ACADÉMIE DE MONTPELLIER

UNIVERSITÉ MONTPELLIER II

SCIENCES ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC

THÈSE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ MONTPELLIER II

Discipline : Génie Informatique, Automatique et Traitement du signal

ÉCOLE DOCTORALE : Information, Structure et Systèmes

présentée et soutenue publiquement

par

Yousra BEN ZAÏDA

Le 21 novembre 2008

Titre :

Contribution à la Conduite du Changement pour l'Évolution du Système Entreprise

JURY

Mr. Patrick BURLAT	Professeur à l'École Nationale des Mines de Saint-Étienne	Rapporteur
Mr. Jean-Pierre CAMPAGNE	Professeur à l'INSA Lyon	Rapporteur
Mr. Nicolas MALHÉNÉ	Enseignant chercheur à l'Ecole d'Ingénieurs en Génie des Systèmes Industriels EIGSI	Examinateur
Mr. René ZAPATA	Professeur à l'Université Montpellier II	Président
Mr. Didier CRESTANI	Maître de conférences / HDR à l'Université Montpellier II	Directeur de thèse
Mr. Vincent CHAPURLAT	Maître assistant / HDR à l'École des Mines d'Alès	Codirecteur de thèse

A mes parents,
A la mémoire de ma grand-mère,
A Leïla.

REMERCIEMENTS

Le travail présenté dans ce mémoire a été réalisé au département Robotique du laboratoire d'Informatique de Robotique et de Microélectronique de Montpellier (LIRMM) sous la direction de Monsieur **Didier CRESTANI**, Maître de Conférence et HDR de l'Université de Montpellier II et de Monsieur **Vincent Chapurlat**, Maître assistant et HDR au centre de recherche GI2P de l'Ecole des Mines d'Alès.

A l'issue de cette thèse, je souhaite remercier mes deux directeurs de thèse pour leur engagement, leur rigueur et leurs encouragements. Monsieur **Didier CRESTANI** m'a accueillie, suivie et encouragée tout au long de ces années de recherche. Merci de n'avoir jamais cessé de croire en cette thèse. Quant à Monsieur **Vincent CHAPURLAT** qui, malgré la distance, a su me faire profiter de son expérience et me transmettre ses valeurs qui m'ont nettement servi à développer ma curiosité et mon esprit critique. Sans vous deux, cette thèse n'aurait jamais abouti.

J'adresse également mes remerciements aux membres du jury :

Monsieur **René ZAPATA**, Professeur de l'Université de Montpellier II, pour m'avoir fait l'honneur de présider ce jury. Ses conseils avisés et sa sympathie tout au long de la thèse m'ont aidé à m'intégrer au sein du département Robotique.

Monsieur **Jean-Pierre CAMPAGNE**, Professeur à l'INSA Lyon, et Monsieur **Patrick BURLAT**, Professeur à l'École Nationale des Mines de Saint Etienne, qui, en qualité de rapporteurs, ont jugé mon travail et porté une grande attention à la relecture de ce mémoire. Je les remercie sincèrement pour l'intérêt dont ils ont fait preuve et pour leurs remarques pertinentes et constructives.

Monsieur **Nicolas MALHÉNÉ**, Enseignant chercheur à l'Ecole d'Ingénieurs en Génie des Systèmes Industriels (EIGSI), à qui j'exprime mes remerciements pour l'intérêt qu'il a manifesté à l'égard de mon travail.

J'en profite également pour remercier toutes les personnes qui m'ont soutenue pendant ces années. Je pense évidement aux permanents du département Robotique. D'abord à *Olivier COMPANY*, merci de tes encouragements et de ton soutien surtout pendant les moments difficiles : tu m'as toujours écoutée, soutenue et surtout remontée le moral. Sincèrement merci de m'avoir aidée. Un grand merci à *David ANDREU*, pour tes qualités humaines, tes conseils et ta bonne humeur. Je n'oublierai pas *Lionel LAPIERRE*, ses blagues, les pauses déjeuner à la cafeteria. Merci pour ta sympathie. J'adresse mes vifs remerciements à monsieur *Philippe FRAISSE*, pour sa gentillesse, ses conseils et sa modestie. Un grand merci aussi à *Olivier STRAUSS* pour son ouverture d'esprit, les discussions constructives que nous avons pu échanger. Enfin, merci à *Ahmed CHEMORI* pour son soutien.

J'ai une pensée toute particulière aux vieux collègues thésards pour leur aide et leur amitié. En quittant le LIRMM, je me sépare de certains et j'en rejoins d'autres à Paris, quoiqu'il en soit, je me rappellerai toujours de vous. Je pense bien évidement au meilleur BOX de ROB, le BOX de **BATTIAS** ! Merci à *ABDELLAH* de m'avoir accompagnée durant les nuits blanches, à ASHVIN (n'oublie jamais que j'ai participé à ton éducation), à *OLIVIER PARODI*, pour l'histoire d'amour qu'on a vécu. Je pense aussi à nos voisins de BOX, *JÉRÉMY* et *GUILLAUME* qui ont fait preuve de patience et qui n'ont jamais « osé » nous demander de nous calmer. Tous mes vœux de réussite à *BILEL, MOURAD, KEVIN, ANDREA, NICOLAS, SEBASTIEN COTTON, SEBASTIEN ELNGAGNE, ROGERIO, CARLA, MICHEL, ZAFAR* et *KISAR.*

Merci aux informaticiens *MEHDI, JOHN, JÉRÔME, SABER, XAVIER* et *GREGORY* pour leur aide et leur soutien.

Je finis par les thésards « MIC » : même si scientifiquement tout nous sépare (comme le dit si bien *OLIVIER LEMAN*), je compte parmi vous certains AMIS. Je pense tout particulièrement à *OLIVIER LEMAN, OLIVIER BOURSSE, ALEXENDRE, AMINE, MEHDI* et *NORBER*T.

Enfin merci à *BASTIEN DURAND* pour son état d'esprit, ses encouragements et pour sa participation, dans le cadre de son DEA, à ce travail de thèse.

Merci à toutes les personnes du LIRMM que j'apprécie et qui se reconnaîtront pour leur gentillesse, leur disponibilité lors de mon séjour à Montpellier.

A mes AMIS de toujours *RACHED*, *JAWHER, ELYAS, KAWTHER et NAJLA* qui, malgré la distance, continuent à me soutenir et à m'encourager.

Enfin, c'est avec beaucoup d'émotions que je remercie mes proches pour les nombreux sacrifices réalisés ainsi que pour le soutien et la confiance qu'ils m'ont toujours accordés. J'ai une pensée particulière pour mon papa ***ABDELKADER***, ma maman ***SOUAD***, ma sœur ***MERIYAM*** et pour ma famille. Les mots ne seront pas traduire l'affection ni la gratitude que je vous réserve. J'espère que vous êtes fiers de votre fille. Merci pour votre amour.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE 12

CHAPITRE I LE CHANGEMENT 16

1 - INTRODUCTION 16
2 - LE CHANGEMENT : DEFINITIONS 17
3 - CONTEXTE HISTORIQUE 17
4 - LES BESOINS INDUSTRIELS 19
4 - 1 - Le projet européen TIME GUIDE 19
4 - 2 - L'Action Spécifique ADESI 20
4 - 3 - Conclusion 20
5 - LE CHANGEMENT : AXES DISCIPLINAIRES ESSENTIELS 21
6 - LE CHANGEMENT : VISION CONCEPTUELLE 22
6 - 1 - Le système entreprise 22
6 - 2 - Entreprise et Changement 22
7 - POURQUOI CHANGER ? CHANGEMENT ET STRATEGIE 23
8 - COMMENT CHANGER ? LES TYPOLOGIES DU CHANGEMENT 25
9 - SUR QUOI AGIR POUR CHANGER ? LES LEVIERS DU CHANGEMENT 26
10 - QUE FAIRE POUR CHANGER ? DES METHODES POUR CHANGER 27
10 - 1 - Changement par rupture 27
10 - 1 - 1 - Business Process Reengineering (B.P.R.) 28
10 - 1 - 2 - Le benchlearning 28
10 - 2 - Changement par amélioration continue 28
10 - 2 - 1 - Les méthodes opérationnelles 29
10 - 2 - 2 - Les méthodes structurées 29
10 - 2 - 3 - Les démarches 30
10 - 2 - 4 - Synthèse 31
11 - POSITIONNEMENT DE L'ETUDE 33
12 - ANALYSE DES TRAVAUX AUTOUR DU CHANGEMENT INDUSTRIEL 34
12 - 1 - Les travaux axés sur la stratégie du changement 35
12 - 1 - 1 - Déclinaison descendante de la stratégie 35
12 - 1 - 2 - Analyse ascendante de la stratégie 36
12 - 1 - 3 - Conclusion 36
12 - 2 - Travaux axés sur la mise en œuvre du changement 36
12 - 2 - 1 - Les travaux de [Larsen et al., 02], [Larsen et al., 05] 36
12 - 2 - 2 - Les travaux de [Mansar et al., 05] 37
12 - 2 - 3 - Les travaux de [Debenham, 03] 37
12 - 2 - 4 - Les travaux de [Zakarian et al., 01] 38
12 - 2 - 5 - Les travaux de [Grosz et al., 00] 38
12 - 2 - 6 - Les travaux de [Girard et al., 04] 39
12 - 2 - 7 - Les travaux de [Malhene, 00] 40

12 - 2 - 8 - Les travaux de [Sieberborn, 05] 41
12 - 2 - 9 - Synthèse des travaux de mise en œuvre du changement 41
13 - VERS UNE DEMARCHE DE CONSTRUCTION ET D'EVALUATION DES TRAJECTOIRES D'EVOLUTION 44

CHAPITRE II MODELISATION DE L'ENTREPRISE 47

1 - POURQUOI MODELISER L'ENTREPRISE QUAND ON VEUT CONDUIRE LE CHANGEMENT ? 47
2 - MODELISATION D'ENTREPRISE : UN RAPIDE TOUR D'HORIZON 48
3 - UN CADRE DE MODELISATION SYSTEMIQUE : LA METHODE SAGACE 50
3 - 1 - Présentation 50
3 - 2 - Critiques et évolution 51
4 - ENRICHISSEMENTS CONCEPTUELS : VERS SAGACE-CE 53
4 - 1 - La vue fonctionnelle 54
4 - 1 - 1 - Le concept Objectif 54
4 - 1 - 2 - Méta modèle de la vue Fonctionnelle 55
4 - 1 - 3 - Le langage de modélisation du point de vue mission 56
4 - 2 - La vue Structurelle 58
4 - 2 - 1 - Introduction 58
4 - 2 - 2 - Les concepts 58
A) Le concept Ressource 58
B) Le concept Unité d'Organisation 59
C) Le concept Processus 59
D) Le concept Activité 60
E) Le concept Objet 60
F) Le concept Processeur 60
4 - 2 - 3 - Méta modèle de la vue structurelle 60
A) Le langage de modélisation pour le point de vue Programme 61
B) Langage de modélisation pour les vues Ressources et organisation logistique 62
4 - 3 - La vue comportementale 63
4 - 3 - 1 - Enrichissement conceptuel 63
A) Le concept Configuration 63
B) Le concept Scénario 63
C) Le concept Evénement 63
4 - 3 - 2 - Langages de modélisation adoptés pour la description de la vue Comportementale 64
5 - CONCLUSION 65

CHAPITRE III CARACTERISATION DE L'ENTREPRISE AU TRAVERS DE SON SYSTEME D'INDICATEURS ET DE SON ETAT 66

1 - INTRODUCTION 66
2 - BESOINS D'UN SYSTEME D'INDICATEURS DE PERFORMANCE 66
3 - METHODES DE CONSTRUCTION DE SYSTEMES D'INDICATEURS : ETAT DE L'ART 67
4 - PROPOSITION D'UNE DEMARCHE DE CONSTRUCTION D'UN SYSTEME D'INDICATEURS DE PERFORMANCE 70
4 - 1 - Présentation des axes de performance 70
4 - 1 - 1 - La performance de Pilotage 70
4 - 1 - 2 - La performance d'Adaptation 71

4 - 1 - 3 - La performance d'Anticipation ... 71
4 - 2 - Le méta modèle du système d'indicateurs ... 72
4 - 2 - 1 - Indicateur de performance ... 72
4 - 2 - 2 - Critère de performance ... 73
4 - 2 - 3 - Inducteur de performance ... 73
4 - 3 - Le méta modèle ... 73
4 - 4 - démarche de construction du système d'indicateurs de performance ... 74
4 - 4 - 1 - Guide méthodologique de construction du système d'indicateurs de performance ... 74
4 - 4 - 2 - Des inducteurs aux indicateurs : Les 5 M ... 75
4 - 4 - 3 - Structure d'un arbre d'indicateurs de performance relatif à un processus ... 76
4 - 5 - Caractérisation et évaluation des indicateurs de performance ... 77
4 - 6 - Agrégation des performances ... 78
4 - 7 - Conclusion ... 79
5 - FORMALISATION DE L'ETAT ... 80
5 - 1 - Introduction ... 80
5 - 2 - Déclinaison des objectifs stratégiques en indicateurs de performance ... 80
5 - 2 - 1 - Approches de déclinaison des objectifs stratégiques ... 80
A) Les Balanced Scorecards ... 80
B) La méthode ECOGRAI ... 81
C) Conclusion ... 81
5 - 2 - 2 - Déclinaison des objectifs stratégiques en Indicateurs de performance cibles ... 81
5 - 3 - l'état : quels indicateurs retenir pour la description de l'état ? ... 83
5 - 4 - Etat Initial– Etat Final ... 83
6 - CONCLUSION ... 84

CHAPITRE IV CONSTRUCTION DES TRAJECTOIRES D'EVOLUTION ... 85

1 - INTRODUCTION ... 85
2 - LES CONCEPTS ... 85
2 - 1 - Le concept méthode ... 86
2 - 2 - Le concept impact ... 86
2 - 3 - Le concept contrainte ... 87
2 - 4 - Le concept phase ... 87
2 - 5 - Le concept trajectoire d'évolution ... 87
2 - 6 - Le concept projet de changement ... 87
3 - LE META MODELE ... 88
4 - ANALYSE DES METHODES DE CHANGEMENT ... 88
4 - 1 - Conceptualisation d'une méthode de changement ... 88
5 - CONSTRUCTION DES TRAJECTOIRES D'EVOLUTION ... 90
5 - 1 - Règles d'éligibilité statiques ... 90
5 - 1 - 1 - Typologie Organisationnelle ... 90
A) Structure simple ... 91
B) La bureaucratie mécaniste ... 91
C) La bureaucratie professionnelle ... 91
D) La structure divisionnalisée ... 91

E) L'Adhocratie ... 91
5 - 1 - 2 - Typologie de la production ... 92
A) Production unitaire ou par projet ... 92
B) Production continue ... 92
C) Production de masse ... 92
D) Production en petites ou en moyennes séries ... 92
5 - 2 - Les règles d'éligibilité dynamiques ... 93
5 - 2 - 1 - Règles de séquentialité ... 93
A) Règle S1 : Réutilisation des méthodes ... 93
B) Règle S2 : Généricité des Méthodes ... 93
C) Règle S3 : Cycle de vie de méthode ... 93
5 - 2 - 2 - Règles régissant le parallélisme entre méthodes. ... 94
A) Règle P1 : Une méthode ne se parallélise pas avec elle même ... 94
B) Règle P 2 : compatibilités d'application ... 94
5 - 3 - Conclusion ... 94
6 - CONCLUSION ... 94

CHAPITRE V DEVELOPPEMENT ET MISE EN ŒUVRE DE LA DEMARCHE DU CHANGEMENT ... 96

1 - INTRODUCTION ... 96
2 - PRESENTATION DE L'ENTREPRISE MANUFACTURIERE ... 96
3 - IMPLEMENTATION DE LA DEMARCHE ... 97
3 - 1 - Modélisation de l'entreprise ... 98
3 - 2 - La caractérisation de l'entreprise ... 100
3 - 3 - L'ensemble des indicateurs permettant de suivre l'évolution de l'état de SCR ... 102
3 - 4 - Etude des méthodes de changement ... 105
3 - 5 - Présentation de l'outil de Génération des Trajectoires d'Evolution : GTE ... 108
3 - 5 - 1 - Le système d'indicateurs de performance ... 108
3 - 5 - 2 - Description des méthodes ... 108
3 - 5 - 3 - L'interface graphique ... 111
A) Aperçu général ... 111
B) Interface de visualisation des trajectoires ... 111
4 - RESULTATS ET DISCUSSIONS ... 112
4 - 1 - Objectif 1 : Diversification des produits ... 113
4 - 2 - Objectif 2 : Amélioration de l'autonomie et des performances du site B ... 117
5 - CONCLUSION ... 121

CONCLUSION GENERALE ... 123

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ... 127

ANNEXES ... 133

TABLE DES FIGURES

FIGURE I.1 : LE REFERENTIEL D'EQUILIBRATION 23
FIGURE I.2 : UNE PREMIERE REPRESENTATION DU CHANGEMENT 25
FIGURE I.3 : CHANGEMENT PAR RUPTURE ET PAR AMELIORATION CONTINUE 26
FIGURE I.4 : LES LEVIERS DU CHANGEMENT 27
FIGURE I.5 : CHANGEMENT ET TRAJECTOIRES D'EVOLUTION 33
FIGURE I.6 : DEMARCHE DE CONDUITE DE CHANGEMENT DE [MALHENE, 00] 40
FIGURE I.7 : REPRESENTATION DU PROCESSUS DU CHANGEMENT [SIEBERBORN, 05] 41
FIGURE I.8 : DEMARCHE DE CONSTRUCTION DE TRAJECTOIRE D'EVOLUTION 45
FIGURE I.9 : LE META UNIFIE DE LA DEMARCHE DE CONSTRUCTION DES TRAJECTOIRES D'EVOLUTION 46
FIGURE II.1 : L'ARCHITECTURE GERAM 49
FIGURE II.2 : VISIONS, VUES ET POINTS DE VUE DE SAGACE 51
FIGURE II.3 : HIERARCHIE DE LA MODELISATION 53
FIGURE II.4 : META MODELE DE LA VUE FONCTIONNELLE 55
FIGURE II.5 : REPRESENTATION DES QUATRE MODELES DE KAOS [RESPECT-IT, 08] 56
FIGURE II.6 : META MODELE POUR LE POINT DE VUE MISSION 57
FIGURE II.7 : LE MODELE DU POINT DE VUE MISSION 57
FIGURE II.8 : LE META MODELE DE LA VUE STRUCTURELLE 60
FIGURE II.9 : META MODELE DU LANGAGE EFFBD 61
FIGURE II.10 : EXEMPLE DE REPRESENTATION D'UN PROCESSUS AVEC LE LANGAGE EFFBD 62
FIGURE II.11 : LE META MODELE ADOPTE INSPIRE DU DIAGRAMME DE COLLABORATION UML POUR LES POINTS DE VUE RESEAU OPERANT ET ORGANISATION LOGISTIQUE 62
FIGURE II.12 : META MODELE POUR LES CONFIGURATIONS ET LES SCENARIOS 64
FIGURE II.13 : LA PREMIERE ETAPE DE LA DEMARCHE : MODELISATION DE L'ENTREPRISE 65
FIGURE III.1 : ANALYSE DES PRINCIPAUX SYSTEMES D'INDICATEURS DE PERFORMANCE 69
FIGURE III.2 : META MODELISATION D'UN SYSTEME D'INDICATEURS 73
FIGURE III.3 : DEMARCHE DE CONSTRUCTION D'UN SYSTEME D'INDICATEURS DE PERFORMANCE 75
FIGURE III.4 : ARBRE DES INDICATEURS 76
FIGURE III.5 : LES INDICATEURS DE PERFORMANCE : DU QUALITATIF AU QUANTITATIF 77
FIGURE IV.1 : LE META MODELE DE LA CONSTRUCTION DES TRAJECTOIRES DE CHANGEMENT 88
FIGURE IV.2 : CONCEPTUALISATION D'UNE METHODE DE CHANGEMENT 89
FIGURE V.1 : IMPLEMENTATION DE LA DEMARCHE 97
FIGURE V.2 : PARTIE SATISFAITE DE LA MISSION DE SCR 99
FIGURE V.3 : LES OBJECTIFS STRATEGIQUES DECLENCHEURS DU CHANGEMENT CHEZ SCR 100
FIGURE V.4 : IMPACT DES 5M SUR LE COUT DU PROCESSUS DE PERFORMANCE: 101
FIGURE V.5 : ARBORESCENCE D'INDICATEURS A PARTIR DE L'IMPACT D'UN INDUCTEUR DE PERFORMANCE 101
FIGURE V.6 : ARBRE D'INDICATEURS INFLUENÇANT LE COUT DU PROCESSUS DE LA MAINTENANCE 102
FIGURE V.7 : DECLINAISON DES OBJECTIFS STRATEGIQUES 103
FIGURE V.8 : IMPACT GENERIQUE DE LA METHODE SMED 107
FIGURE V.9 : SMED APPLIQUE A L'USINAGE DES BRIDES DU SITE C DE SCR 107
FIGURE V.10 : EXTRAIT DU SYSTEME D'INDICATEURS DE PERFORMANCE 108

FIGURE V.11 : DESCRIPTION DE LA METHODE OPERATIONNELLE CONTROLE QUALITE MATIERE 109
FIGURE V.12 : DESCRIPTION DE LA METHODE STRUCTUREE JIT 110
FIGURE V.13 : EXTRAIT DE LA MATRICE DES CONTRAINTES DE PARALLELISME ET DE SEQUENTIALITE DYNAMIQUES 110
FIGURE V.14 : APERÇU DE L'INTERFACE DU LOGICIEL 111
FIGURE V.15 : VISUALISATION DES TRAJECTOIRES D'EVOLUTION 112
FIGURE V.16 : MEILLEURE TRAJECTOIRE VIS A VIS DES INDICATEURS DE PERFORMANCES DE L'OBJECTIF 1 114
FIGURE V.17 : IMPACT DE LA TRAJECTOIRE SUR LE PILOTAGE DU PROCESSUS DE CONCEPTION DES NOUVEAUX PRODUITS 115
FIGURE V.18 : EFFETS DE LA TRAJECTOIRE SUR LA PERFORMANCE DU STOCK SEMI FINI 116
FIGURE V.19 : EFFET DE LA TRAJECTOIRE SUR LES PERFORMANCES DE PILOTAGE, ADAPTATION ET ANTICIPATION DU PROCESSUS DE FABRICATION 116
FIGURE V.20 : MEILLEURE TRAJECTOIRE VIS-A-VIS DES PERFORMANCES DES INDICATEURS DECLINANT L'OBJECTIF 2 118
FIGURE V.21 : MEILLEURE TRAJECTOIRE POUR L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE DE PILOTAGE DU SITE B. 119
FIGURE V.22 : EFFET DE LA TRAJECTOIRE SUR LA REACTIVITE DE FABRICATION 119
FIGURE V.23 : EFFET DE LA TRAJECTOIRE SUR LE STRESS DU PERSONNEL 120
FIGURE V.24 : EFFET DE LA TRAJECTOIRE SUR L'INDICATEUR CONTINUITE DES COMMANDES (OBJECTIF 1) 121

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU I.1 : TABLE SYNTHETIQUE DE L'EVOLUTION INDUSTRIELLE DE 1900 A NOS JOURS 18
TABLEAU I.2 : DEMARCHES, METHODES STRUCTUREES ET OPERATIONNELLES 32
TABLEAU I.3 : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE DE QUELQUES TRAVAUX DEVELOPPES AUTOUR DE LA QUESTION DU CHANGEMENT DANS LES ENTREPRISES MANUFACTURIERES 43
TABLEAU II.1 : SAGACE ET LA MODELISATION DE L'ENTREPRISE 51
TABLEAU III.1 : ECHELLE DE MESURE UTILISEE POUR LA METHODE AHP [FRANCHINI, 00] 78
TABLEAU IV.1 : IMPACTS DES METHODES OPERATIONNELLES DE CHANGEMENT SUR LES INDICATEURS FEUILLES DE PERFORMANCE 86
TABLEAU IV.2 : METHODES DE CHANGEMENT ET TYPE D'ORGANISATION 91
TABLEAU IV.3 : METHODES DE CHANGEMENT ET TYPE DE PRODUCTION 92
TABLEAU V.1 : LES PRODUITS STANDARDS DE SCR 97
TABLEAU V.2 : LES INDICATEURS DECLINANT LES OBJECTIFS STRATEGIQUES 104
TABLEAU V.3 : ANALYSE DE L'IMPACT DES METHODES DE CHANGEMENT 106

INTRODUCTION GENERALE

Depuis une trentaine d'années, les entreprises doivent faire face à un contexte économique de plus en plus tendu et composer avec un marché toujours plus versatile. Face à une offre maintenant très supérieure à la demande tout particulièrement dans le domaine manufacturier, les entreprises ont dû élargir leur spectre de performance pour satisfaire aux attentes de leurs clients. Les besoins de réduction des coûts et des délais et d'amélioration de la qualité restent d'actualité. Cependant d'autres besoins sont apparus pour que l'entreprise puisse assurer sa pérennité. L'adaptation et l'anticipation deviennent en effet des enjeux majeurs pour améliorer la réactivité et la proactivité de l'entreprise, l'inciter à innover pour faire face à des évolutions soudaines et imprévisibles de son environnement.

Pour faire face à ce milieu chaotique, une entreprise doit donc conduire des actions de changement lui permettant de maintenir et même d'améliorer sa compétitivité. Cependant, cet exercice indispensable à la survie de l'activité économique, reste à ce jour peu maîtrisé.

Les industriels, bien que conscients de la nécessité du changement, manifestent des craintes vis-à-vis de ses effets. Ils expriment souvent leurs manques de connaissance des méthodes permettant de le déployer. Dépourvus d'une expertise rigoureuse sur la structure, le comportement et la performance de leur entreprise, faute de démarches et d'outils simples, ouverts et flexibles facilitant le déploiement du changement, ils sont actuellement largement démunis face au choix des actions à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs stratégiques qu'ils se sont fixés. Ne disposant pas, en interne, d'arguments tangibles pour étayer leurs décisions, ils sont conduits à externaliser une expertise qu'ils souhaiteraient le plus souvent maintenir au sein de l'entreprise.

Ce manque d'accompagnement des besoins industriels n'est pas directement corrélé à une absence d'études académiques liées à la problématique du changement dans les entreprises, bien au contraire. En effet, plusieurs disciplines scientifiques majeures abordent, selon des points de vue différents et complémentaires, cette thématique de recherche. D'une part, les Sciences Humaines et Sociales se concentrent sur le facteur humain, son rôle central pour le succès du processus d'évolution et ses résistances aux actions de changement. D'autre part, les Sciences de Gestion proposent plusieurs théories identifiant

des leviers potentiels d'action qui permettent de mieux maîtriser l'évolution des organisations et des modes de management l'accompagnant. Enfin, les Sciences Pour l'Ingénieur, et particulièrement le Génie Industriel, se focalisent plus spécifiquement sur la conduite opérationnelle du changement, à travers la maîtrise des démarches et méthodes permettant de le déployer.

En s'appuyant sur une analyse pluridisciplinaire, l'action spécifique CNRS ADESI [ADESI, 04.1] a confronté les thématiques de recherche développées avec les besoins industriels identifiés autour de la problématique de conduite de l'évolution des entreprises. Cette étude montre que la complexité d'un système sociotechnique tel qu'une entreprise impose de ne pas réduire la conduite du changement aux seules actions et effets induits mais se doit aussi d'inclure le rôle fondamental que joue le facteur humain. ADESI insiste aussi sur la nécessité d'assurer un suivi multi axes de la performance pour aider les industriels à choisir leur projet de changement en anticipant au mieux ses impacts et en s'assurant de sa compatibilité avec les spécificités organisationnelles et managériales de chaque entreprise.

Les travaux développés dans le cadre de cette thèse s'inscrivent dans la continuité de l'étude réalisée dans le projet ADESI. Ils cherchent à apporter quelques éléments de réponse à la problématique du changement au sein des entreprises manufacturières. Ils proposent une démarche conceptuelle et outillée accompagnant un responsable dans le choix de la trajectoire d'évolution qui permettra à sa société de rallier les objectifs stratégiques qu'il souhaite atteindre.

Pour décrire ces travaux, ce manuscrit est structuré comme suit :

Le premier chapitre présente le cadre général de ce travail. Il permet de justifier et de spécifier peu à peu la problématique adressée à travers l'analyse des besoins industriels et des travaux académiques développés autour de la thématique du changement. Dans un premier temps, une étude pluridisciplinaire générale balaye les travaux relevant des Sciences de Gestion et du Génie Industriel et positionne nos objectifs vis-à-vis de ces domaines scientifiques. Dans un second temps, une analyse plus focalisée, réduite aux travaux développés autours des stratégies de changement et de sa mise en œuvre, est menée. Elle permet d'identifier leurs intérêts, limites et insuffisances et de justifier le développement d'une démarche de construction et d'évaluation des trajectoires d'évolution d'une entreprise. Les chapitres suivants précisent les travaux développés et les concepts nécessaires au déploiement de chacune des étapes de la démarche.

Le second chapitre se concentre sur l'étape initiale de la démarche consacrée à la modélisation de l'entreprise cible. C'est une phase essentielle qui supporte partiellement les étapes de caractérisation de l'état de l'entreprise et de construction des trajectoires d'évolution. Ce chapitre permet tout d'abord d'identifier les différents points de vue devant être pris en compte pour aborder la problématique du changement. Il analyse ensuite les principales architectures d'entreprise avant d'adopter un cadre systémique pour la démarche de modélisation. Après l'avoir adapté à la problématique de changement adressée, les concepts associés à chacun des points de vue retenus sont présentés ainsi que les langages de modélisation associés.

La construction de trajectoire d'évolution nécessite l'identification de l'état courant de l'entreprise et de l'état cible visé. C'est pourquoi le troisième chapitre de ce document se focalise sur la caractérisation de l'état de l'entreprise évalué en termes de performance. Dans un premier temps une analyse montre qu'aucune des principales méthodes de construction de systèmes d'indicateurs de performance ne semble proposer une démarche générique multi axes permettant d'élaborer un système d'indicateurs couvrant l'ensemble des processus de l'entreprise. C'est pourquoi nous présentons dans un second temps une démarche originale de construction d'un système d'indicateurs. Tout d'abord, pour évaluer au mieux les trajectoires d'évolution, au point de vue de performance classique de Pilotage, sont ajoutés ceux d'Adaptation et d'Anticipation et les critères associés à chacun d'entre eux sont précisés. La démarche élaborée, qui permet de prendre en compte l'ensemble des processus de l'entreprise et d'en explorer les dimensions pouvant impacter la performance, est ensuite détaillée. Les concepts associés, la technique de quantification des indicateurs de performance, et la méthodologie d'agrégation de ces derniers au sein du système d'indicateurs construit sont alors explicités. Enfin ce chapitre se termine par une réflexion, dans le cadre de la construction de trajectoires d'évolution, sur la notion d'état de l'entreprise et complété par la proposition d'une méthodologie de décomposition des objectifs stratégiques permettant de lier ces derniers aux indicateurs de performance opérationnels de l'entreprise.

Le quatrième chapitre de ce manuscrit est dédié à l'ingénierie des méthodes de changement. Ces dernières s'imposent comme la partie centrale de notre démarche. Elles permettent, en impactant la performance de la société par leur application séquentielle et concurrente, de construire les trajectoires d'évolution qui pourront conduire l'entreprise de son état actuel à l'état cible visé. Tout d'abord les concepts nécessaires à la construction de trajectoire d'évolution sont définis. Puis la caractérisation générale d'une méthode est réalisée. Cette partie aborde le concept de cycle de vie utilisé lors de l'application d'une méthode de changement. Elle précise et justifie ensuite les typologies d'impact de performance retenues. Elle identifie enfin un ensemble de règles statiques et dynamiques permettant de contrôler l'éligibilité d'une méthode tout au long de la construction d'une trajectoire.

A partir des méthodes de changement, plusieurs trajectoires d'évolution sont possibles pour mettre en œuvre le projet de changement. Chaque trajectoire est caractérisée par l'ensemble des méthodes de changement déployées en son sein, par sa durée de mise en œuvre et son coût total estimés, et l'état vers lequel elle amène l'entreprise manufacturière. Ces caractéristiques sont obtenues en cumulant les durées, les coûts et les impacts de toutes les méthodes séquencées et parallélisées. Ainsi, le décideur est muni des éléments nécessaires à la comparaison des trajectoires obtenues lui permettant, par la suite, de faire le choix de la trajectoire à mettre en œuvre.

Le dernier chapitre de ce manuscrit présente le déploiement de la démarche de construction de trajectoires d'évolution présentée sur un exemple didactique d'entreprise manufacturière produisant des roulements. Une première partie illustre la modélisation de l'entreprise cible et sa caractérisation. Une seconde partie présente dans un premier temps l'organisation et

les fonctionnalités du prototype logiciel développé qui supporte la démarche proposée. Dans un second temps elle illustre les structures de données utilisées pour décrire les systèmes d'indicateurs, les méthodes de changement, leurs contraintes et leurs impacts. Enfin la dernière partie décrit et analyse, à travers plusieurs exemples, les trajectoires d'évolution obtenues.

Enfin, la conclusion générale, après avoir rappelé le contexte de l'étude et les objectifs visés, résume les principaux apports du travail réalisé. Elle souligne ensuite ses limitations et propose un ensemble de perspectives de recherche et de collaboration qui permettraient à la démarche proposée de devenir véritablement opérationnelle au sein d'une entreprise.

Chapitre I LE CHANGEMENT

"Il faut que tout change pour que tout demeure"
Le Guépard – Giuseppe Tomasi di Lampedusa

1 - INTRODUCTION

Voilà maintenant plus d'un siècle que la révolution industrielle modifie en profondeur notre société. De multiples sauts technologiques, une concurrence de plus en plus rude, des marchés mouvants, bouleversent l'environnement industriel. Face à ces contraintes, le manager dispose d'un ensemble de concepts et d'outils facilitant sa réflexion pour conduire l'évolution, parfois brutale, de la structure, du comportement et de l'organisation de l'entreprise. Ces concepts et ces outils lui permettent en effet d'anticiper, de comprendre, d'organiser et de piloter au mieux chacune des étapes nécessaires pour faire évoluer cette entreprise. Ce travail de recherche s'intéresse plus particulièrement à la problématique de la conduite du changement dans les **entreprises manufacturières**.

Ce chapitre s'organise en trois grandes parties.

La première partie définit et explicite le contexte de ce travail. Après avoir introduit le terme même de changement, elle décrit l'évolution de la société industrielle selon deux axes essentiels que sont les technologies et les marchés. Elle précise ensuite les usages et les besoins des industriels pour conduire le changement.

La seconde partie, après un positionnement disciplinaire et une analyse sémantique du changement, décrit sa nature complexe et permet de positionner ce travail au sein de la typologie adoptée. Une étude plus détaillée des mécanismes du changement est alors abordée.

Enfin, la dernière partie fait la synthèse, par rapport aux besoins identifiés, des apports et des limitations constatées des travaux existants liés aux démarches de la gestion du changement. Elle introduit l'approche proposée qui sera détaillée et formalisée dans les chapitres suivants.

2 - LE CHANGEMENT : DEFINITIONS

Le changement est défini dans le Littré [le Littré, 08] comme étant "*l'action de changer ; état, transformation de ce qui change ou est changé*". Le changement ou la mutation se rapportent donc de préférence au passage d'un état vers un autre.

Cette définition littéraire, corroborée par celles données dans d'autres dictionnaires (Le Robert, Académie Française, etc.), démontre que la notion de changement peut être appréhendée à travers deux aspects complémentaires et indissociables. D'une part, **l'action de changer** et, d'autre part, le résultat de cette action sur l'objet du changement (ce qui change) traduite par une évaluation de son **état**.

En effet, le changement dans l'entreprise est souvent assimilé par beaucoup d'auteurs à un processus [Siebenborn, 05] [Nouiga, 03] ce qui revient à dire qu'il peut être décomposé en une suite d'actions. Certains le définissent comme un processus de transformation [Basseti, 03] pouvant être radical ou marginal [Hasfi, 97].

Enfin, la notion d'état est fondamentale pour évaluer et caractériser de façon tangible le résultat de l'action de changement qui se traduit nécessairement par une modification de l'état du système. Par exemple [Yatchinkovsky, 99] et [Nouiga, 03] soulignent que le changement se définit nécessairement entre un état initial et un état final. [Délivré, 04] précise que l'état final doit être meilleur que l'état initial. [Beriot, 92] insiste enfin sur la dimension temporelle du changement et la nécessaire différence qui doit exister entre deux états.

Dans le cadre de ce travail, le système considéré sera l'entreprise. Le paragraphe suivant fait un bref retour en arrière sur le contexte historique industriel qui a mis en avant le besoin même de changement ou de mutation dans l'entreprise.

3 - CONTEXTE HISTORIQUE

L'évolution rapide des technologies, des usages et des besoins, rend difficile la prévision de l'évolution des marchés. L'entreprise manufacturière doit, de ce fait, changer, s'adapter et anticiper l'avenir. Pour cela, elle dispose de logiques, de moyens d'actions et d'outils, d'une part, pour mettre en œuvre les améliorations nécessaires et, d'autre part, pour piloter l'ensemble de son organisation au cours de son évolution. Ce principe général de pilotage du changement, voulu ou subi, a lui-même évolué au cours du temps (Tableau I.1).

Années	1900 - 1975	1975 - 1990	1990 - 2000	2000 - ?
Positionnement Offre / Demande	Offre < Demande	Offre > Demande	Offre différenciée >> Demande	
Nouveaux paradigmes de progrès	Productivité		Qualité Flexibilité Réactivité	Autonomie Innovation Compétences
Source d'optimisation	Outil de production	Flux d'information	Structures Organisationnelles	
Concept organisationnel	Entreprise standardisée	CIM Entreprise intégrée	Entreprise communicante	Entreprise étendue

Tableau I.1 : Table synthétique de l'évolution industrielle de 1900 à nos jours

C'est à la fin du XIX^{ème} siècle, avec l'invention de l'électricité, du téléphone et du moteur à explosion, que l'ère industrielle prend véritablement son essor. L'organisation scientifique du travail développée par F. W. Taylor [Taylor, 11] avait pour objectif la recherche de productivité. Elle s'appuyait alors sur une organisation rationnelle et standardisée de la production pour pouvoir faire face à une demande importante en terme de quantité mais peu exigeante en termes de qualité et de diversité. Après la seconde guerre mondiale, face à une demande stable, ce type d'organisation perdure et le pilotage de changement se restreint à l'adaptation et à l'affinement des stratégies de gestion de production. Cette période dite "des trente glorieuses" s'achève au milieu des années soixante dix.

Ensuite, jusqu'aux années quatre-vingts dix, l'offre et la demande s'équilibrent mais les marchés sont devenus instables et fortement concurrentiels. Les notions de petite série, de personnalisation, de cycle de vie du produit apparaissent pour une production au plus juste [Womack et al., 90]. Le changement devient alors pilotage et prône une adaptation continue de l'entreprise pour suivre les variations de son environnement [Shimizu, 94]. Avec le développement des ordinateurs et de l'informatique, c'est l'émergence du modèle CIM ou Computer Integrated Manufacturing [Waldner, 92] et de l'entreprise intégrée où l'on cherche à maîtriser les flux d'informations.

Depuis les années quatre-vingt dix, l'offre est devenue supérieure à la demande. L'émergence d'Internet, l'appétit de fiabilité, de qualité, de personnalisation et de diversité des consommateurs pour un coût moindre renforcent encore le déséquilibre. La mondialisation des échanges et la compétition rendent l'environnement de l'entreprise toujours plus versatile. Le changement dans ce nouveau contexte, fortement volatil, nécessite d'intégrer dans l'entreprise manufacturière les paradigmes de qualité [Deming, 00], de flexibilité [Shingo, 85] et de réactivité [Womack et al., 90]. Pour ce faire, une rupture organisationnelle brutale de l'entreprise est parfois nécessaire [Hammer et al., 93]. Cela conduit l'entreprise à valoriser au mieux tous ses potentiels en évitant tout gaspillage [Couture et al., 99]. S'ajoutent alors aux notions plus classiques de coût, de qualité et de délai, de nouveaux paradigmes pour caractériser l'entreprise : l'autonomie [Taskin, 03], l'innovation [Gonzalez et al., 06], les compétences [Bennour, 04] etc.. Cela se traduit par l'émergence de nouveaux modèles d'organisation tels que l'entreprise étendue,

communicante, virtuelle qui s'accompagnent souvent de nos jours d'une logique d'externalisation des activités non stratégiques.

Ce rapide tour d'horizon montre combien l'évolution de l'environnement économique et l'accélération de sa dynamique ont conduit l'entreprise manufacturière à développer des facultés d'adaptation répondant à des besoins toujours plus exigeants et quelquefois contradictoires.

La conduite du changement reste peu maîtrisée comme le montre les études menées auprès des industriels que nous allons maintenant présenter.

4 - LES BESOINS INDUSTRIELS

Plusieurs études ont permis de mieux cerner les besoins industriels.

4 - 1 - LE PROJET EUROPEEN TIME GUIDE

Le projet européen Eureka TIME GUIDE [TIME GUIDE, 96] avait pour objectif de développer une méthodologie globale de pilotage du changement. Dans son cadre une étude de marché a été conduite auprès de 64 entreprises européennes relevant de différents secteurs industriels. Le questionnaire proposé [Bitton, 93] visait à identifier les problèmes liés à la gestion de l'évolution des fonctions de l'entreprise.

Les principaux enseignements de cette étude détaillée dans [Colomb et Kleinhans, 93] puis synthétisés dans [Kleinhans, 99] et repris dans [Malhene, 00] sont les suivants :

- Les industriels sont conscients de l'intérêt de la modélisation du système industriel et de son environnement pour la gestion de l'évolution de l'entreprise. Cependant, cette démarche reste difficile pour eux.
- Même si leur volonté d'évolution reste forte sur le moyen terme (2 ans), la planification de celle-ci reste limitée puisque, par exemple, seulement 46 % des entreprises interrogées pensent avoir identifié des objectifs d'évolution à partir des objectifs stratégiques définis.
- Les outils de gestion et de mise en œuvre du changement ne sont connus que par 25 % des industriels. Qui plus est, la majorité d'entre eux (54 %) jugent qu'ils ne répondent pas à leurs attentes.
- Les industriels souhaitent très majoritairement gérer leur évolution de façon autonome en impliquant plus fortement le personnel.

Les industriels interrogés, bien que sensibles et conscients de l'importance de la gestion du changement, restent donc peu formés et outillés pour prendre en charge de façon autonome l'évolution de l'entreprise.

4 - 2 - L'ACTION SPECIFIQUE ADESI

L'Action Spécifique CNRS ADESI [ADESI, 04.1] [ADESI, 04.2] s'intéressait à la conduite du changement des systèmes industriels. D'une part, elle avait pour objectifs d'interpeller les industriels pour identifier leurs besoins, et les acteurs académiques pour connaître leurs thématiques de recherche. D'autre part elle devait proposer un ensemble de pistes de recherche permettant de structurer le champ thématique transversal de la conduite du changement [Boucher et al., 06].

L'enquête a été menée auprès de 60 industriels français à partir d'un questionnaire fermé ou semi fermé. Ces sociétés, publiques ou privées, ne relevaient pas d'un domaine d'activité particulier et ne pouvaient être caractérisées ni par leur taille, ni par leur chiffre d'affaire. L'analyse des réponses a permis de dégager les points saillants suivants :

- Pour plus de 80% des entreprises, il faut savoir gérer, anticiper l'impact du changement sur les performances de l'entreprise.
- Le changement se concentre désormais essentiellement sur l'organisation.
- 75 % des facteurs qui freinent le changement sont d'ordre organisationnel et culturel.
- Les industriels recherchent principalement des outils de gestion de changement permettant : (i) une intégration multi axes de la performance, (ii) une meilleure estimation de l'impact du changement sur les compétences, (iii) un meilleur contrôle des dimensions humaines et organisationnelles du changement.

Cette étude montre donc que les industriels interrogés souhaitent mieux prendre en compte la dimension sociale et humaine, les liens existants entre changement et performance, et leur méconnaissance des méthodes de gestion du changement existantes.

4 - 3 - CONCLUSION

Ces études soulignent l'importance du facteur humain qu'il convient d'impliquer fortement au processus de changement. Ce constat corrobore les conclusions d'une étude américaine d'envergure menée par American Management Association auprès de 250 entreprises [AMA, 95]. Celle-ci identifie les facteurs organisationnels et humains comme les principaux facteurs d'échec des projets de changement.

On ne peut que constater par ailleurs que les industriels ne semblent avoir qu'une connaissance réduite des méthodes et outils de conduite du changement ainsi qu'une conscience assez limitée de sa dimension stratégique. Cela s'explique sans doute par le fait que cette vision à long terme de l'évolution de l'entreprise est certainement contradictoire avec les modes de management les plus courants.

Enfin, les industriels semblent aussi demandeurs d'outils d'aide à la décision leur permettant de gérer de façon autonome l'évolution de l'entreprise en intégrant des capacités de modélisation du système de production et d'analyse multidimensionnelle de la performance. Ce besoin est confirmé par le rapport [IMT, 00] qui souligne l'absence actuelle d'outils

permettant une analyse du positionnement stratégique, une identification des meilleurs plans pour l'investissement futur et le développement des capacités de production.

La pérennité d'une entreprise ne peut être assurée que si une stratégie pertinente est adoptée, et si elle est ensuite déployée efficacement. Cela induit de devoir et de savoir piloter les changements parfois profonds induits tout en contrôlant la rentabilité à la fois de l'entreprise et du processus d'amélioration. Pour cela, des travaux se sont développés dans plusieurs axes disciplinaires.

5 - LE CHANGEMENT : AXES DISCIPLINAIRES ESSENTIELS

Les travaux développés autour de la thématique du changement industriel trouvent essentiellement leurs sources au sein de trois champs disciplinaires : Les Sciences Humaines et Sociales (SHS), les Sciences de Gestion (SG) et le Génie Industriel (GI). Cependant, le sens même de changement et les moyens de le piloter sont assez différents dans chacune des communautés bien que l'objectif reste bien évidemment le même : conduire le changement dans l'entreprise.

Les Sciences Humaines et Sociale sont très centrées sur le facteur humain. Il est donc nécessaire de disposer de compétences spécifiques afin de permettre de les intégrer dans un travail d'ingénierie. Les avancées et résultats développés par les SHS sortent du cadre des travaux analysés dans cette thèse.

Les Sciences de Gestion cherchent à décrire, à comprendre et à expliquer le fonctionnement des organisations. La recherche est organisée par grandes disciplines (marketing, gestion des ressources humaines, finance, stratégie, etc.). Elles sont à l'origine d'une longue réflexion sur les fondements théoriques du changement et de sa conduite. Les analyses de [Brabet, 93] appuyées par celles de [Godelier, 98] montrent cependant clairement qu'elles ne proposent pas d'outils ou de démarches structurées, génériques et applicables pour mettre en oeuvre le changement. Outre l'aspect théorique des études menées [Queille, 00], celles-ci prennent souvent la forme de recommandations permettant d'éclairer les industriels dans leurs réflexions et dans la construction de leurs démarches de changement [Godelier, 98].

Le Génie Industriel (GI) se focalise essentiellement sur la maîtrise du comportement des systèmes de production pour lesquels il cherche à utiliser des techniques de management scientifique. Ainsi, il fait appel aux sciences de l'ingénieur pour spécifier, prédire, évaluer et optimiser la performance [IIENET, 07]. Face à l'évolutivité de l'environnement de production, et cela quel que soit l'horizon décisionnel considéré (stratégique, tactique, opérationnel), le Génie Industriel cherche à apporter des réponses tangibles permettant d'adapter (et donc de changer) structurellement et/ou comportementalement l'entreprise aux exigences de performance imposées. Cela se traduit par la proposition de démarches (analyse de la valeur, analyse des risques, etc..), de méthodes (planification, ordonnancement, etc..) et d'outils opérationnels (E.R.P., M.R.P., etc.) concourant à optimiser le fonctionnement de l'entreprise.

Ces deux positionnements sont donc complémentaires. En effet, les Sciences de Gestion cherchent plutôt à répondre à la question pourquoi changer ? Le Génie Industriel tente de répondre à la question comment changer ?

Ce travail cherche à enrichir le cadre du Génie Industriel avec des apports des Sciences de Gestion.

6 - LE CHANGEMENT : VISION CONCEPTUELLE

6 - 1 - LE SYSTEME ENTREPRISE

Un système peut être définit comme "*un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but*" [De Rosnay, 75]. Le Moigne [Le Moigne, 77] élargit cette définition en le caractérisant comme "*un objet qui, dans un environnement, doté de finalités, exerce une activité et voit sa structure interne évoluer au fil du temps, sans perdre pourtant son identité*." Il fait ainsi apparaître la notion de système ouvert (en interaction avec son environnement) ou fermé, et introduit la référence au changement en évoquant l'évolution de la structure interne du système. Notons que ces deux définitions font référence explicitement à la notion de but/finalité.

Ainsi, la démarche systémique permet de percevoir et comprendre un système dans sa complexité, par rapport à sa finalité, avec une meilleure compréhension de sa dynamique et de son évolution [Blason, 94]. De nombreux auteurs [Meinadier, 98] proposent de décrire le système à analyser en distinguant l'aspect structurel qui représente les éléments qui composent le système et leur agencement, de l'aspect fonctionnel qui renvoie à l'identification des flux et à leur contrôle.

La suite du document fera donc souvent référence à la systémique qui est à la base de l'approche de modélisation et de caractérisation développée au cours de ces travaux.

6 - 2 - ENTREPRISE ET CHANGEMENT

L'approche systémique permet d'introduire un éclairage pertinent sur la notion d'évolution et donc de changement en analysant le référentiel d'équilibration proposé dans [Le Moigne, 77]. Le concept d'équilibration introduit historiquement par Piaget dans [Piaget, 68], fait référence à la notion d'équilibre dynamique qu'un système doit s'efforcer d'assurer pour rester stable malgré les déséquilibres induits par ses flux internes ou externes. On parle alors d'état homéostatique où le système doit changer pour assurer sa stabilité vis-à-vis des perturbations.

Le Moigne [Le Moigne, 77] propose d'interpréter l'équilibration d'un système par rapport à ses finalités et à l'environnement dans lequel il se trouve. Il distingue ainsi quatre situations de changement (Figure I.1).

- La régulation : Les finalités et l'environnement du système étant stables il régule son comportement face aux perturbations sans modifier sa structure ni ses schémas d'exécution (réponse prévue à un stimulus [Simon, 69]).

- L'adaptation : Si les finalités du système restent stables, son environnement évolue. Pour s'adapter le système développe de nouveaux schémas d'exécution qui n'induisent pas de modification structurelle du système.
- L'adaptation structurelle : Dans un environnement stable, le système ne peut faire face aux nouvelles finalités qui lui sont imposées. Il est donc amené à modifier sa structure en adaptant ses ressources et/ou en définissant de nouveaux schémas d'exécution.
- L'évolution structurelle : Face à un environnement instable et à l'évolution de ses finalités le système doit faire évoluer sa structure pour s'équilibrer.

		Mission	
		Stable	**Variable**
Environnement	**Stable**	Régulation	Adaptation de la structure
	Variable	Adaptation du programme	**Évolution du système**

Figure I.1 : Le référentiel d'équilibration

Cette caractérisation, replacée dans le contexte du système entreprise conduit à l'analyse suivante. La régulation et l'adaptation correspondent à un fonctionnement nominal de l'entreprise lorsqu'elle parvient à atteindre quotidiennement les finalités qui lui sont imposées tout en faisant face aux perturbations internes et externes. L'entreprise absorbe ces dernières en changeant son fonctionnement sans pour autant évoluer.

En revanche l'**adaptation et l'évolution structurelle** induisent des modifications de la structure et/ou des schémas d'exécution lorsque l'entreprise ne peut trouver de réponses internes aux finalités qui lui sont imposées. C'est ce type de changement qui constitue le cadre de notre étude. C'est donc désormais à cette catégorie d'évolution que nous nous référerons en utilisant le terme changement dans la suite de ce document.

Le cadre conceptuel du changement en entreprise étant introduit, il est nécessaire maintenant de voir comment chacun des deux axes disciplinaires propose de répondre aux trois questions suivantes : Pourquoi changer ? Comment changer ? Que faire pour changer ?

7 - POURQUOI CHANGER ? CHANGEMENT ET STRATEGIE

Nous venons de constater que l'entreprise doit s'adapter en permanence aux exigences de son milieu pour trouver de nouveaux points d'équilibre. Cependant le changement, tel que nous l'entendons maintenant, en induisant des modifications structurelles, nécessite tout d'abord la perception d'une inadéquation entre le fonctionnement de l'entreprise et ses finalités [Probst et al., 92].

Dans un environnement stable l'entreprise peut choisir volontairement de modifier ses finalités. Cette démarche qui peut être qualifiée de volontariste [Watner et al., 83] relève de différentes motivations. Il est possible qu'elle corresponde à une anticipation de la versatilité des marchés et s'inscrit donc dans lecture proactive de l'évolution de l'environnement. Elle peut aussi découler d'une volonté délibérée du management d'augmenter les profits sans pour autant que la survie de l'entreprise soit véritablement en question. L'entreprise évolue alors par adaptation structurelle (Figure I.1).

Dans un environnement instable, l'entreprise est amenée à modifier ses finalités pour survivre. Ce type de démarche que l'on peut qualifier de déterministe [Amsterdamski, 90] s'inscrit dans le cadre d'une conduite réactive du changement permettant d'assurer la pérennité de l'entreprise. Dans ce cas l'entreprise change par évolution structurelle (Figure I.1).

Nous considérons donc que le changement est la conséquence d'une modification volontariste ou déterministe des finalités de l'entreprise qui ne relèvent pas nécessairement que du besoin de survie affiché dans certains travaux [Landier, 87], [Manzano et al., 01]. Il ne peut exister que si une stratégie est définie par le management de l'entreprise [Cigref, 03], [Harinder et al., 04].

On considère généralement que la stratégie de l'entreprise est formalisée à partir des intentions stratégiques qui définissent les objectifs globaux à long terme traduisant les finalités attendues de l'entreprise. Ces derniers se déclinent en actions pour former une stratégie délibérée à laquelle peut se superposer une stratégie émergente permettant d'intégrer, en cours de réalisation, d'éventuelles opportunités [Mintzberg et al., 85], La superposition des deux courants conduit à la mise en œuvre d'une stratégie réalisée.

Pour nous le processus de changement est donc initialisé par la détermination de l'état cible à atteindre [Norrgren et al., 96]. Il traduira les finalités attendues de l'entreprise en les évaluant en termes de performance [Cliville, 01]. La pertinence de ce choix est cruciale pour la réussite du changement [Ingelgard et al., 00]. C'est pour cela qu'il doit être clair, crédible, compréhensible et expliqué de façon à emporter l'adhésion du personnel [Norrgren et al., 96]**. La définition de cet état cible ne relève pas du cadre de ce travail mais constitue cependant l'un des éléments initiateurs indispensable à la démarche de changement que nous proposons**. Tout comme Malhéné [Malhene, 00] nous le considérerons stable durant la période de déploiement du changement dans l'entreprise.

La Figure 1.2 résume, à ce point du document, la représentation du changement qui peut être adoptée.

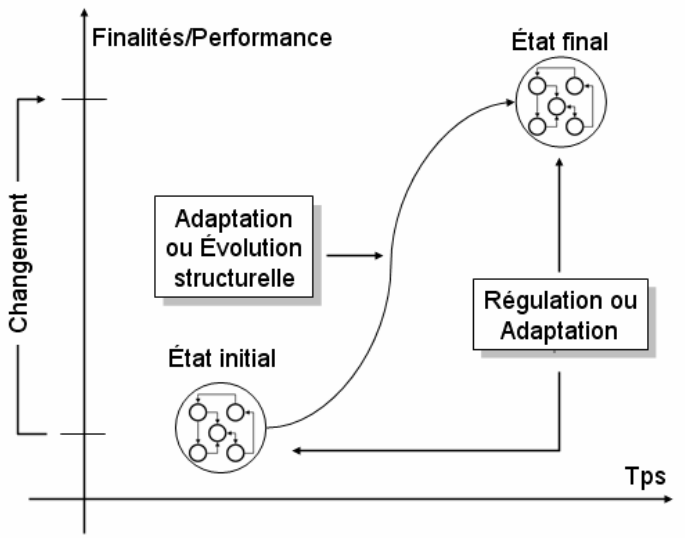


Figure I.2 : Une première représentation du changement

L'objectif final à atteindre à l'issu du changement étant maintenant considéré comme défini, il convient d'analyser, dans un premier temps qualitativement, comment il peut être atteint.

8 - COMMENT CHANGER ? LES TYPOLOGIES DU CHANGEMENT

Il est d'usage de décomposer le changement en changement par rupture et changement par amélioration continue [Gouard et al., 98].

Comme le montre la Figure I.3, un changement par rupture correspond à un important gain de performance obtenu dans des délais courts. Il est caractérisé par un rapport $\Delta P/\Delta T1$ très grand. Ce type de comportement s'observe dans des périodes de crise [Argyris et al., 01] ou de fin de vie [Basseti, 03] d'une entreprise. Il s'accompagne de transformations radicales des processus de l'entreprise entraînant une période de stress aigu de la part du personnel [Lorino, 95].

Le changement par amélioration continue (Figure I.3) s'appuie sur la capacité d'apprentissage de l'entreprise. Dans ce cas, la performance de l'entreprise va augmenter graduellement en minimisant les crises internes liées au changement. Le même gain de performance que précédemment sera obtenu sur une durée $\Delta T2$ bien plus longue et le rapport $\Delta P/\Delta T2$ sera alors plus faible.

Ainsi, le changement par amélioration continue a une dimension limitée dans le temps et doit donc être différencié d'une démarche d'amélioration continue qui est normalement mise en œuvre en permanence au sein de l'entreprise.

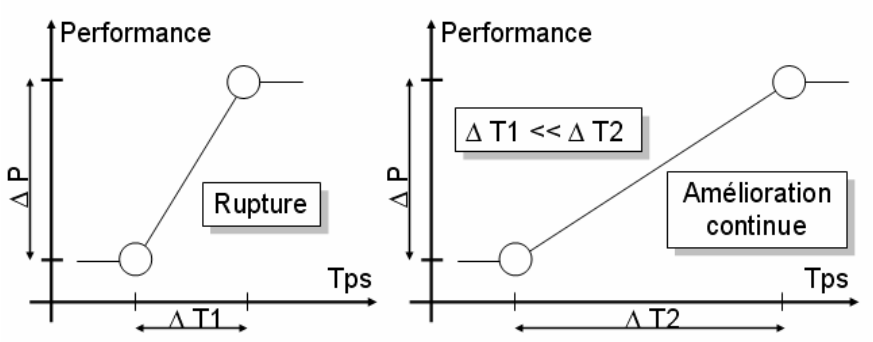


Figure I.3 : Changement par rupture et par amélioration continue

L'approche proposée par [Basseti, 03] est une approche composite qui s'inscrit dans une vue à plus long terme de l'évolution de l'entreprise. Celle-ci est alors appréhendée comme une alternance de phases de rupture et d'amélioration continue permettant d'assimiler les changements. Ce mode de gestion de l'évolution n'oppose pas les changements par rupture et par amélioration continue mais, comme le souligne [Ferrand, 97], les considère plutôt comme complémentaires.

Le changement par amélioration continue est évidemment la solution la plus attractive puisqu'il permet une transformation graduelle de l'entreprise en minimisant la résistance au changement des individus. Cependant, il ne peut pas répondre à une situation de crise où un accroissement important de performance est imposé dans des délais fortement contraints. Cette situation peut donc être interprétée comme étant due, soit à une mauvaise anticipation stratégique, soit à une dynamique de l'environnement à laquelle l'entreprise ne peut répondre par amélioration continue compte tenu des constantes de temps associées.

Ainsi, si l'on suppose que la dynamique de l'environnement reste limitée et que les managers font preuve d'une certaine clairvoyance alors, le changement par amélioration continue peut permettre d'éviter des situations de crise tout en pérennisant l'entreprise. **C'est pourquoi le travail développé dans ce document se focalisera sur la mise en œuvre du changement par amélioration continue en écartant le changement par rupture.**

Il est maintenant nécessaire d'évoquer les moyens qui permettront de déployer le changement au sein de l'entreprise.

9 - SUR QUOI AGIR POUR CHANGER ? LES LEVIERS DU CHANGEMENT

Pour réussir, une démarche de changement doit s'appuyer sur plusieurs leviers complémentaires (Figure I.4).

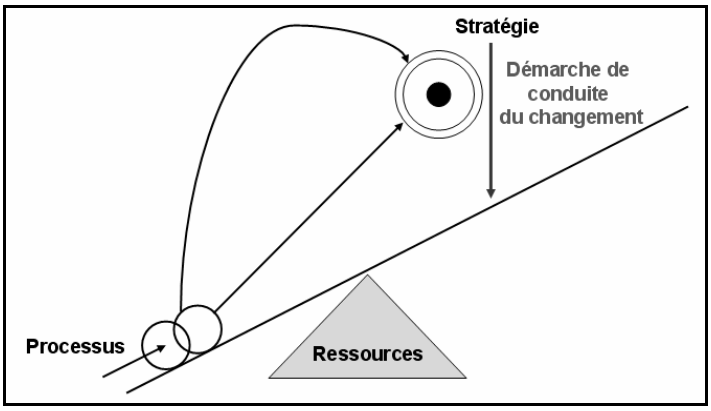


Figure I.4 : Les leviers du changement

- La stratégie ne relève pas directement du cadre de ce travail. L'analyse de la pertinence de l'état visé et l'explication des motivations ayant conduit à sa définition sont des conditions préalables à toute évolution.
- Les ressources de l'entreprise, avec en premier lieu les Hommes en charge de déployer le changement.
- La dimension culturelle relève du vécu et des valeurs de l'organisation est souvent négligée [Genelot, 92]. C'est pourtant un maillon indispensable de la réussite de toute démarche de changement [Trompenaars, 94]. Il faut donc veiller à associer les acteurs de l'entreprise à l'évolution de leur outil de travail.
- Les processus de l'entreprise au sein desquels le changement induit des modifications structurelles et fonctionnelles plus ou moins profondes pour atteindre les objectifs de performance visés.

Les processus s'inscrivent nécessairement au cœur de toute démarche de changement [Herbemont et al., 96]. C'est pourquoi il faut maintenant évoquer les principales démarches et méthodes qui participent à la modification des processus de l'entreprise.

10 - QUE FAIRE POUR CHANGER ? DES METHODES POUR CHANGER

Dans l'entreprise, le changement s'appuie souvent sur des démarches et des méthodes bien connues en Génie Industriel pour lesquelles les actions à mener sont parfaitement identifiées. Il faut distinguer ici les méthodes induisant un changement par rupture de celles permettant de conduire un changement par amélioration continue.

10 - 1 - CHANGEMENT PAR RUPTURE

Ces méthodes de changement font souvent table rase d'une partie de l'existant. Même s'il est possible d'identifier les techniques opérationnelles permettant de les développer, il est

impossible, a priori, de connaître leurs portées sur l'entreprise. **On ne peut donc les lier explicitement à certains indicateurs de performance et encore moins estimer leur impact**.

10 - 1 - 1 - Business Process Reengineering (B.P.R.)

Le B.P.R. est "une remise en cause fondamentale et une redéfinition radicale des processus opérationnels" [Hammer et al., 93] aboutissant à une "reconfiguration majeure" [Barothy et al, 95] . Cette méthode de réingénierie cherche à améliorer les performances d'un processus. Pour y parvenir, elle vise principalement d'une part à confier l'exécution des processus à un nombre réduit de personnes polyvalentes et, d'autre part, à paralléliser et automatiser les tâches tout en rationalisant la gestion des informations (automatisation, décentralisation).

Il existe de nombreux outils d'aide à la mise en œuvre de projets B.P.R. [Klein et al., 94] permettant de représenter les processus existants, de capitaliser les suggestions d'amélioration et d'évaluer les solutions alternatives proposées [Siebenborn, 05].

Cette approche du changement, fortement dirigée par le management et remettant en cause radicalement la culture historique d'une entreprise, montre par la même ses limites. Très en vogue dans les années 90, elle a pourtant conduit à de nombreux échecs [Mansar et al., 05].

10 - 1 - 2 - Le benchlearning

Le benchlearning est un concept déposé par une entreprise de consulting [Karlof, 01]. Il fait référence à un apprentissage organisationnel par imitation et adaptation de pratiques à succès ("le bon exemple") identifiées par benchmarking interne ou externe. Il s'appuie sur des mécanismes d'apprentissage de connaissances initiés au niveau individuel puis poursuivis au niveau collectif.

Malgré un large succès dans les grandes entreprises françaises [CCI, 03], cette démarche reste confrontée à un certain nombre de limitations. Parmi celles-ci, on peut trouver [Valiris et al., 99] la difficulté à trouver des entreprises acceptant de jouer le rôle du "bon exemple" et l'absence de support méthodologique simple et concret.

Ce type de démarche reste largement piloté par le management et demeure confronté, tout comme le B.P.R., au poids culturel de l'entreprise même si les processus de capitalisation des connaissances semblent induire une dynamique plus limitée.

Les méthodes de changement par rupture ont déjà été écartées de notre champ d'étude en raison de leur brutalité et de la possibilité de conduire le changement en faisant appel aux méthodes de changement par amélioration continue sur lesquelles nous allons maintenant nous attarder plus longuement.

10 - 2 - CHANGEMENT PAR AMELIORATION CONTINUE

Les méthodes de changement par amélioration continue s'appuient directement ou indirectement sur des méthodes opérationnelles bien connues, dont on peut estimer les effets. Certaines d'entre elles peuvent être intégrées dans le cadre de méthodes plus

ambitieuses que nous dénommerons méthodes structurées. Elles peuvent enfin participer à des démarches de changement lorsque celui-ci est déployé sur l'ensemble de l'entreprise.

Sans prétendre être exhaustif, nous allons maintenant évoquer quelques méthodes relevant de cette typologie.

10 - 2 - 1 - Les méthodes opérationnelles

Nous dirons qu'une méthode de changement est opérationnelle si elle est applicable en entreprise sans faire appel à d'autres méthodes. Il est donc possible d'en estimer directement l'impact sur des indicateurs de performance.

Parmi les plus connues on peut citer :

- Les méthodes d'acquisition de compétences / connaissances qui peuvent être dispensées lors de formations (internes / externes) permettant d'expliquer et d'expérimenter la méthode de changement qui doit être déployée.
- Les méthodes d'analyse critique et argumentée de l'entreprise à partir de laquelle le changement pourra être construit. Ce type d'expertise peut être réalisée en interne si c'est possible ou par des sociétés de consulting par exemple.
    - Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC) [FMEA, 08] : Méthode d'analyse permettant de documenter les dysfonctionnements réels ou prévisibles et d'identifier les actions prioritaires à mettre en œuvre pour y remédier.
    - Total Productive Maintenance (TPM) [Campbell et al., 06] : La qualité s'est imposée depuis les années 1970 comme un des vecteurs incontournables des gains de productivité industrielle. Cette méthode propose de définir un indicateur global de performance, le Taux de Rendement Synthétique, dont l'analyse permet d'identifier les points critiques où des actions doivent être menées.
- Single Minute Exchange of Die (SMED) : Le but de cette technique [Dirk et al., 02] est de réaliser un changement de fabrication en un délais très court.
- Kanban : Technique de régulation d'une ligne de production [Shingo, 85] ne permettant d'approvisionner un atelier qu'après la circulation d'une étiquette (Kanban en Japonais) entre le client (aval) et le fournisseur (amont).

10 - 2 - 2 - Les méthodes structurées

Une méthode structurée constitue un cadre de mise en œuvre d'un nombre défini de méthodes opérationnelles et/ou structurées (sous méthodes), ayant un ordre de mise en œuvre déterminé et un impact limité et localisé au sein de certains processus de l'entreprise. L'ensemble des sous méthodes effectivement déployées définit la durée du processus de changement et l'impact correspondant en termes de performance résultera de l'agrégation des impacts de chacune des méthodes opérationnelles employées. Pour cette classe de méthodes **le lien aux indicateurs de performance ne peut être réalisé qu'indirectement**

en fonction des méthodes opérationnelles mises effectivement en œuvre lors du changement.

Parmi les plus connues, on peut évoquer :

- 5S : Application de règles élémentaires de propreté et de rangement (débarrasser, ranger, nettoyer, management visuel, pérenniser) qui vise à créer des habitudes d'organisation du lieu de travail et qui s'inscrit dans un esprit d'amélioration permanente [Osada, 93].
- Management Par les Contraintes (MPC) : C'est une méthode [Goldratt, 90] faisant appel à la théorie de contraintes qui cherche à optimiser les flux physiques en les équilibrant tout au long de la chaîne de production et en éliminant les machines goulots.
- Just In Time (JIT) : Paradigme [Arnould et al., 02] où la production est tirée par l'aval, minimisant les excès de production et minimisant les stocks.

10 - 2 - 3 - Les démarches

Les démarches s'inscrivent dans une vision globale de l'entreprise en intégrant volontairement, par choix stratégique, tous les processus de l'entreprise dans la volonté de changement. Elles font appel aux méthodes opérationnelles et structurées.

- Toyota Production System (TPS) : Le système Toyota [Ohno, 95], né au Japon durant le premier choc pétrolier du siècle dernier est guidé par une logique d'élimination des gaspillages. Il s'appuie sur des principes de production juste à temps, d'auto activation (polyvalence des opérateurs) et de prévention de la production défectueuse.
- Kaizen : Cette démarche a été formalisée dans les années 90 par Imai [Imai, 92]. Elle relève d'une philosophie prônant que l'efficacité d'une organisation est directement liée à une amélioration continue et très graduelle de la qualité des équipements et de leur environnement. Elle vise à impliquer tous les acteurs de l'entreprise dans la démarche de changement. C'est un concept parapluie faisant appel à un ensemble méthodes et d'outils relevant principalement de pratiques nippones.
- Total Quality Management (TQM) : Cette démarche [Gucanin, 03] vise à appliquer un de façon rigoureuse un ensemble de principes [Deming, 86] qualité à réaliser simultanément sur les principales composantes de l'entreprise (management, employés, processus, clients, et.). Un certain nombre d'outils, permettant d'enregistrer et d'analyser les dysfonctionnements lui sont associés (www.ifm.eng.cam.ac.uk/dstools/represent/tqm.html). Cette approche s'inscrit véritablement dans le long terme et dans une logique d'amélioration continue.
- 6 Sigma : Le 6 sigma [Perez-Wilson, 99] est une démarche s'appliquant à l'ensemble des processus de l'entreprise et s'appuyant sur une analyse statistique sophistiquée. Son objectif est de réduire la variabilité de l'ensemble des processus afin d'augmenter les profits. Même si les changements obtenus peuvent être importants

nous l'inscrivons tout de même comme une démarche d'amélioration continue en raison de la durée importante de mise en œuvre qui facilite le processus d'accompagnement du changement.

- Lean Manufacturing : La démarche lean (entreprise agile) [Wodmak et al., 96] lie la performance de l'entreprise à sa capacité de reconfiguration permanente de l'ensemble de ses processus. Elle s'inscrit dans une logique d'amélioration continue par réduction des gaspillages tout au long de la chaîne de la valeur incluant le réseau des fournisseurs, les relations clients, la conception produit et le management de l'entreprise. Son but est de limiter les efforts humains, les stocks, les pertes de temps de façon à être encore plus réactif aux demandes clients tout en produisant des produits de grande qualité de la façon la plus économique possible (http://lean2.mit.edu). Souvent mise en œuvre en production, cette méthode tend à s'étendre aux services administratifs, de développement produit, et même informatique.

10 - 2 - 4 - Synthèse

Le Tableau I.2 synthétise les liens pouvant être établis entre certaines démarches, méthodes structurées et, opérationnelles.

□ : Fait obligatoirement partie de la méthode

△ : Peut faire partie de la méthode : sa mise en œuvre est pertinente

		Méthodes opérationnelles																Méthodes structurées				
		Amélioration de l'information (vers les opérateurs)	Analyse des données	Collecte des données	Formation	Les 5 pourquoi poka yoke	Réduire les gaspillages matières	Renforcer le contrôle de qualité matière	Gestion dynamique de la production par GPAO	Réglage machine	Motiver le personnel	SMED	AMDEC	Négociation avec les fournisseurs	KANBAN	Automatisation de l'acquisition de l'information	Benchmarking	augmenter la réactivité et accélérer la diffusion de l'information	5S	Décentralisation de la décision	JIT	Analyse statistique	MRP
Méthodes structurées	5S						△	△		△	□						△		■				
	Décentralisation de la décision				△													□		■			
	JIT	□			△	□		△		△	△	□	□	△	□			△			■		
	Analyse statistique		□	□	△									△			△					■	
	MRP			□										□									■
Démarches	KAIZEN	□			△	□	△	△		△	□	□	□	△	□		△	□	□	△	△		
	TPS : Toyota Production System	□			△	□		△		△	△	□	□	△	□			△		△	□		
	Total Quality Management	□			△		□	□		△	□						□		△				
	Lean manufacturing	□			△			△		△	□	△	△	△				□	△		□		
	ERP			□	△				□					□		□							□
	6 sigma		□	□	△	△	△	△			△							△				□	

Tableau I.2 : Démarches, Méthodes structurées et opérationnelles

Les principales facettes du changement ayant été discutées, nous allons maintenant positionner la problématique de notre travail.

11 - POSITIONNEMENT DE L'ETUDE

A ce point du discours autour du thème du changement dans l'entreprise, il est possible de comparer, d'une part, les besoins industriels identifiés au début de ce chapitre et, d'autre part, l'analyse du processus de changement.

Nous avons montré que les industriels sont assez démunis vis-à-vis de la problématique du changement qu'ils souhaitent maîtriser et planifier de façon plus autonome. Entre autre, ils admettent avoir une large ignorance des méthodes de changement et souhaitent pouvoir anticiper l'impact du changement au travers des différents aspects de la performance de l'entreprise.

L'analyse du processus de changement s'appuie donc essentiellement sur la définition de l'état cible que l'on veut atteindre et met en avant des possibilités d'évolution à partir de l'état courant de l'entreprise, en faisant appel à des méthodes connues.

Il apparaît donc nécessaire, pour répondre à certaines des attentes des industriels, d'améliorer la connaissance de ces méthodes et de leurs effets. En d'autres termes, il est nécessaire de définir et d'évaluer les trajectoires d'évolution de l'entreprise permettant de satisfaire les objectifs stratégiques imposés en l'amenant de sa performance actuelle jusqu'à la performance visée. C'est cette problématique qui fixe le cadre de notre étude.

Comme le montre la Figure I.5, nous allons donc chercher à déterminer quels enchaînements cohérents de méthodes (ici |M1,M4,M5> ou |M1,M2,M3>) peuvent être mis en œuvre pour proposer aux industriels des scénarios d'évolution possibles.

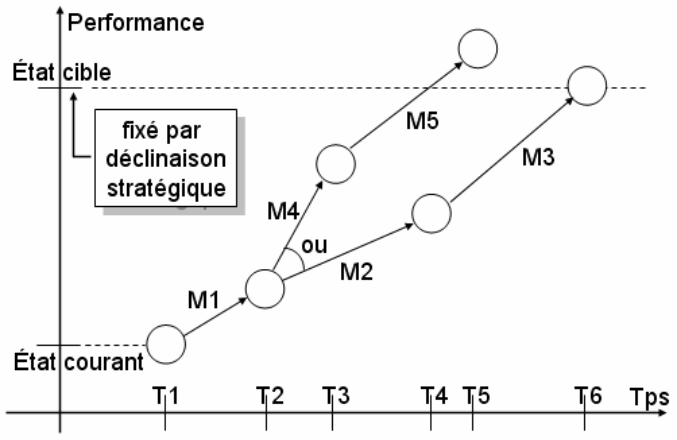


Figure I.5 : Changement et trajectoires d'évolution

La notion de trajectoire d'évolution n'est pas nouvelle dans la thématique évolutionniste de l'entreprise. Ainsi, Mintzberg [Mintzberg, 99] définit des trajectoires organisationnelles qui permettent de représenter l'évolution de l'organisation d'une entreprise. Il propose de décomposer une entreprise en cinq parties : le sommet et la ligne hiérarchique, le centre opérationnel, la technostructure et le support logistique. Au fil du temps, en fonction des

mécanismes de collaboration mis en place entre ces différentes composantes, Mintzberg avance que la structure organisationnelle d'une entreprise se modifie et peut être apparentée à une structure simple ou divisionnalisée, une bureaucratie mécaniste ou professionnelle ou une adhocratie [Mintzberg, 82]. Il décrit ainsi des trajectoires comme étant une succession de configurations stables séparées par des transitions. Ces travaux repris dans [Resyproq, 01] n'évoquent cependant pas directement la notion d'état et n'identifient pas les méthodes permettant de déployer le changement. En revanche Malhéné [Malhene, 00] dans ses travaux sur l'évolution de l'entreprise adopte une vision très voisine de la notre en envisageant l'évolution de l'entreprise comme une succession d'états entre l'état courant et un état cible visé. Il reste cependant lui aussi sans réponse explicite sur les méthodes permettant d'assurer la transition entre ces différents états.

Il est important de préciser que notre travail ne s'inscrit pas, même s'il y participe, dans une logique de conduite de projet ou de pilotage du changement. En effet, nous ne cherchons qu'à proposer une planification des actions à mettre en œuvre pour changer sans pour autant nous focaliser sur la dimension de gestion et d'animation du changement.

Jusqu'à présent, nous avons peu à peu affiné et précisé le périmètre de notre étude. Il est maintenant nécessaire d'explorer les travaux se rapprochant de l'objectif que nous nous sommes fixé.

12 - ANALYSE DES TRAVAUX AUTOUR DU CHANGEMENT INDUSTRIEL

De nombreux travaux abordent tout ou partie de la problématique du changement. Afin de guider notre analyse, trois axes d'étude ont été retenus.

Le premier axe se focalise sur le centre d'intérêt des travaux. Ceux centrés sur la stratégie sont distingués de ceux qui traitent plutôt la mise en oeuvre du changement.

Le second axe est celui de la généricité. Il distingue les travaux qui offrent des démarches génériques applicables aux entreprises manufacturières, quelque soit leur nature, de ceux qui sont spécifiques aux cas d'études qu'ils traitent.

Enfin, l'analyse des techniques et des philosophies de conduite de changement a été retenue. Nous nous focaliserons plus particulièrement sur les points d'analyse suivants :

- *La modélisation de l'entreprise* dans son *état initial* qui permet d'identifier les problèmes, de déterminer les contraintes et les motivations du changement.
- *L'évaluation des méthodes de changement* qui permet de guider le choix de celles qui pourront être utilisées pour atteindre les objectifs stratégiques.
- *Le suivi et l'estimation de* l'état de l'entreprise qui évolue au fur et à mesure du déploiement du changement et donc reflète son impact et concoure la plupart du temps à son pilotage.
- *La proposition de plusieurs alternatives* pour changer. Ces différentes trajectoires sont évaluées, a priori, pour offrir plus de choix au décideur.

- *La simulation* qui permet d'estimer l'impact du changement sur l'entreprise manufacturière.

Ce sont ces critères qui pilotent notre grille d'analyse bibliographique des travaux.

12 - 1 - LES TRAVAUX AXES SUR LA STRATEGIE DU CHANGEMENT

Les travaux qui se focalisent sur la stratégie relèvent essentiellement des SG. Ils peuvent être classés en deux catégories. D'une part, ceux qui adoptent une approche descendante qui, partant de la stratégie décidée essayent de la projeter sur les processus de l'entreprise pour en estimer les conséquences et en évaluer l'intérêt et la pertinence. D'autre part, les travaux qui adoptent une approche ascendante. Ces derniers partent de l'analyse de l'entreprise au niveau opérationnel pour définir une stratégie améliorant la situation initiale de l'entreprise.

12 - 1 - 1 - Déclinaison descendante de la stratégie

Le caractère descendant de ces travaux est dû à la projection des décisions stratégiques sur les performances de l'entreprise. Tout d'abord l'état de l'entreprise est caractérisé à l'aide d'un ensemble d'indicateurs de performance qui interfèrent entre eux. Les interactions entre indicateurs sont très souvent traduites par diagrammes causaux [Stacey, 95], [Duczynski, 04]. La stratégie vient impacter directement ou indirectement ces indicateurs. Cette logique a été initiée par [Simon et al., 58], enrichie par [Argyris et al., 78] et reprise dans de nombreux travaux liés au changement [Duczynski, 04].

Pour [Duczynski, 04] comme pour [Fowler, 03] le choix des indicateurs et la spécification de leurs interactions ne sont pas clairement et rationnellement justifiés. La caractérisation de l'état n'est donc pas clairement définie mais son évolution est utilisée pour suivre l'impact du changement sur l'entreprise. De plus, les travaux de [Fowler, 03] présentent l'originalité de comparer plusieurs scénarios stratégiques pour choisir le plus adéquat. Ces travaux restent spécifiques au cas de l'entreprise étudiée et manquent donc de généricité.

Par rapport aux travaux précédemment cités, ceux de [Tesfamariam et al., 05] présentent l'intérêt de faire appel, en plus des diagrammes causaux, à la systémique et à l'évaluation multicritères de performance. Le choix des indicateurs et des diagrammes causaux d'évaluation est guidé ce qui rend la démarche plus générique et structurée. L'analyse d'une stratégie permet de modifier certains objectifs pour les rendre plus réalistes ce qui, en plus du suivi de l'évolution de l'état, permet de proposer des stratégies alternatives de changement.

De nombreux travaux font appel à la simulation pour évaluer l'impact d'une stratégie [ADESI, 04.1], [Boucher et al. 06]. Parmi eux, ceux d'Anthony [Anthony, 03] et de Woolridge [Woolridge et al., 04] partent de l'alignement de la stratégie pour proposer des modèles des processus après réalisation du changement. [Anthony, 03] détaille aussi le suivi de l'évolution de l'entreprise selon une perspective financière.

12 - 1 - 2 - Analyse ascendante de la stratégie

Ces travaux essayent d'analyser le comportement de l'entreprise pour mieux cerner ses besoins en termes de logiques stratégiques : stratégie compétitive, stratégie de garde, stratégie de diversification etc. [Mintzberg, 88]. Ils partent donc de l'analyse de l'entreprise au niveau opérationnel pour définir une stratégie viable.

D'après [Bozarth et al., 98], seules deux démarches d'analyse des comportements ont fait leur preuves dans le milieu industriel, ceux de [Richardson, 85] et de [Miller et al., 94]. Pour ces auteurs, les logiques stratégiques constituent les méthodes de changement proprement dites. En ce sens, ces travaux évaluent les méthodes de changement même s'ils ne font pas référence aux méthodes que nous considérons dans le cadre de ce manuscrit.

12 - 1 - 3 - Conclusion

Les travaux portant sur la stratégie ont pour principal objectif d'évaluer la stratégie proposée pour le changement en analysant sa viabilité et en évaluant son résultat.

Même si les approches ascendantes et descendantes ne se positionnent pas dans notre cible de recherche, elles font largement appel à la simulation et à la notion d'état pour suivre l'évolution de l'entreprise. Cependant, ces travaux manquent de généricité et ne font pas appel à l'évaluation de méthodes opérationnelles de changement.

C'est pourquoi nous nous attardons maintenant sur les travaux de mise en œuvre du changement.

12 - 2 - TRAVAUX AXES SUR LA MISE EN ŒUVRE DU CHANGEMENT

12 - 2 - 1 - Les travaux de [Larsen et al., 02], [Larsen et al., 05]

Les travaux de [Larsen et al., 02] évaluent la difficulté de la mise en œuvre du changement en fonction de la résistance des ressources aux changements en utilisant la notion d'inertie organisationnelle.

Initialement introduite par [Hannen et al., 83], l'inertie organisationnelle représente la résistance de l'organisation aux changements. Plus la valeur de l'inertie est importante plus le changement est difficile à mettre en oeuvre.

L'inertie dépend de l'âge de l'organisation, de sa taille et des responsabilités partagées par les ressources humaines. Plus l'organisation vieillit et s'agrandit moins elle est prête à changer. La routine du travail et la maîtrise des tâches par les ressources humaines augmentent l'inertie organisationnelle. Selon l'auteur, les seuls facteurs qui diminuent cette inertie sont les contraintes imposées par l'environnement qui induisent un sentiment de malaise et de crainte de perte d'emploi au niveau des ressources humaines. [Larsen et al., 02] conclut qu'il faut, d'une manière générale enchaîner les changements les uns après les autres pour diminuer les résistances aux changement. Il plaide donc pour une amélioration continue de l'entreprise.

Les relations entre les paramètres cités ci-dessus sont formalisées par des équations différentielles permettant par simulation d'identifier les moments les plus propices à la

réussite du changement. L'évaluation, à l'instant initial, des valeurs de l'inertie organisationnelle, de l'âge de l'entreprise, des résistances individuelles et collectives (des différentes organisations d'une même entreprise), du stress individuel et collectif etc. permet la description de l'état initial.

Ces travaux proposent une démarche générique d'analyse par simulation de l'évolution de l'inertie organisationnelle en présence de changement. Cependant, l'entreprise est modélisée à un niveau très agrégé sans identification de processus. Par ailleurs, la formalisation sous forme d'équations différentielles reste très discutable.

12 - 2 - 2 - Les travaux de [Mansar et al., 05]

Ces travaux se basent sur une approche orientée processus. Les auteurs mettent en avant le fait que les BPR (Business Process Reengineering) sont les meilleures pratiques pour agir directement sur les processus surtout quand on a une réflexion orientée « satisfaction des clients ». Il s'agit de proposer des solutions permettant de choisir le meilleur mode d'action sur les processus [Mansar et al., 05]. A l'aide d'une simulation des effets éventuels préalablement étudiés des meilleures pratiques (action prioritaire sur des processus, activités etc.) à mettre en place, les auteurs ont pu déterminer les 10 meilleures. Avant de lancer la simulation, une évaluation de l'état courant est réalisée par la détermination d'indicateurs de performance et par une appréciation de leurs valeurs à l'instant courant. Ensuite, une évaluation de l'impact de chaque pratique opérationnelle est réalisée. En formalisant, ces données et en lançant la simulation les auteurs déterminent les meilleures pratiques à réaliser.

Il est à noter que la formalisation et de l'état initial et des effets des pratiques n'est pas clairement expliquée. De plus, aucun justificatif de choix des pratiques n'est offert par les auteurs qui affirment que, même si les résultats de leurs travaux sont validés, les BPR restent difficiles à mettre en œuvre en raison de :

- leurs coûts
- la séparation entre l'équipe qui pilote les BPR et des ressources de l'entreprise ce qui provoque des résistances lors de l'adoption des nouveaux processus
- la difficulté d'accès aux informations qui sont cruciales pour réussir un BPR

Pour finir, nous ajoutons que même si la démarche reste globale et applicable à toute entreprise manufacturière, sa mise en œuvre demande un travail important et spécifique au cas d'étude.

D'autres travaux basés sur la simulation mais ne faisant pas appel aux techniques de BPR sont ceux de [Debenham, 03].

12 - 2 - 3 - Les travaux de [Debenham, 03]

L'auteur propose trois mécanismes d'évolution distincts : l'innovation, l'imitation et l'amélioration des procédures existantes. Il propose des modèles de simulation pour représenter les effets, sur les processus, (i) du niveau de connaissances des acteurs et de

leur maîtrise des activités du processus (amélioration), (ii)de la réussite des activités d'apprentissage réalisées (imitation) et enfin (iii) des activités innovantes introduites ou à introduire dans les processus. Il faut noter que tous les effets sont exprimés uniquement en termes de coût. C'est l'évolution des coûts de production de l'entreprise manufacturière que l'auteur tente de surveiller pour évaluer la rentabilité des mécanismes d'évolution qu'il propose. Partant de l'hypothèse que le changement se déploie par la mise en oeuvre d'actions successives, un calcul des coûts et une comparaison avec la demande prévisionnelle permettent d'évaluer la rentabilité des actions. Ainsi, sur un horizon de travail, l'auteur offre un outil d'évaluation, a priori du changement par amélioration continue à déployer.

[Debenham, 03] essaye, par simulation, de suivre l'évolution de l'état de l'entreprise. Cet état est décrit exclusivement en fonction des coûts des mécanismes de changement mis en oeuvre. Trois alternatives sont possibles : l'amélioration continue, l'innovation et l'imitation. Les effets, les détails des changements à entreprendre sont très spécifiques au cas de l'entreprise étudiée.

Un dernier travail basé sur la simulation est celui de [Zakarian et al., 01].

12 - 2 - 4 - Les travaux de [Zakarian et al., 01]

Les auteurs adressent le problème de conduire le processus de changement des processus en commençant par une analyse de ce qui doit changer. Ils modélisent (en utilisant le langage IDEF3) la partie des processus qui pose problème et qui doit évoluer. [Zakarian et al., 01] établissent ensuite un plan d'actions, spécifique aux problèmes soulevés, qui permet de changer et d'améliorer les anomalies des processus. Les effets de ce plan d'actions sont formalisés à l'aide d'équations différentielles pour pouvoir en simuler l'impact total. Après cette simulation, et si les résultats estimés sont validés par les décideurs, les auteurs procèdent au déploiement du changement tout en pilotant, en fonction du comportement constaté, le projet d'évolution établi.

Les travaux de [Zakarian et al., 01] considèrent le changement comme un projet. En se basant sur la modélisation du processus qui doit changer, le plan du projet est déterminé. Aucune aide à l'établissement de ce plan n'est cependant fournie. Ensuite, en fonction des effets identifiés de chacune des actions du projet de changement, une simulation est lancée pour tester la validité du projet. Une fois encore, aucun guide n'est fourni pour établir ces effets. Enfin, la réalisation du projet permet un retour d'information et un contrôle du projet du changement. Cette démarche reste très spécifique à l'entreprise cible car aucune piste n'est donnée pour généraliser les résultats décrits. Il faut noter également que les auteurs ne proposent pas d'alternatives au changement qui pourraient aider en cas d'échec constaté.

Un autre travail basé sur la modélisation qui comble ce manque de généricité et d'alternatives au changement est celui de [Grosz et al. 00].

12 - 2 - 5 - Les travaux de [Grosz et al., 00]

Les auteurs avancent que partager et répéter les expériences est une des solutions possibles au problème de changement. En effet, beaucoup de situations risquent de se

répéter dans le contexte d'une entreprise manufacturière. Ils proposent donc un moyen pour capitaliser les connaissances liées à la répétition d'occurrence de ces situations : « les patterns ». Le concept de pattern est très utilisé en informatique. Il permet la réutilisation et la rediffusion d'informations en capturant et en diffusant les connaissances.

Deux types de patterns sont proposés par [Grosz et al., 00]. D'une part, les patterns produit qui représentent l'état du système avant et après les changements. Ils sont associés aux acteurs et à leurs rôles.

D'autre part, les patterns processus qui décrivent les activités qui réalisent le changement.

Le changement abordé dans ces travaux est celui qui transforme les rôles et les ressources. Quand il y a une nécessité de changer. Plusieurs patterns sont candidats. Ils proviennent des expériences antérieures. Ainsi [Crosz et al., 00] proposent plusieurs alternatives pour changer tout en fournissant un guide pour le suivi de l'évolution de l'état de l'entreprise.

Bien que les patterns produits soient spécifiques à l'entreprise étudiée, la démarche de changement proposée reste générique et utilisable pour toute entreprise manufacturière. De plus, les travaux de [Crosz et al., 00] sont également dédiés aux changement mineurs qui peuvent survenir. C'est une approche qui est plus adaptée aux adaptations et à la régulation [Le Moigne, 90].

12 - 2 - 6 - Les travaux de [Girard et al., 04]

Une autre démarche basée essentiellement sur la modélisation est celle de [Girard et al., 04]. Elle s'intéresse au processus stratégique allant de la modélisation des besoins clients jusqu'à la connaissance du produit à offrir sur marché. Pour répondre à ces objectifs, les auteurs développent un modèle GRAI pour la conception de nouveaux processus. La problématique adresse :

- Les décisions techniques et technologiques pour le nouveau produit
- La coordination avec les autres processus dits routiniers de l'entreprise afin d'introduire ce nouveau processus tout en maintenant les productions antérieures.

Les décisions à prendre sont de deux natures différentes :

- **Des décisions pour les objectifs :** elles regroupent toute la phase d'identification du problème, développement de plusieurs solutions, évaluation des solutions, choix de solution etc.
- **Des décisions d'actions :** qui proposent la solution avec son modèle compréhensible pour son adoption dans l'atelier de production.

Toutes les étapes de cette démarche de conception de nouveaux processus de production et de leur intégration dans le fonctionnement nominal de l'entreprise sont basées sur des modèles adaptés.

Ces travaux sont spécifiques au cas de l'entreprise étudiée. Celle-ci change en enrichissant ces processus. L'introduction de nouveaux processus de production nécessite de reformuler tous les processus de l'entreprise en raison de l'interdépendance entre eux.

Les travaux de [Malhene, 00] font aussi appel au modèle GRAI. Ils présentent l'originalité de développer une trajectoire de référence pour la conduite du changement.

12 - 2 - 7 - Les travaux de [Malhene, 00]

Ce travail propose une formalisation du processus de gestion de l'évolution des entreprises en introduisant, dans la méthodologie GIM (GRAI Integrated Methodology) [Chen, 97] un axe rendant compte du cycle de vie du système. Cette étude est complétée par une analyse détaillée de la notion de trajectoire d'évolution et de sa construction. La démarche développée par [Malhene, 00], est résumée par la Figure I.6.

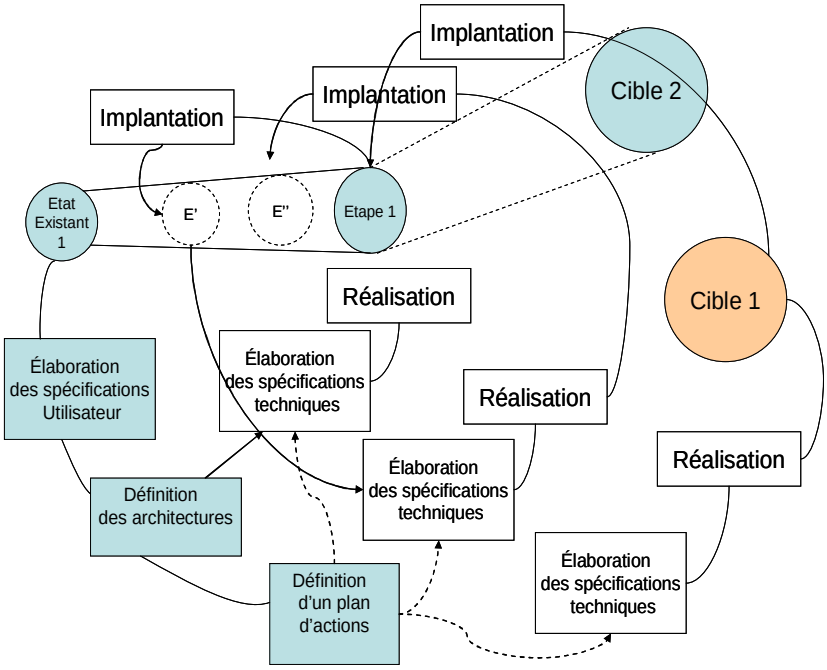


Figure I.6 : Démarche de conduite de changement de [Malhene, 00]

En se basant sur la méthodologie GIM GRAI, les besoins et les objectifs de l'entreprise sont déclinés en un plan d'actions composé de méthodes de changement. [Malhene, 00] utilise la récursivité de la démarche GIM GRAI pour construire ainsi sa trajectoire d'évolution et atteindre la cible du changement.

Malgré l'étude détaillée de la notion de trajectoire d'évolution, la cohérence et la pertinence de la démarche, celle-ci a des limites. En effet, Malhéné se contente d'appliquer la grille GRAI et choisit, sans justifications, parmi les différentes méthodes de changement une méthode qui pourrait convenir au contexte de son entreprise. De plus, à partir de la précision de ce choix, il réduit l'accompagnement du changement à une démarche classique de gestion de projet. L'absence d'aide au choix des méthodes de changement rend cette démarche difficile à appliquer.

Les travaux de [Sieberborn, 05] aident à la justification et au choix des méthodes de changement.

12 - 2 - 8 - Les travaux de [Sieberborn, 05]

Les travaux de Sieberborn ont pour objectif de préparer le changement par une analyse des méthodes afin d'appréhender, au mieux le changement.

L'auteur décompose le projet de changement en trois phase : la préparation, l'action et la stabilisation (Figure I.7).

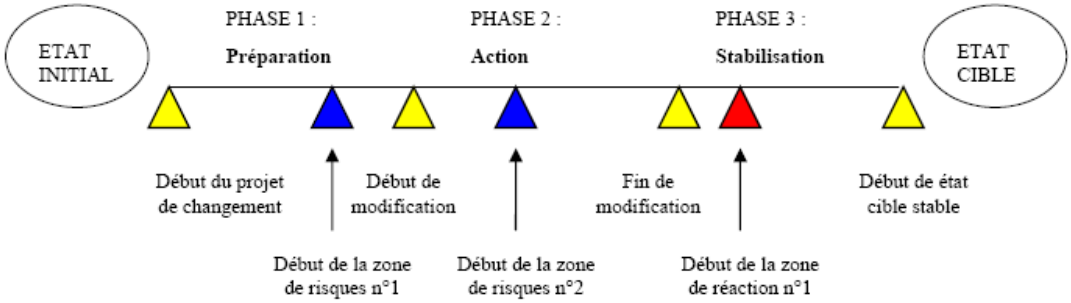


Figure I.7 : Représentation du processus du changement [Sieberborn, 05]

Durant la phase de préparation, une adaptation de l'organisation de l'entreprise est réalisée afin de garantir l'acceptation de la méthode de changement choisie. Ensuite, les actions nécessaires à la mise en place de la méthode de changement adoptée sont réalisées. Enfin, la stabilisation consiste à observer l'adaptation de la structure de l'entreprise au changement implanté. Ces trois phases du projet de changement sont accompagnées d'une gestion des risques liés à chacune d'elles (Figure I.7).

Avant de lancer le projet du changement, [Sieberborn, 05] analyse les méthodes de changement, leur objectifs, leurs effets respectifs, leurs différents facteurs de succès, son vecteur de transversalité, ses difficultés, sa phase transitoire (profondeur de la rupture qu'elle provoque avec le système initial) et la difficulté de la sa phase de transition.

Ce travail s'intéresse en plus des processus aux ressources et à la structure de l'entreprise mais il ne va pas jusqu'à l'évaluation de l'impact du changement sur l'entreprise et ne propose pas plusieurs alternatives pour changer.

12 - 2 - 9 - Synthèse des travaux de mise en œuvre du changement

Le Tableau I.3 présente la synthèse des travaux parcourus dans ce paragraphe d'état de l'art. Malgré la diversité de ces travaux, nous constatons plusieurs manques par rapport aux besoins exprimés au début de ce chapitre.

D'abord, la plupart des travaux qui s'intéressent à l'évolution de l'état de l'entreprise restent inadaptés au suivi de la performance. En effet, ils se basent soit sur des critères très spécifiques ne décrivant qu'un seul aspect de l'entreprise [Larsen et al., 02], soit relèvent de changements mineurs hors de notre champ d'investigation [Crosz et al., 00], soit ne détaillent pas la logique de changement d'état utilisée [Mansar et al., 05].

Seul [Malhene, 00] utilise les indicateurs de performance multicritères et propose un suivi par une trajectoire de référence permettant, au moment de la mise en œuvre de changement de relever les problèmes liés aux écarts entre la réalité et la trajectoire établie. Même si ce

même auteur offre une évaluation des méthodes de changement à déployer, l'absence de guide au choix de ces méthodes rend sa démarche très spécifique au cas de l'entreprise étudiée. En effet, le choix des méthodes est établi en fonction du modèle GRAI qui décrit l'entreprise et qui fournit une vision très spécifique de celle-ci.

[Sieberborn, 05] offre une analyse plus générique des méthodes de changement. En revanche, il ne va pas jusqu'à l'étude des possibilités d'enchaînement de ces méthodes pour formuler un projet de changement. De plus, il ne s'investit pas dans l'analyse de l'entreprise manufacturière pour déterminer si oui ou non une méthode de changement est éligible. Il s'arrête à l'étude de la compatibilité des méthodes avec les types d'organisation.

Pour remédier à ce manque, il faut procéder par la modélisation de l'existant. Les démarches qui utilisent cette technique pour mettre en œuvre le changement présentent aussi plusieurs manques. D'abord [Zakarian et al., 01], en modélisant les processus critiques de l'entreprise, essayent de les analyser, d'identifier les problèmes de fonctionnement et de proposer des solutions adaptées. De même, [Girard et al., 04] modélisent les processus pour visualiser le fonctionnement de l'entreprise après intégration des nouveaux processus de production. Le changement pour ces auteurs est fait dans la seule logique d'adaptation et de régulation. Aucun de ces travaux n'est adapté à une démarche ouverte de changement qui nécessite une modélisation complète de l'ensemble des points de vue de l'entreprise.

Les quelques travaux qui proposent différents projets de changement sont : soit focalisés sur des types de changement qui sortent de notre cadre de recherche [Grosz et al., 00], soit ne détaillent pas leur construction [Mansar et al, 05], soit reposent sur des analyses de haut niveau comme pour [Debenham, 03] qui fait la comparaison entre l'amélioration continue, l'innovation et l'apprentissage organisationnel.

Enfin, aucune proposition pour la conduite de changement basée sur la simulation n'est précédée par un travail d'analyse globale et générique pour être adaptée à d'autres cas d'étude. En effet, les travaux sont soit très spécifiques [Zakarian et al., 01], [Mansar et al., 05] soit restreints sur un seul critère de performance [Larsen et al., 02] et [Debenham et al., 03].

Pour toutes les raisons citées ci-dessus, nous proposerons, dans le cadre de nos travaux de recherche une démarche de conduite de changement qui tentera d'apporter des réponses.

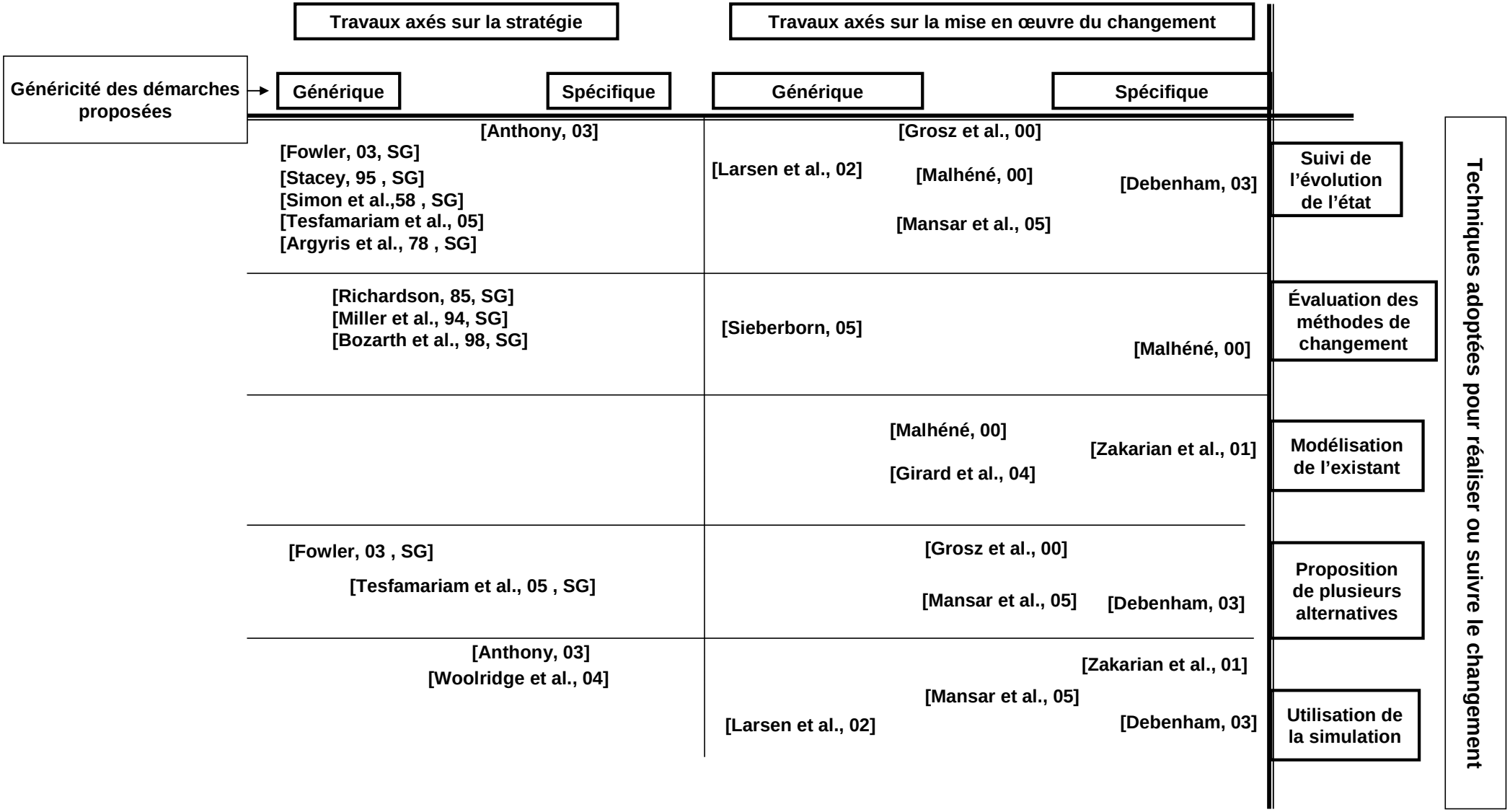


Tableau I.3 : Revue bibliographique de quelques travaux développés autour de la question du changement dans les entreprises manufacturières

13 - VERS UNE DEMARCHE DE CONSTRUCTION ET D'EVALUATION DES TRAJECTOIRES D'EVOLUTION

Le contrôle du processus de changement reste difficile. Il est possible de le guider mais il ne peut être parfaitement maîtrisé [Grouard et al., 98]. Assez démuni face à ce besoin de maîtrise de l'évolution, l'industriel manque de démarches et d'outils ouverts l'aidant à définir un projet d'évolution pertinent.

La démarche développée dans ce travail propose, à partir de la définition des objectifs stratégiques de l'entreprise, d'identifier les méthodes opérationnelles de changement à mettre en œuvre, pour construire une trajectoire d'évolution cohérente conduisant l'entreprise de son état courant à l'état ciblé par ces objectifs.

Elle s'appuie sur un modèle de l'organisation intégrant l'ensemble des points de vue que nous avons identifiés comme nécessaires pour la définition d'un processus de changement, à savoir :

- Les objectifs stratégiques, moteurs du changement déclinés en objectifs opérationnels.
- Une description de l'organisation supportant le changement à travers une modélisation de ses fonctions, de sa structure et de son comportement.
- Une caractérisation des méthodes opérationnelles de déploiement du changement potentiellement applicables ainsi qu'une formalisation de leurs conditions d'éligibilité.
- Une évaluation, par l'intermédiaire d'indicateurs de performances, et dans le temps, de l'état de l'entreprise.

Cette démarche est structurée en six principales étapes (Figure 9).

- L'Etape 1 permet, à l'aide de modèles adaptés, de décrire les vues structurelle, fonctionnelle et comportementale de l'entreprise.
- L'Etape 2 caractérise l'état initial par le biais d'un ensemble d'indicateurs de performance.
- L'Etape 3 décline les objectifs stratégiques en un état cible à atteindre à l'issue du processus de changement.
- L'Etape 4 identifie les méthodes de changement applicables en fonction de leurs conditions d'application.
- l'Etape 5 évalue l'impact du déploiement d'une méthode éligible et enrichit la trajectoire d'évolution d'un nouvel état.
- L'Etape 6 analyse, s'ils existent, les différentes trajectoires d'évolution obtenues vis-à-vis de la performance et estime leurs coût et durée.

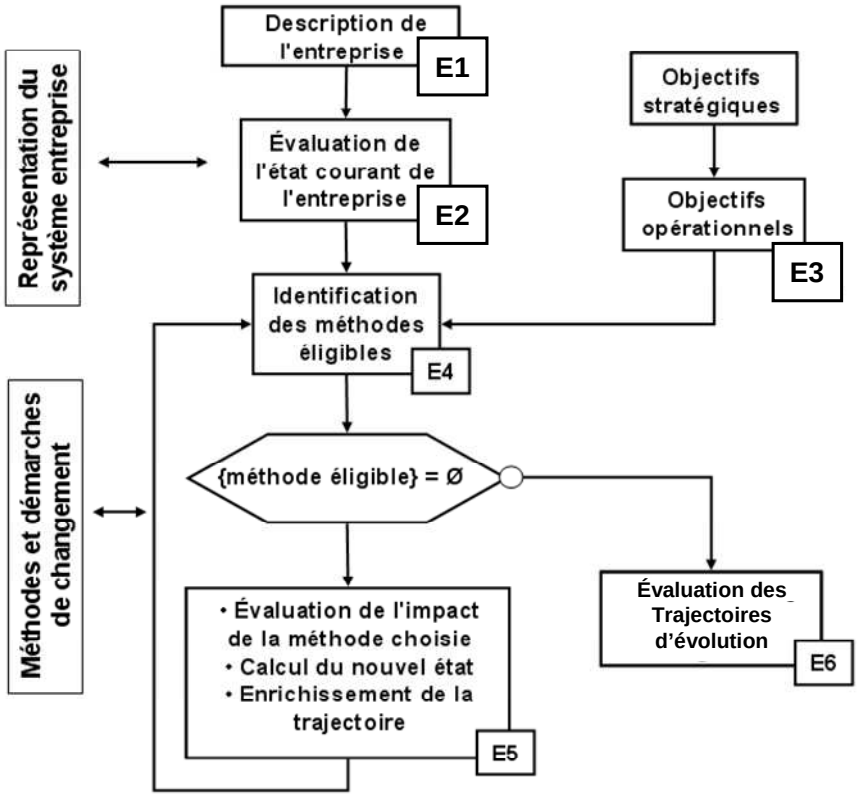


Figure I.8 : Démarche de construction de trajectoire d'évolution

Cette démarche s'appuie sur une estimation de la performance qui permet de s'affranchir d'une modélisation trop détaillée de chacune des configurations stables de l'entreprise. Elle assiste l'utilisateur dans le choix des méthodes de changement et dans sa conduite du processus d'évolution mais ne lui propose pas des plans d'action détaillés, ni les solutions techniques correspondantes.

Cette démarche repose enfin sur deux hypothèses de travail fortes :

- Hypothèse 1 : Il est possible d'estimer qualitativement l'impact des méthodes opérationnelles de déploiement du changement au niveau d'indicateurs opérationnels de performance.
- Hypothèse 2 : Les objectifs stratégiques peuvent être décomposés en objectifs opérationnels de performance pouvant être impactés par des méthodes de déploiement du changement.

Afin de vérifier la cohérence de la démarche proposée, nous avons développé un méta modèle unifié (Figure I.9) qui agence tous les concepts utilisés.

C'est à la description de la démarche de construction et d'évaluation des trajectoires d'évolution et à la justification des concepts et modèles développés qu'est consacrée la suite de ce document.

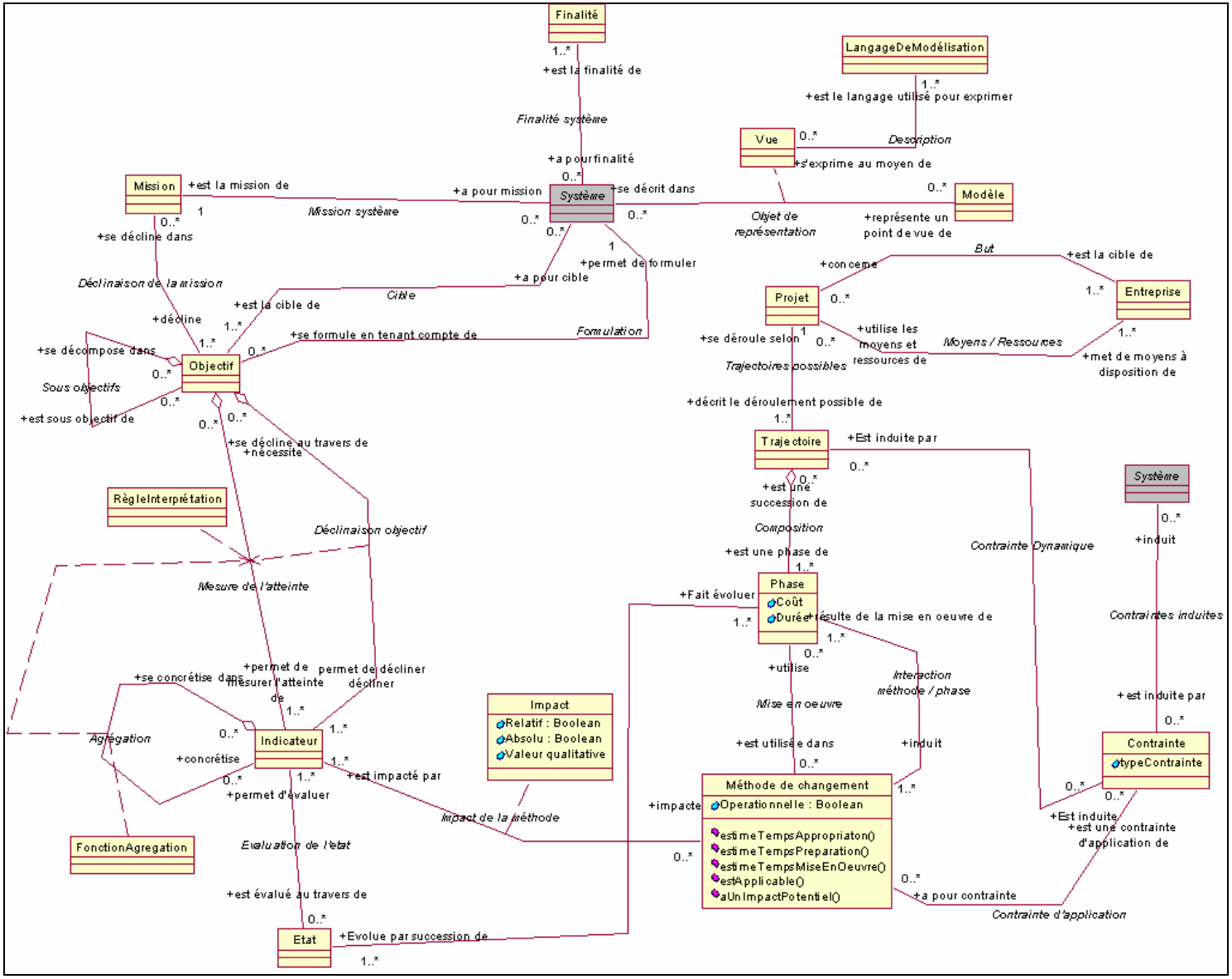


Figure I.9 : Le méta modèle unifié de la démarche de construction des trajectoires d'évolution

Chapitre II MODELISATION DE L'ENTREPRISE

1 - POURQUOI MODELISER L'ENTREPRISE QUAND ON VEUT CONDUIRE LE CHANGEMENT ?

Un projet de changement nécessite bien évidemment de disposer d'une représentation du système amené à changer. Cette représentation joue le rôle de socle de connaissances utilisées ensuite pour l'analyse qui aidera les acteurs humains en charge du projet à mieux le définir. Dans le cadre d'une entreprise manufacturière, cela implique de rendre compte de plusieurs dimensions sous lesquelles l'entreprise doit être décrite :

- La Mission reflète les objectifs stratégiques définis par l'équipe de management. C'est l'évolution de cette mission qui conduit l'entreprise à changer et à adapter ses fonctions, sa structure et/ou son comportement pour viser un état de l'entreprise différent et plus pertinent que l'état actuel au regard des objectifs fixés.
- La dimension Fonctionnelle qui précise les différentes fonctions de l'entreprise. Elles se présentent sous forme d'un entrelacs de processus que l'entreprise doit être apte à mettre en œuvre et à piloter pour remplir sa mission vis-à-vis de ses partenaires. Les changements mis en œuvre viendront nécessairement les modifier, voire même les bouleverser [D'Herbemont et al., 96]. Il convient donc de les identifier et de les décrire pour en connaître les détails (agencement, activités, ressources, etc.) et pour en évaluer la performance.
- La dimension structurelle de l'entreprise qui précise les structures décisionnelles et l'organisation des ressources (matérielles, humaines, applicatives). La représentation de la structure permet comme nous le verrons plus loin de définir l'état courant de l'entreprise. Le changement va impacter cette structure et cette organisation.
- La dimension comportementale de l'entreprise décrit le fonctionnement et l'historique de ce fonctionnement dans le temps. Ce fonctionnement se concrétise au travers de l'exécution des processus sous forme de scénarios opérationnels. Cette exécution dépend en effet des différentes configurations de ses ressources et des contraintes que l'entreprise subit de son environnement. Chaque exécution donne donc lieu à un

scénario particulier. Le changement va agir sur les configurations et sur les modes opératoires de l'entreprise.

Plusieurs travaux abordent cette problématique de la représentation de l'entreprise. Ils s'appuient essentiellement sur des principes et approches de modélisation d'entreprise.

2 - MODELISATION D'ENTREPRISE : UN RAPIDE TOUR D'HORIZON

La modélisation d'entreprise permet de capitaliser les connaissances et d'analyser le fonctionnement de l'entreprise [Vernadat, 99] [Petit et al., 02] en vue de son pilotage et de son amélioration.

En raison de la multitude des concepts définis et de la diversité des approches disponibles [Vallespir et al., 03], l'analyse qui suit se focalise sur les architectures de référence. En effet, elles fournissent des cadres de modélisation maintenant aboutis permettant de préciser les aspects de l'entreprise devant être pris en compte ainsi que leurs relations [Vernadat, 99]. Elles s'inspirent à la fois de la systémique et du génie logiciel. Elles empruntent à la systémique la décomposition en sous-systèmes opérant, décisionnel et informationnel. Le génie logiciel a enfin permis d'introduire la décomposition fonctionnelle et la formalisation du concept de cycle de vie [Vernadat, 99]. Plusieurs architectures existent : CIMOSA [Amice, 93], GIM/GRAI [Doumeingts et al., 98], PERA [Williams, 98] menés par l'IFAC/IFIP Task Force [Bernus et al., 96] et GERAM [GERAM, 08].

Le cadre CIMOSA [Amice, 93] a été développé dans l'objectif de faciliter la conception et l'analyse des Systèmes Intégrés de Production (Computers Integrated Manufacturing) tout au long de leur cycle de vie (axe dérivation) limité aux phases d'expression des besoins, de conception et d'implantation. Il fournit un langage de modélisation unique et un ensemble très riche de concepts couvrant les vues fonctionnelle, informationnelle, ressource et organisationnelle de l'entreprise (axe génération). Ces deux axes, complétés par un axe d'instanciation, spécifiant et instanciant les concepts de modélisation, forment le "cube CIMOSA". CIMOSA donne un rôle prédominant à la vue fonctionnelle au détriment de la vue décisionnelle que l'on retrouve, de façon diffuse, au sein des vues informationnelle et organisationnelle de l'architecture.

L'architecture GRAI/GIM s'appuie sur le modèle conceptuel de référence GRAI [Roboam et al., 93]. Ce modèle trouve ses racines dans la théorie générale des systèmes [Le Moigne, 77] qui décompose tout système dynamique complexe en sous-système physique, informationnel et décisionnel. La méthode GRAI se focalise sur l'analyse de la vue décisionnelle de l'entreprise. La méthodologie GIM (GRAI Integrated Methodology) permet non seulement de couvrir la vue décisionnelle mais aussi d'adresser les vues fonctionnelle, Informationnelle et physique de l'entreprise, tout en prenant en compte différents niveaux d'abstraction (conceptuel, structurel, réalisationnel). GIM s'appuie sur un ensemble de formalismes tirés d'autres travaux (Merise, IDEF0, GRAI) et est supportée par une plateforme logicielle.

Enfin, PERA est une méthodologie complète d'ingénierie des environnements industriels développée par [Williams, 98]. Elle définit toutes les phases du cycle de vie de l'entreprise

depuis sa conceptualisation jusqu'à son exploitation. Elle intègre la dimension organisationnelle ainsi que les ressources physiques et humaines qu'elle positionne clairement à l'intérieur de l'architecture. Elle néglige cependant la vue décisionnelle et souffre d'une absence de formalisme précis.

L'architecture GERAM [GERAM, 07] synthétise les réflexions menées autour de ces architectures résultant de travaux antérieurs. Le modèle de l'architecture GERAM se présente donc sous la forme d'un trièdre représenté dans la Figure II.1 croisant trois axes. L'objectif est d'identifier les composants nécessaires au développement de l'ingénierie et de l'intégration en entreprise. Ce modèle constitue un cadre théorique, ne préconise pas de langages de modélisation et ne propose pas de démarche structurée [Malhene, 00]. De plus, la cohérence inter vues reste délicate à garantir. Le cadre méthodologique obtenu est une généralisation des apports des architectures CIMOSA, GIM/GRAI et PERA.

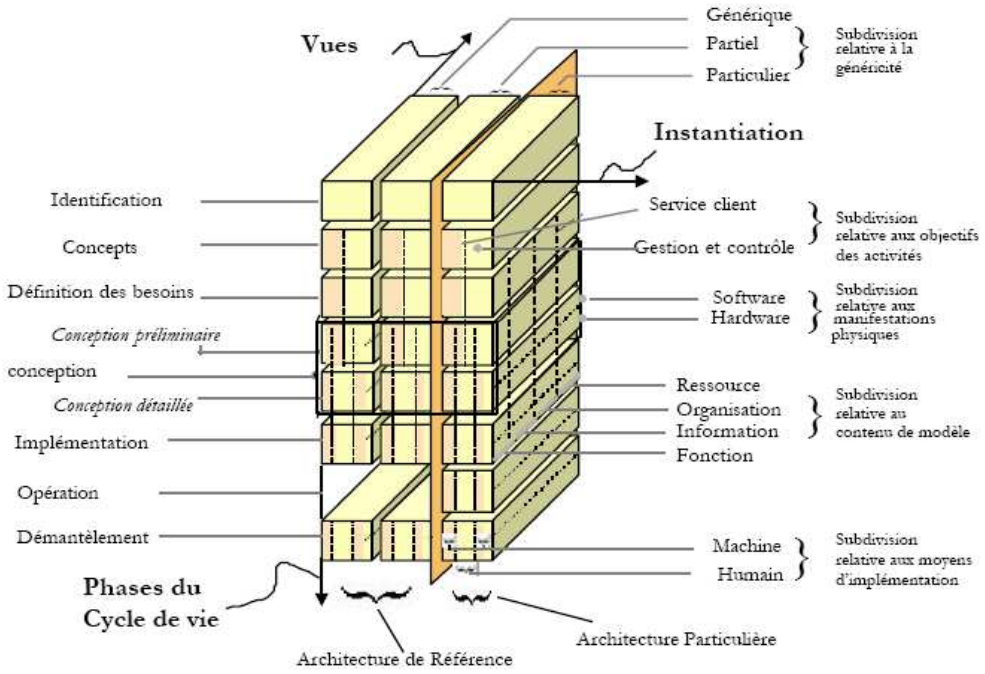


Figure II.1 : L'architecture GERAM

GERAM a ainsi retenu un axe cycle de vie, un axe instanciation et un axe pour exprimer les différentes vues sous lesquelles le 'système entreprise' doit être décrit. Celles-ci couvrent les aspects ressources, organisation, information et fonction tout comme pour CIMOSA.

On peut donc constater que si ces architectures permettent de représenter les dimensions structurelles, informationnelles, organisationnelles et fonctionnelles de l'entreprise, aucune d'elles ne permet de rendre compte explicitement de la mission si ce n'est lors de la phase de conception du système entreprise au début du cycle de vie.

Enfin, dans toutes ces architectures, la dimension stratégique du changement n'est pas intégrée car aucune ne spécifie comment cette dimension, par la modification des objectifs stratégiques, doit être prise en compte lors du processus d'évolution [Malhene, 00].

En synthèse, les approches de modélisation d'entreprise couvrent quatre vues :

- Fonctionnelle
- Informationnelle
- Ressources
- Organisation

Il parait donc intéressant et nécessaire de proposer une approche permettant d'exprimer ces différentes vues et de les compléter pour permettre de représenter les objectifs et la mission. Pour cela, nous proposons de nous reposer sur un cadre de modélisation systémique de plus haut niveau que l'on va ensuite enrichir de manière à intégrer toutes ces vues. Il s'agit du cadre de modélisation issue de la méthode SAGACE [Penalva, 97].

3 - UN CADRE DE MODELISATION SYSTEMIQUE : LA METHODE SAGACE

3 - 1 - PRESENTATION

La méthode SAGACE fournit en effet un cadre de modélisation se présentant sous la forme d'une grille. Celle-ci permet de manipuler tout un ensemble de concepts systémiques de manière cohérente comme proposé dans le chapitre 1 et selon la notion de vue reprise et étendue dans les approches de modélisation d'entreprise. La notion de vue est définie dans SAGACE comme 'une sélection d'objets de différents points de vue dont l'association est jugée pertinente par un observateur'. Chaque vue permet donc d'exprimer un ensemble de connaissances nécessaires à cet observateur et elle rassemble un ou plusieurs points de vue. Ce sont les vues fonctionnelle, structurelle et comportementale classiques d'un système complexe :

- ***La vue fonctionnelle*** décrit la fonction système au contact de son environnement.
- ***La vue structurelle*** représente l'ensemble des organes de l'entreprise dont l'agencement rend compte de l'organisation et permet le fonctionnement du système.
- ***La vue comportementale*** représente le fonctionnement de l'entreprise et les possibles moyens de pilotage et/ou de résolution de problème pouvant être mise en œuvre pour palier aux problèmes de fonctionnement identifiés.

Ensuite, elle met en évidence trois **visions** sous lesquelles le système doit être considéré et qui sont, malgré leur dénomination identique, transversales aux vues elles-mêmes qui se concentrent sur l'aspect seulement représentatif du système :

- La vision Fonctionnelle : ce que fait le système au contact de son environnement.
- La vision Organique : ce qu'est le système : de quoi est-il constitué, comment sont organisés ses constituants et ces constituants peuvent-ils évoluer au cours du temps ?
- La vision Opérationnelle : ce que décide le système : quel est son comportement et comment se pilote-t-il, s'adapte-t-il ou anticipe-t-il les réactions de son environnement ?

Enfin, la grille propose la notion de point de vue qui est un 'espace homogène de représentation du système sous une angle spécifique'. Un point de vue regroupe donc toute la connaissance concernant un angle de vue particulier au sein même d'une vue. La grille propose 9 points de vue : la mission, le programme, les scénarios, les ressources, l'organisation logistique, la configuration, le pilotage, l'adaptation et l'anticipation (Figure 2.2).

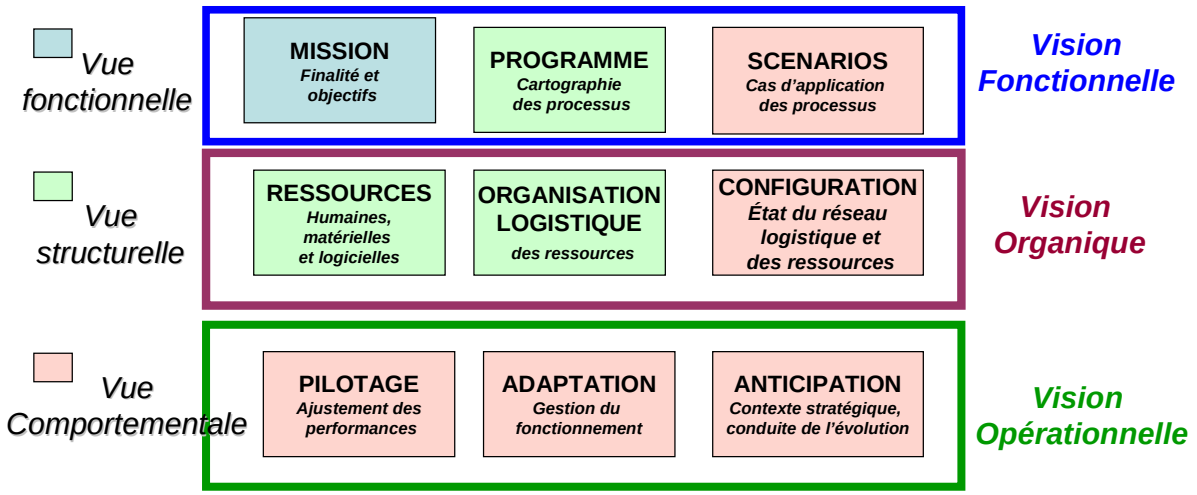


Figure II.2 : Visions, vues et points de vue de SAGACE

L'étude des approches de modélisation d'entreprise a permis d'identifier les quatre vues communément admises et adaptées aux besoins de modélisation de ce type de système complexe qu'est l'entreprise. Pour pousser plus loin l'analyse, le Tableau II.1 tente maintenant de faire un lien entre les points de vue Mission, Programme, Scénarios, Ressources, Organisation Logistique et Configuration de la grille SAGACE dans chacune de ces vues de modélisation d'entreprise.

		Modélisation d'entreprise			
		Fonction	Ressource	Organisation	Information
Grille SAGACE	Mission	**X**			**X**
	Programme	**X**		**X**	**X**
	Scénarios	**X**		**X**	**X**
	Ressources		**X**	**X**	**X**
	Organisation Logistique			**X**	**X**
	Configuration		**X**	**X**	**X**

Tableau II.1 : SAGACE et la modélisation de l'entreprise

3 - 2 - CRITIQUES ET EVOLUTION

Pour les besoins du projet de recherche, seuls les points de vue correspondant à la vision fonctionnelle et organique de l'entreprise ont été pris en compte :

- La vision fonctionnelle (Figure II.2) repose sur la représentation de la mission, du programme i.e. des processus qui tapissent l'entreprise et des scénarios opérationnels qui renseignent, à des niveaux d'abstraction différents, sur le fonctionnement de ces processus. On dispose ainsi d'une représentation assez détaillée et structurée des processus de l'entreprise qui vont subir le changement.
- La vision organique de l'entreprise repose sur les vues ressources et organisation logistique. Elles permettent de modéliser les ressources (organisationnelles, humaines, matérielles et immatérielles) et leurs possibilités de collaboration ou d'interaction (au travers de la vue organisation logistique). En permettant de différencier les points de vue ressources, organisation logistique et configurations, SAGACE facilite la localisation du changement qui va ajouter ou supprimer des ressources, des possibilités de collaborations, ou va tout simplement permettre de mettre en évidence, voire d'argumenter la nécessité de nouvelles configurations dans l'entreprise.

La vision opérationnelle se décline dans SAGACE selon trois points de vue complémentaires et décrivant l'aspect décisionnel dans l'entreprise :

- le Pilotage qui assure l'ajustement permanent des performances en fonction des objectifs et de la mission du système entreprise,
- l'Adaptation qui doit permettre de gérer des situations dans lesquelles la présence de perturbations a induit des modes de marches dégradés. L'objectif est de revenir à un mode de fonctionnement optimal ou tout au moins stable,
- l'Anticipation qui doit permettre à l'entreprise de prévoir et de se préparer à des changements de contexte (marché, clients, contexte économique, etc.) et pouvant aller jusqu'à une remise en cause de tout ou partie de la stratégie de l'entreprise.

Dans le cadre de ce travail, une description détaillée des mécanismes décisionnels alourdirait le travail de modélisation sans pour autant donner les moyens d'estimer facilement et directement son impact sur des capacités de Pilotage, d'Adaptation et d'Anticipation de l'entreprise. C'est pourquoi nous les avons remplacé par l'évaluation d'un ensemble d'indicateurs de performance judicieusement choisis qui permettent de rendre compte des performances de Pilotage, d'Adaptation et d'Anticipation de l'entreprise.

Cependant, les points de vue retenus de SAGACE doivent être enrichis pour servir de support à la modélisation et au raisonnement. Le paragraphe suivant présente le travail de conceptualisation et d'enrichissement qui a été réalisé et qui débouche sur un cadre de modélisation que nous appellerons dans la suite SAGACE-CE (SAGACE pour le Changement dans l'Entreprise).

Pour chaque point de vue, nous rappelons les besoins qui le légitiment, nous précisons les concepts qui lui sont attachés et nous proposons un méta modèle unifiant qui intègre ces concepts et les relations entre ces concepts.

4 - ENRICHISSEMENTS CONCEPTUELS : VERS SAGACE-CE

Plusieurs enrichissements sont nécessaires. Il est tout d'abord indispensable d'intégrer la dimension environnementale qui n'est pas prise ne compte dans la grille SAGACE. En effet, cette dimension influence logiquement les trajectoires d'évolution. Elle rend compte de la nature des relations établies avec l'ensemble des partenaires de l'entreprise (clients, fournisseurs, concurrents, organisation publiques et privées, etc.).

Il est ensuite nécessaire de promouvoir des langages de modélisation dédiés pour chaque vue en accord avec les principes et usages dans le domaine de la modélisation d'entreprise. En effet, la grille SAGACE propose un langage de modélisation, certes unique, mais basé sur la notion de processeurs peu adapté à l'usage en modélisation d'entreprise. L'enrichissement consiste à définir ou à ré utiliser des langages existants pour la modélisation de chacun des 6 points de vues retenus de l'entreprise.

Pour répondre à ces besoins, nous procédons par une modélisation hiérarchique. Pour chaque vue, les étapes suivantes sont conduites :

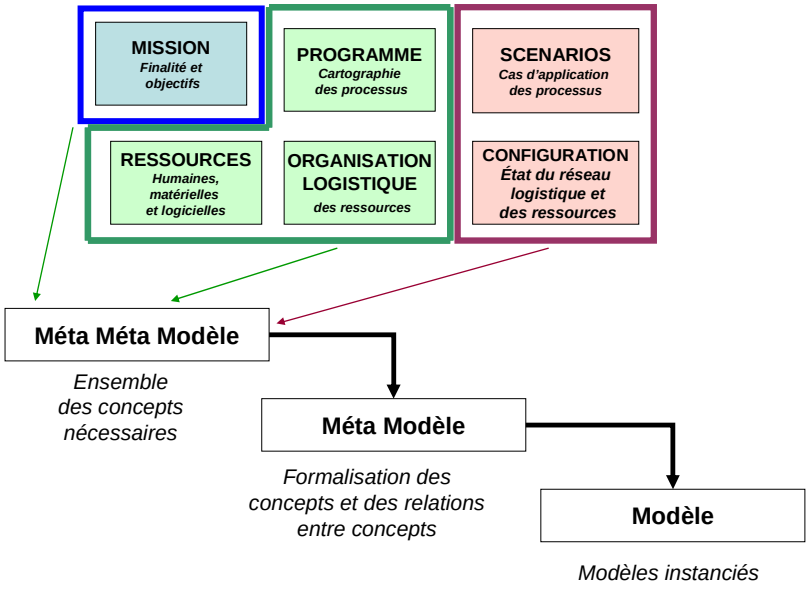


Figure II.3 : Hiérarchie de la modélisation

- L'ensemble des concepts nécessaires dans le premier niveau de modélisation (méta méta modèle) (Figure II.3). Le langage UML (Unified Modelling Language) est utilisé ici.
- Chaque langage de modélisation qui formalise les concepts et les relations entre ces concepts utilisés dans un même point de vue est représenté sous forme d'un méta modèle. Chaque méta modèle partage des concepts communs et des relations

communes avec les autres points de vue, ce qui nous amène à proposer un méta modèle unique pour l'ensemble des besoins de modélisation de SAGACE-CE.

- Chaque langage est enfin instancié pour fournir des modèles dont l'ensemble représente le modèle global de l'entreprise.

Enfin, un outil de modélisation supportant et permettant de manipuler ce méta modèle unique a été implémenté sous GME (Generic Modelling Environment) [GME, 08].

4 - 1 - LA VUE FONCTIONNELLE

La vue fonctionnelle consiste à décrire selon la grille SAGACE le point de vue appelé MISSION qui décrit 'la raison d'être du système dans son environnement et sa contribution à une finalité donnée' [SAGACE, 99] (Figure II.2). Dans le cas présent, la mission permet donc de formuler la fonction principale de l'entreprise c'est à dire « le quoi ? » et « le pourquoi ? » du système sans rentrer dans les détails de fonctionnement ("le comment ?").

Nous choisissons donc de décrire la mission de l'entreprise au moyen d'une déclinaison des objectifs stratégiques fixés par le management jusqu'à l'obtention d'une suite d'objectifs valides au niveau tactique. Les objectifs stratégiques traduisent en effet le rôle que l'on souhaite faire jouer, à terme, par l'entreprise dans son environnement, sur un horizon volontairement assez long vis-à-vis du type d'entreprise et avec une période de remise en cause plus ou moins longue. La redéfinition stratégique de la mission de l'entreprise, et donc la modification de ses objectifs stratégiques, est donc un élément déclencheur du processus de changement. Les objectifs tactiques précisent ensuite d'une certaine manière comment l'entreprise doit évoluer pour atteindre ces objectifs stratégiques. Ils prennent en compte plus directement l'organisation de l'entreprise (production, développement processus, stockage, etc.) attendus de chaque partie de l'entreprise. Cette déclinaison se poursuit ensuite jusqu'à obtenir des objectifs opérationnels concrets et permet d'identifier les améliorations qui doivent être amenées à l'entreprise. Elle permet donc de délimiter les cibles tangibles de chaque changement : la production, l'organisation, etc.

Cette notion d'objectif est donc un concept indispensable pour évaluer et décliner une stratégie puis proposer et valider de projets de changement.

4 - 1 - 1 - Le concept Objectif

Un objectif peut être défini comme étant *l'énoncé détaillé des effets ou des résultats que l'on souhaite obtenir* [IFAD, 08]. Cette définition généraliste peut être complétée par un ensemble de critères permettant de préciser concrètement l'objectif. Le référentiel SMARTE [Maders, 00] propose une formalisation de ses critères qui est adoptée dans la suite du travail et qui précise qu'un objectif doit être :

- **S**pécifique : Il doit être formulé avec des mots simples qui évitent toute confusion en utilisant une formule positive (sans négation) et affirmative. Par exemple «éliminer les rebuts» au lieu de « ne pas autoriser les rebuts ».
- **M**esurable : Cette évaluation quantitative ou qualitative d'un objectif au travers de critères associés permettra de conclure sur son atteinte ou non.

- **A**pplicable : Il doit être cohérent avec la réalité de l'entreprise.
- **R**éaliste : un objectif est réaliste si l'entreprise dispose des ressources nécessaires à sa mise en œuvre.
- **T**emporel : L'objectif doit être atteignable dans un temps donné ou horizon. Cet horizon temporel peut être un critère de comparaison entre plusieurs trajectoires d'évolution ou même d'élimination pour une trajectoire jugée trop lente.
- **E**cologique : Bien que la dénomination choisie par Maders nous semble inadaptée, il s'agit ici de mettre en évidence la nécessaire intégrité des personnes pendant le changement c'est-à-dire que le personnel impliqué dans la réalisation d'un objectif ne doit pas souffrir, de quelque façon que ce soit (physique, morale), durant sa mise en œuvre.

Ce concept d'objectif associé à celui d'entreprise et à un ensemble de relations d'agrégation permet de composer le méta-modèle de la vue Fonctionnelle.

4 - 1 - 2 - Méta modèle de la vue Fonctionnelle

La description de la mission va permettre de mettre en évidence les grandes lignes directrices du changement et les fonctions concernées de l'entreprise. La déclinaison des objectifs stratégiques et leur projection sur les sous systèmes de l'entreprise constitue effectivement la première partie du travail de changement.

Le méta-modèle de la vue fonctionnelle présenté dans la Figure II.4 peut être commenté comme suit :

- Le système entreprise en activité a une ou plusieurs missions qui lui sont spécifiques. Tous les objectifs sont formulés en tenant compte des règles de SMARTE [Maders, 00]. Ils tiennent compte du système auquel ils sont directement rattachés et à leurs sous systèmes cibles.
- La relation de décomposition d'objectif décrit la nécessaire déclinaison stratégique / tactique / opérationnel évoquée plus haut. Comme nous le verrons dans la suite du document, ce mécanisme de décomposition, en permettant de fixer les objectifs opérationnels à atteindre, est fondamental pour la mise en place de la démarche de construction des trajectoires d'évolution d'une entreprise.

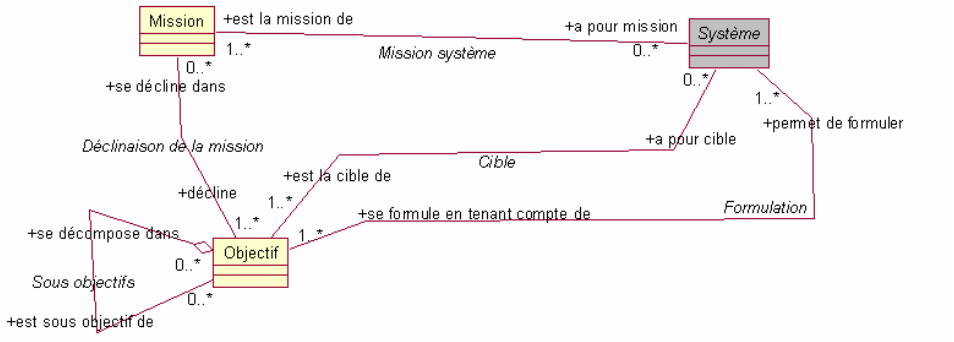


Figure II.4 : Méta modèle de la vue Fonctionnelle

4 - 1 - 3 - Le langage de modélisation du point de vue mission

Il faut maintenant choisir un langage de modélisation qui permet de représenter les objectifs et leurs décompositions. Cela se rapproche de la notion de spécification d'exigences abordée dans plusieurs travaux.

Il existe en effet dans la littérature quelques langages d'expression des exigences par les objectifs (souvent notés buts). Une partie d'entre eux sont très spécifiques à un domaine d'application particulier comme le LDE (Langage de Description d'Exigences) pour les systèmes avioniques [CARROLL, 04] ou le EAST-ADL [EAST, 08] qui concerne les exigences d'architecture automobile. Ce type d'approches ne peut pas être adopté dans le cadre d'une démarche de changement qui se veut générique et applicable dans l'ensemble des entreprises manufacturières.

Des solutions plus générales peuvent être trouvées dans les approches TROPOS [Asselin, 03], [Laumônier, 04] et dans KAOS : Keep All Objectives Satisfied [Lamsweerde, 01], [Lamsweerde, 06].

TROPOS est une approche globale de Génie Logiciel. Elle permet de couvrir tout le cycle de développement logiciel partant de la modélisation des exigences jusqu'à son implémentation. Pour la modélisation des exigences seulement, le modeleur part du but général pour identifier les plans d'actions et les ressources qui permettent d'atteindre ce but. Ces derniers sont identifiés sans corrélation avec la réalité du système d'autant plus que la décomposition des objectifs n'est pas clairement définie. Il faut simplement identifier des buts dont l'atteinte va faciliter ou compliquer les exigences premières (qui correspondent au plus haut niveau d'abstraction). Enfin, des relations de type ET/OU visualisent les conflits et l'interdépendance entre les objectifs. De ce fait, TROPOS ne peut pas être adopté pour notre démarche de changement. En effet, les modes de décomposition et de raisonnement semblent inadaptés.

A l'opposé, la méthodologie KAOS fournit un langage basé sur des formules de logique et des méthodes pour une conception orientée but. L'intérêt de KAOS est de permettre de tracer des exigences exprimées en termes de performance. KAOS utilise pour cela quatre types de modèles (voir Figure II.5).

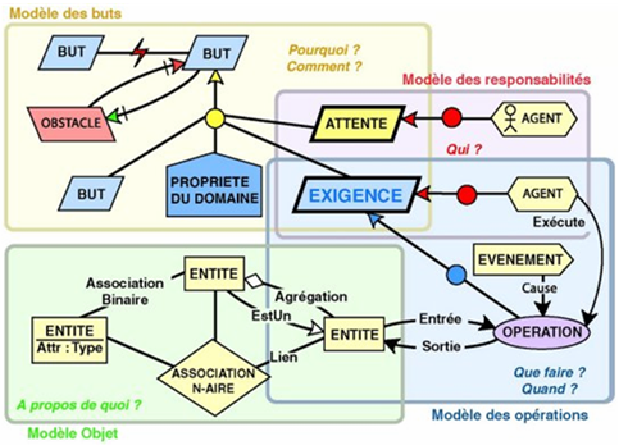


Figure II.5 : Représentation des quatre modèles de KAOS [Respect-IT, 08]

- ***Le modèle des buts*** présente la ramification et la décomposition d'un ensemble d'objectifs appelés alors buts. Chaque but se raffine ensuite sous forme d'une arborescence de sous buts, d'attentes et d'exigences avec une différence notable dans la sémantique d'attente et d'exigence.
- ***Le modèle des responsabilités*** associe à chaque agent du système un ensemble d'attentes dont il est le demandeur et d'exigences qu'il doit satisfaire.
- Chaque exigence est associée, dans ***le modèle des opérations***, à des opérations que l'agent responsable doit mettre en œuvre pour justement satisfaire cette exigence. Ces opérations sont exécutées en tenant compte des événements qui peuvent survenir et des entités de l'environnement qui côtoient l'agent.
- Enfin, ces entités, considérées en entrées et sorties des opérations, sont décrites dans ***le modèle objet***.

Seul le modèle des buts (Figure II.5) a été retenu dans le cadre de la présente étude pour modéliser la décomposition des objectifs qui décrivent la mission du système.

Le méta modèle du langage issue de l'approche KAOS pour le point de vue mission est donc extrait du méta modèle de la vue fonctionnelle proposée dans la Figure II.4 : Méta modèle de la vue Fonctionnelle et se présente comme suit :

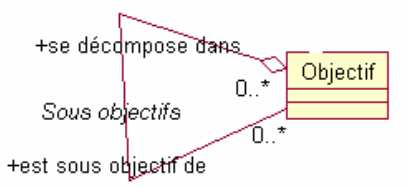


Figure II.6 : Méta modèle pour le point de vue Mission

Ce langage, certes simpliste, a été implémenté au moyen de l'outil GME pour obtenir un outil de représentation graphique associée dont un exemple est donné ci-dessous :

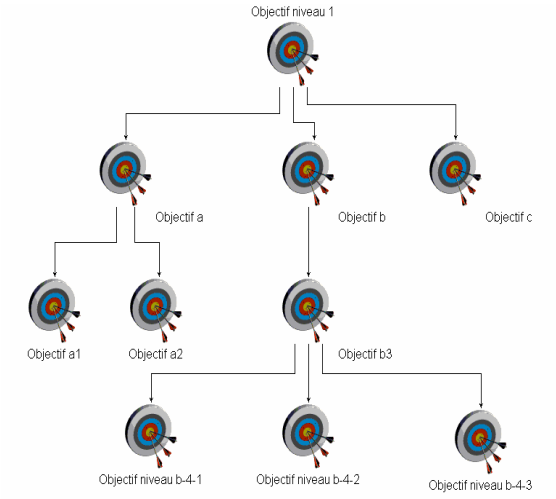


Figure II.7 : Le modèle du point de vue mission

Cette représentation impose les deux hypothèses suivantes :

- Un système remplit sa mission si il atteint tous ses objectifs. Il n'est pas envisagé de permettre d'établir une alternative (i.e. d'accepter un possible compromis) entre objectifs d'un même niveau.
- Un objectif est atteint si tous ses sous objectifs le sont. Par exemple, l'objectif b (Figure II.7) est jugé atteint si les objectifs b3, b-4-1, b-4-2 et b-4-3 sont satisfaits.

4 - 2 - LA VUE STRUCTURELLE

4 - 2 - 1 - Introduction

Cette vue décrit comment le système est organisé pour remplir sa mission c'est-à-dire décrit quelles sont les ressources, les principes d'organisation de celle-ci et leur implication dans les processus de l'entreprise. Trois points de vue sont utilisés ici :

- Le réseau opérant, pour préciser les rôles, les objectifs et les compétences des ressources humaines, les capacités et aptitudes des ressources matérielles (physiques et applicatives),
- L'organisation pour préciser comment les ressources sont regroupées, responsabilisées et affectées à différentes parties de l'entreprise,
- Le programme qui donne la cartographie des processus de l'entreprise et précise quelles sont les ressources impliquées dans leur exécution, les événements déclanchant, les entrées/sorties et les exigences de satisfaction auxquelles ces processus doivent répondre pour satisfaire leurs propres clients, qu'ils soient internes ou externes à l'entreprise.

4 - 2 - 2 - Les concepts

Cette vue décrit, d'une part, qui et/ou quoi constitue l'organisation, d'autre part, qui est responsable de la réalisation de la mission de l'entreprise et, enfin, comment sont organisées les ressources pour soutenir les processus. On identifie dès lors trois concepts : la ressource, l'unité d'organisation et le processus.

A) Le concept Ressource

La ressource est une entité dont dispose l'entreprise pour réaliser sa fonction. Les ressources regroupent les ressources humaines, les biens matériels (machines, outils, consommables) et les applications venant du système d'information (pilotage, commande, planification, ERP, etc.). Chaque ressource a un ou plusieurs rôles qui utilisent une compétence (si c'est une ressource humaine) ou une aptitude (si c'est une ressource matérielle ou immatérielle). Ceci amène à enrichir le méta modèle par les concepts de rôle, de compétence d'une ressource humaine, d'aptitude d'une ressource matérielle ou applicative et de capacité.

- Le concept aptitude : ce concept renseigne sur les tâches que peut exécuter une ressource matérielle et immatérielle.

- Le concept rôle : le rôle concrétise la fonction d'une ressource. En l'attribuant, il permet aux processus de s'exécuter.
- Le concept compétence : la compétence est un concept multiforme qui est souvent la combinaison d'un savoir (qualification, diplômes etc.), d'un savoir faire (expériences pratiques) et d'un savoir être (attitudes, qualités relationnelles etc.) [Bennour, 04].
- Chaque aptitude et compétence est enfin caractérisée au moyen d'une ou plusieurs capacités précisant, de manière qualitative ou quantitative, les dimensions dans le temps, l'espace et la forme de l'aptitude ou de la compétence. Par exemple, une machine possède une aptitude de type 'traitement de surface' et une capacité de traitement comprise entre 10 et 12 m^2 / h selon le type de matière. Ces capacités sont cruciales pour l'attribution des rôles de ce type de ressources.

Le changement peut agir sur chacun de ces concepts (aptitude, rôle, compétence, capacité). Il peut améliorer les capacités d'une ressource matérielle, peut modifier des rôles, améliorer, ajouter ou supprimer une ressource immatérielle. Il peut également améliorer les compétences d'une ressource humaine.

B) Le concept Unité d'Organisation

L'unité d'organisation est une structure composée de ressources qui peut avoir des liens de responsabilité de tout ou partie des ressources ou d'autres unités d'organisation. Elle est donc caractérisée par un ensemble de responsabilités, de pouvoirs et de relations entre les personnes (ISO 9000) [AFNOR, 08]. Une entreprise peut regrouper plusieurs unités d'organisations. Le changement peut agir sur les unités d'organisation en modifiant (en nombre, en type ou en niveau d'aptitude / compétence, les ressources qui les composent, les relations d'autorité, les responsabilités, etc.

C) Le concept Processus

Un processus est, selon la norme ISO 9001 : 2000 [AFNOR, 08], *l'ensemble des activités corrélées ou interactives qui transforment les éléments d'entrée en éléments de sortie*. Nous dirons donc qu'un processus transforme des objets d'entrée en objets de sortie dans un référentiel de temps, d'espace et de forme et selon leur nature. Un processus est déclenché par un événement qui se produit (une commande de production, une tâche à traiter etc.) et met donc en œuvre des ressources pour supporter les activités. Le changement impactera nécessairement les processus en modifiant, supprimant ou ajoutant des activités, des ressources, des objectifs ou encore des entrées et sorties.

Selon la norme ISO 9000 [AFNOR, 08], on distingue trois types de processus :

1. Les processus de gestion qui sont en charge de représenter la stratégie de l'entreprise et de piloter, de point de vue décisionnel les autres processus.
2. Les processus support qui préparent les ressources à l'exécution de leurs fonctions. Pour les ressources humaines cette préparation peut se décliner en l'affectation, la

formation etc., pour les ressources matérielles, en leurs mises à niveau et, pour les ressources immatérielles en les communiquant aux services des utilisateurs.

3. Les processus opérationnels qui contribuent à la réalisation du produit ou du service. Ces processus concrétisent le savoir faire de l'entreprise et regroupent toutes les activités qui interviennent dans le cycle d'élaboration du bien ou du service manufacturier. Ceci nous amène à décrire un autre concept : **L'activité**.

D) Le concept Activité

Une activité est une tâche identifiable du processus, aux entrées et sorties clairement définies et dont la valeur ajoutée est mesurable [Lavoie et al., 05].

E) Le concept Objet

Un objet est transformé ou est le résultat de la transformation opérée par un processus ou une activité. Ce peut être un objet matériel (tangible) ou une donnée, une information ou une connaissance (intangible). Les objets sont transportés par des flux dans et entre les processus. Ce flux d'objets permet de représenter les interactions entre les différents processus de l'entreprise.

A ce point, nous pouvons remarquer les similitudes entre les concepts activité et processus, ceci nous amène à définir le concept processeur.

F) Le concept Processeur

Un processeur est défini par [Chapurlat, 07] comme tout point où un flux est changé (modification dans le repère Temps – Espace – Forme). Il est pris ici au sens d'une activité d'un processus, d'un système ou sous système pouvant à son tour être décrit, décomposé en d'autres éléments de même nature ou de nature différente.

4 - 2 - 3 - Méta modèle de la vue structurelle

Le méta modèle rassemble et visualise les concepts décrits ci-dessus.

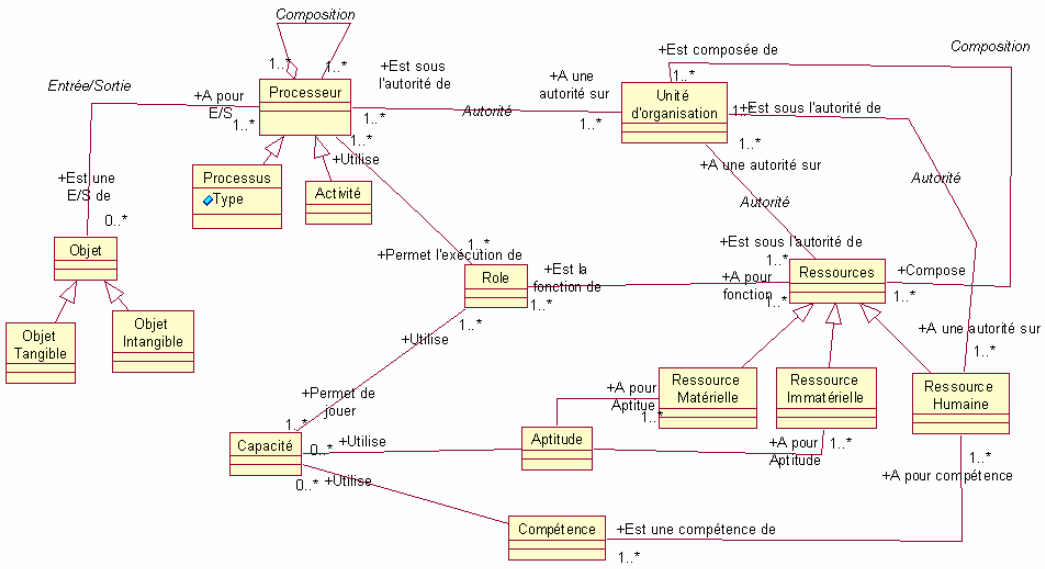


Figure II.8 : Le méta modèle de la vue structurelle

Comme dit plus haut, cette vue met en avant trois points de vue : le Programme, le Réseau Opérant et l'Organisation Logistique. Les langages de modélisation de chacun de ces points de vue sont les suivants.

A) Le langage de modélisation pour le point de vue Programme

La littérature regorge de langages de modélisation adaptés et éligibles à nos besoins de la présentation des processus. Parmi eux, on peut citer le diagramme des activités d'UML (Unified Modeling Language) [Booch et al., 00]. Notre choix s'est porté sur le langage de modélisation retenu pour le programme est l'enhanced Functional Flow Block Diagram (eFFBD) [Long, 02].

Le eFFBD permet la description fonctionnelle statique et dynamique des processus. Il formalise les relations entre les processus/activités et les objets d'entrée/sortie. Il a aussi la particularité de spécifier des étiquettes d'entrée et de sortie via le concept « Opérateur Nœud ».

Le concept Opérateur Nœud

C'est un opérateur qui permet de décrire les liens entre les entités :

- L'étiquette d'entrée : décrit les entrées, avec le sens du lien
- L'étiquette de sortie : décrit les sorties, avec le sens du lien

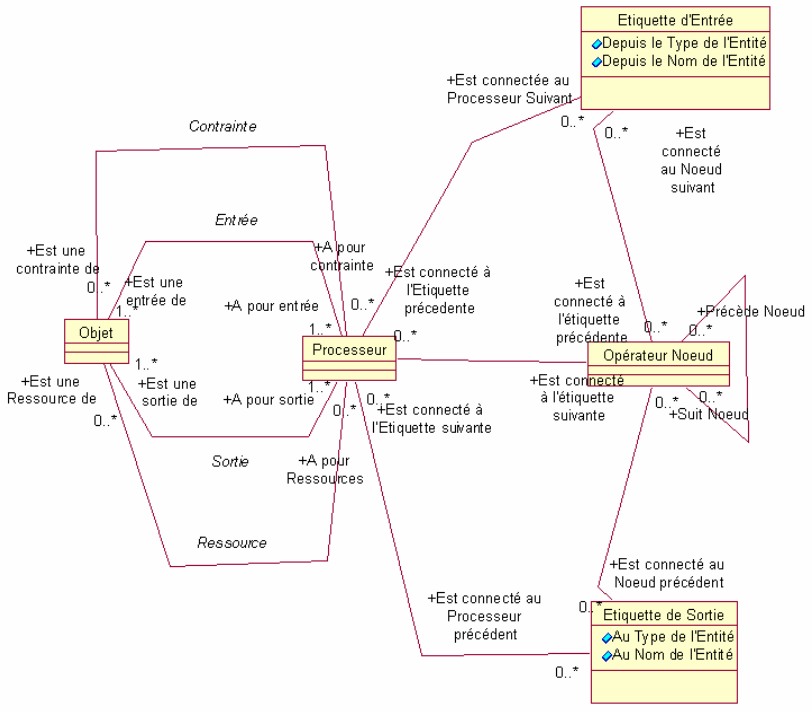


Figure II.9 : Méta modèle du langage eFFBD

La Figure II.10 : Exemple de représentation d'un processus avec le langage eFFBD donne un exemple de modèle du point de vue programme.

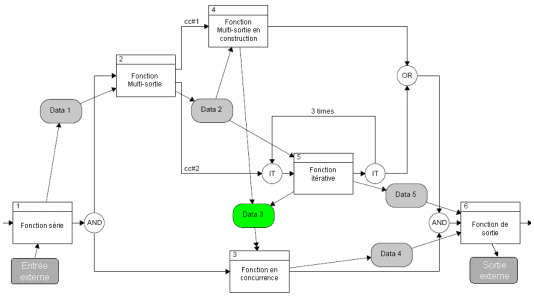


Figure II.10 : Exemple de représentation d'un processus avec le langage eFFBD

B) Langage de modélisation pour les vues Ressources et organisation logistique

Les deux points de vues ressources et organisation logistiques modélisent les unités d'organisation, les ressources et leurs relations. Nous avons choisi de les intégrer dans un même modèle. Pour cela, nous avons opté d'enrichir le méta modèle adopté et formaliser les relations entre les ressources en nous inspirant du diagramme de collaboration d'UML. Aux concepts définis, nous ajoutons donc le concept collaboration.

Le concept Collaboration

La collaboration décrit la participation d'unités d'organisation ou de ressources humaine à l'exécution des processus/activités.

Certaines activités de changement amènent une modification des collaborations existantes. Elles peuvent en effet, permettre de nouvelles collaboration, en consolider d'autres ou au contraire en interdire certaines.

L'enrichissement du méta modèle par le concept collaboration est décrit dans la Figure II.8 :

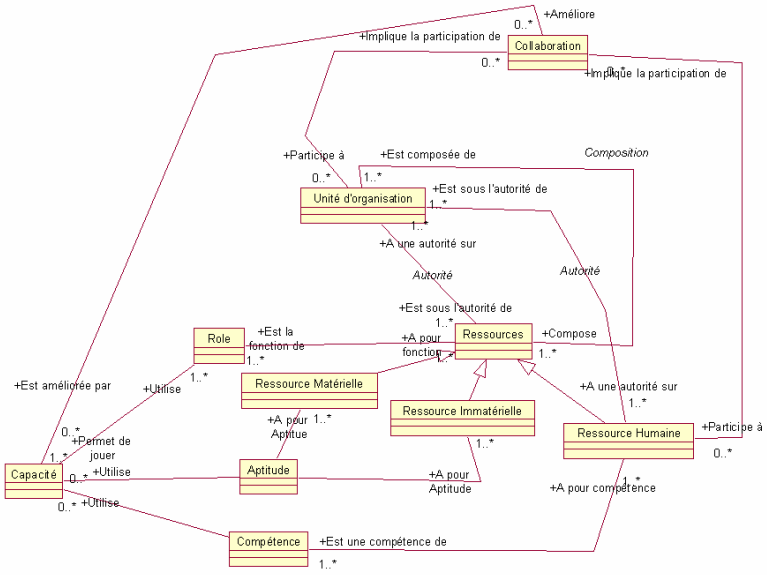


Figure II.11 : Le méta modèle adopté inspiré du diagramme de collaboration UML pour les points de vue Réseau Opérant et Organisation Logistique

Les relations d'autorité, les rôles, les compétences (individuelles ou collectives), les aptitudes etc., peuvent ainsi être exprimées.

4 - 3 - LA VUE COMPORTEMENTALE

Chaque ressource ou unité d'organisation est susceptible de changer d'état au cours du temps. Une ressource matérielle peut par exemple tomber en panne, passer en maintenance avant de revenir à un état de production. De même, une unité d'organisation peut être composée de 5 opérateurs le matin mais n'en disposer que de 4 suite à une blessure en début d'après-midi. Tous ces états locaux constituent une configuration du système global. Certaines configurations permettent/interdisent alors d'exécuter certains processus. Chaque exécution donne alors un scénario opérationnel c'est-à-dire décrit un fonctionnement possible d'un processus. Certains scénarios opérationnels vont de même provoquer des modifications et des changements de configuration du système. Cette interaction permanente entre fonctionnement (décrits par un ensemble a priori infini de scénarios opérationnels) et configuration (décrits par un ensemble d'états des ressources et des unités d'organisation à un instant donné) décrit la vue Comportementale. La transition entre configurations s'opère suite à l'occurrence d'un ou de plusieurs événement(s).

En résumé, la vue Comportementale décrit le déroulement effectif des processus suivant la configuration du système qui évolue dans le temps.

Le changement va enrichir des scénarios et des configurations de l'entreprise. Il est donc indispensable de disposer des descriptions de tous les modes de fonctionnement connus avant le changement pour identifier les possibilités de trajectoires d'évolution et aussi pour savoir à quel niveau sera opéré le changement. Pour ce faire, aux concepts décrits dans la vue Structurelle, s'ajoutent alors les concepts Configurations, Scénarios et Evénement.

4 - 3 - 1 - Enrichissement conceptuel

A) Le concept Configuration

Une configuration est la description des états des dispositifs évoluant au sein du système (ressources, organisations, etc.) réunis et impliqués dans des processus pour remplir la mission de ce processus. Une configuration est aussi fonction du temps et de l'état de l'environnement du système. Dans ce qui suit, une configuration sera décrite seulement par l'ensemble des ressources disponibles à un instant donné.

B) Le concept Scénario

Un scénario opérationnel décrit les différentes façons d'exécuter un processus. Un scénario met donc en avant la réelle logique d'exécution, le réel agencement des activités et les ressources réellement impliquées.

C) Le concept Evénement

Ce concept décrit un ou plusieurs fait(s) au(x)quel(s) aboutit une configuration différente de la configuration courante qui nécessite un changement du mode d'exécution d'un ou de plusieurs processus.

4 - 3 - 2 - Langages de modélisation adoptés pour la description de la vue Comportementale

D'abord, chaque scénario opérationnel est décrit au moyen d'eFFBD puisqu'il illustre un cas d'exécution d'un processus.

En ce qui concerne la coordination des configurations nous nous sommes inspiré des diagrammes d'états d'UML (les States Shart). Pour suivre et représenter les évolutions qui régissent le passage d'un scénario ou d'une configuration au suivant, il est nécessaire de représenter :

Pour suivre et représenter les évolutions qui régissent le passage d'un scénario ou d'une configuration au suivant, il est nécessaire de représenter :

- des nœuds représentant respectivement soit des scénarios opérationnels, soit des configurations : deux types de nœuds sont nécessaires,
- des transitions permettant de passer d'un nœud de type donné (scénario ou configuration) à un autre nœud du même type,
- une relation permettant de décrire le lien montrant qu'un scénario peut modifier une configuration,
- une relation permettant de décrire le lien montrant qu'une configuration peut autoriser effectivement un scénario à s'exécuter.
- une relation permettant de décrire le lien montrant qu'une configuration correspond à un état à un instant donné d'une unité d'organisation pouvant être l'entreprise dans son entier ou seulement la partie de l'entreprise impliquée dans l'exécution du processus cible.

Le méta modèle du langage qui est alors proposé et présenté dans la Figure II.2

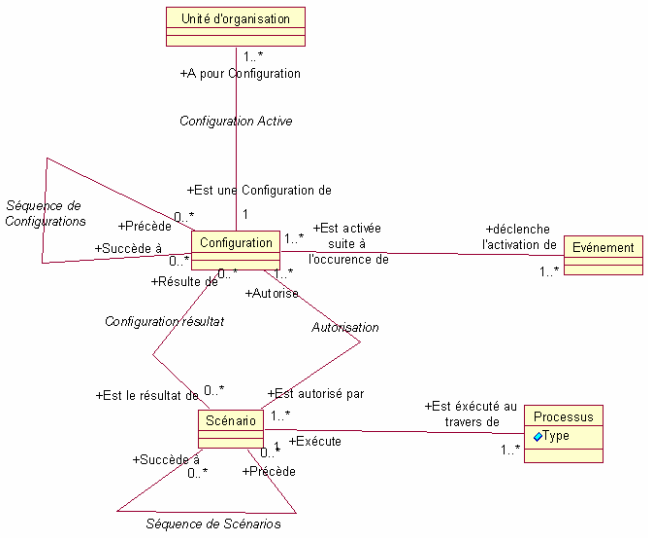


Figure II.12 : Méta modèle pour les Configurations et les Scénarios

Ainsi :

- Chaque processus est relié à un ou plusieurs scénarios opérationnels.
- L'unité d'organisation possède une ou plusieurs configurations. Une configuration est déclenchée soit par un événement extérieur ou intérieur au système, soit résulte de l'exécution d'un scénario.
- Une configuration autorise un ou plusieurs scénarios.
- Les configurations et les scénarios se succèdent en fonction de l'évolution du système.

5 - CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons traité la première étape de la démarche de changement : la modélisation de l'entreprise.

Pour cela, divers enrichissements du cadre de modélisation systémique SAGACE ont été présentés pour l'adapter au Changements dans l'Entreprise. On développé ainsi SAGACE-CE. Ce dernier est structuré en trois vues complémentaires qui ont été proposées et décomposées en points de vue. Chaque point de vue requis pour la conduite de changement peut être décrit au moyen d'un langage de modélisation choisi et adapté aux besoins.

Au final, ce chapitre a décrit la première étape du travail : la modélisation de l'entreprise. Elle représente la partie suivante du méta modèle unifié présenté à la fin du premier chapitre.

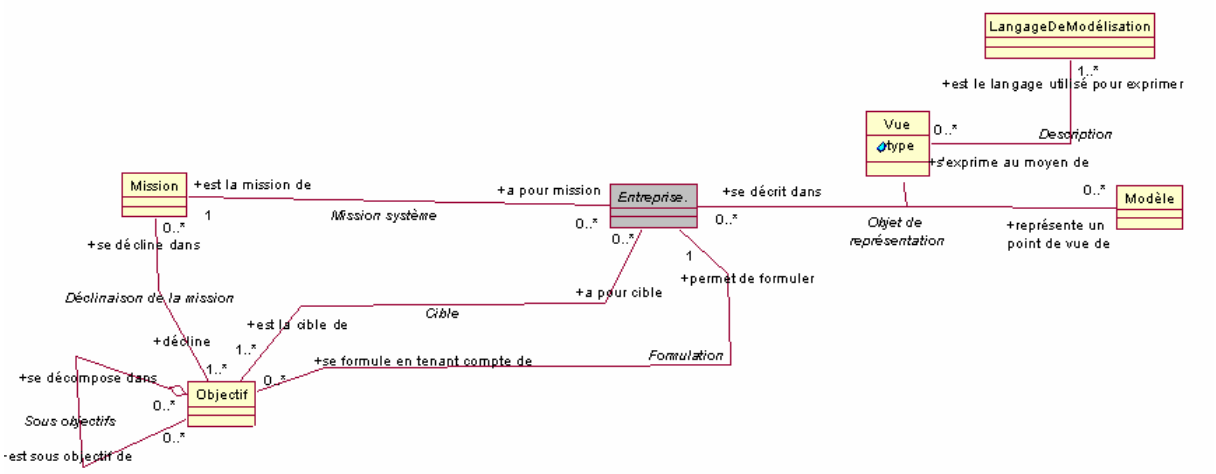


Figure II.13 : La première étape de la démarche : Modélisation de l'Entreprise

Chapitre III CARACTERISATION DE L'ENTREPRISE AU TRAVERS DE SON SYSTEME D'INDICATEURS ET DE SON ETAT

1 - INTRODUCTION

Comme nous l'avons déjà évoqué au premier chapitre de ce manuscrit, pour proposer des trajectoires d'évolution qui définissent les projets de changement, il faut pouvoir suivre les impacts successifs, des méthodes déployées, sur l'état de l'entreprise. Ce dernier offre une vision de la performance de l'entreprise et nécessite donc la définition d'indicateurs de performance.

Ce chapitre se focalise sur la détermination de l'état de l'entreprise et sur la caractérisation de l'état cible du changement.

Tout d'abord, nous justifions dans le cadre de notre étude, le besoin de disposer d'un système d'indicateurs de performance.

Ensuite, un état de l'art des principales approches disponibles est discuté par rapport aux besoins identifiés. Face à leurs limites, la proposition d'une démarche de construction d'un système d'indicateurs qui couvre toute l'entreprise et tous les axes de performance est présentée.

Enfin, la déclinaison des objectifs stratégiques en indicateurs de performance autorise la formalisation de l'état et la caractérisation de l'état cible du changement.

2 - BESOINS D'UN SYSTEME D'INDICATEURS DE PERFORMANCE

La performance a longtemps été rapportée à des critères purement financiers (monétaires). Elle s'est définit aux années quatre-vingts dix comme une fonction tenant compte des coûts, de la qualité et des délais [Hronec, 95]. Depuis, avec les fortes mutations de l'environnement, son évaluation nécessite d'intégrer les paradigmes de flexibilité [Vallerand et al., 03], de réactivité [Frayret et al., 03] et d'innovation [Fache, 06]. Cette vision multi axes

de la performance [ADESI, 04.1] répond à un besoin de visibilité, de suivi, de communication et de contrôle de toutes les facettes qui renseignent sur le comportement de l'entreprise [Jacot, 90], [Bescos, 95], [Tahon, 03].

L'évaluation des performances passe par une définition d'un ensemble d'indicateurs fournissant une information sur l'état de tout ou partie de l'entreprise [Tahon, 03].

Notre travail, s'inscrivant dans une logique de déploiement ouvert du changement, n'est donc pas a priori ciblé sur une partie identifiée de l'entreprise. Le choix des méthodes à même d'atteindre l'état cible visé nous impose donc de disposer d'une couverture aussi complète que possible, par des indicateurs de performances représentatifs, de tous les processus. Cependant, le volume d'indicateurs à définir impose de particulièrement veiller à la pertinence de l'information et à éviter sa redondance. Par ailleurs, la caractérisation de l'entreprise doit prendre en compte toutes les interactions possibles ou effets de bord entre processus.

Cet objectif nous impose donc de disposer d'une démarche de construction d'un système d'indicateurs de performance. C'est pourquoi nous allons maintenant en analyser les principales méthodes par rapport à :

- L'évaluation multi axes des performances
- La couverture de l'ensemble des processus de l'entreprise
- La prise en compte des interactions entre les processus

A ces critères d'analyse nous ajouterons la déclinaison multi niveaux (stratégique, tactique, opérationnel) des indicateurs que nous évoquerons par la suite et qui, si elle n'est pas utile à la caractérisation de l'entreprise, n'en est pas moins indispensable pour décliner les objectifs stratégiques.

3 - METHODES DE CONSTRUCTION DE SYSTEMES D'INDICATEURS : ETAT DE L'ART

La littérature (Tableau III.1) dénombre un assez large éventail de méthodes de construction de systèmes d'indicateurs. D'origine académique ou industrielle, elles ont été diffusées dans l'industrie. Certaines, comme les Balanced ScoreCards (BSC) [Kaplan, 98] ou ABC/ABM [Lorino, 91], sont devenues des pratiques courantes dans le monde industriel. D'autres, comme ECOGRAI [Doumeingts et al., 95] et Process Based Approach (PBA) [Neely, 95], ont été assez diffusées. Pour le reste, bien que réellement testées, elles n'ont pas eu de véritable succès.

La quasi-totalité des méthodologies propose des démarches structurées voire formalisées de conception des systèmes d'indicateurs. Elles se différencient principalement par les choix des axes de performance retenus et par les mécanismes de décomposition multi niveaux.

La plupart des méthodes développées sont ouvertes puisqu'elles n'imposent pas de se focaliser sur des axes de performance particuliers pour la construction d'un système d'indicateurs. A contrario elles ne guident pas non plus l'utilisateur sur les axes d'analyse qui

seraient le plus à même de caractériser le comportement de l'entreprise. Ainsi seules les approches BSC [Kaplan, 98] et Process Performance Measurement System (PPMS) [Kueng, 01] fixent les axes à étudier en s'accordant sur l'importance des dimensions financières et client de l'entreprise. Ces axes sont figés et l'analyse de l'entreprise est réalisée uniquement au travers de ces axes. De ce fait, les deux approches BSC et PPMS souffrent d'un manque d'ouverture qui limite l'évaluation des performances de l'entreprise étudiée.

Peu de méthodes proposent d'établir une cartographie complète des indicateurs couvrant l'ensemble des processus. En effet, la plupart des démarches analysées sont guidées par un processus descendant de décomposition des objectifs à travers les différents niveaux décisionnels de l'entreprise. De ce fait, elles guident inévitablement l'analyse vers les indicateurs impliqués. Cela permet donc de limiter la construction du système d'indicateurs au strict nécessaire. Si cela est souhaitable de façon à limiter la quantité d'information à manipuler, c'est en revanche incompatible avec la volonté de déploiement ouvert du changement que nous affichons. Il est possible de remarquer que les méthodes ABC/ABM et Quantitative Model for Performance Measurement System (QMPMS) [Bititci, 00] utilisent une démarche causes - effets pour décomposer les objectifs.

Pratiquement toutes les méthodes permettent de prendre en compte les interactions entre processus. Seules ABC/ABM, l'European Network for Advanced Performance System (ENAPS) [Sintef, 92] et de façon moindre l' Integrated Dynamic Performance Measurement System (IDPMS) [Noble, 94] les ignorent ou les intègrent avec difficulté.

Ainsi seules les méthodes QMPMS et PBA semblent pouvoir proposer une démarche permettant de couvrir l'ensemble des processus tout en en intégrant les interactions. Cependant la première ne propose pas de guide méthodologique permettant d'accompagner l'utilisateur dans la définition d'un système complet d'indicateurs. La seconde, quant à elle, ne propose pas une structuration multiaxes des performances et ne dispose pas d'une formalisation aboutie du mécanisme d'agrégation des indicateurs ce qui exclue son utilisation dans le cadre de notre étude.

En conclusion, aucune des démarches présentées ne permet de répondre à tous nos besoins. Nous sommes donc amenés à proposer notre propre démarche de construction d'un système d'indicateurs.

	Contributions méthodologiques à la construction de systèmes d'indicateurs					
	Références	**Aspect multi axe**	**Aspect multi niveaux**	**Couverture des processus**	**interactions entre les processus**	**Points faibles**
ECOGRAI	**[Doumeingts et al., 95]**	Performance technico-économique. Pas d'axes imposés.	Identification des variables de décision. ECOGRAI parcourt tous les niveaux décisionnels de l'entreprise.	Seules les fonctions impliquées par la décision sont traitées. Pas de couverture de tous les processus.	Basée sur le modèle GRAI qui s'inspire de la systémique ECOGRAI permet la prise en compte des interactions entre les processus.	Pas de couverture de tous les processus
Approches issues de ABC/ABM	**[Lorino, 91,01a,01b], [AFGI, 92], [Berrah, 97]**	Pas d'axes imposés. Distingue les indicateurs de résultats, des indicateurs de processus.	Décomposition des objectifs faite selon un modèle causes effets. Mais tous les niveaux décisionnels ne sont pas nécessairement impliqués	Identification des inducteurs permettant d'améliorer la performance des activités et processus ciblés. Pas de couverture de tous les processus	Ne prend pas en compte les interactions entre processus car se focalise sur le processus ciblé.	Pas de couverture de tous les processus Pas de prise en compte des interactions
Balanced ScoreCard BSC	**[Kaplan, 98]**	4 axes d'étude : financier, clients, apprentissage processus internes	Traduction de la stratégie en actions opérationnelles Balaye ainsi tous les niveaux décisionnels de l'entreprise.	Se focalisent uniquement sur les processus impactés par la stratégie. Pas de couverture de tous les processus	La décomposition de la stratégie est projetée sur l'ensemble des processus impliqués et prend donc en compte leurs interactions	Axes figés Pas de couverture de tous les processus
Quantitative Model for Performance Measurement System - QMPMS	**[Bititci, 00] [Bititci et al., 01]**	Pas d'axes imposés	Décomposition des objectifs stratégiques, basée sur un modèle causes - effets	Couvre tous les processus.	Intègre les interactions entre les processus. d'autant plus que des mécanismes de cohérence bottom-up des indicateurs sont associés aux mécanismes de décomposition	Pas de guide méthodologique pour déterminer les indicateurs.
Integrated Dynamic Performance Measurement System - IDPMS	**[Noble, 94], [Ghalayini, 96] [Ghalayini et al., 97]**	Pas d'axes imposés	Hiérarchie d'indicateurs selon le niveau de pilotage : stratégique, tactique et opérationnel. Chaque niveau est associé à un tableau de bord.	Se focalise sur les processus impliqués dans la recherche de performance. Pas d'obligation pour intégrer tous les processus de l'entreprise.	La séparation des tableaux de bord freine la prise en compte des interactions entre les processus.	Pas de couverture de tous les processus
Process performance measurement system PPMS	**[Kueng et al., 01]**	5 axes d'étude : financier, clients, employés, société et innovation.	Hiérarchie non explicite Séparation des niveaux (stratégique, tactique, opérationnel)	N'impose pas de parcourir tous les processus.	Ne donne pas de guide pour déterminer les interactions et les évaluer.	Axes imposés Pas de couverture de tous les processus
European Network for Advanced Performance System - ENAPS	**[Sintef, 92]**	Performance des processus critiques. Pas d'axes imposés.	Ne concerne que les niveaux stratégique et tactique.	N'arrivant pas au niveau opérationnel, les processus ne sont pas tous pris en compte.	Pas de prise en compte des interactions car méthode limitée aux niveaux stratégique et tactique	Ne couvre pas le niveau opérationnel
Process Based Approach - PBA	**[Neely, 95,96a, 96b, 99]**	Pas d'axes imposés.	Prise en compte uniquement des niveaux impliqués.	Ne couvre que les processus impliqués.	Non renseigné	Pas de couverture de tous les processus Méthode non aboutie

Figure III.1 : Analyse des principaux systèmes d'indicateurs de performance

4 - PROPOSITION D'UNE DEMARCHE DE CONSTRUCTION D'UN SYSTEME D'INDICATEURS DE PERFORMANCE

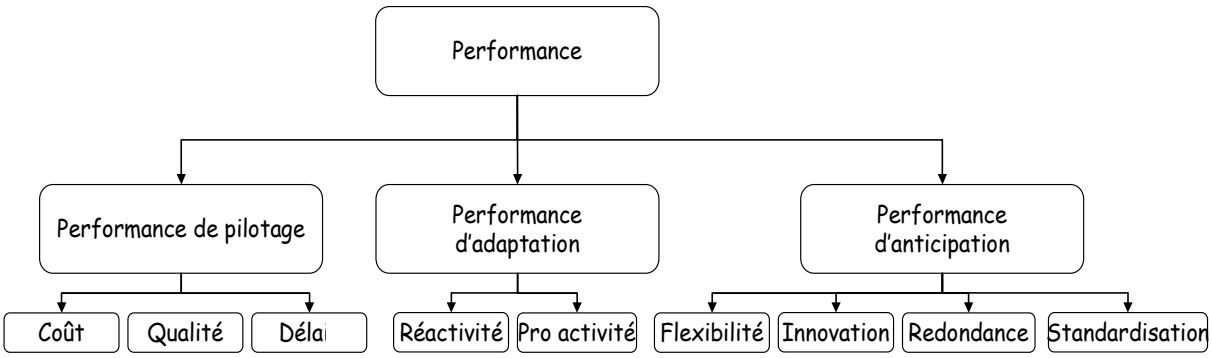
Ce système d'indicateurs doit permettre d'évaluer tous les processus de l'entreprise, être multi axes, multicritères et multi niveaux. De plus, pour assister l'utilisateur dans sa tâche de construction du système d'indicateurs, il est indispensable de lui proposer une démarche générique le conduisant à explorer systématiquement toutes les facettes de l'entreprise pouvant induire une modification de la performance.

La couverture de tous les processus est assurée à partir des modèles du programme et des scénarios élaborés au cours de la première étape de la démarche de changement. L'aspect multi axes de notre démarche s'appuie sur les notions de Pilotage, d'Adaptation et d'Anticipation proposées dans SAGACE.

4 - 1 - PRESENTATION DES AXES DE PERFORMANCE

L'analyse de la performance de l'entreprise permet de piloter son comportement tant en fonctionnement nominal que lors du processus d'évolution. Cependant, le choix des axes de performance retenu dépend de la capacité de conduite dont on veut se doter.

La décomposition de la performance retenue dans notre étude (Figure III.1) identifie un ensemble de 9 critères de performance ((Coût, Qualité, Délais) – (Réactivité, Proactivité) – (Flexibilité, Innovation, Redondance, Standardisation)) relevant de trois axes de performance distincts et complémentaires associés au Pilotage, à l'Adaptation et à l'Anticipation. On associe à chaque processus de l'entreprise un arbre d'indicateurs, relevant des différents axes et critères choisis.



FigureIII.1 : Les axes et critères de la performance

4 - 1 - 1 - La performance de Pilotage

La performance de Pilotage permet de piloter l'entreprise en s'attachant principalement à évaluer sa capacité à remplir sa mission, en l'absence de perturbation et en ajustant en permanence son comportement.

Les Coût, Qualité et Délai, sont les critères classiquement les plus utilisés pour la construction de système d'indicateurs qu'on associe à l'axe Pilotage.

Le Coût : Il évoque l'ensemble des caractéristiques influençant l'aspect financier et liées à l'usage et à la mise en œuvre d'un composant de l'entreprise (Ressource matières etc.) pour atteindre le niveau de qualité suffisant. Une amélioration du coût peut se traduire par exemple par l'élimination du gaspillage et l'optimisation des ressources.

La Qualité : C'est l'ensemble des caractéristiques d'une entité qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés et implicites. Une amélioration de la qualité passe par une amélioration du fonctionnement interne de l'entreprise, par la mise en oeuvre des moyens permettant de décrire au mieux l'organisation, de repérer et de limiter les dysfonctionnements.

Le Délai : Il est estimé en considérant l'ensemble des caractéristiques d'une entité influençant la durée d'exécution des processus. Il est lié à l'usage et à la mise en œuvre d'une entité pour atteindre le niveau de qualité suffisant.

Le Pilotage, à lui seul, ne permet cependant pas de traduire la capacité de l'entreprise à faire face à des perturbations. C'est pourquoi d'autres critères relevant des axes d'Adaptation et d'Anticipation proposées dans Sagace, ont été distingués.

4 - 1 - 2 - La performance d'Adaptation

Cet axe de performance traduit la capacité de l'entreprise à réagir face à des perturbations **imprévues** qu'elles soient de sources externes ou internes. Il concourt donc à estimer la stabilité de l'entreprise. L'évaluation de la performance d'Adaptation passe par l'estimation de la capacité qu'une entité à, d'une part à faire face à un tel événement et, d'autre part, à reprendre son fonctionnement nominal après son occurrence.

Deux critères de performance, assez peu utilisés ont été retenus pour traduire cet aspect : la Réactivité et la Proactivité.

- La Réactivité : Elle évalue la capacité d'une entreprise à réagir à des situations imprévues dans un délai acceptable. Elle peut être assimilée à une flexibilité dynamique par exemple pour une machine en évaluant sa capacité à assurer rapidement un nouveau type de fabrication. Elle exprime qualitativement le degré de flexibilité d'un composant du système.
- La Proactivité : Elle traduit la capacité de l'entreprise à développer des produits, procédés, processus etc. susceptibles de favoriser le retour à une situation *normale et maîtrisée*.

4 - 1 - 3 - La performance d'Anticipation

L'axe performance d'anticipation de l'entreprise évalue son aptitude à faire face à des perturbations **prévues** d'origine interne ou en externe. Elle permet d'estimer l'intégrité de l'entreprise c'est-à-dire sa capacité à satisfaire ses missions entre autre lors de son évolution. L'évaluation de cet axe de performance passe par l'estimation de la capacité de l'entité à se préparer et à s'armer contre des événements perturbateurs.

Cette dimension de la performance particulièrement importante pour la mise en œuvre du changement nous a conduit à retenir quatre critères de performance : la Flexibilité, la Standardisation, la Redondance et l'Innovation.

- La Flexibilité : Elle évalue la capacité d'une structure à réagir à des situations prévisibles comme par exemple une panne de machine. Un projet de changement peut rendre l'entreprise manufacturière plus vulnérable de ce type de situations. Pour cela il est pertinent d'évaluer la flexibilité.
- La Standardisation : L'action de standardisation facilite la gestion des perturbations et des situations de crise prévues. Le critère de performance correspondant va permettre de suivre tout au long du processus de changement, l'évolution de la capacité de l'entreprise à respecter des normalisations au niveau de ses produits, procédés, processus etc.
- La Redondance : On distingue deux formes de redondance. La redondance statique qui évalue la capacité à disposer de ressources pouvant assumer un même rôle (compétences / capacité) en nombre suffisant. La redondance dynamique qui exprime la capacité à disposer de ressources effectivement affectables pouvant assumer un même rôle donné lors de l'exécution d'un processus. Cette dimension souvent affectée par le processus de changement permet d'évaluer la capacité de l'entreprise à disposer de ressources en quantité suffisantes en fonctionnement adaptatif.
- L'Innovation : Elle évalue la capacité à développer des produits, procédés, processus susceptibles de répondre à l'évolution des besoins. Ce critère de performance permet d'évaluer la capacité de réponse de l'entreprise aux perturbations relatives à l'évolution de la concurrence et au maintient de la compétitivité.

Le choix des critères permettant de rendre compte des axes de performance ayant été explicités nous allons maintenant présenter les concepts associés permettant la construction du système d'indicateurs de performance.

4 - 2 - LE META MODELE DU SYSTEME D'INDICATEURS

Le système d'indicateurs nécessite de construire, pour chaque processus, un arbre d'indicateurs qui mesure ses performances. Sa formalisation nécessite la prise en compte de trois concepts qui sont le critère, l'inducteur et l'indicateur de performance.

4 - 2 - 1 - Indicateur de performance

L'AFGI/AFNOR définissent l'indicateur de performance comme étant *"une donnée quantifiée, qui mesure l'efficacité et/ou l'efficience de tout ou partie d'un processus ou système (réel ou simulé) par rapport à une norme, un plan ou un objectif déterminé et accepté dans le cadre d'une stratégie d'entreprise"* [AFGI, 92]. L'efficacité est la jointure entre les objectifs et les résultats, elle évalue l'atteinte des objectifs avec l'organisation et la structuration courante du

système. L'efficience est l'articulation entre moyens et résultats, elle évalue le rendement du système évalué [Tahon, 03].

4 - 2 - 2 - Critère de performance

Un critère de performance désigne un des facteurs participant à l'évaluation de l'atteinte des objectifs de l'entreprise. Chaque critère est relatif à un seul axe de performance (Pilotage, Adaptation, Anticipation).

4 - 2 - 3 - Inducteur de performance

Un inducteur de performance, usuellement appelé indicateur de pilotage [Tahon, 03], est un facteur qui influe la performance d'un processus. Il établit donc un lien de causalité entre l'objet de la mesure et la performance c'est-à-dire le/les indicateur(s) correspondant(s).

Ces différents concepts sont reliés aux processus de l'entreprise par le méta modèle suivant.

4 - 3 - LE META MODELE

La Figure III.2 présente le méta modèle du système d'indicateurs.

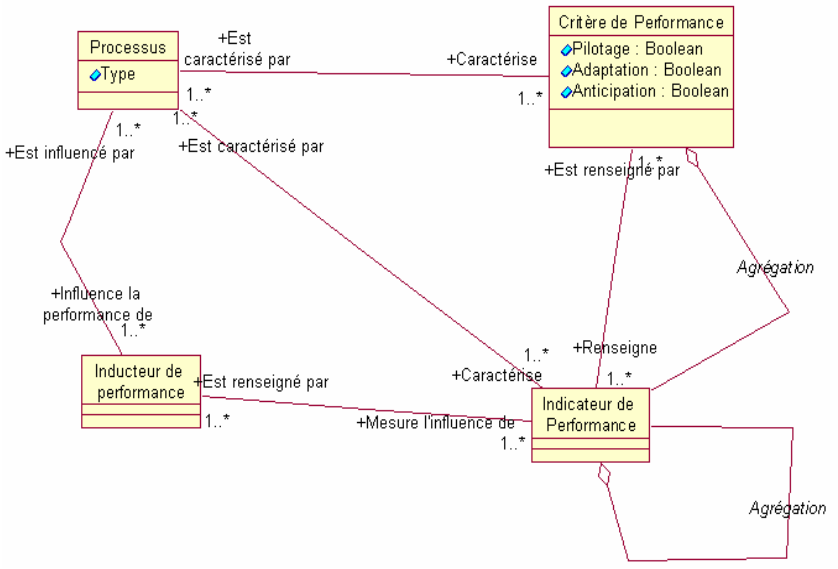


Figure III.2 : Méta modélisation d'un système d'indicateurs

- Le système d'indicateurs est composé des arborescences d'indicateurs de tous les processus de l'entreprise.
- Les processus sont caractérisés par un ou plusieurs critères de performance.
- Chaque critère est renseigné par un ensemble d'indicateurs de performance qui caractérisent à leur tour les processus.
- Un indicateur peut renseigner un ou plusieurs critère et un ou plusieurs processus.
- Les indicateurs mesurent l'influence des inducteurs sur les performances des processus.

- Les indicateurs relèvent de plusieurs niveaux hiérarchiques. Chaque niveau synthétise, par agrégation, ses niveaux subordonnés.
- Les critères agrègent l'ensemble des indicateurs qui les renseignent.

On peut remarquer que la notion d'axe de performance ne constitue pas un concept à part entière mais seulement un attribut du concept critère de performance. En effet, un critère ne peut relever que d'un seul axe de performance.

Après la conceptualisation du système d'indicateurs, nous allons maintenant présenter la démarche de construction de ce dernier.

4 - 4 - DEMARCHE DE CONSTRUCTION DU SYSTEME D'INDICATEURS DE PERFORMANCE

Le développement de la démarche ouverte de construction des trajectoires d'évolution exige de disposer d'un système d'indicateurs aussi complet que possible. En effet, l'utilisateur peut imposer un objectif stratégique quelconque. Pour le satisfaire, on ne connaît donc pas a priori les processus qui seront concernés par l'évolution de l'entreprise ni les indicateurs qui devront être impactés par les méthodes de changement à utiliser.

La démarche de construction du système d'indicateurs doit donc satisfaire un double objectif :

- Etre capable de balayer l'ensemble des processus de l'entreprise.
- Explorer toutes les dimensions de l'entreprise pouvant induire une évolution de la performance.

4 - 4 - 1 - Guide méthodologique de construction du système d'indicateurs de performance

Pour répondre aux besoins qui viennent d'être définis, nous proposons un guide méthodologique permettant d'accompagner l'identification, pour chaque processus de l'entreprise, de l'ensemble des indicateurs de performance.

Il se décompose en trois phases (Figure III.3).

- Le programme permet d'identifier l'ensemble des processus de gestion, de réalisation et supports de l'entreprise.
- Pour chacun des processus, chacun des axes de performance, on va construire un arbre d'indicateurs associé à chacun des critères de performance retenu.
- L'identification des indicateurs repose sur une analyse causale permettant de relier les inducteurs aux indicateurs de performance en balayant toutes les causes potentielles d'influence de la performance à l'aide de la méthode 5M [Ishikawa, 85]. Cette dernière phase est employée récursivement jusqu'à l'identification d'indicateurs de performance facilement quantifiables et ne pouvant plus être décomposés.

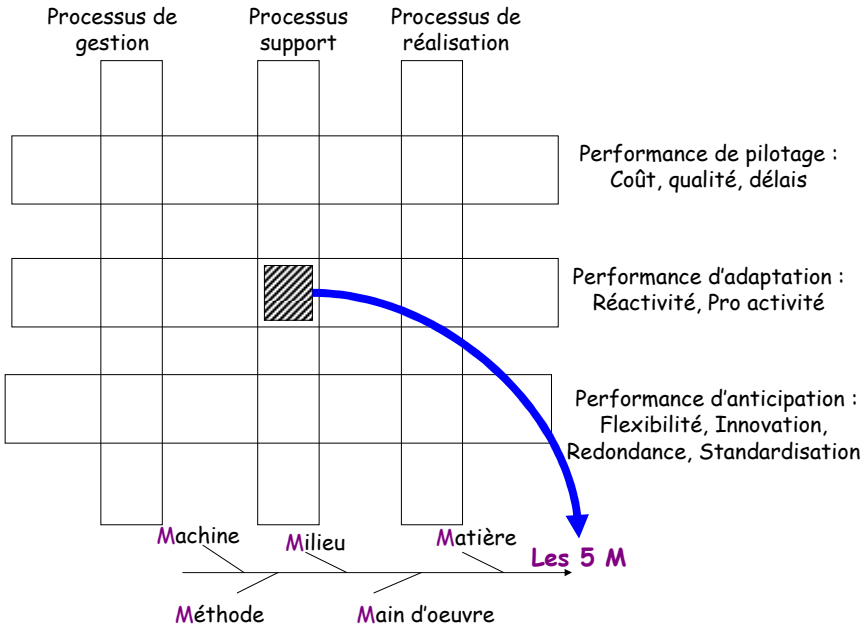


Figure III.3 : Démarche de construction d'un système d'indicateurs de performance

4 - 4 - 2 - Des inducteurs aux indicateurs : Les 5 M

Le diagramme d'Ishikawa est un outil, structuré sous forme d'arêtes de poisson, qui permet d'identifier récursivement les causes possibles d'un effet constaté. Il facilite l'association des indicateurs mesurant les effets induits par les inducteurs de performance. Ces derniers sont regroupés en cinq familles, les M désignant la Matière, la Main d'œuvre, le Milieu, les Méthodes et les Machines.

- ***La Matière***

Dans le contexte d'une entreprise manufacturière, ceci signifie ce dont les produits sont faits c'est-à-dire principalement les matières premières nécessaires à la production. On peut également ajouter les matières utilisées pour entretenir les machines et les énergies consommées [Boris, 05]. La matière impacte les performances par son adéquation aux exigences, sa disponibilité (délai de livraison, flexibilité des contrats avec les fournisseurs, la fréquence de commandes, la quantité maximale de commande etc.), son coût de stockage etc..

- ***La Main d'œuvre***

Elle regroupe tout ce qui concerne les ressources humaines dans une entreprise. Cet inducteur a une influence importante sur l'ensemble des axes et des critères de la performance dans l'entreprise manufacturière. Plusieurs facteurs liés aux ressources humaines doivent être explorés. Parmi les plus importants, on peut citer les compétences, l'adéquation des rôles avec les compétences et le stress.

- ***Le Milieu***

Le milieu d'un processus est l'environnement de celui-ci couvrant l'ensemble de ce qui l'entoure et l'influence. On peut alors évaluer les impacts du milieu sur la performance d'un

processus en déterminant les effets et les contraintes qu'il induit sur son fonctionnement d'un processus.

- ***La Méthode***

Cet inducteur fait référence à l'organisation du travail dans l'entreprise manufacturière, aux méthodes de gestion et de communication appliquées dans les différents processus.

- ***La Machine***

On s'intéresse ici aux influences qu'ont les ressources matérielles sur les performances des processus. La machine peut impacter les performances par sa capacité de production, par son coût de maintenance [Boulenger et al., 07], son ergonomie [Montreuil et al., 01] etc..

Après avoir expliqué la démarche d'identification des indicateurs de performance, le paragraphe suivant présente la structure d'un arbre d'indicateurs de performance.

4 - 4 - 3 - Structure d'un arbre d'indicateurs de performance relatif à un processus

La figure III.5 présente la structure générique d'un arbre d'indicateur pour un processus donné. Il est hiérarchisé en plusieurs niveaux. Le premier correspond aux axes Pilotage, Adaptation et Anticipation. Le deuxième aux critères de performance correspondant. C'est à partir du troisième niveau, que la méthode 5 M est employée récursivement pour identifier les indicateurs de plus bas niveau (Figure III.4).

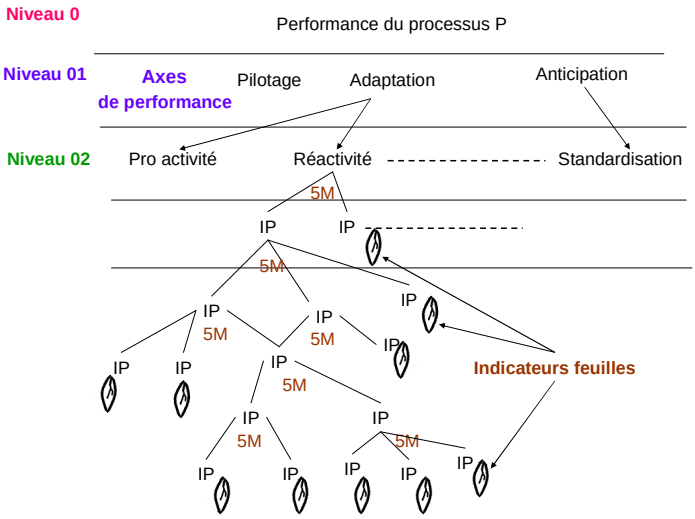


Figure III.4 : Arbre des indicateurs

Le système complet d'indicateurs regroupe des arbres élaborés pour l'ensemble des processus de l'entreprise.

On peut remarquer que les derniers indicateurs du plus bas niveau de décomposition, appelés indicateurs feuilles, ne relèvent pas nécessairement du même niveau de granularité (Figure III.5). Chacun des indicateurs doit être unique pour éviter la redondance d'information et assurer la cohérence du système. Un indicateur peut appartenir à plusieurs arbres ce qui traduit les interactions existantes entre les différents processus.

Après avoir détaillé la démarche de construction du système d'indicateurs de performance, nous allons maintenant nous attarder sur la caractérisation et l'évaluation de ces derniers.

4 - 5 - CARACTERISATION ET EVALUATION DES INDICATEURS DE PERFORMANCE

L'analyse du fonctionnement de l'entreprise permet de disposer d'un ensemble d'indicateurs de performance, quantitatifs (nombre de pièces produites, etc.) ou qualitatifs (adéquation rôle/compétence, etc.), qui mesurent le rendement d'un système et qui renseignent sur l'atteinte des objectifs avec l'organisation et la structuration actuelle du système [Jacot, 90], [Bescos, 95], [Tahon, 03].

Lors de la construction d'un système d'indicateurs de l'entreprise, ces indicateurs qualitatifs et quantitatifs doivent être fusionnés pour passer d'un niveau de détails vers un niveau plus agrégé pour offrir une vision plus synthétique de la performance au décideur. Ainsi la seule évaluation des indicateurs feuilles suffit à l'évaluation du système d'indicateurs complet.

Cependant, le processus d'agrégation nécessite l'utilisation d'échelles de performance comparables. C'est pourquoi on choisit généralement de ramener toutes les valeurs entre 0 et 1 en normalisant la représentation des indicateurs de performance.

Pour ce faire, dans un premier temps, les indicateurs de performance sont évalués, par expertise si nécessaire, sur une échelle qualitative à 5 niveaux allant de très mauvais («- -») à très bon («++»).

Dans un second temps, nous procédons à la normalisation des indicateurs sur une échelle numérique allant de 0 à 1 composés de cinq intervalles d'amplitude 0.2 permettant de positionner les 5 niveaux qualitatifs précédemment définis (Figure III.5).

Ainsi tous les indicateurs sont évalués qualitativement puis normalisés quantitativement entre 0 et 1.

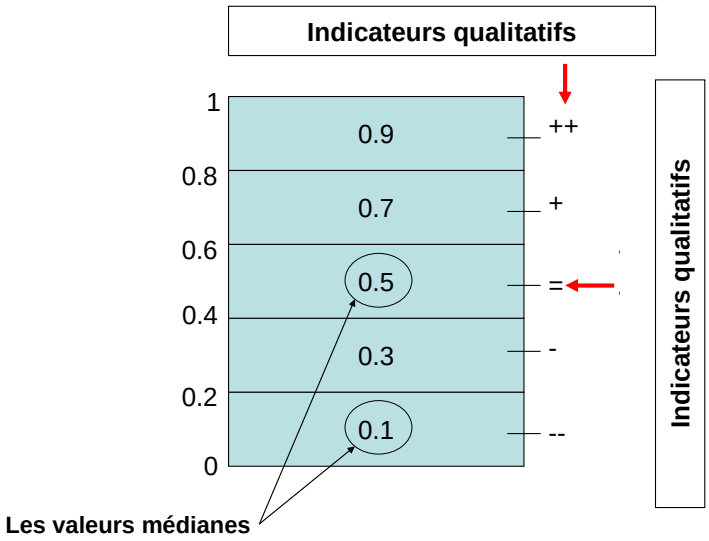


Figure III.5 : Les indicateurs de performance : du qualitatif au quantitatif

A la suite de l'évaluation normalisée des indicateurs de performance, nous expliquons dans le prochain paragraphe le mécanisme d'agrégation des performances.

4 - 6 - AGREGATION DES PERFORMANCES

Les indicateurs de performance obtenus par notre approche forment un système multicritères. Lors du processus d'agrégation, le décideur peut juger (objectivement ou subjectivement) qu'un critère et plus ou moins important qu'un autre. Cette importance relative se traduit souvent par la définition d'un coefficient de pondération en analyse multicritères. Il est évident que les valeurs prises par ces poids influencent significativement les résultats de l'agrégation. De nombreux travaux de recherches ont été menés pour proposer des méthodes qui sont aujourd'hui validées pour l'agrégation des performances multicritères [Tahon, 03], [Berrah, 03], [Clivelli, 04].

Dans le cadre de nos travaux, nous avons retenu la méthode AHP : l'*Analytic Hierarchy Process* [Saaty, 77] en raison de la simplicité de sa mise en oeuvre pour l'évaluation du poids de chacun des critères, de sa capacité à détecter des incohérences lors de cette évaluation et, de sa large diffusion.

Pour déterminer les poids, la méthode AHP est organisée comme suit :

1. Tout d'abord, il faut définir l'objectif global de l'évaluation multicritère et appuyer cette évaluation par les investigations des experts du domaine qui permettent de classer les importances des critères.
2. L'importance relative des critères est établie en les comparant deux à deux à l'aide d'une échelle sémantique (Tableau III.2) [Franchini, 00]. Cette comparaison permet de définir des poids relatifs incluant la connaissance de l'expert et représentant l'influence de chaque critère par rapport à l'objectif global.

Echelle numérique	Echelle sémantique
1	Egale importance
3	Légèrement plus important
5	Fortement plus important
7	Très fortement plus important
9	Extrêmement plus important
2, 4, 6 et 8	Valeurs intermédiaires entre deux niveaux adjacents de l'échelle

Tableau III.1 : Echelle de mesure utilisée pour la méthode AHP [Franchini, 00]

3. Les résultats de ces comparaisons sont regroupés dans une matrice carrée de comparaisons binaires avec A= (a_{ij}) ou chaque critère i est comparé avec le critère j.
4. Pour déterminer les poids associés à chaque critère, la méthode AHP impose de calculer le vecteur propre dominant [Saaty, 77]. Ainsi, le vecteur des poids ω des critères 1 à n, et noté $\omega = (\omega_1, \omega_2, ..., \omega_n)$ est la solution *dominante* de :

$$A.\ \omega = \lambda\ \omega .$$

5. Enfin, il suffit de normaliser chaque poids afin de déterminer l'importance de chaque critère. Pour cela il faut diviser chaque composante par la somme des composantes du vecteur propre dominant. Ainsi le vecteur des poids est :

$$\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n) \text{ avec } \alpha_i = \frac{\omega i}{\sum_{i=1}^{n} \omega i}$$

L'efficacité de la méthode AHP est principalement due à la possibilité de la vérification des cohérences qu'elle permet. Cette vérification se fait principalement via quatre règles [Saaty, 77]:

- Si $a_{ij} = \psi$ avec $\psi \neq 0$ alors $a_{ji} = 1/\psi$
- $a_{ij} = \omega_i / \omega_j$
- $a_{ij} . a_{jk} = (\omega_i / \omega_j). (\omega_j / \omega_k) = (\omega_i / \omega_k) = a_{jk}$
- $\sum_{i=1}^{n} \alpha i = 1$

4 - 7 - CONCLUSION

Ce paragraphe a détaillé la proposition de la démarche de construction d'un système d'indicateurs de performance développée pour répondre aux besoins de la démarche globale de construction des trajectoires d'évolution qui restent non satisfaits par les approches disponibles.

Elle repose sur une évaluation de chaque processus selon trois axes Pilotage, Adaptation et Anticipation. A chaque axe, sont donc associés des critères, distincts et complémentaires, qui rendent compte des capacités de piloter le fonctionnement du processus en question, de l'adapter suite à l'occurrence de perturbations imprévues et d'anticiper les effets de perturbations prévues qui peuvent corrompre son fonctionnement.

Pour chaque critère, l'identification récursive des indicateurs de performance, qui mesurent les effets des inducteurs correspondants, est basée sur l'approche 5M.

L'ensemble des indicateurs de performance obtenus forme des arbres multi niveaux rassemblant initialement des indicateurs quantitatifs et qualitatifs. Devant la nécessité de synthétiser les performances et d'en donner une vision claire et cohérente aux décideurs, il a fallut agréger les indicateurs pour évaluer chaque critère de chaque axe de performance. Pour ce faire, une caractérisation qualitative et normalisée a été proposée. Enfin, la méthode AHP a été retenue pour agréger les valeurs de performance.

A ce point du manuscrit, nous disposons de tous les éléments nécessaires pour caractériser l'état de l'entreprise et pour décliner les objectifs stratégiques du changement en état cible.

5 - FORMALISATION DE L'ETAT

5 - 1 - INTRODUCTION

L'état est un concept clé de notre démarche. Outre la nécessité de définir l'état courant et cible du changement, l'impact d'une méthode de changement sur la performance permet d'atteindre un nouvel état et, de proche en proche, autorise la construction de trajectoires d'évolution. Il est donc nécessaire de formaliser l'état.

A l'instar de [Malhene, 00], nous préconisons que l'état d'une entreprise soit caractérisé, dans l'absolu, par les valeurs, à un même instant, de tous les indicateurs de performance qui ont été identifiés. Ils sont, en effet, représentatifs à différents niveaux d'abstraction, selon différents axes et critères de performance, de l'évaluation du fonctionnement de l'entreprise. Cependant, en raison du nombre très important d'indicateurs de performance, nous restreindrons la définition de l'état aux seuls indicateurs que nous jugeons pertinents pour évaluer les trajectoires d'évolution de l'entreprise. Naturellement, les premiers indicateurs à intégrer sont ceux qui renseignent sur l'atteinte des objectifs stratégiques à l'origine du changement.

5 - 2 - DECLINAISON DES OBJECTIFS STRATEGIQUES EN INDICATEURS DE PERFORMANCE

Dans la littérature, plusieurs travaux ont proposé des démarches permettant de décliner les objectifs stratégiques en indicateurs de performance. Parmi ceux ci, on peut citer les « Balanced Scorecards » (BSC) [Kaplan, 98] et ECOGRAI [Doumeingts, 95]. Ces approches descendantes partent des objectifs stratégiques pour définir les indicateurs de performance à faire évoluer.

5 - 2 - 1 - Approches de déclinaison des objectifs stratégiques

A) Les Balanced Scorecards

La méthodologie des Balanced Scorecards a pour but d'élaborer des tableaux de bord pour accompagner et conduire un projet de changement. Elle repose sur l'analyse des objectifs stratégiques selon plusieurs axes : financiers, clients, processus et apprentissages organisationnels [Kaplan, 98]. Pour chaque axe, les objectifs stratégiques sont traduits par des indicateurs de haut niveau (indicateurs de résultats stratégiques). Une analyse basée sur les connaissances des experts permet d'identifier les actions à mener pour atteindre ces objectifs. Cette étude vient enrichir l'ensemble des indicateurs de résultat par d'autres indicateurs qui permettent de piloter les actions du changement.

Bien que l'intérêt des Balanced Scorecards soit vérifié en industrie par la construction des tableaux de bord cohérents et par la prise en compte de plusieurs axes de performance, cette méthode ne peut pas satisfaire nos attentes. En effet, d'une part le choix figé des axes n'est pas compatible avec nos axes et critères de performance. En effet, la structuration de en axe financier, processus internes, clients et apprentissage n'est pas ouverte et ne permet

pas d'intégrer nos choix d'axes et de critères de performance. D'autre part, les indicateurs identifiés grâce aux BSC sont soit de très haut niveau soit étroitement liés aux actions de changement à mener qui sont identifiées au moment de l'analyse des objectifs stratégiques. Or notre démarche n'a pas pour objectif d'identifier ces actions. Les Balanced Scorecards ne peuvent donc pas être retenus dans le cadre de notre démarche.

B) La méthode ECOGRAI

ECOGRAI est une méthode qui a pour but de proposer des tableaux de bord d'indicateurs de performance. Elle permet de constituer ces tableaux par :

a. Décomposition des objectifs stratégiques de l'entreprise suivant les niveaux décisionnels (tactiques et opérationnels) en utilisant la grille GRAI.

b. Recherche des variables d'action (de décision) qui permettent d'assurer le contrôle du système de production.

c. Identification des indicateurs de performance relatifs à ces couples (objectif, variables de décision).

d. Vérification de la cohérence du système d'indicateurs obtenu.

ECOGRAI présente l'avantage de déterminer un nombre limité d'indicateurs de performance. Elle garantit la cohérence des indicateurs et leur organisation hiérarchique en arbre étroitement liés aux niveaux décisionnels de l'entreprise. Cependant, nous ne cherchons pas, dans le cadre de nos travaux à redéfinir des indicateurs de performance déjà présents au sein du système d'indicateurs que nous avons construits.

Nous allons néanmoins nous inspirer de cette démarche en recherchant, dans le modèle SAGACE-CE, les processus qui sont impliqués par la décomposition des objectifs stratégiques. On définit alors des couples (Objectif, Processus) pour guider l'identification des indicateurs de performance mesurant l'atteinte de l'Objectif. Ces indicateurs appartiennent donc nécessairement à l'arbre caractérisant le Processus identifié.

C) Conclusion

Bien évidemment, comme les BSC et ECOGRAI, la décomposition des objectifs stratégiques nécessite une approche descendante pour les décliner en indicateurs de performance. A la différence des Balanced Scorecards, qui réalisent l'analyse des processus au travers des axes de performance figés nous devons disposer d'une démarche ouverte. Aussi, contrairement à ECOGRAI, nous disposons d'un système d'indicateurs de performance qui permet de contrôler le mécanisme de décomposition des objectifs stratégique. Le prochain paragraphe propose un algorithme de décomposition de ces objectifs stratégiques.

5 - 2 - 2 - Déclinaison des objectifs stratégiques en Indicateurs de performance cibles

Notre algorithme doit se détacher des méthodes de conduite de changement puisque leur identification est un des objectifs majeurs de la démarche de construction des trajectoires d'évolution. Il faut donc simplement guider l'identification des processus et des indicateurs qui doivent évoluer pour renseigner l'atteinte des objectifs stratégiques.

L'algorithme de déclinaison que l'on propose est illustré dans la Figure III.6.

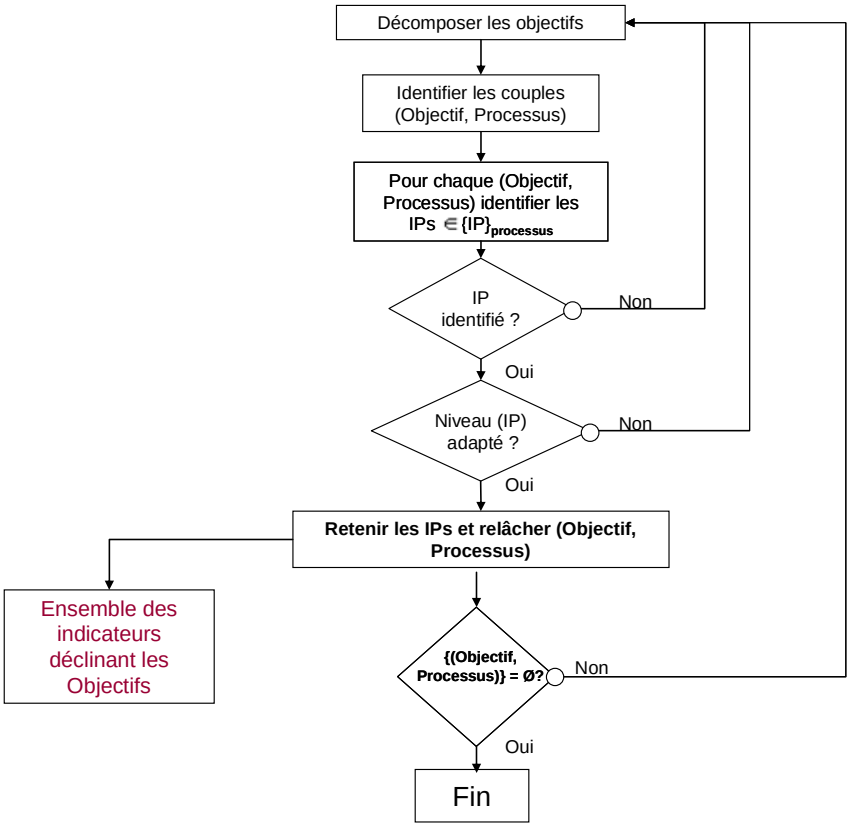


Figure III.6 : Formalisation de la déclinaison des objectifs stratégiques en indicateurs de performance.

Les objectifs stratégiques sont tout d'abord décomposés dans le point de vue mission du modèle de l'entreprise. Ensuite, pour chaque objectif, on identifie, les processus devant évoluer. Ainsi on obtient les couples (Objectif, Processus).

Pour chaque couple (Objectif, Processus), on explore l'arbre des indicateurs de performance relatif au Processus en question. Si on peut identifier, parmi les indicateurs de performance, ceux qui permettent d'une part, de renseigner sur l'atteinte de l'objectif et d'autre part, qu'ils relèvent tous d'un niveau de granularité jugé acceptable, on les retient et on les intègre dans l'ensemble des indicateurs qui déclinent les objectifs et, on relâche le couple (Objectif, Processus). Sinon, on décompose l'objectif et on réitère la recherche des indicateurs de performance (Figure III.6).

Ces étapes sont répétées jusqu'au relâchement total de tous les couples (Objectif, Processus).

A la fin de la déclinaison des objectifs stratégiques, nous disposons d'un ensemble d'indicateurs jugés pertinents pour mesurer l'atteinte des objectifs stratégiques. Ils sont à la base de la formalisation de l'état de l'entreprise.

5 - 3 - L'ETAT : QUELS INDICATEURS RETENIR POUR LA DESCRIPTION DE L'ETAT ?

La trajectoire d'évolution de l'entreprise permet de suivre les modifications d'états que subit cette dernière à la suite de l'application de méthode de changement. Il est donc logique de ne retenir dans la formalisation de l'état que l'ensemble des indicateurs de performance que l'on juge pertinents pour mesurer cette évolution. Aux indicateurs identifiés lors de la déclinaison des objectifs stratégiques, s'ajoutent ceux de Pilotage, d'Adaptation et d'Anticipation qui permettent de juger de façon synthétique de l'impact du changement sur un processus. Enfin, l'utilisateur doit avoir la possibilité d'adjoindre les indicateurs dont il souhaite en plus surveiller l'évolution.

L'état est alors formulé de la façon suivante :

Etat (Entreprise, T)= $\{ [(IP_{11}, \ldots, IP_{im})] \{[(Qua, Cou_1, Del_1) (Rea_1, Pro_1) (Sta_1, Red_1, Inn_1, Fle_1)];\ldots..;[\ldots (Stan_n, Red_n, Inn_n, Fle_n)]\}, [(IP, \ldots IP)_{\text{IP feuilles ajoutés}}], T \}$

$[(IP_{11}, \ldots, IP_{im})]$: les indicateurs qui déclinent les objectifs.

Avec:

IP_{ij} : l'indicateur de performance i relatif à l'objectif j.

(Qua_i : Qualité ; Cou_i: Coût; Del_i : Délai; Rea_i : réactivité; Pro_i : pro activité; Sta_i : Standardisation; Red_i : Redondance ; Inn_i : Innovation et Fle_i : Flexibilité) du Processus i.

T : instant T.

5 - 4 - ETAT INITIAL– ETAT FINAL

La construction des trajectoires d'évolution nécessite la caractérisation de ses deux états frontières.

D'une part, l'état initial qui est obtenu en évaluant chacun des indicateurs retenus dans la définition de l'état à partir du système d'indicateurs de performance.

L'état final de référence, ou état cible, ne nécessite l'évaluation que des seuls indicateurs qui ont été déclinés à partir des objectifs stratégiques. Les autres indicateurs sont optionnels et ne sont présents dans la formalisation que parce qu'ils sont jugés pertinents pour l'analyse d'une trajectoire d'évolution. Cependant l'évaluation des indicateurs obtenus par déclinaison des objectifs stratégiques reste une opération délicate à mettre en œuvre. D'une part, les objectifs imposés sont souvent formulés qualitativement. D'autre part, leur évaluation rigoureuse nécessite l'utilisation de techniques mathématiques élaborées de calcul d'inférence [Guillaume, 05]. Dans le cadre de ce travail, nous considèrerons que l'état cible est atteint si tous les indicateurs concernés ont atteint une valeur qualitative de niveau au moins satisfaisant qui correspond dans notre échelle de valeurs quantitatives à 0.5. Cette hypothèse simplificatrice constitue, pour le moment, une des limites de nos travaux de recherche.

Il faut encore remarquer que lors de la construction des trajectoires d'évolution, on retiendra comme solution, toute trajectoire dont l'état final satisfait ou dépasse l'état final de référence. C'est-à-dire si, pour cet état final, les valeurs des indicateurs déclinant les objectifs stratégiques sont tous supérieurs à 0.5.

6 - CONCLUSION

L'objectif de ce chapitre était de déterminer l'ensemble des indicateurs de performance pertinents pour la caractérisation de l'état de l'entreprise. Tout d'abord, en analysant les besoins de notre démarche de changement, nous avons montré qu'il est impératif de construire un système d'indicateurs couvrant tous les axes de performance de tous les processus de l'entreprise. L'analyse les démarches proposées dans la littérature par rapport à ce besoin nous a conduit à proposer notre propre démarche de construction de système d'indicateurs de performance.

Afin de formaliser et de caractériser l'état il a ensuite fallu sélectionner, parmi le grand nombre d'indicateurs ceux qui sont les plus pertinents pour suivre l'évolution de l'état. Ce dernier regroupe les indicateurs de haut niveau qui permettent de renseigner le niveau de performance des axes de performance des processus de l'entreprise et, les indicateurs obtenus par déclinaison des objectifs stratégiques et qui permettent donc de mesurer leurs atteintes.

Les décideurs peuvent aussi imposer des indicateurs de performance qu'ils souhaitent surveiller. L'ensemble de tous ces indicateurs caractérisent l'état qui sera évalué dans les trajectoires d'évolution de l'entreprise.

Dans le cadre de ce travail, la caractérisation de l'état cible du changement value tous les indicateurs retenus à partir des objectifs stratégiques imposés à un niveau au moins satisfaisant (≥ 0.5).

Ainsi nous disposons maintenant d'une formalisation de l'état qui permettra de construire les trajectoires d'évolution. Le chapitre suivant du manuscrit sera consacré à la construction de ces trajectoires.

Chapitre IV Construction des trajectoires d'evolution

1 - Introduction

Le projet de changement doit faire évoluer l'entreprise vers son état cible. Si il existe plusieurs alternatives d'évolution chacune d'elles constitue une trajectoire possible. Chaque trajectoire est caractérisée par l'ensemble de méthodes de changement déployées, par l'état final vers lequel elle amène l'entreprise, et par le coût et la durée de sa mise en œuvre. Le but de notre démarche est d'identifier les trajectoires possibles à mettre en œuvre et de doter les décideurs des moyens de comparaison pour les aider à faire leur choix.

Une trajectoire doit donc être structurée d'une manière cohérente en tenant compte des différentes contraintes de mise en œuvre induites par la réalité de l'entreprise et par les exigences des méthodes de changement.

Dans ce chapitre, nous détaillons la manière dont ces trajectoires ont été construites. Tout d'abord, nous commencerons par expliquer les concepts utilisés. Nous expliquerons ensuite, le méta modèle qui agence ces concepts et qui supporte les mécanismes de construction des trajectoires d'évolution.

2 - Les Concepts

Le projet de changement impacte les indicateurs par le biais des différentes méthodes de changement qu'il déploie. L'enchaînement de ces méthodes, par séquentialité et parallélisme, constituera les différentes phases des différentes trajectoires d'évolution. L'intégration d'une méthode de changement dans une trajectoire tient compte des contraintes induites par les caractéristiques de l'entreprise. Quand une méthode de changement est intégrée dans une phase de trajectoire, elle impacte un ensemble d'indicateurs. Les indicateurs de performance impactés par les méthodes déployées peuvent relever ou non de la définition de l'état. Néanmoins, il faut tenir compte de ces impacts car ils vont influencer les critères et les axes de performance des processus dont ils relèvent.

Nous retenons donc les concepts suivants : la méthode de changement, l'impact, les contraintes, la phase, la trajectoire et le projet de changement.

2 - 1 - LE CONCEPT METHODE

Une méthode de changement, lorsqu'elle est appliquée, fait évoluer l'état de l'entreprise en modifiant le fonctionnement des processus. Usuellement, les méthodes sont appelées des méthodes de gestion de production [Molet, 98]. Nous avons fait le choix de les appeler méthodes de changement parce que d'une part, elles ne sont pas intégrées dans le fonctionnement initial de la partie de l'entreprise où elles seront déployées et que, d'autre part, elles changeront tout ou partie des processus et, par conséquence impacteront l'état de l'entreprise.

2 - 2 - LE CONCEPT IMPACT

Le concept impact est relatif à chaque méthode de changement. Il représente l'effet de sa mise en œuvre sur l'ensemble des indicateurs de performance qu'elle influence. Chaque impact se caractérise par une valeur qualitative (allant de «très mauvais» à « très bon») et par un type relatif ou absolu. L'impact relatif vient ajouter la valeur qualitative de l'impact à la valeur antérieure de l'indicateur concerné. L'impact absolu force cette valeur à la valeur qualitative de l'impact.

Conformément au type d'impact défini (absolu ou relatif) la valeur des indicateurs feuilles sera modifiée selon les règles présentées dans le tableau IV.2.

Valeurs de l'impact		"- -"	"-"	"="	"+"	"+ +"		"- -"	"-"	"="	"+"	"+ +"
Valeurs initiales de l'indicateur	"- -"	"- -"	"- -"	"-"	"-"	"="		"- -"	"-"	"="	"+"	"+ +"
	"-"	"- -"	"-"	"-"	"="	"="		"- -"	"-"	"="	"+"	"+ +"
	"="	"-"	"-"	"="	"+"	"+"		"- -"	"-"	"="	"+"	"+ +"
	"+"	"="	"="	"+"	"+"	"+ +"		"- -"	"-"	"="	"+"	"+ +"
	"+ +"	"="	"+"	"+ +"	"+ +"	"+ +"		"- -"	"-"	"="	"+"	"+ +"
		Résultats si l'impact est relatif						Résultats si l'impact est absolu				

Tableau IV.1 : Impacts des méthodes opérationnelles de changement sur les indicateurs feuilles de performance

Une méthode de changement ne peut impacter une trajectoire d'évolution que si elle y est intégrée. Il faut donc tout d'abord vérifier qu'elle soit applicable dans le cadre de l'entreprise et que son déploiement reste cohérent avec les autres méthodes de la trajectoire concernée. Pour cela, nous utilisons le concept contrainte.

2 - 3 - LE CONCEPT CONTRAINTE

La réalité de l'entreprise à l'état initial impose un certain nombre de contraintes liées à son type d'organisation et de production qui rendent éligibles ou pas des méthodes de changement.

L'analyse de l'ensemble de ces contraintes, identifie les méthodes éligibles qui pourront être utilisées dans les trajectoires d'évolution de l'entreprise.

A ce type de contraintes, s'ajoutent celles qui permettent d'assurer la cohérence d'enchaînement de méthodes au sein d'une même trajectoire. Elles conduisent à la définition de contraintes de séquentialité et de parallélisme. Leur évaluation, dans chacun des états permet d'identifier les méthodes éligibles à partir de cet état particulier.

Entre deux états successifs, en fonction des contraintes, peuvent être déployées une ou plusieurs méthodes parallélisées. Ceci nous amène donc à définir le concept phase de trajectoires regroupant ces deux possibilités et permettant la succession des états dans une même trajectoire d'évolution.

2 - 4 - LE CONCEPT PHASE

Les trajectoires se caractérisent par des phases qui résultent de la mise en œuvre d'une ou de plusieurs méthodes. La phase représente, dans une trajectoire d'évolution, le passage d'un état vers l'état immédiatement suivant. De la même façon, si plusieurs méthodes sont parallélisées, la phase correspond à l'atteinte de l'état résultant de leur mise en œuvre simultanée. Une phase est caractérisée par ses coût et durée. Ils résultent de la somme des coûts des méthodes déployées dans la phase et de la durée de la méthode la plus lente parmi les parallélisées.

2 - 5 - LE CONCEPT TRAJECTOIRE D'EVOLUTION

La trajectoire d'évolution est une succession de phases qui caractérise le chemin d'évolution de l'entreprise qui mène de l'état initial vers un état final. Elle peut être une solution au projet du changement si son état final permet d'atteindre ou de dépasser l'état cible de référence du changement.

2 - 6 - LE CONCEPT PROJET DE CHANGEMENT

Le concept projet englobe la proposition et la conduite d'un ensemble d'activités successives et organisées dans le temps [GERAM, 08]. Dans le cadre de nos travaux, nous nous limiterons à la proposition des trajectoires d'évolution c'est-à-dire à l'identification des activités (méthodes de changement) à enchaîner pour atteindre l'objectif fixé. Une trajectoire de changement décrit donc un déroulement possible du projet de changement. La conduite du projet ne relève pas de notre problématique.

3 - LE META MODELE

Le méta modèle de la construction des trajectoires d'évolution est illustré par la Figure IV.1.

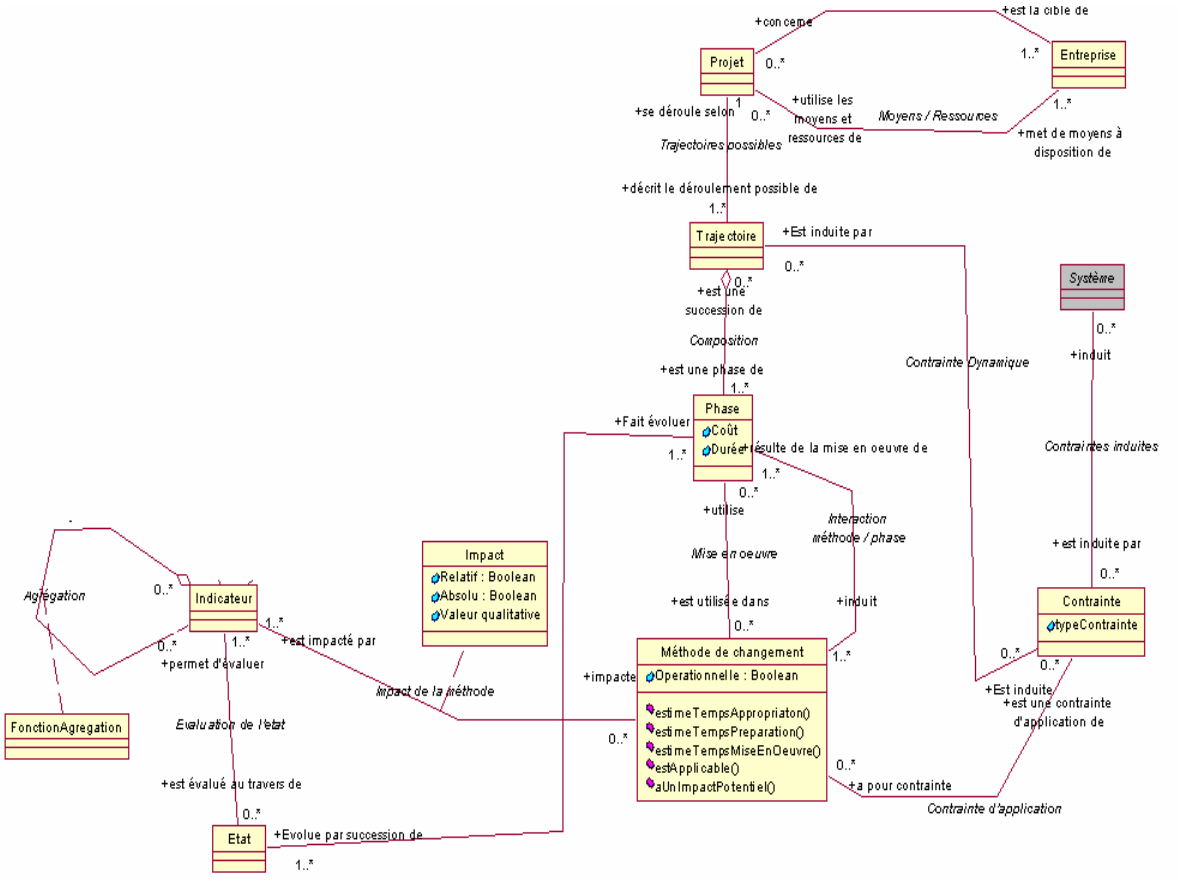


Figure IV.1 : Le méta modèle de la construction des Trajectoires de changement

Avec ce méta modèle, on achève l'explication du méta modèle unifié développé pour la démarche de changement. Nous consacrons le paragraphe suivant à l'analyse générique des méthodes de changement qui va permettre de définir les contraintes dynamiques de mise en œuvre et de formaliser l'impact des méthodes de changement.

4 - ANALYSE DES METHODES DE CHANGEMENT

Les méthodes de changement sont de nature très diverses. Dans le premier chapitre de ce manuscrit, on a distingué les méthodes opérationnelles, les méthodes structurées et les démarches de changement. Pour les analyser, déterminer leurs impacts, durées et coûts et, pour guider la formalisation des contraintes dynamiques d'éligibilité, il a fallut les conceptualiser.

4 - 1 - CONCEPTUALISATION D'UNE METHODE DE CHANGEMENT

Les méthodes de changement ont été conceptualisées à travers une vision tridimensionnelle de généricité, cycle de vie et impact (Figure IV.2) :

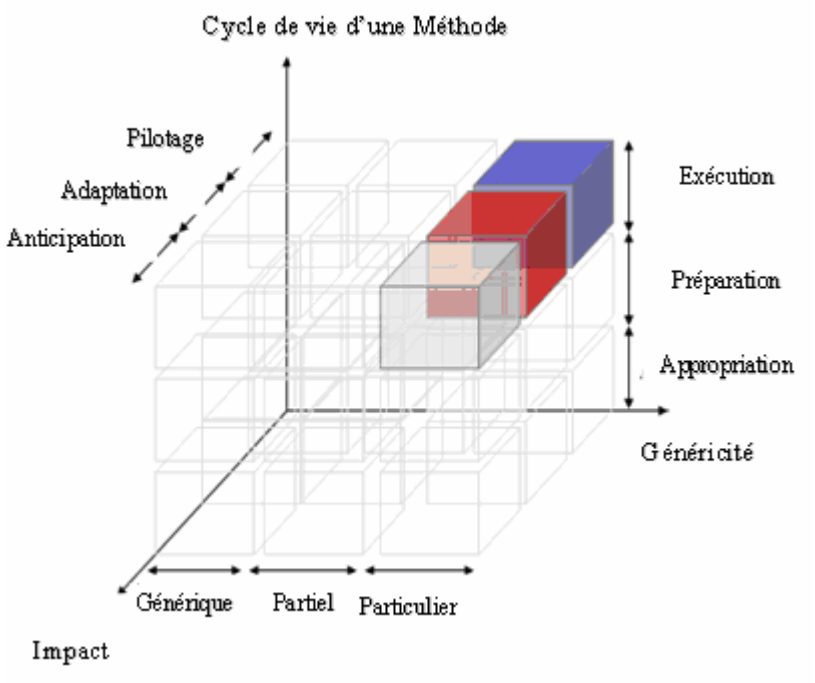


Figure IV.2 : Conceptualisation d'une méthode de changement

- La dimension généricité indique dans quel type d'entreprise et à quelle nature de production la méthode est la plus adaptée. Le niveau générique signifie une quasi indépendance : la méthode est applicable dans la majorité des cas. Les niveaux partiel et particulier dénotent au contraire des contraintes fortes sur l'utilisabilité de la méthode pour seulement certains types et natures de production et d'organisation.
- La dimension cycle de vie rend compte des différentes phases de déploiement d'une méthode allant de la phase d'appropriation (sous entendant formation, sensibilisation, éventuellement développement de chantiers de tests, de vitrines, etc.), à la phase d'exécution en passant par celle de préparation. Cette structuration est récursive puisque chacune de ces phases de déploiement pour une méthode donnée peut elle-même faire appel à une ou plusieurs autres méthodes (par exemple, une méthode de formation, de communication, etc.). L'estimation de la durée nécessaire à l'accomplissement des trois phases de chaque méthode opérationnelle permet de calculer la durée totale de sa mise en œuvre. En termes d'attributs, notons qu'une méthode possède en effet un attribut durée (Figure IV.1). En ce qui concerne les méthodes structurées, les démarches et les trajectoires d'évolution, leurs durées résultent des cumuls de l'enchaînement et de la parallélisation des méthodes opérationnelles qui les composent.
- La dimension impact traduit le potentiel d'une méthode pour modifier les indicateurs de pilotage, d'intégrité et de stabilité d'une entreprise.

La conceptualisation des méthodes de changement prépare l'identification des contraintes d'éligibilité. C'est le cas du cycle de vie qui induit une contrainte dynamique de séquentialité. En effet, pour veiller à la cohérence d'une trajectoire d'évolution, lors de la mise en œuvre d'une méthode structurée (ou d'une démarche), il faut éviter qu'une méthode opérationnelle

relevant de l'une de ces phases ne succède à une méthode relevant d'une autre phase antérieure. En bref, il faut respecter l'ordre des phases appropriation, préparation et exécution.

Après avoir expliqué la structuration de l'analyse des méthodes de changement, le paragraphe suivant explique la construction des trajectoires d'évolution en précisant les contraintes statiques et dynamiques identifiées.

5 - CONSTRUCTION DES TRAJECTOIRES D'EVOLUTION

Les trajectoires d'évolution sont construites à partir de l'enchaînement, par la séquentialité et le parallélisme, des méthodes de changement.

Une méthode de changement peut être soit éligible soit impossible à mettre en œuvre. Ils faut alors identifier les règles d'éligibilité des méthodes. Les conditions d'éligibilité dépendent de deux facteurs. D'une part, l'entreprise cible peut exclure la mise en œuvre de certaines méthodes et, d'autre part, la construction trajectoire d'évolution peut interdire d'intégrer, de paralléliser ou de séquencer un certain nombre de méthodes de changement en fonction de sa dynamique de construction.

Nous distinguerons deux types de règles d'éligibilité :

- Les règles statiques : les conditions devant être vérifiées sont fixes et liées à l'entreprise. Elles sont elles-mêmes subdivisées en deux catégories présentées plus loin.
- Les règles dynamiques : les conditions sont liées au projet d'évolution lui-même. Elles doivent donc être à nouveau vérifiées à chaque avancement du projet pour chaque trajectoire concernée.

5 - 1 - REGLES D'ELIGIBILITE STATIQUES

Nos travaux concernent uniquement les changements par amélioration continue. On exclue donc tout changement visant à changer les types d'organisation ou de production. L'organisation et la production peuvent, pour cause d'incompatibilité ou d'inutilité, interdire définitivement quelques méthodes de changement.

5 - 1 - 1 - Typologie Organisationnelle

Des problèmes de compatibilité de méthodes de changement avec le type de l'organisation de l'entreprise sont souvent constatés. Il est donc indispensable de délimiter le choix des méthodes à appliquer dans un projet de changement aux méthodes qui sont en adéquation et dont la mise en œuvre a un sens vis-à-vis du type d'organisation de l'entreprise. Commençons par énumérer les différents types d'organisation décrits dans la littérature [Mintzberg, 82].

A) Structure simple

Cette structure est peu élaborée et se limite à réunir un sommet stratégique, le plus souvent un unique dirigeant, et un centre opérationnel. Les décisions importantes sont généralement prises par le cadre dirigeant et la coordination des tâches est surtout réalisée par supervision directe. Ce type d'organisation interdit définitivement la mise en œuvre de toutes les méthodes nécessitant une flexibilité de la décision.

B) La bureaucratie mécaniste

Ce type de structure concerne généralement des entreprises de production de masse qui évoluent dans des environnements simples et stables.

C) La bureaucratie professionnelle

Ce type de structure s'adresse à des organisations évoluant dans des environnements complexes nécessitant le recours à des qualifications importantes et misant sur les compétences des opérateurs.

D) La structure divisionnalisée

Avec la structure divisionnalisée, l'organisation est décomposée en divisions couvrant chacune un marché bien distinct.

E) L'Adhocratie

Elle se caractérise par une forte spécialisation des tâches obtenue par un développement très fort de la formation.

Selon le type d'organisation, la mise en oeuvre de quelques méthodes est interdite. D'autres méthodes sont aussi inutiles pour certains type d'organisation soit parce que leur mise en œuvre n'apporte pas de changement, soit parce que leur effet et en contradiction avec le type de l'organisation. Le tableau suivant présente un exemple de méthodes de changement inutiles pour quelque type d'organisation.

Méthodes de changement	Structure simple	Bureaucratie mécaniste	Bureaucratie professionnelle	Structure divisionnalisée	Adhocratie
5S			Inutile		
Kaizen		Inutile			
6 Sigma	Interdite	Inutile			
J.A.T	Interdite	Inutile			
Formation					Inutile
A.M.D.E.C		Inutile			
Négociation avec le fournisseur				Inutile	

Tableau IV.2 : Méthodes de changement et type d'organisation

5 - 1 - 2 - Typologie de la production

Certaines méthodes sont non applicables dans une entreprise pour cause de non compatibilité avec le mode de production. Il existe quatre modes de production [Woodward, 65].

A) Production unitaire ou par projet

Le produit est généralement complexe, nécessite la coordination de plusieurs ressources devant intervenir simultanément ou séquentiellement afin de livrer au moment convenu.

B) Production continue

Elle correspond aux produits qui subissent des transformations en continu, par le biais d'opérations parfaitement synchronisées au niveau de leur temps opératoire.

C) Production de masse

Elle fait référence à une fabrication et/ou assemblage en très grandes quantités, mais avec très peu de variantes. Les ressources de production (hommes et machines) sont donc fortement spécialisées et dédiées à des tâches précises.

D) Production en petites ou en moyennes séries

Les produits sont "personnalisables" en fonction des besoins du client : produits de base avec possibilité d'options ou variantes. Les ressources de production sont très polyvalentes, flexibles, capables de passer rapidement d'une production à une autre.

Tout comme pour la typologie organisationnelle, la structure de production limite le nombre de méthodes de changement éligibles. Certaines sont interdites d'autres sont inutiles :

Méthodes de changement	**Unitaire**	**Continue**	**Masse**	**Production en petite/moyenne séries**
Augmenter production des nouveaux produits	Interdite			
Formation			Inutile	
Mettre en place un ERP		Inutile		
Kanban		Inutile		

Tableau IV.3 : Méthodes de changement et type de production

Après avoir détaillé les contraintes d'éligibilité statiques, nous passons aux règles dynamiques liées aux conditions de séquentialité et de parallélisme entre méthodes au sein d'une même trajectoire d'évolution.

5 - 2 - LES REGLES D'ELIGIBILITE DYNAMIQUES

Les règles dynamiques traduisent la possibilité d'appliquer une méthode au cours de la construction d'une trajectoire d'évolution. Elles sont établies en fonction des méthodes déjà utilisées et de celles pouvant l'être en même temps. En plus des objectifs à atteindre, l'entreprise doit être en mesure de mettre à disposition les ressources nécessaires à la mise en œuvre des méthodes. Ainsi, à chaque état courant d'un projet global de changement, plusieurs méthodes sont éligibles.

Dans la suite, sont détaillées les différentes règles qui permettent de définir les méthodes non éligibles dynamiquement : ce sont les règles liées aux conditions de déploiement (séquentialité et parallélisme) de méthode de changement.

5 - 2 - 1 - Règles de séquentialité

Quatre règles liées aux conditions de séquentialité entre méthodes ont été identifiées :

A) Règle S1 : Réutilisation des méthodes

Une méthode de changement utilisée précédemment dans une trajectoire de changement ne peut être réappliquée. En effet, une fois mise en place, une méthode fait partie du fonctionnement habituel de l'entreprise et n'est plus de l'essor du changement.

Règle S1 -

Au sein d'une trajectoire d'évolution, si Mi est déjà utilisée alors Mi n'est plus éligible

B) Règle S2 : Généricité des Méthodes

Une méthode structurée ou une démarche ne peut succéder à l'une des sous méthodes potentiellement applicables faisant partie de son cycle de vie.

Règle S2 –

Au sein d'une trajectoire d'évolution, si Mi $\in$ {méthodes formant Mj} et Mj est déjà appliquée alors Mi ne peut succéder à Mj

C) Règle S3 : Cycle de vie de méthode

Le cycle de vie appropriation, préparation et exécution doit être respecté dans une trajectoire d'évolution.

Règle S3 – Au sein d'une trajectoire d'évolution :

Si Mi $\in$ {appropriation de Mj} et $M_k \in$ {préparation Mj} et si M_k est déjà appliquée alors Mi ne peut pas succéder à M_k.

Si Mi $\in$ {préparation de Mj} et $M_k \in$ {mise en oeuvre Mj} et si M_k est déjà appliquée alors Mi ne peut pas succéder à Mk.

Si Mi $\in$ {exécution de Mj} et $M_k \in$ {mise en oeuvre Mj} et si M_k est déjà appliquée alors Mi ne peut pas succéder à Mk.

5 - 2 - 2 - Règles régissant le parallélisme entre méthodes.

La mise en parallèle de méthodes de changement permet la réduction du temps d'application du projet de changement. Il est donc nécessaire de déterminer les contraintes qui permettent d'appliquer ces méthodes en parallèle.

A) Règle P1 : Une méthode ne se parallélise pas avec elle même

A l'instar de la première règle de séquentialité des méthodes, il n'est pas possible d'auto paralléliser une méthode avec elle-même car elle ne peut-être appliquée qu'une seule fois dans une trajectoire d'évolution.

Règle P1 : Mi ne peut pas être mise en œuvre en parallèle avec elle-même

B) Règle P 2 : compatibilités d'application

Deux méthodes ne peuvent être parallélisées si elles impactent, ou utilisent les mêmes ressources.

Règle P2 : compatibilité d'application : Si {Ressources utilisées par Mi} $\cap$ {Ressources utilisées par Mj} $\neq \emptyset$ alors Mi et Mj ne peuvent pas être mises en œuvre en parallèle.

5 - 3 - CONCLUSION

Rappelons d'abord comment sont construits les trajectoires d'évolution des entreprises. La liste des méthodes éligibles dynamiquement et initialisée en fonction de l'entreprise et de ses objectifs. Ensuite, dans le cadre de la construction de chaque trajectoire, et récursivement après le choix de la mise en œuvre de chaque méthode, les méthodes éligibles sont identifiées. On atteint la fin de la trajectoire d'évolution lorsque on ne dispose plus de méthodes éligibles.

Cette logique de construction des trajectoires d'évolution permet de trouver des trajectoires qui ne sont pas facilement identifiables à l'avance. C'est là tout l'intérêt de la démarche : trouver des solutions non prévisibles et les évaluer pour aider le décideur à choisir une trajectoire à déployer. Voyons maintenant comment sont évaluées les trajectoires de changement ainsi construites.

6 - CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons expliqué le mode de construction des trajectoires d'évolution. Tout d'abord une analyse des méthodes de changement a conduit à leur conceptualisation. Celle-ci se décline en trois dimensions : impact, cycle de vie et généricité. Cette caractérisation est complétée par une expertise permettant d'estimer la durée et le coût de la mise en œuvre de chaque méthode opérationnelle.

Toutes les méthodes ne sont pas éligibles pour être déployées dans une trajectoire d'évolution. Les contraintes d'exclusion de méthodes dépendent d'une part du type

d’organisation et de production de l’entreprise. Elles constituent donc des contraintes statiques qui excluent définitivement des méthodes de toutes les trajectoires d’évolution. Et, d’autre part des contraintes dynamiques permettant d’assurer la cohérence des trajectoires de changement et qui interdisent l’intégration ou la parallélisation de méthodes à partir d’un état donné.

La caractérisation des trajectoires découle directement des méthodes de changement. En effet, l’estimation, phase par phase, de l’état est le résultat direct de l’impact des méthodes déployées. Aussi l’estimation des coûts et des durées de mise en œuvre d’une trajectoire résultent de l’accumulation de celles des méthodes qu’elle intègre. Ainsi, une trajectoire d’évolution constitue une solution pour le projet de changement souhaité si l’état résultant de sa dernière phase amène l’entreprise vers un état équivalent ou meilleur que l’état cible fixé et si son coût et sa durée de mise en œuvre ne dépassent pas respectivement le budget réservé et l’horizon stratégique du changement.

Les étapes de la démarche globale de construction des trajectoires d’évolution ayant été développées, le dernier chapitre va maintenant permettre de les illustrer sur un exemple didactique d’entreprise manufacturière.

Chapitre V DEVELOPPEMENT ET MISE EN ŒUVRE DE LA DEMARCHE DU CHANGEMENT

1 - INTRODUCTION

La démarche de construction de trajectoires d'évolution proposée dans le cadre de nos travaux a été outillée et appliquée à un exemple didactique d'entreprise manufacturière.

Après une présentation générale de l'entreprise, ce chapitre balaye l'ensemble du travail que nous venons d'exposer.

Dans un premier temps, après avoir résumé la logique d'implémentation de notre démarche, nous montrons comment les concepts, les modèles et les propositions présentés antérieurement permettent de décrire l'entreprise, de construire son système d'indicateurs de performance, de décliner des objectifs stratégiques en état cible et de représenter des méthodes de changement.

Dans un second temps, l'outil logiciel en charge de la construction des trajectoires d'évolution est rapidement présenté ainsi que les structures de données associées

Enfin, l'application de notre démarche à la société SCR permettra de discuter des apports et limites de notre travail.

2 - PRESENTATION DE L'ENTREPRISE MANUFACTURIERE

Le cas d'étude didactique considéré est une 'entreprise manufacturière de production de roulements : la société SCR (Société de Conception et de production de Roulements).

Elle produit huit types des roulements standards normalisés (Tableau V.1) et deux types de roulements spéciaux uniquement produits sur commande. Parmi ces derniers on distingue ceux qui contiennent des capteurs et qui sont produits en petites séries de ceux qui sont conçus et développés conformément aux attentes des clients.

Les roulements à billes	Les roulements à rouleaux
les roulements à billes avec joints et avec bagues	les roulements à rouleaux avec joints et avec bagues
les roulements à billes avec joints et avec brides	les roulements à rouleaux sans joints et avec bagues
les roulements à billes sans joints et avec bagues	les roulements à rouleaux avec joints et avec brides
les roulements à billes sans joints et avec brides	les roulements à rouleaux sans joints et avec brides

Tableau V.1 : Les produits standards de SCR

Employant environ 200 personnes, SCR est répartie sur trois sites :

- Le siège social (site A) est composé d'un bureau d'études et de locaux administratifs. Ce site assure le pilotage de production des deux autres sites et la gestion globale des ressources humaines.
- Le premier site de production (site B) est situé à 50 km du siège social. Il est dédié à l'usinage, à l'assemblage et au conditionnement de tous les produits.
- Le deuxième site de production (site C) est situé à 90 km du siège social et à 45 km du site B. Il est dédié au forgeage et à l'usinage des brides uniquement.

Le site B est l'acteur principal de la production de roulements. Les produits standards représentant 60% de la production de ce site soit 45 000 roulements par mois. Les produits spéciaux représentent 40% de la production soit environ 29 000 roulements par mois.

3 - IMPLEMENTATION DE LA DEMARCHE

La démarche de construction des trajectoires d'évolution a été implémentée en utilisant différents outils (Figure V.1).

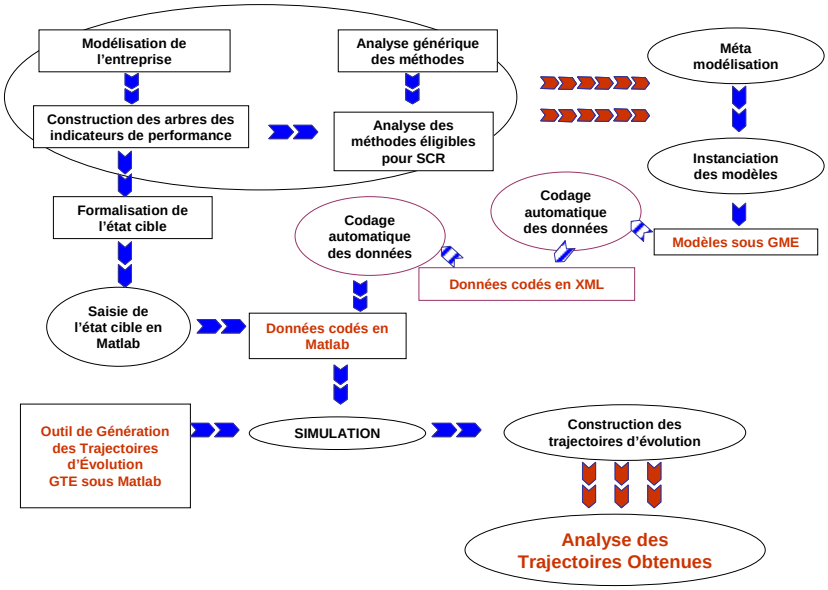


Figure V.1 : Implémentation de la démarche

La méta modélisation, à l'aide du logiciel GME (Generalized Modelling Environnment) [GME, 08], des concepts et modèles nécessaires au déploiement de notre démarche a permis d'obtenir rapidement et avec beaucoup de flexibilité un ensemble d'interfaces graphiques permettant : une modélisation aisée des points de vue décrivant une entreprise, une construction assistée du système d'indicateurs de performance associé, un accompagnement du processus de décomposition des objectifs stratégiques vers l'état cible du changement, de simplifier la description des méthodes et des contraintes associées.

Le nombre de méthodes à prendre en compte, le volume d'informations nécessaires pour caractériser l'entreprise et son système d'indicateurs impose le développement d'un prototype logiciel permettant d'assister l'utilisateur dans son choix des trajectoires d'évolution. Ce logiciel de Génération de Trajectoires d'Evolution (GTE) a été développé sous Matlab car cet outil, au langage de programmation proche du langage C, permet un développement aisé et rapide d'interfaces et dispose de fonctionnalités très performantes de construction de graphiques.

L'état cible formalisé est saisi dans GTE en choisissant, parmi les indicateurs de l'entreprise, ceux qui doivent être impactés ou surveillés tout en spécifiant leurs valeurs souhaitées. Les trajectoires sont construites par simulation. L'interface de l'outil visualise les trajectoires obtenues.

La suite de ce chapitre présente donc le déploiement de la démarche proposée sur l'entreprise SCR.

3 - 1 - MODELISATION DE L'ENTREPRISE

La première étape de la démarche consiste à modéliser l'entreprise. Seule la Mission est exposée ici. Pour plus d'informations, d'autres modèles de points de vue sont présentés en Annexe A.

Mission de SCR

Le point de vue Mission de SCR se décline à travers un ensemble d'objectifs regroupant ceux relatifs à son fonctionnement habituel et ceux qui sont à l'origine du besoin de changement dans l'entreprise.

La Figure V.2 illustre une partie de la mission de SCR qui ne nécessite pas d'évolution pour être satisfaite.

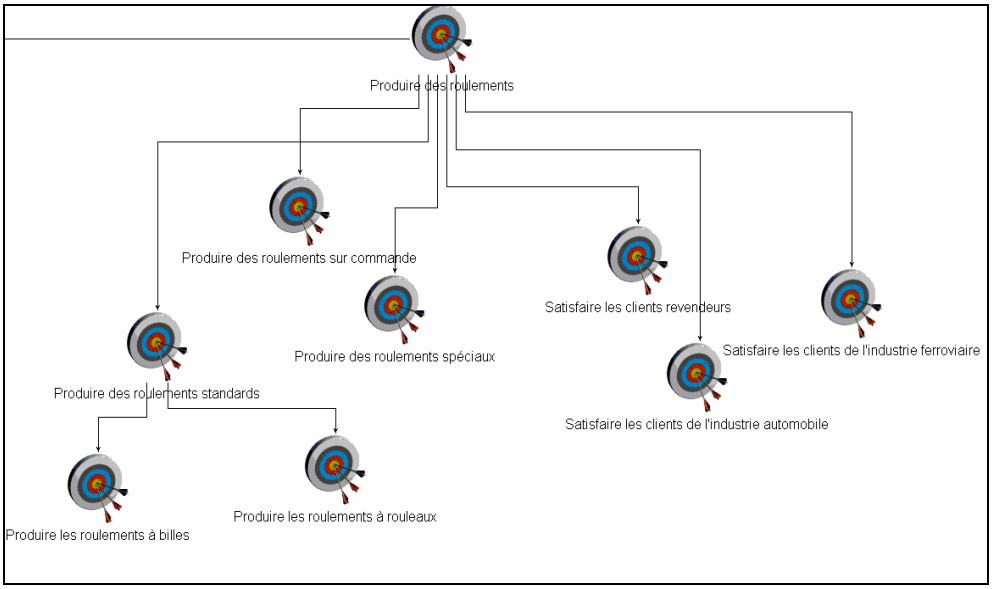


Figure V.2 : Partie satisfaite de la mission de SCR

La fonction principale de la société consiste produire des roulements et à satisfaire ses clients.

Supposons maintenant que face à la concurrence, l'équipe managériale ait fixé de nouveaux objectifs stratégiques pour maintenir l'activité de l'entreprise. Ces objectifs, qui doivent être atteint en cinq années au plus, adressent les trois buts suivants (Figure V.3) :

- **Objectif 1 :** Diminuer la forte dépendance de l'entreprise vis-à-vis des clients demandeurs de produits standards. Cette dépendance rend l'entreprise vulnérable à une désaffection de ces derniers. SCR doit donc augmenter sa production de roulements sur commande tout en décrochant des contrats avec des nouveaux clients.
- **Objectif 2 :** Donner plus d'autonomie décisionnelle au site B en lui permettant de planifier en interne sa production. Cela doit lui permettre de réduire les délais de fabrication et de diminuer ses stocks qui représentent une part importante des coûts de production chez SCR.
- **Objectif 3 :** Réduire les délais de production en améliorant l'adéquation des performances des ressources aux exigences de la production.

Ces trois objectifs devront être atteints sur un horizon de cinq années et le budget alloué à leur atteinte ne doit pas dépasser 100 KE. Ces données sont imposées par l'équipe dirigeante de SCR.

Un des critères d'évaluation des trajectoires d'évolution sera donc de ne pas dépasser ces limites budgétaire et temporaires.

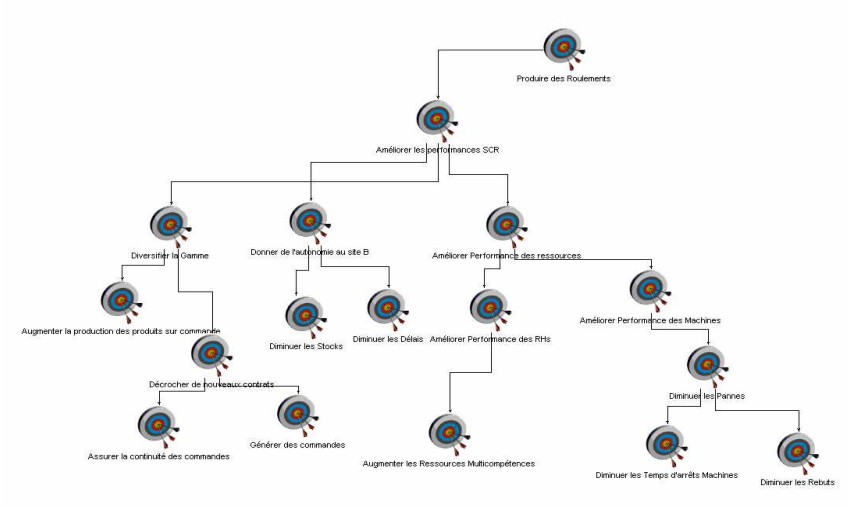


Figure V.3 : Les objectifs stratégiques déclencheurs du changement chez SCR

Les objectifs cités ci-dessus (Figure V.3) représentent l'évolution attendue de la mission de SCR.

Pour donner des solutions de changement, il faut impérativement commencer par analyser les moyens et les modes de fonctionnement de SCR. Cette analyse passe par la description des vues structurelles et comportementales de l'entreprise. Une représentation de ses modèles est fournie en annexe A.

3 - 2 - LA CARACTERISATION DE L'ENTREPRISE

Le système d'indicateurs est une des pierres angulaires de notre démarche puisqu'il permet une représentation de la performance de l'entreprise pour en extraire une évaluation de l'état, qu'il contrôle la décomposition des objectifs stratégiques et enfin qu'il est impacté par les méthodes de changement.

Dans la suite, nous présentons l'application de la démarche proposée de construction du système d'indicateurs de performance sur le seul processus de maintenance qui, comme nous le verrons dans la suite, est l'un des processus impliqués par les objectifs stratégiques. D'autres extraits d'arbres d'indicateurs sont présentés dans l'Annexe B.

Construction du système d'indicateurs du processus de maintenance

Le processus de Maintenance est concerné par les objectifs 2 et 3 de SCR. En effet, l'amélioration du processus de maintenance permettra de réduire les délais engendrés par les pannes et les temps d'arrêt des machines. Dans SCR le processus de maintenance concerne l'entretien de 17 machines. A l'exception des deux machines de rectification des brides qui sont sur le site C, toutes les machines sont dans l'usine du site B. Pour les machines à commande numérique, certaines machines de rectification de brides et certaines machines automatiques, SCR dispose d'un contrat garantissant l'intervention sous 48h d'un prestataire extérieur pour toute opération de maintenance. Pour toutes les autres machines trois techniciens sont formés pour assurer les dépannages mineurs au quotidien. En cas de panne grave, l'entreprise fait appel aux services d'une société externe non contractualisée. A ce jour, SCR ne dispose d'aucun moyen de gestion de maintenance préventive.

Pour caractériser les performances d'un processus, il faut identifier, pour chaque axe et critère de performance l'impact de chaque inducteur de performance relevant des 5M sur la performance. Par exemple, pour le critère coût de l'axe de performance Pilotage du processus de maintenance, les 5M ont les impacts illustrés par la Figure V.4.

Les poids retenus montre que le coût total de maintenance ne proviendrait qu'à seulement 20% des machines. Relativement à ces dernières le coût serait induit à 60% par le taux de pannes des machines, à 30% par le temps d'arrêt pour la maintenance et à 10% par l'adéquation correcte de la maintenance préventive (Figure V.4). Ces poids sont obtenus en appliquant la méthode AHP après entretiens auprès d'experts. Au final l'impact du taux pannes machine sur le coût est donc de (0.2 * 0.6) = 12 %.

On obtient ainsi l'ensemble des impacts pondérés des inducteurs de performance sur le coût du processus de maintenance.

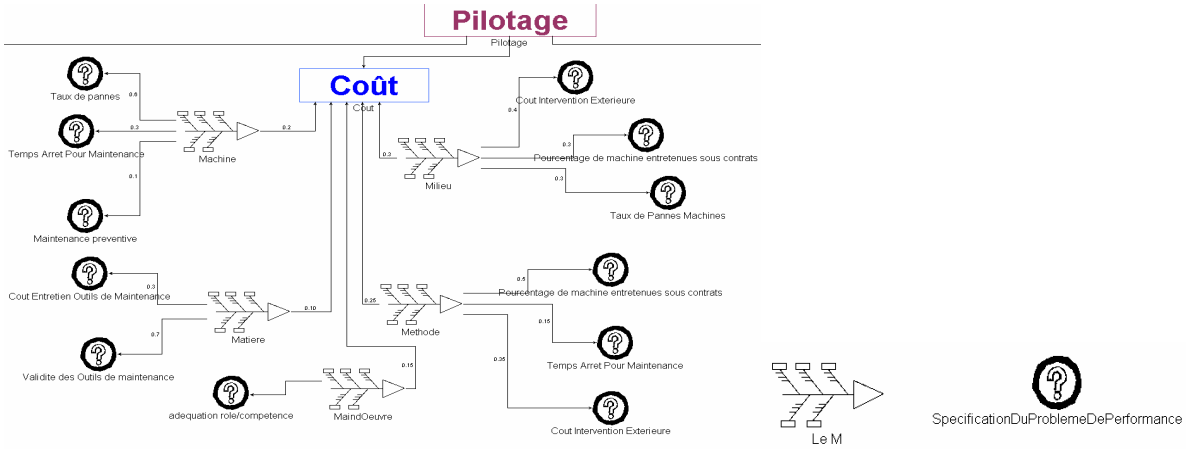


Figure V.4 : Impact des 5M sur le coût du processus de performance:

En associant, à chaque impact les indicateurs de performance qui permettent de rendre compte des effets de ces inducteurs de performance, on obtient l'arbre d'indicateurs correspondant. Par exemple, pour le taux de pannes, on obtient l'arbre suivant:

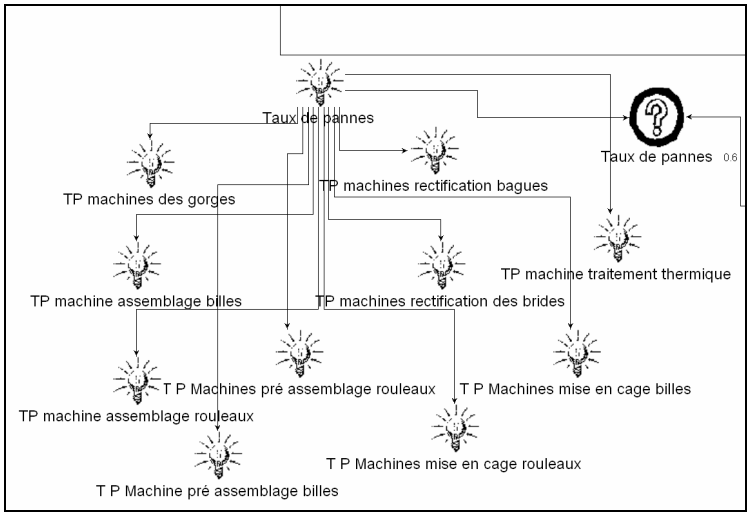


Figure V.5 : Arborescence d'indicateurs à partir de l'impact d'un inducteur de performance

Le taux de pannes peut être suivi en établissant les Taux de Pannes (TP) de chaque machine (Figure V.5). Les poids de chaque sous indicateur est obtenu en balayant l'ensemble des scénarios de production et en comparant un à un les taux d'utilisation, le temps d'ouverture et la disponibilité de chaque machine.

En appliquant la même démarche pour les autres impacts des inducteurs de performance, on obtient l'arbre des indicateurs qui influencent le coût du processus de la maintenance (Figure V.6).

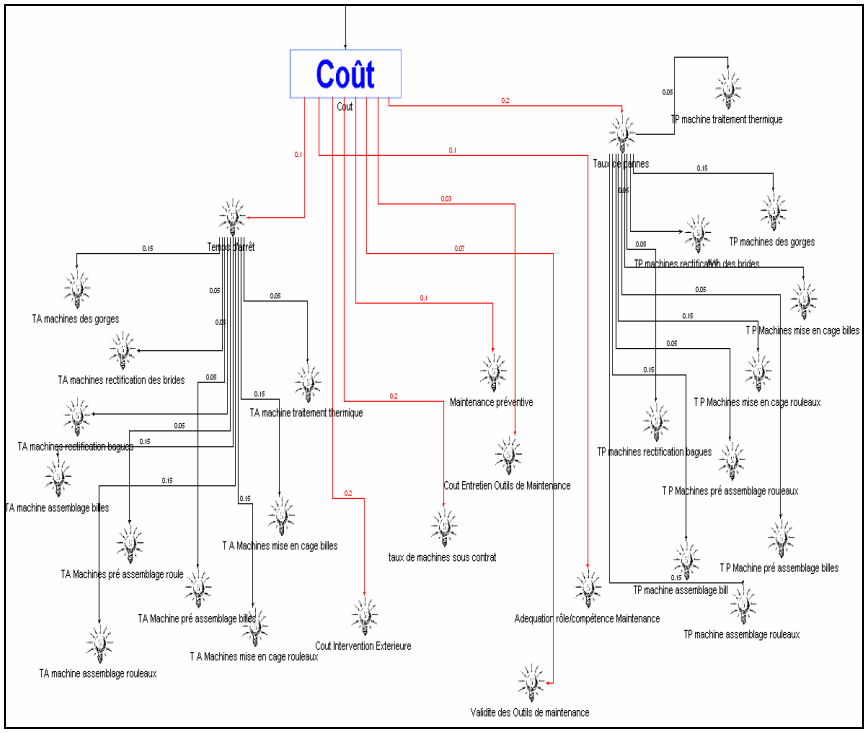


Figure V.6 : Arbre d'indicateurs influençant le coût du processus de la maintenance

L'établissement du système d'indicateurs de performance des processus de l'entreprise est indispensable à la détermination de l'état de l'entreprise. Ce dernier n'étant constitué que d'un sous-ensemble réduit et pertinent des indicateurs pour un objectif stratégique donné.

Nous allons donc abordé, dans le paragraphe suivant, la déclinaison des objectifs stratégiques en indicateurs de performance et la caractérisation de l'état de l'entreprise SCR.

3 - 3 - L'ENSEMBLE DES INDICATEURS PERMETTANT DE SUIVRE L'EVOLUTION DE L'ETAT DE SCR

Les objectifs stratégiques donnés par la Direction de SCR doivent être au préalable décomposés avant d'être associé aux indicateurs. La Figure V.7 illustre ce travail de décomposition.

Pour des raisons de visibilité, elle ne présente que quelques uns des indicateurs de performance identifiés pour les objectifs stratégiques définis.

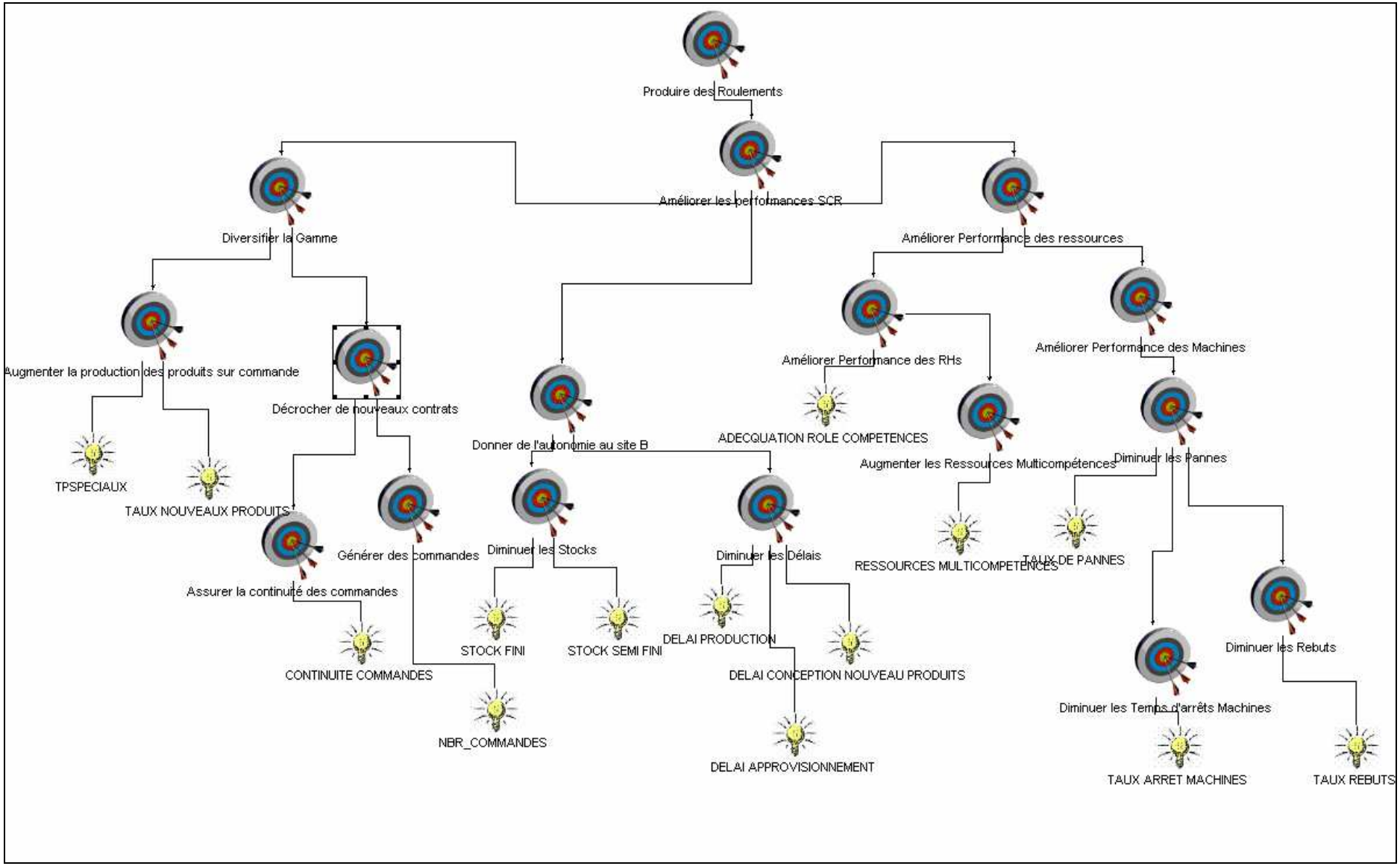


Figure V.7 : Déclinaison des objectifs stratégiques

Au total, la déclinaison des objectifs stratégiques nous a amené à identifier 64 indicateurs de performance (Tableau V.2) :

Indicateurs de performance	**Objectif 1**	**Objectif 2**	**Objectif 3**
Taux de produits spéciaux	×		
Taux nouveaux produits	×		
Continuité des commandes	×		
Stocks des produits finis (8 indicateurs)		×	
Stocks des produits semi finis (8 indicateurs)		×	
Délai de production (8 indicateurs)		×	
Délai de conception des nouveaux produits		×	
Délai approvisionnement (6 indicateurs)		×	
Flexibilité approvisionnement (6 indicateurs)		×	
Adéquation Rôle/Compétences Production			×
Adéquation Rôle/Compétences Conception nouveaux produits			×
Ressources Multi compétences Production			×
Ressources Multi compétences Conception nouveaux produits			×
Taux de pannes (4 indicateurs)		×	×
Temps d'arrêts Machines (4 indicateurs)		×	×
Temps de changement d'outils (4 indicateurs)		×	
Taux Rebus (8 indicateurs)			×
Nombre d'indicateurs par Objectif	**3**	**49**	**20**
Nombre total d'indicateurs déclinant les objectifs = 64			

Tableau V.2 : Les indicateurs déclinant les objectifs stratégiques

Comme nous l'avons déjà précisé, à ces 64 indicateurs, s'ajoutent, si nécessaire, l'ensemble des critères et des axes de performance de tous les processus et les indicateurs jugés pertinents pour évaluer les trajectoires. A la lecture de la table V.2, on peut constater que la dimension d'un état peut rapidement devenir très importante puisque par exemple, l'objectif stratégique 2 se décline déjà en une cinquantaine d'indicateurs de performance.

Rappelons ici que pour la définition de l'état cible, tous les indicateurs relevant d'un objectif stratégique doivent atteindre une valeur supérieure ou égale à 0.5 pour être satisfait.

3 - 4 - ETUDE DES METHODES DE CHANGEMENT

Dans le cadre de nos travaux nous avons analysé 33 méthodes de changement. Leurs instanciations pour SCR ont donné lieu à 80 méthodes de changement. Ce nombre important résulte de la duplication de quelques méthodes selon plusieurs instances. En exemple, on peut citer la formation qui s'est dupliquée en formation pour la production, formation pour la maintenance et formation R&D pour la conception des nouveaux produits.

Le tableau suivant énumère les méthodes analysées au niveau générique et précise le nombre d'instances de méthodes spécifiques à SCR qui en découle.

Méthode générique	Nombre d'instances correspondantes
Formation	3
Motivation Personnel	2
Négociation avec les Fournisseurs	4
Réduction des gaspillages matières	2
Renforcer contrôle qualité matières	4
Réglage Machine	1
AMDEC	5
Amélioration de l'Information vers les opérateurs	3
Mise en place d'un GPAO	1
SMED	7
KANBAN	3
PDCA	3
Poke Yoke	3
5 S	1

JIT	3
Collecte d'informations	1
Analyse des données	1
PUB	1
Augmenter production	3
Améliorer l'organisation du travail	3
6 Sigma	1
Adjoindre une aide	5
KAIZEN	1
Lean Manufacturing	1
Mener une politique de Sanctions	3
MRP	3
Toyota Production System	1
Total Productive Maintenance	1
Recrutement	3
Sous traitance	2
Renouveler machines	3
TQM	1
Recyclage des rebuts	1
Nombre total des méthodes = 80	

Tableau V.3 : Analyse de l'impact des méthodes de changement

L'analyse des impacts des méthodes de changement a été réalisée en utilisant le support graphique développé sous GME. Chaque méthode a fait tout d'abord l'objet d'un travail générique indépendant de toutes entreprise cible. Ensuite, les méthodes de changement qui sont compatibles avec le type d'organisation et de production de SCR ont été instanciées en fonction de l'entreprise. Ceci nous a permis, en se basant sur les arbres d'indicateurs de performance, de caractériser les effets des méthodes éligibles sur les performances de SCR.

L'outil développé sous GME facilite cette expertise en mettant à disposition tous les indicateurs de performance définis pour l'entreprise cible. Ce travail d'analyse est présentée ici sur la méthode SMED (Figure V.8 et V.9).

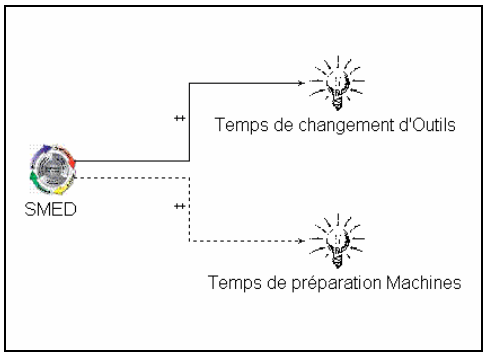


Figure V.8 : Impact générique de la méthode SMED

Le Single Minute Exchange of Die (SMED) repose sur une révision des temps de changement de fabrication elle vise à minimiser les durées d'adaptation des machines aux modifications des produits confectionnés.

Cette méthode optimise les temps de préparation des machines et les temps de changement d'outils (Figure V.8).

Chez SCR, les changements d'outils provoquent des arrêts de production dans les site B et C. Ces arrêts ralentissent les délais de production et augmente le stock des produits semi finis en attente de confection. Etant donné que SCR veut réduire ses délais de fabrication, la mise en œuvre du SMED peut être intéressante et serait à même de faire évoluer l'entreprise dans le sens de ses objectifs.

A partir du modèle de l'entreprise, on a pu identifier 7 instanciations de la méthode SMED qui correspondent à des processus/ procédés de SCR. Parmi ces instances, on peut citer le SMED pour l'usinage des Brides dans le site C. Cette instance impactera les indicateurs suivants :

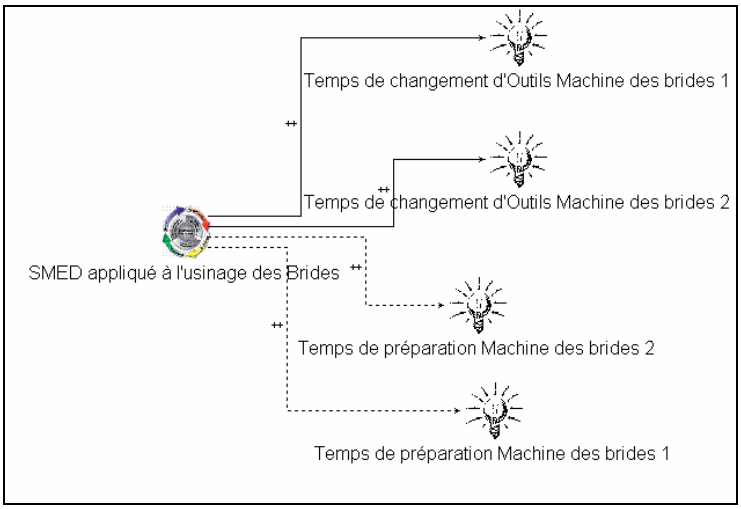


Figure V.9 : SMED appliqué à l'usinage des brides du site C de SCR

Toutes les données nécessaires à la construction des trajectoires d'évolution étant maintenant disponibles, nous allons présenter le logiciel de Génération de Trajectoires d'Entreprise qui a été développé.

3 - 5 - PRESENTATION DE L'OUTIL DE GENERATION DES TRAJECTOIRES D'EVOLUTION : GTE

Le logiciel GTE fait appel à plusieurs bases de données et utilise un environnement graphique facilitant la définition de l'état cible, le contrôle de la construction des trajectoires et l'analyse de ces dernières. Il représente approximativement **70 000** lignes de code C-Matlab. Ce paragraphe le présente rapidement à travers quelques points significatifs.

3 - 5 - 1 - Le système d'indicateurs de performance

Parmi toutes les données de l'entreprise utilisées, nous présentons ici le système d'indicateurs de performance de SCR qui compte 170 indicateurs. Un extrait du code permettant de le représenter est décrit dans la Figure V-10.

```
%ADAPTATION : REACTIVITE Processus Approvisionnement
DONNEES_ENTREPRISE(1,2,2,1)= {[1 1 0 0 0 0 0 0
                               0 0 .1 .2 .1 .15 .15 .3
                               0 0 0 0 0 0 0 0
                               0 0 0 0 0 0 0 0
                               0 0 0 0 0 0 0 0
                               0 0 0 0 0 0 0 0
                               0 0 0 0 0 0 0 0
                               0 0 0 0 0 0 0 0]};

DONNEES_ENTREPRISE(1,2,2,2)= {{'Reactivite approvisionnement';
                               'DelaiLivraisonMP';
                               'DelaiLivraisonMecaninflo';
                               'DelaiLivraisonECMU';
                               'DelaiLivraisonPrecilacier';
                               'DelaiLivraisonTissian';
                               'DelaiLivraisonPlastNimes';
                               'DelaiLivraisonWhealSA';}};

DONNEES_ENTREPRISE(1,2,2,3)= {{'DelaiLivraisonMecaninflo';
                               'DelaiLivraisonECMU';
                               'DelaiLivraisonPrecilacier';
                               'DelaiLivraisonTissian';
                               'DelaiLivraisonPlastNimes';
                               'DelaiLivraisonWhealSA';}};


DONNEES_ENTREPRISE(1,2,2,4)= {[.2 .2 .2 .2 .2 .2 ]};
```

Figure V.10 : Extrait du système d'indicateurs de performance

Dans Matlab la plupart des données sont mémorisées dans des matrices. Les arbres du systèmes d'indicateurs constituent une matrice unique (DONNEES_ENTREPRISE) possédant 4 dimensions (indices). Le premier indice identifie le processus (1 : processus d'approvisionnement, 2 : processus de fabrication, etc.), le deuxième détermine l'axe de performance considéré (1 : pilotage, 2 : adaptation, 3 : anticipation), le troisième précise le critère décrit de l'axe (pour l'adaptation 1 : proactivité et 2 : réactivité) enfin le dernier précise le type de données renseignées (1 : matrice des poids de l'arbre, 2 : ensemble de tous les indicateurs de l'arbre, 3 : indicateurs feuilles de l'arbre, 4 : valeurs initiales des indicateurs feuille). Ainsi les indicateurs feuilles du critère réactivité du processus d'approvisionnement sont fournis par la matrice DONNEES_ENTREPRISE(1,2,2,3) (Figure V.10).

3 - 5 - 2 - Description des méthodes

Actuellement 80 instances associées à 33 méthodes génériques de changement ont été décrites pour l'entreprise SCR.

La base de données des méthodes renseigne, sur leur nom, leur type, sur l'ensemble des indicateurs qu'elle impacte, sur la valeur de chaque impact et son type (relatif ou absolu). On y décrit aussi son le cycle de vie d'une méthode structurée selon les phases d'appropriation, de préparation et de mise en œuvre. Enfin l'estimation des coûts et durées estimés de mise en œuvre de la méthode est précisée sous la forme d'un intervalle [Min, Max].

Si la méthode est opérationnelle, la spécification des indicateurs qu'elle impacte, de la valeur et du type de cet impact sont renseignés et le cycle de vie est vide puisqu'elle ne fait pas appel à d'autres méthodes pour être mise en œuvre (Figure V.11). En revanche, si la méthode est structurée ou si elle est une démarche, l'ensemble des indicateurs qu'elle impacte et les valeurs et types de ces impacts dépendront des méthodes opérationnelles qui sont déployées pour sa mise en œuvre (Figure V. 12). C'est ainsi qu'on obtient plusieurs possibilités et résultats de mise en œuvre de méthodes structurées et des démarches.

```
 desc='M4';
 nom='Control_Qualite_MAT';

type='operationnelle';
indicateur=[{'MPconformePlastNimes'};
                                {'MPconformeMecaniflo'};
                                {'MPconformeECMU'};
                                {'MPconformeTissian'};
                                {'MPconformeWhealSA'};
                                {'MPconformePrecilacier'};
           ];

impact=[{.4};{.4};{.4};{.4};{.4};{.4}; ];

impact_type=[{'relatif'};
             {'relatif'};
             {'relatif'};
             {'relatif'};
             {'relatif'};
             {'relatif'};];

cycle_vie=[ {rien}; {rien};{rien};];

cout=[6000; 9000];
duree=[3; 6 ];


temp_methode= auto_methode(M,nom  ,desc ,type ,indicateur, impact, impact_type,cycle_vie,cout,duree);
List_Methode=[List_Methode; {temp_methode}];
Nom_Methode=[Nom_Methode;{nom}];
clear temp_methode;
```

Figure V.11 : Description de la méthode opérationnelle Contrôle Qualité Matière

```
function automatic_methode(M)

global List_Methode;
global Nom_Methode;
rien = 'rien';

 List_Methode=[{}];
 Nom_Methode={};

desc='M1';
nom='JIT ATELIER1 ';

type='structuree';
indicateur=[{'rien');
           ];


impact=[(0);];
impact_type=[{'rien'};];
cycle_vie=[ ('revoir la gestion des commandes de matiere');
              {'Formation PROD');
              {'Formation CNP');}

              {('SMED1'); {'SMED2');{'SMED7');{'AMDEC sur les moyens1');{'AMDEC sur les moyens2');};

              {{'KANBAN Production1'};} ];

cout=[45000; 60000];
duree=[24; 36];


temp_methode= auto_methode(M,nom  ,desc ,type ,indicateur, impact, impact_type,cycle_vie,cout,duree);
List_Methode=[List_Methode; {temp_methode}];
Nom_Methode=[Nom_Methode;{nom}];
clear temp_methode;
```

Figure V.12 : Description de la méthode structurée JIT

La construction des trajectoires d'évolution nécessite la représentation des contraintes de séquentialité et de parallélisme entre méthodes. La Figure V.13 présente un extrait de la définition des matrices carrées utilisées à cet effet. Dans un premier temps aucune contrainte n'est imposée (Matrice_contraintes_seq/para = ones(longueur, longueur). Ces dernières sont ensuite précisées. Pour les contraintes de séquentialité si la méthode A ne peut pas être mise en œuvre, dans une trajectoire d'évolution après la méthode B il faut que Matrice_contraintes_seq (A, B) = 0. De la même façon, pour les contraintes de parallélisation, si Matrice_contraintes_para (A, B) = 0 alors les méthodes A et B ne pourront pas être concurrentes dans une trajectoire.

```
function initialisation matrice()
%global Liste_globale_methodes;
global Liste_methodes_elligibles;

global List_Methode;
global Nom_Methode;

longueur=length(Nom Methode);
Matrice contraintes para = ones(longueur,longueur);
Liste_methodes_elligibles = Nom_Methode;
Matrice_contraintes_seq = ones(longueur,longueur);
for i=1:longueur
     Matrice_contraintes_seq (i,i)=0;

end
Matrice_contraintes_para(2,3)= 0;
Matrice_contraintes_para(11,30)= 0;
Matrice_contraintes_para(12,23)= 0;
Matrice contraintes para(13,4)= 0;
Matrice_contraintes_seq(22,1)= 0;
Matrice_contraintes_seq(13,5)= 0;
Matrice_contraintes_seq(12,24)= 0;
Matrice_contraintes_seq(2,1)= 0;
Matrice_contraintes_seq(15,6)= 0;
Matrice_contraintes_seq(32,26)= 0;
```

Figure V.13 : Extrait de la matrice des contraintes de parallélisme et de séquentialité dynamiques

3 - 5 - 3 - L'interface graphique

A) Aperçu général

L'outil GTE dispose d'une interface graphique importante qui facilite son utilisation (Figure V.14).

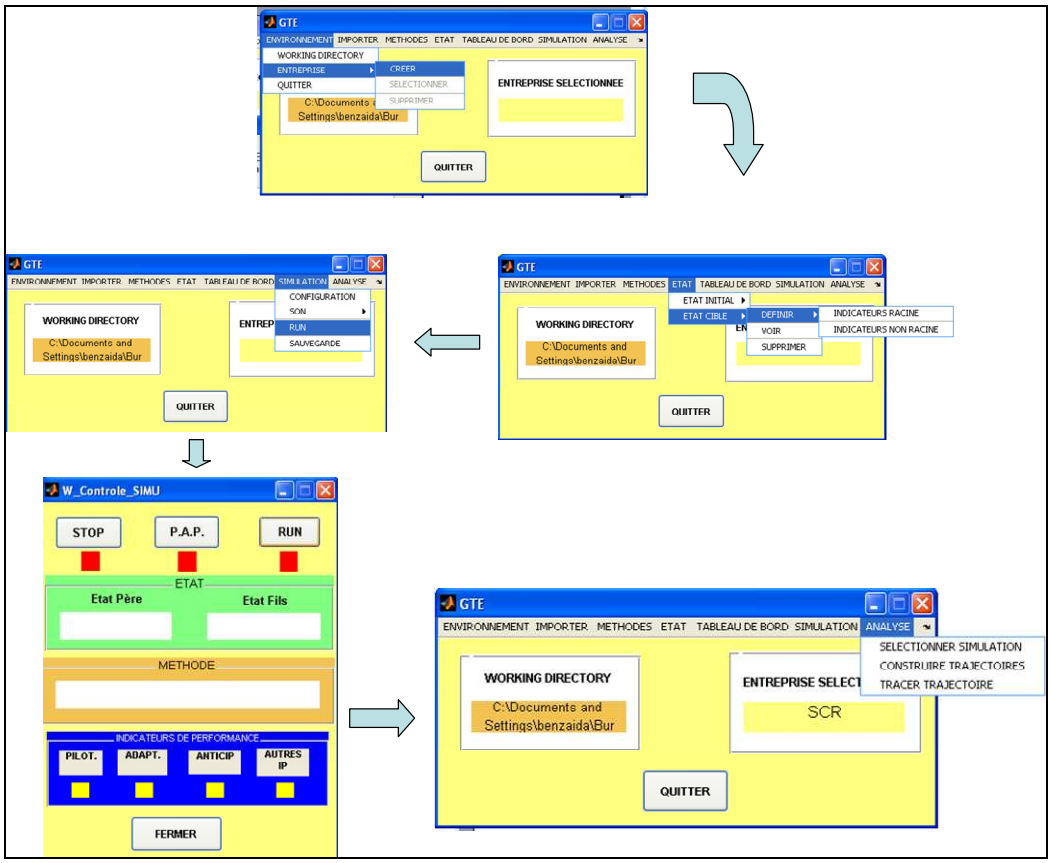


Figure V.14 : Aperçu de l'interface du logiciel

Une fois le choix de l'entreprise cible effectué, le chargement du système d'indicateurs correspondants permet de déterminer l'état initial (Figure V.14). Il faut ensuite sélectionner parmi les indicateurs des processus de l'entreprise ceux qui forment l'état cible du changement et choisir leur seuil final. Alors, à partir des données relatives aux méthodes de changement (impact et contraintes), le logiciel détermine, par simulation, les trajectoires d'évolution envisageables. Celles-ci peuvent enfin être classées, visualisée et archivées si nécessaires.

B) Interface de visualisation des trajectoires

L'interface des Trajectoires permet de :

- Sélectionner parmi les indicateurs qui formalisent l'état, ceux dont on veut suivre l'évolution.
- Choisir les critères de visualisation des trajectoires
    - Visualiser les trajectoires solution ou toutes les trajectoires

- Trier les trajectoires par rapport à leurs coûts de mise en œuvre
- Trier les trajectoires par rapport à leurs durées de mise en œuvre

- Choisir d'intégrer ou pas dans la visualisation des trajectoires : la valeur de l'indicateur de performance, les noms des méthodes déployées et les coûts de mise en œuvre (Figure V.15).

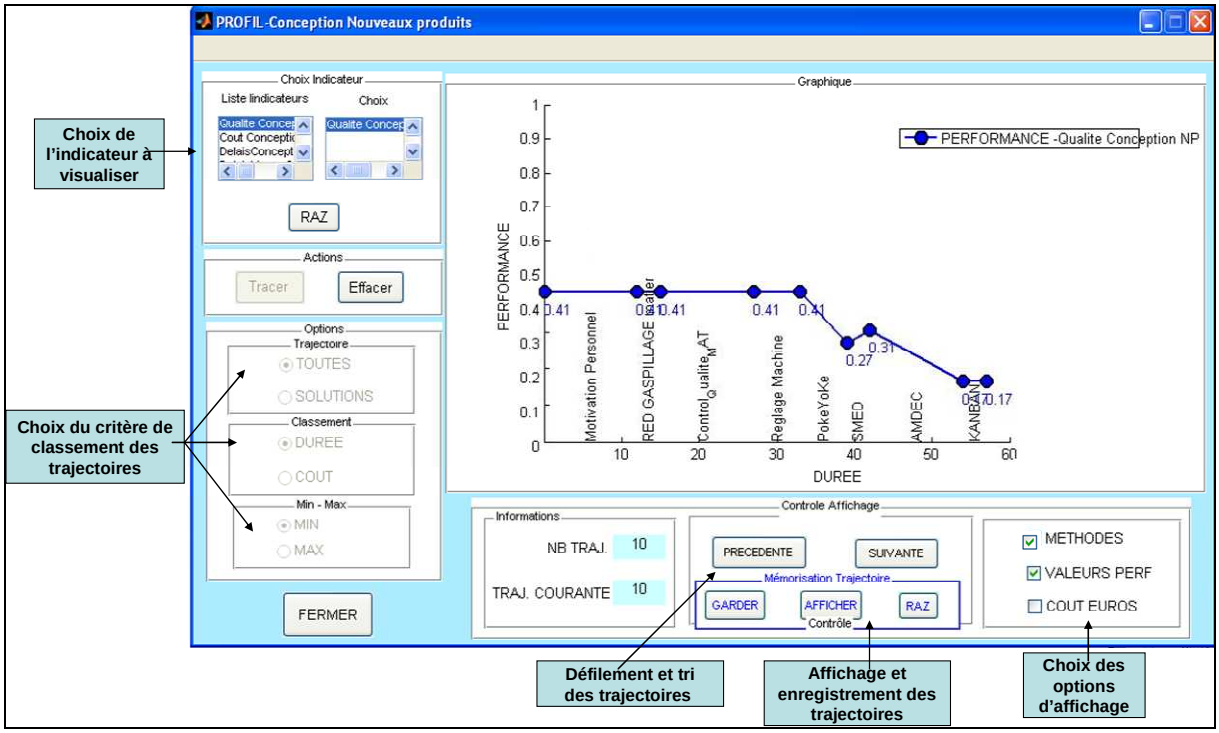


Figure V.15 : Visualisation des trajectoires d'évolution

Plus de détails sur le logiciel GTE sont fournis dans l'annexe D de ce manuscrit.

On va maintenant à présenter et analyser la construction de quelques trajectoires d'évolution pouvant satisfaire les objectifs stratégiques imaginés dans le cadre de ce travail.

4 - RESULTATS ET DISCUSSIONS

Rappelons que SCR veut atteindre les objectifs stratégiques

- **Objectif 1 :** Diminuer la forte dépendance de l'entreprise vis-à-vis des clients demandeurs de roulements standards en diversifiant les produits.
- **Objectif 2 :** Donner plus d'autonomie décisionnelle au site B en lui permettant de planifier en interne sa production.
- **Objectif 3 :** Réduire les délais de production du site B en améliorant l'adéquation des ressources aux exigences de la production.

Les résultats de construction des trajectoires d'évolution de SCR pour l'ensemble des trois objectifs ont montré qu'il n'existe pas, pour les méthodes de changement actuellement à notre disposition, de projet de changement permettant de les satisfaire simultanément.

Parallèlement, les simulations intégrant respectivement les objectifs 1 et 3 et les objectifs 2 et 3 ont permis d'identifier des trajectoires d'évolution solutions. Cela démontre que il n'y a pas de conflits entre les Objectifs 1 et 3 ni entre 2 et 3. Ce qui parait logique puisque l'adéquation des ressources ne peut que favoriser la réalisation des Objectifs 1 et 2.

Nous allons donc, dans ce paragraphe, limiter notre étude à l'analyse des meilleures trajectoires obtenues pour les objectifs 1 et 2 afin de mettre en évidence les conflits entre ces derniers.

Dans la suite, nous présentons un ensemble de courbes d'évolution d'indicateurs de performance utilisés pour formaliser l'état suivi lors de la construction d'une trajectoire d'évolution.

Pour toutes ces figures, l'axe des abscisses représente la durée en mois, l'axe des ordonnées représente un niveau de performance de l'indicateur visualisé. Enfin, au dessus de l'axe des abscisses et pour chaque phase de la courbe d'évolution, liant deux points successifs, on trouve la désignation de la méthode de changement qui permet cette transition. Pour simplifier l'analyse des trajectoires de changement, nous ne présenterons que les projets de changement pour lesquels les méthodes ont été sérialisées.

4 - 1 - OBJECTIF 1 : DIVERSIFICATION DES PRODUITS

D'une part, l'Objectif 1 sera satisfait si les valeurs des indicateurs déclinés à partir de cet objectif (taux de produits spéciaux, taux des nouveaux produits, continuité des commandes) sont supérieures ou égales à 0.5 à l'issu du projet de changement. D'autre part, est aussi pertinent de suivre l'évolution de l'axe de pilotage du processus de conception de nouveaux produits qui est nécessairement impacté positivement lors d'une diversification réussie des produits.

D'autre part, pour démontrer le lien entre l'objectif 1 et l'objectif 2, nous suivrons aussi l'évolution de la performance de Pilotage, d'Adaptation et d'Anticipation de fabrication globales (assurée au site B) pour le même projet de changement. De plus, nous surveillerons aussi l'évolution d'un indicateur renseignant sur l'atteinte de l'objectif 2 qui est l'indicateur « Stock Semi Fini » (Tableau V.3).

Ainsi, l'état utilisé pour la construction des trajectoires d'évolution, dans ce cas de figure, est formalisé comme suit :

$$E = \left[\left\{\text{Taux Produits Spéciaux, Taux Nouveaux Produits, Continuité des commandes, Pilotage processus conception Nouveaux Produits}\right\}; \{\text{Stock Semi Fini}\}, \left(\text{Pilotage, Adaptation, Anticipation}\right)_{\text{Processus de Fabrication}}\right]$$

Vis-à-vis des niveaux de performances des indicateurs déclinant l'objectif 1, la simulation a permis d'identifier 72 trajectoires solutions. Malheureusement aucune d'entre elles ne permet d'atteindre l'Objectif 2.

La meilleure trajectoire obtenue, vis-à-vis des performances des indicateurs déclinant l'Objectif 1, est représentée dans la Figure V.16.

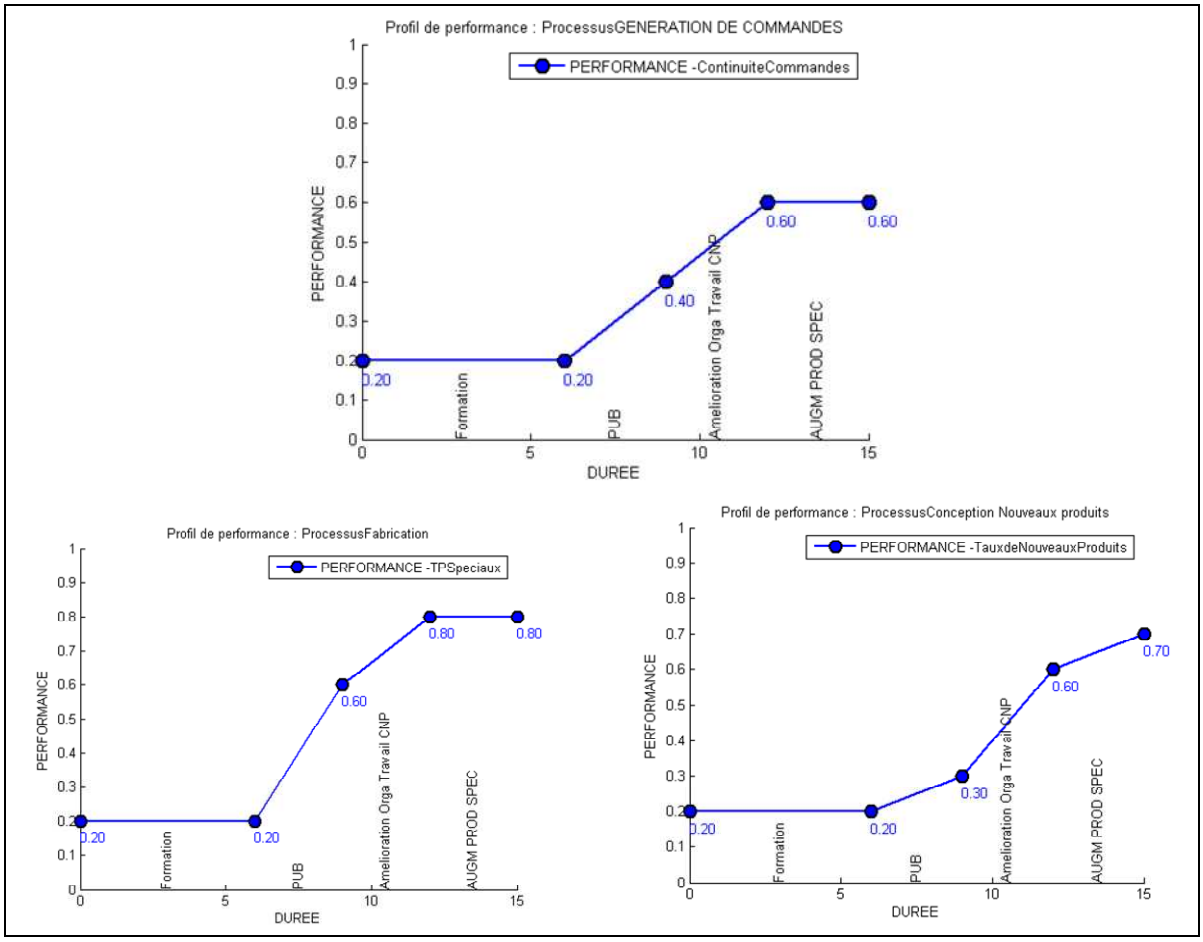


Figure V.16 : Meilleure Trajectoire vis à vis des indicateurs de performances de l'Objectif 1

Cette trajectoire d'évolution consiste à sérialiser les méthodes suivantes:

1. « La formation » : elle désigne dans cette trajectoire la formation d'opérateurs intervenant dans la conception des nouveaux produits.
2. « La PUB » : consiste à améliorer la qualité de marketing au près des clients potentiels des produits spéciaux afin de générer des nouvelles commandes et par la suite augmenter la quantité des nouveaux produits conçus (l'appellation PUB est un code choisi pour améliorer la visibilité des trajectoires). Il faut remarquer que cette méthode n'intervient pas directement dans les processus de conception ou de fabrication. Mais, elle est mise en œuvre par l'équipe responsable du Marketing et est donc relative au processus de Génération Des Commandes. En améliorant ce processus, elle entraîne une augmentation de la demande des produits spéciaux et des nouveaux produits (Figure V.16), et donne du sens à la mise en œuvre de l'amélioration de l'organisation du processus de conception des nouveaux produits et à l'augmentation de la production des produits spéciaux.

3. « Amélioration Orga Travail CNP » : Amélioration de l'organisation du travail au sein du processus de conception des nouveaux produits. Cette méthode facilite la conception des nouveaux produits. Elle entraîne une augmentation des Taux de nouveaux produits et des Taux de produits dits spéciaux. Par l'amélioration de la qualité et la meilleure maîtrise du processus Conception Nouveaux Produits, elle augmente la satisfaction des clients et entraîne une augmentation significative de la continuité des commandes de nouveaux produits.
4. « Augm prod spec » : Augmenter la fabrication des produits spéciaux. Cette méthode consiste à augmenter la fabrication des produits spéciaux et à réadapter l'ordonnancement en fonction de cette augmentation. a un impact direct et absolu sur les Taux des produits spéciaux et les Taux des nouveaux produits.

Avec cette trajectoire, l'état cible de l'Objectif 1 est atteint. En effet, les valeurs des performances des trois indicateurs ciblés par cet objectif sont supérieures à 0.5 :

- Taux des produits spéciaux = 0.8,
- Taux des nouveaux produits = 0.7 et,
- Continuité des commandes= 0.6

Elle augmente aussi la performance du pilotage du processus de Conception des Nouveaux Produits. Ce dernier est amélioré considérablement et devient « bon » en atteignant 0.64 (Figure V. 17).

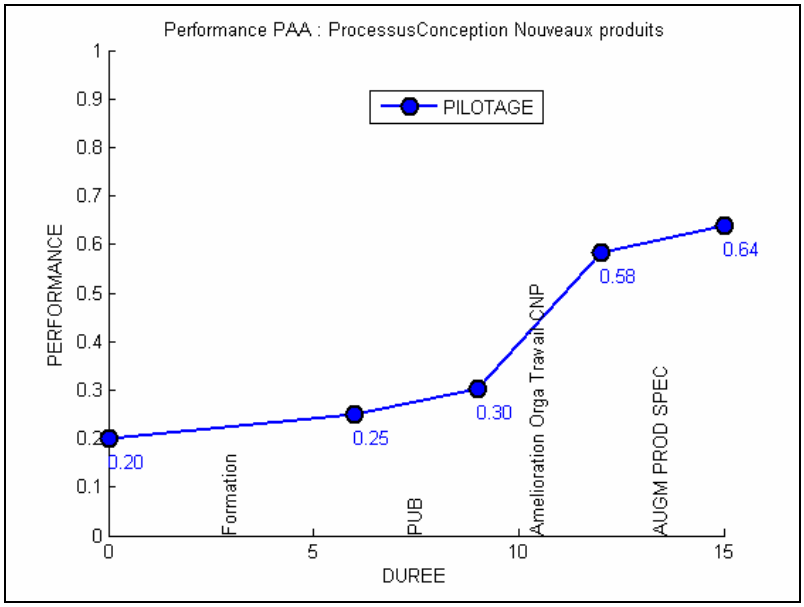


Figure V.17 : Impact de la Trajectoire sur le Pilotage du processus de Conception des Nouveaux Produits

La durée totale de la mise en ouvre du projet représenté par cette trajectoire d'évolution durerait 15 mois et coûterait environ 40 KE (Figure V.16 et V.17).

Bien que cette trajectoire permette d'atteindre l'objectif de diversification des produits, elle n'offre cependant pas la possibilité d'atteindre les améliorations exigées par l'Objectif 2. La Figure V.18 visualise la courbe d'évolution de l'un des indicateurs déclinant l'Objectif 2 qui est l'indicateur Stock Semi Fini.

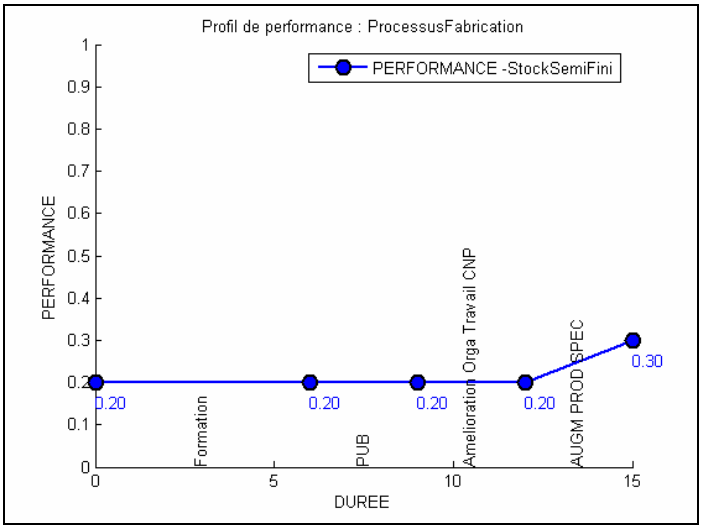


Figure V.18 : Effets de la Trajectoire sur la performance du Stock Semi Fini

Cette trajectoire montre que la valeur de la performance du Stock Semi Fini augmente légèrement sans pour autant atteindre le niveau satisfaisant (0.5) ce qui permet de conclure que l'Objectif 2 n'est pas atteint.

De même, la trajectoire ne permet pas d'atteindre une valeur satisfaisante de performance de Pilotage pour le processus de fabrication même si elle l'augmente à 0.42 (Figure V.19).

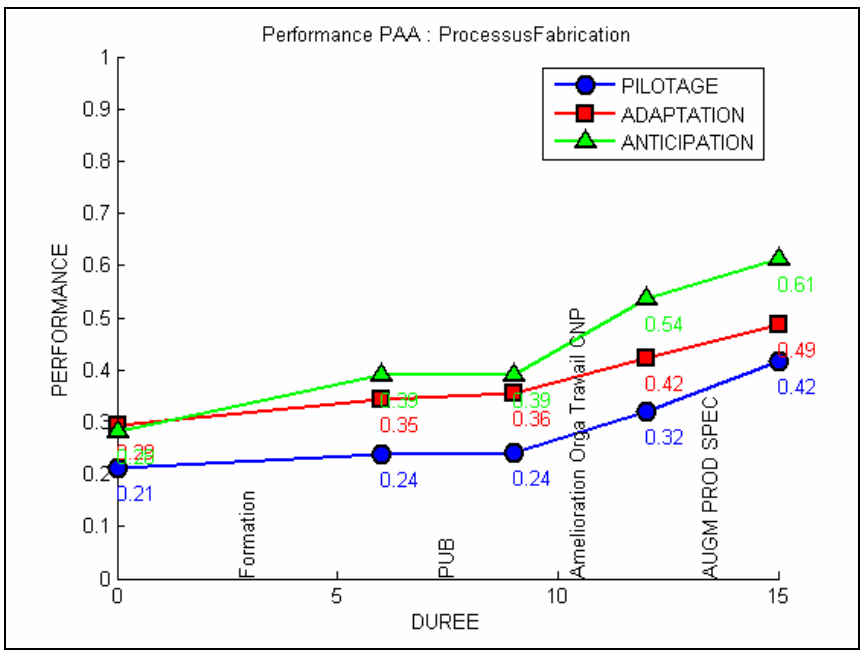


Figure V.19 : Effet de la Trajectoire sur les performances de Pilotage, Adaptation et Anticipation du processus de Fabrication

Toutefois, cette trajectoire améliore significativement les performances d'Adaptation et d'Anticipation du processus de fabrication (Figure V.18). En effet, la diminution du délai de conception des nouveaux produits spéciaux permet de rendre SCR plus réactive face à une commande urgente de roulements spéciaux. De même, la flexibilité de fabrication est améliorée ce qui augmente la performance d'Anticipation de fabrication chez SCR.

Analysons maintenant la meilleure trajectoire d'évolution vis-à-vis des performances obtenues par rapport au deuxième objectif.

4 - 2 - OBJECTIF 2 : AMELIORATION DE L'AUTONOMIE ET DES PERFORMANCES DU SITE B

L'objectif 2 est décliné en 49 indicateurs de performance (Tableau V.2). Tous ces indicateurs font partie de l'arbre des indicateurs des performances du processus de production. Une surveillance de l'évolution des performances de Pilotage, d'Adaptation et d'Anticipation de ce dernier s'avère donc pertinente pour évaluer les trajectoires d'évolution obtenues.

De plus, il est judicieux de surveiller l'évolution des indicateurs relevant de l'Objectif 1 pour permettre de mesurer l'impact des trajectoires d'évolution obtenues vis-à-vis de l'atteinte de cet Objectif.

Ainsi, pour ce cas de figure, l'état est formalisé comme suit :

E = [{Stocks des produits finis (8 indicateurs), Stocks des produits semi finis (8 indicateurs), Délai de production (8 indicateurs), Délai de conception des nouveaux produits, Délai approvisionnement (6 indicateurs), Flexibilité approvisionnement (6 indicateurs), Taux de pannes (4 indicateurs), Temps d'arrêts Machines (4 indicateurs), Temps de changement d'outils (4 indicateurs) } ; {(Pilotage, Adaptation, Anticipation)$_{\text{Processus de Fabrication}}$ }; {Taux Produits Spéciaux, Taux Nouveaux Produits, Continuité des commandes, Pilotage processus conception Nouveaux Produits}]

La simulation a permis d'identifier 38 trajectoires permettant l'atteinte de l'Objectif 2. Elles portent toutes l'ensemble des indicateurs déclinant l'Objectif 2 à une valeur ≥ 0.5.

La meilleure trajectoire d'évolution identifiée, vis-à-vis de la performance des indicateurs cités, consiste à mettre en œuvre dans l'ordre :

1. Une amélioration de l'information vers les opérateurs : consiste en la rédaction des fiches de suivis dans le site B et en l'amélioration de la circulation des informations entre le siège social et le site B.
2. Négocier des contrats plus adaptés avec les fournisseurs : elle consiste à procéder à des négociations avec tous les fournisseurs de SCR.
3. La Formation $_2$: qui consiste à assurer la formation d'opérateurs de production, de maintenance et de conception de nouveaux produits.

4. Réglage des machines $_T$: qui consiste à réviser le réglage de toutes les machines du site B.
5. Appliquer le SMED $_T$: qui consiste à appliquer le SMED à tout le site B.
6. Mettre en place un AMDEC $_T$: qui consiste à appliquer l'AMDEC sur les moyens du site B.
7. Le KANBAN$_1$: qui désigne l'intégration de la culture KANBAN dans la production du site B.

En raison du grand nombre d'indicateurs de performance qui déclinent l'Objectif 2, nous nous contentons de présenter quatre indicateurs qui sont Temps Arrêts Machines, Taux de Pannes, Stocks finis et Flexibilité Contrat Fournisseur.

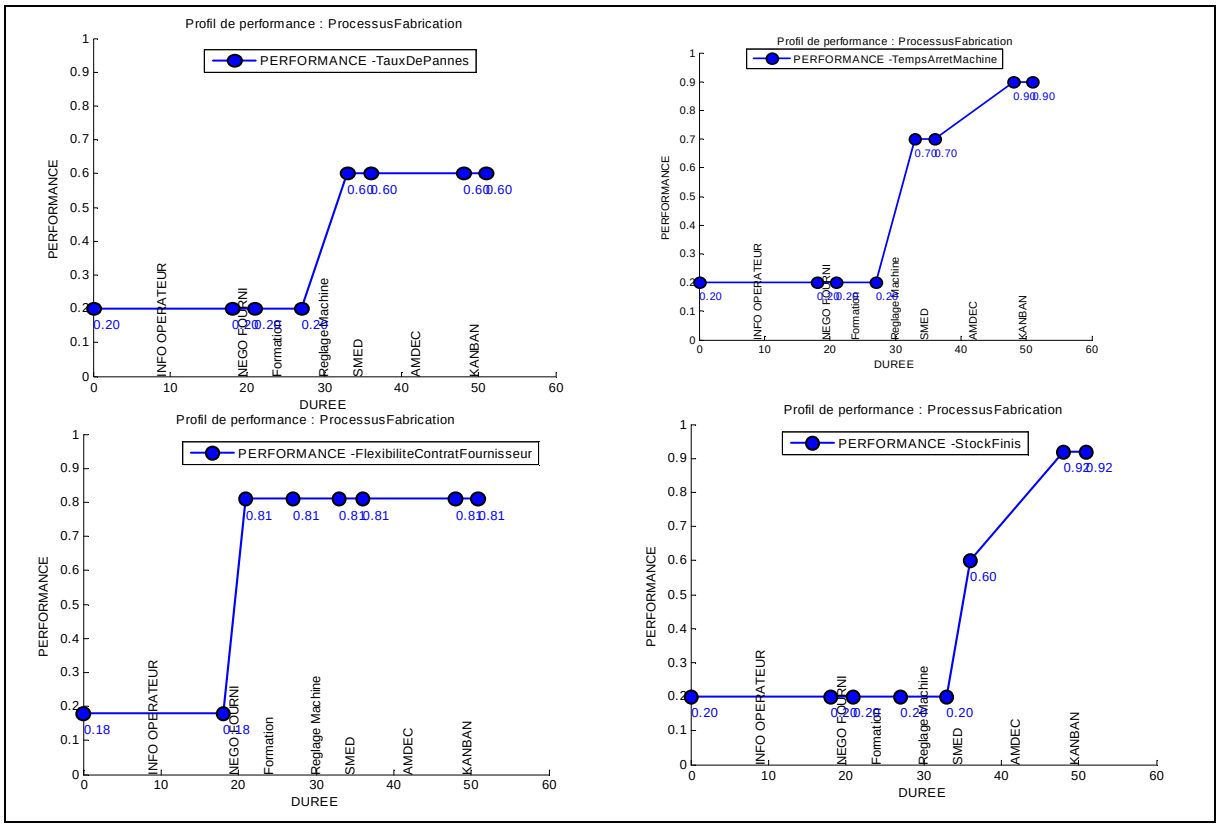


Figure V.20 : Meilleure Trajectoire vis-à-vis des performances des indicateurs déclinant l'Objectif 2

Cette trajectoire coûterait, pour SCR, environ 50KE et prendrait 50 mois (plus de 4 ans) pour être mise en œuvre. Elle satisfait les contraintes imposées par les objectifs d'amélioration des performances des ressources et des objectifs de réduction des coûts et des délais de fabrication. Elle porte le pilotage des processus de fabrication à 0.63 qui est supérieur au niveau satisfaisant l'objectif (Figure V.21).

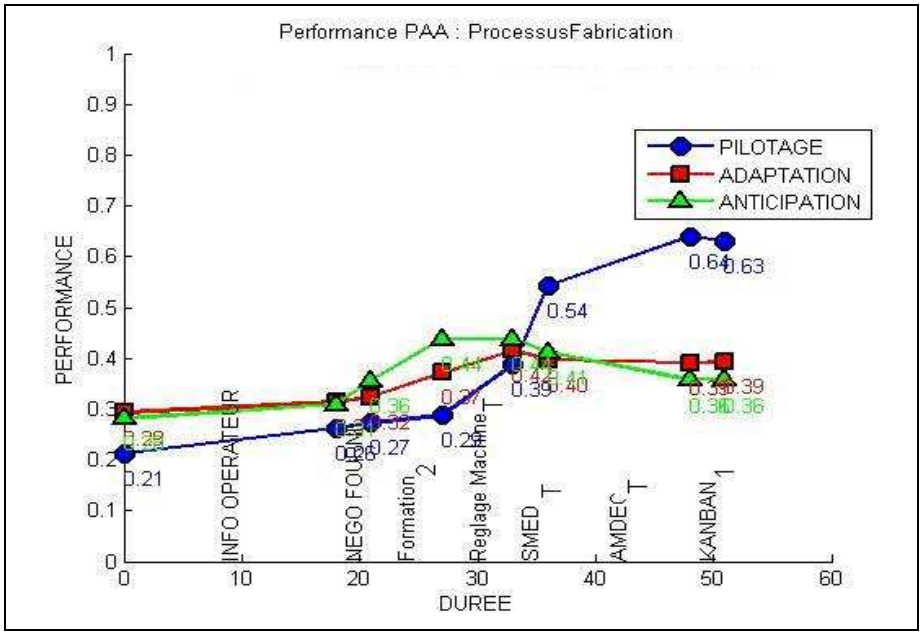


Figure V.21 : Meilleure Trajectoire pour l'amélioration de la performance de pilotage du site B.

Bien que cette trajectoire soit intéressante vis-à-vis de la performance de Pilotage du processus de Fabrication, elle ne permet pas une amélioration significative des performances d'Adaptation et d'Anticipation. En effet, après l'augmentation des valeurs de ces deux derniers, suite aux Négociation avec les Fournisseurs, à la Formation et aux Réglages Machines, ils baissent à nouveau pour finir à des niveaux insatisfaisants (Figure V.21).

Une analyse plus détaillée permet de comprendre ces comportements. Par exemple, en ce qui concerne l'Adaptation, pour le critère Réactivité, la Trajectoire induit l'évolution décrite dans la Figure V.22 :

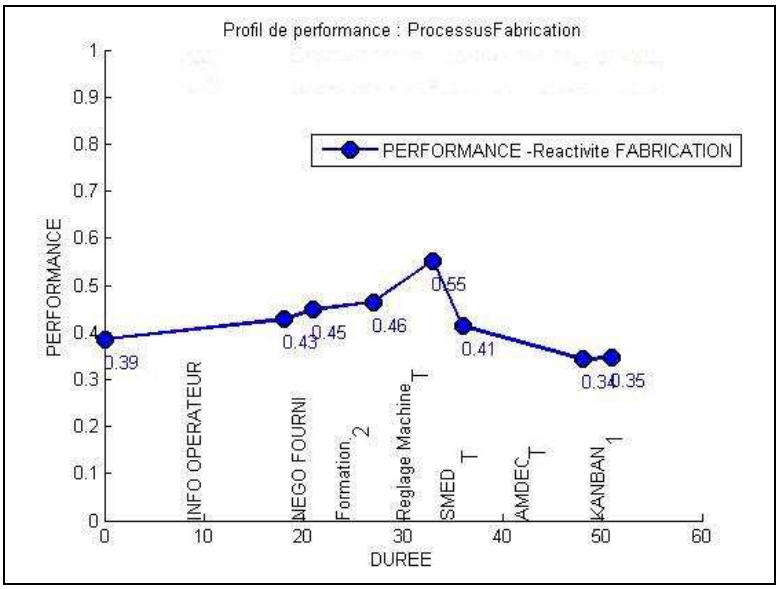


Figure V.22 : Effet de la Trajectoire sur la réactivité de Fabrication

C’est la diminution de la totalité des temps de changement d’outils et l’intégration de cette nouvelle donnée dans le nouvel ordonnancement à flux tendu des tâches de production qui provoque la première diminution significative de la réactivité (Figure V.22). En effet, si la planification de fabrication ne prévoit pas de stock de sécurité, le site B verra sa réactivité fragilisée devant une panne de machine.

Même si l’AMDEC prévoit une gestion préventive de la maintenance, il provoque cependant une diminution supplémentaire des stocks. C’est ainsi que, malgré son impact positif sur le temps d’arrêts des machines, il entraîne une diminution supplémentaire des stocks et provoque par conséquent une altération additionnelle de la réactivité (Figure V. 22).

La trajectoire d’évolution se termine par un KANBAN qui améliore la réactivité du processus de fabrication en augmentant la maturité des communications au sein du site de production B. Cependant, cette amélioration est gommée par l’augmentation impressionnante du stress du personnel (Figure V. 23).

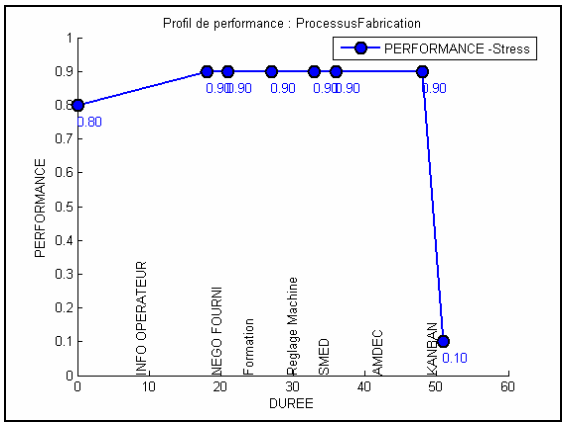


Figure V.23 : Effet de la Trajectoire sur le stress du personnel

Il faut donc attirer l’attention des décideurs sur les effets de cette trajectoire sur les performances d’Adaptation et d’Anticipation. En effet, même si vis-à-vis du Pilotage, cette trajectoire parait intéressante, elle ne permet cependant pas d’amener l’entreprise vers un niveau de performance qui lui permet toujours de faire face convenablement aux perturbations qu’elles soient prévues (Adaptation) ou imprévues (Anticipation). Les risques entraînés par ces perturbations restent importants et peuvent dégrader le fonctionnement du processus de Fabrication.

Cette analyse montre la pertinence de la proposition de la distinction des trois axes de performance qui ajoute l’Adaptation et l’Anticipation au traditionnel Pilotage.

Parallèlement, en mettant en œuvre cette trajectoire, l’objectif 1 n’est pas atteint. En effet, la Figure V.21 montre que la continuité des commandes, un des indicateurs décliné depuis l’Objectif 1, ne subit aucune transformation et reste mauvais.

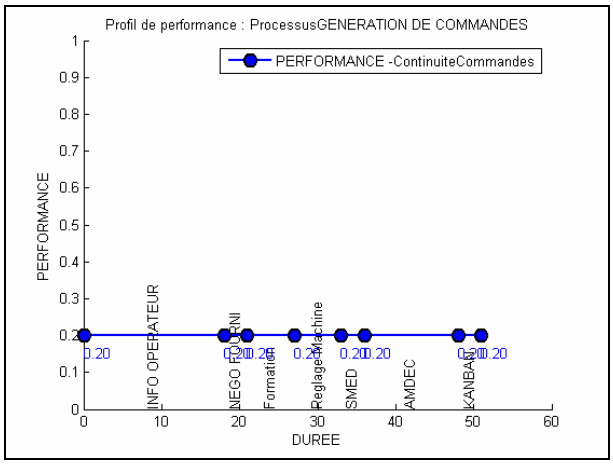


Figure V.24 : Effet de la trajectoire sur l'indicateur Continuité des commandes (Objectif 1)

Cette trajectoire n'est donc pas une solution pour l'Objectif 1 pas plus que les autres trajectoires identifiées.

Il faut noter que toutes les trajectoires solutions de l'Objectif 2 identifiées ne permettent pas d'atteindre l'Objectif 1.

On peut alors conclure que, pour l'entreprise SCR, et pour les méthodes de changement implantées actuellement, les deux Objectifs 1 et 2 restent conflictuels. Si la base des méthodes de changement est jugée assez complètes par les experts, on peut alors inviter les décideurs de SCR à revoir leurs objectifs stratégiques.

Notre démarche permet, dans ce cas, de remettre en question la cohérence des objectifs stratégiques. Cela constitue un nouvel apport de notre proposition en permettant d'évaluer la stratégie de l'entreprise.

5 - CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons présenté la mise en œuvre de la démarche sur l'exemple didactique d'une entreprise de conception et de production des roulements, Après la présentation de l'entreprise, l'implémentation de la démarche de construction des trajectoires d'évolution a été expliquée. Elle est constituée de deux outils. Un outil, qui à partir des méta modèles sert de support pour les étapes de modélisation de l'entreprise, de la construction des arbres d'indicateurs de performance et de l'analyse, générique et spécifique des méthodes de changement. Un logiciel ouvert permet ensuite, à partir des données relatives à l'entreprise, et du choix de l'état cible du changement, de construire les trajectoires d'évolution. L'application de la démarche sur quelques exemples a montré la pertinence de nos propositions.

La structuration de la performance en trois axes distincts (Pilotage, Adaptation, Anticipation) a fourni des moyens supplémentaires pour évaluer les trajectoires de changement.

De plus, grâce à la couverture du système d'indicateurs de tous les processus ainsi que de leurs interactions, on a pu montré les effets des méthodes appliquées dans un processus

sur les autres processus de l'entreprise. C'est ainsi que nous avons jugés l'atteinte simultanée de plusieurs objectifs impliquant l'évolution de différents processus.

Les résultats obtenus pour l'entreprise SCR ont permis de mettre en évidence le conflit entre ses objectifs stratégiques imposés. En effet, avec les méthodes opérationnelles identifiées et pour les moyens actuels de production, SCR ne peut pas intégrer des nouveaux produits si elle donne au Site B l'autonomie décisionnelle pour fonctionner en flux tendu. Il va falloir augmenter la capacité de production si l'on veut atteindre ces deux objectifs. Ceci suppose un changement par rupture qui sort du cadre de nos travaux de recherches. Néanmoins, nous avons pu identifier plusieurs trajectoires intéressantes à mettre en œuvre.

CONCLUSION GENERALE

Nous nous sommes intéressés dans le cadre de ce travail de recherche à la conduite du changement dans les entreprises manufacturières et plus particulièrement à la proposition de trajectoires d'évolution. En effet, compte tenu de la complexité de l'organisation et des différents projets possibles pour faire évoluer l'entreprise, il est nécessaire d'aider l'acteur en charge de ce changement à formaliser, évaluer et comparer plusieurs solutions de projet. Chaque solution consiste en une trajectoire d'évolution permettant à l'entreprise de passer de son état courant à un nouvel état cible correspondant à ses objectifs. Pour réaliser ce travail, nous avons été amené à proposer une démarche générique de conduite de changement qui se décompose en six étapes.

La première étape consiste à représenter l'entreprise à l'aide de modèles adaptés. Cette modélisation doit répondre à plusieurs besoins. D'abord, elle doit prendre en compte la complexité de l'entreprise. Le choix s'est donc porté sur une approche systémique. Ensuite, le modèle développé doit renseigner sur les vues structurelle, fonctionnelle et comportementale de l'entreprise tout en permettant une explicitation de la mission de l'entreprise manufacturière qui évolue nécessairement par le changement. Le cadre systémique SAGACE a donc été choisi puis enrichi pour couvrir les besoins propres de la conduite du changement. Ces enrichissements conceptuels se sont ensuite traduits par le choix de langages de modélisation adaptés à la représentation de chaque point de vue de modélisation. Cette étape est expliquée dans le chapitre II de ce manuscrit.

Les deuxième et troisième étapes de la démarche de changement proposée nécessitent la construction d'un système d'indicateurs de performance. Ces derniers caractérisent l'état initial de l'entreprise tout aussi bien que l'état cible à atteindre. Tout d'abord, nous avons démontré la nécessité de disposer, d'une part, d'une évaluation multiaxes et multicritères de la performance et, d'autre part, d'un système d'indicateurs de performance couvrant toute l'entreprise et qui permette de rendre compte des interactions entre ses processus. Nous avons ensuite analysé les approches disponibles de construction de système d'indicateurs et montré qu'aucune d'entre elles ne répond aux besoins formulés. Ceci nous a conduit à enrichir à nouveau le cadre de modélisation avec une approche dédiée de construction

d’indicateurs évaluables pour caractériser l’état initial et l’état cible décliné à partir des objectifs stratégiques. L’état est contrôlé pour s’assurer de l’évolution de l’entreprise tout au long du projet et, est vérifié pour garantir la pérennité de l’entreprise après le changement. Ces étapes sont détaillées dans le chapitre III du manuscrit.

La quatrième étape de la démarche de changement réalise un travail d’ingénierie des méthodes de changement pour identifier celles qui sont éligibles en fonction de leurs conditions d'application. Pour cela, une conceptualisation des méthodes a permis d’analyser quelques méthodes existantes selon trois axes. La généricité (i) permet de décrire une méthode en allant du niveau générique et conceptuel, au niveau partiel et réutilisable pour finir au niveau spécifique relatif à une entreprise particulière. Le cycle de vie (ii) rend compte des différentes phases de déploiement d'une méthode allant de la phase d'appropriation, à la phase d'exécution en passant par celle de préparation. Et, l’impact (iii) qui traduit l'évaluation de l'impact d'une méthode sur les indicateurs de performance d'une entreprise. Ensuite, une analyse des conditions d’éligibilité des méthodes statiques et dynamiques ainsi qu’une évaluation de leurs coûts et délais de mis en œuvre, nous a permis de construire les trajectoires d’évolution.

La cinquième étape consiste à évaluer l'impact du déploiement d'une méthode éligible, en fonction des règles statiques et dynamiques définies, au sein d’une trajectoire d’évolution. Elle se traduit par un changement d’état de l’entreprise. Cette étape permet la construction des trajectoires d’évolution.

Les quatrième et cinquième étapes sont détaillées dans le chapitre IV de ce manuscrit.

La dernière étape analyse les différentes trajectoires d’évolution obtenues vis à vis de la performance. Elle est complétée par la comparaison de leurs coûts et durées. Ainsi, elle termine notre démarche et donne les éléments nécessaires aux décideurs pour le choix de la trajectoire et donc du projet de changement à conduire.

Le chapitre V présente, d’une part, les outils informatiques développés pour supporter les étapes décrites et, d’autre part, la mise en œuvre de ces outils et de la démarche sur un exemple d’entreprise manufacturière.

Pour enrichir ce travail et continuer à apporter des éléments de réponse pour la conduite du changement dans les entreprises manufacturières, un certains nombre d’améliorations et de prolongements à cette étude peuvent être envisagés.

En effet, nos travaux souffrent encore de nombreuses insuffisances et limitations.

La pertinence de notre démarche et des résultats qu'elle propose dépend fortement de la qualité de l'évaluation de performance réalisée et qu'il faut donc améliorer. Cela induit plusieurs pistes de travail :

- L'exactitude des trajectoires d'évolution reste très dépendante de la qualité de l'expertise portée sur l'évaluation des méthodes de changement tant au niveau de l'identification des indicateurs impliqués que de la valeur même de l'impact. Une expertise plus approfondie, confrontant l'avis de nombreux spécialistes et/ou

consultants et pouvant utiliser le retour d'expériences vis-à-vis de benchmarks serait la bienvenue. Elle permettrait d'affiner la description des méthodes de changement, sans oublier les aspects financiers et les durées estimés nécessaires pour leur mise en œuvre. Ces derniers, sont loin d'être négligeables pour une entreprise.

- La qualité de construction d'un système d'indicateurs de performance dépend fortement des mécanismes d'agrégation utilisés. La méthode AHP, bien que largement employée, reste simpliste. C'est pourquoi il serait sans doute judicieux de faire appel à des techniques plus performantes comme les intégrales de Choquet [Berrah et al., 03] [Clivelli, 04] pour disposer d'un système d'indicateurs encore plus pertinent.
- Enfin il est indispensable d'améliorer la caractérisation de l'état cible du changement qui reste actuellement rudimentaire. Cela impose d'appliquer des méthodes de calcul des inférences [Guillaume, 05] qui identifieraient toutes les configurations de valeurs d'indicateurs cibles permettant de satisfaire les objectifs imposés. Ces techniques viendraient compléter et enrichir la démarche de décomposition des objectifs stratégiques. Elles conduiraient alors à la détermination de plusieurs états cibles possibles augmentant d'autant les possibilités d'identifier des trajectoires d'évolution solutions.

Notre prototype logiciel de Génération de Trajectoires d'Evolution souffre lui aussi de nombreuses limites :

- Il est nécessaire d'enrichir la base de données des méthodes de changement génériques si l'on veut proposer les trajectoires encore plus adaptées à la réalisation des objectifs stratégiques. C'est un travail de longue haleine corrélé au travail d'expertise évoqué précédemment.
- Il est indispensable de limiter fortement le nombre de trajectoires pouvant être construites. En effet actuellement les règles statiques et dynamiques définies n'étant pas assez contraignantes, de nombreuses méthodes restent éligibles à partir de chaque état intermédiaire d'une trajectoire d'évolution. On observe alors pratiquement une explosion combinatoire du nombre d'états générés et du nombre de trajectoires mais aussi du temps de calcul. Expérimentalement nous avons parfois obtenu plus de **60 000** états et **7 000** trajectoires en près de trois journées de calcul. La réduction de l'explosion combinatoire peut passer par plusieurs pistes.
    - Il doit être possible de définir de nouvelles règles permettant d'encore plus contrôler les conditions de précédences des méthodes en intégrant des règles sémantiques moins générales que la notion de cycle de vie dans la création de projet de changement.
    - Il est aussi envisageable de chercher à identifier des séquences de méthodes dont l'ordre d'application est indifférent et qu'il suffirait d'appliquer dans un ordre prédéfini. Cela diminuerait d'autant la combinatoire.

- Il faudrait aussi limiter le nombre de méthodes pouvant être parallélisées ce qui réduirait localement la combinatoire tout en faisant appel à une règle de bon sens pratique.

Il est aussi possible d'envisager un ensemble de perspectives à l'étude présentée :

- La démarche développée s'arrête à la proposition des trajectoires d'évolution. Cependant, la conduite de projet de changement nécessite un travail de pilotage et mise en œuvre. L'outillage [Siebenborn, 05] et l'accompagnement de ces travaux peuvent être envisagés comme une continuité du travail de recherche développé dans le cadre de cette thèse.
- Dans cette même optique, un prolongement peut être envisagé en proposant un modèle de l'entreprise qui résulte de la mise en œuvre de la trajectoire d'évolution qui paraît être la plus adéquate avec les motivations et les exigences du changement. Cette représentation permet d'une part, de mieux préparer la mise en œuvre de changement et d'autre part, de contrôler le pilotage du changement.
- Notre travail a pratiquement passer sous silence l'une des composantes importantes dans la conduite du changement, l'importance du facteur humain. Une évaluation de la résistance au changement des projets d'évolution constituerait un critère de choix supplémentaire pour les décideurs. Ce travail nécessiterait la mise en place de collaborations avec les Sciences Humaines et Sociales.
- La mise en œuvre de la démarche de changement dans plusieurs entreprises permettrait certainement de mieux l'évaluer et l'améliorer. Ceci va être envisagé dans le cadre du projet européen ESTIA (Evolution Strategy and associated Tools bex for improving Interoperability and Agility values in Small and Medium Enterprises).

En conclusion, la conduite de changement dans l'entreprise manufacturière est une préoccupation fondamentale dans le contexte économique actuel. Cela demeure un problème délicat mais qui mérite d'avantages d'investigations aussi bien académiques que pratiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. [ADESI, 04.1]: "Action Spécifique ADESI – Aide à la Décision pour l'Evolution Socio-Technique des Systèmes Industriels", Rapport de fin d'étude, pp. 1- 82, 2004.
2. [ADESI, 04.2]: "Action Spécifique ADESI – Aide à la Décision pour l'Evolution Socio-Technique des Systèmes Industriels", Annexes, pp. 1- 74, 2004.
3. [AFGI, 92]: Association Française de Gestion Industrielle, Evaluer pour évoluer, les indicateurs de performance au service du pilotage, 1992.
4. [AFNOR, 08]: Association Française de Normalisation, http://www.afnor.org/.
5. [AMA, 95]: http://www.amanet.org/research/archive_1998_1995.htm#1995, Enquête de l'American Manager Association, 1995.
6. [Amice, 93]: AMICE, " CIMOSA : Open System Architecture for CIM", 2nd extended and revised version, Springer-Verlag, 1993.
7. [Amsterdamski, 90]: S. Amsterdamski, « La Querelle du déterminisme », Éditions Gallimard, 1990.
8. [Anthony, 03]: M. Anthony, "A study of strategic change, Process alignment and notation", International Performance Group, Ltd, 2003.
9. [Argyris et al., 01]: C. Argyris, D. A. Schön, « Apprentissage organisationnel: Théorie, méthode et pratique », Traduit par M. Aussanaire, P. Garcia-Melgares, De Boeck Université, 2001.
10. [Arnould et al., 02]: P. Arnould, J. Renaud, « Le juste-à-temps. Approches modernes, concepts et outils d'amélioration », Collection A Savoir, Edition AFNOR, 2002.
11. [Asselin et al., 03]: F. Asselin, B. Chaib-draa, " Coalition formation with non-transferable payoff for group buying ", Agent Theories, Architectures, and Languages, 2003.
12. [Barothy et al, 95]: T. Barothy, M. Peterhans, K. Bauknecht, "Business process reengineering: emergence of a new research field", ACM SIGOIS Bulletin, Vol. 16, Issue 1, Special issue: business process reengineering, pp. 3-10, August 1995.
13. [Basseti, 03]: Bassetti A.L., « Gestion du changement, gestion de projet : convergence-divergence. Cas des risques en conception et mise en place d'une organisation de management de l'environnement », thèse en Génie Industriel de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers Centre de Paris, 2002.
14. [Ben zaïda et al., 07, a]: Y. Ben zaïda, V. Chapurlat, D. Crestani, « Une démarche pour la conduite du changement au sein d'une entreprise de production manufacturière », 7ème Congrès International de Génie Industriel, Québec, Canada, juin 2007.
15. [Ben zaïda et al., 07, b]: Y. Ben zaïda, V. Chapurlat, D. Crestani, "Construction of change trajectories for manufacturing enterprise", IFAC MCPL 2007, Vol. 4, Part. 1Sibiu, Romania, septembre 2007.

16. [Ben zaïda et al., 07, b]: Y. Ben zaïda, V. Chapurlat, D. Crestani, “Change Trajectories Building for manufacturing firms”, 37th international conference on computers and industrial engineering, pp. 1434-1445, Alexandria, Egypt, October 2007.
17. [Bennour, 04]: M. Bennour " Contribution à la modélisation et à l'affectation des ressources humaines dans les processus ", Thèse de doctorat, Université Montpellier II, 2004.
18. [Beriot, 92]: D. Beriot, « Du microscope au macroscope : l’approche systémique du changement dans l’entreprise, ESF Editeur, Paris,1992.
19. [Bernus et al., 96]: P. Bernus et L. Nemes, "A Framework to Define a Generic Enterprise Reference Architecture and Methodology." Computer Integrated Manufacturing Systems, 1996.
20. [Berrah et al., 03]: L. Berrah, V. Clivelli, F. Vernadat, « Pilotage d’un processus de réorganisation : problématique de la mise en place des indicateurs de performance », 6ème Congrès de Génie Industriel, Laval, Canada, 2003.
21. [Berrah, 97]: L. Berrah, " Une approche d’évaluation de la performance industrielle Modèle d’indicateur et techniques floues pour un pilotage réactif ", Thèse de doctorat en Génie Industriel, Institut National Polytechnique de Grenoble, 1997.
22. [Bescos, 95]: P.L. Bescos, « Contrôle de gestion et managment, Lavoisier, 1995.
23. [Bititci et al., 01]: U S Bititci and M Bourne, "Reference Model v Process: A Case Study", International Journal of Business Performance Management, vol 3, pp135-153, 2001.
24. [Bititci, 00]: U. S. Bititci, “Dynamics of performance measurement system”, International Journal of Operations and Production Management, Vol. 20 (6), 2000.
25. [Bitton, 93]: M.Bitton, "Market survey methodology" projet EU 824 TIME, deliverable D21 version finale, 1993.
26. [Booch et al., 00]: G. Booch, J. Rumbaugh, I. Jacobson, “Le guide de l'utilisateur UML », 2000.
27. [Boris, 05]: J. Boris, «Le roman noir des matières premières», Hachette Editions, 2005.
28. [Boucher et al., 06]: X. Boucher, D. Crestani, "Decision supports systems issues in enterprises change management", Journal of Decision Systems, n° 4, pp. 389-424, vol. 15, 2006.
29. [Boudarel, 97]: M. R. Boudarel, « La prise en compte des freins et des accélerations de changement dans la démarche d’amélioration de la qualité », IRDQ, Paris, 1997.
30. [Boulenger et al., 07]: A. Boulenger, C. Pachaud, « Analyse vibratoire en maintenance », Dunod, 2007.
31. [Bozarth et al., 98]: C. Bozarth, C. McDermott, “Configurations in manufacturing strategy: a review and directions for future research”, Journal of Operations Management, Volume 16, Issue 4, pp 427-439, July 1998.
32. [Brabet, 93]: Brabet J., Repenser la GRH, Paris, Economica(éd.), 1993.
33. [Bruyne et al., 04]: V. Bruyne, F. Simonot-Lion, Y. Trinquet, “EAST-ADL – An Architecture Description Language”, Workshop on Architecture Description Languages, Toulouse, 2004.
34. [Campbell et al., 06]: J. Campbell, John D. and R. Picknell, Uptime, 2nd Edition: Strategies for Excellence in Maintenance Management, Productivity Press, 2006.
35. [CARROLL, 08]: http://www.carroll-research.org/fr/projets/projets.htm, site officiel du projet scientifique CARROLL.
36. [CCI, 03]: Portail des chambres de commerces et d’industrie, http://www.cci.fr/, Actes 2003.
37. [Chapurlat, 07]: V. Chapurlat, « Vérification et validation de modèles de systèmes complexes : application à la Modélisation d'Entreprise », HDR, Université Montpellier II, 2007.

38. [Chen, 97]: Chen D., Vallespir B., Doumeingts G., «GRAI integrated methodology and its mapping onto generic enterprise reference architecture and methodology», Computer In Industry, vol. 33, pp. 387-394,1997.
39. [Cigref, 03]: Association d'entreprises Cigref, Publications de, 2003, http://cigref.typepad.fr/cigref_publications/ .
40. [Cliville, 01]: V. Clivillé, L. Berrah, G. Mauris, A. Haurat, "Using Performance Indicators system in an industrial improvement approach", 5th Int. Conf. in Engineering Design and Automation (EDA 01), Vol. CD-ROM, Las Vegas, 2001.
41. [Clivelli, 04]: V. Clivelli, « Approche systémique et méthode multicritères pour la définition d'un système d'indicateurs de performance », Thèse de doctorat, Université de Savoie, 2004.
42. [Collomb et Kleinhans, 93] J. Collomb, S. Kleinhans, "Market survey", Deliverable D22, IME Project EU 824, 1993.
43. [Couture et al., 99] A. Couture, G. Loussararian, "L'entreprise se transforme : De l'organisation mécanique et figée à l'organisation réactive et vivante", Revue Française de Génie Industrielle, Vol. 18, N°2, 1999.
44. [D'Herbemont et al., 96]: O. d'Herbemont et B. César, « La stratégie du projet latéral », édition Dunod, 1996.
45. [Datar, 00]: M.M. Datar, "Enterprise simulation : framework for strategic application", proceeding of the Winter Simulation Cnference, USA, 2000.
46. [De Rosnay, 75]: J. De Rosnay, Le Macroscope vers une vision globale, Seuil, 1975.
47. [Debenham, 03]: J.K. Debenham, "Evaluating Evolutionary Mechanisms by Simulation", in proceedings 14th International Conference on Modelling and Simulation MS 2003, Palm Springs, California, USA, February 24-26, pp589-594, 2003.
48. [Délivré, 04]: F.Délivré, "Le métier de coach", Edition d'organisation, 2004.
49. [Deming, 86]: W. E. Deming, "Out of the Crisis", Massachusetts Inst Technology, USA, 1986.
50. [Deming, 00]: W. E. Deming, " The New Economics", MIT Press, USA, 2000.
51. [Dirk et al., 02]: V. G. Dirk, V. L. Hendrik, "Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design", Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Vol. 18, Issues 3-4, pp. 205-214, 2002.
52. [Doumeingts et al., 95]: G. Doumeingts, F.Clave, Y. Ducq, "ECOGRAI – A method for designing and implementing performance measurement systems for industrial organisations", in Rolstadas, A. (Eds),Benchmarking Theory and Practice, Chapman & Hall, London, 1995.
53. [Doumeingts et al., 98]: G. Doumeingts, B. Vallespir, D. Chen, "Decisional modeling GRAI grid". International handbook on information system, P. Bemus, K. Mertins & G. Schmidt ed, Berlin: Springer, 1998.
54. [Duczynski, 04]: P. Duczynski, « On the Non-neutrality of Money: Evidence from the 1990s". Prague Economic Papers, vol. 13, pp. 40–54, March 2004.
55. [Fache, 06]: J. Fache, « Les mutations industrielles », Belin. Collection Mémento. Géographie, 2006.
56. [Ferrand, 97]: J.M. Ferrand, « Et comment vous la maîtrisez l'ampleur ?», ENS LSH, 1997.
57. [FMEA, 08]: Site officiel AMDEC, http://www.fmeainfocentre.com/, 2008.
58. [Fowler, 03]: A. Fowler, "Systems modelling, simulation, and the dynamics of strategy", journal of business research, Vol. 56, pp 135-144, 2003.
59. [Franchini, 00]: L. Franchini, « Aide à la décision pour la gestion des opérateurs en production : Modélisation, Planification et Evaluation », Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2000.

60. [Frayret et al., 03]: J. M. Frayret, F. D'Amour, S. D'amour, « Collaboration et outils Collaboratifs pour la PME Manufacturière », Rapport de recherche présenté au CEFRIO, Université Laval, 2003.
61. [Garcia, 04]: D. Garcia, « Enterprise transformation : forces and processes of change », IFAC, 2004.
62. [Genelot, 92]: D. Genelot, « Manager dans la complexité, Réflexion à l'usage des dirigeants», Ed Insep-editions., ISBN : 2-914006-04-7, 360 pages,1992.
63. [GERAM, 99]: "GERAM: Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology" ISOTC184/SC5/WG1, N398, 1999.
64. [GERAM, 08]: http://www.cit.gu.edu.au/~bernus/taskforce/geram/ , site official de GERAM.
65. [Ghalayini et al., 97]: A. M. Galayini, J. S. Noble, T. J. Crowe, "An Integrated dynamic performance measurement system for improving manufacturing competiveness", International Journal of Operations and Production Management, pp. 207- 225, Vol. 15, 1997.
66. [Ghalayini, 96]: A. M. Galayini, "The changing basis of performance measurement", International Journal of Operations and Production Management, pp. 667- 676, Vol. 16 (8), 1996.
67. [Girard et al., 04]: P. Girard, G. Doumeingts, "Modelling the engineering design system to improve performance", Computers and industrial engineering, pp. 43-67, Vol. 46, 2004.
68. [GME, 08]: http://www.isis.vanderbilt.edu/projects/gme, site official du Generic Modeling Environment.
69. [Godelier, 98]: E. Godelier, "L'Histoire d'entreprises et les Sciences de gestion : objets de controverses ou objets de polémiques ?", HDR en Sciences de gestion, Université Versailles-Saint-Quentin, 1998.
70. [Goldratt, 90]: E. M. Goldratt, « Theory of Constraints: And How It Should Be Implemented », New York, North River Press, 1990.
71. [Gonzalez et al., 06]: N. Gonzalez Alvarez, M. Nieto Antolin, « Appropriability of innovation results: An empirical study in Spanish manufacturing firms", Technoinnovation, Issue 5, pp. 280-295, Vol. 27, 2006.
72. [Gouard et al., 98]: B.Grouard et F.Meston, « L'entreprise en mouvement. Conduire et réussie le changement », 3° Edition, Dunod, Paris, 1998.
73. [Grosz et al., 00]: G. Grosz, F. Semmak, « Utilisation de patrons pour la gestion du changement dans les entreprises », INFORSID. pp. 416-430, 2000.
74. [Gucanin, 03]: A. Gucanin, « Total Quality Management mit dem EFQM-Modell », Uni-Edition, 2003.
75. [Guillaume, 05]: S. Guillaume, « Représentation des connaissances et systèmes d'inférence Floue », HDR, UPS Toulouse III, 2005.
76. [Hafsi et al., 97]: Hafsi T. et Fabi B., « Les fondements du changement stratégique », Transacontinental, 1997.
77. [Hallgren et al., 05]: M. Hallgren, J. Olhager, "Quantification in manufacturing strategy: A methodology and illustration", International journal of production economics, SE-581-83, 2005.
78. [Hammer et al., 93]: M.Hammer, J.Champy, "Reengineering the corporation : A manifest for business revolution", Harper Business, New York, 1993.
79. [Hannen et al., 83]: J., M. Hannan and G. Carroll, "The Liability of Newness: Age Dependence in Organizational Death Rates," American Sociological Review, 48, 692-710, 1983.
80. [Harinder et al., 04]: Harinder S. Jagdev, G. Zulch,, P. Stock, "Integrating Human Aspects In Production Management: Proceedings Of The International Conference On Human Aspects In Production Management", 5-9 October International Federation for Information Processing, Book Publisher: Springer-Verlag TELOS, December 2004.

81. [Hendrick,97] H.W. Hendrick, “organizational design and macroergonomic”, Handbook of human factors ans ergonomics, 2en edition, Wiley, New York, pp.594-636, 1997.
82. [Herbemont et al., 96]: d’Herbemont O. et César B., « La stratégie du projet latéral », Editions Dunod, 1996.
83. [Hronec, 95]: S.M. Hronec, « Vital signs : des indicateurs - coût, qualité, délais - pour optimiser la performance de l’entreprise », Les Editions d’Organisation, 1995.
84. [IIENET, 07]: Site officiel Institue of Industrial Engineering, Norcross, GA USA, http://www.iienet2.org/, 2007.
85. [Imai, 92]: M. Imai, « La clé de la Compétitivité Japonaise », Eyrolles, 1992.
86. [IMT, 00]: Integrated Manufacturing Initiative, "Enterprise Modeling & Simulation" dans "Modeling & Simulation Roadmap", Juillet 2000.
87. [Ingelgard et al., 00]: A. Ingelgård, A. Styhre, “Reducing negative effects of stress at work - why improvements are so difficult and suggestions for new stress management approaches”, Fenix Working Paper Series, 2000.
88. [Ingelgard et al., 01]: A. Ingelgard, F. Norrgren, “Effects of change strategy and top-management involvement on quality of working life and economic results “,International Journal of Industrial Ergonomics, Issue 2, pp. 93-105, Vol. 27, February 2001.
89. [Jacot, 90]: J.H. Jacot, « A propos de l’évaluation économique des systèmes de production », Gestion Industrielle et Mesure Economique : approches et applications nouvelles, ECOSIP, Economia, Paris, 1990.
90. [Johnny et al., 98]: K. Johnny, C. NG, H. IP, “The strategic design and development of ERP and RTMS”, Computers and Engineering, Vol. 34, pp 777-791, 1998.
91. [Joyce, 91]: M. Joyce, “Ergonomic management : integrating a macroergonomics plan into existing corporate cultures”, Vol.6 Human Factors Association of Canada, Mississauga, pp.13-15, 1994.
92. [Joyce, 94]: M. Joyce, “Ergonomic management: integrating a macroergonomics plan into existing corporate cultures.”, In: McFadden, S., Innes, L. and Hill, M., Editors, Proceeding of the 12th Triennial Congress of the International Ergonomics Association Vol. 6, Human Factors Association of Canada, Mississauga, pp. 13–15, 1994.
93. [Kaplan, 98]: R.S. Kaplan, D.P. Norton, Le tableau de bord prospectif, pilotage stratégique : les 4 axes du succès, Les Editions d'Organisation, 1998.
94. [Karlof, 01]: B. Karlof, “Benchlearning”, John Wiley & Sons Inc, 2001.
95. [Klein et al., 94]: M. Klein, M. Manganelli, L. Raymond, “The Reengineering Handbook : A Step-by-step Guide to Business Transformation” by New York AMACOM Books, 1994.
96. [Kleinhans, 99]: S. Kleihans, "Intégration de la modélisation d'entreprise dans une démarche de stratégie industrielle", Thèse de doctorat, Université Bordeaux 1, 1999.
97. [Kueng et al., 01]: P. Kueng, A. Meier, T. Wettstein, “ Performance measurement Systems must be engineered”, Communication of the association for Information Systems, Vol. 7, 2001.
98. [Lamsweerde et al., 00]: A. van Lamsweerde, E. Letier, ""Handling Obstacles in Goal-Oriented Requirements Engineering"", IEEE Transactions on Software Engineering, Special Issue on Exception Handling, Vol. 26 No. 10, October 2000.
99. [Landier, 87]: H. Landier, « L'entreprise Polycellulaire - Pour Penser L'entreprise De Demain », Entreprise Moderne D'éd. 1987, réédité en 2003.
100. [Larsen et al., 02]: E. Larsen, A. Lomi, “Representing change: a system model of organisational inertia and capabilities as dynamic accumulations Process”, Simulation modelling practice and theory, Vol. 10, pp 271-296, 2002.
101. [le Littré, 08]: Littré Dictionnaire en ligne, « Dictionnaire Français Littré, http://littre.reverso.net/dictionnaire-francais/definition/,2008.
102. [Le Moigne, 77]: J.L. Le Moigne, « La Théorie du Système Général », Les Presses Universitaires de France, 1977.

103. [Le Moigne, 90]: J.L. Le Moigne, « La théories du système général», PUF, Paris, 1977-1994.
104. [Long, 02]: J. Long, " Relationships between Common Graphical Representations in Systems Engineering", Vitech Corporation, 2000.
105. [Lorino, 01a] P. Lorino, « Méthodes et pratiques de la performance. Le pilotage par les processus et les compétences », Les Editions d'Organisation, 2001.
106. [Lorino, 01b] P. Lorino, « Les indicateurs de performance dans le pilotage de l'entreprise», éditions Hermès, 2001.
107. [Lorino, 91]: P. Lorino, « Le contrôle de gestion stratégique : la gestion par les activités », Dunod, 1991.
108. [Lorino, 95]: P. Lorino, « Le déploiement de la valeur par les processus », Revue française de gestion, n° 104, pp. 55-71, 1995.
109. [Maders, 00]: H.P. Maders, « Conduire une équipe projet », éditions d'Organisation, Paris, 2000.
110. [Malhéné, 00]: N. Malhéné, "Gestion du processus d'évolution des systèmes industriels", Thèse de doctorat, Université Bordeaux 1, 2000.
111. [Mansar et al., 05]: S. L. Mansar, H. A. Reijers, "Best practices in business Process redesign : validation of redesign framework", Computers in industry, Vol. 56, pp 457-471, 2005.
112. [Manzano et al., 01]: J. A. Calvo-Manzano, M. García, T. San Feliu, "Managing the change: software configuration and change management", Springer-Verlag, London, UK, 2001.
113. [Meinadier, 98]: J.P. Meinadier, « Ingénierie et intégration des systèmes», Hermes Science Publications, novembre 1998.
114. [Miller et al., 94]: Miller, J. and Roth, A., "A taxonomy of manufacturing strategies. Manage.", Sci. 40, pp. 285–304, 1994.
115. [Mintzberg, 82]: H. Mintzberg, "Le Management Voyage au Centre des Organisations", Traduit par J.M. Behar, premier tirage, Editions d'Organisation, 1982 réédité en 1999.
116. [Mintzberg et al., 85]: H. Mintzberg, J. Waters, "Of Strategies Deliberate and Emergent", Strategic Management Journal, Vol.6, pp. 257-272, 1985.
117. [Mintzberg, 88]: H. Mintzberg, « Generic strategies: toward a comprehensive framework. Advances in Strategic Management", Vol. 5, JAI Press, Greenwich, CT, pp. 1–67, 1988.
118. [Mintzberg, 99]: H. Mintzberg, « Le manager au quotidien », Editions d'Organisation, 1999.
119. [Molet, 98]: H. Molet, « Comment maîtriser sa productivité industrielle », Ecole des Mines de Paris Les Presses, Technologies Les cours, 1998.
120. [Montreuil et al., 01]: S. Montreuil, M. Bellemare, « Ergonomie, formation et transformation des milieux de travail : introduction », Relations industrielles, vol. 56, n° 3, été / summer 2001, pp. 459-464.
121. [Morley, 00]: C. Morley, « Changement organisationnel et modélisation des processus », 5e colloque de l'AIM, Montpellier, France, 2000.
122. [Neely et al., 95]: A. Neely, M. Georgy, K. Platts, "Performance Measurement system design A literature review and research agenda", International Journal of Production Economics, Vol. 48, 1995.
123. [Neely et al., 96a]: A. Neely, M. Georgy, K. Platts, J. Mills, H. Richards, "Performance Measurement System design : Should process based be adopted ?", International Journal of Production Economics, Vol. 46-47, 1996.
124. [Neely et al., 96b]: A. Neely, M. Georgy, K. Platts, J. Mills, H. Richards, M. Bourne, " Getting the measure Your Business", Findlay publications, Horton Kirby, 1996.
125. [Neely, 99]: A. Neely, " The performance measurement revolution : why now and what next ?", International Journal of Operations and Production Management, Vol. 19 (2), 1999.

126. [Noble, 94]: J. S. Noble, C. W. Lahay, “Cycle time modelling for process improuvement teams”, Proceedings, 3rd Industrial Engineering Research Conference, Atlanta, GA, 1994.
127. [Norrgren et al., 96]: F. Norrgren, H. Hart, J. Schaller, “Effektiva Förändringsstrategier. Report, Center for Research on Organizational Renewal” (CORE), Chalmers University of Technology, Göteborg, 1996. cité dans [Ingelgard et al., 01].
128. [Nouiga, 03]: M. Nouiga, « La conduite du changement par la qualité dans un contexte socioculturel : Essai de modélisation systémique et application à l'entreprise marocaine », Thèse de doctorat, ParisTech., 2003.
129. [Ohno, 95]: T. Ohno, « Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production”, Productivity Press Inc., 1995.
130. [Osada, 93]:T. Osada, « Les 5S : Première pratique de la qualité totale : Les réalités de l'entreprise », Levoisier, Novembre, 1993.
131. [Penalva, 97]: J. M. Penalva, « La modélisation par les systèmes en situations complexes », ²Université de Paris XI - Paris Sud., 1997.
132. [Perez-Wilson, 99]: M. Perez-Wilson, “Six Sigma: Understanding the Concept, Implications & Challenges”, Advanced systems Consultants, 1999.
133. [Petit et al., 02]: M. Petit et G. Doumeingts, « Deliverable D1.1 Report on the State of the Art in Enterprise Modelling », University of Namur, 2002.
134. [Piaget, 68]: J. Piaget, « Le structuralisme », Paris: Presses universitaires de France. 2éme édition, 1968; 8éme édition, 1983; 9éme édition, 1987; 10éme édition, 1992.
135. [Probst et al., 92]: G.Probst, J.Y. Mercier, O. Bruggimann et A. Bakotobarison, « Organisation et management, tome 2 : gérer le changement organisationnel », Les Editions d’Organisation, Paris, 1992.
136. [Queille, 00]: S. Queille, «Un Modèle d'Analyse de la formation des Processus Stratégiques dans un Contexte de Mutations Environnementales : Le cas des établissements hospitaliers français», Thèse de doctorat en Sciences de Gestion, Université de Toulouse 1, 2000.
137. [Resyproq, 00]: Rapport Scientifique Final, Projet Prosper CNRS RESYPROQ, Recomposition, Evolution, des Systèmes de PROduction Qualitatif, Juin 2001.
138. [Respect-IT, 08]: Respect-IT est une société "spin-out" de l'Université catholique de Louvain, site officiel : http://users.skynet.be/fb624288/Societe_Introduction.html.
139. [Richardson, 85]: P. Richardson, A.Taylor and J. Gordon, “A strategic approach to evaluating manufacturing performance”, Interfaces 15 6, pp. 15–27. 1985
140. [Roboam, 93]: M. Roboam, “La méthode GRAI : Principes, outils et démarche et pratique », Teknea, 1993.
141. [Saaty, 77]: T. L. Saaty, “ A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures”, Journal of Mathematical Psychology, Vol. 15, 1977.
142. [Shimizu, 94]: K. Shimizu, « KAIZEN et gestion du travail chez TOYOTA MOTOR KYUSHU:un problème dans la trajectoire de TOYOTA », Actes du GERPISA n°13, New York, 1994.
143. [Shingo, 85]: S. Shingo, "The Revolution in Manufacturing : The SMED System", Productivity Press Inc, 1985.
144. [Sieberborn, 05]: T. Sieberborn, «Une approche de formalisation du processus de changement dans l’entreprise», thèse de doctorat, Université de Savoie, 2005.
145. [Simon et al., 58]: H. A. Simon, D. C. Dearborn, "Selective Perception : A Note on the Departemental Identifications of Executives", Sociometry, XXI, pp. 140-144, 1985.
146. [Simon, 69]: H. A. Simon, « The Science of the Artificial », Cambridge, Mass., MIT Press, 1969, (traduit en français : La Science des systèmes, Science de l'artificiel, Ed. de l'Epi, 1974).
147. [Sintef, 92]: Sintef T., “A Productivity Program for Manufacturing Industry”, NTNF/NTH, Trondheim, Norvège, 1992.

148. [Stacey, 95]: R. Stacey, « Strategic management and organisational dynamics », Pitman, London, 1995.
149. [Tahon, 03]: C. Tahon, « Evaluation des performances des systèmes de production », Lavoisier, 2003.
150. [Taskin, 03]: L.Taskin, « Télétravail et organisation, les mythes d'une success story. Entre autonomie et contrôle », Revue Gestion 2000, n°2, 2003.
151. [Taylor, 11]: F. W. Taylor, "The principles of scientific management", Dover Publications, 1911.
152. [Tesfamariam et al., 05]: D.Tesfamariam, B.Lindberg, “Agregate analysis of manufacturing systems using system dynamics Analytic Network Process.”, Computers and industrial engineering, (2005), Volume 49, pp 98-117.
153. [TIME GUIDE, 96]: Project EUREKA TIME GUIDE European Project EU 1157, "Tools and method for the Integration and the Management of the Evolution of industrial enterprise – GUIDing the Evolution", 1996.
154. [Trompenaars, 94]: F. Trompenaars, "L'entreprise multiculturelle", Edition Maxima, 1994.
155. [Valiris et al., 99]: G. Valiris, M. Glykas, ”Critical review of existing BPR methodologies “, Business Process Management Journal, Volume 5, Emerald Group Publishing Limited, pp. 65-86(22), Number 1, 1999.
156. [Vallerand et al., 03]: J. Vallerand, B. Montreuil, D. Caron, J. Renaud, « Radar d’objectifs et indicateurs de performance, de la théorie à l’action : une enquête sur les PME technologiques manufacturières québécoises », Chaire du Canada en Ingénierie d’Entreprises de l’Université Laval et au GATIQ, 2003.
157. [Vallespir et al., 03]: B. Vallespir, C. Breasch, V. Chapurlat, D. Crestani, « L’intégration en modélisation d’entreprise : les chemins d’UEML », MOSIM- 3ème Conférence Francophone de Modélisation et Simulation, Toulouse, 2003.
158. [Vernadat, 99]: F. Vernadat, « Techniques de Modélisation en Entreprise. Applications aux processus opérationnels », Economica, 1999.
159. [Waldner, 92]: J.B. Walder, “CIM : Principles of Computer Integrated Manufacturing”, Wiley & Sons, 1992.
160. [Watner et al., 83]: C. Watner, G. Smith & W. Mc Elroy, “Essays on Voluntaryism,” Pine Tree Press, 1983.
161. [Williams, 94]: T. Williams, "The Purdue Enterprise Reference Architecture." Computers in Industry, 1994.
162. [Wodmak et al., 96]: J. Womack, D. Jones, Ross D., "The machine that change the world" MacMillan, Rawson Associated, 1990.
163. [Woolridge et al., 04]: A. Woolridge, A. Morrisey, P.S. Phillips, “The development of strategic and tactical tools, using systems analysis, for waste in large complex organisations : a case study in UK healthcare waste”, Resources Conservation and Recycling, pp 115-137, Vol. 44, 2004.
164. [Yatchinkovsky, 99]: A.Yatchinnowsky, « L’approche systémique pour gérer l’incertitude et la complexité », ESF Editeur, Paris, 1999.
165. [Zakarian et al., 01]: A. Zakarian, A. Kusiak, “Processes analysis and reengineering”, Computer and Industrial engineering, pp 135-150, Vol 41, 2001.

ANNEXES

Annexe A : Modèles de l'Entreprise

1. SCR dans son environnement

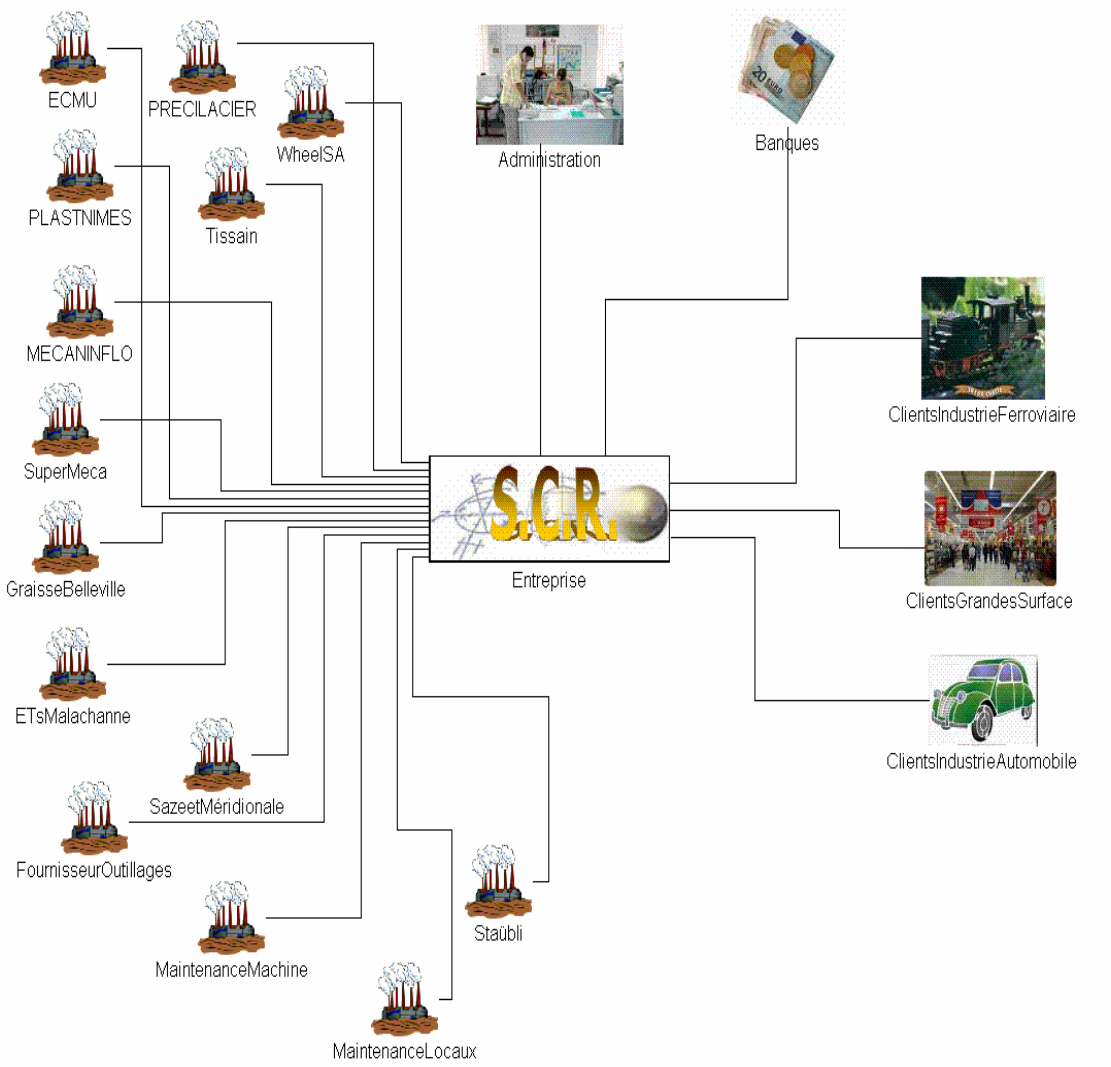


Figure 1 : La vue environnement de SCR

Dans la vue environnement, on distingue les clients des fournisseurs. Outre les fournisseurs cités précédemment, SCR entretient des relations avec une société de maintenance pour

dépanner les machines de production et avec d'autres fournisseurs qui assurent la fourniture des outils, la vente de la graisse, l'entretien des locaux etc.

S'ajoutent aux fournisseurs et aux clients, les relations qu'entretient SCR avec les banques et les contraintes liées à la législation qui régit la région dans laquelle la société est implantée.

2. Programme de l'entreprise SCR

Le modèle du programme visualise la cartographie des processus de l'entreprise.

Les processus de gestion

Dans notre exemple didactique, nous disposons de deux processus de gestion :

- Elaborer la stratégie de l'entreprise en fonction des besoins du marché et des capacités de l'entreprise.
- Générer les commandes de roulements processus qui regroupe toutes les activités de marketing et de prise de contact avec des clients habitués et potentiels.

Les processus de production

Ces processus illustrent tous les métiers de l'entreprise. Nous avons identifié trois processus de fabrication.

- "Développer les produits" qui représente un métier de l'entreprise qui lui permet de répondre aux exigences des clients pour les produits sur commande.
- "Fabriquer les roulements" qui consiste à assurer la production de tous les types de roulements définis dans le plan de production.
- "Livrer et suivre les commandes" puisque SCR assure ce service auprès de ses clients.

Les processus support

Dans SCR, nous avons identifié quatre processus support.

- Elaborer les nouveaux processus afin de préparer l'intégration des nouveaux produits par exemple.
- Planifier et gérer les ressources afin de se doter des moyens nécessaires pour satisfaire les commandes de roulements.
- Maintenir les machines de production et les moyens logistiques
- S'approvisionner en matières premières

Ainsi le programme de SCR se présente comme le montre la Figure 2.

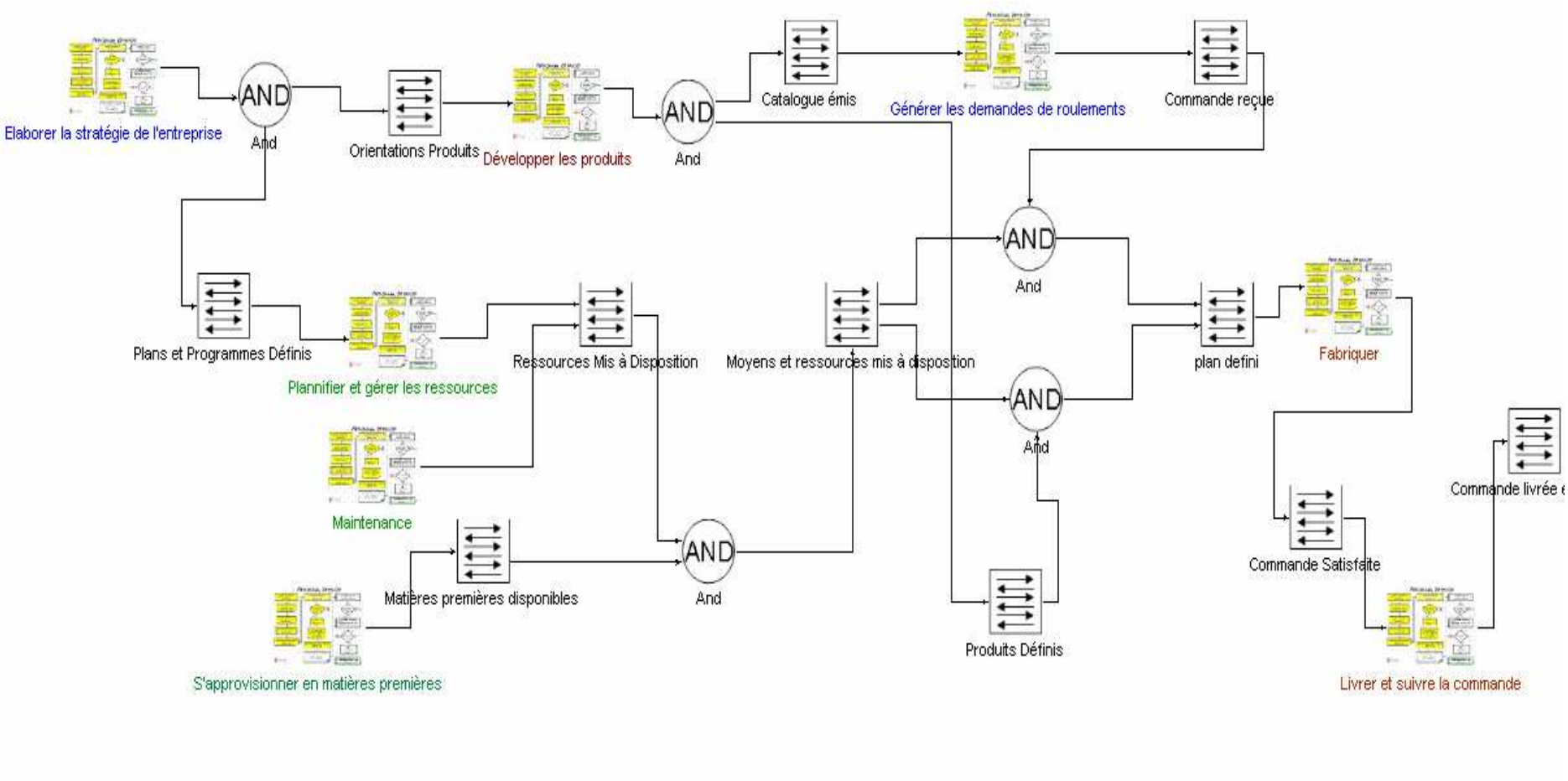


Figure 2 : Vue Programme

3. Un modèle de la structure de SCR

Dans cette vue, on a représenté la structure de SCR. Au premier niveau d'abstraction, nous représentons les trois sites de l'entreprise.

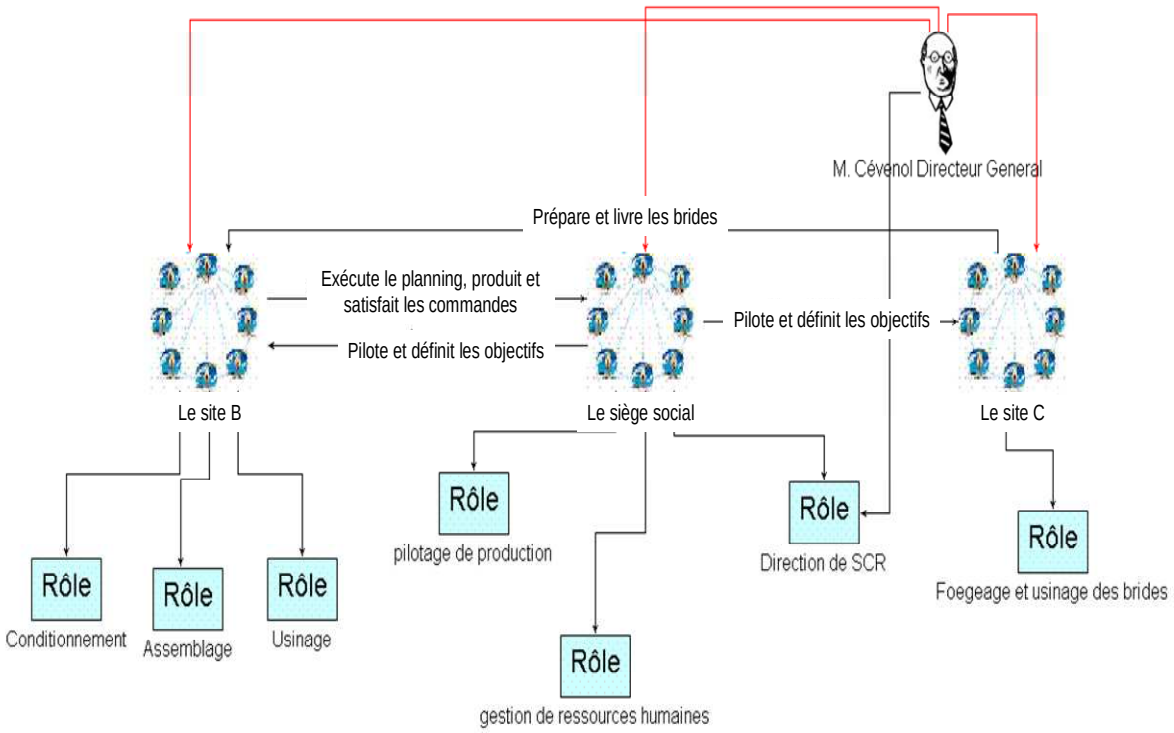


Figure 3: L'organisation du réseau opérant de SCR

Le directeur générale de l'entreprise dirige l'ensemble des sites.

C'est à partir du siège social que les directives de production sont envoyées aux deux autres sites. Le site C prépare et livre les brides pour la production des roulements avec brides. Le site B assure le conditionnement, l'assemblage et l'usinage de tous les produits selon le planning transmis par le siège social.

La figure suivante illustre les collaborations au sein du siège social :

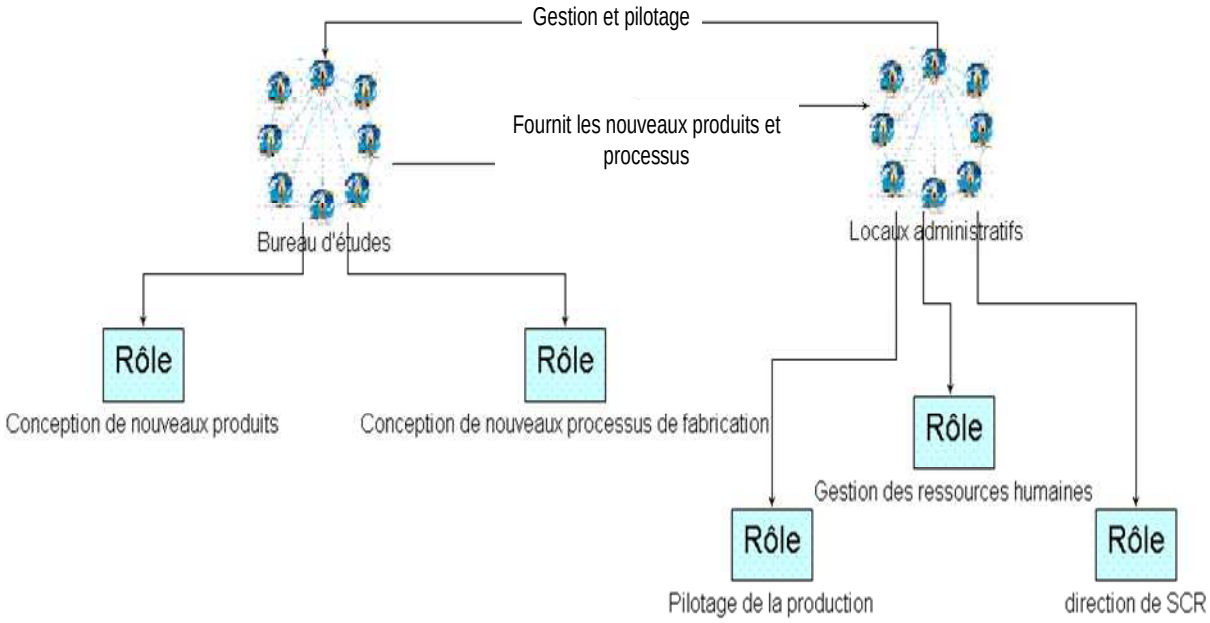


Figure 4 : La vue réseau opérant du siège social

Le siège social est organisé en deux unités : le bureau d'études et les locaux administratifs. Ce sont les administrateurs qui se chargent de la gestion des ressources humaines, du pilotage et de la direction de SCR. Le bureau d'études s'occupe de la conception des nouveaux produits et des nouveaux processus de fabrication. C'est à travers ses rôles qu'il participe au pilotage de la production des deux autres sites B et C.

4. Un modèle de la vue comportementale

La vue comportementale est structurée en deux modèles. La coordination qui permet de représenter le passage, suite à l'occurrence d'un événement, d'une configuration du système vers une autre et le scénario d'exécution du programme relatifs à chaque configuration.

Par exemple, pour l'entreprise SCR, la réception d'une commande de produits très spéciaux, exige le changement du mode de fonctionnement des processus de production. L'entreprise se voit alors évoluer d'une configuration de production nominale vers une configuration de production mixte qui permet à la fois de continuer à produire les roulements standards mais au même temps d'intégrer les produits commandés. Si la commande reçue est urgente et si elle concerne une quantité importante, l'atelier de production se voit obligé d'arrêter la production standard et de se consacrer exclusivement à la fabrication de produits spéciaux.

La figure suivante visualise la transition de ces trois configurations :

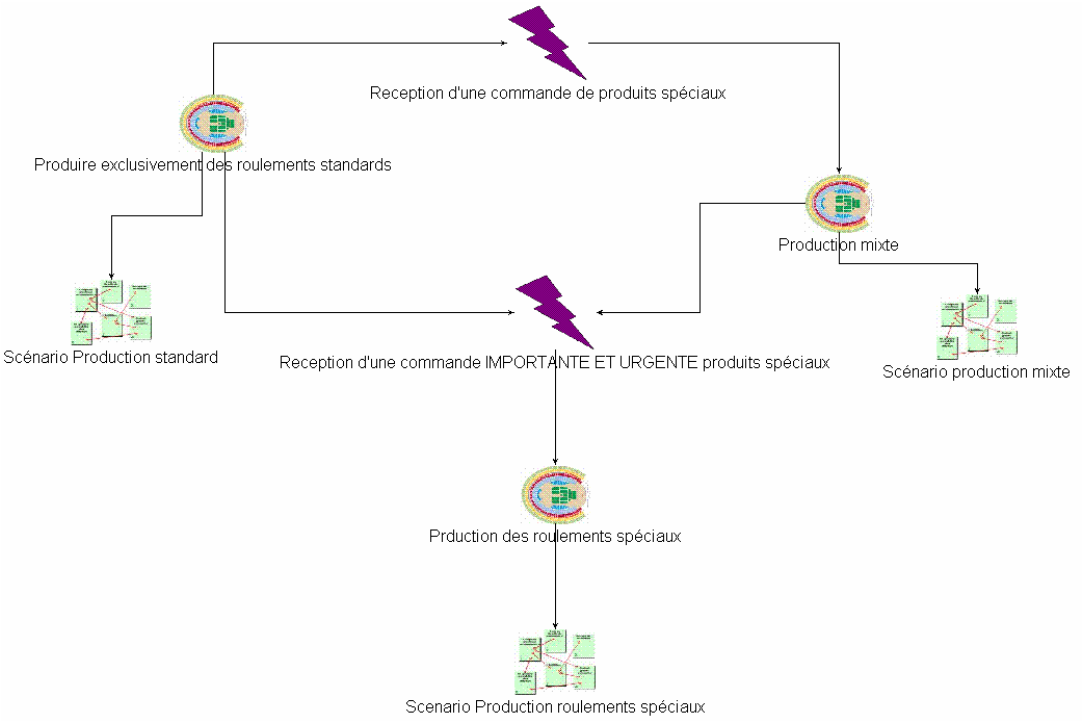


Figure 5 : Transition entre trois configurations

La première configuration autorise uniquement le scénario de production standard tandis que la deuxième configuration de production mixte autorise deux scénarios la production standard et la production sur commande. La troisième configuration est relative à la production exclusive de produits spéciaux.

Chacune des configurations représente un mode de fonctionnement de l'entreprise, a ses propres objectifs, mobilise un ensemble de ressources et a son propre mode d'exécution du programme. Une configuration est considérée comme un sous système de l'entreprise. Ce sont l'ensemble des configurations qui renseignent le mode de fonctionnement de l'entreprise et ce sont l'ensemble des scénarios qui renseignent les schémas d'exécution des processus de l'entreprise. Dans notre exemple illustré par la Figure 5, le scénario de production standard correspond au processus de fabrication nominal.

Le scénario de production sur commande a la particularité de dépendre directement du plan spécifique fournit par le bureau d'étude et visualise le processus particulier de production du produit commandé.

Annexe B : Caractérisation de l’Entreprise

Arbre des Indicateurs du processus d’approvisionnement

Axe de Pilotage

L’arbre des indicateurs de performance relevant du coût est présenté dans la figure 1 :

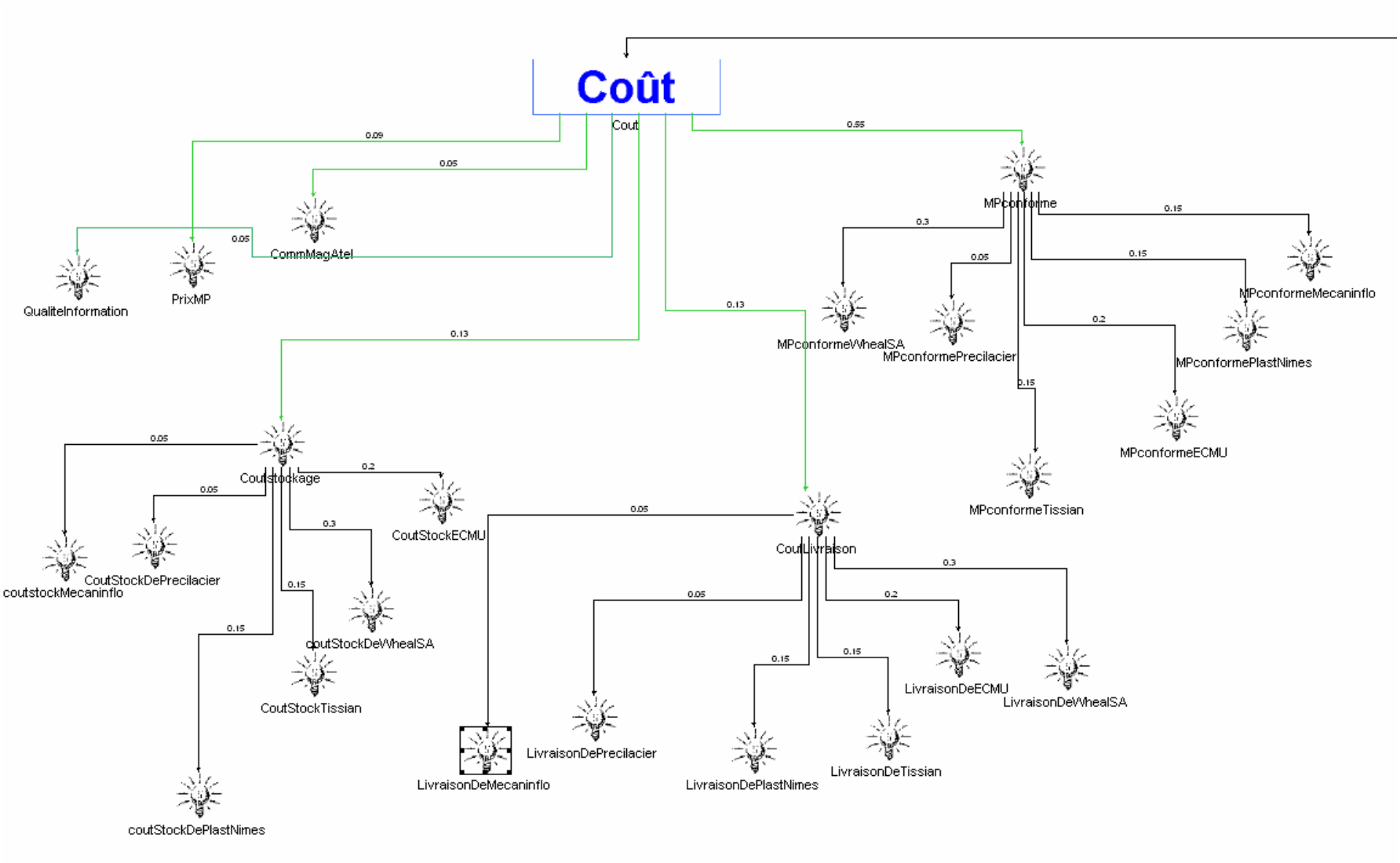


Figure 1 : Coût du processus Approvisionnement

La qualité figure 2:

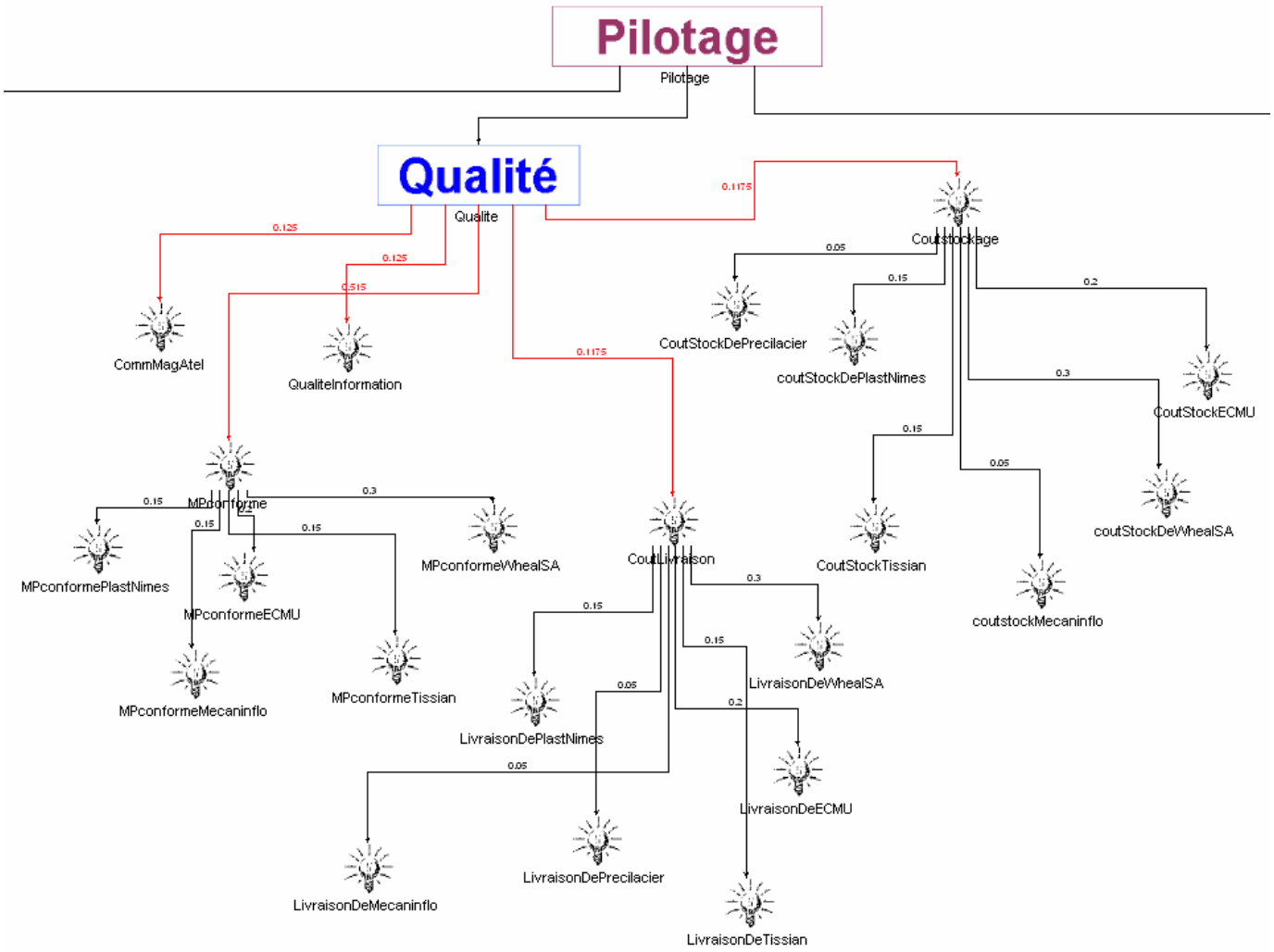


Figure 2 : Qualité du processus Approvisionnement

Le délai figure 3 :

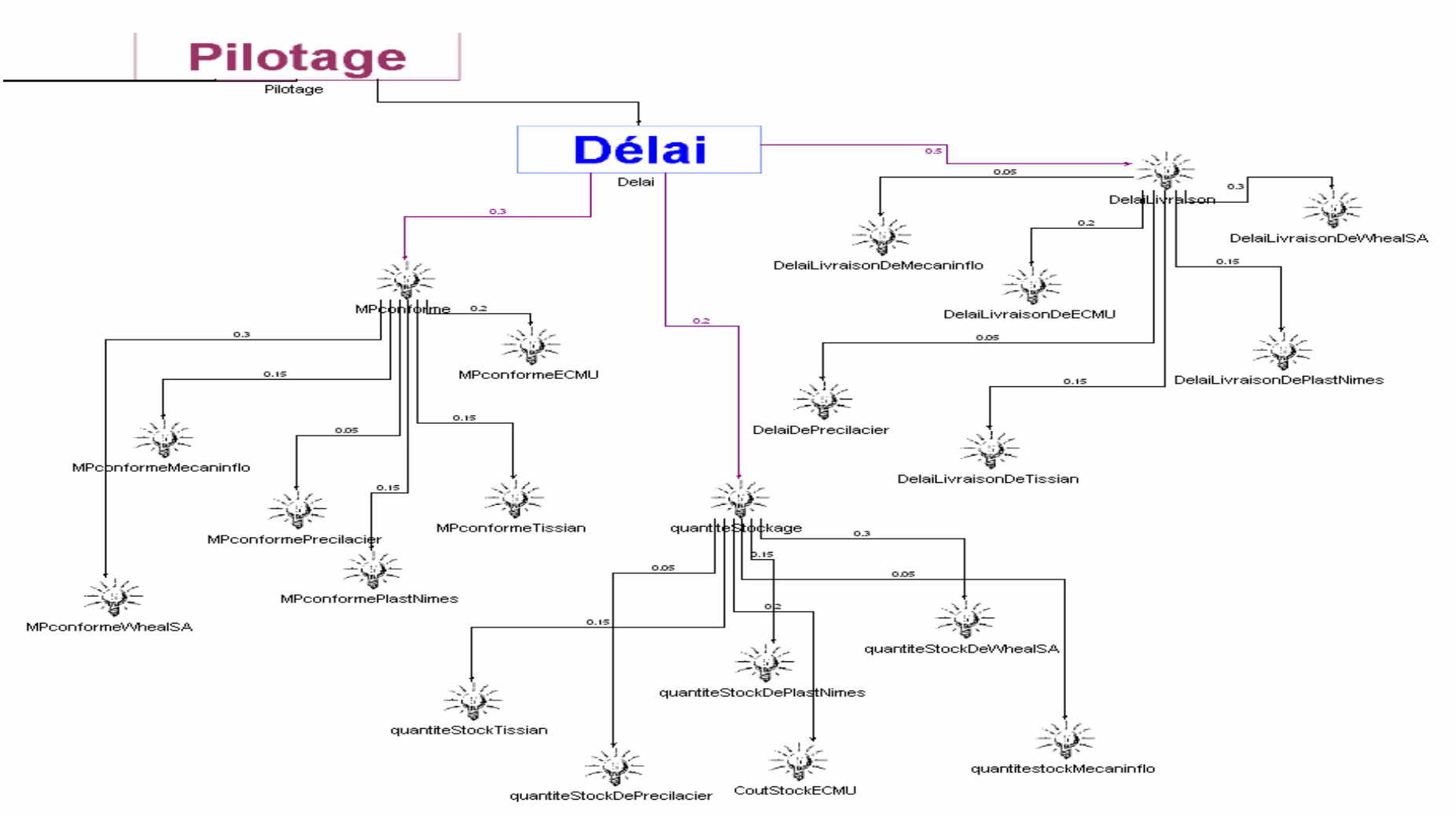


Figure 3 : Délai du processus Approvisionnement

Axe d'Adaptation

Pour le cas de SCR, nous avons identifié uniquement des Indicateurs relevant du critère Réactivité (figure 4) :

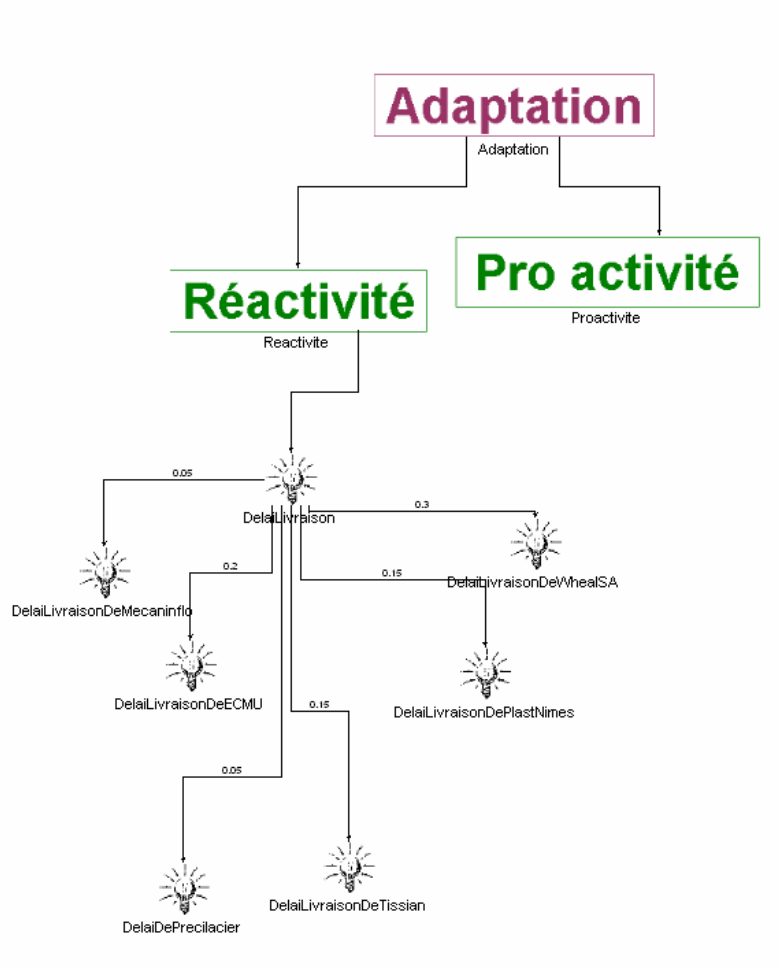


Figure 4 : Adaptation du processus Approvisionnement

Axe d'Anticipation

Pour le cas de SCR, nous avons identifié uniquement des indicateurs relevant du critère Flexibilité (figure 5) :

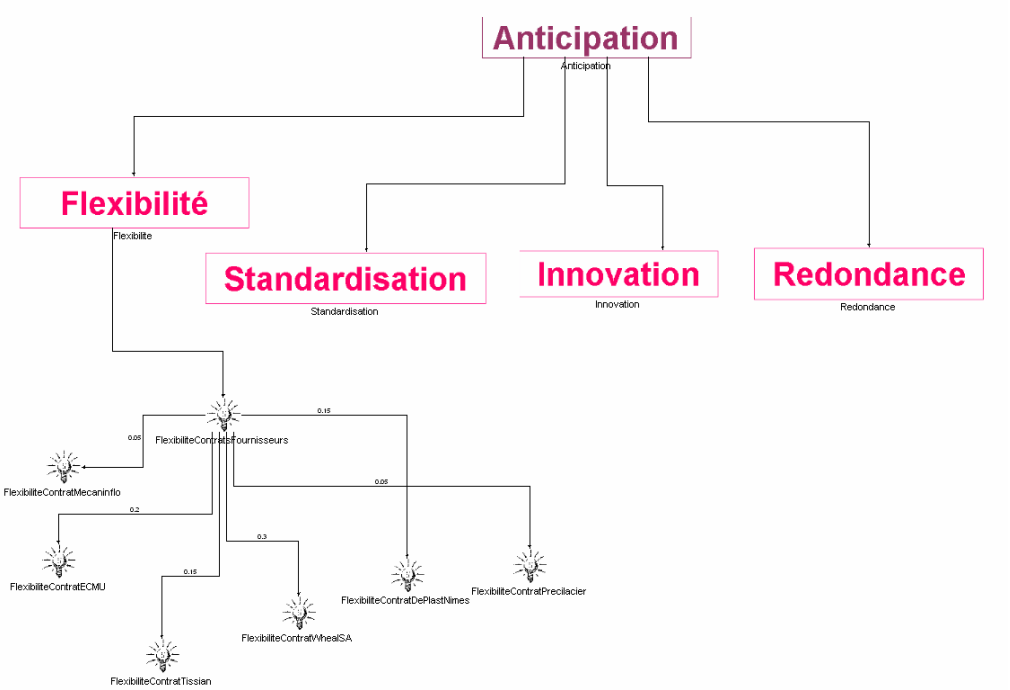


Figure 5 : Anticipation du processus Approvisionnement

Annexe C : Didacticiel pour l'usage du GTE

Initialisation des Données

Tout d'abord il faut spécifier la directory où se trouveront les données.

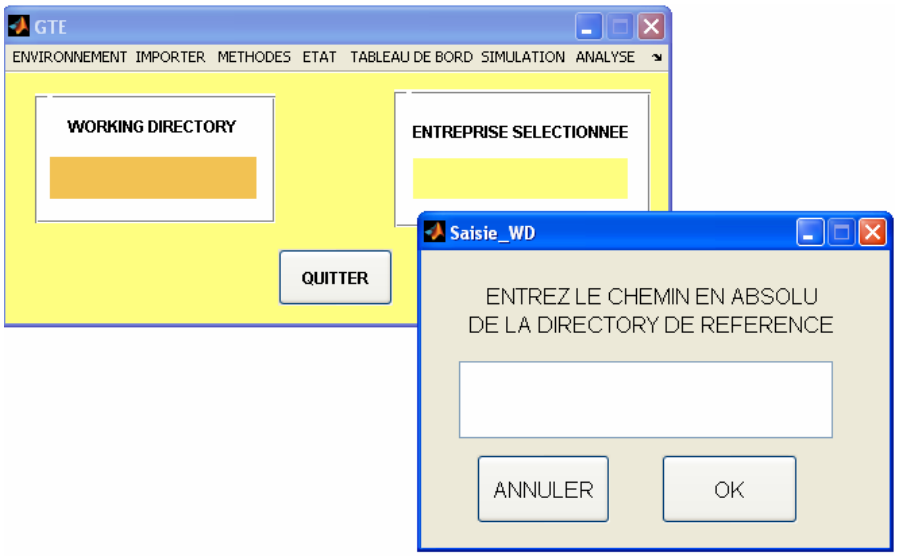


Figure 1 : Directory

Ensuite, il faut créer l'entreprise :

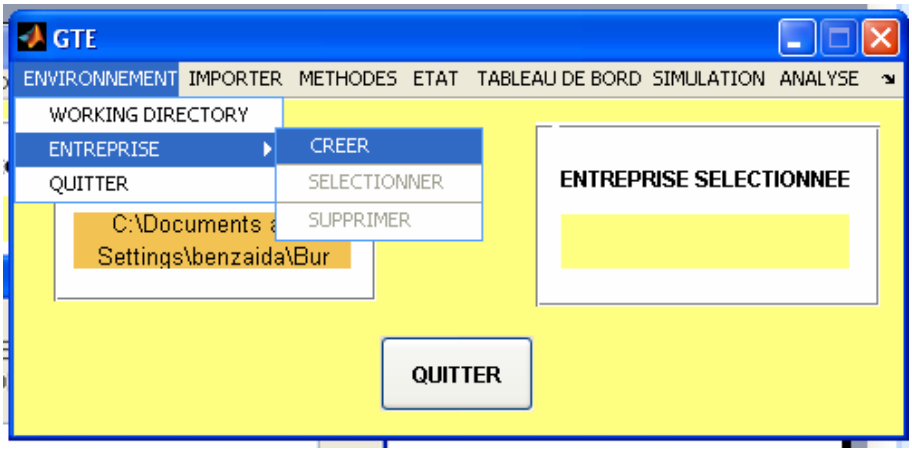


Figure 2 : Création de l'entreprise

Calculer automatiquement l'état initial à partir des arbres d'indicateurs de performance.

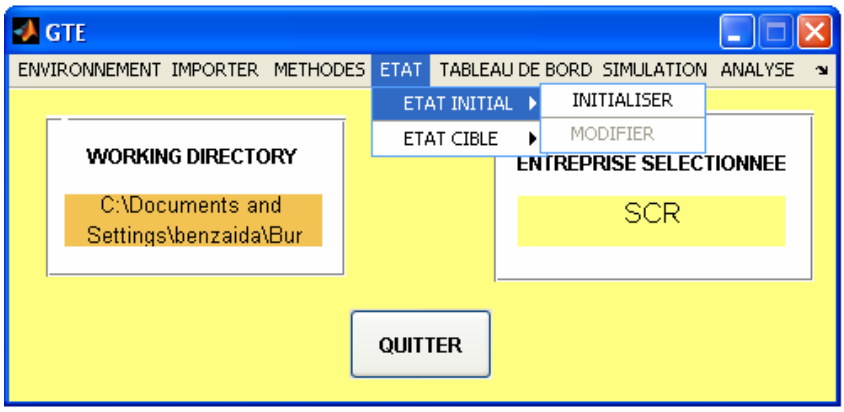


Figure 3 : Etat initial

Et, instancier les méthodes

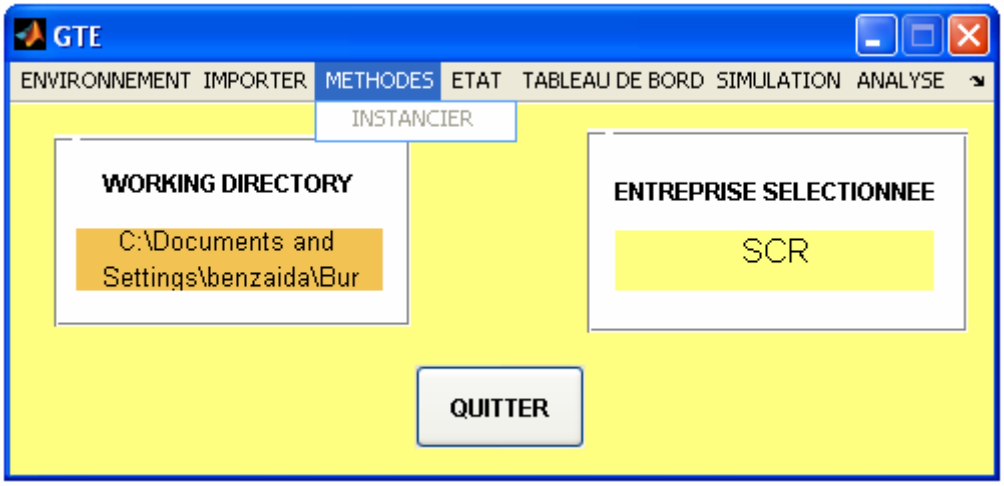


Figure 4 : Instancier les méthodes pour l'entreprise

Saisie de l'Etat cible

Il faut d'abord choisir le niveau hiérarchique des indicateurs dans les arbres :

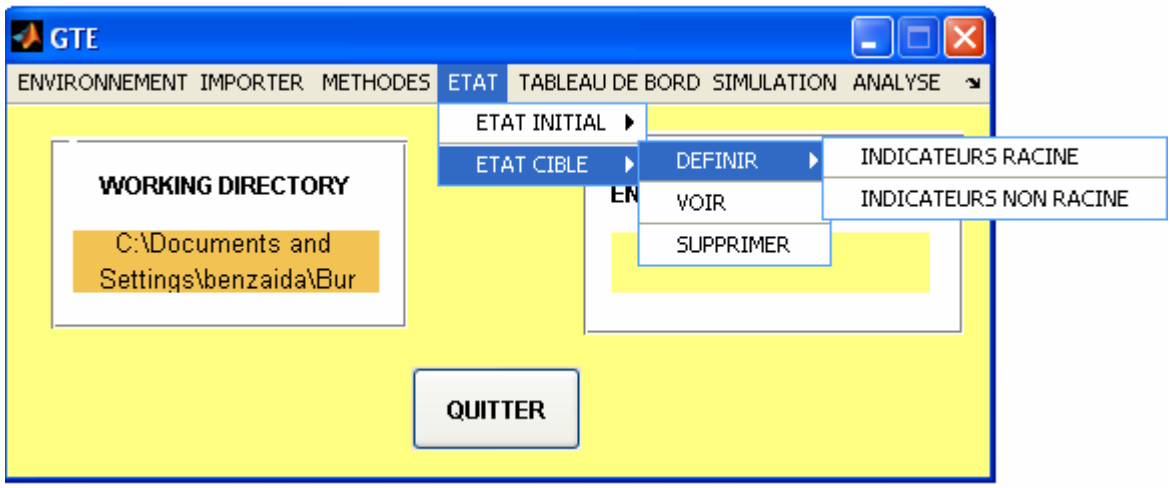


Figure 5 : Choix des indicateurs : Hiérarchie

Les indicateurs dits RACINES et qui correspondent aux critères jugés pertinents lors de la construction des arbres des indicateurs de performance.

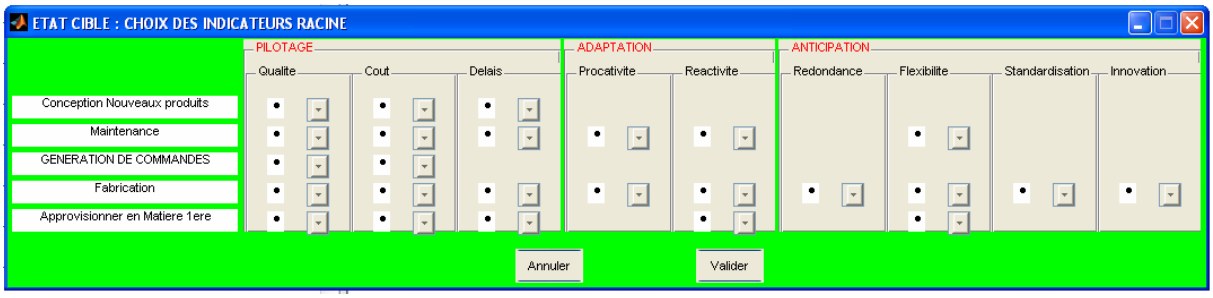


Figure 6 : Choix des indicateurs Racines

Les Indicateurs dit NON RACINES sont les autres indicateurs relevant des autres niveaux de l'arbre. Parmi eux on trouve les indicateurs feuilles.

Il faut d'abord préciser les critères qui les agrègent dans l'arbre du processus correspondant :

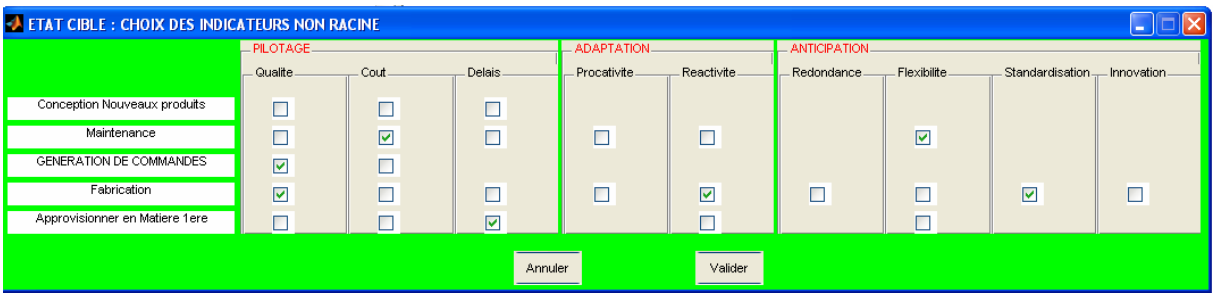


Figure 7 : Choix des indicateurs Non Racines (1/2)

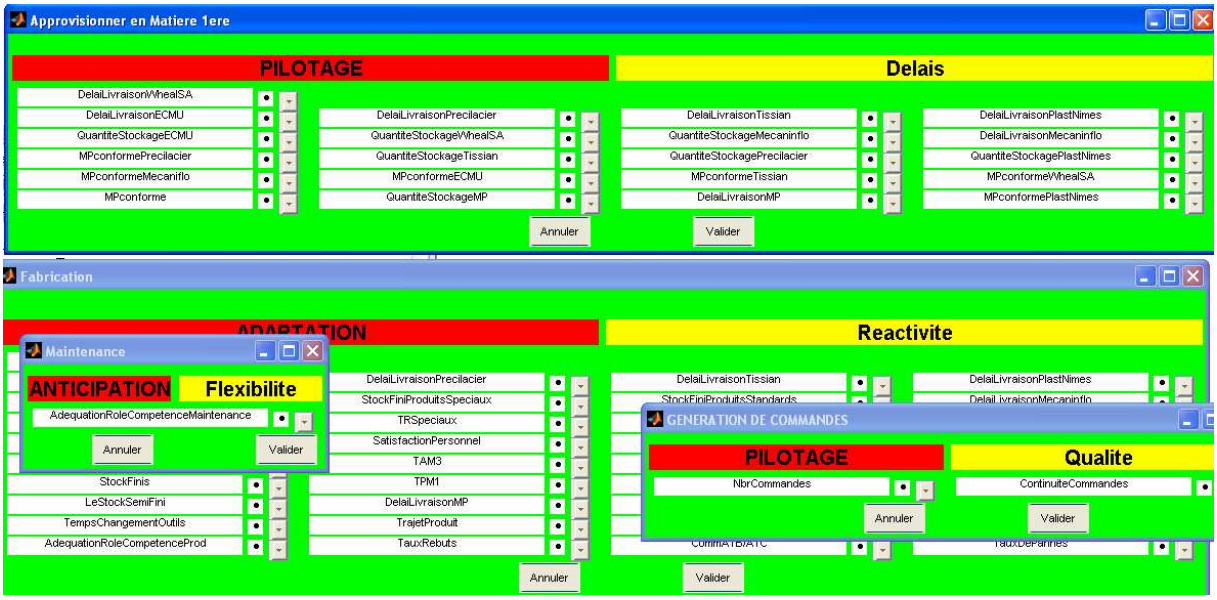


Figure 8 : Choix des indicateurs Non Racines (2/2)

Simulation

Configurer les axes de performance et les niveaux des indicateurs à surveiller.

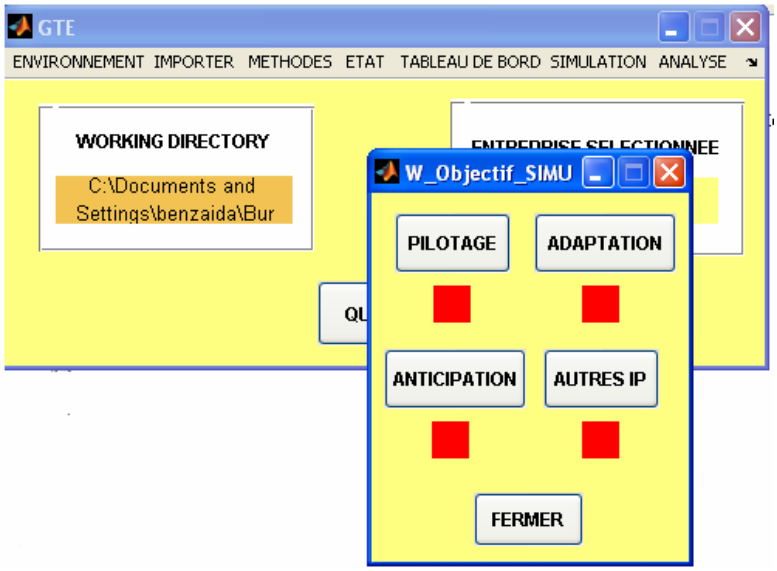


Figure 9 : Configuration

Lancer la simulation

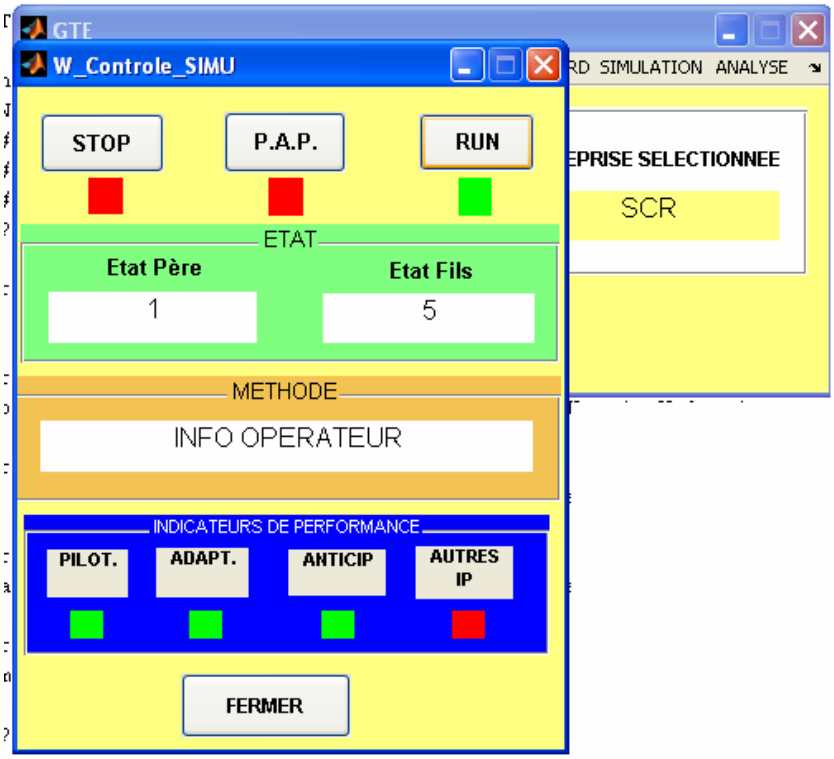


Figure 10 : Simulation

La fenêtre « GAME OVER » marque la fin de la simulation.

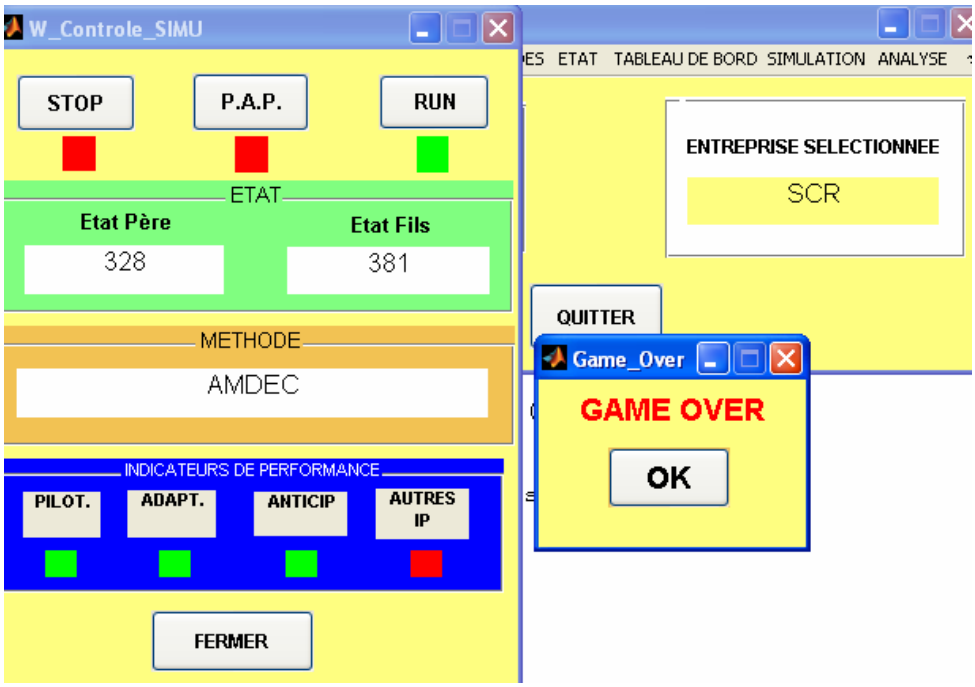


Figure 11 : Fin de la Simulation

Construction des Trajectoires

Il faut tout d'abord choisir le/les processus impliquées par l'évolution de l'entreprise et Spécifier les indicateurs à visualiser avec PAA (Pilotage, Adaptation, Anticipation) et Profil pour les autres indicateurs.

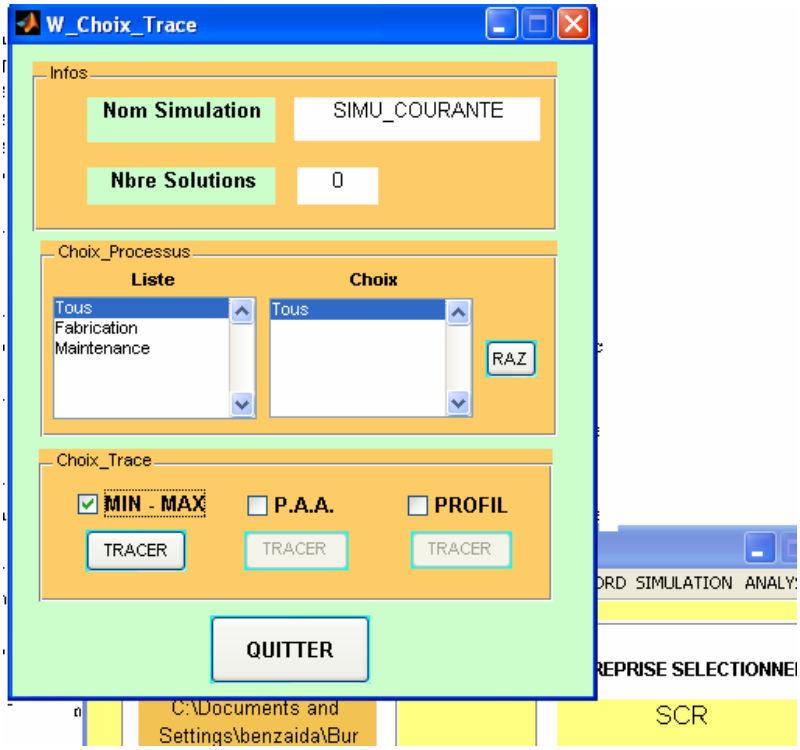


Figure 12 : Choix des trajectoires

Tracé des Trajectoires :

Pour chacun des processus sélectionnés et pour chaque famille d'indicateurs, sélectionner les critères du choix des trajectoires à tracer :

1/ Choisissez l'indicateur à visualiser

2/ Vous voulez tracer uniquement les trajectoires Solutions ou plutôt toutes les trajectoires ?

3/ Comment voulez vous trier les trajectoires ?

4/ Que voulez vous visualiser en traçant les trajectoires ?

5/ Faites défiler les trajectoires

6/ Gardez, Visualisez, et Enregistrez les trajectoires qui vous intéresse.

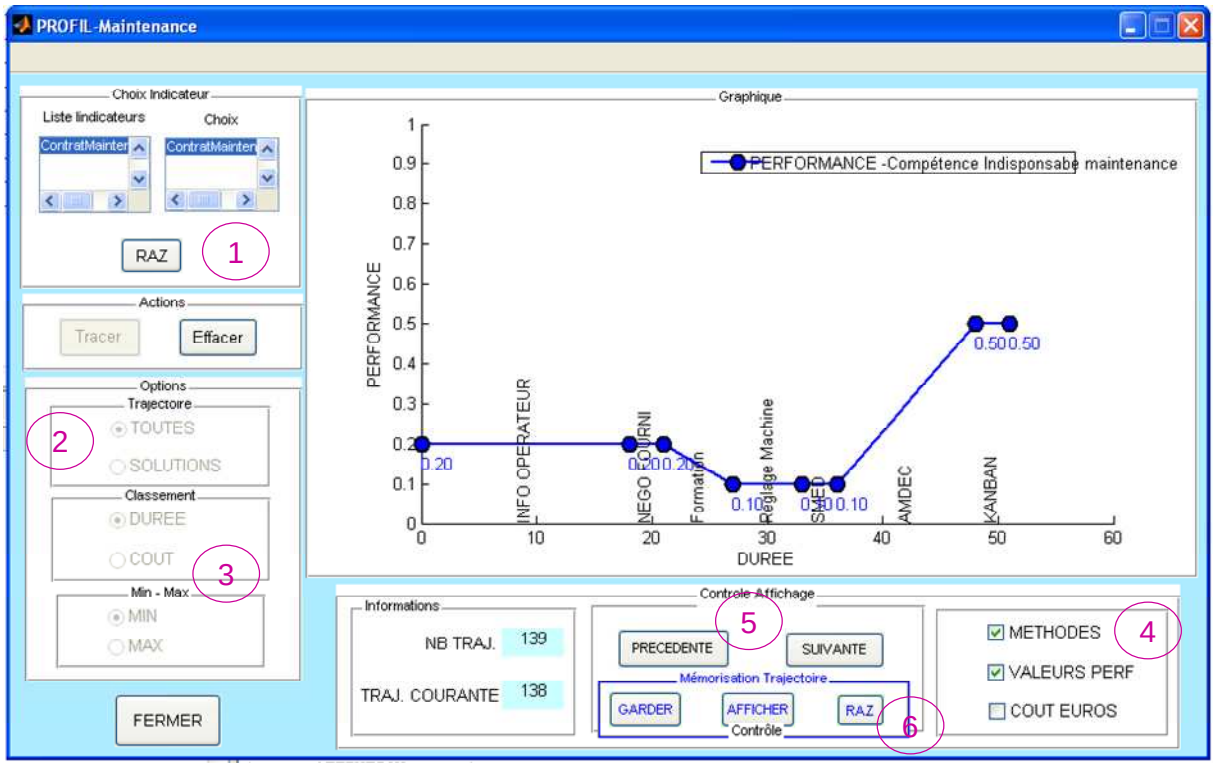


Figure 13 : Option pour tracer les trajectoires.

Résumé

Dans un environnement très versatile, les entreprises manufacturières doivent maîtriser de mieux en mieux leurs systèmes de production. Si beaucoup de travaux se sont intéressés au pilotage de l'entreprise, peu d'entre eux proposent une aide au choix du projet de changement à conduire. En effet, Qu'est ce qui motive le changement ? A quel niveau doit-t-il avoir lieu ? Comment changer ? Sur quoi agir pour changer ? Que faire pour changer ?

Pour répondre à ces questions, nous proposons une démarche de construction de trajectoires d'évolution qui intègre respectivement la modélisation de l'entreprise, la construction d'un système d'indicateurs de performance, l'analyse des méthodes de changement, la construction et l'évaluation des trajectoires d'évolution. La cohérence de ces différentes étapes repose sur une analyse approfondie de l'entreprise via une modélisation systémique adaptée à la conduite du changement. L'évaluation de l'état initial et la projection de l'état cible de l'entreprise est réalisée au travers d'un système multi axes et multi critères d'indicateurs de performance.

A la différence des propositions antérieures qui ne justifient pas les choix des projets de changement à conduire, nous tentons d'argumenter le choix des actions à mettre en œuvre pour changer. Pour cela, nous conceptualisons les méthodes de changement afin de déterminer leurs conditions d'éligibilité, d'analyser leur cycle de vie, leurs phases de mise en œuvre et d'évaluer leurs impacts sur les processus de l'entreprise. Les trajectoires d'évolution sont construites en enchaînant ces méthodes, par séquentialité et par parallélisme, pour amener l'entreprise de son état courant jugé inadapté vers l'état cible du changement. L'évaluation argumentée de ces trajectoires donnera aux utilisateurs des critères pour choisir le projet de changement à mettre en œuvre.

Les idées avancées dans ce travail de recherche ont été implémentées dans un outil logiciel de Génération des Trajectoires d'Evolution. Enfin, la démarche a été mise en œuvre sur un exemple didactique d'entreprise manufacturière.

MOTS-CLÉS : *Conduite du changement, Performance multi axes et multicritères, Méthodes de changement, Trajectoire d'évolution*.