La standardisation a été la base de sa théorie. Elle s'est rapidement révélée efficace par l'anticipation et l'amélioration de la performance des équipements et des hommes.

Dans « *The birth of Lean* », il est possible de traduire en français la première action qui a été prise par Taiichi Ohno pour propulser le système de production de Toyota. Ohno

évoque lui-même que « *la première action en tant que responsable des opérations était d'introduire la standardisation dans le travail* » (Shimokawa et Fujimoto, 2009, p.8).

Le premier objectif visible de l'abandon de la production de masse au profit d'un système de production *Lean* pourrait être perçu comme étant la réduction considérable du temps nécessaire pour concevoir, réaliser et vendre un produit conformément aux exigences des clients. Comme alternative à la production de masse, le système de production *Lean* est basé sur deux piliers principaux : le *Jidoka* et le *Juste à temps*.

La première idée fondamentale du *Jidoka* a été conçue par Sakichi Toyoda en 1902 et consiste à diminuer le nombre d'opérateurs qui surveillent les machines. Dans le système de production de masse, le nombre d'opérateurs qui peuvent contrôler une machine est très considérable et cela augmente sérieusement les coûts de production. L'opérationnalisation du *Jidoka* consiste à mettre en œuvre des systèmes d'arrêts automatiques encore appelés *automation*. Lorsqu'une machine détecte un défaut d'huile, un défaut de production ou une surchauffe, elle s'arrête automatiquement et signale un *andon*. Ceci alerte un ouvrier chargé de la maintenance. Cette technique réduit considérablement le nombre d'opérateurs qui peut passer de huit à un (Shimokawa et Fujimoto, 2009). Le système qui permet de mettre en pratique le *Jidoka* en conférant une intelligence artificielle aux machines s'appelle le *Poka-yoke*. Grâce au *Jidoka*, plusieurs formes de gaspillages ont été éliminées au sein du système de production de Toyota. Le *Jidoka* permet également d'éviter les gaspillages de temps liés aux actions correctives et aux corrections par défaut car elle encourage la prévention plutôt que l'inspection.

Le second pilier du système de production de Toyota qui se démarque du système de production de masse est le *Juste à temps*. Il a été inventé par Kiichiro Toyoda en 1937, créateur du Toyota Motor Corporation et fils de Sakichi Toyoda. Le *Juste à temps* a pour but de minimiser les stocks de matières premières et de produits finis, ainsi que les stocks des encours de fabrication. Il est parfois appelé *flux tiré* ou *5 zéros* (zéro stock, zéro défaut, zéro papier, zéro panne, zéro délai). Pour le mettre en œuvre, il faut réduire les temps de passage des stocks et des encours dans les différents processus de production et concevoir avec les clients et les fournisseurs une relation de respect des délais de livraison.

Si nous nous référons au *best-seller* de Womack et al. (1990) dans « *The machine that changes the world* », il est possible d'établir clairement une différence entre le système de production de masse et la production *Lean*. Cette différence réside au niveau de leurs objectifs finaux : dans une production de masse, un nombre acceptable de gaspillages dans la chaîne de production est généralement toléré. C'est le cas par exemple des stocks et du niveau de standardisation des procédés. Selon les défenseurs de ce système, parvenir à un système sans gaspillages engendrerait des coûts trop élevés pour l'entreprise et nécessiterait des capacités humaines considérables. Par contre, dans le système de production *Lean*, l'accent est mis sur l'amélioration continue pour tendre en permanence une production plus rentable. Le système *Lean* part du principe qu'il n'y a pas d'entreprise qui atteigne l'autosatisfaction. Des efforts incessants d'amélioration continue permettent de limiter les coûts, de tendre vers les zéros défauts, les zéros inventaires et vers une variété de produits.

2.2.3. Définition de la chaîne de valeur et des gaspillages

L'approche *chaîne de valeur* a été formalisée par Porter (1985) dans son livre intitulé « *Competitive Strategy: Creating and Sustaining Superior Performance* ». L'auteur y présente la chaîne de valeur comme étant un ensemble d'activités capables de transformer la demande exprimée du client en un produit final. De ce point de vue, la valeur représente l'estimation du service ou du produit fourni au client, tel qu'il le définit.

Trois catégories d'activités sont généralement identifiées au sein des entreprises :

1. les **activités à valeur ajoutée** qui augmentent significativement la valeur marchande et les capacités fonctionnelles du produit ;
2. les **activités sans valeur ajoutée mais nécessaires**, qui permettent parfois d'éviter des désaccords dans les ateliers comme des solutions alternatives ; et
3. les **activités sans valeur ajoutée** qui sont des sources de gaspillage et doivent être éliminées ou réduites au maximum.

La chaîne de valeur est ainsi pour dire, le chemin constitué des activités qui permettent de répondre à la demande du client. Ces activités peuvent appartenir aux trois catégories citées ci-dessus. La chaîne de valeur inclut tout le système de production, en partant de l'approvisionnement en matière première jusqu'à la livraison finale chez le client. Définir sans ambiguïté une chaîne de valeur dans une entreprise de production dépend beaucoup plus de la manière dont cette dernière perçoit la notion de client. De fait, les deux notions (valeur du produit et client) sont liés. Pour bien s'en apercevoir, il suffit de prendre le cas d'une entreprise de transport qui décide d'effectuer un remboursement à une personne qui annule un voyage. Dans le cas où cette personne serait un usager externe, la procédure de remboursement et donc la chaîne de valeur sont généralement plus longues pour ce type de

client puisqu'elles nécessitent des rigoureuses vérifications. Pour le personnel de l'entreprise, il est plus souple d'effectuer rapidement le remboursement en établissant une chaîne de valeur plus courte puisque l'utilisateur se trouve être un acteur identifiable de la compagnie.

Certains auteurs tel que Liker (2009) affirment que la plupart des processus de production contiennent 90% de gaspillages contre 10% seulement d'activités à valeur ajoutée. De ce point de vue, les méthodes traditionnelles de réduction des gaspillages se consacrent généralement à réduire les activités qui pourtant apportent une valeur ajoutée au projet alors que les méthodes Lean s'attaquent à la totalité des activités considérées comme des sources de gaspillages pour l'entreprise et produisent par conséquent plus d'effet.

2.2.4. Le Lean est-il l'équivalent du système de production de Toyota ou du modèle 4P du Toyota Way ?

Dans l'ouvrage « *Modèle Toyota* », Liker (2009) distingue deux composants essentiels de la logique de production de l'entreprise qui a réalisé la plus grosse performance commerciale des 50 dernières années en 2006 : le TPS et le Toyota Way.

Le premier n'est rien d'autre que le système de production lui-même, le TPS, qui est un système constitué d'éléments interdépendants les uns avec les autres. Il s'agit de la technologie au sens *soft* du terme qui permet à Toyota de produire des véhicules à bas prix, de bonne qualité et en fonction de la demande des clients. C'est la méthode de fabrication exclusive de Toyota. La confusion du TPS avec le *juste à temps* est très courante et conduit les entreprises à de douloureuses expériences. Le flux tiré, qui est un input du système,

occulte généralement les autres éléments que sont : le *Jidoka* (contrôle qualité), la standardisation et le *Kaizen* (amélioration continue).

Le second, le Toyota Way, est une logique managériale basée sur cinq piliers : *le genchi genbutsu, le challenge, le kaizen, le respect et le travail en équipe*. Ces piliers représentent l'esprit même de Toyota. Le *genchi genbutsu* est une méthode pratique de résolution des problèmes et d'amélioration continue qui consiste à aller voir soi-même sur le terrain la difficulté évoquée. Très souvent, les responsables au sein des entreprises sont tentés de résoudre à l'intérieur du bureau les problèmes techniques qui surviennent sur le plancher de production. Ils se refusent de ce fait à descendre sur le terrain observer et apprécier la situation qui fait problématique. Dans le Toyota Way, la discussion doit avoir lieu sur le terrain, en face des équipements et des produits non conformes et devant les personnes concernées. Le *genchi genbutsu* se rapproche du *Total Quality Management* en termes d'approche de gestion des défauts et des conflits. Le *challenge* permet aux dirigeants d'éviter l'autosatisfaction et l'autosuffisance. Katsuaki Watanabe, ancien président de Toyota révèle à ce propos que « *être content du statu quo signifie que vous ne progresserez plus* » (Liker, 2009, préface p. XVII). Dans une entreprise Lean, la course pour la recherche de la performance est une course de fonds et non une course de vitesse. Les dirigeants ont besoin à cet effet de relever constamment le défi, le challenge. Le troisième principe est le *Kaizen*, qui dérive de deux mots japonais *Kai* et *zen* signifiant respectivement *changement* et *bon*. Le *Kaizen* est donc une démarche structurée qui permet d'améliorer continuellement les systèmes de production afin de tendre vers l'excellence. Il se manifeste dans la pratique par l'investissement dans la recherche et le développement.

Liker (2009) relève qu'en 2005, lorsque Toyota a consacré 8% de ses investissements dans la recherche et le développement, elle a été classée 4^e dans la liste des entreprises les plus innovantes de la planète par le *Business Week* devant BMW (16^e), Honda (23^e), Porsche (26^e), DaimlerChrysler (31^e), Renault (49^e) et Nissan (57^e). Le quatrième principe est *le respect*. Il est absolument nécessaire dans toute organisation. Il se traduit par une attitude à prendre en compte les souhaits et les exigences de toutes les parties prenantes impliquées dans la production. Il s'agit d'établir une relation réciproque de respect entre le client, les employés et les fournisseurs. Le cinquième principe est *le travail en équipe*. Ce principe oblige chaque responsable de l'organisation à considérer ses vis-à-vis comme des collaborateurs. La notion de hiérarchisation des postes n'est pas très présente dans une entreprise Lean. Un opérateur, un technicien ou un ingénieur vont se retrouver ensemble sur le plancher pour résoudre un problème donné.

Le Lean est une culture, une philosophie, une façon de faire. C'est le cœur de la démarche Toyota. Penser Lean ne se limite pas seulement à mettre en œuvre ses outils, mais à implanter toute sa philosophie basée sur la satisfaction de ses clients, la production sans gaspillages et l'amélioration continue.

2.2.5. Principes du Lean

2.2.5.1. Principes du Lean établis par Womack et Jones (2005)

Womack et Jones (2005) ont établi clairement les principes du système Lean dans leur ouvrage « *Système Lean : Penser l'entreprise au plus juste* ». Toute démarche Lean doit être guidée par cinq principes fondamentaux : définir la valeur du produit, définir la chaîne de valeur, établir les flux, laisser le client tirer la production et tendre vers la perfection.

Womack et Jones (2005) considèrent que l'application de ces principes en entreprise peut constituer un véritable antidote aux *mudas* (gaspillages).

La valeur est créée par le producteur et définie par le client. La définir constitue un point important de la démarche Lean ; comprendre et représenter la valeur du produit ou du service est le premier effort auquel doivent se livrer les dirigeants des entreprises. Seul le client final peut définir la valeur et celle-ci n'est significative que si elle est liée à un produit spécifique (Womack et Jones, 2005, p. 18).

La chaîne de valeur représente l'ensemble des opérations nécessaires pour commander, concevoir, développer et livrer un produit conforme aux exigences du client (Womack et Jones, 2005, p. 417). La représentation de la chaîne de valeur est la même qu'il s'agisse d'un produit ou d'un service. Par exemple, pour un constructeur automobile, il faut concevoir un type d'automobile avec un système de freinage, de chauffage, de vitesse et adapté à un environnement précis qui répond aux besoins d'un type de client par rapport à son coût-cible alors que pour une compagnie de conseil, il s'agira de choisir un type d'accompagnant répondant aux besoins spécifiques de son client.

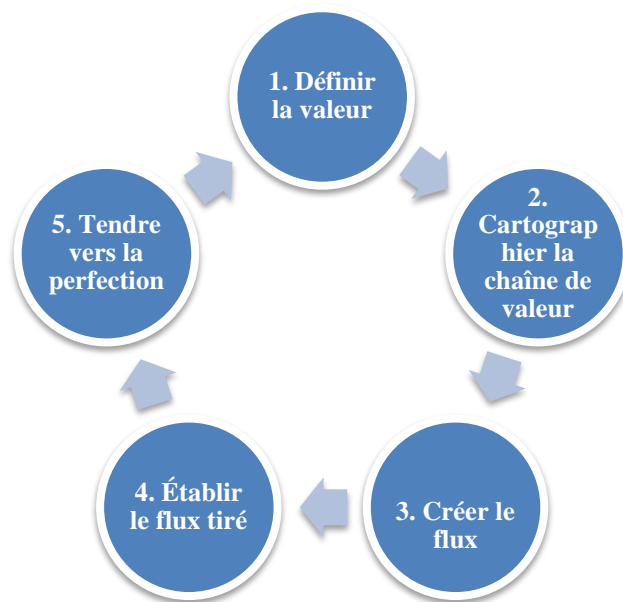
Un flux est défini comme étant l'ensemble des étapes qui interconnectent les activités de la chaîne de valeur. Il s'agit d'organiser les tâches qui créent de la valeur de manière séquentielle et parfois en chevauchement. Henry Ford et ses associés ont été les premiers à comprendre toute l'importance du flux. En 1913, Ford a réduit de 90% les tâches nécessaires pour monter un *Ford T* en adoptant le flux continu dans les ateliers de montage (Womack et Jones, 2005, p. 26).

Le flux tiré est caractérisé par le fait de laisser la production être guidée par les besoins du client. Les entreprises doivent produire en fonction de la demande pour éviter les stocks et l'effet des différentes dépréciations. Dans un système *Lean*, c'est le client qui tire la production. Celle-ci est calibrée au rythme de sa demande. Pour y parvenir, les entreprises calculent très souvent temps *tack* (en anglais « *tack time* ») qui représente, selon Stevenson et Benedetti (2012), le rapport entre le temps net de production et les quantités à produire selon la demande du client. Le danger dans le système de production à flux tiré est de ne pas parvenir à contrôler la planification des différentes demandes provenant de clients.

Les entreprises doivent tendre vers la perfection avec des opérations d'amélioration continue. L'autosatisfaction est une gangrène et un piège au succès des entreprises (Womack et Jones, 2005). Chaque dirigeant doit investir et penser son entreprise à long terme. Cependant la philosophie à long terme ne doit pas occulter le fait de rechercher des profits immédiats pour la survie de l'entreprise.

La Figure 2-2 permet de visualiser les cinq principes du Lean établis par Womack et Jones (2005). Pour produire, les entreprises définissent la valeur du produit, cartographie la chaîne de valeur, déterminent le flux de données et de matières, prennent en compte les exigences des clients et enfin s'orientent vers le zéro défaut, zéro délai, zéro gaspillage.

Figure 2-2. Les principes du Lean selon Womack et Jones (2005)



2.2.5.2. Principes du Lean selon J. Liker (2009)

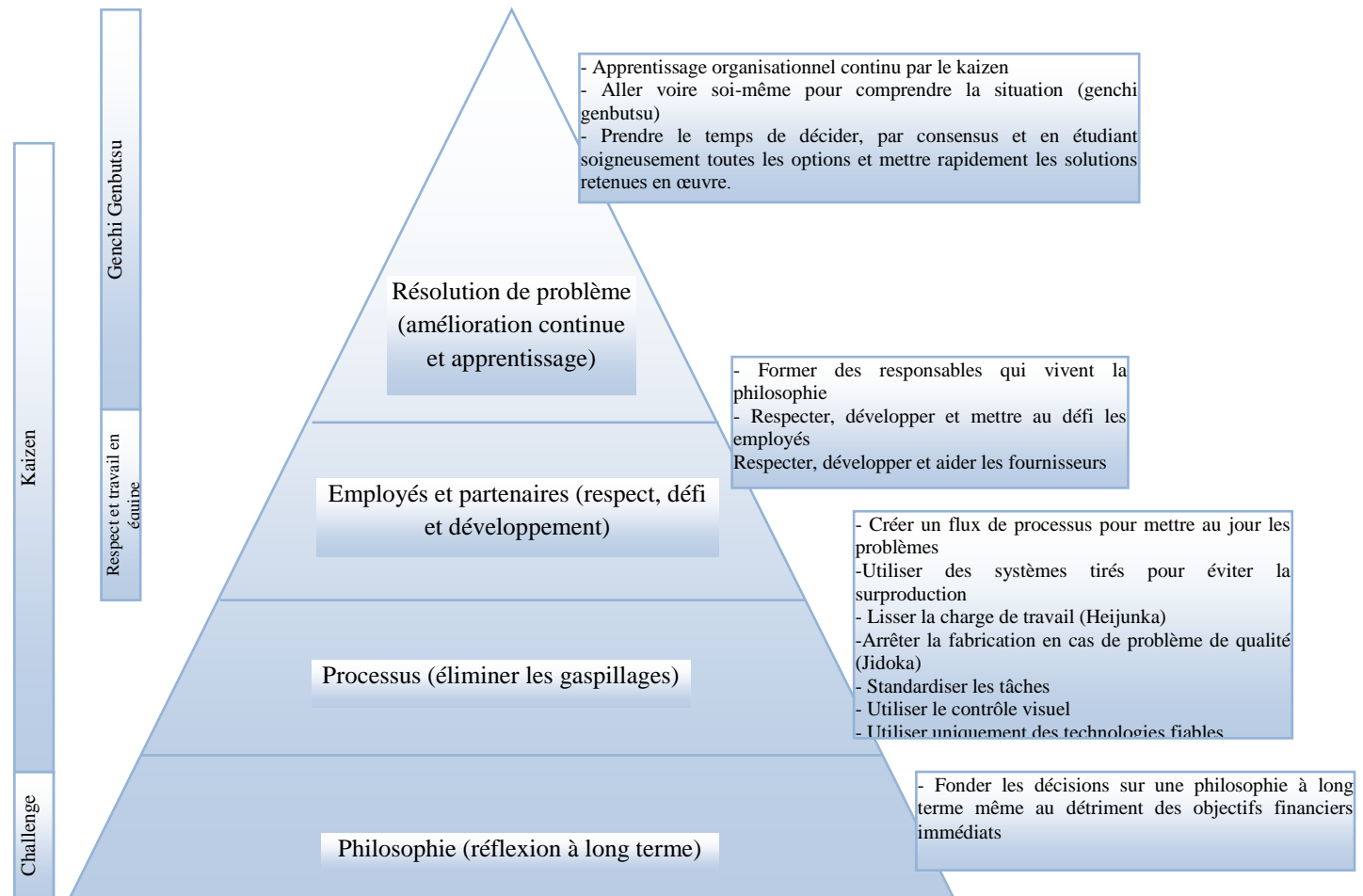
Dans « *Le modèle de Toyota : 14 principes qui feront la réussite de votre entreprise* », Liker (2009) explique les principes du Lean qui ont été établis par Womack et Jones (2005). Selon Liker (2009), l'esprit du Lean est adossé sur un ensemble de quatorze considérations regroupés en quatre catégories appelées les 4P : la Philosophie Lean, les Processus Lean, la gestion Lean des Partenaires et la résolution Lean des Problèmes.

- **1P. La Philosophie Lean** : philosophie d'investissement à long terme.
 - **Principe 1** : baser le management sur une philosophie à long terme quand bien même les dépenses encourues ne concernent que des objectifs proches.
- **2P. Les Processus Lean** : utiliser les meilleurs processus pour produire les meilleurs résultats.
 - **Principe 2** : créer des flux d'amélioration de processus pour faire apparaître les problèmes cachés.
 - **Principe 3** : utiliser un système de production diffusé pour éviter la surproduction en utilisant le *juste à temps* pour alimenter la chaîne de production en matières premières et en équipements nécessaires.
 - **Principe 4** : niveler et lisser les charges de travail pour éliminer les gaspillages des ressources humaines et matérielles.
 - **Principe 5** : bâtir une culture de résolution des conflits en adoptant le consensus plutôt que la dictature.
 - **Principe 6** : opter pour la standardisation des activités qui est le fondement de l'amélioration continue et de l'implication des employés.
 - **Principe 7** : utiliser les contrôles visuels pour détecter les erreurs et éviter les problèmes cachés.
 - **Principe 8** : utiliser des technologies qui sont utiles pour les employés et les processus. Ceci évite de tomber dans l'imitation ou le copiage.
- **3P. La gestion Lean des Partenaires** : développer les ressources humaines et les partenaires d'affaires afin d'ajouter la valeur à l'organisation.
 - **Principe 9** : promouvoir les leaders qui maîtrisent le travail et qui mettent en œuvre la philosophie *Lean*.
 - **Principe 10** : développer des équipes exceptionnelles et les mobiliser autour de la philosophie *Lean*.
 - **Principe 11** : respecter le réseau d'affaires de l'entreprise en participant de manière directe ou indirecte à leur croissance.

- **4P. La résolution Lean des Problèmes** : résoudre continuellement les problèmes de base par l'apprentissage.
 - **Principe 12** : constater personnellement à la source les problèmes posés sur le terrain et vérifier la pertinence et la nuance de leurs causes et de leurs effets.
 - **Principe 13** : prendre des décisions lentement mais sûrement et les implémenter rapidement en considérant toutes les options possibles.
 - **Principe 14** : devenir une organisation apprenante par une politique d'amélioration continue (*Kaizen*) et d'actions participatives (*hansei*).

La Figure 2-3 présente le développement des principes du *Lean*. Il s'agit de la pyramide des principes de la philosophie du *Lean* élaborée par Liker (2009). À la base de la pyramide, nous retrouvons le 1P du *Lean* selon Liker (Philosophie à long terme) et au sommet, le 4P, (la résolution des Problèmes). On peut retenir qu'une démarche *Lean* est d'abord et avant tout une philosophie. Cette philosophie à long terme s'appuie sur des outils d'élimination des gaspillages, de développement des relations avec les autres et d'améliorations continues.

Figure 2-3. Principes du Lean expliqués par Liker (2009)



2.2.5.3. Quelques outils du Lean

Plusieurs outils et techniques permettent d'opérationnaliser la démarche Lean dans les entreprises de production. Chaque outil est utilisé en fonction du besoin, de la souplesse de l'organisation et de la volonté des dirigeants.

Le Tableau 2-1 présente une recension de certains outils et techniques qui ont été compilés à partir des écrits du Lean Enterprise Institute présents sur le site www.Lean.org et généralement utilisés pour opérationnaliser le système Lean au sein des organisations.

Tableau 2-1. Recension de certains outils et techniques du Lean

	Description
AMDEC	Technique d'amélioration des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité
KANBAN	Technique de production du Just-à-temps par étiquette fondée sur le principe de production par besoin. La production du poste en amont est limitée aux seuls besoins émis par le poste en aval.
KAIZEN ou Kaizen Blitz	Technique d'amélioration continue à petits pas à tous les niveaux de l'organisation.
SMED	<i>Single Minutes Exchange of Die</i> : amélioration de l'efficacité des changements de lot au niveau d'un goulot de production, si les gaspillages de productivité sont causés par des arrêts liés aux réglages.
5S	<i>Seiri, seiton, seiso, seiketsu et shitsuke</i> : sélectionner, situer, scintiller, standardiser et suivre.
5 Pourquoi	Outil d'analyse permettant de rechercher les causes d'un problème. La démarche consiste à se poser la question pourquoi cinq fois de suite afin de remonter à la cause principale du problème.
Andon	Outil qui permet de révéler d'un coup d'œil qu'une défaillance est signalée dans la chaîne de production.
Automation(Jidoka)	Encore appelé <i>jidoka</i> permet de suivre l'état des équipements de la chaîne par le déclenchement d'un andon en cas d'anomalie.
Ordonnancement de la production	Méthode de classement des processus par ordre d'exécution.
Diagramme de Pareto	Graphique permettant de représenter l'importance des causes d'un phénomène.
Lissage (Heijunka)	Technique qui consiste à supprimer les ressources en dépassement dans la chaîne de production.
Nivellement	Technique de répartition des ressources tout au long de la production.
Diagramme de contrôle	Graphique permettant de représenter l'ordre dans lequel une série de tâches de transformation de données sont liées entre elles au sein d'un flux de contrôle.
Diagramme d'Ishikawa	Diagramme en arrêt de poisson qui permet de déterminer les causes et les effets d'un phénomène.
Formulaire A3	Formulaires qui permettent aux employés d'établir leur feuille de route quotidienne ou mensuelle.
Gembawalk	Technique permettant de déterminer là où est créée la valeur ajoutée, où le client obtient sa satisfaction.
Plan d'expérience	Suite ordonnée d'une expérimentation permettant d'acquérir de nouvelles connaissances en contrôlant l'effet de nouveaux paramètres augmentés dans les inputs.
Roue Deming (PDCA)	Illustration de la démarche qualité qui permet d'améliorer sans cesse la qualité d'un produit ou d'un service. PDCA signifie Plan-Do-Check-Act ou Planifier-Agir-Surveiller-Agir.
Tableau de bord	Outils présentant plusieurs indicateurs de performance et permettant l'évaluation d'un poste de travail.
Monte Carlo	Outil permettant de faire la simulation de la production et l'anticipation de la rentabilité
Flowcharting	Représentation sous forme de diagramme de flux des processus et des interactions.
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> : amélioration de la performance qui passe par la réduction des causes de non performance.
Tables rondes quotidiennes	Outil d'amélioration de la communication, de l'interactivité et de la production des rapports dans un groupe.
Visites industrielles	Outil permettant la surveillance des procédés et des mécanismes de production au sein de l'entreprise.
Tack Time	Technique de détermination du rythme de production souvent comparé au temps du cycle de vie du produit. $Takt\ time = (\text{temps de vente de la période}) / (\text{nombre de pièces à livrer dans la période})$.
Coaching	Suivi, formation, accompagnement
Brainstorming	Technique de créativité collective consistant à laisser à chaque participant la possibilité de s'exprimer librement et de donner son point de vue.
Benchmarking (étalonnage)	Technique qui consiste à faire une approche comparative entre deux éléments du système afin de choisir la meilleure qualité.
CCV (Value Stream Mapping)	Signifie cartographie de la chaîne de valeur, est un outil puissant du Lean qui permet de détecter et d'éliminer les gaspillages dans la chaîne de production.

2.3. Théorie du management de projet

Plusieurs auteurs dans la littérature soutiennent à tort ou à raison qu'il n'existe pas une base théorique unifiée universellement reconnue en management de projet (Moris et Smyth, 2007 ; Söderland, 2004). Dans le cadre de cette thèse, nous choisissons de considérer la posture de Howell et Koskela (2000) qui affirment qu'il est possible de situer les bases théoriques du management de projet et celles-ci peuvent être décomposées en théorie du projet et en théorie du management. Vue sous cet angle, la production peut être considérée comme une série de transformations des projets au sein d'une entreprise. Il est entendu que le caractère unique du projet est relayé par sa nature, son lieu, sa durée de réalisation et ses spécificités en termes de parties prenantes. De même, selon Howell et Koskela, le management de projet prend en compte le contexte instable des projets, les actifs organisationnels et les facteurs environnementaux.

Pour Howell et Koskela (2000), les projets sont constitués d'un ensemble d'activités coordonnées qui permettent de produire les livrables des parties prenantes. Dans les entreprises de production, il s'agit généralement d'un ensemble de transformation d'opérations réalisées selon des contraintes concurrentes bien spécifiques (délais, coûts, contenu, qualité, risques, ressources, rendement). La réalisation des projets se fait le plus souvent par la décomposition du contenu du projet en un ensemble cohérent d'activités ou de lots de travail (PMI, 2013). Cette structure de découpage du projet, que la littérature nomme « cycle de vie du projet », permet d'obtenir les sous-projets, les phases, les livrables et les lots de travail.

La théorie du management selon Howell et Koskela (2000) se fonde sur trois modèles théoriques : le management de la planification, le modèle de la répartition et le modèle du thermostat. Le management par la planification met l'accent sur la planification globale du projet. Il s'agit d'élaborer un plan, le réviser et le mettre en œuvre. Le modèle de la répartition des tâches suppose que les activités planifiées peuvent être exécutées par notification du déclenchement du début de l'activité à l'exécutant. Le modèle du thermostat consiste à élaborer un standard de performance pour chaque projet. Cette performance est mesurée grâce aux inputs du projet. L'écart entre la valeur mesurée et la valeur standard initiale permet d'effectuer les actions correctives.

Dans « *Reinventing project management: the diamond approach to successful growth and innovation* », Shenhar et Dvir (2007, p.16) approuvent le point de vue de Howell et Koskela (2000) en précisant volontairement la différence théorique entre les projets et les opérations. Les opérations sont des activités répétitives et continues alors que les projets sont des initiatives uniques et temporelles. Les projets permettent de conduire des changements au sein des organisations. De ce point de vue, la production au sein des entreprises peut être comparée à la mise en œuvre d'un ensemble de projets. Toutefois, Shenhar et Dvir (2007) apportent une précision sur la considération des objectifs même du management de projet en tant que théorie. Pour eux, le management de projet, en plus d'être une théorie confirmée, doit s'orienter davantage vers la création d'une valeur ajoutée pour l'entreprise.

2.4. Théorie des contraintes

2.4.1. Présentation (Theory Of Constraints - TOC)

Les bases de la théorie des contraintes ont été introduites dans le courant des années 1980 par Goldratt (1984) dans son ouvrage intitulé *The goal*. Toutefois, c'est en 1990 que la théorie des contraintes s'est révélée comme un véritable paradigme en management lorsque Goldratt (1990) a affirmé que mettre l'accent sur le coût du produit ne peut pas promouvoir la performance globale d'une entreprise. La théorie des contraintes suppose que chaque organisation fait face à au moins une contrainte dans un cycle de production. Elle met l'accent sur l'amélioration des ventes par la gestion optimale des goulots d'étranglement dans l'ensemble du système de production. Dans sa conception philosophique, les prémisses de la théorie des contraintes se base sur le fait que l'objectif d'une entreprise est de faire plus d'argent maintenant et dans l'avenir (Goldratt 1990, p.12). La théorie des contraintes accorde une importance capitale aux ventes, plutôt qu'aux inventaires de stocks de produits fabriqués.

Selon Goldratt (1992), un contrainte est tout élément ou facteur qui limite le système de faire ce pour quoi il a été conçu. Plusieurs études ont montré que l'application de la théorie des contraintes au sein des organisations permettait d'améliorer considérablement la rentabilité des organisations (Mabin et Balderstone, 1998). La théorie des contraintes encourage les managers au sein des organisations à identifier le plus tôt possible les éléments qui peuvent limiter les options de réalisation des projets et à anticiper des solutions potentielles. Elle intervient plus particulièrement dans trois domaines précis : la logistique, la mesure des performances et la pensée logique (Cox et Spencer, 1998;

Simatupang *et al.*, 2004). Appliquée à la logistique, la théorie des contraintes permet de mettre en œuvre un séquençement adéquat des processus. Pour la mesure des performances, la théorie des contraintes prévoit la mesure des inventaires et des dépenses opérationnelles. Dans la pensée logique, la théorie des contraintes détermine les cinq étapes nécessaires à la gestion des contraintes :

1. identifier les contraintes du système ;
2. prendre des options pour exploiter les contraintes du système ;
3. subordonner toute action aux résultats obtenus de l'exploitation des contraintes ;
4. lever les contraintes du système ; et
5. reprendre à la première étape.

La théorie des contraintes s'est successivement développée dans le marketing (Goldratt, 1994) puis dans le management de projet (Goldratt, 1997). Elle permet en particulier la réduction des marges libres et totales, des temps de cycle et l'amélioration significative des performances des délais et des coûts des projets.

2.4.2. Management par la chaîne critique (Critical Chain Method - CCM)

La chaîne critique est une approche de management qui a été développée et mise au point par Goldratt (1997) et publiée dans son livre « *Critical Chain* ». Elle est le prolongement et l'application même de la théorie des contraintes dans le management de projet. Kendall et Austin (2013) affirment d'après leur étude que l'utilisation de la chaîne critique dans la gestion des projets a montré sa capacité à réduire fortement les gaspillages de temps, de ressources et à améliorer le contrôle des coûts. Ils ont listé un ensemble de 64 entreprises de secteurs divers qui ont fait l'expérience de cette démarche et dont les résultats obtenus ont tous été satisfaisants. De cette liste, plusieurs résultats attirent l'attention : dans le secteur de l'aérospatial par exemple, l'entreprise Lord Corporation mentionne une

amélioration de 60% de sa capacité de production sans aucun licenciement ni recrutement. Boeing (dans le domaine militaire) relève une réduction de plus de 50% du temps requis pour l'assemblage des ailes d'avion. Dans l'industrie de l'aluminium, l'entreprise Alcan Alesa Technologies parle d'une augmentation de 30% du nombre de projets achevés dans les délais. Dans l'industrie de l'automobile, Chrysler note une réduction du temps de cycle de construction des prototypes de 12 à 7 mois. Dans le secteur des communications, le cas le plus frappant est celui de l'entreprise eIRcom qui relève une augmentation de 40 à 90% des projets terminés à temps avec une réduction des délais de traitement de 150 à 30 jours. Dans l'industrie métallurgique, l'entreprise Tata Steel évoque une amélioration de 68% de la rapidité d'exécution des projets, avec un temps d'arrêt des activités planifiées qui est passé de 11 jours à 5 jours. Du côté du textile, Skye Group mentionne une réduction de 30% des délais de traitement avec 100% des dates de livraison honorées.

Les objectifs visés par la théorie des contraintes consistent à favoriser l'efficacité des équipes de projet, à éviter les goulots d'étranglement et à favoriser la réalisation des projets dans des délais plus courts.

2.4.3. Étapes de la planification par la chaîne critique

Goldratt (1997) énumère les étapes de la mise en œuvre de la planification par la chaîne critique. Il s'agit de :

1. parcourir la chaîne de production pour déterminer la date de fin du projet et utiliser la date de livraison comme la cible à atteindre ;
2. planifier les activités avec la méthode classique du chemin critique (Critical Path Method) en se callant sur la date de réalisation au plus tard ;

3. changer l'estimation des durées des activités en intégrant la disponibilité des ressources et les contraintes de l'entreprise ;
4. procéder à l'élimination des conflits de ressources pour déterminer la chaîne critique du projet. Cette étape constitue le nivellement des ressources et s'effectue à plusieurs reprises ; et
5. ajouter les délais de contingence pour gérer les écarts de temps et de ressource. Ces aléas sont des tampons et se présentent sous trois formes : les tampons pour le projet qui protège l'ensemble de la chaîne critique contre les imprévus, les tampons pour les chemins secondaires qui permettent de se rassurer que les tâches non critiques ne vont pas basculer sur le chemin critique après la variation de leur délai, les tampons sur les ressources comme alerte qu'il est temps de s'occuper d'une activité de la chaîne critique.

2.5. Théorie des modèles

Élaborer un modèle du MPL nécessite également de cerner les contours de la théorie des modèles illustrée par Alain Badiou (1969) dans son ouvrage philosophique intitulé « *Le concept de modèle* ».

La théorie des modèles qui a donné naissance au concept de modèle a été élaborée par Alfred Tarski (1901-1983) dans les années 1950 (Tarski, 1954-55) et publiée en 1973. Selon Tarski, le modèle permet de mettre en évidence une interaction philosophique : le rapport entre la réalité et la pensée. Ce rapport se traduit dans la pratique par l'articulation et l'enchaînement logique de plusieurs symboles avec parfois des signes mathématiques. Dans le « *concept de modèle* », Badiou (1969) rappelle qu'un modèle doit éviter le risque épistémologique d'en dire trop pour qui pratique la science spécialisée et moins pour les autres. Il est important de bien doser les connaissances à transmettre et la pensée que l'on veut exprimer. Un modèle doit être circonscrit, précis et spécifique. Il doit représenter la

réalité que son auteur veut construire ou expliquer. Il doit viser tout droit vers l'objectif principal.

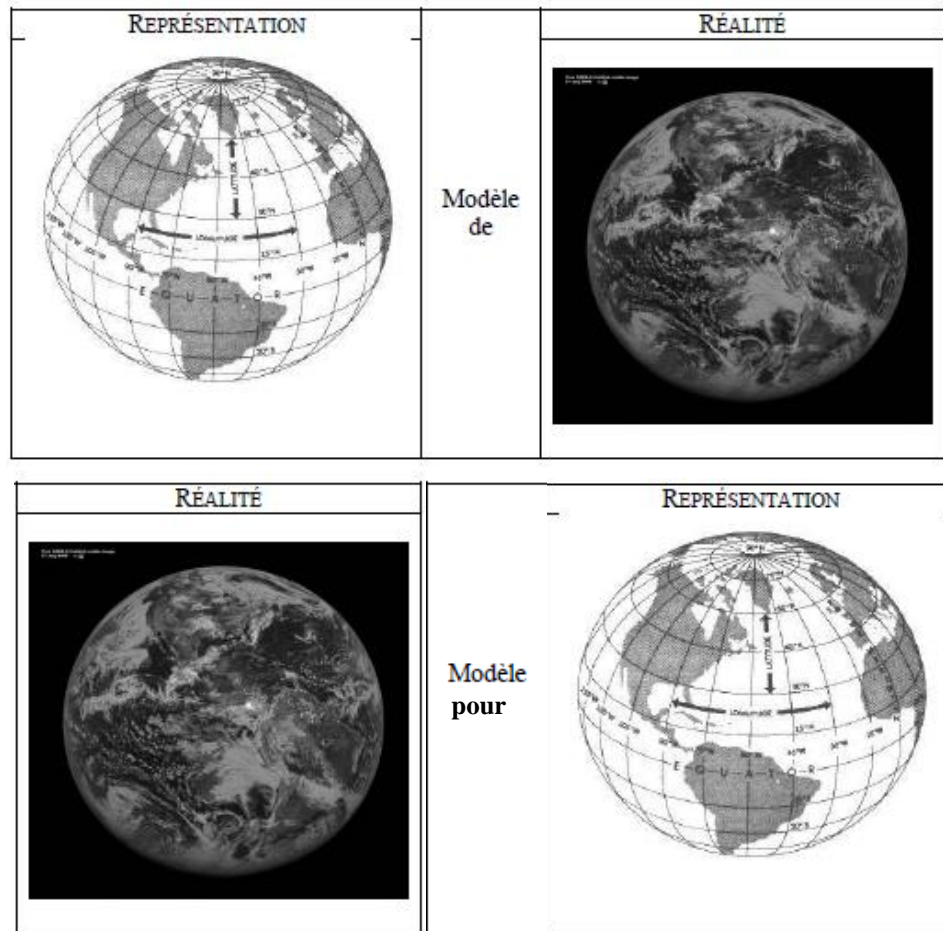
Le mot *modèle* est devenu un mot clé de la logique puisqu'il permet d'établir un langage dépourvu de toute ambiguïté. L'*Encyclopédie Philosophique Universelle* (tome 2, p. 1646) le définit comme étant « *une représentation simplifiée, souvent mathématisée, de relations ou de fonctions unissant les unités d'un système* ».

Plusieurs autres sens peuvent être donnés au concept *modèle*. En théorie des modèles, il a deux sens opposés en fonction de l'article qui l'accompagne : il peut être soit « *modèle pour* » ou alors « *modèle de* ». La distinction entre ces deux expressions réside sur le fait que « *modèle de* » est un modèle-représentation qui permet de modéliser la réalité perçue avec des signes et des symboles alors que « *modèle pour* » est un modèle-réalité qui permet de présenter les phénomènes tels qu'ils devraient être et non tels qu'ils sont.

L'illustration présentée à la Figure 2-4 par Badiou (1969) permet de bien comprendre la nuance entre les deux sens de modèles.

Comme on peut le constater, en sciences de la gestion, nous sommes du côté du nu artistique, ou « *modèle-réalité* » ou encore « *modèle pour* ». Pour comprendre cela, il suffit de considérer les organisations comme étant des sujets imparfaits qui ont besoin de s'améliorer de manière continue. Cette amélioration s'effectue grâce à la mise en œuvre des principes élaborés dans le cadre des « *modèles pour* ».

Figure 2-4. Représentation des deux types de modèle selon *Badiou (1969)*



Les modèles ont, en théorie, une valeur de représentation. La question principale qui préoccupe le concepteur est celle de sa validité et de sa généralisation. Un modèle doit être testé sur plusieurs cas, à des périodes différentes et dans des environnements distincts. Dans la pratique, il est difficile de tester en milieu organisationnel l'ensemble des cas possibles qui permettent d'affirmer avec certitude que le modèle est valide. Un cas unique sur lequel un modèle est testé entraîne un pouvoir d'interprétation incertain avec une marge d'erreur très grande. Ainsi, selon Badiou (1969), dans le domaine des sciences de la gestion, ce qui est généralement fait, est que les entreprises essayent de recopier les modèles qui ont fait des succès, dans certaines entreprises similaires. Ces entreprises mettent en œuvre ces modèles dans leur environnement en tenant compte de l'influence de celui-ci sur les résultats escomptés. C'est l'originalité des modèles dans cette discipline.

Selon les principes de représentation des modèles, il faut premièrement développer une théorie à partir de laquelle le modèle schématique est élaboré. La théorie précède le modèle. La formalisation d'une théorie peut se situer à trois niveaux :

- **le niveau 0** : dans cette catégorie, le concepteur se base uniquement sur son intuition des objets à l'étude. Il n'y a pas une grande formulation, même si elle peut exister parfois symboliquement ;
- **le niveau 1** : la théorie des axiomes. Le concepteur se démarque de l'intuition et justifie sa théorie sur la base d'axiomes qui sont des propositions vraies qui n'ont pas besoin de preuves ; et
- **le niveau 2** : la théorie axiomatique formelle. Le concepteur base sa théorie sur les axiomes et la logique habituelle.

Les sciences de la gestion peuvent se classer au *niveau 1* car les faits constatés au sein des organisations sont réels et vérifiables. Malgré leurs diversités, les modèles en sciences

de la gestion ont plusieurs caractères en commun : ils prévoient l'inclusion des variables dites exogènes ou indépendantes qui permettent d'expliquer le modèle. Ces variables ont généralement trait aux facteurs environnementaux ou aux actifs des organisations qui font l'objet de l'étude. Ce sont très souvent des facteurs qui peuvent être favorables ou défavorables aux performances de l'entreprise. Il s'agit, par exemple, des politiques des pouvoirs publics, de l'impact des marchés, des risques de financement, des seuils de tolérance aux risques, des leçons apprises des projets précédents, des informations historiques de l'entreprise, des bases de données commerciales et publiques, des fichiers, de la technologie, de la culture, de l'éthique, des normes gouvernementales et internationales. Viennent ensuite les variables dites dépendantes que le modèle cherche à expliquer par les variables exogènes. Les modèles prévoient également des coefficients qui encadrent la variation des variables dépendantes.

Quelle que soit la formulation du modèle, il est important de bien vérifier qu'il produit des conclusions acceptables et précises par rapport au phénomène étudié. Les faits stylés doivent être testés afin de produire une évaluation formelle qui répond aux principales conclusions énoncées. Cela dit, il arrive que le caractère aléatoire des variables entrave les conclusions énoncées.

2.6. Conclusion

Ce chapitre pose les bases des théories qui vont permettre de développer, au Chapitre 4, le modèle du MPL proposé. Ainsi, la théorie de la production Lean présente la philosophie de production sans gaspillages et d'amélioration continue.

La théorie du management de projet de Howell et Koskela (2000) permet de considérer les projets comme une série de transformations et le management comme étant la planification, le contrôle et l'exécution.

La théorie des contraintes de Goldratt (1990) permet de lever la difficulté majeure des chefs de projet qui se préoccupent de l'indisponibilité des ressources dans les équipes de projet.

Finalement, la théorie des modèles de Badiou (1969) nous situe dans un cas de modèle-réalité ou « *modèle pour* ».

CHAPITRE 3

3

REVUE DE LITTÉRATURE

3.1. Introduction

Les fondements du management de projet ne sont pas récents. Dans sa forme actuelle, le management de projet a fait l'objet d'une multitude de modèles. De fait, une revue de littérature des articles publiés entre 1990 et 2013 dans le *Project Management Journal*, l'*International Journal of Project Management*, La Cible, le *Project Management Network*, montre que les chercheurs du milieu universitaire, les professionnels en milieu organisationnel et les organismes de normalisation en management de projet ont développé des modèles qui diffèrent davantage sur les approches que sur les concepts.

Ce chapitre présente de manière synthétique les modèles dominants dans la discipline du management de projet et leur approche de la gestion des gaspillages. D'entrée de jeu, il est important de mentionner que ces différents modèles n'insistent pas sur la gestion des gaspillages qui ont été énumérés par Ohno (1978) et complétés par Liker (2009). Certes, certains corpus de connaissance, tels que le PMBOK® dans sa cinquième version, font allusion au plan de management de la qualité et au plan d'amélioration des processus pour atténuer certains gaspillages dans les projets. Cependant, les outils présentés dans ces plans, comme par exemple, le diagramme de contrôle, le diagramme de Pareto, le diagramme d'Ishikawa ou encore les audits qualités, ne règlent pas entièrement la question des gaspillages énumérés par Ohno (1978) :

- **surproduction** : les unités supplémentaires des produits constituent inmanquablement des gaspillages pour l'entreprise. Leur élimination accroît sans doute la productivité ;
- **temps d'attente** : les processus bloqués en aval à cause de l'attente d'un intrant ou d'un résultat en amont créent des gaspillages pour l'organisation ;

- **transports ou manutentions inutiles** : se déplacer ou déplacer un bien d'un lieu à un autre engendre une perte de temps et une consommation inutile de la main d'œuvre ;
- **usinages inutiles ou procédures mal faites** : les actions inutiles et les procédures mal faites engendrent des gaspillages ;
- **stocks excédentaires** : ils occupent une place et nécessitent un entretien permanent. Ces activités constituent pour le management *Lean* une source de gaspillage à prendre en compte ;
- **gestes inutiles** : chaque geste qui n'apporte pas significativement de la valeur au produit tel que le client le définit est une source de gaspillage ;
- **défauts et non-conformités** : les temps de réparation des pièces défectueuses, les ressources mobilisées pour les actions correctives ou préventives constituent des gaspillages pour l'entreprise.

Liker (2009) pense même qu'à cette liste présentée par Ohno (1978), il est important d'ajouter la productivité inexploitée qui consiste à gaspiller des idées provenant de la main d'œuvre qualifiée.

Dans le but de permettre une meilleure appréciation des limites des modèles dominants en management de projet par rapport à la gestion des gaspillages, il semble pertinent de présenter d'abord les principes du MPL, puis, ses moyens et ses résultats.

3.2. MPL : principes, moyens et résultats

Le MPL est une démarche relativement nouvelle. La littérature attribue ses premiers pas à Koskela (1992) qui est, selon Ballard et Tommelein (2012), le premier auteur à connecter la philosophie du Lean à la démarche du management de projet. Koskela (1992) s'est

intéressé aux projets de construction et a mené des recherches qui ont révélé de graves dysfonctionnements dans le management de ce type de projet. Il était alors question de proposer un nouveau modèle de management de projet qui doit s'inspirer de l'industrie manufacturière et particulièrement du modèle de production de Toyota. Koskela a parlé pour la première fois du *Lean construction* et plus tard du *MPL* comme étant cette nouvelle démarche (Ballard, 1993).

Lors de la première convention annuelle de l'*International Group for Lean Construction* en Finlande en août 1993, Koskela et Ballard ont présenté au groupe de chercheurs présents le *Lean construction*, puis le *MPL* comme nouveaux modèles de management de projet qui imbriquent simultanément la philosophie du *Lean* d'une part et celle du *project management* d'autre part (Ballard et al., 1993a).

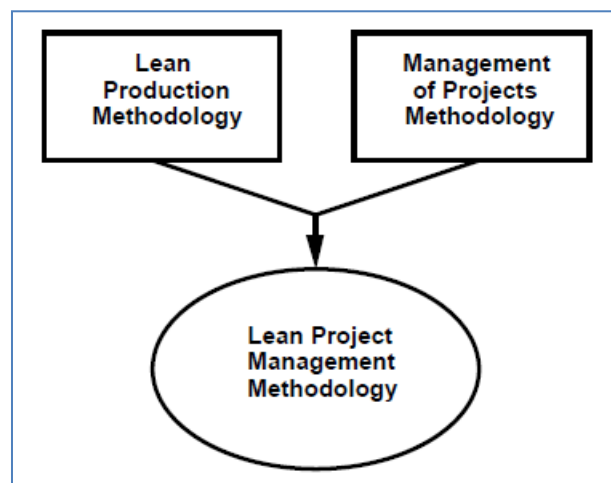
3.2.1. Principes du MPL

Dans une logique de management de projet qui prend en compte la gestion des gaspillages telle que présentée par Ohno (1978) et complétée par Liker (2009), les principes du MPL considèrent que chaque système de production commence par la conception, passe par la planification, la réalisation et la livraison du produit final au client. Selon Howell et Koskela (2000), la vision intégrative du Lean et du management de projet a pour objectif l'optimisation de la performance des projets par la réduction des coûts, des délais et par l'augmentation de la valeur du produit à livrer au client.

Horman et Kenley (2002) se sont intéressés au travail de Koskela (2000) et ont publié un article commun dans lequel ils considèrent que le MPL peut être perçu comme une connexion entre les cinq principes du Lean énoncés par Womack et Jones (2005) et la

vision du management de projet définie par Morris (1994). La Figure 3-1 est extraite de l'article publié par Horman et Kenley sur le MPL. Elle montre que le management de projet Lean est une combinaison des principes de la production Lean et des bonnes pratiques du management de projets.

Figure 3-1. Interconnexion du Lean et du management de projet



Source : *Horman et Kenley (2002, p.2)*

Plus tard en 2005, Leach publie un livre intitulé « *Lean Project Management: eight principles for success* » dans lequel il confirme que l'élément central côté management de projet, qui doit être valorisé dans une démarche du MPL, doit être l'utilisation de la chaîne critique en lieu et place de la méthode du chemin critique. De fait, selon Leach (2005), la combinaison de la méthode de la chaîne critique aux outils de la production *Lean* permet d'accélérer les performances des projets en entreprise. Pour Leach, le management basé sur une approche MPL doit prendre en considération huit principes : définir l'architecture du

projet, élaborer un cadre de gestion des ressources humaines, créer une charte de projet avant le commencement, viser des solutions justes pour la résolution des problèmes, mettre sur pied un système de gestion des marges et des écarts, anticiper le management des risques du projet, élaborer un plan de projet réaliste et répartir les activités d'exécution sans chevauchement.

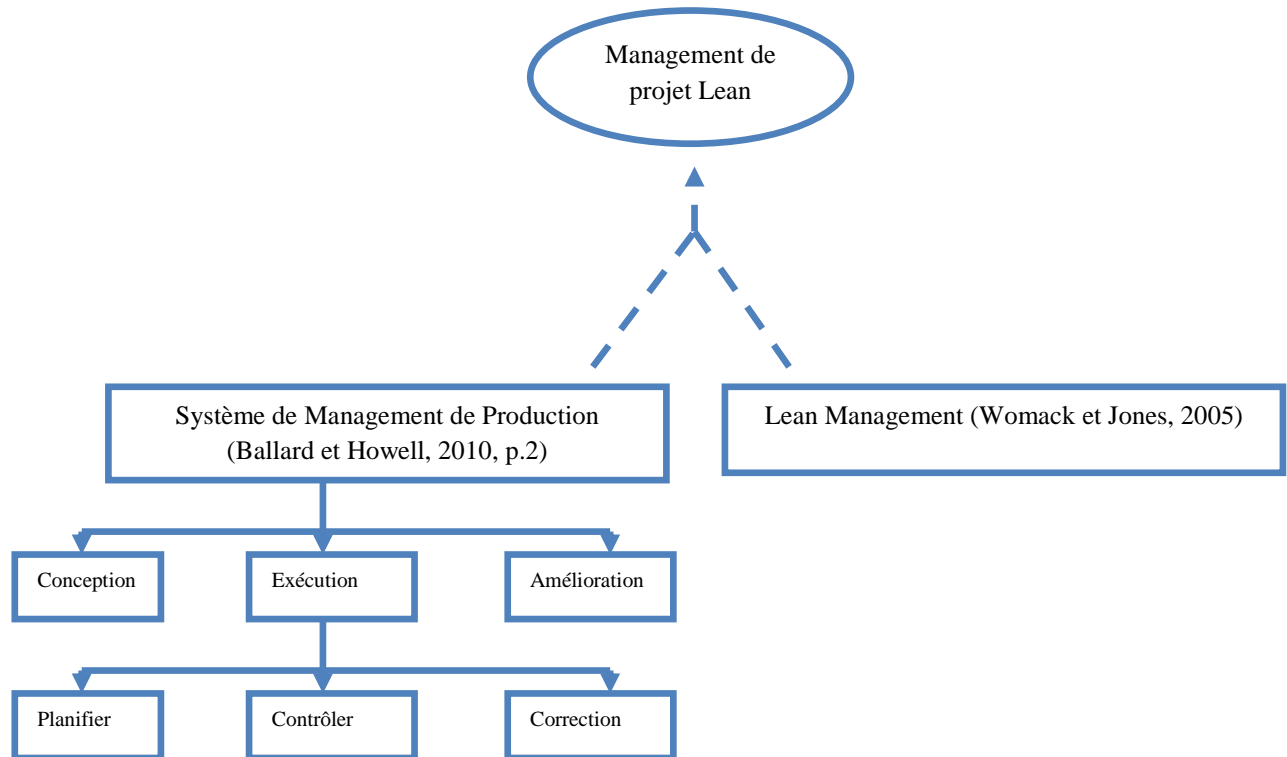
En octobre 2010, Ballard et Howell publiaient un article intitulé « *Lean Project Management* » dans lequel ils présentent un premier modèle du MPL adossé sur la mise en œuvre de quatre outils principaux :

1. le système du dernier planificateur ;
2. le management par la chaîne critique ;
3. les itérations positives dans le management de la valeur acquise ; et
4. l'intégration des outils et techniques du *Lean* pendant la phase de réalisation.

Pour Ballard et Howell (2010), le MPL diffère du management de projet non pas seulement sur le plan des objectifs poursuivis, mais également sur la structuration des phases qui le composent. Chaque nouveau produit est considéré comme un projet puisqu'il faut mobiliser de nouvelles ressources, prendre en compte de nouvelles contraintes et respecter certaines exigences spécifiques à la demande du client. Ces auteurs rapprochent le MPL au système de production des entreprises et pensent que le MPL intervient beaucoup plus dans les deux premières phases de la production : la conception et la réalisation du produit.

Le modèle de Ballard et Howell (2010), présenté dans la Figure 3-2, combine la philosophie Lean décrite par Womack et Jones (2005) et le cycle de vie du système de production.

Figure 3-2. Le MPLMPL selon Ballard et Howell (2010)



3.2.2. Moyens et résultats d'une démarche MPL

Le MPL n'utilise pas les mêmes moyens que les démarches traditionnelles de management de projet et produit par conséquent des résultats différents (Horman et Kenley, 2002). Alors que le management de projet classique propose à chaque fois une diversité d'outils et de techniques pour résoudre un problème donné ou pour mettre en œuvre un processus tout en laissant le choix des options aux chefs de projet, la démarche MPL précise l'outil spécifique qui permet de résoudre le problème tout en évitant les gaspillages. C'est le cas par exemple de l'outil *Cartographie de la Chaîne de Valeur* (CCV) qui est considéré dans une logique du Lean comme la porte d'entrée de la méthode pendant la

phase de planification du projet. Cet outil permet de visualiser la totalité de la chaîne de production, de l'approvisionnement en matières premières à la livraison finale chez le client. De même, les méthodes classiques de management de projet proposent plusieurs options pour la planification des projets. Il est possible de citer, par exemple, la méthode du chemin critique qui insiste davantage sur la durée du projet plutôt que sur la disponibilité des ressources. Dans une logique du Lean par contre, l'outil de planification qui combine à la fois l'élimination des gaspillages et l'anticipation des risques de retard est la méthode de la chaîne critique (Goldratt, 1997). Cet outil est prescrit aux professionnels malgré la complexité de sa mise en œuvre. Dans une planification par la chaîne critique, l'accent est mis sur la disponibilité des ressources. La démarche considère que la durée de réalisation d'un projet est un but et non un moyen. Pour parvenir à obtenir des durées moins flexibles de réalisation des projets, il est conseillé de considérer la disponibilité des ressources (humaines et matérielles) comme étant la principale contrainte. Ainsi, après avoir obtenu le chemin critique du projet, une seconde planification est élaborée en s'intéressant cette fois à la disponibilité des différentes ressources identifiées. Avec cette démarche, le chef de projet et les autres membres de l'équipe de projet lient la problématique de la durée de réalisation du projet à celle des ressources à affecter. Il devient plus sécurisant d'élaborer un plan de management de projet réalisable. En utilisant des outils spécifiques orientés vers l'élimination des gaspillages, les résultats escomptés dans une gestion MPL se distinguent clairement de ceux visés dans une démarche classique de management de projet où ceux-ci sont davantage orientés vers la satisfaction des exigences des parties prenantes. Nous savons que pour les dirigeants au sein des entreprises de production, respecter les exigences

des clients ne signifie pas nécessairement obtenir un bon profit. Ainsi, dans une démarche MPL, le chef de projet ne s'intéresse pas seulement aux exigences du client, mais aussi aux moyens d'optimiser les gains de productivité pour l'entreprise réalisatrice. L'une des pistes pour y parvenir efficacement est la détection et l'élimination des gaspillages dans la chaîne de production (Horman et Kenley, 2002). De ce fait, le chef de projet dans une approche MPL vise trois objectifs :

1. produire les livrables du client tel qu'il le veut, ni plus ni moins ;
2. maximiser la valeur ; et
3. minimiser les gaspillages.

3.3. Brève genèse du management de projet

En considérant que « gérer » consiste à planifier, organiser, diriger et contrôler (Fayol, 1916), et en regardant les projets selon AFNOR X50-115 comme étant « un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques », nous pouvons soutenir sans crainte que le management de projet existe depuis longtemps. Par exemple, en se référant à la période antique, nous constatons la réalisation des grands ouvrages prodigieux, parfois sous des contraintes concurrentes sévères. Nous pouvons citer, dans ce cas, la construction de la pyramide de Khéops en Égypte encore appelée la grande pyramide de Gizeh vers l'an 2560 av. J.-C., la construction des jardins suspendus de Babylone en Irak qui date du VI^e siècle av. J.-C., la gravure de la statue Chryséléphantine de Zeus en Grèce ou encore le mausolée d'Halicarnasse en Turquie à l'an 353 av. J.-C. Comment ne pas affirmer que la réalisation de ces œuvres gigantesques relevait de la maîtrise des outils de

gestion sophistiqués et de la capacité à gérer, à diriger, à organiser et à contrôler les ressources disponibles ? Il est certain que les pratiques de gestion de l'antiquité étaient adaptées à cette ère pour favoriser la réalisation de ces types de projets. Nous pouvons comprendre qu'il aurait parfois été possible de faire dans l'improvisation et le tâtonnement. De même, nous pouvons également entrevoir que l'absence de certaines technologies et de certains outils de l'information et des communications contribuaient à augmenter les durées, les coûts et l'utilisation des ressources. Une chose est certaine, la mise en œuvre des grands projets de l'antiquité relevait du management de projet. De ce point de vue, il ne serait pas erroné de remonter l'histoire du management de projet bien plus tôt, puisqu'opérationnellement, ces travaux nécessitaient de grandes capacités intellectuelles dans les domaines de la planification, de l'exécution et du contrôle des ressources humaines et matérielles.

En ce qui concerne le management de projet moderne, il est possible de situer ses débuts à l'époque où Fayol (1916) a défini les cinq fonctions principales d'un gestionnaire : planifier, organiser, diriger, coordonner et contrôler (PODC). Certains auteurs, comme Morris et Hough (1987) pensent plutôt que le management moderne des projets est plus récent et puise ses origines des projets datant de la deuxième guerre mondiale, lorsqu'il fallait développer des grands projets de création de missiles de guerre et mettre en œuvre la bombe atomique. De même, pour Snyder et Kline (1987), le management de projet moderne est né de la création de la méthode du chemin critique (*Critical Path Method - CPM*) dans les années 1950. Quoi qu'il en soit, s'il faut parler du management de projet tel qu'il est perçu aujourd'hui, sous une forme beaucoup plus systémique, il semble pertinent

de considérer le découpage historique élaboré par le professeur Kwak (2003). En effet, Kwak considère que l'histoire du management de projet moderne peut être décomposée en quatre temps.

La première période est celle allant des années 1900 à 1957. Elle a été stimulée par une série d'innovations technologiques étalées au long du 20^e siècle. C'est au début de ce siècle (1910) que Henry Gantt a inventé le Diagramme de Gantt (Herrmann, 2005). C'est également dans cette période qu'Henri Fayol a publié les fonctions d'un gestionnaire et développé les quatorze principes du management. De même, la structuration des activités d'un projet a permis de mettre sur pied le concept de structure de découpage du projet (SDP). La théorie de Monte Carlo a également permis d'effectuer des simulations pour l'estimation des risques et des délais dans les projets.

La deuxième période va de 1958 à 1979 et peut être considérée comme l'ère du management de projet scientifique. La création des associations professionnelles de management de projet a ouvert la voie à plusieurs modèles et corpus de connaissance dans la discipline. L'*International Project Management Association* (IPMA[®]) pose ses fondements en 1964, le *Project Management Institute* (PMI[®]) est créé en 1969. L'invention de la méthode du chemin critique et du PERT a donné la possibilité d'obtenir de plus en plus de réductions sur les durées de réalisation des projets. La structuration des bureaux de projet a encouragé les entreprises à opter davantage pour des structures organisationnelles matricielles avec une mixité des rôles et responsabilités entre les responsables fonctionnels des départements et les chefs de projet.

La troisième période, celle de 1980 à 1994, est marquée par un grand intéressement des chercheurs qui ont multiplié les thèmes de recherches pour faire avancer la discipline. Ainsi, les chercheurs de l'IPMA[®], par exemple, prenaient le pas sur le management des parties prenantes lorsque ceux de l'*Association of Project Management* (APM[®]) développaient le management par exception.

La dernière période, celle de 1995 à nos jours, peut être considérée comme la période pendant laquelle la discipline a atteint sa véritable vitesse de croisière. Elle est marquée par deux événements majeurs : d'abord, l'élaboration de la théorie de la chaîne critique, ensuite la rude concurrence à la fois sur le champ théorique que pratique des différents courants de pensées et des modèles de management de projet. La théorie de la chaîne critique, développée et mise au point par Goldratt (1997), a permis d'optimiser la méthode du chemin critique en prenant en intégrant aussi la gestion de l'indisponibilité des ressources dans les projets. La rude concurrence, tant dans les écrits théoriques que dans l'exercice de la profession, se manifeste par l'adhésion parfois inavoué des chercheurs et des professionnels à un courant de pensée ou à une idéologie spécifique.

Tel que présenté, nous constatons que le management de projet a connu une évolution remarquable. Plusieurs modèles sont désormais présents dans la discipline.

3.4. Les modèles dominants en management de projet

Plusieurs modèles de management de projet se sont développés au fil des années. La majorité de ces postures épistémologiques relève du positivisme puisque des lignes directrices, des outils, des techniques et parfois, des compétences sont établis à un niveau général pour être appliqués dans des projets spécifiques. La discipline du management de projet a ses concepts, mais leurs mises en œuvre varient d'un modèle à un autre.

Si en théorie, il existe une diversité de modèles et de visions dans la discipline du management de projet, il faut reconnaître que dans la pratique, toutes ces différences conceptuelles se chevauchent. Chercheurs et professionnels sont par exemple d'accord sur les principaux éléments qui permettent de définir un projet et que nous traduisons comme suit : *initiative temporelle et unique réalisée suivant certaines contraintes (contenu, délais, coûts, risques, qualité, ressources, rendement) ayant pour but de satisfaire les exigences des parties prenantes et d'apporter une valeur ajoutée à l'organisation (PMI, 2013 ; ISO, 2012 ; APM, 2013 ; IPMA, 2006).*

Les modèles contemporains de management de projet sont davantage divergents sur la démarche que le chef de projet et les autres parties prenantes doivent adopter dans un projet Morris et Smyth (2007). Cependant, ces modèles présentent presque tous les mêmes palettes d'outils et de techniques, puisque ceux-ci proviennent d'autres domaines tels que l'Économie, le Droit, la Finance ou encore la Mathématique. C'est le cas, par exemple, de l'étalonnage, qui provient de la mercatique et qui est très utilisée pour la gestion de la

qualité, consistant à analyser les modes de gestion des entreprises d'un même secteur et de s'en inspirer afin d'en tirer un meilleur avantage.

Morris et Smyth (2007) constatent qu'il existe trois modèles dominants dans la discipline du management de projet : le corpus de connaissance du Project Management Institute (PMI[®]), le corpus de compétence de l'International Project Management Association (IPMA[®]) et le corpus de connaissance élaboré simultanément par l'Association of Project Management (APM[®]) ainsi que par l'Office of Government Commerce (OGC). En plus de ces modèles dominants, plusieurs équipes de recherche en management de projet et certains organismes soutenus par les gouvernements nationaux ont développé des modèles intéressants pour la gestion de certains projets spécifiques. On peut citer à titre d'exemple le standard ouvert HERMES développé par la Confédération Suisse et adapté à la gestion des projets informatiques, les prestations de services et des produits ou encore la norme *Project and Program Management for Enterprise Innovation* (P2M) développée en 2003 par le gouvernement japonais à travers son bras séculier le *Project Management Association of Japan* (PMAJ) et très conseillé pour le management des projets d'innovation. De même, le modèle *Agile* est une approche itérative et incrémentale permettant de diviser l'ensemble du projet en petites unités et d'y appliquer des actions flexibles pilotées par objectifs. On peut aussi citer les méthodes *Process Chain Management* adaptées pour le management des processus de transformation, la méthode *Six Sigma* conseillée pour un projet de production sans défaut et visant la qualité totale, la méthode *Benefits Realization Management* axée sur le retour sur investissement, le modèle *Event Chain Methodology* orienté pour le management des évènements.

S'agissant des modèles dominants présentés par Morris et Smyth (2007), le PMI[®] a développé le corpus de connaissance en management de projet (en anglais Project Management Body of Knowledge - PMBOK[®]). Le PMI[®], dont le siège est situé aux États-Unis, est une association professionnelle de management de projet qui a revendiqué 438 357 membres dans 193 pays au 30 septembre 2013 (PMI, 2013). Le management de projet selon le modèle du PMBOK[®] dans sa 5^e version adopte l'approche processus et s'articule autour de 47 processus segmentés en cinq groupes : initiation, planification, exécution, surveillance et maîtrise, clôture. Ces groupes de processus transcendent dix domaines de connaissance : management de l'intégration, management du contenu, management des délais, management des coûts, management de la qualité, management des ressources humaines, management des communications, management des risques, management des approvisionnements et management des parties prenantes. Pour valider les acquis professionnels et pratiques de ses membres, le PMI[®] propose à ce jour huit certifications professionnelles basées sur des aspects du management de projet :

- Certifié Associé au chef de projet (CAPM)[®] ;
- Chef de projet certifié (PMP)[®] ;
- Chef de programme certifié (PgMP)[®] ;
- Chef de portefeuille certifié (PfMP)SM ;
- PMI Agile certifié (PMI-ACP)[®] ;
- PMI Analyste d'affaires Professionnel ;
- PMI manager de risque professionnel (PMI-RMP)[®] ; et
- PMI manager des délais professionnel (PMI-SP)[®] .

La Figure 3-3 présente les standards, les bonnes pratiques et les extensions développés par le PMI[®] qui complètent le PMBOK[®]. Une recherche dans le PMBOK[®] v5 sur le mot gaspillage nous a permis d'obtenir un résultat : au Chapitre 8 réservé au management de la qualité (PMBOK[®], v5, p. 244), il est écrit à la Section 8.2 :

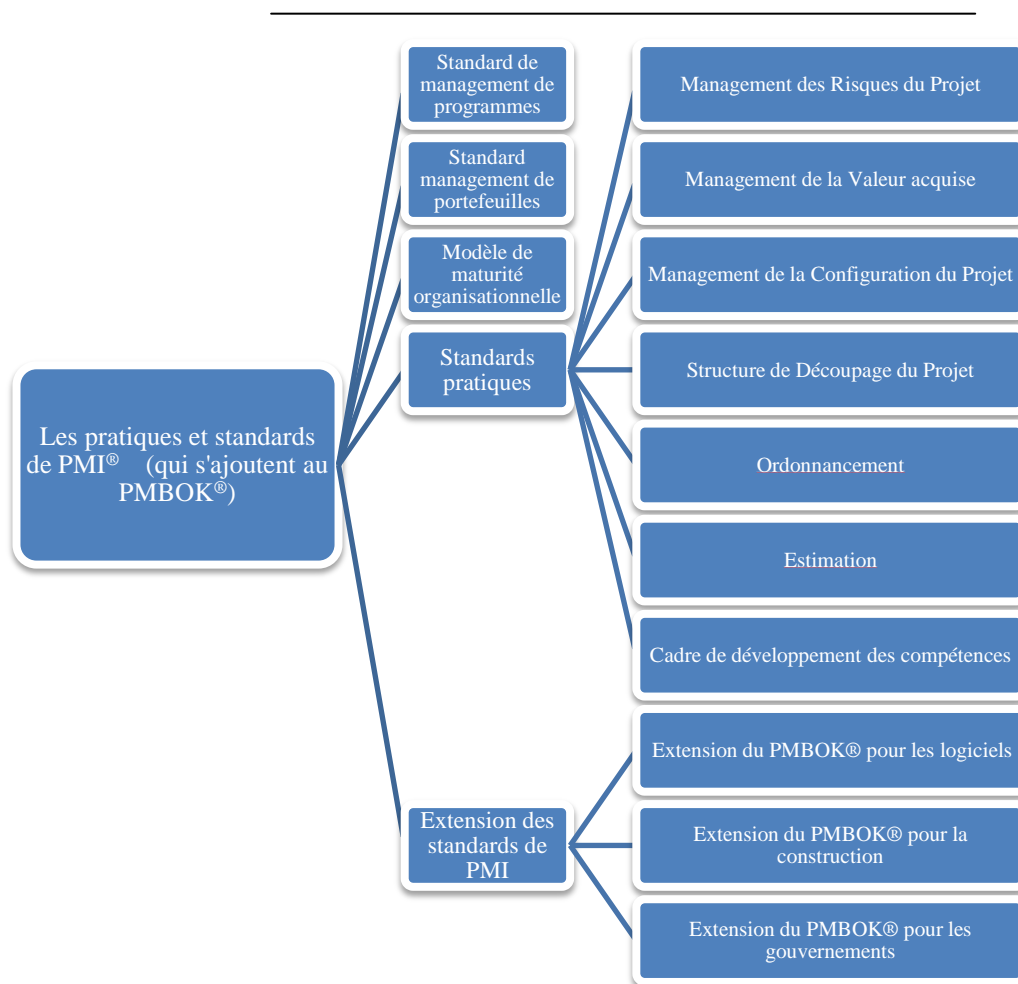
Mettre en œuvre l'assurance qualité couvre également l'amélioration continue des processus, qui est un moyen itératif d'améliorer la qualité de tous les processus. L'amélioration continue des processus réduit le gaspillage et élimine les activités sans valeur ajoutée, ce qui permet aux processus de fonctionner à des niveaux accrus d'efficacité (PMBOK[®], v5, p. 244).

Bien que PMI[®] aborde la question des gaspillages dans son corpus de connaissances, le problème posé par Horman et Kenley (2002), que nous avons présenté à la Section 1.2, demeure pour trois raisons :

- 1- PMI[®] ne donne aucune définition au mot « gaspillage ». Il ne cite pas non plus les types de gaspillages dont il est question. Cette absence de précision ouvre la voie à la recherche.
- 2- Le PMBOK[®] est un guide qui présente un éventail d'outils et de techniques tout en laissant le choix aux chercheurs et professionnels de sélectionner les outils et les techniques en fonction des cas empiriques (PMBOK[®], v5, p. 47).

- 3- À la Section 1.1 du PMBOK® v5, il est mentionné qu'il « *est possible d'utiliser différentes méthodologies et différents outils (comme agile, waterfall, PRINCE2, etc.), pour mettre en place un cadre de management de projet* ».

Figure 3-3. Les standards, les bonnes pratiques et les extensions qui complètent le Guide PMBOK®, v5



Source. Figure réalisée à partir des informations recueillies dans les standards de PMI (2013)

Par ailleurs, s'agissant du management de la qualité, PMI (2013) évoque trois processus à mettre en œuvre : planifier le management de la qualité, mettre en œuvre l'assurance qualité et mettre en œuvre le contrôle qualité. Le processus de planification du management de la qualité consiste à identifier les exigences de qualité et à établir les listes de contrôle qualité. La mise en œuvre de l'assurance qualité permet d'auditer les exigences de qualité des parties prenantes et de s'assurer que les procédures sont faites selon les standards existants. Enfin, mettre en œuvre le contrôle qualité, selon PMI[®], consiste à surveiller et évaluer la performance du projet et à recommander les actions correctives ou préventives nécessaires. Tous ces processus se font habituellement grâce aux outils et techniques tels que : le diagramme de Pareto, le diagramme d'Ishikawa, le diagramme de contrôle, les audits et les inspections.

Le deuxième modèle dominant selon Morris et Smyth (2007) est celui élaboré par IPMA[®] à travers son corpus de compétences IPMA Competence Baseline (ICB[®]). IPMA[®] est un réseau international fédérant 57 associations professionnelles nationales de management de projet présentes sur les cinq continents et ayant son siège social en Suisse. Au 27^e congrès annuel de l'IPMA[®] à Dubrovnik en Croatie en octobre 2013, IPMA[®] a réclaté 55 000 membres individuels en plus de son réseau d'associations nationales (IPMA[®], 2013). Les auteurs reconnaissent que le modèle ICB[®] a été le premier à attirer l'attention de la communauté universitaire et professionnelle sur l'importance du management des parties prenantes dans les projets. Selon ICB[®], le métier de chef de projet nécessite 46 compétences clés :

- vingt compétences techniques ;
- quinze compétences comportementales et de leadership ; et

- onze compétences contextuelles liées à l'environnement du projet.

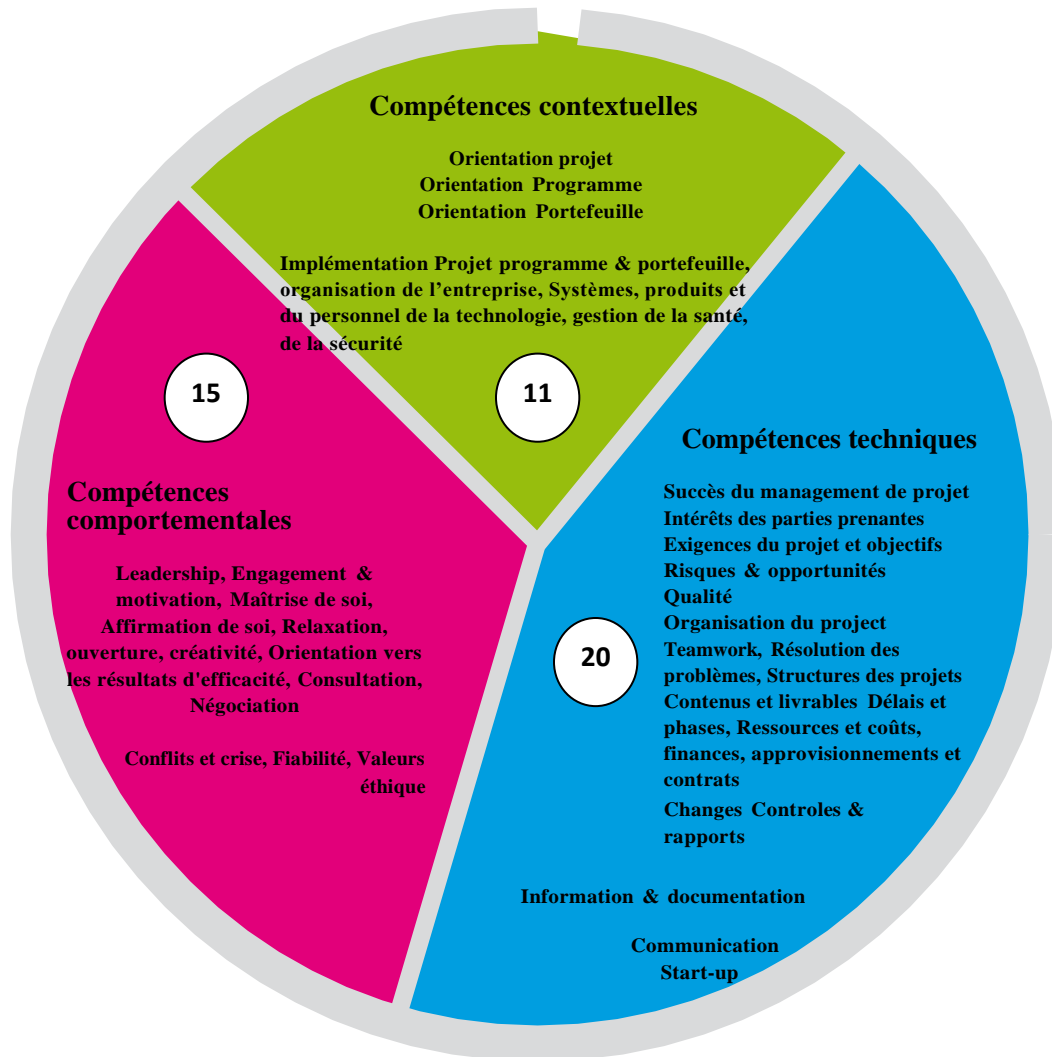
IPMA[®] certifie les professionnels qui font preuve de la maîtrise de ces compétences

suivant quatre niveaux :

1. IPMA[®] A : certifié directeur de projet ;
2. IPMA[®] B : certifié chef de projet senior ;
3. IPMA[®] C : certifié chef de projet ; et
4. IPMA[®] D : certifié chef de projet associé.

La Figure 3-4 montre le modèle des compétences d'IPMA[®]. Sur le schéma, on s'aperçoit que parmi les quinze compétences comportementales, les aspects de leadership, de négociation et d'efficacité mettent en relief la nécessité de motivation des acteurs dans une équipe de projet. IPMA[®] dans son modèle ne traite pas les outils et les techniques, mais propose un cadre de référence aux chefs de projet pour déterminer les compétences dont ils ont besoin dans les projets.

Figure 3-4. Le modèle des compétences de l'IPMA®



Source : International Project management Association (IPMA® , 2006)

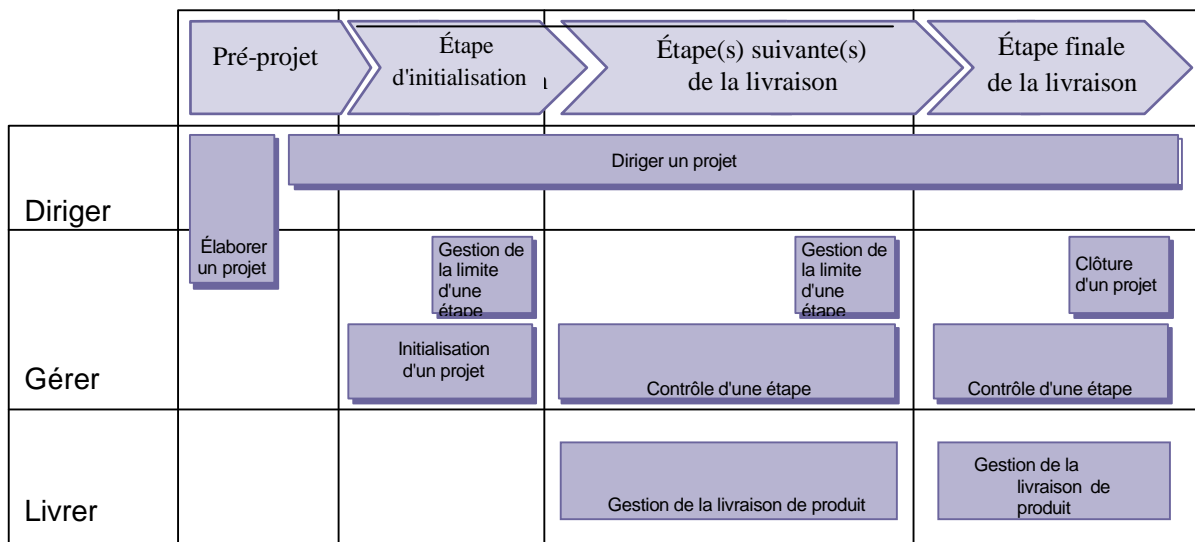
Le troisième modèle dominant est développé par l'*Association of Project Management* (APM[®]) dont le siège est situé au Royaume-Uni. L'APM[®] valorise le corpus de connaissance APM[®] *Body of Knowledge* (APM BOK[®]). En termes de participation, l'APM[®] revendique 21 061 membres individuels et 500 organisations (APM, 2013). L'APM BOK[®] est une approche processus bâtie autour de sept principes, sept thèmes et sept processus. La particularité de cette démarche réside au niveau de son concept du « management par exception » qui met en évidence le rôle clé du promoteur dans le projet. Avec le management par exception, l'APM[®] considère que le management de projet est la fusion de trois verbes : *diriger, gérer, livrer*. APM[®] accrédite les professionnels qui maîtrisent son corpus par ses certifications *Project IN Controlled Environment* (PRINCE2[®]) et ce, à deux niveaux :

1. le niveau élémentaire ou *PRINCE2[®] Foundation* ; et
2. le niveau élevé ou *PRINCE2[®] Practitioner*.

La Figure 3-5 développe le modèle des sept processus de PRINCE2[®]. On constate que les sept processus sont regroupés au sein de quatre phases et n'évoquent aucunement l'attitude des chefs de projet face aux gaspillages:

1. élaborer le projet ;
2. initialiser le projet ;
3. diriger le projet ;
4. contrôler une séquence ;
5. gérer la limite d'une séquence ;
6. gérer la livraison des produits ; et
7. clore le projet.

Figure 3-5. Le modèle des processus de PRINCE2



Source : PRINCE2 (2009)

Autant que IPMA, le modèle des processus de PRINCE2 préconise l'interopérabilité avec les modèles existants. PRINCE2 n'a pas pour ambition de développer des outils et des techniques applicables à une étape.

En plus des trois modèles dominants identifiés par Morris et Smyth (2007), l'*International Standard Organization* (ISO) a publié en 2012 une norme internationale intitulée « lignes directrices sur le management de projet ».

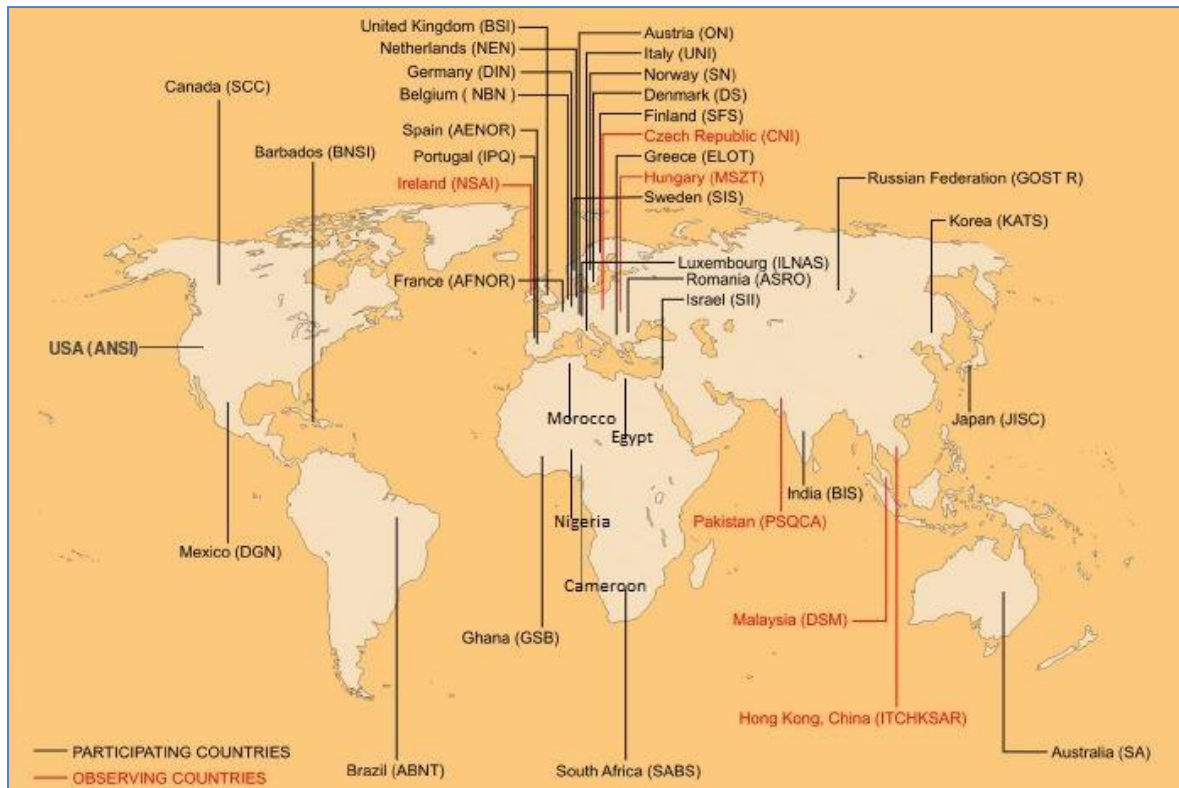
3.5 Norme ISO 21500, lignes directrices sur le management de projet

Le comité technique d'élaboration de la norme *ISO 21500 (2012, v.1)* intitulée « *lignes directrices sur le management de projet* » a été mis sur pied en 2006 et a démarré ses travaux en février 2007 (ISO/TC 236). Il était composé de 37 pays participants et de 15 pays observateurs. Présidé par la *British Standards Institution*, son secrétariat était tenu par l'*American National Standards Institute* (ANSI).

La nouvelle norme *ISO 21500 (2012, v.1)* a pour but de créer un cadre conceptuel et théorique commun et d'essayer d'uniformiser les pratiques du management de projet dans la discipline face aux divergences relevées par les chercheurs en management de projet. La norme *ISO 21500 (2012, v.1)* définit le management de projet comme étant « l'application des méthodes, des outils, des techniques et des compétences à un projet donné ».

Les pays présentés à la Figure 3-6 ont effectué plusieurs rencontres techniques dont les plus récentes se sont déroulées en France en février 2012 et en Afrique du Sud en juin 2012.

Figure 3-6. Pays ayant participé à l'élaboration de l'ISO 21500 (2012, v.1)



Source : WG1 Convener - Australian Delegation to ISO/PC236

Le management de projet selon *ISO 21500 (2012, v.1)* est basé sur deux piliers principaux : les concepts et les processus. La norme *ISO 21500 (2012, v.1)* ne donne qu'une vue macroscopique des principales expressions nécessaires aux professionnels et chercheurs en management de projet ainsi que les environnements dans lesquels ils sont appliqués. Il s'agit davantage d'uniformiser le langage et les expressions clés. De même, *ISO 21500 (2012, v.1)* fournit les principes et processus universels dans le domaine du management de projet internationalement recommandés. La norme est constituée d'un ensemble de cinq groupes de processus et de dix domaines de connaissances. Enfin, *ISO 21500 (2012, v.1)* encourage le transfert d'information entre les membres de l'équipe d'un projet.

Le Tableau 3-1 présente la cartographie des processus et des sujets de l'*ISO 21500 (2012, v.1)*. On constate qu'ils sont constitués de trente-sept processus et de dix sujets et ne présentent ni outils, ni techniques, encore moins aucune données d'entrée ou de sortie pour le management des projets. Ce qui est problématique lorsqu'il s'agit de s'attaquer à la gestion des gaspillages dans les projets. De ce fait, les chefs de projet qui désirent utiliser la norme *ISO 21500*, doivent prendre en compte cette réalité et utiliser des outils et des techniques décrits dans certains modèles existants de management de projet. De ce point de vue, *ISO 21500 (2012, v.1)* ne peut pas être considérée comme un modèle de management de projet capable de s'attaquer aux gaspillages au sens de Ohno (1978).

Tableau 3-1. Cartographie des processus ISO 21500

Groupes de sujet	Groupes de processus				
	Lancement	Planification	Mise en œuvre	Maîtrise	Clôture
Intégration (<i>identifier, définir, combiner, unifier, coordonner, maîtriser et clôturer les divers processus et activités liés au projet</i>).	Élaborer la charte du projet	Élaborer les plans du projet	Diriger les travaux du projet	Maîtriser les travaux du projet	Clore la phase du projet ou le projet
				Maîtriser les modifications	Rassembler les retours d'expérience
Parties prenantes (<i>identifier et gérer le commanditaire de projet, les clients et d'autres parties prenantes</i>).	Identifier les parties prenantes		Gérer les parties prenantes		
Contenu (<i>identifier et définir les phases, les livrables et les lots de travail</i>).		Définir le contenu du projet		Maîtriser le contenu du projet	
		Créer l'organigramme des tâches du projet			
		Définir les activités			
Ressources (<i>identifier, acquérir et gérer les ressources appropriées du projet</i>).	Constituer l'équipe de projet	Estimer les ressources	Développer l'équipe de projet	Maîtriser les ressources	
		Définir l'organisation du projet		Gérer l'équipe de projet	
Délais (<i>définir les activités du projet, les planifier et suivre leur avancement de manière à maîtriser l'échéancier</i>).		Organiser les activités en séquence		Maîtriser l'échéancier	
		Estimer la durée des activités			
		Élaborer l'échéancier			
Coûts (<i>estimer les coûts, établir le budget, suivre l'état d'avancement de manière à maîtriser les coûts</i>).		Estimer les coûts		Maîtriser les coûts	
		Élaborer le budget			
Risques (<i>identifier et gérer les risques et les opportunités</i>).		Identifier les risques	Traiter les risques	Maîtriser les risques	
		Évaluer les risques			
Qualité (<i>planifier et établir l'assurance et le contrôle de la qualité</i>).		Planifier la qualité	Mettre en œuvre l'assurance de la qualité	Mettre en œuvre la maîtrise de la qualité	
Approvisionnement (<i>planifier et acquérir les produits, services ou résultats et gérer les relations avec les fournisseurs</i>).		Planifier les approvisionnements	Sélectionner les fournisseurs	Gérer les contrats	
Communication (<i>planifier la gestion et la diffusion des informations relatives au projet</i>).		Planifier la communication	Diffuser les informations	Gérer la communication	

Source: International Standard Organization 21500 (ISO, 2012)

3.6. Conclusion : MPL, alternative au management de projet pour la gestion des gaspillages ?

Le développement de la littérature sur les principaux courants et corpus des connaissances dominants dans la discipline du management de projet nous montre qu'il existe un écart qui n'est pas pris en compte en ce qui concerne la gestion des gaspillages au sens de Ohno (1978) et de Liker (2009). En outre, la norme *ISO 21500 (2012, v.1)*, certes très ambitieuse au niveau de l'harmonisation des concepts et des processus du management de projet, n'apporte pas non plus une réponse substantielle à la problématique des organisations en relation avec la gestion des gaspillages dans les projets.

Il est donc nécessaire de penser à un nouveau modèle de management de projet capable de permettre simultanément aux chefs de projet d'atteindre leurs objectifs tout en réalisant des gains supplémentaires de productivité par la réduction des gaspillages. Dans cette perspective, Horman et Kenley (2002), considèrent le MPL comme une alternative intéressante au management de projet classique, surtout lorsqu'il s'agit spécifiquement de s'attaquer aux sept sources de gaspillages énumérés par Ohno (1978) et complétés plus tard par Liker (2009).

Maintenant, il est question de proposer un modèle qui répond à ces exigences et de présenter in fine ses outils. Ce modèle va reposer sur la cartographie du management de projet *ISO 21500 (2012, v.1)* et utiliser les outils et techniques de la philosophie Lean capables d'apporter une réponse probante aux gaspillages engendrés dans les projets.

CHAPITRE 4

4**LE MODÈLE PROPOSÉ ET SES
OUTILS**

4.1. Introduction

Les précédents chapitres de la thèse présentent le design de la recherche et développent les lignes directrices du Lean et du MPL, ce qui constitue le premier objectif de la recherche. Actuellement, il est question de se focaliser sur la deuxième contribution de la recherche : *élaborer un modèle qui connecte la philosophie du Lean aux bonnes pratiques du management de projet.*

Dans ce but, l'élaboration de ce nouveau modèle de recherche s'inscrit dans la continuité des travaux des Professeurs Horman et Kenley (2002), puis de Ballard et Howell (2010) sur le MPL. Le modèle proposé utilise comme appuis théoriques les cinq principes de la philosophie du Lean développés par Womack et Jones (2005) et la cartographie du management de projet de la norme ISO 21500 (ISO, 2012, v.1) sur les « lignes directrices sur le management de projet ». En outre, l'apport substantiel du modèle réside au fait qu'il identifie et propose des moyens - méthodes et techniques - spécifiquement adaptés pour opérationnaliser la philosophie d'élimination des gaspillages dans les différentes phases du cycle de vie du management de projet.

Au premier abord, implémenter le Lean dans les projets ne consiste pas seulement à mettre en œuvre certains outils, mais bien plus à s'approprier sa philosophie d'action à long terme. C'est pour cette raison que la démarche du modèle proposé est orientée processus avec des itérations au sein de chaque phase, afin de stimuler la détection des gaspillages et favoriser les améliorations continues. En conséquence, l'exploitation optimale de ce modèle requiert certains préalables nécessaires pour escompter de meilleurs résultats : les dirigeants de l'entreprise doivent être favorables aux améliorations continues et encourager le

personnel - soit par des incitations, soit par des facteurs de motivation - à suivre cet effort. De plus, l'entreprise doit s'inscrire dans une vision à long terme et ne pas rechercher absolument des résultats immédiats.

4.2. Structure du modèle proposé

La Figure 4-1 illustre le modèle proposé du MPL. D'emblée, les différentes phases du cycle de vie du management de projet sont connues - lancement, planification, mise en œuvre, surveillance, clôture -, de même que les outils et techniques utilisés pour monter le modèle. Reste maintenant à voir où se situe exactement notre contribution théorique.

De la revue de littérature élaborée au Chapitre 3, il se dégage clairement un constat : les corpus de connaissances et les modèles classiques existants dans la discipline du management de projet proposent aux professionnels un ensemble d'outils et de techniques et laissent le choix aux chefs de projet d'effectuer une sélection de ceux-ci en fonction du cas empirique. Dans cette optique, le modèle proposé intègre les outils et techniques de détection et d'élimination des gaspillages dans une chaîne de production. Ces outils et techniques vont agir sur le cycle de vie du projet de la manière suivante :

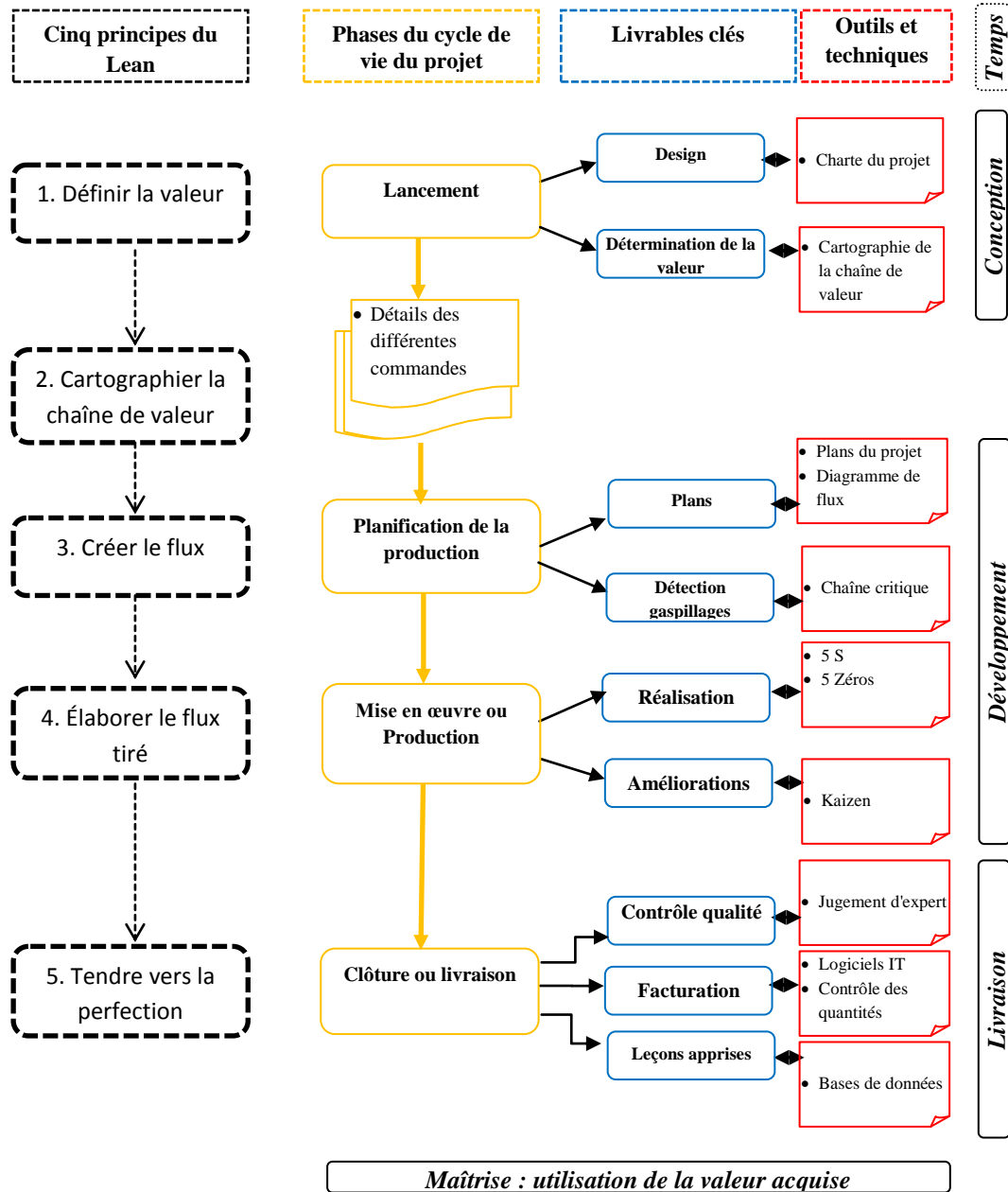
1. pendant le temps de conception (lancement du projet), l'utilisation de la cartographie de la chaîne de valeur permet de définir spécifiquement la valeur du produit du client et d'éliminer les activités sans valeur ajoutée dans la chaîne de production ; au moment du développement du produit (planification et mise en œuvre), l'élaboration des digrammes de flux donne une visibilité claire des processus, des informations et des matières. La technique du management de la

chaîne critique facilite la lutte contre les syndromes des étudiants et de Parkinson.

En effet, la théorie de la chaîne critique repose sur le fait **de considérer l'importance des marges de sécurité dans la réalisation des activités** (Goldratt, 1998) ;

2. le 5S et le 5Zéros améliorent l'environnement de travail et permettent de réduire les non conformités. Le Kaizen stimule le travail bien fait par le biais des améliorations;
3. au niveau de la livraison (clôture), le contrôle qualité vérifie la conformité du produit avec les exigences du client, alors que le processus de facturation permet au chef de projet de maîtriser les quantités à livrer et aussi de solder ses comptes tant avec ses fournisseurs que ses clients. Les leçons apprises servent de bases d'informations aux futurs projets ; et
4. le temps de maîtrise du projet est transversal aux trois précédents temps du découpage et permet de prévenir et d'anticiper les dérapages. Ainsi, la technique du management de la valeur acquise détermine les indicateurs de performance du projet (état présent) et anticipe les prévisions d'achèvement (état futur).

Figure 4-1. Modèle MPL



4.3. Description des outils et techniques du modèle

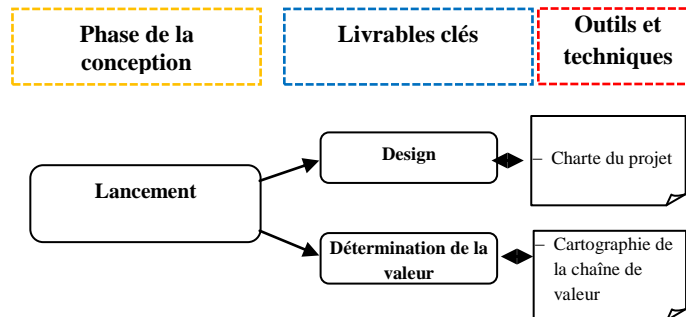
Le modèle proposé est découpé en trois temps : la conception, le développement et la livraison. Les activités de maîtrise du projet sont transversales à l'ensemble des temps du cycle de vie du projet. Les cinq principes du Lean développés par Womack et Jones (2005) se réalisent selon le modèle dans l'ordre suivant : la définition de la valeur du produit et la cartographie de la chaîne de valeur se font au lancement. La création du flux se réalise à la planification. L'élaboration du flux tiré se fait pendant la mise en œuvre et l'orientation vers la perfection se fait entre la production et la clôture.

4.3.1. Le temps de conception du produit

La conception, que nous pouvons directement assimiler à la phase de lancement du projet, permet de définir spécifiquement le détail de chaque commande. Elle peut être décomposée en deux livrables clés : le design et la détermination de la valeur du produit conçu.

Comme le présente la Figure 4-2, le modèle suggère l'élaboration de la charte de projet pour définir les rôles et responsabilités des parties prenantes pendant le design du produit. Il est tout de même important de noter que l'aspect technique du design concerne les ingénieurs métiers et n'est pas évoqué dans cette thèse. De plus, pour déterminer la valeur et spécifier la chaîne de valeur, le modèle propose la technique de la cartographie de la chaîne de valeur encore connue sous le nom anglais de « Value Stream Mapping » ou CCV.

Figure 4-2. Modèle : le temps de conception du produit



A. La charte du projet

L'utilisation de la charte du projet pendant le design permet d'autoriser formellement le projet en identifiant nommément le chef de projet et ses responsabilités. Selon PMI (2013), la charte du projet documente les objectifs et les attentes des parties prenantes. La mise en œuvre d'une charte du projet au lancement permet de lever toute ambiguïté au niveau des exigences initiales puisqu'elle définit le contenu du produit, les risques, la description du projet ainsi que le budget prévisionnel et l'échéancier récapitulatif des jalons.

La charte du projet est signée et autorisée par le promoteur. La norme *ISO 21500 (2012, v.1)* ne spécifie pas le contenu d'une charte du projet type et laisse ainsi le soin aux professionnels de déterminer eux-mêmes ses articulations. Contrairement à PMI (2013) qui propose une charte du projet beaucoup plus adaptée aux projets de construction - les spécifications techniques du produit ne sont pas identifiées dès le départ -, nous élaborons une charte qui intègre la vision d'affaires de l'entreprise et précise les contours du contenu du produit du client dès le lancement afin de s'assurer de l'adéquation entre la demande du

client et les moyens mis en œuvre pour répondre à celle-ci. Ses articulations sont les suivantes :

- faisabilité et bénéfices du projet ;
- description globale du projet ;
- spécifications techniques du produit ;
- premiers risques identifiés ;
- jalons ;
- budget sommaire ;
- nom du chef de projet, rôle et responsabilités ;
- nom et signature du promoteur, rôle et responsabilités ;
- nom et adresses du client ;
- liste des parties prenantes, niveau d'influence et intérêts pour le projet ; et
- liste des membres de l'équipe de projet.

L'Annexe 3 présente le modèle graphique de charte du projet qui accompagne ce modèle.

B. La cartographie de la chaîne de valeur (CCV)

La cartographie de la chaîne de valeur (encore appelé en anglais « Value Stream Mapping ») est un outil fondamental de toute démarche de production allégée (Garnier, 2010). Plusieurs auteurs consultés (Gabriel, 1997 ; Garnier, 2010 ; Mathey, 2011) qui s'intéressent à la thématique du Lean pensent que la CCV est la première étape qui devrait être mise en œuvre avant de déclencher la production d'un bien ou d'un service dans les entreprises. D'ailleurs, cet outil s'impose désormais aux praticiens comme la meilleure démarche pour définir la valeur exacte du produit et identifier les gaspillages avant le début de la réalisation. La méthode a fait ses preuves dans la production *Lean*.

La philosophie de la méthode est simple : à partir d'un recueil d'existant et d'une première observation de la totalité de la chaîne de valeur, le concepteur répertorie les familles de produits et détermine le produit le plus représentatif dans le chiffre d'affaires de l'entreprise. Par la suite, il représente l'état actuel de la chaîne de valeur, partant de l'approvisionnement chez le fournisseur à la livraison au client. À partir des données recueillies, une analyse critique permet d'élaborer l'état futur et le plan d'action (amélioration continue).

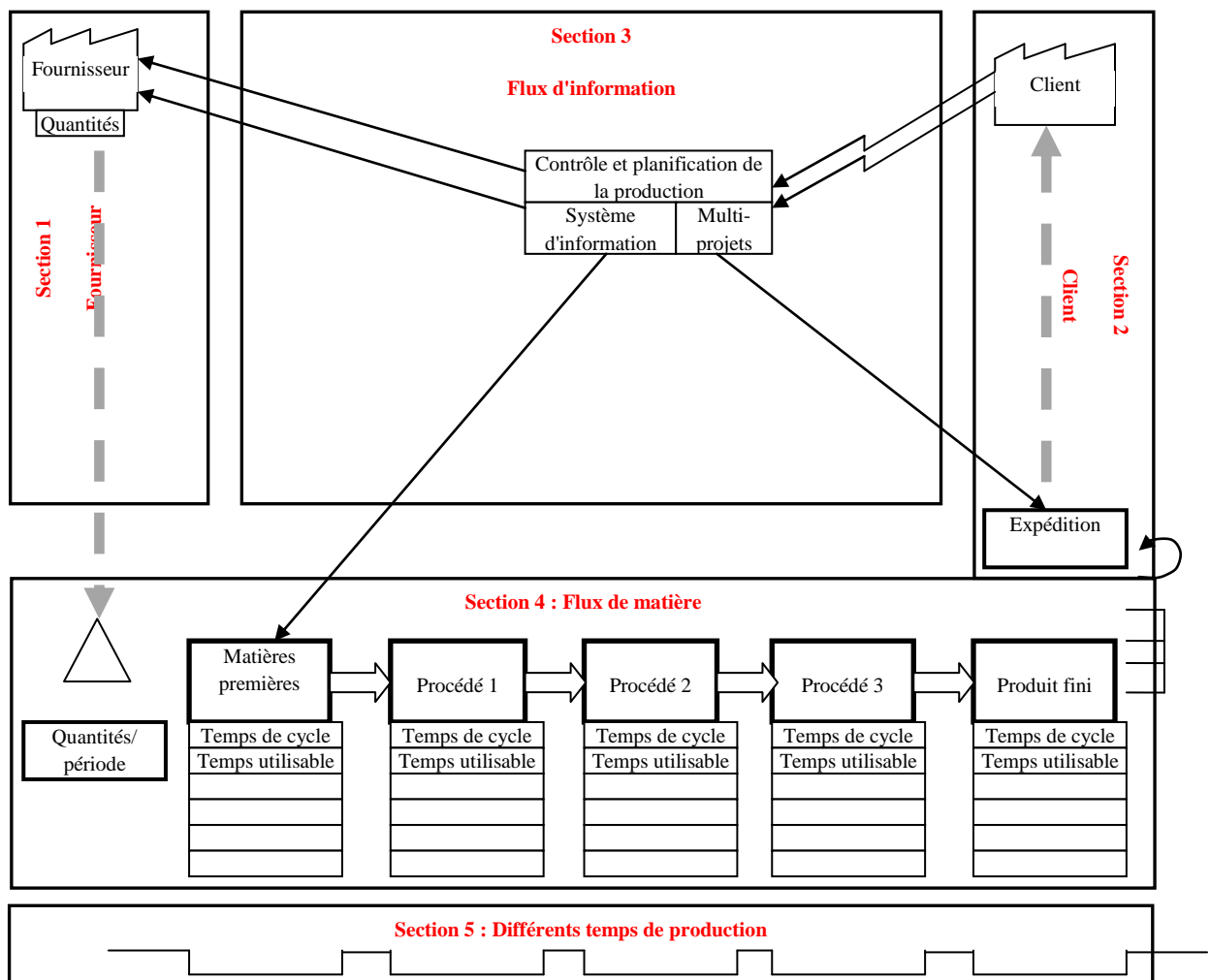
Pour obtenir une CCV qui reflète la réalité perçue sur le terrain, certains préalables sont nécessaires :

- il est conseillé de commencer par comprendre la fin du processus, c'est-à-dire la livraison chez le client et de remonter l'information jusqu'au début de la chaîne. Le client est capital dans le processus puisque c'est lui qui définit la valeur du produit ;
- le concepteur de la CCV doit parcourir chaque étape du processus à pied et avec un chronomètre en main afin de relever les différents temps qui caractérisent l'état présent ; et
- il est également conseillé de proscrire l'utilisation de l'ordinateur pendant l'exercice. Le tracé de la CCV se fait généralement à la main, avec un crayon et sur du papier. De cette façon, le concepteur s'approprie mieux le sujet.

Tel que l'illustre la Figure 4-3 élaborée par Mathey (2011), une CCV présente en général cinq sections. La première section examine la relation d'affaires avec les fournisseurs. Toutes les quantités de matières premières sont identifiées, ainsi que les différents fournisseurs de l'entreprise. La deuxième section montre l'interaction entre l'entreprise et les clients. Il s'agit d'analyser les possibilités de gaspillages dans la définition de la valeur du produit. La troisième section donne la circulation des flux

d'information à l'intérieur de l'entreprise. La quatrième section examine la circulation des flux de matières premières et de produits semi-finis pour détecter les opérations de Kaizen. La dernière section traite les différents temps de production.

Figure 4-3. Illustration de la structure d'une CCV selon Mathey (2011)



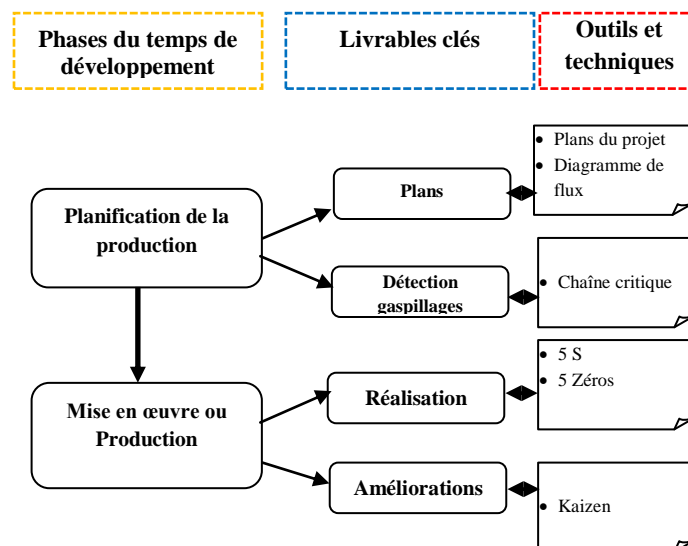
Source: Fig.8. Aimeric Mathey, 2011. An application of the Value Stream Mapping method in order to identify sources of wastes and opportunities for improvements. Kraft Foods Inc.

4.3.2. Le temps de développement du produit

Selon le modèle proposé, le développement du produit regroupe les phases de planification et de production des livrables. C'est ici que les responsables de la production exécutent les activités qui aboutissent à la création du produit proprement dit. Du point de vue du management de projet et de la production Lean, les outils que le modèle propose n'ont pas pour but de décomposer la structure de découpe du produit, mais permettent de réduire ou d'éliminer les gaspillages capables d'engendrer des pertes significatives de ressources.

La Figure 4-4 montre l'interaction entre les phases du temps de développement du produit, ainsi que les outils et techniques associés.

Figure 4-4. Modèle : le temps de développement du produit



A. Les plans du projet

L'élaboration des plans du projet vise à anticiper des ressources requises pour la réalisation des livrables. Selon Ackoff (1973), *la planification consiste à concevoir un futur désiré et les moyens d'y parvenir*. Ainsi, avant le lancement de la production, les plans du projet répondent au principe du « *plan before act* » du management de la qualité totale. L'Annexe 4 présente treize plans graphiques de management de projet conçus pour accompagner le modèle et le rendre plus opérationnel. Il s'agit du :

1. plan de gestion du contenu ;
2. plan de gestion des ressources ;
3. plan de gestion des délais ;
4. plan de gestion des coûts ;
5. plan de gestion des risques ;
6. plan de gestion de la qualité ;
7. plan de gestion des approvisionnements ;
8. plan de gestion de la communication ;
9. plan de gestion des parties prenantes ;
10. plan de gestion des modifications ;
11. plan de gestion des exigences ;
12. plan de gestion de la configuration ; et
13. plan d'amélioration des processus.

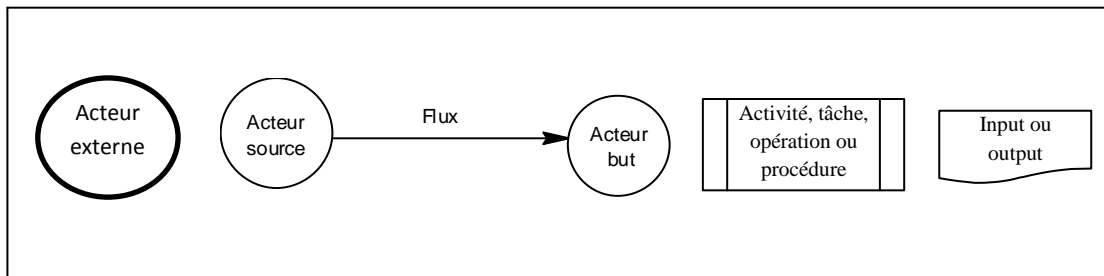
B. Les diagrammes de flux

Les diagrammes de flux permettent de donner une visibilité claire sur l'ensemble des processus de production au sein d'une entreprise. Ils représentent les différentes interactions qui existent entre les hommes, les informations et la matière. Un acteur est un émetteur ou un récepteur d'un flux d'information ou de matière lié à une activité donnée. Il reçoit un flux qui lui permet d'agir en transformant l'information ou la matière et en renvoyant le résultat sous forme d'output. On distingue deux catégories d'acteurs : les

acteurs internes qui font partie du domaine d'étude et les acteurs externes qui interviennent en dehors du système.

La Figure 4-5 illustre les principaux symboles généralement utilisés pour représenter les diagrammes de flux.

Figure 4-5. Symboles utilisés dans un diagramme de flux



C. La chaîne critique

Utiliser la chaîne critique pendant la planification des projets permet de prendre en compte les gaspillages engendrés par l'indisponibilité des ressources (humaines et matérielles) dans les projets. Pour mettre en œuvre la démarche de la chaîne critique, il est important avant tout de définir certains concepts clés :

– *La méthode du chemin critique*

Cette méthode a été développée à la fin des années 1950 par Morgan R. Walker et James E. Kelley respectivement de l'industrie chimique américaine Dupont Corporation et de l'industrie américaine de fabrication des machines Remington Rand (Kelly et Walker, 1959). La méthode du chemin critique consiste à déterminer la plus petite durée de réalisation du projet, qui est le chemin le plus long du diagramme réseaux des activités. Les activités critiques sont les activités situées sur le chemin critique. Un projet qui a plusieurs chemins critiques augmente les risques sur les délais d'exécution.

– *Les dates des activités*

Il existe quatre types de dates pour chaque activité : la date de début au plus tôt, la date de début au plus tard, la date de fin au plus tôt et la date de fin au plus tard (PMBOK, 2013).

– *Les marges*

Conséquemment, il existe deux types de marges :

- la **marge libre (ML)** représente la durée qu'une activité du projet peut accuser comme retard ou avance par rapport aux activités suivantes sans modifier leur date de réalisation au plus tôt ;
- la **marge totale (MT)** représente la durée qu'une activité du projet peut accuser comme retard ou avance sans modifier la date de réalisation prévue de l'ensemble du projet.

Ainsi donc, selon PMI (2013), les marges des activités situées sur le chemin critique sont nulles. La marge totale étant la même pour toutes les activités qui sont sur le même chemin.

D. L'outil 5S

Pour ce qui est de l'outil 5S, sa traduction littérale signifie *Sélectionner, Situer, Scintiller, Standardiser et Suivre* (en Japonais Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke). Plusieurs professionnels au sein des entreprises de production s'interrogent constamment sur les moyens d'optimiser les conditions et les temps de travail dans leur organisation. Pourtant, la méthode 5S, créée pour la production des usines Toyota, est une technique de management capable de répondre à cette préoccupation. Le 5S est une démarche appropriée pour optimiser le travail dans les ateliers, mais peut également s'appliquer dans les services ou encore les bureaux. De l'avis de plusieurs experts spécialisés pour la mise en œuvre de cette démarche, le 5S apporte trois contributions majeures au sein des organisations : amélioration de l'image de l'entreprise, amélioration continue des espaces de travail et augmentation de la motivation au travail (Hohmann, 2005).

E. L'outil 5 Zéros

En ce qui concerne l'outil 5 Zéros (Zéro panne, Zéro délai, Zéro papier, Zéro stock et Zéro défaut), il relève du bon sens commun et est efficace pour éviter les gaspillages (Hémont et Mayere, 2014). Sa mise en œuvre consiste en la sensibilisation chaque acteur de la chaîne de production sur la nécessité de réaliser ses activités sans gaspillages. Les tables rondes et les ateliers dirigés contribuent à le rendre opérationnel dans les entreprises.

F. Les améliorations par des Kaizen

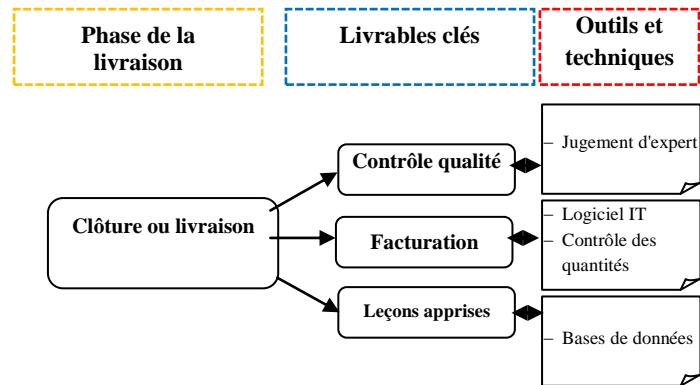
En réalité, le mot Kaizen dérive de la jonction de deux mots japonais *Kai* et *Zen* dont la traduction littérale signifie respectivement « changement » et « bon ». Un Kaizen est toute action qui permet de réaliser des bonnes améliorations dans le projet. Ces actions contribuent à tendre en permanence vers la perfection (cinquième principe du Lean).

Relativement au modèle, le Kaizen se met œuvre de manière incrémentale par de petites actions successives qui apportent des améliorations. Il s'agit de mener les itérations au sein des processus afin de prévenir ou de corriger les défauts et les non conformités. Toute démarche qui permet d'améliorer la qualité du produit ou des processus s'inscrit dans la logique du Kaizen (Liker, 2009).

4.3.3. Le temps de livraison du produit

À propos de la livraison, notons qu'elle constitue une étape très importante dans un projet de production puisque c'est pendant ce temps que l'entreprise réalisatrice démontre sa capacité à respecter ses engagements et à délivrer le produit selon les contraintes de qualité totale. Pour mieux ressortir cette dimension de la philosophie du Lean, le modèle propose des outils qui permettent d'intégrer la satisfaction des deux principales catégories de partenaires (clients et fournisseurs) comme l'illustre la Figure 4-6. De fait, le contrôle qualité valide les exigences d'acceptation du produit du client alors que la facturation permet de solder les comptes fournisseurs selon les termes de leurs contrats.

Figure 4-6. Modèle : le temps de livraison du produit



A. Le jugement d'expert

En ce qui a trait au jugement d'expert, c'est un outil qui permet aux spécialistes du métier de donner un point de vue neutre et objectif relatif à la conformité des produits fabriqués. Les experts recrutés peuvent être des personnes individuelles exerçant pour leur propre compte ou bien pour des entreprises de conseil, d'audit, des bureaux de projet, des consultants. Ils peuvent même provenir d'un autre département de l'organisation.

B. Les logiciels de traitement des informations

Le modèle intègre la facturation dans le but de permettre aux responsables organisationnels de respecter les engagements contractuels tant avec les clients qu'avec les fournisseurs. D'ailleurs, un projet ne peut être considéré comme étant clos alors que des factures fournisseurs impayées restent encore pendantes. Ainsi, les logiciels de traitement des informations comptables, commerciales et financières permettent aux entreprises de vérifier en permanence les soldes des clients et des fournisseurs.

C. Le contrôle des quantités

Le contrôle des quantités vérifie la conformité poids/quantités par rapport aux spécifications du client. Le contrôle des quantités permet également d'éviter les surdosages et les pertes liées aux surplus. Cet outil que le modèle propose est d'une importance capitale tant pour les clients que pour l'entreprise réalisatrice.

D. Les bases de données

Les fichiers et les informations historiques de l'entreprise constituent une base de données importante pour les futurs projets. Durant tout le cycle de vie du management de projet, des informations sont collectées sur ce qui a fonctionné, ce qui ne l'a pas été, et les raisons ou les options prises pour y apporter des réponses efficaces.

L'Annexe 5 est un exemple de fichier de collecte des leçons apprises que nous avons développé pour faciliter l'utilisation du modèle.

4.4. Conclusion

Le modèle proposé présente quelques limites : il n'intègre pas tous les outils et techniques qui sont considérés dans la littérature comme étant de bonnes pratiques en management de projet. Cette première limite se justifie par le fait que le modèle insiste davantage sur l'aspect de gestion des gaspillages dans les projets plutôt que sur l'ensemble des processus de management de projet qui sont déjà traités par plusieurs corpus de connaissances. Ainsi, le modèle proposé peut être combiné avec toute autre méthodologie ou démarche en management de projet. En sus, le modèle considère une commande client comme étant un projet. Cette vision peut impliquer une seconde limite majeure : dans les

projets de construction, le modèle serait moins adaptable étant donné que la définition de la chaîne de valeur ne serait pas utile.

Tout bien considéré, le modèle du MPL qui est proposé a pour but de faciliter l'élimination ou la réduction des gaspillages dans les projets. Il permet de répondre au deuxième objectif de la thèse. Il s'inscrit dans la continuité des travaux de Horman et Kenley (2002) et de Ballard et Howell (2010). Il est adapté à priori pour les entreprises qui produisent des biens et des services. Dans le cadre de notre recherche, certains outils du modèle sont testés dans une entreprise de production : Sotrem-Maltech.

Cela dit, le modèle proposé s'adresse autant aux entreprises de production par projets qui n'ont aucune base en production Lean qu'à celles qui ont déjà amorcé l'implantation de la philosophie du Lean dans leur système de production. C'est pour cette raison qu'il peut être appliqué soit en intégralité ou en partie, en fonction des facteurs environnementaux de chaque organisation. D'ailleurs, il est de coutume en management de projet que les chefs de projet sélectionnent certaines phases ou certains outils qu'ils jugent pertinents dans une cartographie donnée : c'est le principe de la taylorisation en management de projet.

Pour conclure, il importe d'insister sur le fait que la réussite du modèle dans les entreprises ne peut être garantie que si les deux préalables suivants sont pris en compte : la vision des dirigeants (qui doit être une vision à long terme) et l'attitude des employés face aux changements qui se traduit par une résistance aux changements des employés. Plusieurs mesures peuvent être utilisées pour garantir le succès du modèle à long terme : tableaux de bord, réunions de suivi, groupes de consultation, jugements d'experts et ateliers dirigés.

CHAPITRE 5

5 APPLICATION DU MODÈLE

5.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous tentons d'apporter une réponse au troisième objectif de la recherche : *tester et évaluer en milieu organisationnel les outils du modèle* précédemment élaboré.

Dans cette perspective, il est dès à présent question de décrire le terrain d'application, de développer la méthodologie empruntée pour dégager les forces et les faiblesses du terrain de recherche, d'identifier les outils du modèle (taylorisation) qui sont capables d'apporter une réponse efficace aux problèmes identifiés puis, de tester ces outils et d'évaluer les résultats obtenus.

De ce fait, la démarche que nous adoptons pour tester et évaluer les outils du modèle est simple : après avoir identifié les insuffisances du système de production de l'organisation, nous procédons au choix des outils capables d'en apporter une réponse efficace. Ces outils vont être par la suite mis en œuvre et les résultats immédiatement évalués.

En raison de la responsabilité éthique et professionnelle qui nous engage et qui est consignée dans le certificat éthique de la recherche (Annexe 2) par rapport à la discrétion de certaines informations stratégiques de l'entreprise, plusieurs données ne sont pas présentées ici. Par contre, tous les processus de mise en œuvre sont décrits à un niveau de détail suffisant afin de permettre d'apprécier la démarche.

5.2. Description du terrain d'application : Sotrem-Maltech

5.2.1. Présentation et situation géographique du groupe Sotrem-Maltech

Créée depuis 1993, Sotrem-Maltech est une entreprise qui fait de la fusion-transformation et la fabrication de produits dérivés de l'aluminium. Le chiffre d'affaires de l'entreprise en 2014 est d'environ 8 millions de dollars canadiens. Le groupe est composé de deux entités qui développent des produits et des services de haut niveau : d'une part, Sotrem, qui exerce deux activités principales à savoir la fusion-transformation et la production des dérivés de l'aluminium et d'autre part, Maltech, qui est spécialisée dans la mise en œuvre de plusieurs services tels que le concassage, le broyage, l'entreposage, le tamisage en diverses granulosité, le triage et la décontamination par des procédés chimiques sophistiqués. Notre séjour organisationnel se déroule dans la section Sotrem. Nous utilisons tout au long de cette recherche l'appellation « Sotrem-Maltech » pour respecter la logique d'affaires de l'entreprise.

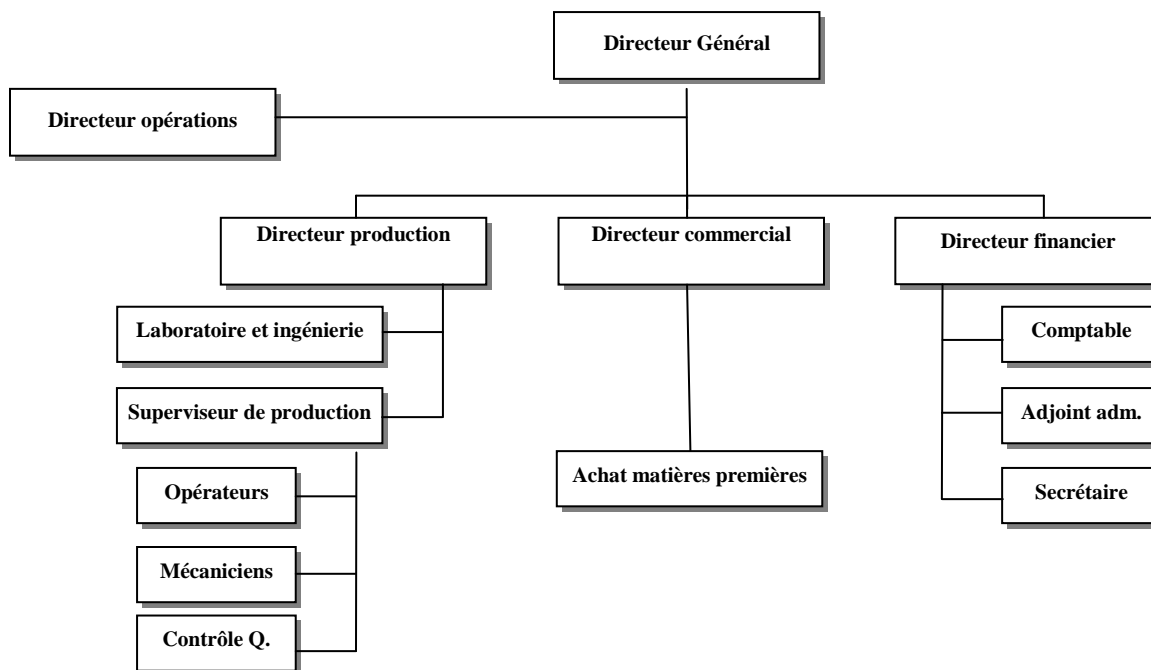
Sotrem-Maltech compte environ cinquante employés permanents et une vingtaine d'employés intermittents. Elle est connue sur le plan mondial pour la qualité de ses produits et de ses services. Afin de maintenir son leadership et sa compétitivité, l'entreprise valorise les exigences de la certification ISO 9001 (TQM : Total Quality Management) qu'elle a acquise en 1998. La mission de l'entreprise est la satisfaction de sa clientèle. Dans cette optique, le groupe Sotrem-Maltech dispose des procédures souples de négociation de prix et de fidélisation de ses clients. Sotrem-Maltech est également connue pour son système à flux tiré qui permet de produire le bien ou le service dont le client a besoin, quand il le veut et comme il le veut, ni plus, ni moins.

5.2.2. Le personnel

Le conseil d'administration de Sotrem-Maltech est composé du Président Directeur Général et quatre cadres supérieurs : les directeurs financier, production, commercial et opérations.

La Figure 5-1 présente l'organigramme des ressources humaines du groupe Sotrem-Maltech que nous avons obtenu auprès du directeur des ressources humaines et des opérations. Comme on peut le constater, en tant qu'entreprise de production, Sotrem-Maltech est découpé en quatre directions fonctionnelles dont le but est de concourir au développement des nouveaux produits et au maintien des produits existants.

Figure 5-1. Organigramme des ressources humaines de Sotrem-Maltech au 15 juin 2013



Source : Direction des ressources humaines et des opérations de Sotrem-Maltech

5.2.3. Matières premières

Sotrem-Maltech utilise principalement deux types de matières premières pour sa production : les copeaux d'aluminium et les composants massifs en aluminium. L'approvisionnement de ces matériaux provient de fournisseurs variés.

La Figure 5-2 présente les deux types de matières premières les plus utilisées dans la production de Sotrem-Maltech. L'aluminium solide (à droite) est constitué de matières recyclables et les copeaux d'aluminium (à gauche) proviennent des entreprises qui utilisent cette matière dans leur chaîne de production (CANMEC, RIO TINTO ALCAN).

Figure 5-2. Aluminium coupeaux et aluminium solide



Source : notre production

5.2.4. Produits finis

Sotrem-Maltech fonctionne dans la pratique en mode projets. Toute commande d'un client est considérée comme un nouveau projet. Lorsqu'une nouvelle commande est enregistrée, les dirigeants de l'entreprise désignent immédiatement l'équipe chargée de sa réalisation : il s'agit d'une équipe de management du projet constituée d'un chef de projet, du responsable qualité et du directeur de production. L'équipe de management du projet est aidée dans ses activités par des opérateurs et des techniciens qui sont chargés du travail technique de réalisation des livrables. Le chef de projet peut être, selon le cas, le directeur commercial (projets de petite taille) ou le directeur financier (projets de grande taille). L'entreprise fabrique quatre catégories de produits finis : les gueuses, les granules (*Alugreen*[®]), les alliages et le détox (cônes). Le volume des constituants qui entrent dans la composition chimique des produits dépend du client qui passe la commande. De manière générale, chaque produit contient en dose différente l'aluminium primaire et les composants

suivants : silicium, fer, cuivre, manganèse, magnésium, chrome, nickel, zinc, titane, antimoine, cobalt, zirconium, étain, béryllium, argent et strontium. Les déox fabriqués à Sotrem-Maltech sont utilisés comme des désoxydants dans la production de l'acier par les industries extractives et les industries de fabrication des métaux. La fabrication du déox passe par un contrôle qualité qui exige le respect des normes et des standards internationaux en vigueur. Les granules ont une taille comprise entre 0,5 à 12mm. Elles sont fabriquées à l'aide d'une technologie propriétaire *Alugreen*[®] qui est un procédé écologique breveté au nom de Sotrem-Maltech permettant le respect des principes d'émission de gaz à effets de serre. Chaque granule a une masse volumique apparente comprise entre 0,5 à 2,0g/cm³ sur une surface spécifique de 0,5 à 5m² pour chaque kilogramme. Ces granules sont emballées dans des sacs de 1 000kg, 250kg et 25kg.

La Figure 5-3 présente les déox et les lingots fabriqués à Sotrem-Maltech. Les lingots ont un poids de 7kg et les spécifications chimiques dépendent du client. Le niveau de pureté élevé de ces lingots permet un recyclage de l'ordre de 97 à 99.7%.

Figure 5-3. Les produits de Sotrem-Maltech : 1- Déox (cônes), 2- Lingots d'aluminium



Source : notre production

5.2.5. Services offerts

Les services offerts par Sotrem-Maltech s'orientent beaucoup plus vers la fusion-transformation. L'entreprise procède au recyclage, au traitement thermique, au nettoyage et à l'entretien des siphons, au démantèlement complet ou partiel des creusets, à la location des équipements et au placement des techniciens, à l'entreposage, au concassage, au tamisage, au triage et à la décontamination.

5.2.6. Environnement extérieur

Les ventes de Sotrem-Maltech se font essentiellement au Canada et aux États-Unis. Un regard sur la base de données des clients de l'entreprise indique qu'elle dispose de plus de quarante (40) clients réguliers et trente (30) temporaires.

Les fournisseurs de Sotrem-Maltech sont variés. Ils sont pour la plupart choisis en fonction de leur proximité géographique avec l'entreprise. Cette proximité permet à l'entreprise de réduire considérablement ses coûts de transport et lui offre une opportunité

unique de fixer des prix de vente à un niveau très concurrentiel. Son principal fournisseur est l'usine d'Arvida de Rio Tinto Alcan, qui se trouve environ à 15km de l'entreprise. La base de données de Sotrem-Maltech permet de dénombrer au total 1480 fournisseurs.

Sotrem-Maltech conçoit et met en œuvre ses produits et services selon les exigences de la norme ISO 9001. Cette accréditation exige la qualité totale dans les processus et les procédures de production et constitue un gage de confiance légale et de sécurité pour les clients.

5.3. Méthodologie pratique

Dans le but de bien comprendre le système de production de Sotrem-Maltech et d'identifier, le cas échéant, des possibilités d'optimisation, une série d'entrevues a été planifiée pour recueillir les témoignages et avis des dirigeants et des employés. Bardin (2001) préconise quatre critères principaux à respecter à cette étape : l'exhaustivité, la pertinence des outils et du matériel de collecte, l'homogénéité des données et la représentativité des données.

Dans cette recherche, seuls les intervenants sur la chaîne de production de Sotrem-Maltech ont été pris en compte. Il s'agit des opérateurs sur le plancher, du directeur de production, du superviseur de production, du directeur marketing et du directeur financier. Cet échantillon rencontre les critères principaux que nous venons d'énoncer. Le principe **d'exhaustivité** est respecté par la prise en compte de tous les intervenants du système opérationnel de production. Le matériel utilisé pour la collecte comporte : des disques de sauvegarde, des feuilles de notes, des stylos à bille et un enregistreur. Ce choix nous semble

pertinent pour la réécoute des informations et la vérification de leur exactitude. Notre recherche pouvant s'apparenter à une étude de cas, la règle **d'homogénéité** est d'emblée évidente puisque les acteurs sont issus d'une même entreprise. La représentativité des données est acquise grâce à la présence dans notre échantillon de l'ensemble des décideurs du système de production.

5.3.1. Les entrevues

Plusieurs entrevues et des observations sur le terrain sont menées à Sotrem-Maltech au cours desquelles les dirigeants et les employés se montrent particulièrement proactifs et ouverts. Les informations collectées sont enregistrées sur des supports audio et une copie de l'enregistrement est remise à chaque employé interviewé. Nous choisissons spécifiquement le format audio pour des raisons de réécoute. Le déroulement de chaque entretien se passe en trois étapes :

Avant l'entretien :

- prise de rendez-vous ; et
- obtention de la fiche de poste et remise de la grille d'entretien.

Pendant l'entretien

- rappel des objectifs de l'entretien ;
- présentation du plan de l'entretien ;
- échange sur le contenu de la fiche de poste ; et
- échange sur les questions du guide d'entretien.

Après l'entretien

- remise d'une copie des informations collectées à l'employé (CD-ROM) ; et

- vérification des données collectées et signature de la fiche de participation.

5.3.2. Conduite des entrevues

Au total **cinquante heures d'entrevues structurées individuelles auprès de sept interlocuteurs** ont été menées. Selon les auteurs (Cresswell, 1998; LeCompte et Preissle, 1993; Glaser et Strauss, 1967; Pirès, 1997; Schwandt, 1997), un échantillon scientifiquement valide en recherche qualitative/interprétative doit respecter certains critères :

- il est intentionnel ;
- il est pertinent par rapport à l'objet et aux questions de la recherche ;
- il est balisé théoriquement et conceptuellement ; et
- il est accessible et il répond aux balises éthiques qui encadrent la recherche.

Considérant les critères précédemment énumérés et tenant compte des propositions de la direction de l'entreprise sur le choix des employés disponibles, nous avons été accompagnés dans cette recherche par trois opérateurs sur le plancher, deux techniciens et deux ingénieurs. Pour des raisons de confidentialité que nous avons déjà évoquées, nous n'allons pas décliner leurs responsabilités.

Toutes les entrevues se sont déroulées dans des conditions favorables du point de vue de leur atmosphère : volontariat, droit de retrait, consignes, temps prévu respecté, lieu de l'entrevue. Le début des entrevues a été conditionnée par l'obtention du certificat éthique émis par le comité éthique de l'université Ce certificat est présenté à l'Annexe 2. Chaque entrevue a été basée sur un questionnaire présenté au Tableau 5-1. Ce questionnaire validé

auprès de la direction, a été élaboré sur la base des objectifs poursuivis : détection des gaspillages, détection des postes de travail à améliorer, détection des facteurs de résistance aux changements et identification de l'état présent des pratiques de management de projet. Comme on peut le constater de par la nature des questions, les entretiens ont été ouverts et francs. Toutes nos entrevues ont été enregistrées.

Tableau 5-1. Questionnaire utilisé pendant les entretiens à Sotrem-Maltech

Objet	Description
Introduction et présentation de l'objet d'entretien	Exposé clair des règles du jeu, de l'objectif visé et des matériaux de collecte (CD, notes)
Questions ouvertes	Questions cohérentes, neutres, faciles à comprendre
Quelle est la description de votre poste ?	
Quelle est votre expérience par rapport à votre travail ?	
Quelles sont vos tâches quotidiennes ?	
Qu'est-ce qui vous empêche de bien faire votre travail ?	
Qu'est-ce que vous ne devriez pas faire pourtant vous le faites parfois ?	
Comment planifiez-vous votre travail ?	
Que considérez-vous comme sources de gaspillages ?	
Êtes-vous favorable à améliorer votre milieu de travail ?	
Qu'est-ce qui pourrait être fait pour vous rendre plus productif ?	
Qu'est-ce qui pourrait entraver la réalisation de vos objectifs ?	
Comment améliorer les compétences et les capacités de ceux qui travaillent pour vous?	
Qu'est-ce qui pourrait rendre votre travail plus satisfaisant?	
Que faites-vous pour initier un projet, l'exécuter, le suivre et le clôturer ?	
Nous vous remercions pour votre participation	

Un enregistrement est alors émis et réécouté en temps de besoin. Pour mettre en œuvre un entretien, nous prenons en compte les variables suivantes :

- le cadre de l'entretien (rendez-vous, bureau fermé, calme) ;

- les phénomènes qui interviennent pendant l'entretien (appels téléphoniques, visite d'un collaborateur, interruptions) ; et
- la confiance entre les interlocuteurs.

5.3.3. Analyse des informations collectées

Plusieurs auteurs consultés présentent l'analyse du contenu comme étant un ensemble de techniques d'analyse qui utilisent des procédures systématiques et objectives pour décrire et interpréter les textes des contenus de manière méthodique dans l'optique de les classer et d'interpréter leurs avenants (L'Écuyer, 1987 et 1990 ; Mucchielli, 1988 ; Landry, 1992 ; Van der Maren, 2001). Les différents textes analysés sont mis en relation dans le but d'interpréter leur contenu explicite et implicite. Pour éviter les biais d'interprétation, les textes sont soumis à une catégorisation et à un codage rigoureux de la part du chercheur (Landry, 1992).

L'Écuyer (1987) distingue trois phases de l'analyse du contenu qui permettent à toute recherche qualitative d'obtenir des données objectives : la collecte des données pour la pré-analyse, le codage et le traitement.

a) Collecte des données pour la pré-analyse

Selon L'Écuyer (1990), cette phase consiste à choisir les documents appropriés pour mettre en œuvre l'analyse, formuler les hypothèses et les objectifs, puis, élaborer les indicateurs pour l'interprétation finale des résultats.

Dans cette thèse, les données sont collectées auprès de chaque intervenant par des entrevues directes. Au total, trois opérateurs sur le plancher, deux techniciens, deux ingénieurs ont été interviewés. La raison du choix de cet échantillon est simple : il s'agit du respect du principe d'exhaustivité. Tous les acteurs de la chaîne de production doivent intervenir au sondage. La pré-analyse nous a amené à catégoriser les informations présentées au Tableau 5.2 qui catégorise les types de contenu collectés.

Tableau 5-2. Catégorisation du contenu

Rubriques	Catégories	Intervenants
Situation organisationnelle actuelle	État présent	Tous
Innovation et amélioration de la performance des postes	État futur	Tous
Résistance aux changements	Motivation et implication personnelle	Opérateurs et Techniciens

Ainsi, les outils conçus doivent s'intéresser aux trois catégories de contenu identifiées :

- l'état présent du système de production : il faut s'intéresser à la situation actuelle de l'organisation en observant ses points forts et ses insuffisances ;
- l'état futur du système de production : proposer de nouveaux outils capables d'apporter une réponse efficace aux problèmes identifiés ; et

- la motivation et l'implication du personnel : trouver des moyens pour favoriser la satisfaction des employés et susciter leur implication.

b) Codage des données

Après avoir déterminé le corpus (catégories et rubriques), nous nous sommes inspirés du travail de Quivy et Van Campenhoudt (1988) selon lequel le contenu des informations collectées devrait être traité de manière rigoureuse pour éviter tout sentiment de subjectivité. Ainsi, pour coder les données, chaque information recueillie d'un classement par catégorie sans mention aucune de son émetteur. Ceci pour éviter les biais d'interprétation et d'influence.

c) Traitement des données

Les données ainsi catégorisées ont été interprétées par ordre d'importance pour les dirigeants de l'entreprise. Chaque problème relevé a fait l'objet d'une proposition d'alternatives capables d'y apporter une solution, sachant que la décision finale d'implantation relevait de la direction de Sotrem-Maltech. Les intervenants ont eu la possibilité de consulter, sur demande, les résultats du traitement des données. C'est grâce à ces résultats que nous avons pu dégager les points forts et les insuffisances de Sotrem-Maltech développés à la section suivante.

5.4. Forces et insuffisances du système de production de Sotrem-Maltech

Edouard Michelin disait souvent qu'*une question bien posée est une question à moitié résolue*. L'application de cet adage est également utile pour le déroulement de notre recherche. De fait, les entrevues réalisées et l'analyse de leur contenu ont permis de dégager les points forts et les insuffisances du système de production de Sotrem-Maltech.

5.4.1. Points forts de la production de Sotrem-Maltech

Suite à l'identification des intervenants aux entrevues, à la collecte des données et à leur traitement, nous avons pu dégager les points forts du système de production de Sotrem-Maltech. La connaissance de ces points forts permet à l'entreprise de consolider et de renforcer ses acquis.

5.4.1.1. Le flux tiré

Le système de production par flux tiré est pensé et mis en œuvre dès les premiers pas de l'entreprise en 1994. Il s'agit de produire des produits et des services sur commande. De manière concrète, c'est produire uniquement les quantités demandées par les clients sans recourir aux stockages des produits finis. La seule difficulté qui est perceptible au niveau du flux tiré se trouve dans la gestion des stocks des matières premières. L'entreprise entpose ses stocks pour anticiper la variation des coûts du métal sur le marché. Ces coûts sont dictés par la London Metal Exchange (LME) qui fixe le prix mondial du kilogramme d'aluminium en fonction du niveau des bourses de valeurs mobilières. Cette variation du prix de l'aluminium constitue un défi énorme pour l'application du flux tiré puisque

Sotrem-Maltech entrepose les matières premières lorsque le prix de la LME est bas pour les réutiliser plus tard lorsque le prix augmente sur le marché. Il est important de noter que le problème spécifique lié à la gestion du prix de l'aluminium est exclu de notre recherche.

5.4.1.2. La standardisation ISO 9001

L'entreprise Sotrem-Maltech est certifiée ISO 9001 (qualité totale) depuis 1998. Selon la norme ISO 9001, cette reconnaissance entraîne conséquemment une exigence majeure obligeant les entreprises titulaires à respecter les six principes fondamentaux du management de la qualité totale (ISO, 2007) :

1. satisfaction des clients ;
2. accent mis sur les produits ;
3. prévention plutôt qu'inspection ;
4. respect des partenaires (clients, fournisseurs, personnels, actionnaires) ;
5. recherche du consensus ; et
6. amélioration continue.

5.4.1.3. La technologie fiable et simple

Les chaînes de production de Sotrem-Maltech sont ultramodernes. Les équipements de conception, de production et de finition sont standardisés, de même que les équipements informatiques, les appareils de contrôle qualité et de mesure. Cet avantage technologique permet à l'entreprise de livrer à ses clients des produits et des services de bonne qualité et de maintenir une relation d'affaires permanente avec ses partenaires pour continuer à préserver son mode de production à flux tiré.

5.4.1.4. Le leadership et le management

Les dirigeants de Sotrem-Maltech ont une vision à long terme. Ils investissent pour le futur dans un esprit de développement durable. Cette vision se matérialise dans la pratique par la définition claire des objectifs, le développement des habiletés, la mise en œuvre des incitations, la formation continue des ressources humaines, la primauté de la communication et un suivi régulier. On peut considérer qu'au stade actuel, le leadership exercé par les responsables de l'entreprise est plutôt motivateur. Les relations contractuelles sont basées sur un système de récompense qui dépend de la performance de chaque fournisseur. Tous les objectifs sont définis à l'avance, il n'y a pas de place pour l'improvisation dans la production. L'attitude des dirigeants pendant les situations problématiques est consensuelle. Sur le plan de la vision d'affaires, Sotrem-Maltech se définit comme une entreprise qui ambitionne d'être présente dans les provinces du Canada à l'horizon 2025.

5.4.1.5. L'innovation

L'innovation est un aspect important de la stratégie d'affaires de Sotrem-Maltech qui est titulaire d'un brevet, la technologie *Alugreen*[®]. Cette formule chimique mise en œuvre dans le cadre de sa stratégie de recherche et développement permet de transformer l'aluminium coupeau et solide en granules de tailles variées en fonction de la demande du client. De même, l'entreprise est également l'une des PME canadiennes à participer au projet national de recyclage des débris d'avions. Sur ce point, elle reçoit régulièrement des chercheurs et des chercheuses venant de diverses universités pour tester ses équipements et en proposer des améliorations. Sotrem-Maltech participe autant que les constructeurs Bombardier et

Hélicoptère à la recherche des voies et moyens qui vont permettre de transformer les débris d'avions en aluminium en y ajoutant de la valeur.

5.4.2. Insuffisances du système de production de Sotrem-Maltech

La collecte, l'analyse et l'interprétation des informations issues des entrevues ont permis de relever quelques insuffisances du système de production de l'entreprise Sotrem-Maltech. Ces insuffisances que les responsables organisationnels n'avaient pas constatées jusqu'ici, sont des sources de gaspillages et il importe de les analyser.

5.4.2.1. Le syndrome de l'étudiant

Peu importe le temps qu'un cadre de Sotrem-Maltech dispose pour faire une tâche, il est possible qu'il soit toujours en retard. Pourquoi ? Parce que dans la pratique, ceux-ci débudent toujours leurs activités à la dernière minute. Ce qui est souvent dû à une charge de travail importante. Cette attitude qui consiste à faire une tâche à la dernière minute est connue sous le nom de syndrome de l'étudiant (Goldratt, 1997). Dans la pratique, le syndrome de l'étudiant peut s'identifier par le fait que les cadres de Sotrem-Maltech commencent le plus souvent leurs activités en considérant les dates de début au plus tard. De ce fait, les marges attribuées pour parer aux différents risques de retard sont consommées même avant le début des activités préalables. Ainsi, il suffit qu'un risque, aussi minime qu'il soit, intervienne dans la réalisation pour que le projet accuse un retard.

5.4.2.2. Le syndrome de Parkinson

Les employés de Sotrem-Maltech n'ont pas pris l'habitude de finir leurs activités au plus tôt. Cette attitude qui consiste à utiliser tout le temps programmé pour faire un travail, même si, en réalité, celui-ci pouvait être fait plus rapidement, est considérée en management comme étant le syndrome de Parkinson (Goldratt, 1997). Lorsqu'une nouvelle commande client est lancée, les employés de Sotrem-Maltech ont tendance à utiliser tout le temps qui leur est imparti. Ainsi, il suffit également qu'un aléa ou un imprévu survienne durant le projet pour que la date de réalisation prévue soit modifiée.

5.4.2.3. Le multitâche

Le multitâche consiste à réaliser plusieurs activités en parallèle. Ainsi, lorsqu'une ressource doit intervenir dans deux activités qui sont programmées à la même période, il y a un problème d'allocation de ressource qui se pose. Il convient de prendre en compte la problématique de la disponibilité des ressources pendant l'élaboration de l'échéancier.

5.4.2.4 La circulation des informations et la lisibilité des processus

Pour le moment, il n'existe pas une visibilité claire entre les différents processus de production, de même que la circulation des informations et les rôles et responsabilités ne sont pas clairs. Les dirigeants ont le souci majeur d'établir un digramme de flux pour tous les processus situés sur la chaîne de production afin de pouvoir attribuer à chaque employé la responsabilité des activités qu'il met en œuvre. L'absence de diagramme de flux des processus de production est un problème réel pour la négociation des prix.

5.4.2.5 Les rangements

L'espace de rangement présente beaucoup de superflu. Plusieurs équipements inutilisés occupent une grande partie de la zone de production. La direction de l'entreprise souhaite réorganiser l'utilisation de la zone de production et se départir des équipements non utilisés.

5.4.2.6 Les non conformités et la maîtrise des temps de production

Selon le Directeur de production de Sotrem-Maltech, le système de production produit beaucoup de non conformités. Ce qui constitue un handicap majeur pour la rentabilité de l'entreprise et pour l'application de la production en flux tiré. Les non conformités concernent la taille des matériaux qui passent d'un poste de la chaîne de production à un autre. Ces matériaux défectueux ne peuvent plus être utilisés par le poste suivant et doivent être détruits ou refondus.

Par ailleurs, la non maîtrise du temps de cycle de production est un problème récurrent à Sotrem-Maltech. Le temps de cycle, qui est la durée qui s'écoule entre la commande d'un client et la livraison du produit fini à ce client, permet de planifier les équipes de projet en fonction de la quantité d'aluminium à produire.

Le Tableau 5-3 présente un résumé des points forts et des insuffisances dégagées à la suite du recueil de l'existant auprès des employés de Sotrem-Maltech.

Tableau 5-3. Points forts et insuffisances de Sotrem-Maltech

Rubrique	Points forts	Insuffisances identifiées
Lean	<ul style="list-style-type: none"> - Le flux tiré - La standardisation ISO 9001 - La technologie fiable et simple - Le leadership et le management - L'innovation 	<ul style="list-style-type: none"> - Syndrome de l'étudiant (cadres) - Syndrome de Parkinson (employés) - Multitâches - Espaces de rangement - Non conformités - Lisibilité des processus - Problème des espaces de rangement - Détermination des temps de production - Gaspillages de manutention et d'usinage - Amélioration du flux tiré
Management de projet	<ul style="list-style-type: none"> - Volonté d'atteindre la qualité totale des produits finis et des services rendus - Accent mis sur la satisfaction des clients - Volonté d'apprendre 	<ul style="list-style-type: none"> - Problème avec la surveillance et le contrôle de la production

5.4.3. Identification des outils spécifiques au cas de Sotrem-Maltech

Après l'identification des points forts et des insuffisances du système de production de Sotrem-Maltech, il est possible de se rendre compte de la nécessité de sélectionner les outils du modèle proposé au Chapitre 4.

Comme le présente le Tableau 5-4, six outils du modèle ont été proposés à la direction de Sotrem-Maltech pour répondre aux différentes insuffisances constatées. Tous ces outils ont reçu l'approbation de la direction de l'entreprise pour leur mise en œuvre. Ils sont classés dans le Tableau 5-4 en fonction de leur ordre chronologique de mise en œuvre. Cet ordre a été établi en tenant compte de l'enchaînement des temps du cycle de vie du projet présenté dans le modèle proposé.

Tableau 5-4. Insuffisances identifiées et outils proposés

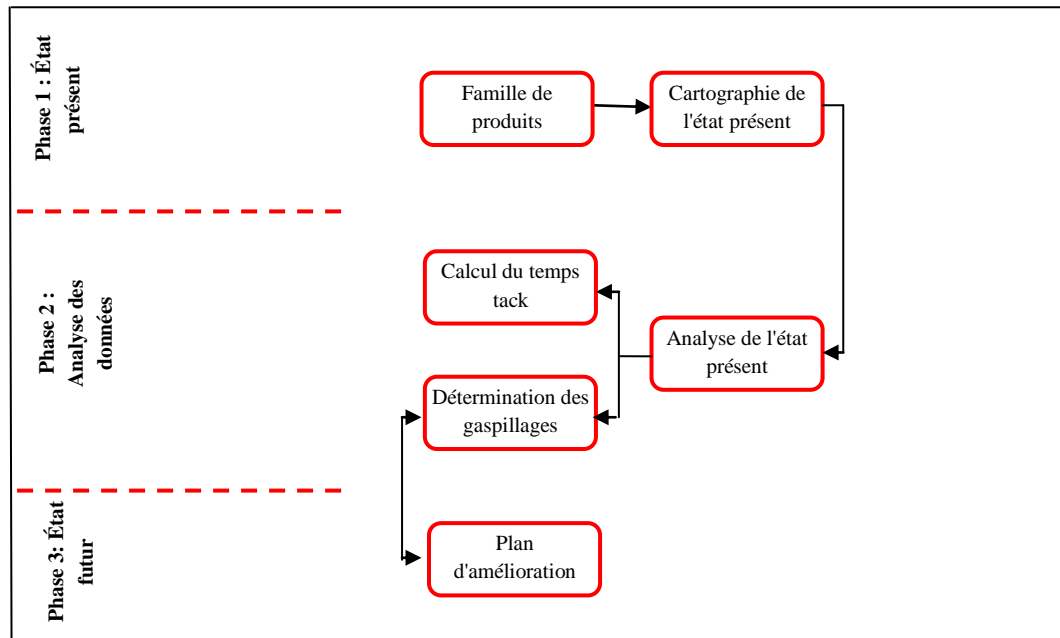
Insuffisances	Outils
- Détermination des temps de production - Amélioration du flux tiré - Gaspillages de manutention et d'usinage	- Cartographie de la chaîne de valeur
- Lisibilité des processus	- Diagramme de flux
- Syndrome de l'étudiant (cadres) - Syndrome de Parkinson (employés) - Multitâches	- Technique de la chaîne critique
- Problème des rangements	- 5 S (Sélectionner, Situer, Scintiller, Standardiser, Suivre)
- Problème des non conformités	- 5 Zéros
- Surveillance et contrôle de la production	- Management de la valeur acquise

5.5. Application des outils identifiés et évaluation des résultats

5.5.1. Mise en œuvre de la cartographie de la chaîne de valeur

La Figure 5-4 illustre le schéma logique de la démarche que nous menons pour élaborer la CCV de Sotrem-Maltech. Elle est subdivisée en trois phases. Dans une première phase, il est question de déterminer l'état présent du système de production de Sotrem-Maltech. Ensuite, la deuxième phase de la démarche consiste à analyser l'état présent pour en dégager les gaspillages. La dernière phase propose un plan d'amélioration pour anticiper l'état futur.

Figure 5-4. Schéma de la démarche opérationnelle d'élaboration de la CCV



Phase 1. Détermination de l'état présent de la chaîne de production à Sotrem-Maltech

Avant de commencer à cartographier une chaîne de production, il est indispensable de déterminer l'objet de l'étude : c'est la famille de produits qui va servir de base pour l'élaboration de la cartographie. Lorsque l'entreprise a un portefeuille de projets robuste, il faut baser l'étude sur une famille de produits qui représente une bonne part du chiffre d'affaires. Deux méthodes sont généralement utilisées pour déterminer les familles de produits dans les entreprises : la méthode ABC et l'Analyse en Composantes Principales Garnier (2010).

– **La méthode ABC (appelée méthode matricielle)**

Le Tableau 5-5 présente un exemple de matrice ABC. Les produits sont alignés horizontalement alors que les machines ou les processus sont à la verticale. Une valeur *X* est affectée dans la case lorsque le produit de la ligne passe par l'équipement de la colonne.

Tableau 5-5. Exemple de matrice ABC

	Processus ou machine								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Produit A	X	X		X		X	X		
Produit B	X		X	X	X	X		X	X
Produit C	X	X	X						
Produit D	X	X	X	X	X	X		X	X
Produit E	X	X		X		X		X	X

Dans l'exemple ci-dessus, la famille de produit qui devrait faire l'objet de l'étude, selon l'approche ABC, est constituée des produits B, D et E.

– **L'Analyse en Composantes Principales (ACP)**

Tel que le montre la Figure 5-5, cette méthode détermine le coefficient de corrélation entre les séries statistiques issues de la matrice précédente pour établir leur degré de colinéarité.

Figure 5-5. Détermination du coefficient de corrélation entre deux séries

Mathématiquement, si x et y sont deux variables, les formules de calcul utilisées sont les suivantes :

$$\text{Var}(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \text{ pour la variance de } X$$

$$\text{Var}(y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \text{ pour la variance de } Y.$$

La covariance de (X, Y) est $\text{Cov}(X, Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$ et le coefficient de corrélation linéaire est

$$r = \frac{\text{Cov}(x,y)}{\sqrt{\text{var}(x,x)}\sqrt{\text{var}(y,y)}}$$

Pour déterminer les familles de produit avec la méthode ACP, x et y prennent les valeurs « 0 » ou « 1 ». Le coefficient de corrélation qui est une valeur comprise entre « -1 » et « 1 » détermine le degré de linéarité entre les deux séries. Pour déterminer la famille des produits de Sotrem-Maltech, nous avons opté pour la méthode ABC qui a permis d'obtenir le Tableau 5-6 ci-après.

Au regard de la matrice élaborée précédemment, il est maintenant aisé de déterminer les différentes familles de produits de l'entreprise avec la méthode ABC. Il se dégage sept familles composées des produits suivants :

Famille 1 : Alg01, Alg02, Alg03, Alg04, Granules

Famille 2 : Galvanisation

Famille 3 : Fusion

Famille 4 : Siphon et démolition

Famille 5 : Dégel

Famille 6 : Traitement thermique

Famille 7 : Refonte

Un calcul simple effectué avec le directeur commercial de l'entreprise a permis de déterminer le pourcentage de participation de chaque famille de produits dans le chiffre d'affaires de la compagnie. Pour des raisons de confidentialité des données, cette information n'est pas présentée. Il est toutefois possible de noter que la famille de produits *Alugreen*[®] représente plus de 80% du chiffre d'affaires.

Phase 2. Analyse de l'état présent du système de production de Sotrem-Maltech

– Symboles

La CCV utilise des symboles qui sont des pictogrammes simples à interpréter. Les principaux symboles utilisés dans cette recherche sont présentés à l'Annexe 6.

– **Le questionnaire**

Pour obtenir une CCV crédible, le questionnaire du Tableau 5-7 a été soumis à tous les employés qui interviennent dans la chaîne de production (y compris les dirigeants).

Tableau 5-7. Questions posées pour l'élaboration de la CCV de Sotrem-Maltech

Questions de base	(1) Quelles sont les heures de travail et les périodes de pause ?
	(2) Combien d'employés travaillent à chaque quart ?
	(3) Quels sont les différents processus de fabrication ?
	(4) Quel est le fonctionnement de la gestion des commandes ?
Heijunka (Lissage)	(5) Comment la production peut-elle être nivelée pour être plus efficace ?
	(6) Quel est le niveau de planification des approvisionnements, de la production et de la livraison ?
Kaizen (Améliorations)	(7) Quel est le plan d'assurance qualité ?
	(8) Quels sont les sources potentielles de gaspillage ?
	(9) Quel est le plan de maintenance ?

– ***Le temps de changement (Change over time)***

C'est le temps qu'il faut pour changer un outil sur une machine de la chaîne de production. Cette information doit provenir des opérateurs. Pour mesurer le temps de changement d'une pièce ou d'un équipement, il est important d'être physiquement présent

pendant l'opération, de mesurer à partir de la dernière bonne production et d'arrêter le chronomètre au moment où la production reprend normalement.

– ***Le nombre d'opérateurs***

Pour chaque processus ou machine, il est important de déterminer le nombre d'opérateurs qui interviennent afin de planifier l'allocation des ressources disponibles.

– ***Le taux de défauts***

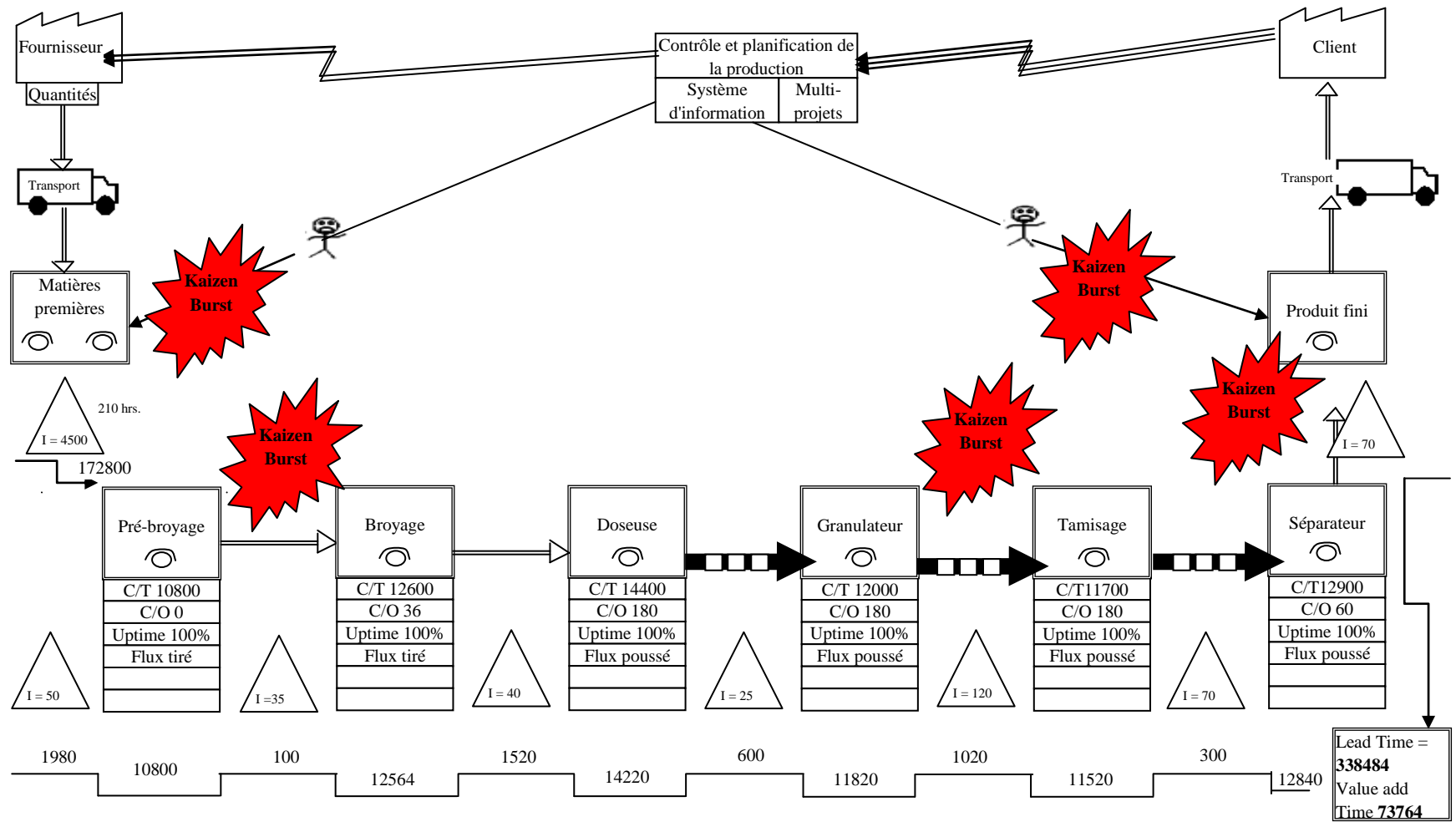
Il est possible de calculer le taux de défauts en même temps que le temps de cycle. Il suffit de compter le nombre de pièces défectueuses dans un intervalle de temps de dix à vingt minutes. Le taux de défaut est obtenu en divisant le nombre de pièces défectueuses par le nombre total de pièces produites dans le même intervalle de temps.

$$\textbf{Taux de défauts} = \frac{\text{nombre total de pièces défectueuses}}{\text{nombre total de pièces produites}}$$

– ***CCV de l'état présent***

La Figure 5-6 présente la Cartographie de la chaîne de valeur de l'état présent de production *Alugreen*[®] à Sotrem-Maltech. Sur le schéma, cinq opérations de Kaizen (amélioration) s'imposent : améliorer le stock des matières premières, améliorer la circulation des informations vers le fournisseur, améliorer le flux entre le pré-broyage et le broyage, améliorer le flux entre le granulateur et le tamisage ainsi qu'améliorer les opérations de livraison du produit.

Figure 5-6. CCV de l'état présent de Sotrem-Maltech



Dans « *La gestion des opérations : produits et services* », Stevenson et Benedetti (2012) présentent le **temps tack** comme étant le cycle optimal à viser pour favoriser un système de production équilibré qui tient compte de la demande des clients. Selon ces auteurs, il est important d'optimiser le cycle de production en visant l'équilibre entre le temps nécessaire pour produire une quantité de livrables et la cadence des opérations capables de satisfaire à la demande des clients. Ainsi, le **temps tack**, qui représente le rapport entre le temps net de production et les quantités à produire en fonction de la demande du client, se calcule selon la formule :

$$\text{Temps tack} = \frac{\text{Temps net disponible par jour}}{\text{Demande à satisfaire par jour}}$$

Le calcul du **temps tack** s'est fait à Sotrem-Maltech dans le secteur de production *Alugreen*[®]. Selon les informations recueillies auprès du directeur de production, la demande des clients dans ce secteur est de 1 305 285 kilogrammes par mois. L'entreprise fonctionne durant trois quarts par jour (3 équipes). Le temps de travail disponible pour satisfaire à cette demande est de 450 minutes (temps de pause et repas comptés) par équipe et par jour. Le directeur de production souhaite optimiser sa production en déterminant le **temps tack** correspondant.

Pour se faire, nous déterminons d'abord la production journalière selon la demande des clients : $1\,305\,285 \text{ kg} \times 12 \text{ mois} / 365\text{j} = 42\,913,47 \text{ kg/jr}$.

Puis, le temps net de travail disponible par jour dans le secteur *Alugreen*[®] :

$$3 \text{ quarts/jr} \times 450 \text{ min/jr} \times 60 \text{ sec} = 81\,000 \text{ sec/jr}$$

Finalement, le *temps tack* :

$$\text{Temps tack} = \frac{\text{Temps net disponible par jour}}{\text{Demande à satisfaire par jour}} = \frac{81\,000 \text{ sec/jr}}{42\,913,47 \text{ kg/jr}} = 1,88 \text{ sec/kg}$$

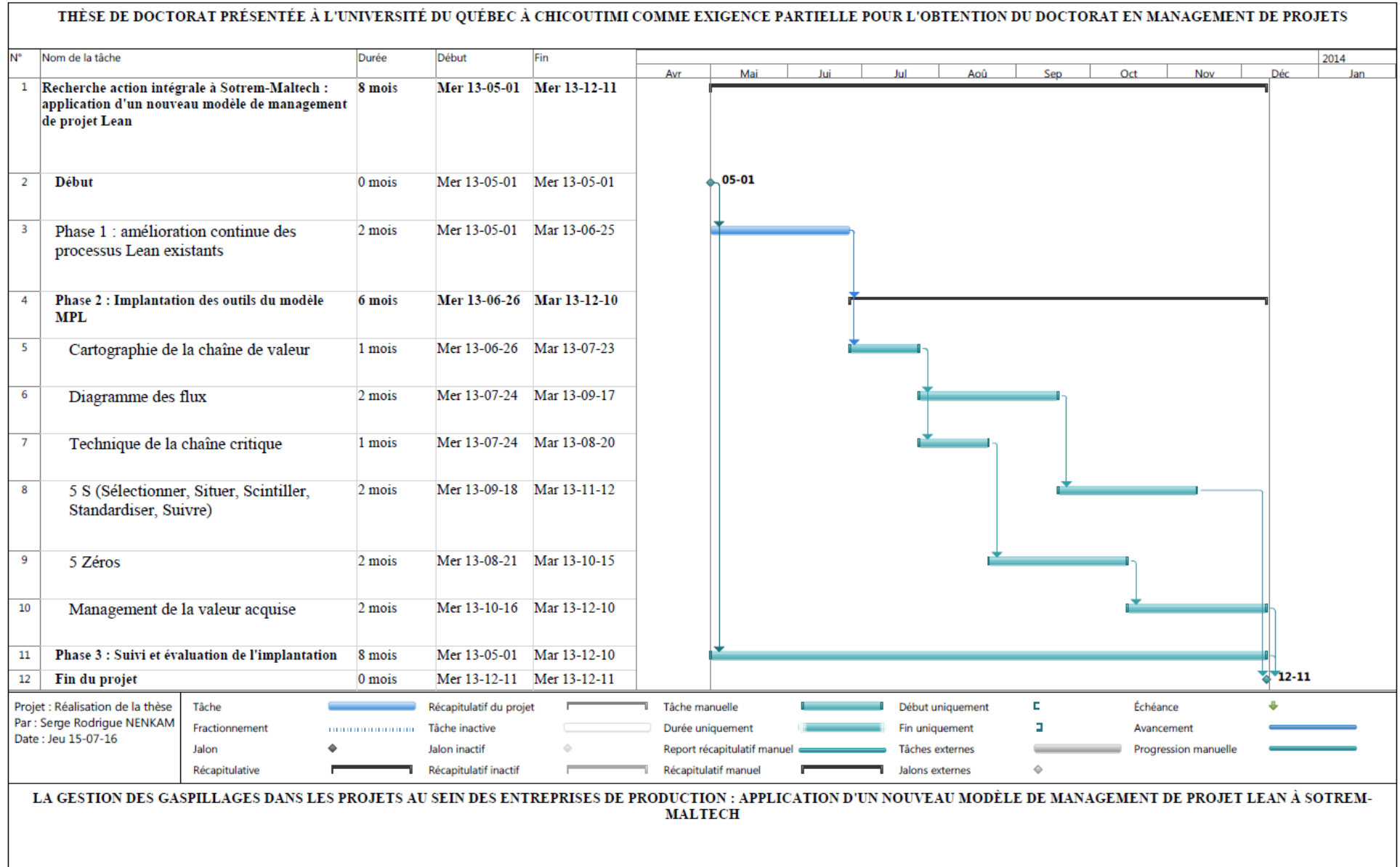
Le cycle optimal à viser est de 1,88 seconde pour chaque kilogramme de produit *Alugreen*[®] à produire.

Phase 3. État futur et plan d'action de Sotrem-Maltech

La Figure 5-7 donne le plan d'action qui a été validé par les dirigeants de l'entreprise afin d'apporter une réponse efficace aux insuffisances de l'état présent de la chaîne de production. Ce plan d'action élaboré à l'aide du logiciel Microsoft[®] 2013 est divisé en trois phases :

- 1- amélioration des procédés Lean existants,
- 2- mise en œuvre de nouveaux outils et techniques du MPL ; et
- 3- suivi et évaluation des recommandations.

Figure 5-7. Plan d'action pour l'amélioration de la production *Alugreen*[®]



Évaluation

La mise en œuvre de la CCV pendant la phase de démarrage permet à Sotrem-Maltech de dégager les avantages suivants :

- définir précisément la valeur de chaque produit à livrer ;
- déterminer les gaspillages dans la chaîne en calculant le temps de cycle et en déterminant à chaque entrée le type de flux (tiré ou poussé) ;
- donner une indication sur toutes les sources de gaspillages ; et
- spécifier le plan d'amélioration des processus.

La difficulté majeure qui relève de l'implantation de la CCV réside au niveau de la complexité technique de sa mise en œuvre. Le directeur de la production de Sotrem-Maltech a été formé et s'est approprié la démarche.

5.5.2. Mise en œuvre des diagrammes de flux d'informations

Les Figures 5-8 à 5-12 ci-après illustrent les différents diagrammes de flux conçus pour le système de production de Sotrem-Maltech. Les pictogrammes utilisés sont présentés à l'Annexe 6.

D'entrée de jeu, Sotrem-Maltech fait affaires avec plusieurs fournisseurs et clients situés principalement dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Cette proximité est une réelle opportunité d'affaires puisque ses effets en termes de charges de transport réduisent considérablement les prix de ventes des produits aux clients. Ainsi, à la Figure 5-8, il est possible de constater que lorsque le besoin de s'approvisionner est identifié

par le responsable commercial ou le responsable de la production, les quantités nécessaires vont être identifiées et le choix du fournisseur qui fait le meilleur rapport quantité/qualité/prix va être effectué. Une autorisation de passer la commande est émise par le directeur commercial au comptable afin de procéder à la commande. La commande est reçue par le superviseur de production qui contrôle les quantités livrées et transmet un avis de réception à la comptabilité pour la mise à jour du système d'information.

Pour créer un nouveau projet (nouvelle commande du client), l'équipe marketing, le directeur de production, les responsables financiers administratifs, le directeur des opérations et le directeur général collaborent. L'équipe marketing reçoit la commande du client et s'oriente vers le directeur de production pour valider la date de livraison et planifier la production. Le responsable marketing demande ensuite l'avis du comité de gestion (responsable financier et directeur général spécifiquement) sur le prix de vente en leur présentant une proposition qui tient compte du coût des matières premières en cours (alliages et gaz), de la main d'œuvre, des équipements et du coût du transport.

L'illustration des Figures 5-9 à 5-11 montre que le directeur et le superviseur de production déterminent le nombre de ressources humaines nécessaires ainsi que la durée des activités qui permettent de produire les livrables. Ce travail est effectué à l'aide du logiciel comptable SPEX et abouti à la création d'un bon de mise en production (DMP). À partir de cet instant, le projet de production démarre lorsque le client valide les conditions de production et de livraison de son produit. Pendant l'exécution du projet de production, les responsables qualité déterminent les éléments d'alliage et préparent le calculateur de formule qui permet de créer le rapport de mise en alliage pour la coulée

par les opérateurs sur le plancher. Lorsque la production est achevée, les différents opérateurs élaborent le rapport de coulée qui contient les caractéristiques finales du produit. Le rapport de coulée permet de mettre à jour le système d'information, les inventaires et la détermination des éléments de facturation au niveau de la comptabilité.

À la Figure 5-12, la livraison est déclenchée lorsque le bon de livraison est établi. Il est ensuite transmis au client qui confirme les quantités achetées. En fonction du type de contrat, il peut soit directement procéder au paiement, soit attendre la fin de la commande pour effectuer le paiement par virement bancaire ou par chèque certifié.

Figure 5-8. Diagramme de flux d'approvisionnements

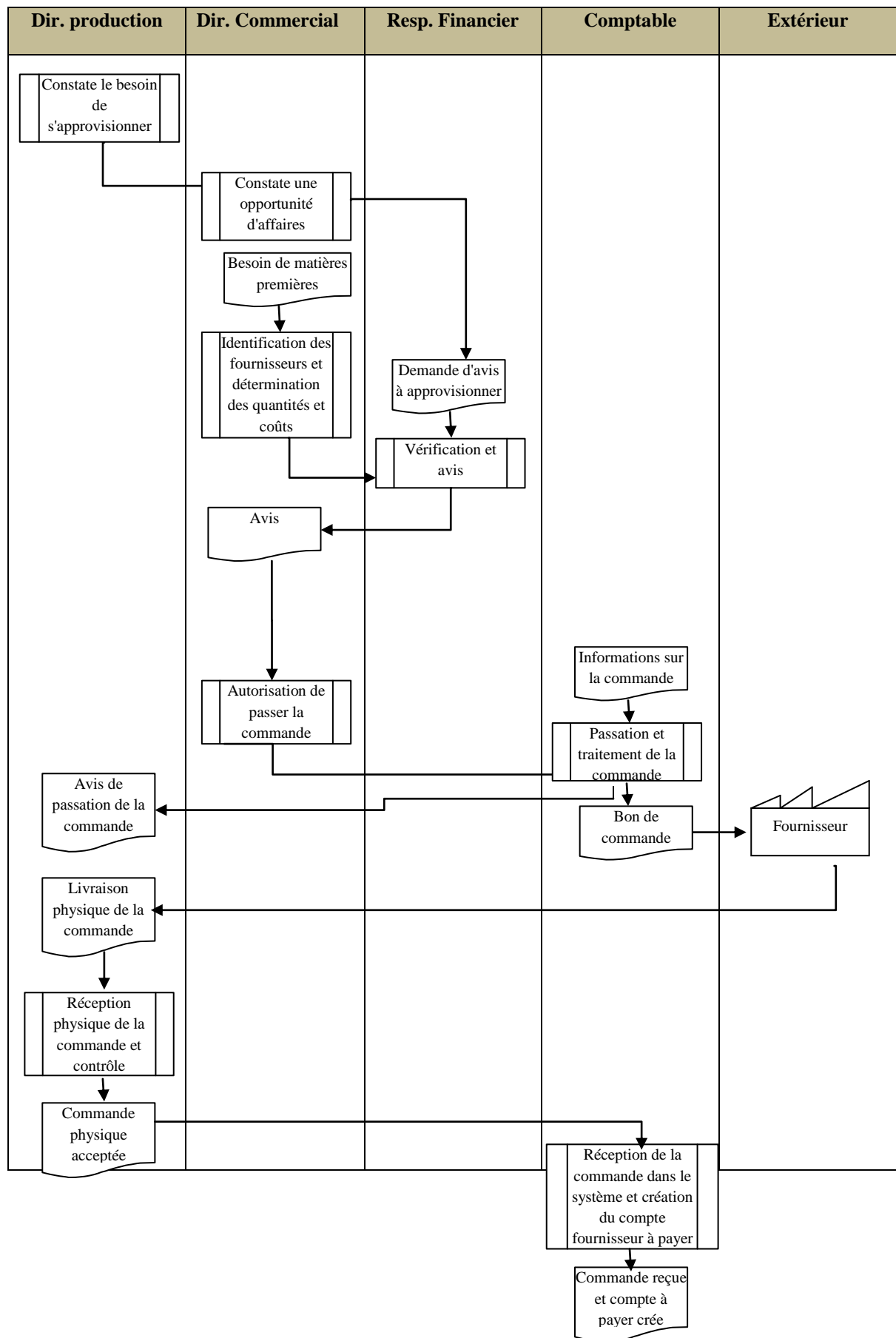


Figure 5-9. Diagramme de flux de traitement des données de production

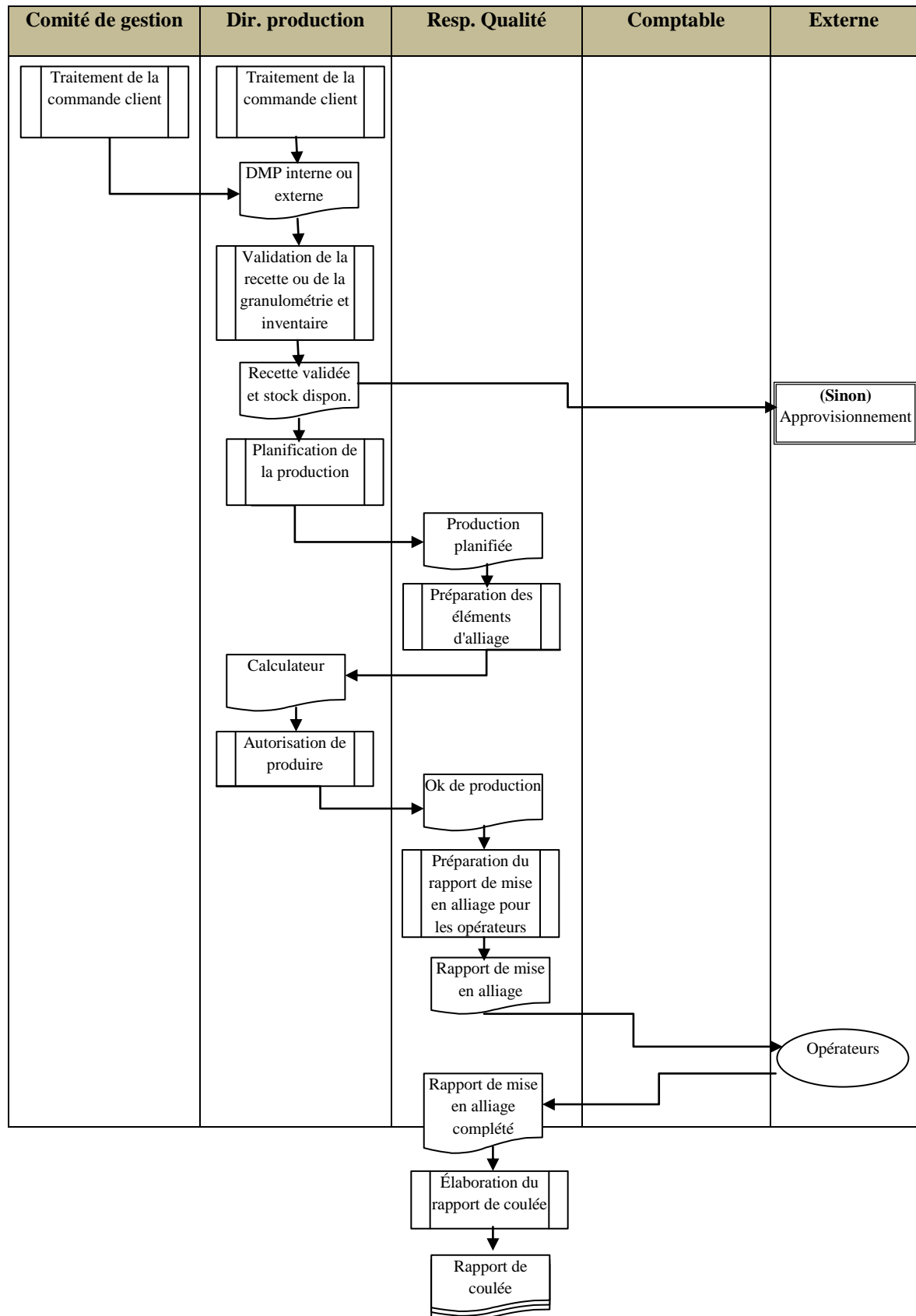


Diagramme des flux des opérations de production sur le plancher

Figure 5-10. Diagramme de flux du pré-broyage

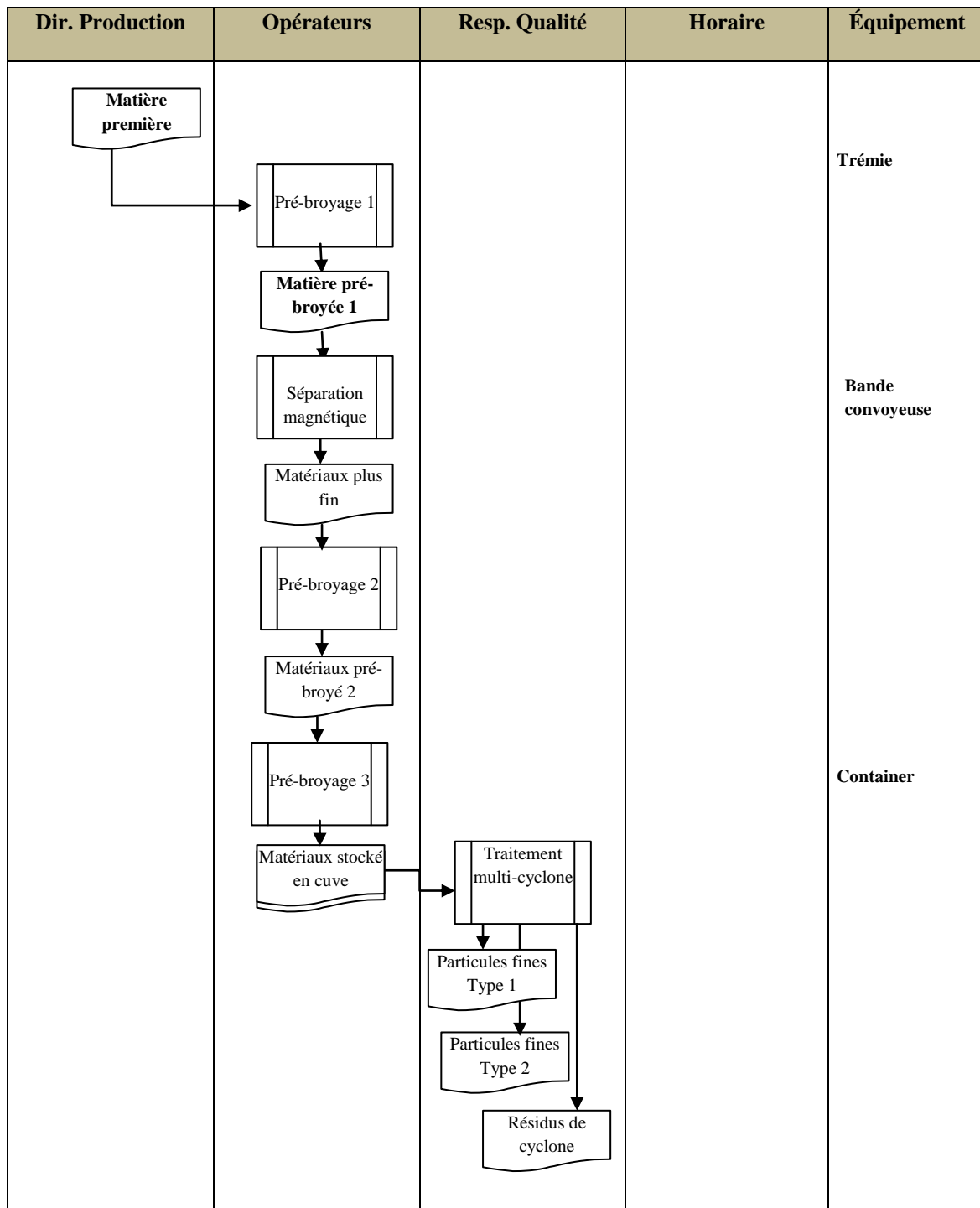


Figure 5-11. Diagramme de flux de fabrication du produit fini

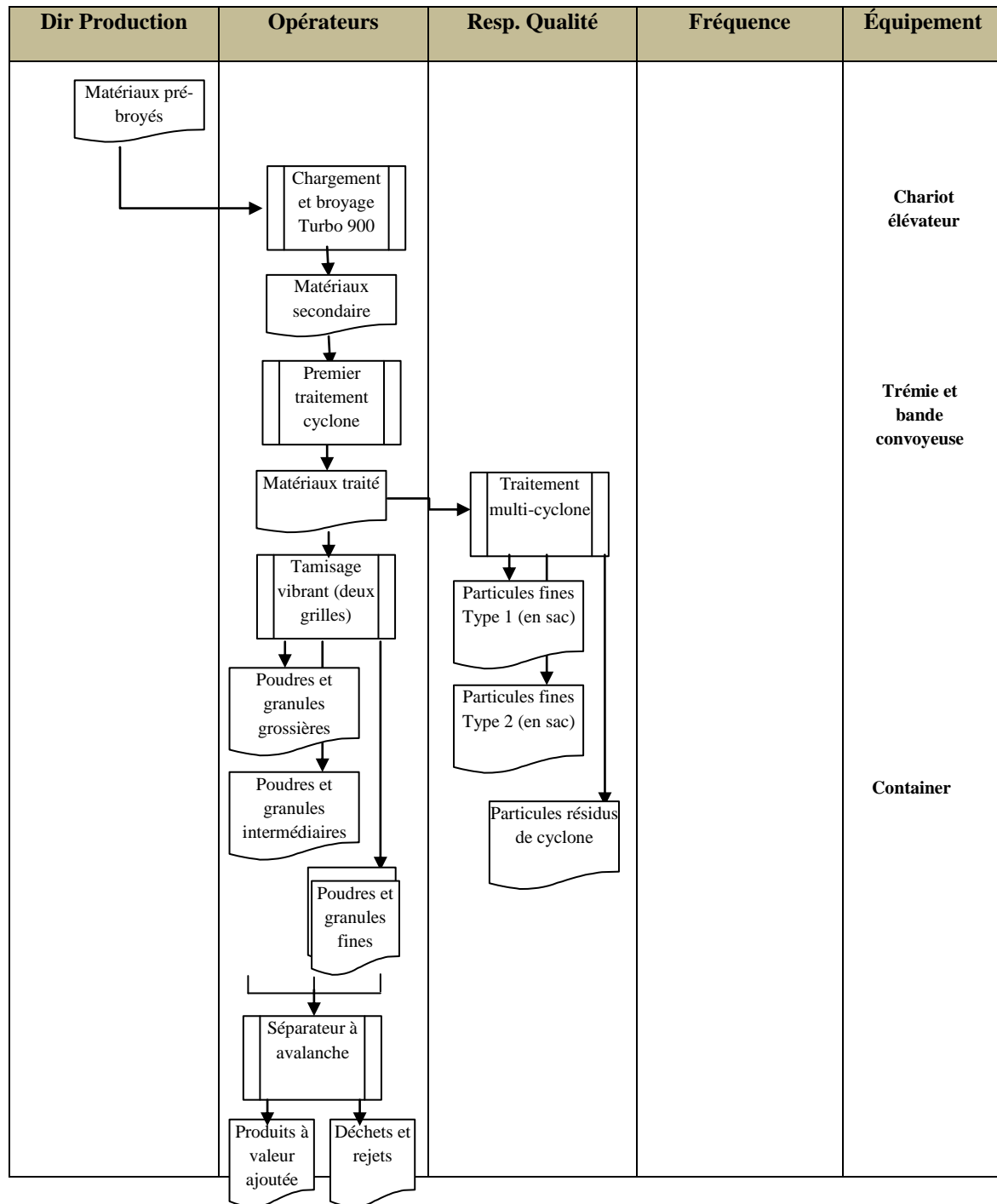
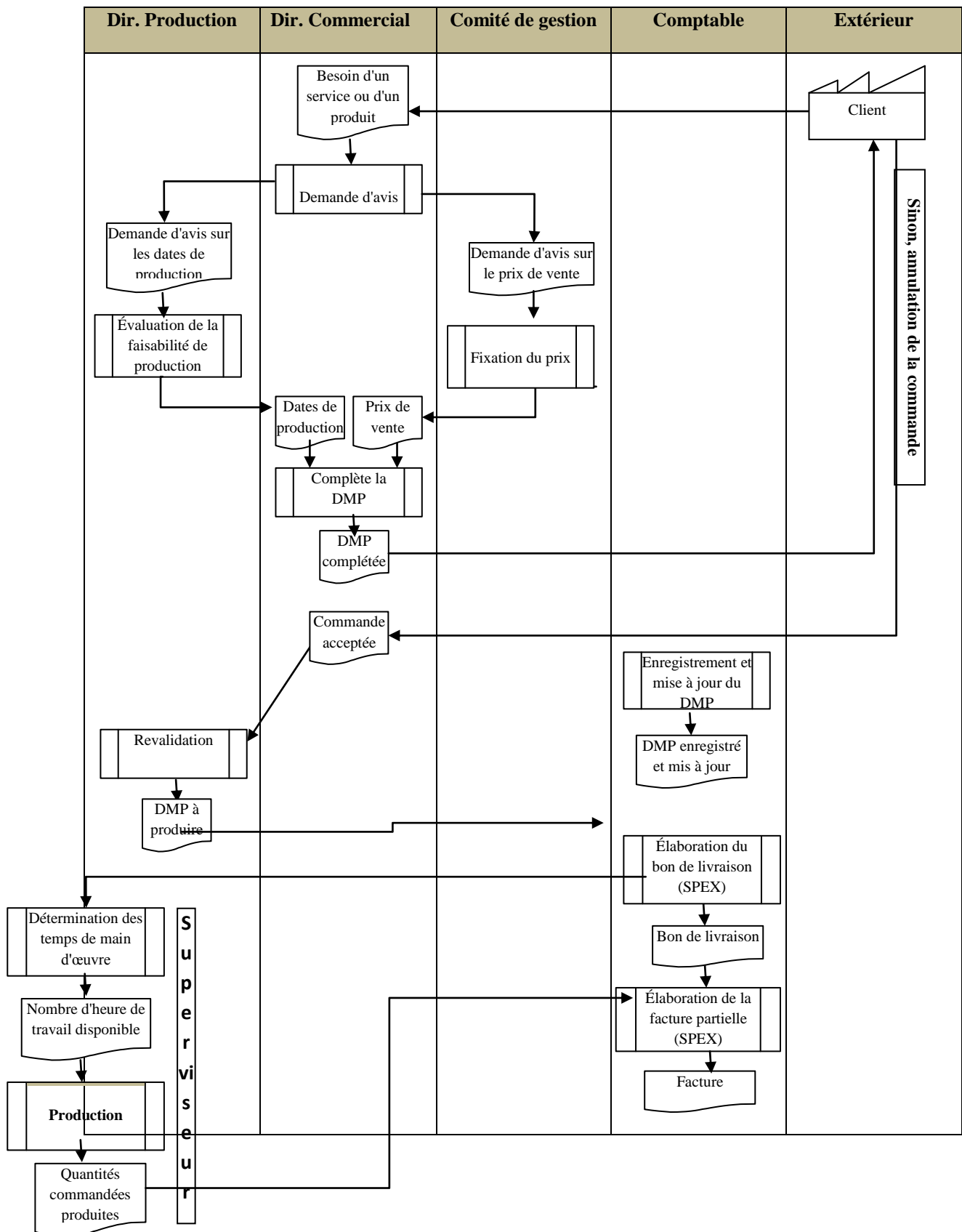


Figure 5-12. Diagramme de flux de la livraison au client



Évaluation

Le principal avantage de l'utilisation des diagrammes de flux pour cartographier les processus à Sotrem-Maltech réside dans le fait qu'il permet de décrire les flux de données et de matières ainsi que les différentes responsabilités. Cette technique a trouvé un écho favorable auprès de la direction puisqu'avant notre arrivée, aucun responsable ne pouvait définir convenablement son travail. Actuellement, tous les processus de production de l'entreprise sont cartographiés. Initialement, l'enjeu de notre recherche était seulement de cartographier les processus qui sont directement liés à la production tels que les approvisionnements, le traitement des informations, la machinerie et la livraison. Cependant, après avoir fait les premiers travaux, la direction de Sotrem-Maltech a apprécié la technique et a suggéré qu'elle soit généralisée à l'ensemble des postes fonctionnels (responsable financier et administratif, comptabilité, ressources humaines, marketing, contrôle qualité), ce qui a bien évidemment été fait et que nous ne présentons pas ici.

5.5.3. Mise en œuvre de la chaîne critique

Les concepts utilisés dans cette partie sont développés à la Section 4.3.2 (c). L'implémentation de la démarche de la chaîne critique à Sotrem-Maltech se déroule sur un projet de transformation de la matière première en particules fines.

Au Tableau 5-8, toutes les activités ont été recensées et codifiées, ainsi que leurs prédécesseurs, leurs durées moyennes et les responsables qui y interviennent. Les durées sont indiquées en semaines.

Tableau 5-8. Cas d'application de la chaîne critique

Code	Nom de l'activité	Prédécesseur	Durée (sem.)	Nom des ressources
A	Chargement de la baie	-	4	Jean
B	Pré-broyage	-	8	Paul
C	Séparation magnétique	-	1	Martin
D	Multi-clonage	C	1	Paul + Jean
E	Tamisage	A	6	Martin+Jean
F	Séparateur à avalanche	A	3	Alain
G	Triage	B	5	Pierre
H	Vérification	E, F, G	3	Antoine
I	Codification	D	1	Martin
J	Enregistrement	I	2	Paul
K	Stockage en sac scellé	H	2	Jean
L	Préparation de la livraison	J, K	5	Philippe

Dans cet exemple précis, le directeur de production de Sotrem-Maltech nous confie que les projets de transformation de cette taille sont réalisés en moyenne en 35 semaines. De plus, la ressource « Alain » prend un congé de quatre semaines pendant sa période de travail. Le directeur de la production prévoit également qu'il est possible que la trieuse que doit utiliser la ressource « Pierre » soit indisponible pendant trois semaines. Ainsi, il est demandé de vérifier la durée prévue du projet et de regarder l'effet de l'indisponibilité des ressources humaines et matérielles sur l'échéancier.

Afin d'apporter une réponse efficace à cette problématique, nous optons pour la mise en œuvre d'une démarche scientifique capable de calculer, dans un premier temps, la durée prévue du projet et d'observer, dans un second temps, l'effet de l'indisponibilité des ressources (humaines et matérielles) sur les délais. Il s'agira de :

- 1- déterminer la durée réelle du projet actuel sans tenir compte des ressources ;
- 2- pour chaque activité, déterminer sa marge libre, sa marge totale et son battement dans le but d'observer la possibilité d'effectuer ou non des retards ;
- 3- étudier l'effet du congé de la ressource humaine « Alain » qui accuse une absence de quatre semaines pendant la réalisation du projet ; et
- 4- étudier l'effet de l'indisponibilité de la ressource matérielle (pièce de la trieuse) pendant trois semaines sur l'échéancier et anticiper les prévisions de délais.

Résolution du cas

1. Déterminer la durée prévue de réalisation du projet

Pour déterminer la durée réelle du projet, nous commençons par classer les activités par niveau. C'est à dire par ordre de réalisation. Dans cet ordre d'idées, les activités de « Niveau 1 » sont les activités qui n'ont aucun prédécesseur. Les activités de « Niveau 2 » sont précédées par les activités de « Niveau 1 ». Les activités de « Niveau 3 » sont précédées par les activités de « Niveau 2 ». Ainsi, en généralisant, les activités de « Niveau N » seront précédées des activités de « Niveau (N-1) ».

Dans notre exemple, les différentes activités du projet se résument en cinq niveaux :

Niveau 1: $N_1 = \{A, B, C\}$

Niveau 2: $N_2 = \{E, F, G, D\}$

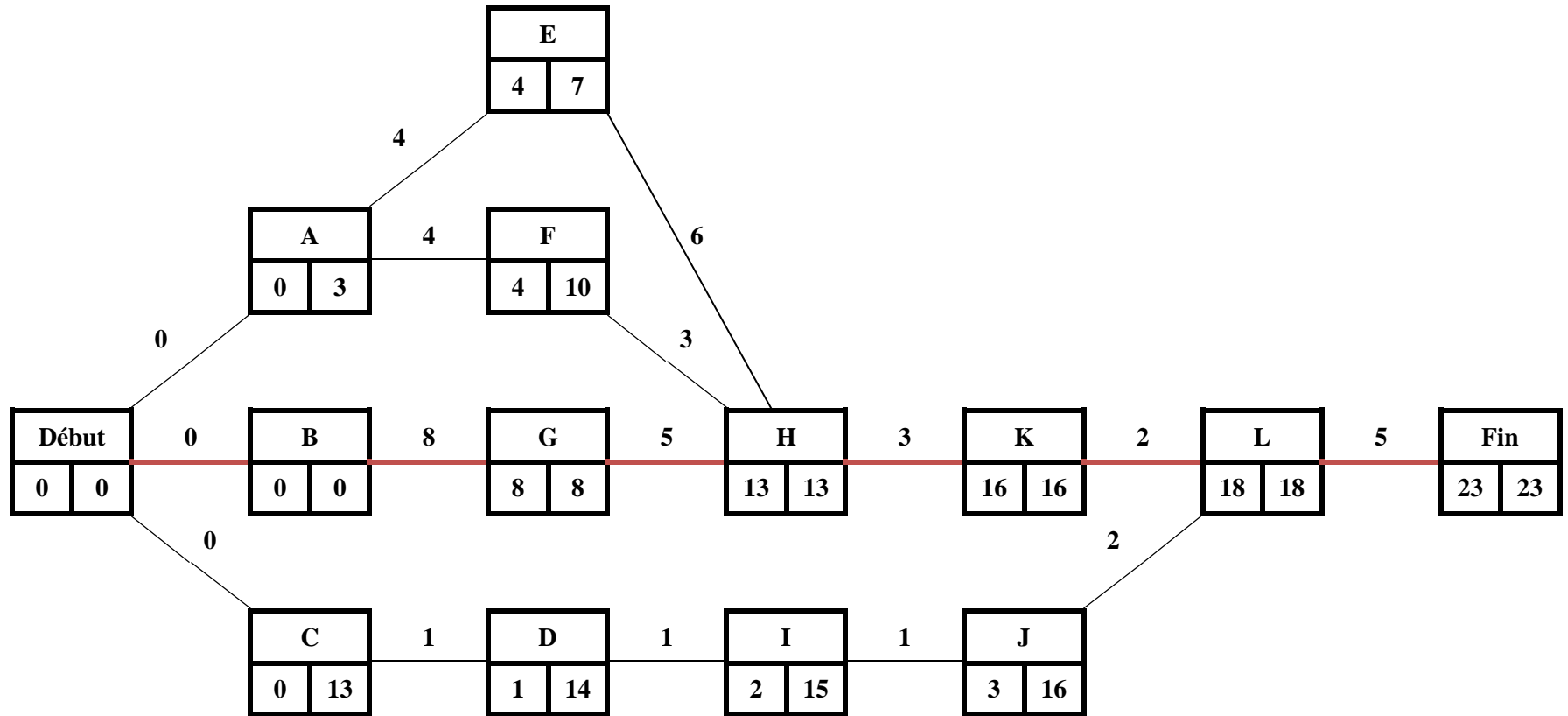
Niveau 3: $N_3 = \{H, I\}$

Niveau 4: $N_4 = \{K, J\}$

Niveau 5: $N_5 = \{L\}$

La Figure 5-13 présente le diagramme réseau de ce projet conçu à l'aide de la Méthode des Potentiels Métras (MPM). Une activité est représentée dans une case, avec à gauche sa date de début au plus tôt et à droite sa date de début au plus tard.

Figure 5-13. Diagramme réseau du projet et chemin critique



Le chemin critique du projet passe par les activités Début, B, G, H, K, L et Fin. Ce chemin critique est indiquée en rouge sur la Figure 5-13. La durée de réalisation du projet est de 23 semaines. Contrairement aux prévisions du directeur de production qui anticipait une durée de réalisation de 35 semaines, nous constatons que la démarche scientifique, nous permet de dégager des gaspillages de durée de l'ordre de 12 semaines pour ce projet.

2. Pour chaque activité, déterminer la marge libre, la marge totale et le battement

Le Tableau 5-9 présente les différentes marges et les battements pour chaque activité du projet. La marge libre d'une activité est la durée dont on peut décaler sa date de fin sans retarder la date de début au plus tôt des tâches successeurs. La marge totale d'une activité est la durée dont on peut décaler sa date de fin sans retarder la date de fin du projet. Comme on peut le constater sur le Tableau 5-9, les activités situées sur le chemin critique ont une marge libre et une marge totale nulles.

Tableau 5-9. Marges et battements du projet

Activités Désignations	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Marge Libre (ML)	0	0	0	0	3	6	0	0	0	13	0	0
Marge totale (MT)	3	0	13	13	3	6	0	0	13	13	0	0

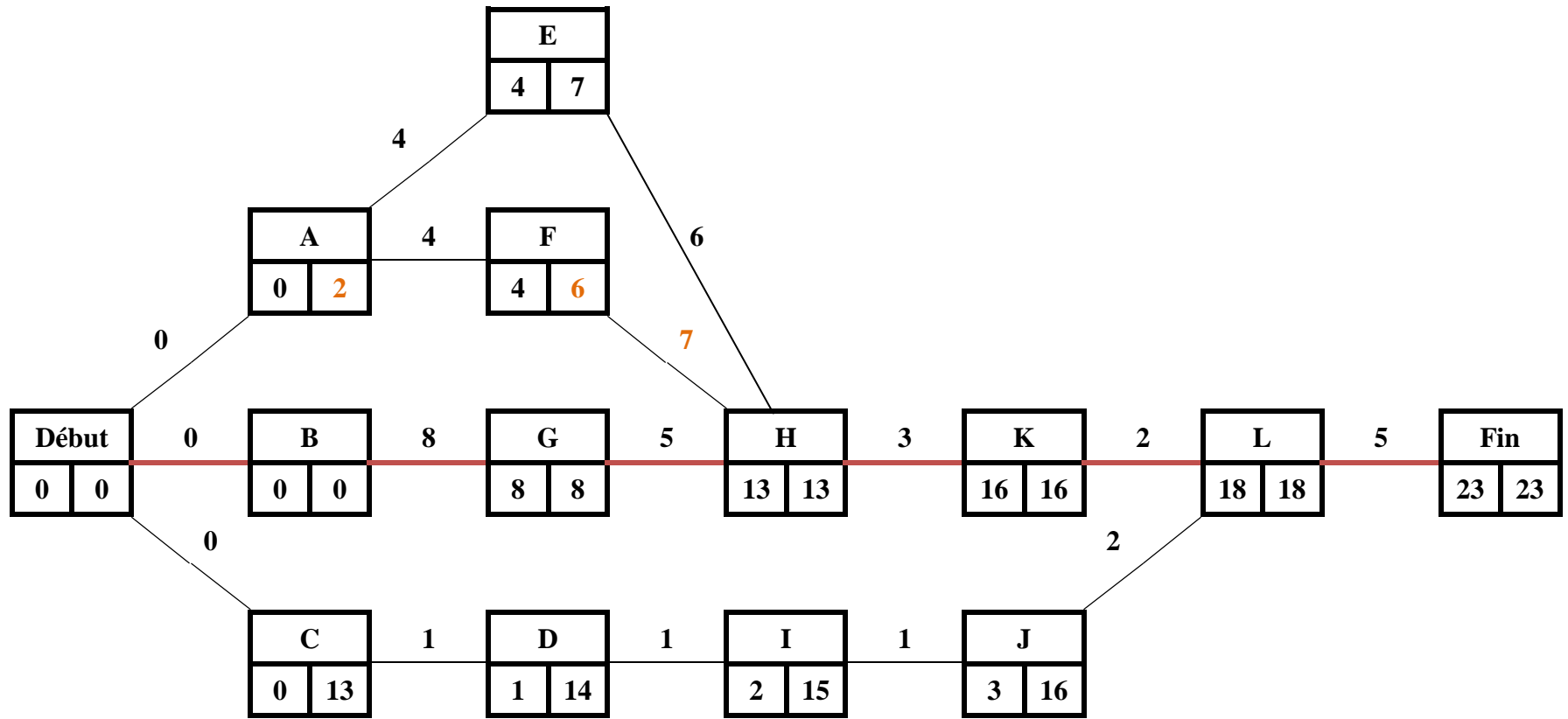
3. Évaluer l'effet de l'indisponibilité de la ressource humaine « Alain » pendant quatre semaines

Si l'activité F accuse une contrainte de temps d'indisponibilité (4 semaines), la nouvelle durée de F devient :

Durée F : 3+4, soit sept semaines.

En intégrant cette contrainte au diagramme réseau précédent, on obtient la Figure 5-14 avec les dates modifiées que nous distinguons en orange. Comme on peut le constater, cette absence de quatre semaines accusée par la ressource « Alain » n'a aucun impact sur la durée de réalisation prévue du projet. Au fait, la marge totale de l'activité F que « Alain » réalise est de six semaines au Tableau 5-9. Par conséquent, tant que la modification apportée sur le chemin de l'activité F ne dépasse pas cette valeur de six semaines, la durée de réalisation prévue du projet ne sera pas affectée. Donc, « Alain » peut prendre son congé sans crainte.

Figure 5-14. Chaîne critique du projet intégrant l'indisponibilité de la ressource « Alain »

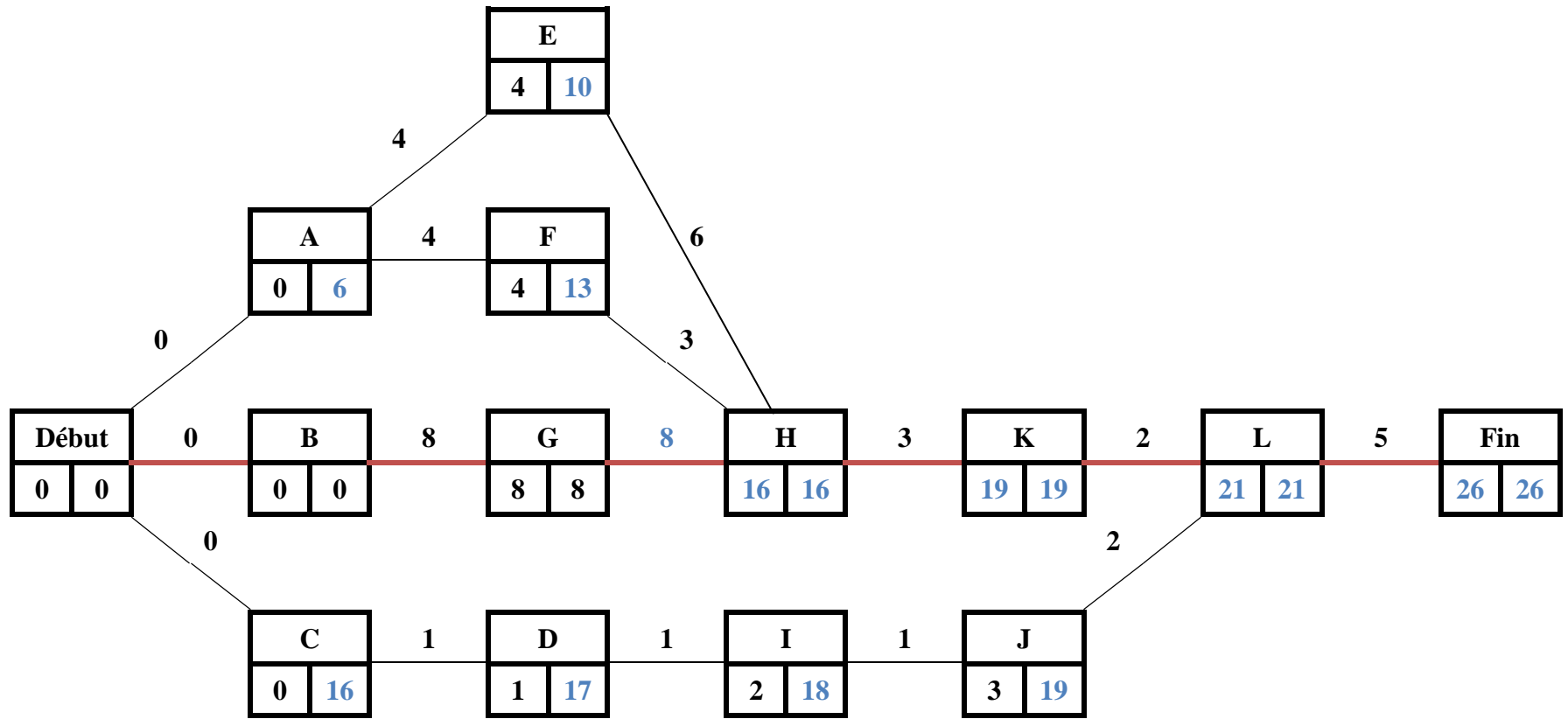


4. Analyser l'effet de l'indisponibilité de la ressource matérielle sur le projet

Si le triage accuse un retard de trois semaines dû à l'attente de la pièce de rechange, la nouvelle durée pour réaliser cette activité s'allonge à : $G : 5+3$, soit huit semaines.

En intégrant cette durée révisée comme contrainte au diagramme réseau de la Figure 5-13, nous obtenons de nouvelles modifications représentées à la Figure 5-15. Pour marquer l'effet de la modification, nous indiquons les nouvelles dates en bleu. Comme on peut le constater, la durée de réalisation révisée du projet s'allonge à 26 semaines. Ceci se justifie par le fait que l'activité de triage est située sur le chemin critique qui est, rappelons-le, le chemin le plus long du projet.

Figure 5-15. Chaîne critique du projet intégrant l'indisponibilité de la ressource matérielle



Évaluation

Avant le début de notre séjour organisationnel à Sotrem-Maltech, la plupart des projets accusaient des gaspillages sous forme de retards importants de réalisation et les ressources allouées étaient mal utilisées. La prise de conscience par la direction de l'entreprise de l'efficacité de l'application de la méthode de la chaîne critique a permis d'obtenir des résultats impressionnants.

Six mois plus tard, les résultats obtenus sont perceptibles et la production a atteint un niveau de réduction des gaspillages que même la direction n'avait pas envisagé. Les résultats tangibles exprimés au Tableau 5-10 montrent que le niveau de gaspillages générés par les syndromes de l'étudiant et de Parkinson a connu une nette diminution. Le responsable de la production de l'entreprise note une amélioration de 37.5% du temps du cycle de production, avec 75% d'amélioration des gaspillages des délais et 50% de récupération des durées de réalisation des projets. L'information est vérifiable également auprès du responsable Marketing en charge des approvisionnements et des ventes. Le Tableau 5-10 montre spécifiquement les différents points qui ont connu une amélioration sur le système de production de l'entreprise après l'application du management de la chaîne critique (MCC).

Tableau 5-10. Résultats de l'application de la planification par la chaîne critique

	Temps de cycle moyen des projets (mois)	Retard moyen (%)	Durée moyenne des projets (mois)
Avant le MCC	4	40	6
Après la chaîne critique (6mois)	2.5	10	3
Amélioration	$((4-2.5)/4)*100 = 37.5\%$	$((40-10)/40)*100 = 75\%$	$((6-3)/6)*100 = 50\%$

5.5.4. Mise en œuvre de l'outil 5S

Les dirigeants au sein des entreprises de production sont en permanence à la quête des méthodes capables d'optimiser l'organisation et l'efficacité des postes de travail. Dans un souci d'amélioration continue, ces responsables organisationnels ont besoin de procédures de travail plus adaptées et plus souples qui favorisent l'augmentation de la productivité et l'amélioration de la qualité des produits et des services. Les entreprises font face au problème récurrent de l'implantation d'une démarche allégée capable d'aboutir rapidement à des effets visibles pour libérer l'espace de production, optimiser les rangements et améliorer l'environnement de travail. Dans la pratique, un outil de la production allégée *Lean* permet de lever efficacement cette difficulté. Il s'agit de l'outil 5S qui signifie littéralement *Sélectionner, Situer, Scintiller, Standardiser et Suivre*. La méthode 5S, inventée pour le système de production des usines Toyota au Japon, est un outil de management dont la mise en œuvre est souvent problématique et nécessite beaucoup de pédagogie.

Le 5S fait partie de la palette à outils qui permettent d'opérationnaliser la philosophie d'élimination des gaspillages et d'amélioration continue *Lean*. Le 5S contribue à s'attaquer aux activités sans valeur ajoutée dans la production. Tout en libérant l'espace de production, le 5S favorise les meilleurs rangements, le nettoyage des outils et la rigueur dans l'utilisation des classements. Ceci permet aux opérateurs sur le plancher et aux responsables de la production d'éviter les accidents de travail, les pertes de matériel et les environnements désagréables. L'outil 5S s'applique aussi bien dans les entreprises de production de biens et de services que dans les bureaux et les entrepôts (Hohmann, 2005).

Dans le cas de Sotrem-Maltech, nous avons accompagné le directeur des opérations pour l'implantation de la méthode 5S dans les ateliers. L'espace de rangement de l'entreprise présentait un superflu avec la présence de plusieurs équipements inutilisés qui occupaient une grande partie de la zone de production. La direction de l'entreprise a demandé à réorganiser l'utilisation de la zone d'entreposage, libérer l'espace de production et améliorer l'environnement de travail des opérateurs. À Sotrem-Maltech, l'implantation du 5S s'est déroulée dans une ambiance cordiale, avec une bonne implication des employés désignés par le directeur des opérations.

Étape 1. Sélectionner : Seiri

Notre première étape d'implantation du 5S consiste à sélectionner parmi les équipements et le matériel présents dans les secteurs de production ceux qui sont utilisables et ceux qui ne le sont pas. Pour chaque secteur de production, le matériel non utilisable est simplement recyclé, vendu ou rejeté. À cette étape, plusieurs questions peuvent être posées aux opérateurs et aux dirigeants pour faciliter le tri et la séparation des équipements recensés. Par exemple :

- Est-ce un équipement utile ?
- Si oui, la quantité disponible est-elle nécessaire ?
- Si oui, à quelle fréquence est-il utilisé ?
- Doit-il être localisé à cet endroit ?
- Qui est responsable de ce matériel ?
- Y a-t-il certaines quantités non utilisables de ce matériel dans cet espace de travail ?

Étape 2. Situer : Seiton

Ensuite, les équipements sont classés par fréquence d'utilisation en les rapprochant des postes de travail et en leur assignant des responsables pour le suivi et l'inspection.

Pour mieux situer les équipements utilisables, il est important:

- de s'assurer que les équipements non utilisables sont soustraits des secteurs de travail ;
- de permettre à chaque partie prenante de répondre aux questions ci-après : de quoi ai-je besoin pour faire mon travail ? où dois-je localiser le matériel dont j'ai besoin ? combien d'unités de ce matériel ai-je besoin ?
- d'utiliser les 5 Pourquoi (Pourquoi, Pourquoi, Pourquoi, Pourquoi, Pourquoi) afin déterminer la provenance et l'utilité du matériel ;
- d'identifier chaque équipement avec des étiquettes ; et
- de photographier les nouveaux rangements.

Étape 3. Scintiller : Seiso

L'étape « scintiller » consiste à décrasser les outils et les matériels disponibles. Tout le matériel utilisable est nettoyé ou remis en état pour faciliter l'inspection et la détection des anomalies. Nous menons principalement trois actions à ce niveau :

- nettoyer l'intérieur et l'extérieur des équipements ;
- rechercher des options pour prévenir les impuretés ; et
- identifier tous les équipements qui peuvent causer des contaminations.

Étape 4. Standardiser : Seiketsu

Pour tous les secteurs identifiés, des règles sont définies afin que l'application du 5S soit une réussite dans le temps. L'utilisation de chaque équipement est soumise à une procédure écrite. Des panneaux de matériels sont achetés pour standardiser les rangements.

Étape 5. Suivre : Shitsuke

Enfin, une méthode de suivi et de valorisation des résultats est mise en place. Cette méthode est basée sur des tableaux de bord, des grilles d'évaluation et des fiches d'autoévaluation remises aux cadres et aux opérateurs pour recueillir leur avis sur l'amélioration des performances du système ainsi que les limites constatées.

Évaluation

La Figure 5-16 présente un aperçu de l'état résultant des rangements dans le secteur *Alugreen*[®]. On constate que chaque équipement est identifié et placé dans un ordre précis. Ceci facilite la recherche et limite les mouvements inutiles. Avec ces rangements, l'espace de production est devenu méconnaissable et a atteint un niveau de propreté que les dirigeants eux-mêmes n'avaient pas envisagé. De fait, le 5S a permis :

- d'améliorer les pertes de temps dû à la manutention des stocks ;
- d'améliorer l'ergonomie et l'entreposage ;
- un progrès dans la propreté des entrepôts ;
- une diminution de l'encombrement ;
- une diminution du nombre d'accidents ;
- d'améliorer la circulation des informations et des matières ;
- l'ajustement aux nouvelles normes environnementales ; et
- une meilleure identification des produits, du matériel et des équipements.

5.5.5. Mise en œuvre de l’outil 5 Zéros

Le 5 Zéros (Zéro papier, Zéro défaut, Zéro panne, Zéro délai et Zéro stock) a été appliqué à Sotrem-Maltech dans les bureaux et les ateliers de production. Pour les bureaux, l’enjeu principal était de réduire l’utilisation du papier en utilisant davantage l’outil informatique. Pour les ateliers, il a été principalement question de viser une réduction des non conformités et des délais d’attente des livrables par les intervenants de la chaîne de production.

Viser le « Zéro papier »

La mise en œuvre du 5 Zéros à Sotrem-Maltech a permis de réaliser des gains de productivité en termes de consommation de papier. Chaque utilisateur du système d’information a été sensibilisé à l’idée selon laquelle avant d’imprimer, il faut penser à l’environnement. Ainsi, l’entreprise a inséré dans sa politique environnementale ce manifeste pour permettre aux employés d’utiliser de moins en moins de papier. Trois principaux postes de travail ont été concernés : la secrétaire de direction, le directeur marketing et le directeur financier.

Viser « Zéro défaut »

La démarche consiste à sensibiliser les employés sur la nécessité de faire bien la première fois. Les gains liés à une limitation des défauts, des retours, des rebuts et des retouches concernent la satisfaction des clients et la diminution de la consommation des ressources productrices.

Viser le « Zéro panne »

La démarche consiste à conceptualiser et implémenter des mesures de maintenance préventive, plutôt que de favoriser les inspections. Pour convaincre les dirigeants de cette philosophie, le responsable marketing a mis en œuvre une étude comparant les coûts de réparation et les coûts de prévention. Le résultat a permis de confirmer l'hypothèse de l'avantage de la prévention sur l'inspection.

Viser le « Zéro le délai »

Le zéro délai est une technique qui fait partie des pratiques du Juste-à-temps. Il consiste à lever tout obstacle qui pourrait empêcher de réaliser une activité à sa date prévue. Ainsi, les employés de Sotrem-Maltech sont sensibilisés sur la rigueur et la précision à envisager dans le traitement des commandes des clients ainsi que de leurs relations avec les fournisseurs.

Viser le « Zéro stock »

La technique du zéro stock est incluse dans les phases de mise en œuvre de la cartographie de la chaîne de valeur que nous développons à la Section 5.5.1. Elle consiste à vérifier la nature des flux des stocks de matières premières et de produits finis entre les différents processus de la chaîne de production.

Évaluation

Le 5 Zéros a amélioré la qualité de la production des biens et des services à Sotrem-Maltech. Pour s'en apercevoir, les non-conformités sont passées d'une taille moyenne de

20 cm à 11 cm, réduisant considérablement et progressivement les erreurs de production comme illustré à la Figure 5-17.

Figure 5-17. Évolution des non-conformités à Sotrem-Maltech. A- Avant la sensibilisation au 5 Zéros. B-Après la sensibilisation.



5.5.6. Mise en œuvre de la technique du management de la valeur acquise

Le management de la valeur acquise (en anglais « Earned Value Management - EVM ») a été créé aux États-Unis dans les années 1960, comme une spécialité d'analyse financière des programmes gouvernementaux (Fleming et Koppelman, 2005). La littérature la décrit comme une méthode d'analyse, d'évaluation et d'ingénierie des coûts dans les projets (Devaux, 2014).

Le management de la valeur acquise utilise trois mesures au temps t (Fleming et Koppelman, 1998) :

1. valeur planifiée (VP) : c'est le coût planifié du travail prévu au temps t (date de contrôle) ;
2. coûts réels (CR) : c'est le coût réel du travail réalisé au temps t ; et
3. valeur acquise (VA) : c'est la valeur du budget correspondant à l'avancement physique du travail au temps t . Selon Moine (2012), la valeur acquise s'obtient en multipliant le montant budgété à l'achèvement du projet par le pourcentage d'avancement physique (pourcentage estimé de la valeur du travail réellement effectué).

La valeur acquise donne l'information sur ce que représente réellement, en termes de coûts, la quantité de travail effectué (Miller et Koh, 2008). À partir des trois données présentées ci-dessus, il est possible de déterminer les indicateurs de l'état d'avancement actuel du projet, les indices de performance et les valeurs de prévision (Marshall, 2007).

Deux indicateurs permettent de donner l'état d'avancement du projet au temps t . Il s'agit de :

1. l'écart des coûts (EC) = VA - CR. Une valeur de EC négative indique un dépassement du budget. Par contre, si EC est positif, cela signifie que le travail réalisé a utilisé un budget inférieur à ce qui était prévu ; et
2. l'écart des délais (ED) = VA - VP. Une valeur de ED négative signifie que le projet est en retard par rapport à l'échéancier. Par contre, si ED est positif, cela signifie que le projet est en avance par rapport à l'échéancier.

Deux indices de performance permettent d'analyser la performance actuelle du projet :

1. l'indice de performance des coûts (IPC) = VA/CR. Il mesure la performance actuelle des coûts. Une valeur de IPC supérieure à 1 signifie que la valeur du travail effectuée est supérieure à la valeur du travail planifié ; et
2. l'indice de performance des délais (IPD) = VA/VP. Il mesure la performance actuelle des délais. Une valeur de IPD supérieure à 1 signifie une bonne performance des délais pour le projet.

Comme valeurs de prévision, il est possible de déterminer :

- la valeur du travail restant à faire (en anglais « Estimate to complete – ETC »). Le plus souvent, la formule utilisée est la suivante : $ETC = (\text{Budget à l'achèvement} - VA)/IPC$. Il faut mentionner que ETC ne donne aucune estimation du travail restant à faire en termes de délais. Ce qui constitue l'une des limites de la méthode EVM ; et
- l'estimation à l'achèvement du projet (en anglais « Estimate at completion, EAC »). Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour le calculer. La formule la plus courante est : $EAC = ETC + CR$.

Le management de la valeur acquise connaît aussi quelques limites qu'il convient de souligner. Dans « *Why EVM Is Not Good for Schedule Performance Analyses (and how it could be...)* », Corovic (2007) mentionne que l'une des difficultés principales du management de la valeur acquise réside dans le fait qu'elle ne permet pas de déterminer les valeurs de prévision du projet en termes de délais. Ce constat est également observé par Crumrine et Ritschel (2013) dans leur article intitulé « *A Comparison Of Earned Value Management And Earned Schedule As Schedule Predictors On Dod Acat I Programs* ». Selon ces auteurs, cette nouvelle méthode, la « Earned Schedule », qui fait actuellement l'objet de plusieurs recherches, permet d'anticiper les prévisions de réalisation des projets en termes de délais.

À ce stade-ci de la recherche, seul le management de la valeur acquise a été implanté à Sotrem-Maltech. Avant le début de cette recherche, l'entreprise ne disposait pas de démarche opérationnelle de suivi et de maîtrise de l'avancement de ses projets. Désormais, grâce à cette technique, les dirigeants peuvent répondre aux questions formulées selon Abba (2000) : le projet est-il en avance ou en retard par rapport aux plans ? Combien coûterait le projet une fois terminé ? L'estimation à l'achèvement du projet du projet va-t-il dépasser le budget planifié ?

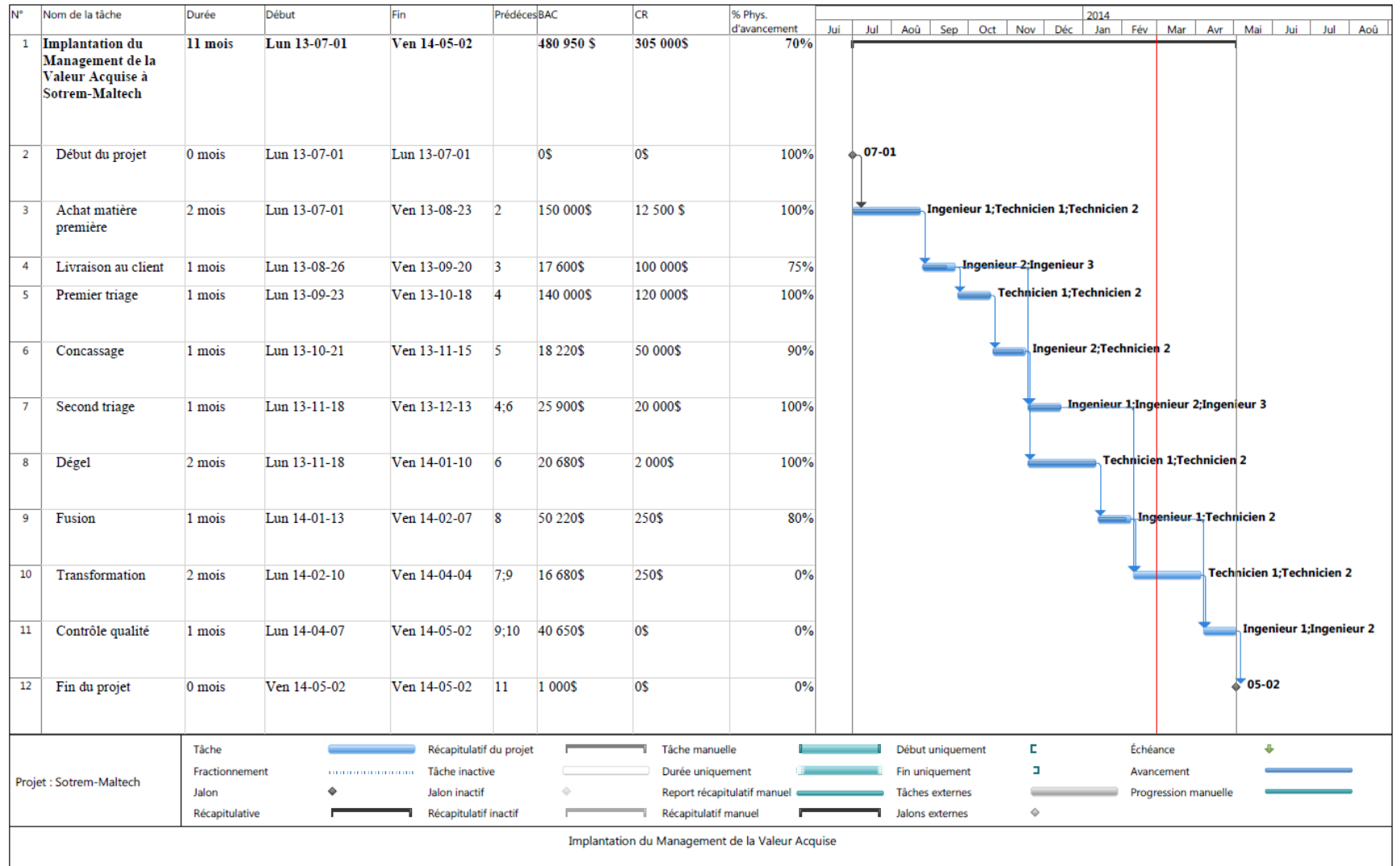
La Figure 5-18 présente le diagramme de Gantt d'un projet réalisé à Sotrem-Maltech élaboré à l'aide du logiciel Microsoft® Project 2013. Selon ce cas, le projet doit se réaliser en 11 mois (de Juillet à Mai) avec un budget à l'achèvement de 480 950\$. Un point de contrôle du projet a lieu à la fin du 8^e mois, en fin Février (le point de contrôle est indiqué

par la barre rouge sur le diagramme de Gantt), avec la méthode du management de la valeur acquise.

Les données relevées par le chef de projet indiquent que le pourcentage d'avancement physique du travail réellement effectué est de 70% et les coûts réels du projet au point de contrôle sont de 305 000\$. Le projet est réalisé en environnement contrôlé : aucun risque majeur n'est à prévoir. Le directeur de production de Sotrem-Maltech souhaite avoir des réponses aux questions :

- Quelle est la valeur acquise du projet à la fin du 8^e mois ?
- Quelles sont les performances de ce projet à ce point de contrôle ?
- Le projet respecte-t-il le budget et les délais ?
- L'estimation à l'achèvement du projet va-t-il dépasser le budget planifié ?

Figure 5-18. Exemple d'application du management de la valeur acquise



Pour apporter une réponse à ces préoccupations du directeur de production de Sotrem-Maltech, un classeur Microsoft[®] Excel a été conçu et est représenté au Tableau 5-11. Ce dernier permet de déterminer automatiquement les indicateurs d'état d'avancement, les indices de performance et les valeurs de prévision au point de contrôle. Dans ce fichier, les valeurs du coût réel, de la valeur planifiée et du pourcentage d'avancement sont saisies à chaque point de contrôle. Ceci permet au système de générer les indicateurs d'état d'avancement, les indices de performance et les valeurs de prévision du projet. Les éléments en rouge dans ce Tableau représentent des valeurs négatives.

Tableau 5-11. Résolution du cas : management de la valeur acquise à Sotrem-Maltech

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Nom de la tâche	BAC	Valeur Planifiée au point de contrôle (VP)	Coût réel	% Phys. d'avancement	Valeur acquise - VA	EC	ED	IPC	IPD	ETC	EAC
2	Implantation du Management de la Valeur Acquisse à Sotrem-Maltech	480 950 \$	428 875 \$	305 000 \$	70%	406 354 \$	101 354 \$	(22 521 \$)	1,332308197	0,947488196	55990,04809	360 990 \$
3	Début du projet	0 \$	0 \$	0 \$	100%	0 \$	0 \$	0 \$	0	0	0	0 \$
4	Achat matière première	150 000 \$	150 000 \$	12 500 \$	100%	150 000 \$	137 500 \$	0 \$	12	1	0	12 500 \$
5	Livraison au client	17 600 \$	17 600 \$	100 000 \$	75%	13 200 \$	(86 800 \$)	(4 400 \$)	0,132	0,75	33333,33333	133 333 \$
6	Premier triage	140 000 \$	140 000 \$	120 000 \$	100%	140 000 \$	20 000 \$	0 \$	1,166666667	1	0	120 000 \$
7	Concassage	18 220 \$	18 220 \$	50 000 \$	90%	16 398 \$	(33 602 \$)	(1 822 \$)	0,32796	0,9	5555,555556	55 556 \$
8	Second triage	25 900 \$	25 900 \$	20 000 \$	100%	25 900 \$	5 900 \$	0 \$	1,295	1	0	20 000 \$
9	Dégel	20 680 \$	20 680 \$	2 000 \$	100%	20 680 \$	18 680 \$	0 \$	10,34	1	0	2 000 \$
10	Fusion	50 220 \$	50 220 \$	250 \$	80%	40 176 \$	39 926 \$	(10 044 \$)	160,704	0,8	62,5	313 \$
11	Transformation	16 680 \$	6 255 \$	250 \$	0%	0 \$	(250 \$)	(6 255 \$)	0	0	0	250 \$
12	Contrôle qualité	40 650 \$	0 \$	0 \$	0%	0 \$	0 \$	0 \$	0	0	0	0 \$
13	Fin du projet	1 000 \$	0 \$	0 \$	0%	0 \$	0 \$	0 \$	0	0	0	0 \$

Évaluation

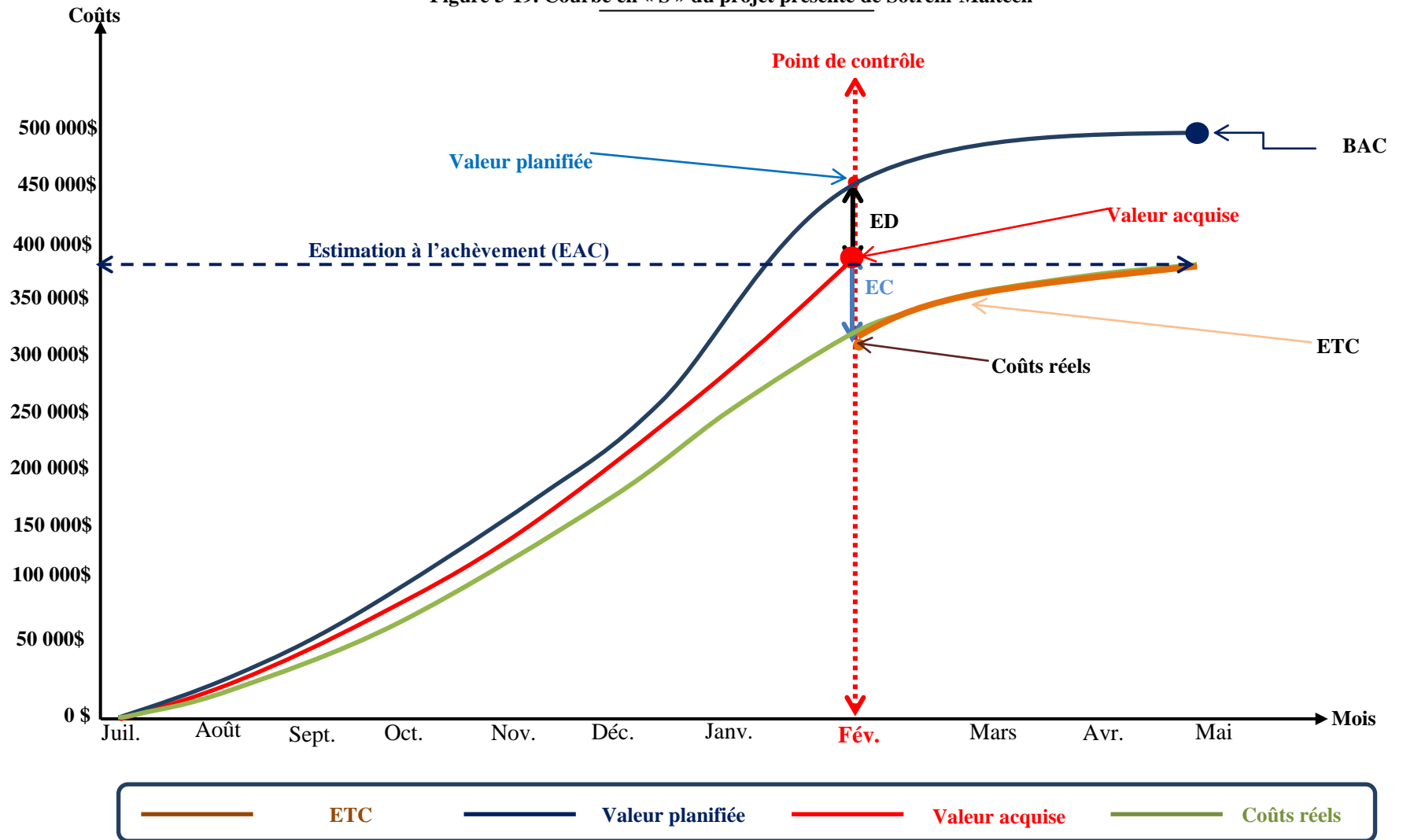
D'après le Tableau 5-11, IPC du projet est supérieur à 1 (sa valeur est de 1,33). Ceci traduit de bonnes performances actuelles de coûts. Par contre, IPD du projet est inférieur à 1 (sa valeur est de 0.94). Ceci indique que le projet accuse un retard. Le chef de projet doit prendre des mesures de compression de l'échéancier (par exemple, exécution en parallèle de certaines activités ou allocation de ressources supplémentaires à certaines activités) afin de rattraper le temps perdu. Basé sur ces données, si le rythme de travail ne change pas ou si aucun événement ne perturbe l'évolution du projet (il s'agit de la situation contrôlée), le reste du travail à faire (ETC) sera de 55 990,04\$, permettant ainsi de déterminer une estimation à l'achèvement du projet (EAC) de 360 990\$.

Les valeurs de prévision du projet peuvent être représentées sur une courbe. Celle-ci, souvent appelée « courbe en S », est représentée à partir des valeurs cumulées de chaque variable d'entrée (soit valeur planifiée, coûts réels, valeur acquise).

Pour ce projet qui nous sert d'exemple, la « courbe en S » est représentée, à l'aide de Microsoft[®] Excel, à la Figure 5-19. Cette Figure illustre bien les conclusions précédentes sur les performances du projet en termes de coûts car la courbe de la valeur acquise se situe au-dessus de celle des coûts réels (ce qui indique une bonne performance par rapport aux coûts) et en deçà de celle de la valeur planifiée (ce qui indique une mauvaise performance par rapport aux délais). L'indice de performance des coûts permet ainsi d'anticiper les tendances futures du projet dans un environnement contrôlé (pas de risques majeurs). Cette tendance, qui n'est autre que ETC, est représentée en prolongeant la courbe des coûts réels

jusqu'à la fin du projet (Mai). Ceci s'explique par le fait que dans un contexte contrôlé, si aucune mesure n'est prise pour modifier le rythme de dépense, il est possible de prévoir que les coûts réellement engagés pour effectuer le reste du travail du projet évolueront selon la même performance (indice de performance des coûts). Sur la Figure, le reste du travail à faire en termes de coûts est représenté en trait continu orange, par le prolongement de la courbe des coûts réels. Le budget à l'achèvement du projet, qui est la somme des valeurs planifiées, est également le prolongement de la courbe des valeurs planifiées jusqu'à la fin du projet. Sur la Figure, nous constatons que ce budget se situe au-dessus de l'estimation à l'achèvement du projet. Ceci confirme les bonnes performances de coûts précédemment évoquées dans ce projet.

Figure 5-19. Courbe en « S » du projet présenté de Sotrem-Maltech



5.6. Conclusion

Ce chapitre vient de boucler la partie applicative de la thèse. Après avoir identifié les forces et les insuffisances de l'entreprise de production Sotrem-Maltech, nous avons sélectionné les outils et les techniques capables d'y apporter une réponse efficace. Chaque outil a été testé à un niveau suffisant pour évaluer son efficacité. Ce qui a permis de déterminer la pertinence du modèle et son apport pour les organisations. Les résultats obtenus sont globalement satisfaisants et la fierté des dirigeants après le séjour organisationnel est manifeste. Il se dégage clairement que le modèle proposé est valide pour le cas de Sotrem-Maltech. Comme nous l'avons démontré, le modèle a permis d'apporter une réponse immédiate aux insuffisances de Sotrem-Maltech :

- La cartographie de la chaîne de valeur a contribué à déterminer les temps de production, à améliorer le flux tiré et à détecter et réduire les gaspillages de manutention ainsi que d'usinage dans la production ;
- Les diagrammes de flux ont facilité la lisibilité des processus dans l'ensemble de la chaîne de production ;
- La technique de la chaîne critique a éliminé les syndromes de l'étudiant (cadres) et de Parkinson (employés) en plus de faciliter la gestion multitâche dans les projets ;
- Le 5 S a résolu le problème des rangements dans les entrepôts et dans les bureaux ;
- Le 5 Zéros a optimisé la gestion des non conformités ; et enfin
- Le management de la valeur acquise a apporté une nouvelle approche de maîtrise des différentes contraintes du projet.

Le modèle proposé peut être testé dans d'autres cas, cependant, les résultats escomptés vont davantage dépendre du niveau de résistance aux changements, des facteurs environnementaux de l'entreprise et des actifs organisationnels. De plus, il est

important de mentionner que la durabilité des résultats dépend de la volonté des dirigeants à pérenniser ces actions d'amélioration.

Enfin, dans le but de favoriser l'adhésion des employés de l'entreprise Sotrem-Maltech au projet d'implémentation du modèle, et éviter ainsi la résistance aux changements, deux options ont été suggérées aux dirigeants de l'entreprise : amélioration des conditions de travail (syndicalisation des postes pour protéger l'emploi) et incitations salariales (congrés mobiles payés, deux congrés annuels - vacances d'été et congé de fin d'année).

CHAPITRE 6

6**CONCLUSION GÉNÉRALE**

Cette thèse a permis d'appréhender les avantages et les limites d'une nouvelle démarche de management de projet qui connecte la gestion des gaspillages aux bonnes pratiques de management de projet. Elle soutient que la connexion de la philosophie du Lean aux bonnes pratiques de management de projet peut contribuer à augmenter significativement les gains de productivité, améliorer l'environnement de travail et permettre aux employés d'être plus efficace.

Au moment où nous concluons cette thèse, il nous semble pertinent de revenir sur les objectifs de la recherche initialement fixés dans le but de vérifier l'adéquation entre ces objectifs poursuivis et les résultats obtenus. Puis, dégager les principales contributions de la thèse et exposer certaines limites propres à cette recherche qui peuvent constituer de nouvelles ouvertures et une invitation à explorer de nouvelles pistes de recherche.

6.1. Rappel des objectifs et de l'intérêt du sujet

La problématique générale qui permet d'établir les objectifs de recherche s'intitule : « Comment favoriser la satisfaction des parties prenantes au moindre coût ? ». Au Chapitre 1 de la thèse, cette problématique générale est développée et les préoccupations qu'elle dégage laissent transparaître clairement le problème spécifique mentionné en ces termes : « quels outils et techniques permettent d'opérationnaliser une démarche qui connecte simultanément la philosophie de la gestion des gaspillages (Lean) et les bonnes pratiques de management de projet ? ». En outre, pour répondre à ce questionnement, trois objectifs sont fixés dans la thèse : d'abord apporter un éclairage nouveau sur les lignes directrices du Lean et du MPL ; ensuite proposer un modèle de management de projet qui intègre des outils découlant des démarches

classiques de management de projet et de la philosophie de la production Lean capables de contribuer simultanément à l'atteinte des exigences des parties prenantes et à la réalisation des projets Lean ; et enfin, tester et évaluer en milieu organisationnel les outils du modèle capables d'apporter une réponse efficace aux insuffisances identifiées sur le terrain.

6.2. Principales contributions

6.2.1. Premier objectif : apporter un éclairage nouveau sur les thématiques du Lean et du MPL

Le contexte théorique et la revue de la littérature apportent une réponse au premier objectif de la thèse en présentant respectivement la théorie de la production Lean et celle du MPL. Notre approche, plus que théorique, a consisté à explorer la littérature pour déterminer et comprendre le contenu de ces deux démarches. Il a été question, en plus des définitions, de présenter les avantages et les limites de chaque méthode, ainsi que toutes ses différentes étapes de mise en œuvre. Il se dégage que le Lean est une philosophie de management qui met l'accent sur l'investissement à long terme. Une vision Lean tend vers l'excellence par le biais des améliorations continues. Le MPL quant à lui est une connexion entre les pratiques du Lean et certains outils du management de projet, le tout dans une cartographie bien élaborée. Le MPL se distingue du Lean en ce sens qu'il permet non seulement de réduire les gaspillages au sens de Ohno (1978) dans les projets, mais bien plus, il utilise le cycle de vie du projet (lancement, planification, production, maîtrise, clôture) plutôt que celui du produit (conception, développement et livraison du produit). Ce qui rend la démarche aisément applicable en contexte de projet.

6.2.2. Deuxième objectif : proposition d'un nouveau modèle du MPL

La thèse se donne comme deuxième objectif de proposer un modèle du MPL capable de permettre aux entreprises de produire sans gaspillages. De fait, le Chapitre 4 élabore ce modèle et décrit ses différents outils. Le modèle qui s'inscrit dans la continuité des travaux de Horman et Kenley (2002) et de Ballard et Howell (2010) utilise comme appuis théoriques les cinq principes de la philosophie du Lean développés par Womack et Jones (2005) et la cartographie du management de projet de la norme ISO 21500 sur les « lignes directrices sur le management de projet ». Le modèle proposé imbrique dans la cartographie de management de projet ISO 21500 certains outils du Lean et des bonnes pratiques de management de projet et répond ainsi à la préoccupation de Horman et Kenley (2002) que nous rappelons :

Il est maintenant nécessaire de développer de nouveaux outils et techniques de management de projet pour la démarche du MPL et c'est ce qui constituera la base pour la poursuite des recherches dans ce domaine. Les outils et techniques obtenus à partir de la production Lean et du management de projet devront s'intégrer dans cette nouvelle méthodologie (Horman et Kenley, 2002) [Notre traduction].

6.2.3. Troisième objectif : test et évaluation des outils du modèle en milieu organisationnel

Enfin, après avoir identifié les points forts et les insuffisances du système de production de Sotrem-Maltech, nous avons procédé à la sélection des outils capables d'y apporter une réponse efficace. Six outils ont été testés dans le cadre de la thèse : la cartographie de la chaîne de valeur, les diagrammes de flux, la technique de la chaîne critique, la méthode 5S, la méthode 5 Zéros et le management de la valeur acquise. L'évaluation des résultats obtenus montre que l'utilisation du modèle a permis

d'apporter les améliorations ci-après au sein du système de production de Sotrem-Maltech :

- gain du temps de travail ;
- dépannage rapide des équipements ;
- gestion optimale des outillages et du matériel ;
- structuration et amélioration de l'espace et de l'ergonomie de travail ;
- réduction du temps de cycle de production ;
- facilitation de la lisibilité des processus de production ;
- diminution des accidents de travail ;
- élimination des syndromes de l'étudiant et de Parkinson ; et enfin
- diminution des coûts de production.

Pour marquer leur satisfaction générale sur l'efficacité et la pertinence de la recherche, les dirigeants de Sotrem-Maltech ont tout simplement adressé une lettre d'appréciation du séjour organisationnel à l'intention de la directrice de recherche. Comme le montre l'Annexe 1, la lettre est assez évocatrice : satisfaction totale et encouragements.

6.3. Limites de la recherche et nouvelles perspectives de recherche

Si la complexité des projets au sein des organisations est aujourd'hui reconnue tant par les chercheurs que les praticiens et si l'élimination des gaspillages dans le système de production des entreprises demeure une préoccupation majeure des dirigeants, il faut reconnaître que le domaine du MPL n'a pas encore fait l'objet de nombreux travaux de recherche. La plupart des études présentes dans la littérature sur cette thématique s'attaquent surtout aux gaspillages dans les projets de construction (Ballard et Tommelein, 2012 ; Ballard et Howell, 2010 ; Howell et Koskela, 2000 ; Gabriel, 1997).

Les outils du modèle du MPL qui sont proposés dans la thèse ne concernent que le management de projet et pas le management des programmes ou encore moins celui des

portefeuilles. Les programmes, considérés comme étant des projets apparentés qui partagent les mêmes objectifs sont beaucoup plus complexes de par l'interaction entre les projets qui les composent (PMI, 2013). Les portefeuilles, beaucoup plus larges, sont constitués des projets apparentés ou non, des projets et des programmes. Ainsi, réaliser un modèle du MPL pour le management des programmes ou des portefeuilles peut susciter l'intérêt de certains chercheurs et constituer de ce fait un objet d'étude intéressant pour l'avancement des connaissances en management de projet.

En plus, au niveau de la démarche de recherche, il est important de relever que notre positionnement épistémologique en management de projet peut susciter quelques questionnements. De fait, nous considérons les points de vue de Howell et Koskela (2000) en management de projet qui affirment qu'il est possible de déterminer précisément les bases théoriques du management de projet comme dépendant de deux théories sous-jacentes : la théorie du projet et la théorie du management. Ce point de vue est contesté par certains auteurs dans la littérature (Moris et Smyth, 2007 ; Söderlund, 2004) qui pensent plutôt qu'il n'existe pas de base théorique universellement reconnue en management de projet. Ces positions divisent les chercheurs en théorie. Cependant, sur le terrain pratique, elles n'ont pas un véritable enjeu vis-à-vis de la performance des méthodes de management de projet qui sont utilisées par les professionnels.

Par ailleurs, le fait de considérer une commande client comme un projet pose le problème de l'unicité des projets selon lequel un projet est unique en genre, en nature et en moyen (IPMA, 2006). Dans le cas de Sotrem-Maltech, qui produit plusieurs types de biens et services, cette contrainte est levée par le fait que chaque commande client est

exécutée par une nouvelle équipe dont le chef est désigné selon les exigences liées au contenu du produit. La production est ainsi organisée par projets. Par contre, pour les entreprises qui produisent un seul type de produit, la problématique de l'unicité du projet remet en cause notre modèle car il serait davantage question de parler dans ce cas d'opérations plutôt que de projets.

D'autre part, plusieurs experts spécialisés dans la myologie et certains intéressés par la problématique du Lean pensent qu'en chassant certains gestes inutiles au sein du système de production, le système *Lean* durcit le travail et favorise des troubles musculo-squelettiques (Lepetit, 2011 ; Théry, 2010). Selon ces auteurs, le fait d'éliminer les déplacements inutiles des employés empêche aux salariés la possibilité de souffler de temps en temps. C'est pourquoi ils considèrent que la démarche Lean est moins souple et engendre une pression énorme sur les employés. Pour Jacquier (2013), l'application des méthodes basées sur la philosophie du Lean s'éloigne de l'un de ses objectifs : contribuer à l'épanouissement des employés en mettant sur pied une organisation du travail plus flexible et moins contraignante. Cela peut s'en doute s'expliquer par la chasse outrancière des gaspillages matérialisée dans la pratique par la recherche du profit pour l'entreprise. Étant donné que les projets *Lean* sont portés par les responsables organisationnels, il est courant de constater que ces derniers orientent les objectifs du *Lean* par rapport aux intérêts de l'entreprise et ce, au détriment de la satisfaction des employés.

Conséquemment à ce qui précède, les nouvelles perspectives du MPL vont être davantage orientées vers l'amélioration des conditions de travail des employés. Dans notre cas, le modèle du MPL proposé est un modèle gagnant-gagnant. Il a pour but

d'améliorer, d'une part, la productivité de l'entreprise et, d'autre part, la qualité de vie au travail. De plus, cette thèse ouvre une réflexion sur l'apport de la théorie de la production en management de projet.

Cela dit, nous espérons, à travers cette recherche, avoir contribué significativement à l'avancement des connaissances théoriques et pratiques dans la discipline du management de projet.

RÉFÉRENCES

- Abba, W., 2000. "How Earned Value Got to Prime Time: A Short Look Back and a Glance Ahead" (PDF). PMI College of Performance Management (www.pmi-cpm.org).
- Ackoff, Russell L, 1973. *Méthode de planification dans l'entreprise*. Editions des Organisations, Paris.
- AFNOR fd x50-115, 2001. *Management de projet*.
- Alleman, G., 2012. "Herding Cats : Issues with Deploying Earned Value Management".
- Ardoino, J., 2003. « La recherche action, une alternative épistémologique, une révolution copernicienne », dans Missote P. Mesnier P-M (2003) *La recherche action, une autre manière de chercher, se former, transformer*, Paris : L'Harmattan, pp.41-67.
- APM, 2013. *APM Annual Report and Accounts 2012/13*.
- APM, 2010. *A History of the Association for Project Management*.
- Atkinson, P., 2004. « Creating and Implementing Lean Strategies ».
- Badiou A., 1969. *Le concept de modèle. Introduction à une épistémologie matérialiste des mathématiques*.
- Ballard, G., 1993. *Lean Construction and EPC Performance Improvement*. Journal and Conference Papers. Proceedings of the 1st Annual Meeting of the International Group for Lean Construction, Espoo, Finland, August, reprinted in *Lean Construction*, pp. 79-92.
- Ballard, G. et Howell, G., 2010. « Lean Project Management ». *Lean Construction Institute*.
- Ballard, G. et Tommelein, I. D., 2012. « Lean Management Methods for Complex Projects ». *Engineering Project Organization Journal (TEPO)*, Taylor & Francis, pp.85-96.

- Barbier R., 1996. La recherche action. Paris : Economica Anthopos.
- Bardin, L., 2001. L'analyse de contenu. Paris : Presses Universitaires de France.
- Colin, R., 2003. « Henri Desroche et les racines de la recherche action », in Missote P. Mesnier P-M (2003), La recherche action une autre manière de chercher, se former, transformer, Paris, L'Harmattan, pp.27-40.
- Corovic, R., 2007. Why EVM Is Not Good for Schedule Performance Analyses (and how it could be...). The Measurable News, Winter 2006-2007.
- Cox, J.F. et Spencer, M. S., 1998. The Constraints Management Handbook, Lucie Press, Boca Raton, FL.
- Creswell, J.W., 1998. Qualitative Inquiry and Research Design : Choosing Among Five Traditions. Thousand Oaks : Sage Pub.
- Crumrine, C. K. T. et Ritschel, J. D., 2013. A Comparison Of Earned Value Management And Earned Schedule As Schedule Predictors On Dod Acat I Programs. The Quarterly Magazine of the College of Performance Management.
- Devaux, S. A., 2014. Managing Projects as Investments: Earned Value to Business Value. CRC Press. pp. 160–171.
- Fayol, H., 1916. « Administration industrielle et générale », Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale, N° 10, pp. 5-164, Rééditions régulières par Dunod depuis 1918.
- Ferguson, J. et Kissler, K. H., 2002. Earned Value Management.
- Fleming, Q. W. et Koppelman, J. M., 1998. Earned Value Project Management : A Powerful Tool for Software Projects.
- Fleming, Q. et Koppelman, J., 2005. Earned Value Project Management (Third Edition ed.). Project Management Institute.
- Gabriel, E., 1997. « The Lean approach to project management ». International Journal of Project Management Vol. 15, No 4, pp. 205-209, Elsevier Science Ltd and IPMA.
- Garnier, D., 2010. La value stream mapping : un outil de représentation des procédés et de réflexion pour l'amélioration Lean appliqué à l'industrie pharmaceutique.

- Glaser, B.G. et Strauss, A.L., 1967. *The Discovery of Grounded Theory*. Hawthorne, NY : Aldine Press.
- Goldratt, E. M., 1984. *The Goal: A Process Of Ongoing Improvement*.
- Goldratt, E. M., 1990. *The haystack syndrome*. New York: North River Press.
- Goldratt, E. M., 1992. From cost world to throughput world. *Advances in Management Accounting* 1, 35-53.
- Goldratt, E. M., 1994. *It's not luck*. Great Barrington, MA: North River Press.
- Goldratt, E. M. , 1997. *Critical Chain*. North River Press, Great Barrington.
- Harper et Row J. D., 1933. *How we think*, New York, D.C. health and Co.
- Harrisson, D., 2000. « L'éthique et la recherche sociale ». Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (Dir), *Introduction à la recherche en éducation* (p.33-56).
- Hémont, F. et Mayere, A., 2014. Pour une lecture communicationnelle du travail d'équipement des sous-traitants : le cas du 5S dans l'aéronautique.
- Herrmann, J. W., 2005. History of Decision-Making Tools for Production Scheduling, *Proceedings of the 2005 Multidisciplinary Conference on Scheduling: Theory and Applications*, New York, July 18–21.
- Hirano, H., 1995. « 5 piliars of the visual Workplace ». Productivity Press.
- Hohmann, C., 2005. *Guide pratique des 5S pour les managers et les encadrants*. Editions d'Organisation.
- Horman, M. et Kenley, R., 2002. « The application of Lean production to project management ».
- Howell, G., Laufer, A. et Ballard, G., 1993a. Interaction Between Subcycles: One Key To Improved Methods. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Howell, G. et Koskela, L., 2000. « Reforming project management: the role of Lean construction ». 8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction IGLC-8). Brighton, 17 - 19 July 2000.
- International Project Management Association, 2006. *IPMA Competence Baseline*, version 3.0.

- IPMA, 2013. 27^{ème} congrès annuel de l'IPMA[®] à Dubrovnik en Croatie en octobre 2013.
- ISO, 2007. Systèmes de management de la qualité : lignes directrices pour l'application de l'ISO 9001:2000 dans l'éducation.
- International Standard Organization, 2012. *ISO : 21500, Lignes directrices sur le management de projet.*
- Jacquier, B., 2013. Du Lean au management maigre, Collectif Travail Réel.
- Kelley, J. et Walker, M. R., 1959. « Critical-Path Planning and Scheduling ». Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference, pp. 160-173
- Kendall, G. I. et Austin, K. M., 2013. « Advanced Multi-Project Management; Achieving Outstanding Speed and Results with Predictability ».
- Kerzner, H. R., 2013. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling.
- Koskela, L., 1992. « Application of the New Production Philosophy to the Construction Industry ». CIFE Technical Report n°. 72.Center for Integrated Facility Engineering, Stanford.
- Koskela, L., 2000. « An exploration towards a production theory and its application to construction ». Espoo, VTT Building Technology. 296 p. VTT Publications.
- Krafcik, J., (1988). Triumph of the Lean production system. Sloan Management Review 30 (1): 41–52.
- KWAK, Y. H., 2003. « The Story of Managing Projects ».
- Landry, R., 1992. L'analyse de contenu. Dans Gauthier, B. (Éd.), Recherche sociale pp. 337-359. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- L'Écuyer, R., 1990. Méthodologie de l'analyse développementale des contenus. Méthode GPS et concept de soi. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- L'Écuyer, R., 1987. L'analyse de contenu : notion et étapes. Dans Deslauriers, J.-P. (Éd.), Les Méthodes de la recherche qualitative (pp. 49-65). Québec : Presses de l'Université du Québec.
- LeCompte, M.D. et Preissle, J., 1993. Ethnography and Qualitative Design in Educational Research. San Diego : Academic Press.
- Le Moigne J. L., 1990. « Épistémologies constructivistes et sciences de l'organisation c, dans Martinet A.C. (Editeur), *Épistémologies et sciences de la gestion*, Economica.

- Leach, L. P., 2005. *Lean Project Management : Eight Principles for Success*.
- Lepetit, M., 2011. *Le Lean et ses effets sur la santé, Dossier le travail en chantier*.
- Lewin, K., 1951. *Field Theory in Social Sciences*, New York.
- Liker, J., 2009. *Le modèle Toyota : 14 principes qui feront la réussite de votre entreprise*. Editions Pearson.
- Mabin, V. et Balderstone, S., 1998. A review of Goldratt's theory of constraints (TOC) – lessons from the international literature. Presentation at the University of Auckland 16 October 1998.
- Malherbe, J. F., 2000. *Le nomade polyglotte*. Montréal : Bellarmin.
- Marshall, R., 2007. The Contribution of Earned Value Management to Project Success of Contracted Efforts. *Journal of Contract Management*, 2007, pp. 21-331.
- Mathey, A., 2011. « An application of the Value Stream Mapping method in order to identify sources of wastes and opportunities for improvements ». Kraft Foods Inc.
- Miller, G. et Koh, E., 2008. *Earned Value Management*.
- Moine, J-Y., 2012. « L'approche « Top-Down » (de haut en bas) 1^è partie ». Dans *Reflexion, Considérations sur la méthode de la valeur acquise*. Afitep, La Revue Francophone du Management de Projet, no 117, deuxième trimestre 2012.
- Morin, A., 1992. *Recherche action intégrale et participation coopérative. Volume 1 : Méthodologie et études de cas*. Laval : Agence d'Arc.
- Morin, A., 1992. *Recherche action intégrale et participation coopérative. Volume 2 Théorie et rédaction du rapport*. Laval : Agence d'Arc.
- Morin A., 2010. *Cheminer ensemble dans la réalité complexe. La recherche action intégrale et systémique*. Éd. Harmattan.
- Morris, P. W. G. et Hough, 1987. *The Anatomy of Major Projects: A Study of the Reality of Project Management*. Edition Wiley.
- Morris, P. W. G., 1994. *The Management of Projects*. Thomas Telford, London.

- Morris, P. W. G. et Smyth, H. J., 2007. « An epistemological evaluation of research into projects and their management : Methodological issues ». *IJPM*, p. 423-436.
- Mucchielli, R., 1988. *L'analyse de contenu des documents et des communications*. (6^{éd.}). (Coll. « Formation permanente en sciences humaines »). Paris : les éditions ESF
- Nekoufar, S. et Azharul, K., 2011. *Lean Project Management In Large Scale Industrial & Infrastructure Project via Standardization*.
- Office of Government Commerce, 2008. *Managing Successful Projects with PRINCE2*.
- Ohno, T., 1978. « Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production ». Productivity Press. 1988, p. 19-20.
- Pirès, A.P., 1997. Échantillonnage et recherche qualitative : essai théorique et méthodologique. Dans J. Poupart, J.-P. Deslauriers, L.-H. Groulx, A. Laperrière, P. Mayer & A.P. Pirès, *La recherche qualitative : Enjeux épistémologiques et méthodologiques* (p.113-172).
- PMI, 2013. « PMI total numbers ». *PMIToday*, 30 septembre 2013, P. 5.
- Porter, M. E., 1985. *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance*. Collier Macmillan. New York.
- Post J. E. et Andrew P.N., 1982. « Case research in corporation and society studies », *Research in corporate social performance and policy*, JAI press, 1982, vol 4, p 1-33.
- Prévost, P. et Roy, M., 2012. *La problématique organisationnelle : le point de départ d'une thèse portant sur le monde réel dans le programme de DBA. Document de travail*, Université de Sherbrooke.
- Project Management Institute, 2013. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*. Newton Square, Penns., Project Management Institute.
- Quivy, R. et Van Campenhoudt, L., 1988. « L'exploration ». Dans *Manuel de recherche en sciences sociales*. (pp. 37-60). Paris : Dunod.
- Schulze, E., 2010. « How Earned Value Management is Limited ».
- Schwandt, T.A., 1997. *Qualitative Inquiry : A Dictionary of Terms*. Thousand Oaks : Sage.
- Shenhar, A. J. et Dvir, D., 1996. « Toward a Typological Theory of Project Management ».

- Shenhar, A. J. et Dvir, D., 2007. « Reinventing Project Management ». Harvard Business School Press.
- Shigeo Shingo, 1989. A Study of the Toyota System from an Industrial Engineering Viewpoint, Portland (Oregon): Productivity Press.
- Shimokawa, K. et Fujimoto, T., 2009. The Birth of Lean: Conversations with Taiichi Ohno, Eiji Toyoda, and Other Figures Who Shaped Toyota Management. LEI.
- Simatupang, T. M., Wright, A. C., Sridharan, R., 2004. « Applying the theory of constraints to supply chain collaboration », Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 9 Iss 1 pp. 57 – 70.
- Snyder, J. R. et Kline, S., 1987. « Modern Project Management: How Did We Get Here – Where Do We Go? ».
- Söderland, J., 2004. « Building theories of project management: past research, questions for the future ». International Journal of Project Management, 22, pp. 183-191.
- Stevenson, W. et Benedetti, C., 2012. La gestion des opérations : Produits et services, 3e édition, pp. 588-589. Chenelière Éducation inc., Canada.
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., Uchikawa, S., 1977. « Toyota Production System and kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system ». International Journal of Production Research; 15(6): 553-564.
- Sulaiman, T., 2007. « AgileEVM - Earned Value Management The Agile Way ». Agile Journal.
- Tarski, A., 1955. « Contributions to the theory of models ». Indagationes Mathematicae, (1954), pp.572-581, pp.582-588, vol.17 (1955), pp.56-64.
- Théry, L., 2010. « Toyota : rappels à la pelle » in Santé & Travail, No 71, juillet.
- Van der Maren, J.M., 2001. « Analyse et interprétations des données qualitatives », Université de Montréal.
- Verspieren, M. R., 1990. Recherche action de type stratégique et science(s) de l'éducation, coédition l'Harmattan (Paris) et Contradictions (Bruxelles), pp.86-106.
- Verspieren, M. R., 1994. Science, Formation Et Recherche-Action de type stratégique. Dossier recherches actions. Association Française pour la lecture. Actes de lecture n°45.

Womack, J. P. et Jones D., 2005. *Système Lean. Penser l'entreprise au plus juste*. 2e édition. Village Mondial.

Womack, J. P. et Jones, D. T., 1996. *Lean thinking*. New York, NY: Free Press, a division of Simon and Schuster, Inc.

Womack, J. P., Jones, D. T. et Roos, D., 1990. *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. Rawson Associates, New York.

ANNEXES

Annexe 1. Lettre d'appréciation du séjour organisationnel



Saguenay, 2 janvier 2014,

Caroline Gagnée,
Université du Québec à Chicoutimi
Québec, Canada

Lettre d'appréciation générale concernant l'intervention d'un stagiaire au doctorat.

Nous confirmons par la présente que Serge Rodrigue NENKAM a été stagiaire chez SOTREM pour une durée approximative de 8 mois. Au cours de son intervention, il a fait preuve d'une capacité exceptionnelle à identifier et à résoudre les problèmes. Il a été un élément aidant et efficace. Son expérience dans le domaine de la gestion et de l'informatique ont constitué des atouts essentiels à son apport. Sa personnalité ainsi que son professionnalisme lui ont permis de se faire apprécier des gens qu'il a fréquentés durant tout le temps de son intervention.

Si ses performances ici devaient être réitérées, il est clair qu'il réalisera encore de meilleurs exploits dans sa carrière et au service de tout futur employeur, comme ce fut le cas avec nous. Nous sommes très satisfaits du travail exemplaire réalisé pour notre organisation durant son séjour.

Salutations distinguées,

Patrick Dubé
Directeur Commercial et Marketing
Groupe Sotrem-Maltech

Annexe 2. Certificat éthique



APPROBATION ÉTHIQUE

Dans le cadre de l'*Énoncé de politique des trois conseils : éthique de la recherche avec des êtres humains 2* et conformément au mandat qui lui a été confié par la résolution CAD-7163 du Conseil d'administration de l'Université du Québec à Chicoutimi, approuvant la *Politique d'éthique de la recherche avec des êtres humains* de l'UQAC, le Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'Université du Québec à Chicoutimi, à l'unanimité, délivre la présente approbation éthique puisque le projet de recherche mentionné ci-dessous rencontre les exigences en matière éthique et remplit les conditions d'approbation dudit Comité.

La présente est délivrée pour la période du *20 juin 2013 au 30 octobre 2013*.

Pour le projet de recherche intitulé : *Élaboration d'un système intégré de management des processus de production industrielle.*

Responsable du projet de recherche : *Monsieur Serge Rodrigue Nenkam*

No référence – Approbation éthique : *602.397.01*

Fait à Ville de Saguenay, le 20 juin 2013

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'FG', is positioned above a horizontal line.

François Guérard
Président
Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains

Annexe 3. Gabarit de charte de projet proposé à Sotrem-Maltech

Titre du projet : _____ Nom et adresse du Client _____ Date : _____

Faisabilité et bénéfices du projet

--

Description globale du projet

Périmètre	Processus	Limites	Objectifs	Critères

Indicateurs de performances

	Unité de mesure	Valeur actuelle	Valeur cible
Premiers risques identifiés			
Budget récapitulatif			
Échéancier récapitulatif			

Ressources

Rôle dans le projet	Nom et fonction	% de temps à consacrer	Signature
Sponsor			
Chef de projet			
Membres de l'équipe			

Jalons

Phases	Livrables	Début	Fin	Observation
Lancement				
Planification				

Annexe 4. Gabarit de plan de management de projet élaboré pour Sotrem-Maltech

1. plan de gestion du contenu ;
2. plan de gestion des ressources ;
3. plan de gestion des délais ;
4. plan de gestion des coûts ;
5. plan de gestion des risques ;
6. plan de gestion de la qualité ;
7. plan de gestion des approvisionnements ;
8. plan de gestion de la communication ;
9. plan de gestion des parties prenantes ;
10. plan de gestion des modifications ;
11. plan de gestion des exigences ;
12. plan de gestion de la configuration ; et
13. plan d'amélioration des processus.

4.1. Plan de gestion du contenu

Titre du projet : _____ **Date :** _____

Énoncé du contenu du projet

--

Structure du découpage du projet (WBS)

--

Description des éléments de la WBS

--

Procédures de modification du contenu

--

Critères d'acceptation des livrables

--

4.2. Plan de gestion des ressources

**Titre du
projet:**

Date :

Méthodologie de planification des coûts

--

Outils et techniques de planification

--

Niveau de précision

Unités de mesure

Seuils d'écart

--	--	--

Format des rapports

--

Processus de management

Identification des activités	
Ordonnancement des activités	
Estimation des ressources	
Estimation des durées	

4.3. Plan de gestion des délais

Titre du projet : _____ **Date :** _____

Niveau d'exactitude :	Unités de mesure :	Niveau de précision :
Règles de mesure des performances :		

Format des rapports:

--

Processus de management :

--	--

Outils et techniques utilisés pour estimer les délais :

--	--

4.4. Plan de gestion des coûts

Titre du projet : _____ **Date :** _____

Niveau d'exactitude :	Unités de mesure :	Limites de contrôle :
Règles de mesure des performances :		

Format des rapports:

--

Processus de management :

--	--

Outils et techniques utilisés pour estimer les coûts :

--	--

4.5. Plan de gestion des risques

Titre du projet : _____ Date : _____

Méthodologie

--

Rôles et Responsabilités

--

Catégories des risques

--

Tolérances des parties prenantes

--

Procédures d'audit

--

Probabilités et impacts

Très élevé	
Élevé	
Moyen	

4.6. Plan de gestion de la qualité

Titre du projet : _____ Date : _____

Rôles et responsabilités dans le management de la qualité

Rôle	Responsabilités
1.	1.
4.	4.

Approche de planification

Approche de contrôle qualité

Approche d'amélioration de la qualité

Approche de gestion de l'assurance qualité

4.7. Plan de gestion des approvisionnements

Titre du projet : _____ **Date :** _____

Responsable des approvisionnements

--

Rôles et responsabilités :

Chef de projet	Département des approvisionnements
1.	1.
2.	2.

Documents d'approvisionnement

1. Contrats 2.

Types de contrats

--

Exigences liées aux assurances

--

Critère de sélection des soumissionnaires

Grandeur	Critères

Contraintes et hypothèses d'approvisionnement

--

4.8. Plan de gestion des communications

Titre du projet: _____ Date : _____

Parties prenantes	Informations	Fréquence	Émetteur

Hypothèses	Contraintes

4.9. Plan de gestion des parties prenantes

Titre du projet : _____ Date : _____

Stratégie de management des parties prenantes

Partie prenante	Priorités	Limites	Intérêt	Rôle et resp.	Niveau d'influence

Stratégies de communication des parties prenantes

Partie prenante	Besoins en communication	Méthodes et médias	Fréquences

Exigences de mise en œuvre des actions correctives

--

4.10. Plan de gestion des modifications

Titre du projet : _____ **Date :** _____

Procédure de demande de modification :

--

Définitions des modifications:

--

Bureau de gestion des modifications :

Noms	Rôles	Responsabilités	Niveau d'autorité

Processus de gestion des modifications

--	--

4.11 et 4.12. Plan de gestion des exigences et de la configuration

Titre du projet : _____ **Date :** _____

Métriques du projet

--

Procédures de suivi des exigences

--

Plan de Management des Configurations

--

4.13. Plan d'amélioration des processus

Titre du projet : _____ **Date :** _____

Description des processus

--

Description des processus

Début	Fin du processus
Inputs	Outputs

Métriques de base des processus

Métriques	Limites de contrôle
1.	1.
2.	2.
5.	5.




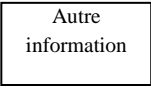




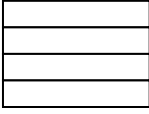

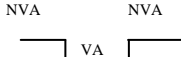
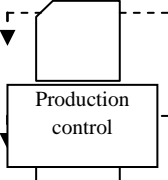
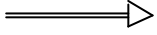




Annexe 5. Formulaire de collecte des leçons apprises




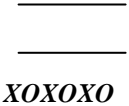
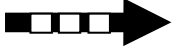

Titre du projet : _____ Date : _____

Métriques de base des processus

Processus	Ce qui a bien fonctionné	Ce qui n'a pas fonctionné	Raisons et leçons apprises
1.			
2.			
5.			

Annexe 6. Symboles utilisés pour la cartographie de la chaîne de valeur (Garnier, 2010)

	Client ou fournisseur		Stock contrôlé. L'opération en aval vient récupérer les produits dans ce stock et l'opération en aval fabrique les produits quand il y a la demande.
	Processus		Représente toute autre information.
	Stock de matière première ou de produit. La quantité doit être indiquée devant l'indication I=		Cette icône est située entre l'opération en aval et le supermarché pour signifier le retrait physique de produit dans l'entrepôt.
	Représente un opérateur. Le nombre de ce symbole dans un processus signifie qu'il y a autant d'opérateurs.		Livraisons venant de l'extérieur ou allant vers l'extérieur. A l'intérieur de l'icône il faut indiquer la fréquence et la quantité de livraison.
	Case de données. Se place en dessous de chaque processus		ERP/MRP. Représente l'utilisation d'un logiciel
	Ligne de temps. Présente le temps de cycle complet et le Processus Lead Time. NVA = Non-Valeur Ajoutée. VA= Valeur Ajoutée		Kanban de production. Donne un signal pour déclencher la production des produits souhaités.
	Représente la circulation des matières.		Kanban de prélèvement. Donne un signal pour déclencher le prélèvement des produits ou des matières souhaités.
	Icône qui localise un point d'amélioration. Il y a eu détection de gaspillage. A l'intérieur est écrite la nature du projet : bulle Kaizen		Point de contrôle de l'information. Défini quoi, quand, où et comment produire.
	Flux d'information. Généralement représenté entre le système d'information et l'extérieur.		Flux d'information verbal ou personnel.

	<p>Flux simple. Peut représenter le mouvement des données ou des personnes d'un point à un autre.</p>		<p>Poste de Kanban. Représente la localisation physique où se trouve un Kanban.</p>
	<p>Cellule de travail. Indique qu'un même produit circule dans un ensemble de processus intégré dans une seule cellule.</p>		<p>Représente un nivellement de la production en volume et en quantité.</p>
	<p>Flux poussé de matière d'un point à un autre. Les éléments sont poussés vers la prochaine opération sans tenir compte de son état.</p>		<p>Go see. Représente une descente sur le plancher pour observer de manière visuelle le phénomène.</p>